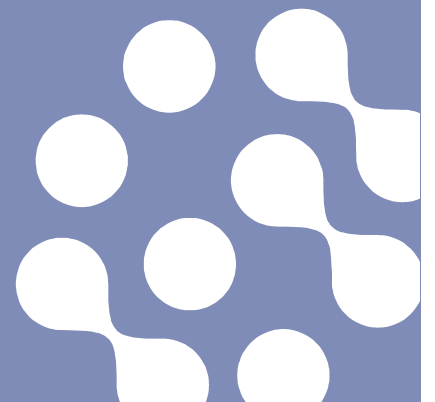


BOLIDEN KEVITSA MINING OY

KEVITSAN KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILUN VUOSIYHTEENVETO 2020



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2020

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	ALUEEN GEOLOGISET OLOSUHTEET	2
3.	POHJAVEDEN TARKKAILUPISTEET	4
3.1	NÄYTTEENOTTO	6
3.2	POHJAVEDEN PINNANKORKEUDET	6
4.	ANALYYSITULOKSET	11
4.1	VAISKONSELÄN LÄHDE	11
4.2	SIVUKIVIALUEEN YMPÄRISTÖ	11
4.3	TULOTIEN HAVAINTOPUTKET JA MELUVALLIN ALUE	13
4.4	POLTTOAINEEN JAKELUASEMA	14
4.5	RIKASTUSHIEKKA-ALTAAN YMPÄRISTÖ	14
5.	MONIPARAMETRIMITTAUKSET JA LAADUNVARMISTUS	42
6.	YHTEENVETO	46
	VIITTEET	47

LIITTEET

- Liite 1. Tarkkailupistekartta
- Liite 2. Temaattiset kartat vuodelta 2020
- Liite 3. Tarkkailutulokset vuodelta 2020

Eurofins Ahma Oy

Olli-Pekka Vieltojärvi

Mika Kallo

1. JOHDANTO

Kevitsan monimetallikaivoksen rakentaminen aloitettiin keväällä 2010. Kaivoksen tuotanto käynnistyi kesällä 2012, jolloin toiminnan ja tuotannon ylösajovaiheen mukainen ympäristötarkkailu käynnistettiin Pöyry Finland Oy:n laatiman ja Lapin ELY-keskuksen 20.4.2012 hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuosi 2013 oli ensimmäinen täysi tuotantovuosi. Vuonna 2014 tuotannon laajentamisen ympäristölupa hyväksyttiin (Kevitsan kaivoksen tuotannon laajentamisen ympäristö- ja vesitalouslupa sekä töiden ja toiminnan aloittamislupa PSAVI 79/2014/1).

Vuoden 2020 aikana vesien tarkkailua toteutettiin lokakuussa 2015 käyttöön otetun ja kesäkuussa 2017 päivitetyn tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelma vastaa kokonaisuudessaan ympäristöluvan (79/2014/1) kaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailuja. Tarkkailuohjelma päivitettiin vuoden 2020 aikana, mutta ohjelman hyväksyntä siirtyi vuoteen 2021.

Vuodesta 2018 alkaen rikastushiekka-altaan ympäristön pohjavesien tarkkailua on suoritettu kuukausittain LAPELY:n päätöksen mukaisesti. Alueelle on asennettu uusia tarkkailuputkia viime vuosina. Loppuvuodesta 2017 asennettiin pohjavesiputket (KevG-35, -37, -39, -40, -41), vuonna 2019 tarkkailuputket (KevG-44, -45, -46, -47 ja -48) ja vuonna 2020 putket (KevG-50, -51, -52, -53, -54, -55, -56, -57, -58 ja -59). Tarkkailuun on otettu myös altaiden eteläpuolelta löytyneet luonnon pohjavesipurkaumat (lähteet) KevG-42* ja -49*.

Tässä raportissa esitetään vuoden 2020 pohjavesitarkkailun tulokset ja verrataan niitä soveltuvien osin aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

2. ALUEEN GEOLOGISET OLOSUHTEET

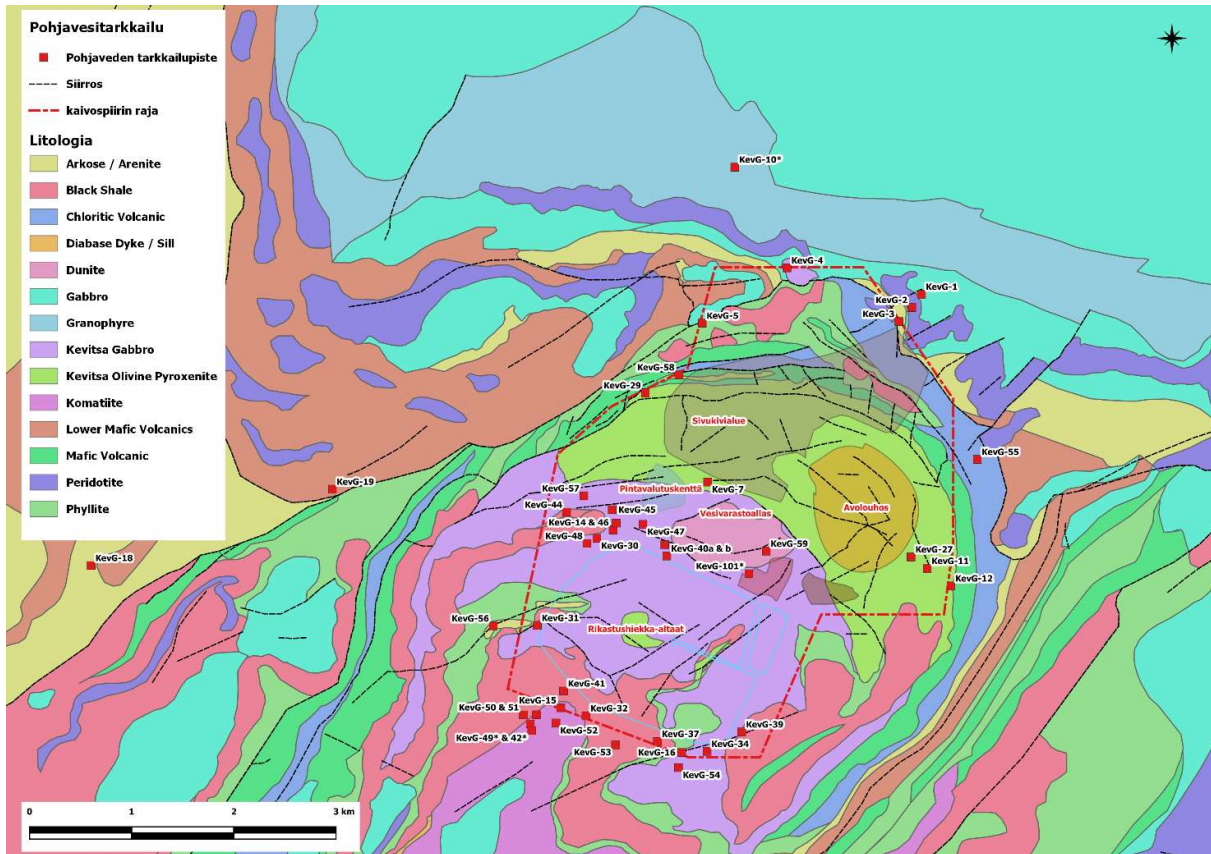
Boliden Kevitsa Mining Oy:n kaivosalueen maaperä koostuu pääosin ohuesta moreenikerroksesta. Maaperä on pääasiassa silttistä hiekkamoreenia, jonka vedenjohtavuus on heikko. Kaivosalueen ohuen maaperän ja maaperän laadun vuoksi pohjaveden muodostumisolosuhteet ovat heikot, ja siten Kevitsan kaivosalueella ei esiinny suuria pohjavesivarjoja. Pohjavedenpinta noudattelee maanpinnan topografiaa. Alueen pohjavesiä ei hyödynnetä talousvesikäytössä tai eikä kaivosalueen läheisyydessä ole kunnallisia talousvesilaitoksia.

Kevitsan kerrosintruusio sijaitsee varhaisproterotsooisen Keski-Lapin vihreäkivialueen itäosassa. Intruusioon liittyvä malmin sijainti Kevitsansarvessa, noin 1,5 km Kevitsanvaarasta pohjoiseen. Intruusioon liittyvät pääosin gabroja ja ultramafisia kumulaatteja (Manninen et al. 1996). Kevitsan esiintymä on suuri ja suhteellisen matalapitoinen Ni-Cu-PGE -malmin. Metallit ovat sitoutuneet sulfidimineraaleihin, jotka esiintyvät pirotteena intruusioon ultramafisissa kumulaateissa, lähinnä oliviinipyrokseeniiteissä. Nikkelin ja kuparin lisäksi malmissa esiintyy kobolttia, platinaa, palladiumia ja kultaa.

Maa- ja kallioperän koostumus vaikuttaa suuresti myös pohjavesien laatuun ja pitoisuuksiin, joten pohjavesitarkkailun tuloksia tarkasteltaessa on huomioitu alueen paikallinen geologia ja siitä aiheutuvat alkuainepitoisuudet kallioperän ja maaperässä sekä pohjavedessä. Lähdeaineistona on hyödynnetty suomalaisten kivilajien tyyppillistä koostumusta (Rasilainen ym. 2008), tuhannen suomalaisen kaivon kaivositutkimusta (Lahermo ym. 2002) sekä Suomen pohjavesien hydrogeokemiallista kartoitusta (Lahermo ym. 1990). Kevitsan alueen kallioperää on havainnollistettu kuvassa 2-1 ja kaikkien havaintopisteiden sijainnit löytyvät kuvasta 3-1.

Kallioperäkartasta (Kuva 2-1) yleisinä huomioina rikastushiekka-altaan A ympäristö. Allas sijaitsee pääsääntöisesti syväkivi gabron alueelle, kuten myös suurin osa pohjoispuolen tarkkailuputkista. Syväkivet ovat magmakivilaji, jota luonnehtii rakeisuus mutta tiiveys. Kivilaji on kiteytynyt hitaasti syvällä kallioperässä, eikä kivilajissa yleensä tavata huokosia. Altaan eteläpuolella sen sijaan suurin osa tarkkailupisteistä sijaitsee lähtökohtaisesti sedimentaation seurauksena syntyneessä mustaliuskejaksossa. Liuskejaksot ovat metamorfoosin seurauksena yleisesti hienorakenteisia ja voivat sisältää poikkeavan suuria metallipitoisuuksia, mm rikkiä. Tämän vuoksi mustaliuskeiden ominaisuuksiin kuuluu muun muassa happamuus, jonka johdosta kivilajin kanssa kosketuksiin joutuvat vedet happamoituvat ja voivat sen seurauksena liuottaa maaperästä lisää metalleja.

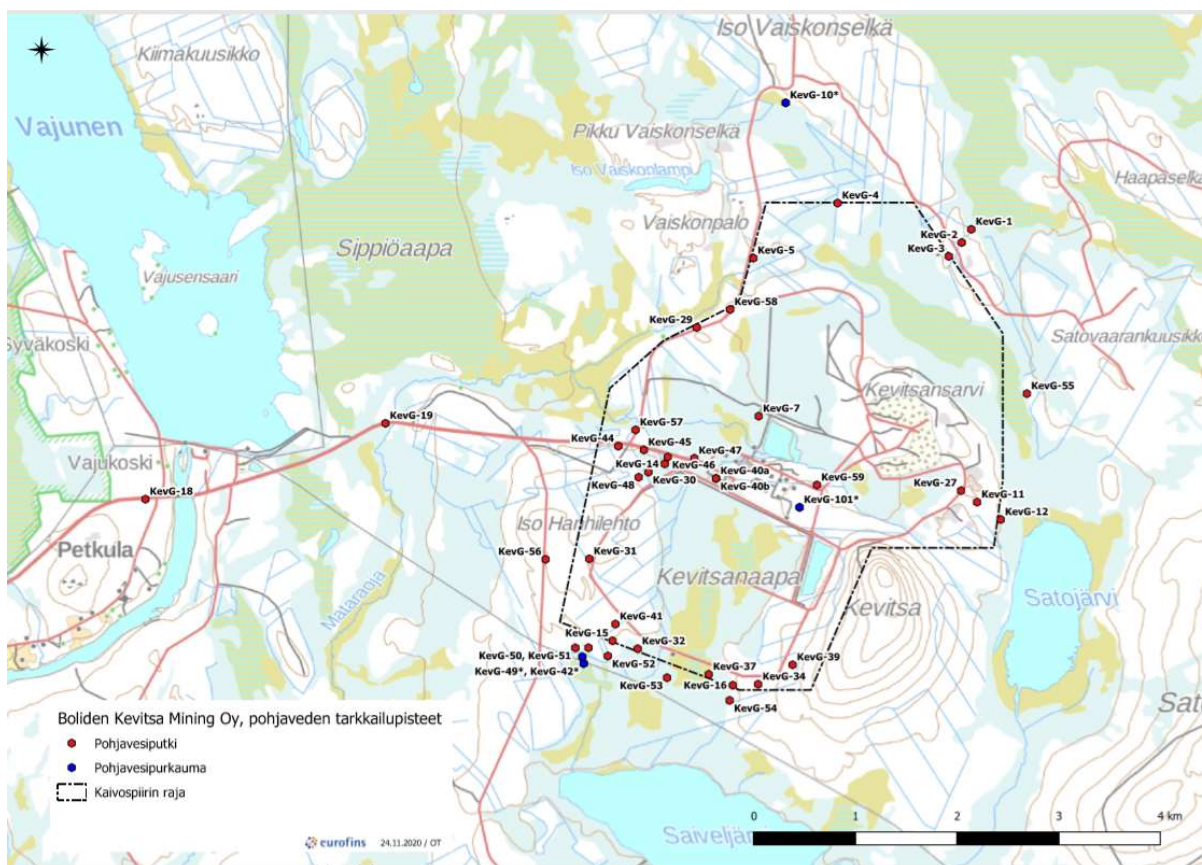
Geofysikaalisten mittausten avulla alueelta on myös kartoitettu kallioperän epäjatkuvuuksia sekä siirroksia. Mittauksissa havaittuihin mahdollisiin johtavuusvyöhykkeisiin on pyritty asentamaan alueen uudet tarkkailuputket, esimerkiksi KevG-31 ja KevG-56 on sijoitettu altaan A ulkopuolelle asti ulottuvien siirrosten kohdille.



Kuva 2-1. Kevitsan alueen kallioperä ja pohjaveden havaintopisteiden sijainteja. Suurempi kartta liitteellä 1.

3. POHJAVEDEN TARKKAILUPISTEET

Kevitsan kaivoksen lähialueella ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, eikä alueen pohjavesiä hyödynnetä talousvetenä. Lähin III-luokan pohjavesialue, Moskuvaara, sijaitsee noin 8 km kaivospiirin rajalta etelään. Pohjavesiputket ovat siiviläputkilla varustettuja PEH-muoviputkia, joiden sisähalkaisija on joko 50 tai 52 mm. Pohjavesiputkien perustiedot on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 3-1) ja sijainti on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 3-1). Pohjaveden havaintoputkien siiviläosuus on asennettu osin maaperäosuudelle ja osin kallioperään, jolloin putkiin kertyvä pohjavesi kuvaa pääasiassa maaperässä kulkevaa pohjavettä tai sekoittunutta maaperän ja kallioperän pohjavettä. Ainoastaan havaintoputkella KevG-39 siiviläosuus on asennettu kallio-osuudelle, jolloin pohjavesi putkessa kuvastaa kalliopohjavettä. Tarkemmat putkikohtaiset tiedot ja pohjavesiputkikortit on esitetty kaivoksen veloitetarkkailuohjelmassa.



Kuva 3-1. Pohjavesiputkien sijainti. Suurempi kartta liitteellä 1.

Taulukko 3-1. Kevitsan kaivoksen ympäristössä sijaitsevat pohjavesien tarkkailupisteet.

Tunnus	Koordinaatit		Maanpinnan korkeus, N60	Putken pään korkeus, N60	Näytepisteen kuvaus
	ETRS-TM35FIN y	x			
KevG-1	7511097	499407	228,66	229,62	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-2	7510967	499313	231,76	232,88	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-3	7510831	499186	229,41	230,59	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-4	7511355	498092	225,23	226,12	Sivukiven ja pintamaiden läjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-5	7510814	497263	217,29	218,35	Sivukiven ja pintamaiden läjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-7	7509258	497315	216,81	217,98	Sivukiven ja pintamaiden läjitysalueiden vaikutusten seuraaminen. Lisäksi vesivarastoaltaan ja pintavalutuskentän rakentamisen vaikutusten seuranta.
KevG-10*	7512342	497581	228,46		Vaiskonselän lähde, taustapiste
KevG-11	7508412	499464	237,22	238,52	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-12	7508241	499696	228,05	229,27	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-14	7508789	496391	219,16	220,22	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-15	7507047	495878	227,51	228,65	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-16	7506610	497061	228,47	229,67	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-18	7508441	491283	208,80	207,13	Kaivoksen tulotien tienvarsitarkkailu
KevG-19	7509188	493644	206,28	207,42	Kaivoksen tulotien tienvarsitarkkailu
KevG-27	7508525	499307	237,89	239,26	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-29	7510131	496706	216,65	217,65	Moreenialueen pohjoispuolen, sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueen vaikutusten tarkkailu
KevG-30	7508707	496231	222,77	223,77	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-31	7507854	495649	239,38	240,38	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-32	7506969	496125	228,17	229,17	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-34	7506620	497310	236,12	237,12	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-37	7506718	496824	227,39	228,78	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-39	7506811	497649	245,16	246,05	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-40a	7508645	496898	219,08	220,47	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-40b	7508661	496863	218,90	220,03	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-41	7507212	495906	230,86	232,03	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-42*	7507024	495750			Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen, lähde
KevG-44	7508963	495936	217,79	218,77	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-45	7508925	496185	217,72	218,75	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-46	7508856	496421	217,52	218,42	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-47	7508844	496683	216,54	217,56	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-48	7508657	496136	223,98	224,9	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-49*	7506824	495594			Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen, lähde
KevG-50	7506978	495512	225,32	226,23	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-51	7506979	495641	225,84	227,07	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-52	7506898	495831	225,3	226,41	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-53	7506684	496414	226,08	227,28	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-54	7506461	497030	228,36	229,18	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen
KevG-55	7509480	499954	226,40	227,40	Louhoksen kuivatusvaikutusten sekä sivukivialueen ja pintamaaläjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-56	7507849	495219	239,58	240,83	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen. Ollut kuiva asennuksesta lähtien.
KevG-57	7509123	496104	212,31	213,57	Mataraojan eteläinen haara, rikastushiekka-altaan vaikutuksen vaikutuksen tarkkailu.
KevG-58	7510308	497034	220,04	221,17	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen. Ollut kuiva asennuksesta lähtien.
KevG-59	7508581	497889	228,52	229,50	Polttoaineen jakeluaseman vaikutusten tarkkailu. Korvannut putken KevG-28.
KevG-101*	7508361	497718			Primäärimurskan pohjalle purkautuvan pohjaveden laadun seuranta.

3.1 Näytteenotto

Kaivoksen tulotien tienvarsitarkkailun pohjavesiputkilta (KevG-18 ja KevG-19) näytteet haetaan kerran vuodessa, vuonna 2020 näytteet haettiin lokakuussa. Sivukivialueen pohjavesiputkilta (KevG-1, KevG-2, KevG-3, KevG-4, KevG-5, KevG-7 ja KevG-29) sekä lähteestä (KevG-10*) että meluvallin alueen pohjavesiputkilta (KevG-11, KevG-12 ja KevG-27) otettiin näytteet neljästi vuoden aikana, huhti-, kesä-, elo- ja lokakuussa. Rikastushiekka-altaan pohjavesiputkista näytteitä haettiin kuukausittain, kuin myös haettiin uusista putkista KevG-50-KevG-58 kesäkuusta joulukuuhun. Polttoaineen jakeluaseman tarkkailuputki KevG-28 tuhoutui talven 19/20 aikana, todennäköisesti lumitöiden seurauksena. Korvaava putki KevG-59 asennettiin kesäkuussa ja näytteitä putkelta haettiin kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa. Vuonna 2020 näytteet otettiin Eurofins Ahma Oy:n sertifioitujen näytteenottajien toimesta.

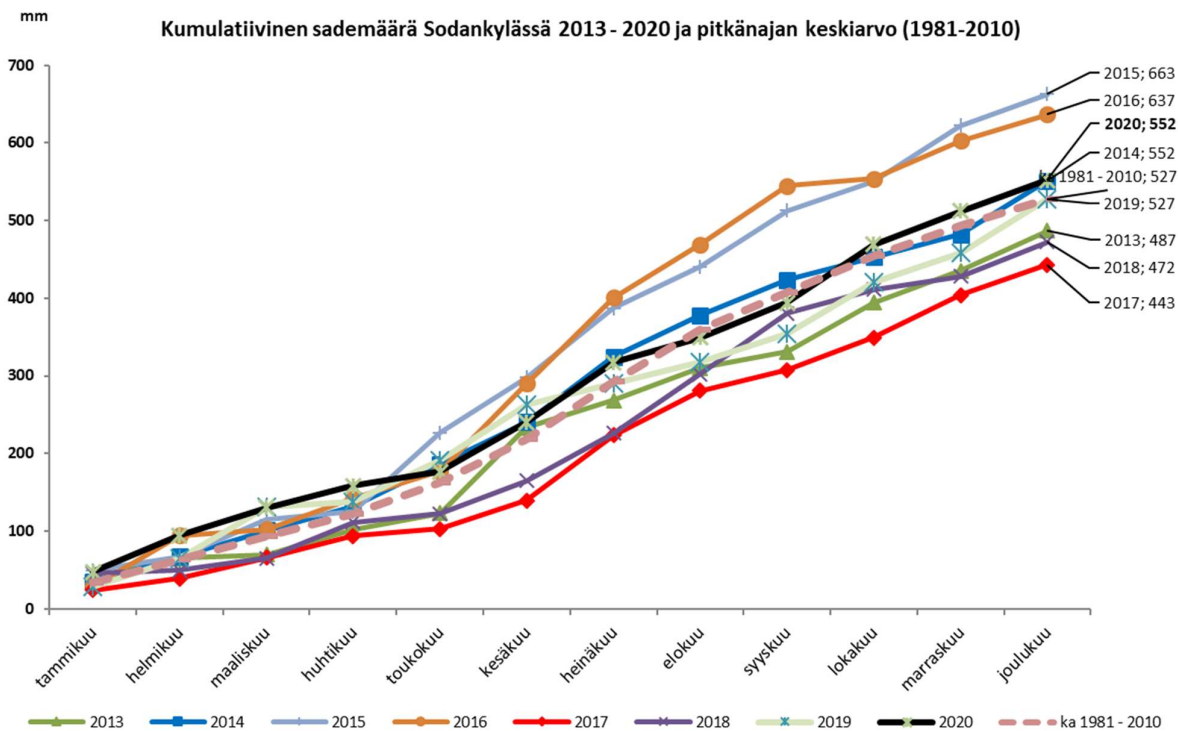
Pohjaveden pinnankorkeuden lisäksi näytteenoton yhteydessä mitattiin lämpötila sekä tehtiin kenttähavainnot hajun, sameuden ja mahdollisten veden laadun poikkeavuuksien havaitsemiseksi. Lisäksi kesä- ja lokakuussa tehtiin näytteenoton yhteydessä kenttämittaukset (pH, redox, happi ja sähkönjohtavuus). Näytteenotto pyrittiin suorittamaan siivilöiden syvyydeltä ja metallinäytteet suodatettiin kentällä.

Näytteiden analysoinnista vastasi Eurofins Ahman Oy:n laboratorio Rovaniemellä. Määrittelyksissä hyödynnettiin myös Eurofins konsernin Oulun ja Lahden laboratorioita.

Pääsääntöisesti näytteenotto onnistui suunnitellusti. Putket KevG-2 ja KevG-11 ovat olleet läpi tarkkailun huonotuottoisia ja kaikilta kierroksilta näytteitä ei saatu. Putkelta KevG-27 näytteitä ei saatu koko vuonna, putki KevG-28 tuhoutui ja korvattiin putkella KevG-59. Uusista putkista putket KevG-56 ja KevG-58 ovat olleet kuivua asennuksista lähtien. Rikastushiekka-altaan ympäristön putket sijaitsevat pääosin suomaastoissa ja osalla putkilla pohjaveden pinta on käytännössä maanpinnan tasolla. Näillä putkilla vesi jäätyy putkeen estäen näytteenoton heti alkutalvesta ja näytteenottoa voidaan jatkaa vasta routa-ajan jälkeen. Putkilla KevG-15, KevG-16, KevG-30 ja KevG-31 on jatkuvatoimiset pohjaveden pinnankorkeuden ja sähkönjohtavuuden mittarit, joiden tuloksia hyödynnetään tulosten tarkastelussa.

3.2 Pohjaveden pinnankorkeudet

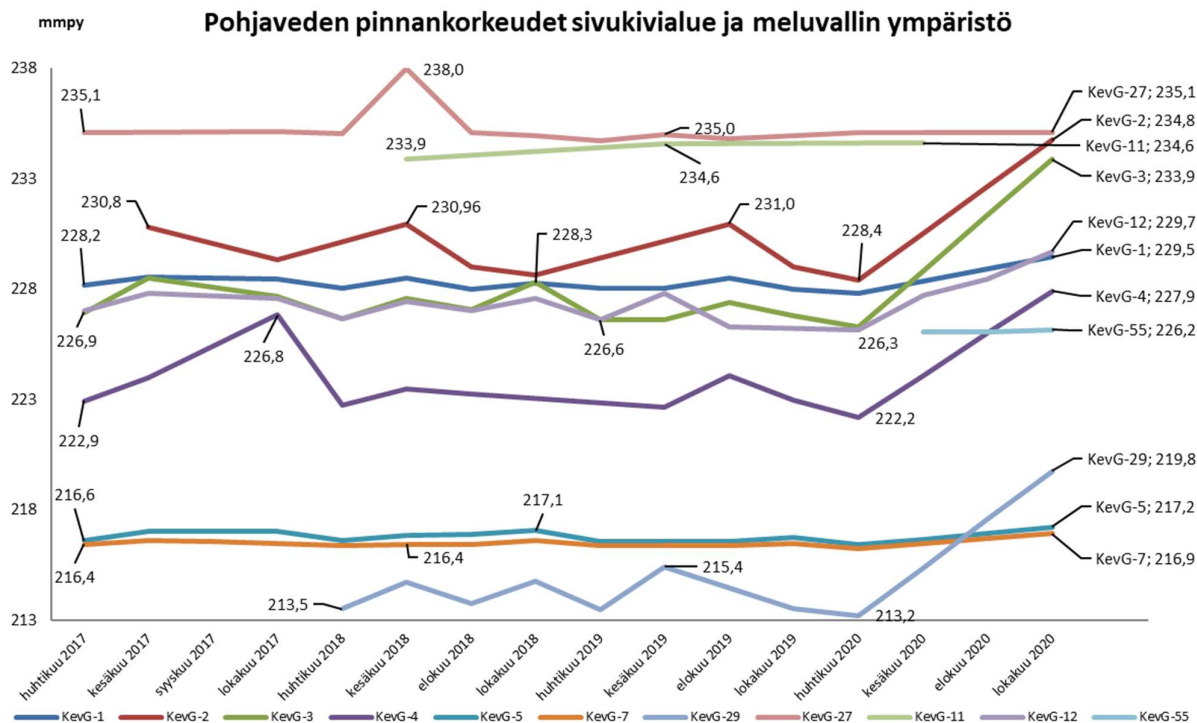
Pohjaveden pinnankorkeuteen vaikuttaa oleellisesti alueen sademäärät. Vuodet 2015 ja 2016 olivat Sodankylän ilmatieteenlaitoksen mittausten mukaan erittäin sateisia, sateisuuden painottuessa kesälle. Vuodet 2017 ja 2018 sadesummat olivat puolestaan alle pitkän ajan keskiarvon, kesäkuukausien ollessa vähäsateisia. Vuosien 2019 ja 2020 kokonaissadesummat olivat keskiarvojen tuntumassa, mutta varsinkin vuonna 2020 on havaittavissa erittäin sateiset helmi-maaliskuu, heinäkuu ja lokakuu. Lokakuu oli myös lämmin, jolloin koko kuun sadesumma 75 mm (14% koko vuoden kertymästä) satoi vetenä. (Kuva 3-2).



Kuva 3-2. Kumulatiivinen sademäärä Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasemalta vuosilta 2013–2020 sekä pitkänajan keskiarvo (1981–2010).

Kaivospiirin pohjoisosista on poistettu puustoa sekä pintamaita viime vuosina sivukivialueen laajennusten alta. Sateinen lokakuu nosti huomattavasti pohjaveden pinnankorkeuksia varsinkin sivukivialueen pohjoisilla tarkkailupisteillä KevG-1-4, sekä länsipuolen pisteellä KevG-29. Sen sijaan luoteenpuolen pisteellä KevG-5, eteläpuolen pisteellä KevG-7 ja idän suunnalla, meluvallin pisteillä sekä uudella tarkkailuputkella KevG-55 pohjaveden pinnankorkeudet nousivat maltillisesti. (Kuva 3-3)

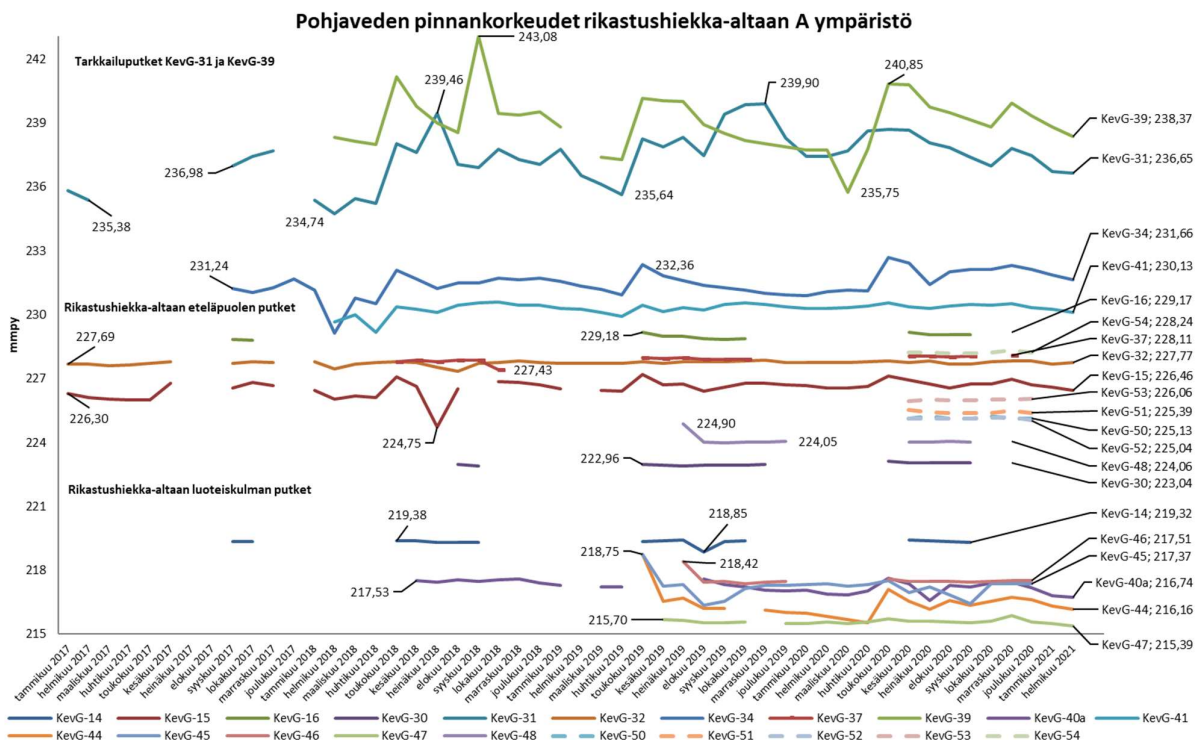
Aikaisempina vuosina on ollut havaittavissa pientä laskevaa trendiä n. 10 cm/a vuodesta 2016 alkaen pohjoispuolen tarkkailupisteillä KevG-1-KevG-5. Ilmiön taustalla on todennäköisesti luonnollinen sademäärien vaihtelu eikä kaivoksen kuivattava vaikutus. Vuoden 2020 elokuun ja ennen kaikkea lokakuun tulosten myötä keskimääräiset pinnankorkeudet olivat nousussa, vaikka huhtikuun 2020 pinnankorkeudet olivat alle vuoden 2019 tulosten. (Kuva 3-3)



Kuva 3-3. Pohjaveden pinnankorkeudet sivukivialueen ja meluvallin ympäristön pohjavesiputkilla.

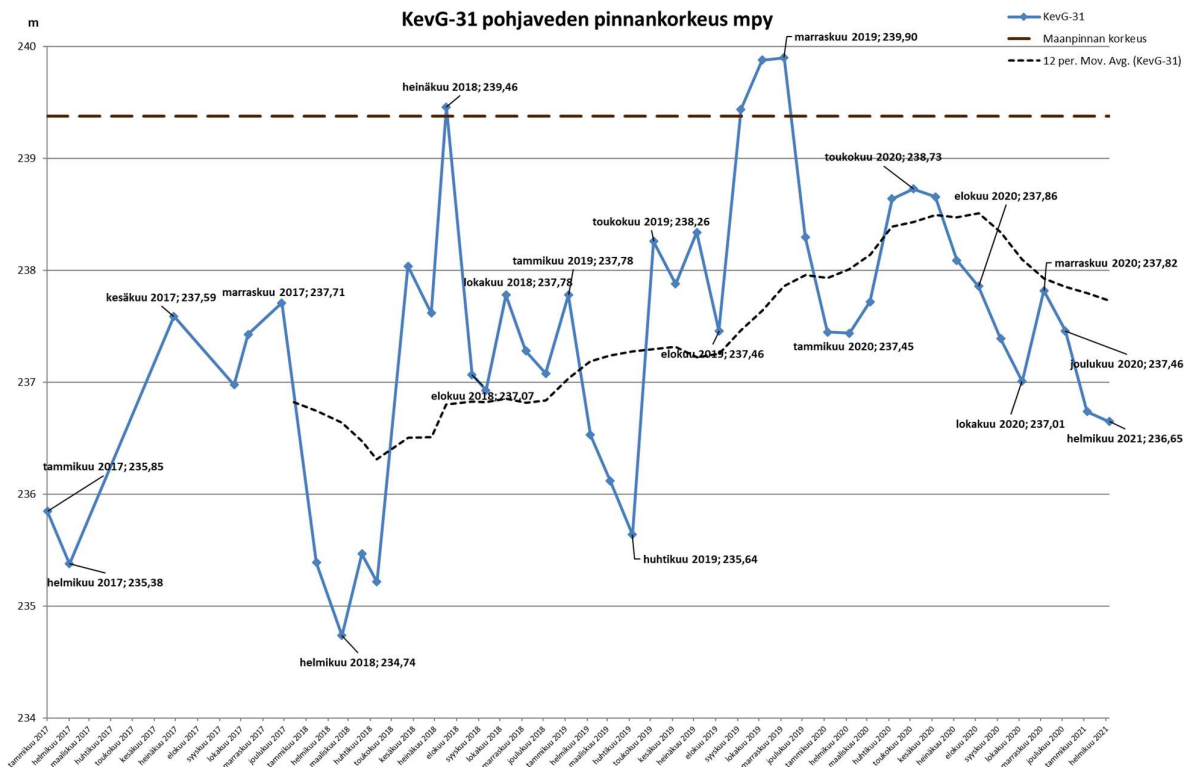
Putket KevG-11 ja KevG-12 on asennettu meluvallin itäpuolelle, jotta voidaan seurata avolouhoksen kuivanapidon aiheuttamaa mahdollista pohjavedenpinnan alentumista sekä meluvallin läjityksen vaikutuksia Satojärven suuntaan. Putki KevG-11 on ollut erittäin vähävetinen asennuksestaan 2010 lähtien ja käytännössä kuiva vuodesta 2014. Putkella on yleisesti vettä vain kesäkuussa, kuten oli tilanne myös vuonna 2020. Kesäkuussa mitattu pinnankorkeus oli yhteneväinen aikaisempien vuosien havaintoihin, muutaman sentin yli vuoden 2019 tuloksen. Putkella KevG-12 pinnankorkeus oli tasaisesti laskussa vuodesta 2016 vuoteen 2019, vuonna 2020 keskimääräinen pinnankorkeus oli nousussa. Keskimääräiset pinnankorkeudet vuodesta 2016 alkaen ovat olleet 227,86→227,46→227,17→226,90→227,37 mmpy. Putkella KevG-27 ei saatu näytettä vuonna 2020. Pinnankorkeudet kumminkin mitattiin ennen putken tyhjennystä ja korkeudet olivat yhteneväisiä vuoteen 2019, putkeen ei kuitenkaan kertynyt tarpeeksi vettä näytteenottoa varten tyhjennyksen jälkeen. Tarkkailuputket tyhjennetään tai niitä pumpataan tarpeeksi ennen näytteenottoa, jotta putkessa seissyt vesi varmuudella vaihtuu maa- tai kallioperästä esiintyväksi pohjavedeksi.

Rikastushiekka-altaan ympäristössä pohjaveden pinnankorkeudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin (Kuva 3-4). Kuvaajaa luonnehtii eri alueiden korkeussuhteet, rikastushiekka-altaan A luoteiskulman ja eteläpuolen pohjaveden pinnankorkeuden erotus on n. 10 metriä. Lokakuun sateet nostivat pinnankorkeuksia myös rikastushiekka-aldaiden tarkkailuputkilla, vaikutus oli havaittavissa marraskuun tuloksissa. Kuvaajassa on esillä myös tammi- ja helmikuun 2021 tulokset.



Kuva 3-4. Pohjavedenpinnan korkeudet rikastushiekka-alueen ympäristön pohjavesiputkissa helmikuuhun 2021.

Putkella KevG-31 havaittiin syyskuussa 2019 pohjaveden pinnankorkeuden nousseen huomattavasti (>2 m) elokuun tuloksesta. Kyseinen putki on melko matala ja sijaitsee kallioperän ruhjeessa, missä vedenjohtavuus sekä varastointikapasiteetti ovat luontaisesti suurempia kuin ympäröivässä kallioperässä. Muutoksen syynä oli rikastushiekkan läjitys länsipadolla sektoreille (W008/009/010), jotka sijaittivat topografisesti putken KevG-31 yläpuolella. Lisääntyneen hydrostaattisen paineen ja vapaan veden vuoksi pohjaveden pinta nousi putkella KevG-31 maanpinnan yläpuolelle syyskuussa 2019. Pohjaveden pinnankorkeudet kyseisellä putkella laskivat heti vuodenvaihteessa ja sulamiskauden jälkeen trendi on ollut laskeva, loppusyksyn sateista huolimatta. (Kuva 3-5)



Kuva 3-4. Pohjavedenpinnan korkeudet tarkkailuputkella KevG-31. Kuvaajassa esillä myös pinnankorkeuden vuositrendi liukuvaa keskiarvoa hyödyntäen.

Kaivoksen tulotien varrella olevista pohjavesiputkista (KevG-18 ja KevG-19) otetaan näytteet kerran vuodessa, yleensä lokakuussa. Putkista mitatut pohjaveden pinnankorkeudet olivat vuonna 2020 edellisvuosien tasolla, nousten hieman vuodesta 2019, jolloin näytteet haettiin marraskuussa.

4. ANALYYSITULOKSET

Tarkkailun tulokset käydään seuraavissa kappaleissa läpi alueittain. Rikastushiekka-altaiden ympäristön tarkkailupisteet on jaoteltu kolmeen osaan, alueelta kartoitettujen mahdollisten suotautumisreittien mukaan. Reitit on nimetty ilmansuuntien mukaan eli pohjoinen, lounainen sekä kaakkoinen suotautumisreitit, eri reittien tuloksia tarkastellaan myös ristiin.

4.1 Vaiskonselän lähde

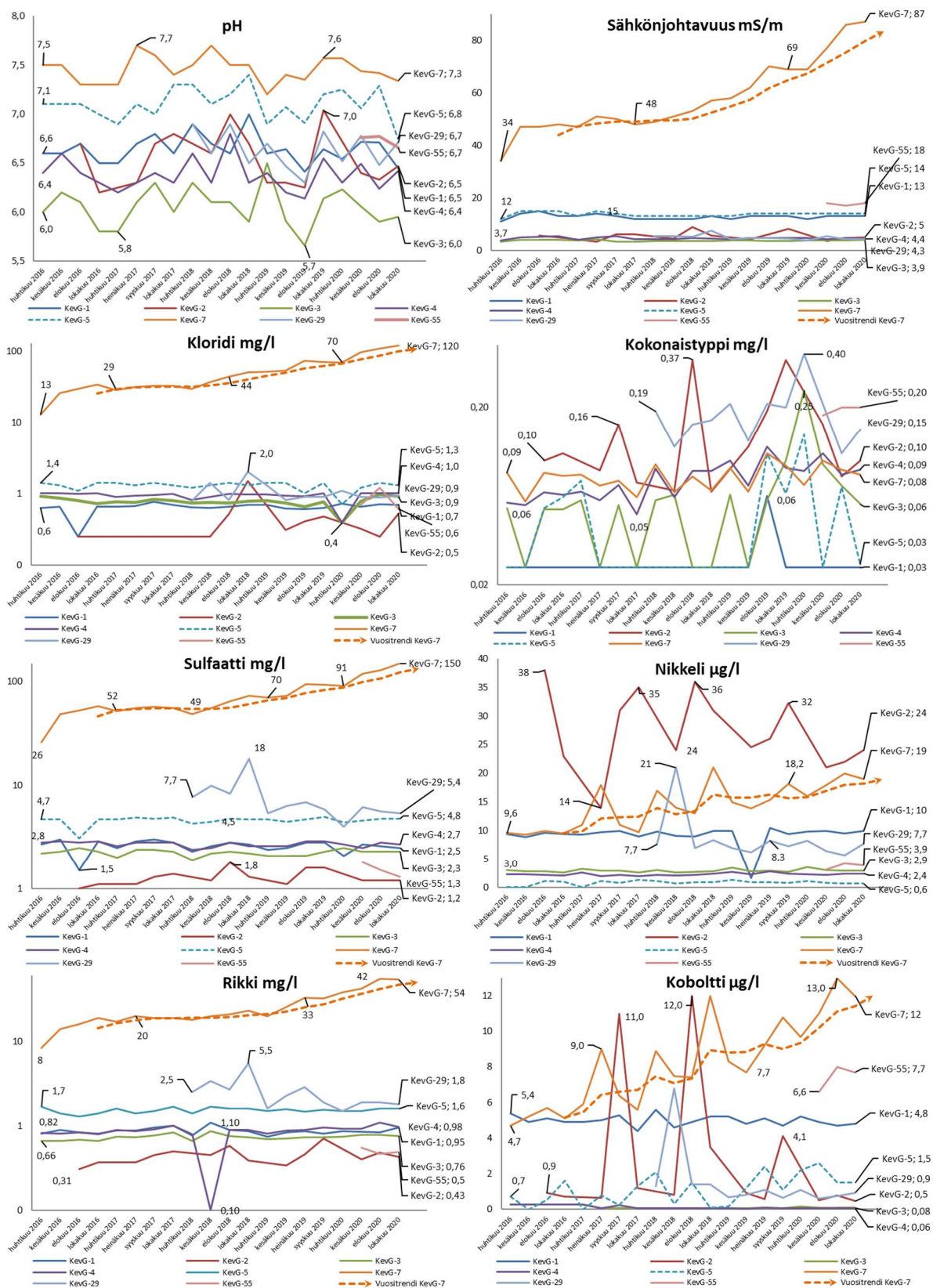
Pohjavesitarkkailun taustapisteenä toimii lähde KevG-10*. Lähde on kasvamassa umpeen ja lähteen vettä leimaa ravinteiden runsaus. Vuoden 2020 tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin, mangaania on havaittu vuosina 2019-2020 aiempia vuosia runsaammin.

Lähteen tulokset eivät ole verrannollisia alueen tarkkailuputkien tuloksiin ja näytteenotto lähteeltä on vaikeutunut lähteen kasvillisuuden lisääntyessä. Toistaiseksi tarkkailuputken KevG-1 tulokset luonnehtivat edelleen häiriintymätöntä alueen taustaa, jolloin pisteen tuloksia voidaan käyttää taustatietona muille alueen tuloksille.

4.2 Sivukivialueen ympäristö

Alueen putkien, pois lukien KevG-7, tulokset olivat tavanomaisia vuonna 2020. Kuvaajissa (Kuva 4-1) on esitetty keskeisten parametrien tulokset huhtikuusta 2016 alkaen, josta lähtien on ollut havaittavissa muutoksia tarkkailuputkella KevG-7. Putki sijaitsee keskellä toimintoja ja topografisesti matalassa maastossa, jolloin putken ympäristöön kertyy tehokkaasti alueen hulevesiä. Hule- ja suotovesien määrä lisääntyi vuonna 2016 läheisten sivukivialueiden laajennusten myötä, tällöin myös pohjaveden pinta nousi putkella käytännössä maanpinnan tasolle. Nousevat trendit putkella jatkuivat vuonna 2020 (Kuva 4-1).

Ennen vuotta 2016 pitoisuuksia luonnehti alueella vuodenvaihtelu eikä vuositasolla trendejä ollut havaittavissa. Muilla tarkkailupisteillä, kuin edellä mainitulla KevG-7, pitoisuudet olivat vuonna 2020 tavanomaisia. Vähävetisillä putkilla KevG-2 ja KevG-29 pitoisuudet vaihtelevat paljon kierrosten välillä. Vuoden 2020 sateisen syksyn ansiosta putkilla oli vettä edellisvuosia runsaammin lokakuussa ja sen myötä pitoisuudet olivat laskussa, samalla myös vuositrendit lähtivät laskuun. Uudella tarkkailupisteellä KevG-55 kokonaistyyppiä ja kobolttia näyttäisi olevan keskimääräisesti luonnostaan runsaammin kuin muilla sivukivialueen pohjois- tai itäpuolen putkilla.



Kuva 4-1. Sivukivialueen pohjavesiputkien tulokset vuodesta 2016 alkaen. Sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti, nikkeli, rikki ja koboltti kuvaajissa on esillä myös tarkkailupisteen KevG-7 vuositrendi.

Suomen porakaivovesien keskimääräiset sähkönjohtavuusarvot olivat tuhannen kaivon tutkimuksessa 34,4 mS/m (Lahermo ym. 2002). Lukuun ottamatta putkea KevG-7 **sähkönjohtavuudet** olivat alle porakaivojen keskiarvon. Putkella KevG-7 sähkönjohtavuudet olivat vuonna 2020 keskimäärin 80 mS/m (2019 65 mS/m).

Putkella KevG-7 **kloridipitoisuudet** vaihtelivat välillä 70-120 mg/l (2019 52-74 mg/l), muilla tarkkailupisteillä kloridipitoisuudet olivat alle 1,5 mg/l. **Sulfaattia** havaittiin putkelta KevG-7 välillä 91-150 mg/l (2019 70-93 mg/l), muilla putkilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,2-6,2 mg/l. Suomen porakaivojen keskipitoisuus on noin 19,9 mg/l (Lahermo ym. 2002). **Rikkipitoisuuksien** vaihtelut pisteellä KevG-7 ovat suoraan verrannollisia sähkönjohtavuuden, kloridin ja sulfaatin kanssa, pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2020 38-54 mg/l (2019 20-33 mg/l). Muilla tarkkailupisteillä rikkiä havaittiin alle 2,0 mg/l. **Alkalimetallipitoisuudet (K, Ca ja Na)** liittyvät läheisesti edellä mainittuihin pitoisuuksiin ja pisteellä KevG-7 trendit ovat nousevia, muilla tarkkailupisteillä trendejä ei ole havaittavissa.

Kevitsan malmioon liittyvien metallien, **nikkelin ja kobolttin** osalta näytteenottokierrosten välillä on jonkin verran heiluntaa. Tarkkailupisteellä KevG-7 pitoisuudet ovat nousussa, vuonna 2020 nikkeliä havaittiin keskimäärin 18,3 µg/l (2019 15,6 µg/l) ja kobolttia keskimäärin 11,4 µg/l (2019 9,0 µg/l). Muilla alueen tarkkailuputkilla pitoisuudet olivat tavanomaisia, vähävetisillä putkilla KevG-2 ja KevG-29 pitoisuudet keskimäärin laskivat. (Kuva 4-1)

Muiden määritettyjen parametrien osalta pitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä. **Kuparipitoisuudet** olivat tarkkailupisteillä alle 3,4 µg/l ja **kromipitoisuudet** alle 10 µg/l. **Antimonipitoisuudet** jäivät alle määritysrajan, kuten myös käytännössä **fluoridi**. Fluoridia havaittiin putkelta KevG-5 juuri määritysrajan (<0,1 mg/l) ylittäviä pitoisuuksia 0,11-0,12 mg/l ja pisteeltä KevG-7 yksittäinen pitoisuus 0,14 mg/l huhtikuussa.

4.3 Tulotien havaintoputket ja meluvallin alue

Tulotien havaintoputkilta (KevG-18 ja KevG-19) näytteet haetaan vain kertaalleen vuodessa, vuonna 2020 näytteenotto toteutettiin lokakuussa. Näytteiden tulokset olivat täysin yhteneväisiä edellisiin tarkkailuvuosiin eikä trendejä havaittu.

Meluvallin ympäristön havaintoputkilla (KevG-11, KevG-12 ja KevG-27) pohjaveden pinnankorkeudet olivat laskussa 2017-2019. Alentuman taustalla oli suurimmaksi osaksi luontainen vaihtelu, vuosien 2017-2019 kumulatiiviset sadesummat olivat aikaisempia vuosia pienemmät, mutta taustalta on myös avolouhoksen kuivattava vaikutus lähimmillä putkilla. Avolouhoksen suurentuessa pohjavedet suuntautuvat matalamman paineen suuntaan eli kohti avolouhosta, jolloin pohjaveden pinnankorkeudet tulevat laskemaan alueella. Vuonna 2020 keskimääräiset pinnankorkeudet olivat kumminkin putkilla hienoisessa nousussa, johtuen lokakuun sateisuudesta ja sen kautta vuoden viimeisen tarkkailukierroksen poikkeavista pinnankorkeuksista.

Avolouhosta lähinnä olevan havaintoputken KevG-27 tuotto on todella huono ja putkeen suotautuu suoraan hulevesiä esimerkiksi viereiseltä tieltä. Putkelta ei saatu näytettä vuonna 2020. Putken huonotuottoisuuden vuoksi putki tyhjennetään näytteenottoa varten edellisenä päivänä, mutta vuonna 2020 putkeen ei kertynyt yhdelläkään kierroksella tarpeeksi vettä näytteenottoa varten.

Tarkkailuputki KevG-11 on ollut vähävetinen heti asennuksesta (2010) lähtien ja käytännössä kuiva vuodesta 2014. Näytteitä saadaan putkelta lähinnä kesäkuussa kuten vuonna 2020, kun putken ympäristöön kerääntyy sulamisvesiä. Vuoden 2020 KevG-11 kesäkuun näytteen tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin. Kauempana meluvallista sijaitsevan tarkkailuputken KevG-12 tulokset olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä edellisvuosiin. Sähkönjohtavuudet ja nikkelpitoisuudet nousivat vuonna 2017 uusille tasoilleen, joissa ovat pysytelleet siitä lähtien. Sähkönjohtavuuden keskimääräiset tulokset ovat olleet vuodesta 2016

16→25→30→29→33 mS/m ja nikkelpitoisuuksien vastaava kehitys on ollut 28→49→56→56→61 µg/l. Lokakuun tulosten mukaan lyhyen ajan trendit olivat laskussa kyseisissä parametreissa.

4.4 Polttoaineen jakeluasema

Polttoaineen jakeluaseman valumavesien vanha tarkkailuputki KevG-28 tuhoutui lumitöiden vuoksi talven 2019/2020 aikana ja uusi korvaava tarkkailuputki KevG-59 asennettiin kesäkuussa, kun kevään sulamiskausi oli ohi. Uudelta tarkkailuputkelta haettiin näytteet neljästi vuoden aikana, kesä-, heinä-, elo- ja lokakuussa. Heti asennuksen jälkeen, 24.6. otetussa näytteessä havaittiin öljyhiilivetyjen summapitoisuudeksi (C10-C40) 4,9 mg/l, jaakohtaisten pitoisuuksien ollessa 0,11 mg/l (>C10-C21) ja 4,8 mg/l (>C21-C40). Heinäkuun näytteen pitoisuudet olivat (C10-C40) 0,061 mg/l, (>C10-C21) <0,025 mg/l (määritysraja) ja (>C21-C40) 0,061 mg/l. Elokuun ja lokakuun näytteenottokierroksella kokonaissummapitoisuudet jäivät alle määritysrajan (<0,050 mg/l), kuten myös kevyiden jakeiden >C10-C21 pitoisuudet (määritysraja <0,025mg/l). Raskaita jakeita >C20-C40 havaittiin elokuussa pitoisuus 0,043 mg/l ja lokakuussa pitoisuus 0,028 mg/l. Putken kairauksen yhteydessä putkeen pääsi todennäköisesti öljypitoisia pintavesiä taikka maa-ainesta.

4.5 Rikastushiekka-altaan ympäristö

Uusia pohjavesiputkia rikastushiekka-altaan alueelle on asennettu viime vuosina runsaasti. Tällä hetkellä alueen tarkkailussa on 23 pohjavesiputkea, kaksi pohjavesipurkaamaa sekä murskan pohjan tarkkailupiste KevG-101*. Putki KevG-56 on ollut kuiva asennuksesta lähtien. Putkilla KevG-15, -16, -30 ja -31 on myös jatkuvatoimiset pinnankorkeuden sekä sähkönjohtavuuden mittaussasemat, joiden tuloksia hyödynnetään tulosten tulkinnassa.

Havaintopaikat on tulosten esittelyssä jaoteltu kolmeen osaan, mahdollisten suotautumisreittien mukaan (Golder 2017). Pohjoispuolen tarkkailupisteisiin kuuluvat pisteet KevG-14, -30, -40a, -40b, -44-48, -57 sekä KevG-101*. Lounaanpuoleiseen suotautumisreitit tarkkailuun kuuluvat pisteet KevG-15, -31, -32, -41, -42*, -49*, -50, -51 ja -52 ja kaakonpuoleiseen suotautumisreitit tarkkailuun pisteet KevG-16, -34, -37, -53 ja -54.

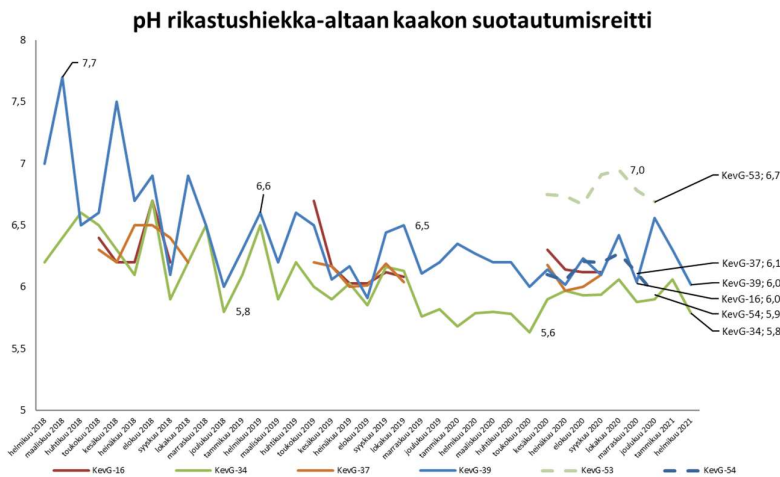
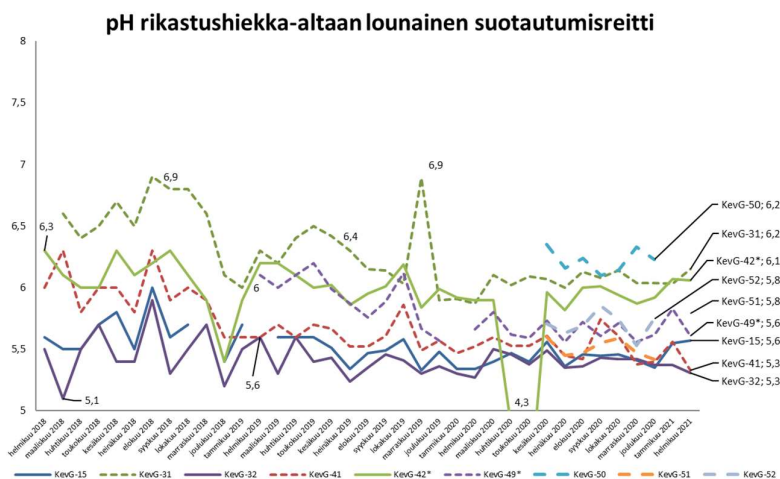
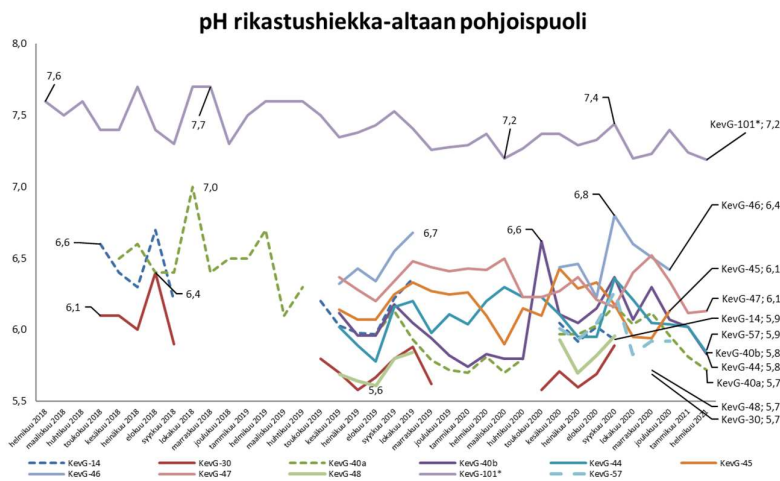
Havaintopaikan KevG-101* näyte otetaan primäärimurskaamon pohjalle valuvasta vedestä, joten kontaminaation riski on ilmeinen. Pohjaveden laatua tarkkailtaessa on huomioitu, että havaintopaikan KevG-101* pitoisuudet poikkeavat luonnostaan muista alueen tarkkailupisteiden pitoisuuksista, eikä kyseisen pisteen tuloksia vertailla suoraan muiden pisteiden tulosten kanssa.

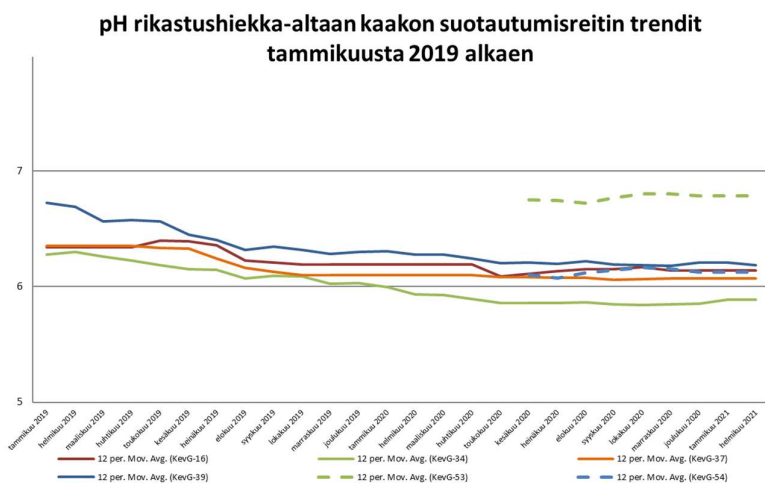
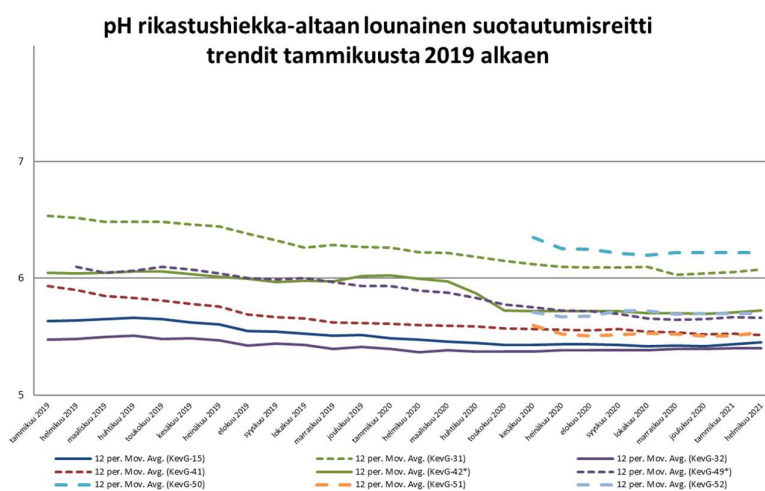
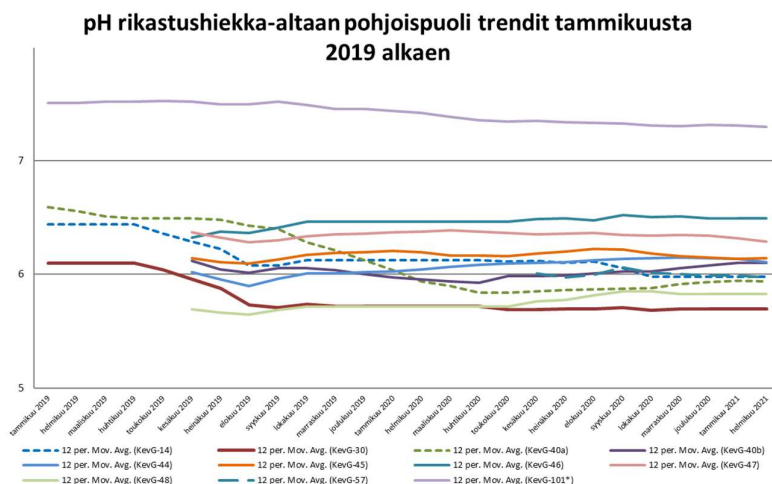
Tulosten kuvaajissa on esitetty tulokset tarkkailupisteiltä helmikuun 2018 alusta alkaen, tulosten tulkinnassa on kumminkin käytetty myös edellisiä tuloksia. Rajaus helmikuun 2018 alkuun on tehty kuvaajien selkeyttämisen vuoksi, nykyisistä tarkkailupisteistä suurin osa, noin 80 % on asennettu tai otettu tarkkailuun vuoden 2017 jälkeen. Keskeisten parametrien kuvaajissa on esitetty myös tammi- ja helmikuun 2021 tulokset mahdollisten trendien havainnoimiseksi, erilliset trendikuvaajat on esitetty tulosten alla hyödyntäen liukuvaa keskiarvoja. Keskiarvon laskentaan on otettu 12 periodia eli noin vuoden tulokset, trendikuvaajat on tällöin rajattu alkamaan vuoden 2019 alusta.

pH

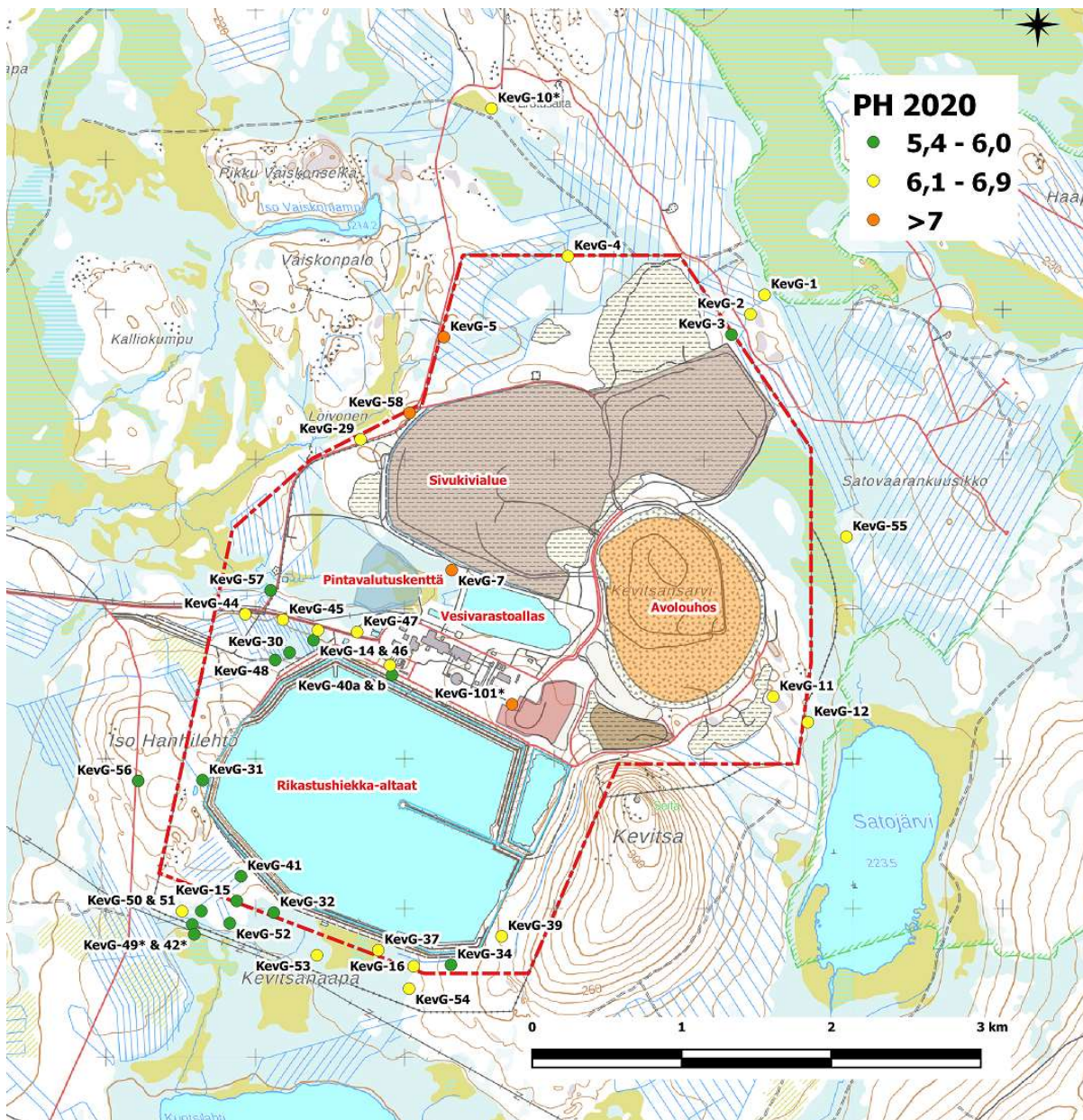
Luonnontilaisten pohjavesien pH:n tavanomainen vaihteluväli on 5,5–7,5 (Lahermo ym. 2002). Rikastushiekka-altaan pohjavesien **pH-arvot** vaihtelivat vuoden aikana pohjoispuolen putkilla välillä 5,6-6,8, tarkkailupisteellä KevG-101* välillä 7,2-7,4. Tarkkailuputkilla KevG-14, KevG-45 ja KevG-47, sekä tarkkailupisteellä KevG-101* pH-arvoissa on havaittavissa pienoista laskevaa trendiä, sen sijaan viereisillä putkilla KevG-40a ja -40b pH-arvot ovat tällä hetkellä nousussa talven 2019/2020 laskun jälkeen. (Kuvat 4-2 ja 4-3)

Myös lounaisen ja kaakon tarkkailupisteiden pH-arvoissa oli havaittavissa yleinen laskeva trendi vuosien 2018 ja 2019 aikana, laskua oli vuositasolla keskimäärin 0,2-0,4 yksikköä. Vuoden 2020 jälkimmäisellä puoliskolla arvot tasoittuvat ja laskevat trendit pääsääntöisesti taittuivat sekä kääntyivät hieman nousuun alkuvuodesta 2021 lounaisilla tarkkailupisteillä. (Kuvat 4-2 ja 4-3)





Kuva 4-2. Veden pH-arvot sekä trendikuvaajat rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.



Kuva 4-3. Veden keskimääräiset pH-arvot vuonna 2020 tarkkailupisteittäin. Kuvassa ei ole esitetty tulotien putkien KevG-18 (6,3) ja KevG-19 (7,0) tuloksia.

SÄHKÖNJOHTAVUUS

Pohjoispuolen tarkkailupisteiden **sähköjohtavuuksissa** on havaittavissa sähköjohtavuuksien pientä nousevaa pitkäaikaistrendiä putkilla KevG-14, KevG-30, KevG-46 ja KevG-48. Putkelta **KevS-48** mitattiin vuonna 2020 johtavuuksia välillä 130-140 mS/m, kun kesällä -19 johtavuudet olivat luokkaa 87-91 mS/m. Loppusyksystä 2020 havaittiin myös, että tarkkailuputkella **KevG-14** johtavuus oli jonkin verran noussut kesän -19 tuloksista (24-26→36-39 mS/m), sama trendi on nähtävissä myös viereisellä putkella **KevG-30** (110-120→130-150 mS/m). Kyseiset putket ovat olleet jäässä joulukuusta lähtien. Putken KevG-30 jatkuvatoimisen sähköjohtavuusmonitoroinnin mukaan johtavuudet ovat edelleen pienoisessa nousussa, lokakuun 2020 alussa mitattiin johtavuus 133 mS/m, marraskuun viimeinen päivä johtavuus oli 139 mS/m ja edelleen joulukuun lopussa 141 mS/m. Vuoden 2021 tammikuun lopussa johtavuus oli noussut arvoon 143 mS/m ja

helmikuun lopussa arvoon 144 mS/m, joten tältä osin johtavuuksien nouseva trendi on tasoittumassa. (Kuva 4-4)

Vierekkäisillä, lähempänä rikastushiekka-allasta sijaitsevilla tarkkailuputkilla **KevG-40a** ja **-40b** johtavuudet olivat lineaarisesti laskussa marraskuuhun 2020 asti. Johtavuudet laskivat tasolta 130 mS/m marraskuussa tasoon 40-50 mS/m. Joulukuusta 2020 alkaen johtavuudet ovat kasvaneet ja helmikuussa 2021 mitattiin johtavuudet 76 mS/m. Tulokset olivat selvästi alle alkuvuoden 2020 tulosten ja vuositrendit putkilla edelleen laskevia. Muilla pohjoisosan tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat tavanomaisia. (Kuva 4-4)

Lounaisen suotautumisreitit tarkkailupisteillä **KevG-15 KevG-32, KevG-42*** ja **KevG-49*** on ollut havaittavissa pitempiaikaista nousevaa trendiä. Vuonna 2020 ja edelleen alkuvuonna 2021 trendit jatkuivat, mutta nousu on taantumassa tarkkailupisteillä KevG-15 ja KevG-32. Taustalla voi olla lounaisen suotautumisreitit poikki marraskuussa 2020 kaivetun ohjausojan vaikutus. Oja kerää lounaiselle suotautumisreitille kerääntyviä pintavesiä sekä osittain maaperässä kulkevia suotovesiä ohjaten ne takaisin rikastushiekka-altaan taustapumppaamolle, josta ne muiden suotautumisvesien kanssa pumpataan takaisin altaaseen.

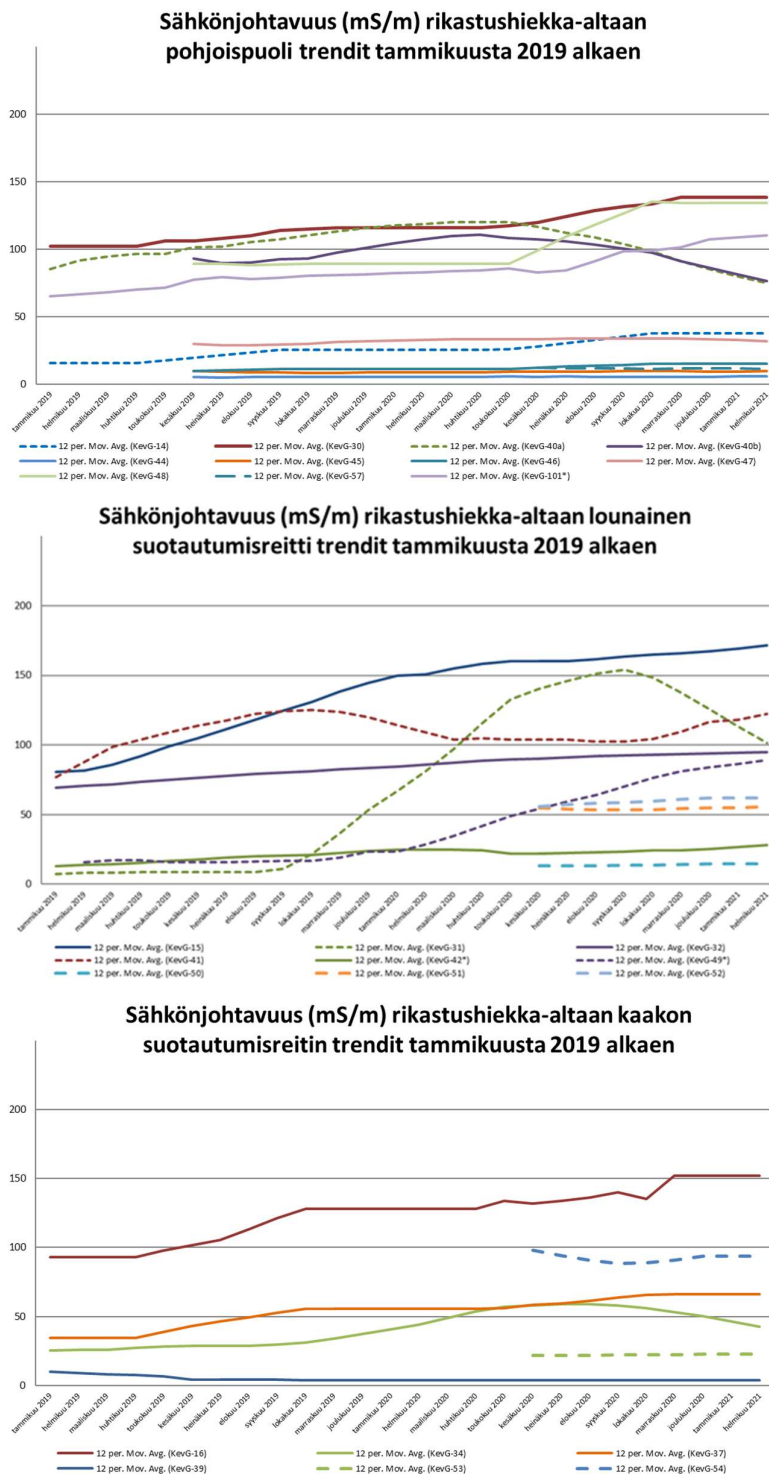
Lokakuussa 2019 havaittiin tarkkailupisteen **KevG-31** vedenlaadussa muutoksia, jotka kielivät lähelle läjitetyn rikastushiekan nopeasta vaikutuksesta paikallisesti pohjaveteen. Putkella johtavuuksien muutos syystalvella 2019 oli nopeaa, joulukuussa 2019 johtavuudet olivat tasolla 200 mS/m kun kesällä johtavuudet olivat olleet <5 mS/m. Suurimmat johtavuudet 230 ja 210 mS/m mitattiin maaliskuussa 2020, jonka jälkeen johtavuudet laskivat jo kesäkuussa tasoon <100 mS/m. Loppuvuodesta johtavuudet laskivat lineaarisesti ja suuntaus edelleen laskeva. Joulukuussa 2020 mitattiin johtavuus 58 mS/m ja edelleen tammi-helmikuussa 2021 mitattiin johtavuudet 50 ja 49 mS/m (Kuva 4-4). Sama laskeva trendi on havaittavissa myös jatkuvatoimisen mittarin tuloksissa.

Lähempänä rikastushiekka-allasta sijaitsevilla tarkkailuputkella **KevG-41** johtavuudet olivat tasaisia lokakuuhun 2020 asti. Marras-joulukuussa johtavuudet kuten myös kloridi-, sulfaatti- sekä metallipitoisuudet (K, Ca, Co, Cu, Na, Ni ja S) nousivat, ollen samaa tasoa kuin alkuvuonna 2019. Putken läheisyyteen, länsipadolle läjitettiin rikastushiekkaa marras-joulukuun aikana. Tammikuussa 2021 pitoisuudet laskivat, mutta nousivat jälleen helmikuussa. (Kuva 4-4)

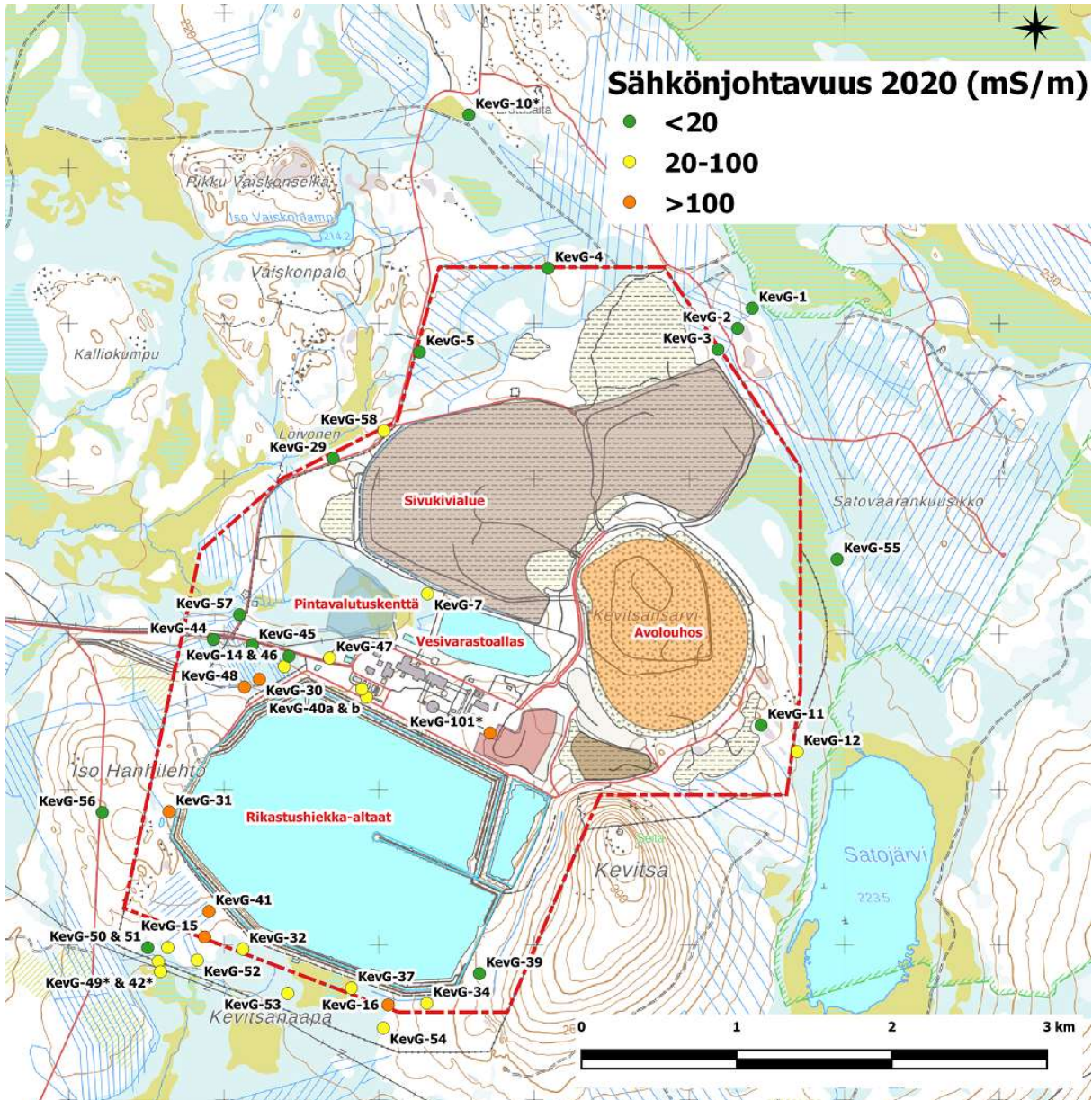
Pohjavesipurkaumalla **KevG-49*** johtavuuksien kasvava trendi on vahvistunut talven edistyessä kesän taantumien jälkeen. Yleisesti pisteeltä mitataan suurimmat johtavuudet talvisin, kun pohjavedenpinnat ovat luontaisesti matalimmillaan. Kesällä 2020 johtavuudet olivat n. 70 mS/m, marras-joulukuussa tasolla 95 mS/m ja edelleen tammi-helmikuussa 2021 mitattiin johtavuudet 110 mS/m. Toisella pohjavesipurkaumapisteellä **KevG-42*** johtavuudet ovat myös pienoisessa nousussa, mutta johtavuudet ovat noin kolmasosa pisteen KevG-49* tuloksista ja suhteelliset muutokset ovat olleet pieniä viime aikoina. (Kuva 4-4)

Kaakon puoleisen suotautumisreitit tarkkailupisteistä pisteellä **KevG-16** johtavuudet nousivat lineaarisesti läpi vuoden 2020, ollen noin 10% (n.12-20 mS/m) korkeampia kuin vuoden 2019 vastaavana aikana. Putki on ollut jäässä joulukuusta lähtien, mutta jatkuvatoimisten mittausten mukaan johtavuudet olivat nousussa edelleen alkuvuodesta 2021. Tammikuun 28. päivä mitattiin johtavuus 241 mS/m ja edelleen helmikuussa 25. päivä mitattiin lukema 245 mS/m. Joulukuun 2020 alusta helmikuun 2021 loppupuolelle mennessä pohjaveden pinnankorkeus laski n. 14 cm, mikä osaltaan nostaa putkessa seisseen veden konsentraatioita. (Kuva 4-4)

Putkella **KevG-39** johtavuudet ovat olleet viime vuodet pieniä <5 mS/m, eikä trendejä ole havaittu. Putkella **KevG-34** mitattiin keväällä 2020 johtavuuksia 82-110 mS/m, loppuvuodesta 2020 pitoisuudet olivat palautuneet tasolle 21-25 mS/m. Putkella **KevG-37** johtavuuksissa on havaittavissa kasvavaa trendiä, mutta putki jäätyy talvisin. Myös uudet putket **KevG-53** ja **KevG-54** jäätyvät talvisin ja näytteitä on putkilta vain muutamia. Kyseisten tarkkailuputkien tasot ja trendit tarkentuvat näytemäärien lisääntyessä. (Kuva 4-4)



Kuva 4-4. Veden sähkönjohtavuudet rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.



Kuva 4-5. Veden keskimääräiset sähkönjohtavuudet tarkkailupisteittäin vuodelta 2020. Kuvassa ei ole esitetty putkien KevG-18 (6 mS/m) ja KevG-19 (29 mS/m) johtavuuksia.

KLORIDI

Pohjavesiputkien näytteiden **kloridipitoisuudet** vaihtelivat pohjoispuolen tarkkailupisteillä vuonna 2020 välillä 2-320 mg/l. Alueen suurimmat ja muista putkista poikkeavat pitoisuudet (>200 mg/l) mitataan edellisvuosien tapaan putkilta **KevG-30** ja **KevG-48**. Vuonna 2020 putken KevG-30 pitoisuudet olivat välillä 290-320 mg/l eli keskimäärin n. 60 mg/l korkeammat kuin vuonna 2019. Samantasoinen nousu oli havaittavissa putkelta KevG-48, putken pitoisuudet vaihtelivat vuonna välillä 240-260 mg/l, kun ne vuonna 2019 olivat 170-200 mg/l. Nouseva kehitys vuoden 2019 tuloksiin verrattaessa oli havaittavissa myös putkelta **KevG-14**, keskiarvon ollessa 83 mg/l (vuonna 2019 51 mg/l) ja putkelta **KevG-46** keskiarvo vuonna 2020 18 mg/l (2019 8 mg/l). Kaikki edellä mainitut putket jäätyvät talvisin. Alueellisesti korkeimmat kloridipitoisuudet näyttäisivät suuntautuvan rikastushiekka-altaan A luoteiskulmalta lounaaseen päin kohti putkia KevG-14, KevG-30 ja KevG-48. (Kuvat 4-6 ja 4-7)

Putkien **KevG-40a** ja **KevG-40b** pitoisuudet olivat vuonna 2020 selvästi alle vuoden 2019 tulosten. Vuoden 2019 tulokset olivat todennäköisesti seurausta altaan korotustöistä, pitoisuudet laskivat heti rakennustöiden valmistuttua. Marraskuussa 2020 kloridipitoisuudet olivat pienimmät (14-15 mg/l) mitä putkilta on mitattu ja pitoisuudet nousivat aikavälillä joulukuun 2020-helmikuun 2021 tasolle n. 60 mg/l. Tarkkailupisteellä KevG-101* pitoisuudet vaihtelivat kierrosten välillä loppuvuodesta ja trendi on tällä hetkellä nouseva. (Kuva 4-6)

Lounaisen suotautumisreitillä havaintoputkella **KevG-15** kloridipitoisuudet ovat nousseet vuodesta 2016 alkaen noin 50-70 mg/l vuosittain. Vuoden 2020 aikana putkelta mitattiin pitoisuuksia 220-380 mg/l. Lokakuusta 2020 lähtien putken pitoisuudet ovat pysytelleet tasolla 340-350 mg/l, joten nouseva kehitys on taantumassa. Lähempänä altaita sijaitsevalla putkella **KevG-41** pitoisuudet olivat vuodenvaihteessa 2019/2020 alle 200 mg/l. Toukokuusta 2020 lähtien keskimääräinen pitoisuus oli 300 mg/l, joulukuussa mitattiin korkein pitoisuus 380 mg/l (Kuva 4-6). Pitoisuudet reagoivat rikastushiekka-altaan läjityksiin, loppuvuodesta 2020 rikastushiekkaa läjitettiin putken läheisille sektoreille.

Pohjavesipurkaumalla **KevP-49*** kloridia on ollut havaittavissa pitoisuuksia 190-270 mg/l helmikuusta 2020 lähtien, alkuvuonna 2019 pitoisuudet olivat vielä tasolla n. 40 mg/l. Korkeimmat pitoisuudet 260 ja 270 mg/l mitattiin huhti-toukokuussa 2020. Alkuvuodesta 2021 pitoisuudet olivat tasolla 250 mg/l, joten trendi on tällä hetkellä tasainen. Toisella pohjavesipurkaumalla **KevG-42*** kloridipitoisuudet ovat tällä hetkellä nousussa, joskin pitoisuustasot ovat alle puolet viereisen pohjavesipurkaumaan verrattaessa. Kesäkuusta 2020 alkaen pisteeltä on mitattu pitoisuudet 80→80→78→71→86→74→94→93→97 mg/l. Putkien **KevG-15** ja **KevG-41** itäpuolella sijaitsevalla putkella **KevG-32** kloridipitoisuudet ovat olleet tasaisesti noin 205 mg/l vuodesta 2018 lähtien, heinäkuussa 2019 mitattiin yksittäinen poikkeava pitoisuus 400 mg/l. (Kuva 4-6)

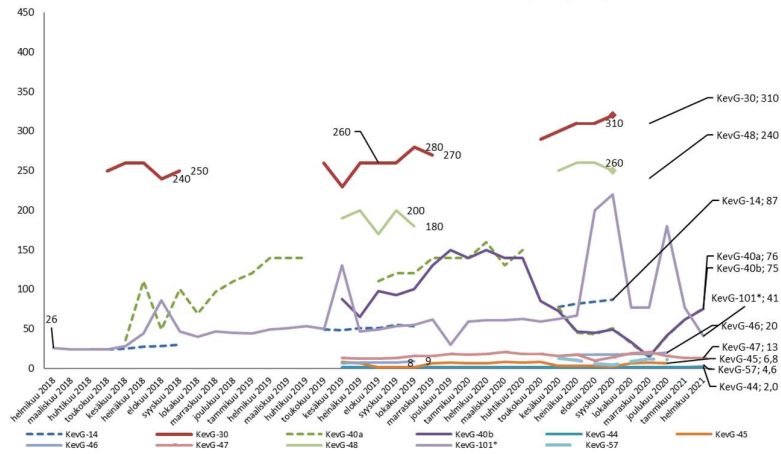
Putkella **KevG-31** kloridipitoisuudet ovat laskeneet alkuvuoden 2020 korkeahkoilta tasoilta ja trendi on edelleen laskeva. Tammi- ja helmikuussa 2021 mitattiin pitoisuudet 81 ja 83 mg/l, mitkä ovat huomattavasti kesän -19 tason (2,3-4,6 mg/l) yläpuolella, mutta samalla selvästi alle talven 2019/2020 tulosten (400 mg/l). Putken ympäristöön suotautuu todennäköisesti hetkellisesti rikastushiekka-altaan A vesiä suoraan kallioperän ruhjeen kautta, kun hiekkaa läjitetään ruhjeen alueelle. (Kuva 4-6)

Suunnan uusilta tarkkailuputkilta KevG-50 – KevG-52 näytteitä on vasta muutamia, tulosten perusteella kloridipitoisuudet ovat nousussa. Putkella **KevG-50** pitoisuuskehitys on ollut asennuksesta eli kesäkuusta 2020 lähtien joulukuuhun 2020 10→11→12→15→18→19→20 mg/l, putkella **KevG-51** 130→150→140→150→150→160→160 mg/l ja putkella **KevG-52** 140→160→170→180→190→190→200 mg/l. (Kuva 4-6)

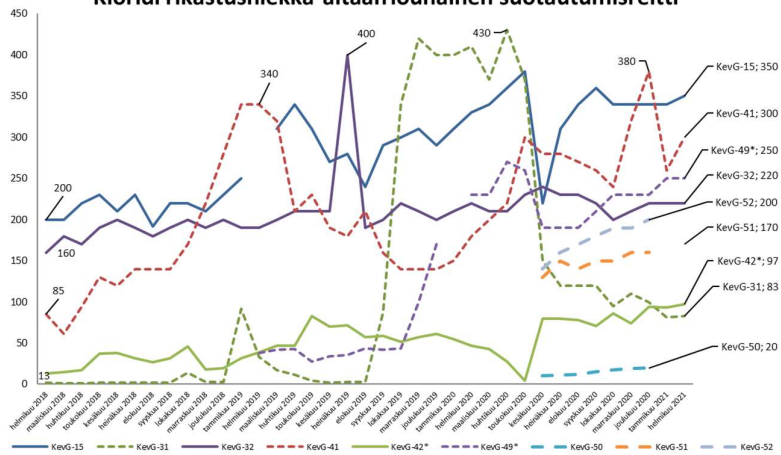
Kaakon suotautumisreitillä sijaitsevilla putkilla (**KevG-16** ja **KevG-37**) on havaittavissa suhteellisesti yhtä suuri, joskin tasoiltaan pienempi pitoisuuksien nouseva pitkäaikaistrendi kuin lounaispuolen putkilla. **KevG-16** pitoisuuksien kehitys toukokuun 2019 ja marraskuun 2020 välillä on ollut 130→150→160→230→250→270→120→190→250→300→340 mg/l ja pisteellä **KevG-37** vastaavasti 86→150→85→90→90→100→120→130→120→120→130 mg/l. Viereisellä, uudella tarkkailuputkella **KevG-54** pitoisuudet olivat vuonna 2020 180→150→140→130→160→180→200 mg/l. Edellä mainitut putket jäätyvät talvisin. (Kuva 4-6)

Putkella **KevG-34** kloridipitoisuuksissa oli nousevaa kehitystä elokuusta 2019 huhtikuuhun 2020. Pitoisuudet laskivat toukokuussa tasolle missä ovat pysytelleet siitä lähtien. Pitoisuuksien kehitys on ollut elokuusta 2019 lähtien 32→41→62→87→110→110→150→160→200→120→34→35→27→20→32→40→41 mg/l, tämän hetken pitoisuudet ovat palautuneet vuoden 2017 tasolle. Rikastushiekka-alueen itäpuolella sijaitsevalla putkella **KevG-39** pitoisuudet ovat tavanomaisen pieniä, vuonna 2020 pitoisuudet ovat olleet välillä 0,8-2,1 mg/l, eikä trendejä ole havaittavissa. (Kuva 4-6)

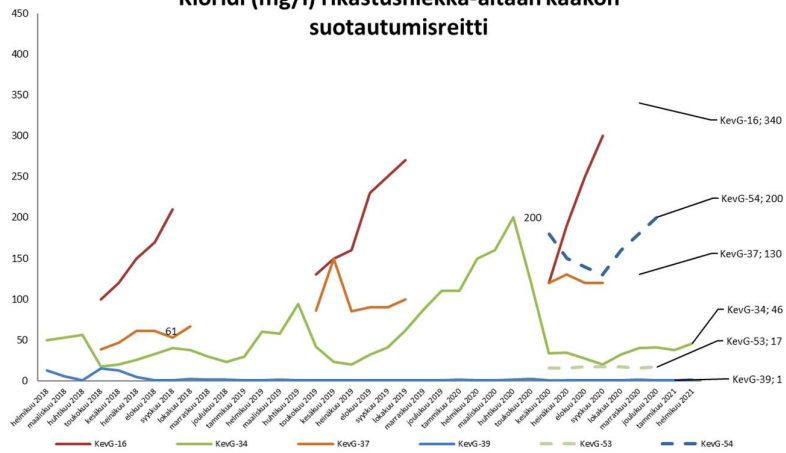
Kloridi mg/l rikastushiekka-altaan pohjoispuoli

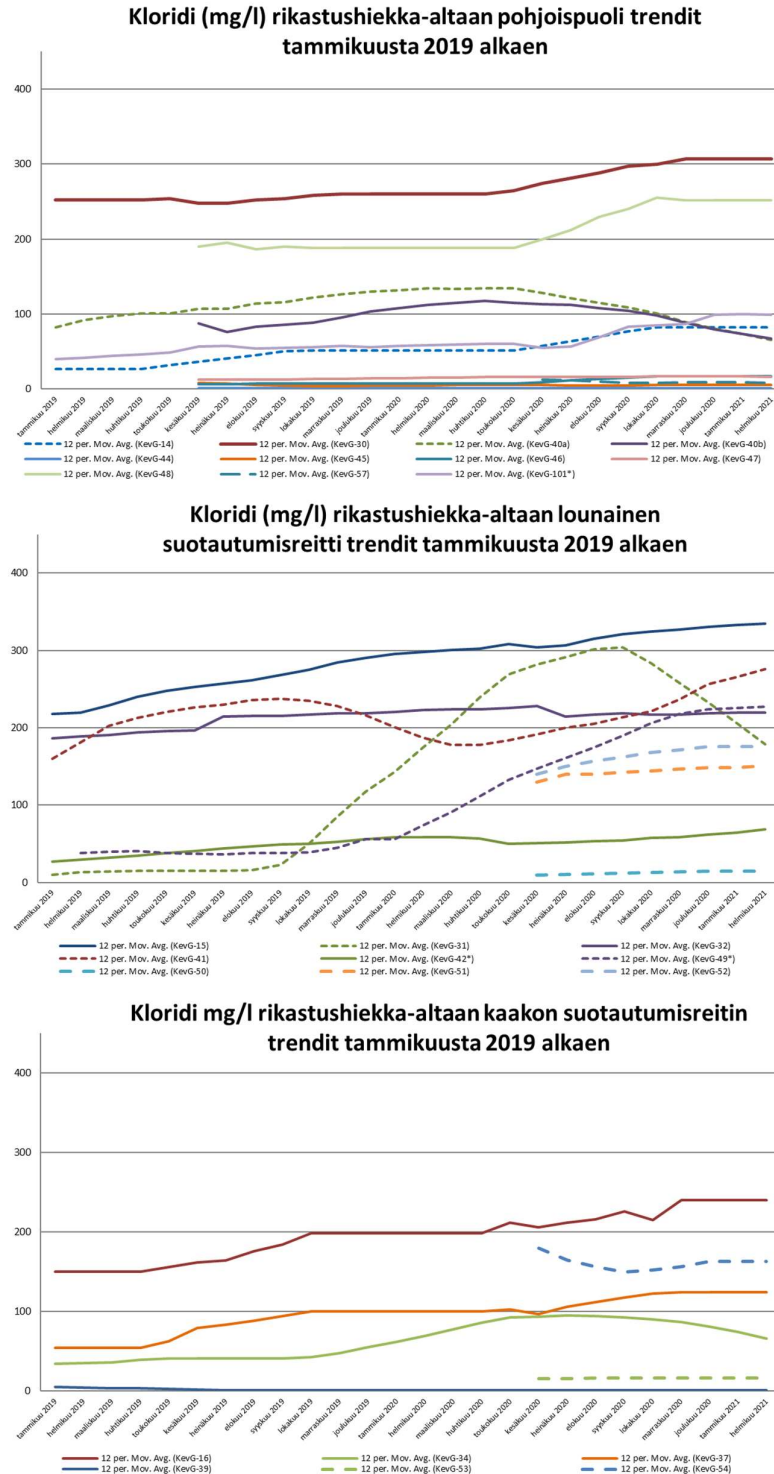


Kloridi rikastushiekka-altaan lounainen suotautumisreitti

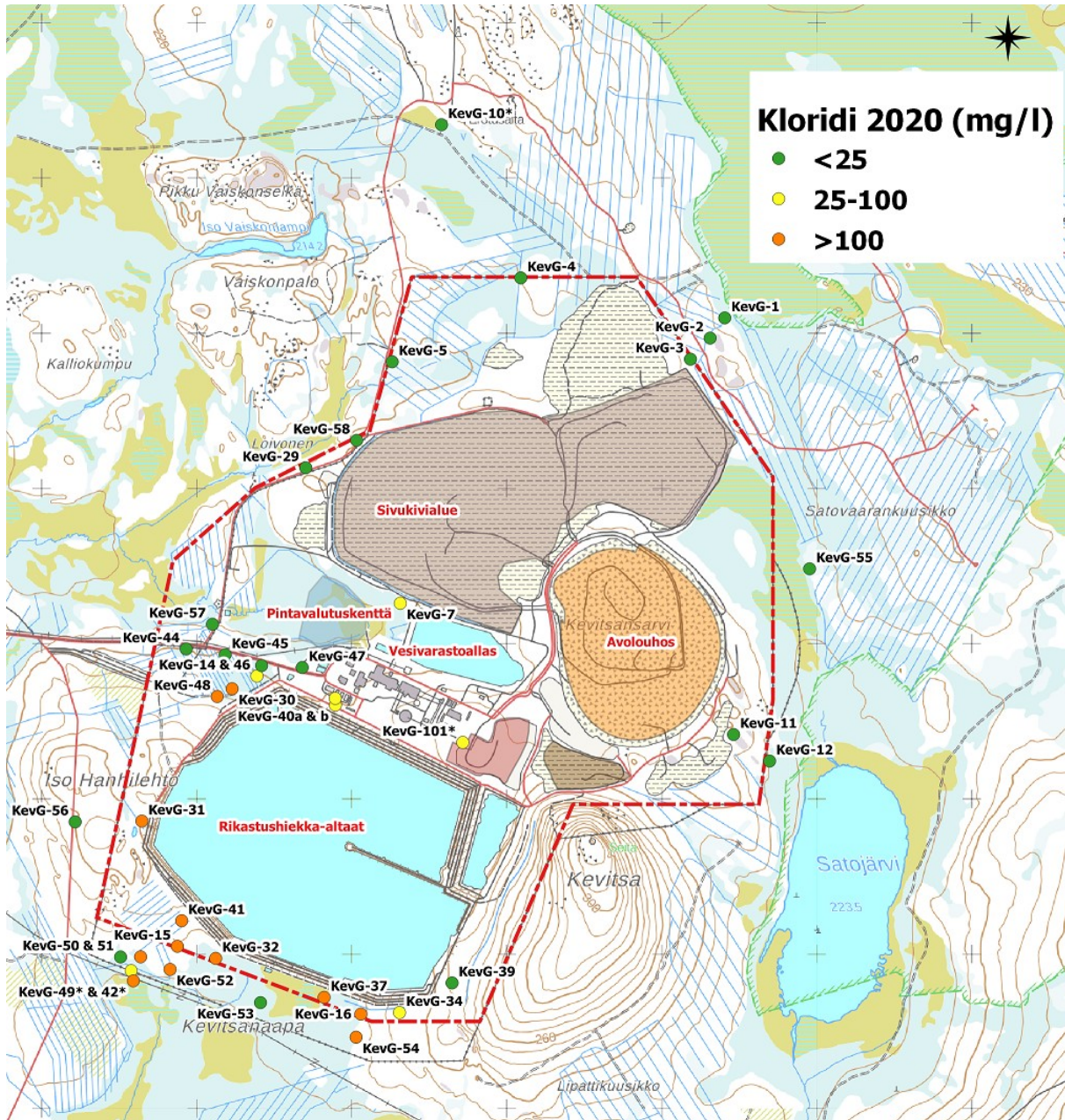


Kloridi (mg/l) rikastushiekka-altaan kaakon suotautumisreitti





Kuva 4-6. Veden kloridipitoisuudet rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.



Kuva 4-7. Veden keskimääräiset kloridipitoisuudet tarkkailupisteittäin vuodelta 2020. Kuvassa ei ole näkyvillä pisteiden KevG-18 (2,4 mg/l) ja KevG-19 (1,2 mg/l) tuloksia.

SULFAATTI

Rikastushiekka-alueen pohjoispuolen havaintoputkien näytteiden **sulfaattipitoisuudet** vaihtelivat vuonna 2020 välillä 5,8-450 mg/l (2019 7,1-400 mg/l). Muista tarkkailupisteistä huomattavasti korkeammat pitoisuudet (280-450 mg/l) mitattiin vierekkäisiltä putkilta KevG-40a ja -40b alkuvuoden 2020 aikana. Pitoisuudet puolittuivat huipputuloksista heinäkuuhun 2020 mennessä ja matalimmillaan pitoisuudet olivat marraskuussa 140-170 mg/l, mikä oli putken KevG-40a yleinen pitoisuustaso vuoden 2018 alussa. (Kuva 4-8)

Putkella **KevG-48** havaittiin kesällä pitoisuuksien nousseen lokakuun -19 tuloksesta 110 mg/l kesäkuussa -20 tulokseen 260 mg/l. Pitoisuuskehitys putkella oli heinäkuusta marraskuuhun 2020 280→250→300→ei

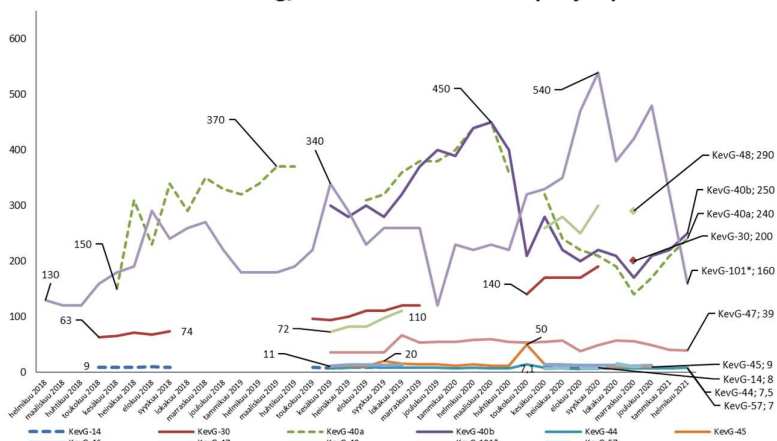
näytettä→290 mg/l eli syys- ja marraskuun 2020 pitoisuudet olivat noin kolminkertaisia vuoteen 2019 verrattuna. Samankaltainen, tosin pienempi, sulfaatin nouseva trendi on havaittavissa viereiseltä putkelta **KevG-30**. Kesällä 2020 mitattiin sulfaattipitoisuuksia 140-190 mg/l ja marraskuussa pitoisuus oli 200 mg/l. Vuonna -19 vastaavana aikana pitoisuudet olivat tasolla 94-110 mg/l. Havaintopaikan KevG-101* sulfaattipitoisuudet olivat vuoden aikana välillä 220-540 mg/l. Pitoisuuksissa on havaittavissa nousevaa trendiä vuodesta 2017, vaikkakin pitoisuudet vaihtelevat runsaasti kierrosten välillä. (Kuva 4-8)

Eteläpuolen havaintopisteillä suurin muutos sulfaattipitoisuuksissa, kuten muissakin parametreissa viimeisen vuoden aikana, on ollut havaittavissa putkella **KevG-31**. Syyskuussa 2019 putkella mitattiin sulfaattipitoisuus 2 mg/l, kun huhtikuussa 2020 pitoisuus oli noussut arvoon 510 mg/l. Pitoisuudet kääntyivät laskuun heti toukokuussa 2020 ja ovat laskeneet siitä lähtien. Tammi- ja helmikuun 2021 sulfaattipitoisuudet olivat 87 ja 82 mg/l eli trendi on edelleen laskeva (Kuva 4-8). Muutoksien taustalla on todennäköisesti rikastushiekan läjityksestä aiheutuvat muutokset suoto- ja sitä kautta maaperässä olevaan paikalliseen pohjaveteen, kuten on havaittu myös tarkkailuputkella **KevG-41**. Pitoisuudet olivat kyseisellä putkella laskussa kesäkuuhun asti, jolloin mitattiin pitoisuus 100 mg/l. Pitoisuudet nousivat hieman syksyn myötä, joulukuussa havaittiin pitoisuuden nousseen arvoon 300 mg/l, kun marraskuussa pitoisuus oli 190 mg/l. Tammikuussa 2021 pitoisuus laski arvoon 110 mg/l, kunnes nousi jälleen helmikuussa tulokseen 330 mg/l. Rikastushiekkaa läjitettiin putken läheisille sektoreille loppuvuodesta. (Kuva 4-8)

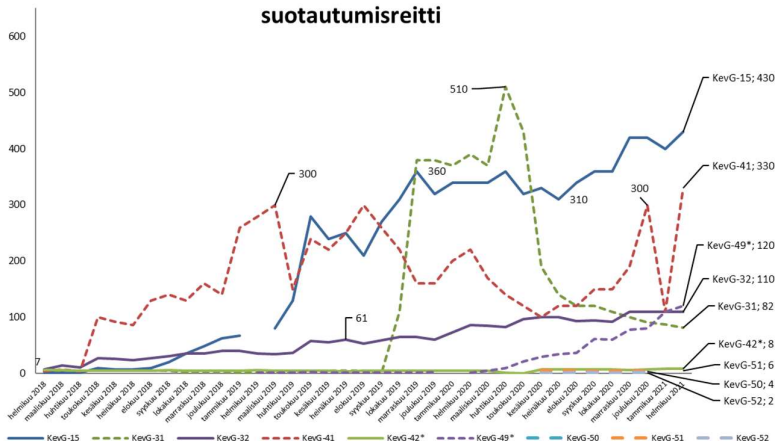
Lounaisen suotautumisreitien tarkkailupisteillä **KevG-15**, **KevG-32** ja **KevG-49*** pitoisuustrendit ovat nousussa, joskin putkella KevG-32 pitoisuudet ovat tasoittuneet tasolle 110 mg/l marraskuun 2020 jälkeen. Pohjavesipurkaumalla KevG-49* pitoisuuksien nouseva kehitys korostui loppuvuonna, joulukuussa 2020 tulos oli 81 mg/l, tammikuussa 2021 110 mg/l ja edelleen helmikuussa 120 mg/l. **KevG-42*** sulfaattipitoisuudet ovat pysytelleet välillä 6,5-8,3 kesästä 2020 lähtien. Suurimmat pitoisuudet on mitattu joulu-helmikuussa, joten mahdollinen pieni nouseva kehitys on pitoisuuksissa mahdollinen. (Kuva 4-8)

Putkelta **KevG-16** sulfaattia havaittiin vuoden 2018 kesällä 140-230 mg/l ja kesällä 2019 210-350 mg/l. Vuonna 2020 putkelta mitattiin pitoisuudet 230→300→390→500→650 mg/l, joten pitoisuuksien nouseva kehitys on korostunut kuten oli havaittavissa myös sähkönjohtavuudessa. Putkella **KevG-34** mitattiin huhtikuussa huippupitoisuus 200 mg/l, josta pitoisuudet laskivat marraskuuhun mennessä pitoisuuteen 22 mg/l. Joulukuusta 2020 alkaen pitoisuudet ovat nousseet, mutta ovat selvästi alle talven 2019/2020 pitoisuuksien. Kalliopohjavesiputken **KevG-39** tulokset olivat tavanomaisen pieniä. Putken **KevG-37** pitoisuudet olivat kesällä 2020 tasolla n. 52 mg/l, vuoden 2019 kesällä taso oli 43 mg/l. Uusista tarkkailuputkista putkella **KevG-53** pitoisuudet olivat tasaisesti välillä 26-27 mg/l. Putkella **KevG-54** pitoisuudet olivat kesä-lokakuussa välillä 160-180 mg/l, marraskuussa mitattiin pitoisuus 210 mg/l ja joulukuussa 240 mg/l. (Kuvat 4-8 ja 4-9)

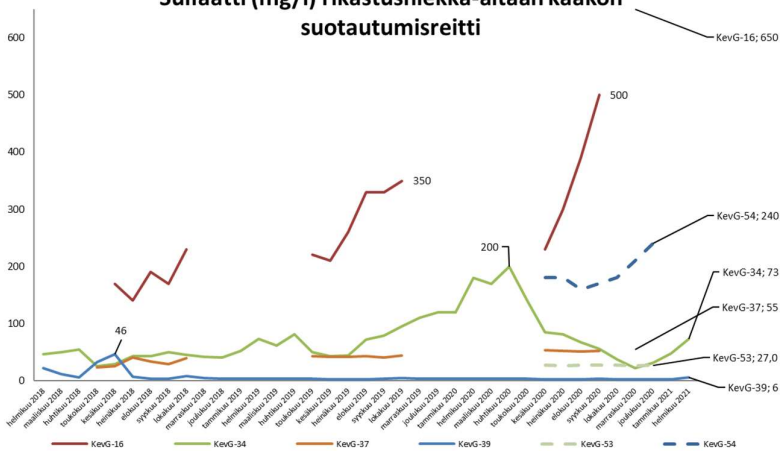
Sulfaatti mg/l rikastushiekka-altaan pohjoispuoli

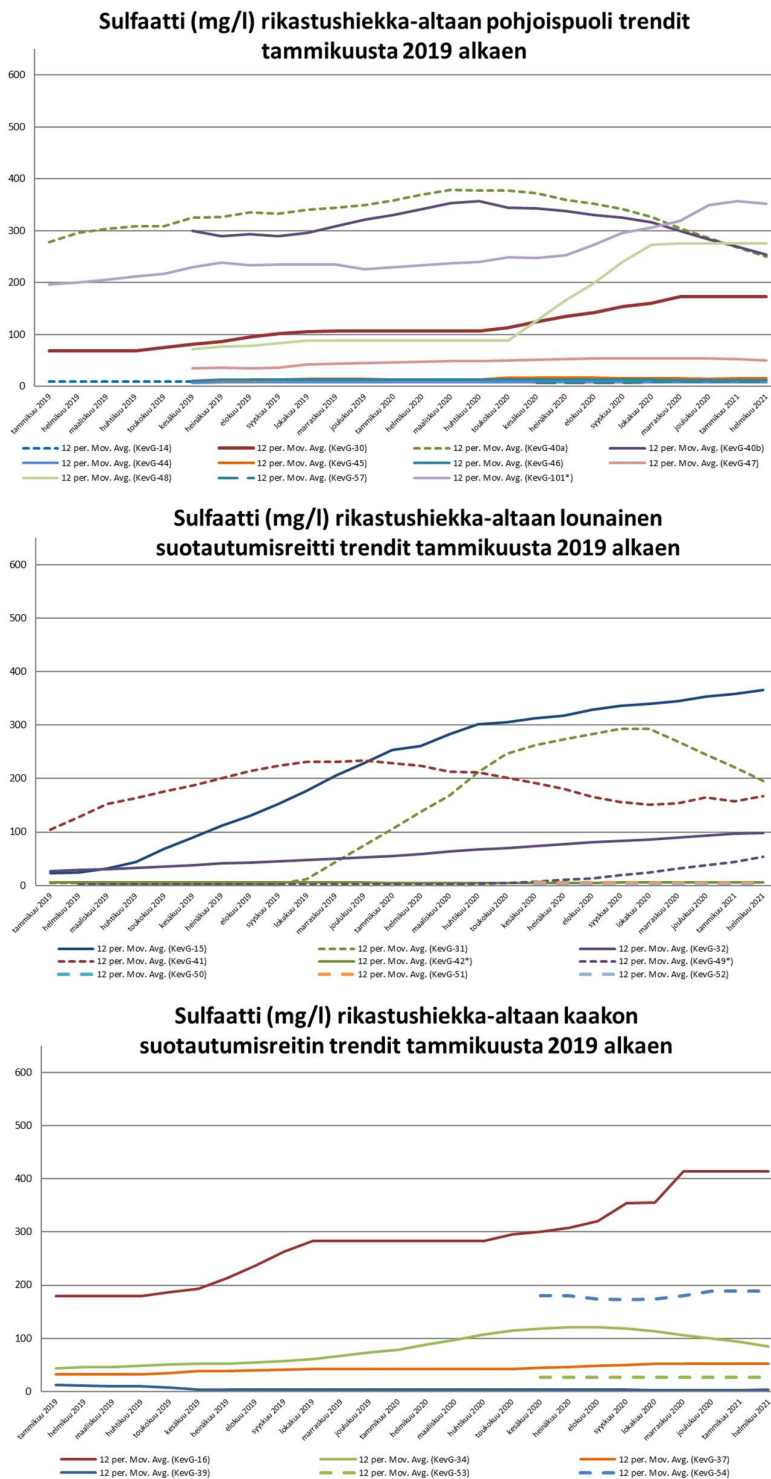


Sulfaatti mg/l rikastushiekka-altaan lounainen suotautumisreitti

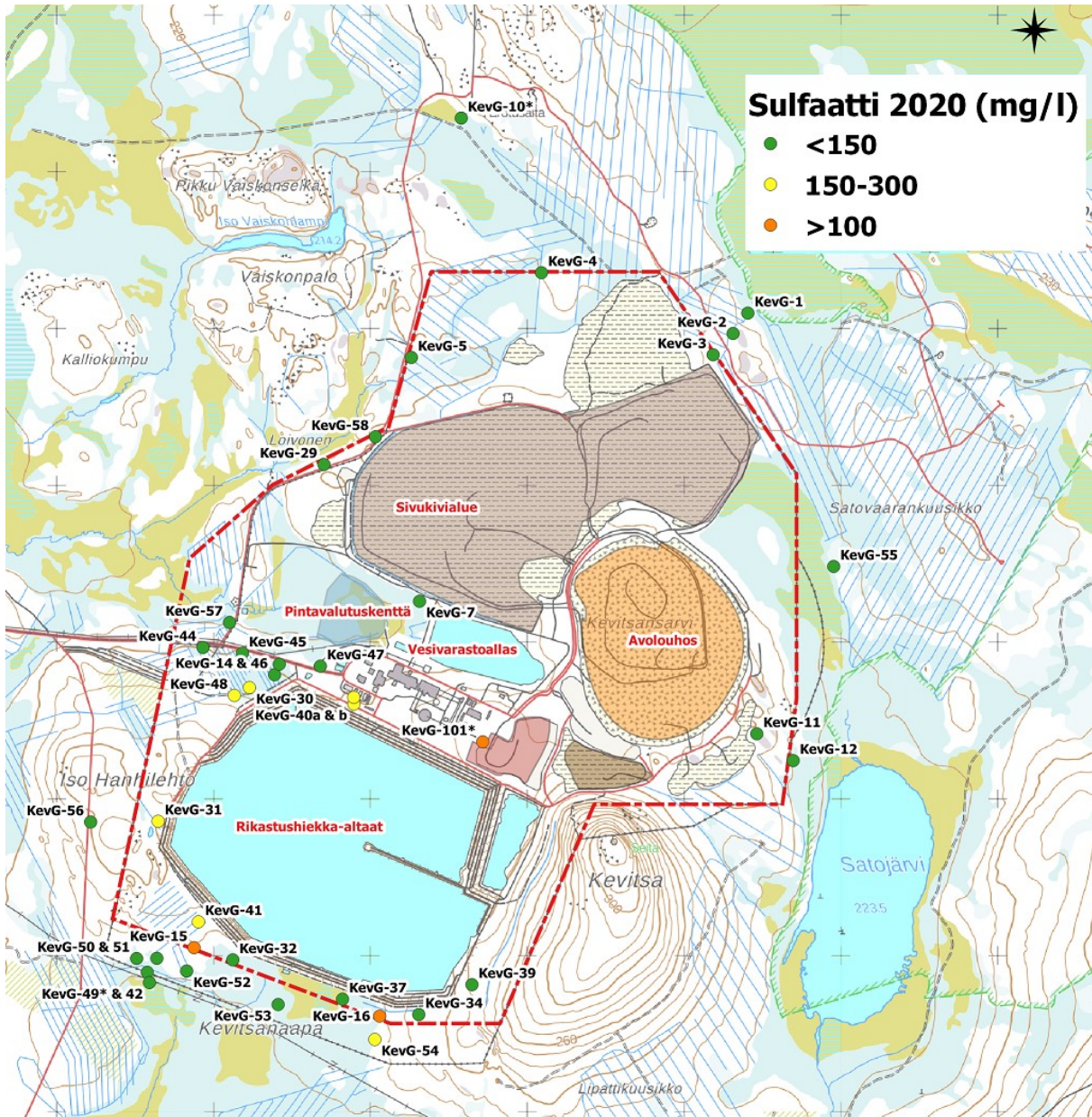


Sulfaatti (mg/l) rikastushiekka-altaan kaakon suotautumisreitti





Kuva 4-8. Veden sulfaattipitoisuudet rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.

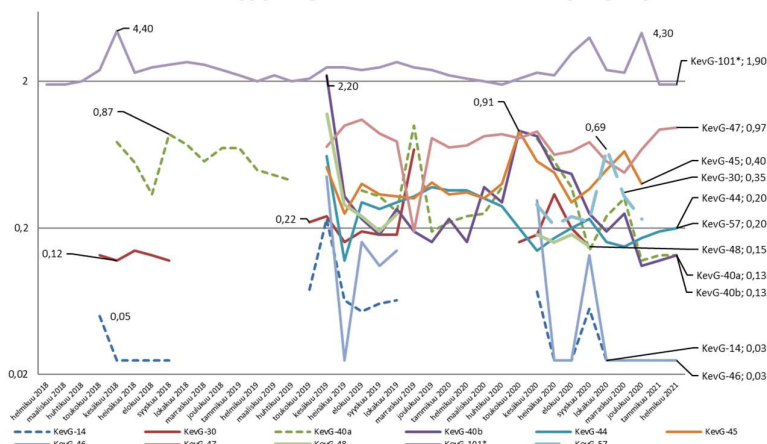


Kuva 4-9. Veden keskimääräiset sulfaattipitoisuudet tarkkailupisteittäin vuodelta 2020. Kuvassa ei ole esitetty putkien KevG-18 (8,6 mg/l) ja KevG-19 (2,6 mg/l) tuloksia.

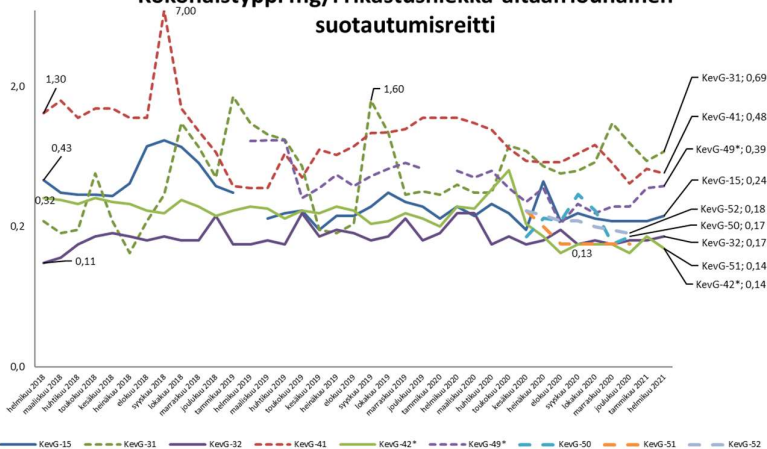
KOKONAISTYYPPI

Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat rikastushiekka-altaan ympäristön pohjavesiputkilla vuoden aikana välillä <0,05 (määritysraja)–4,3 mg/l, pitoisuudet olivat tavanomaisia ja trendit pääsääntöisesti tasaisia tai pienoisessa laskussa. Suurimmat pitoisuudet (1,9-2,7 mg/l) mitattiin edellisvuosien tapaan havaintopaikalta KevG-101*. Yleisistä trendeistä poikkeava kehitys on nähtävissä tarkkailuputkella KevG-16. Muista tarkkailupisteistä poiketen putkella on nähtävissä nouseva kehitys ja viimeisten vuoden 2020 tulokset olivat 0,5 ja 0,65 mg/l, putki on ollut jäässä joulukuusta lähtien. Viereiseltä tarkkailuputkelta KevG-34 kokonaistyyppiä havaittiin vuonna 2020 keskimäärin 0,46 mg/l, tammi- ja helmikuussa 2021 tyyppiä mitattiin 0,53 ja 0,78 mg/l. Tyyppi esiintyi näytteissä pääosin nitraattityyppinä ($\text{NO}_3\text{-N}$). (Kuvat 4-10 ja 4-11)

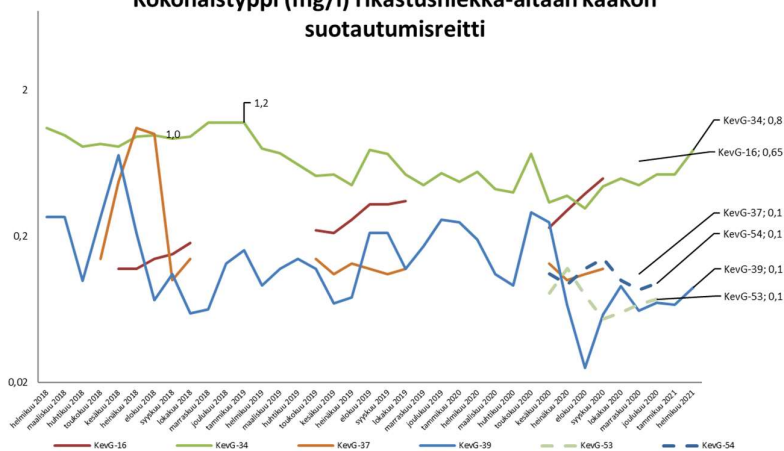
Kokonaistyyppi mg/l rikastushiekka-altaan pohjoispuoli

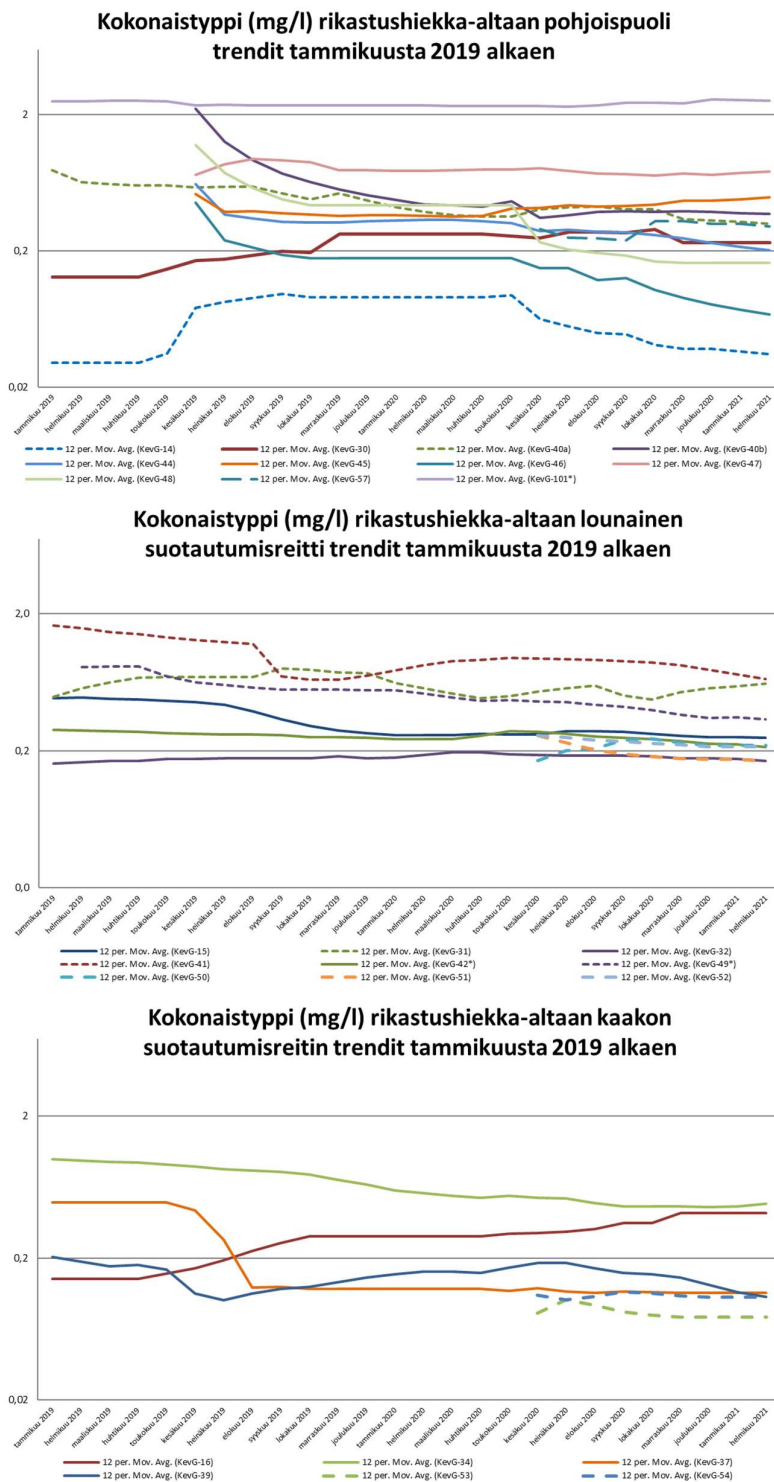


Kokonaistyyppi mg/l rikastushiekka-altaan lounainen suotautumisreitti

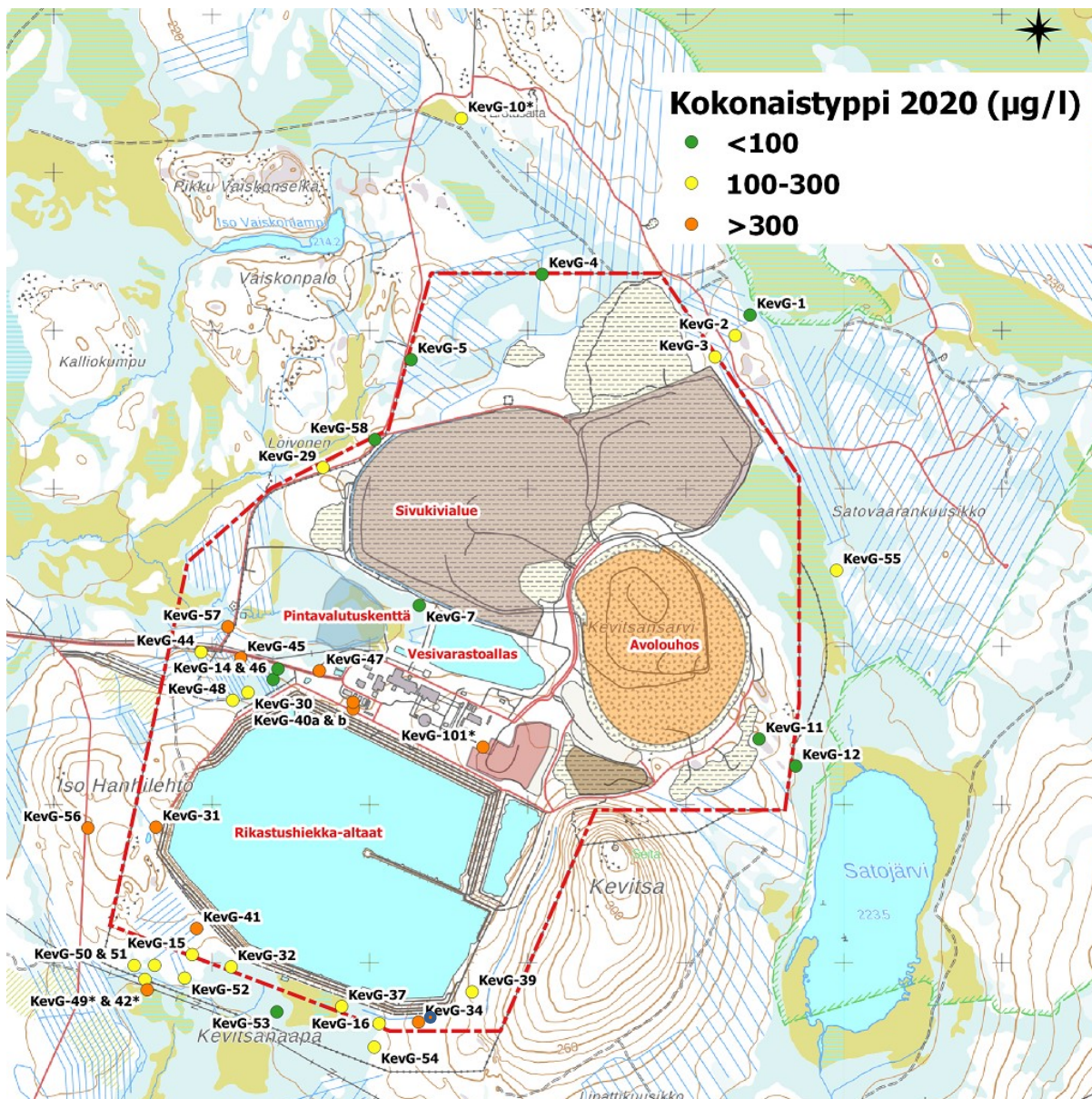


Kokonaistyyppi (mg/l) rikastushiekka-altaan kaakon suotautumisreitti





Kuva 4-10. Veden kokonaistyyppipitoisuudet rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.



Kuva 4-10. Veden keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet tarkkailupisteittäin vuodelta 2020. Kuvassa ei ole esillä pisteiden KevG-18 (0,079 mg/l) ja KevG-19 (0,18 mg/l) tuloksia.

Pohjaveden ammoniumtyypen ympäristölaatuormin (0,2 mg/l) ylittäviä pitoisuuksia mitattiin primäärimurskan pisteeltä KevG-101* elo- (0,56 mg/l), syys- (0,78 mg/l) ja joulukuussa (0,6 mg/l). Tarkkailuputkella KevG-47 pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 0,17-0,29 mg/l, keskipitoisuudet ollessa 0,21 mg/l. Vastaavia pitoisuuksia tarkkailupisteiltä on havaittu aikaisemminkin. Muilta tarkkailupisteillä pitoisuudet jäivät alle 0,1 mg/l, pääsääntöisesti pitoisuudet olivat alle 0,01 mg/l.

NIKKELI

Suomessa pora- ja rengaskaivojen keskimääräiset **nikkelipitoisuudet** vaihtelevat välillä 1,8-3,3 µg/l. Kevitsan alueella luontaiset nikkelpitoisuudet ovat kuitenkin korkeampia alueen malmion vuoksi.

Vuonna 2020 rikastushiekka-altaiden pohjoispuolen tarkkailupisteillä nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä 3,3-190 µg/l. Suurimmat pitoisuudet (100-190 µg/l) mitattiin lähimpänä rikastushiekka-allasta pohjoisreunalla sijaitsevilta putkilta **KevG-40a** ja **KevG-40b** alkuvuodesta 2020, elokuusta lähtien pitoisuudet ovat olleet alle 100 µg/l. Luoteiskulman putkelta **KevG-30** mitattiin vuonna 2020 pitoisuuksia 140-160 µg/l (vuonna 2019 106-139 µg/l) ja trendi on nouseva. Myös putkella **KevG-14** pitoisuudet ovat nousussa ja vuonna 2020 pitoisuudet (140-150 µg/l) olivat samaa tasoa putken KevG-30 kanssa. Pitoisuudet ovat nousseet huomattavasti viime kesien välillä, vuonna 2018 keskimääräinen pitoisuus oli 46 µg/l, vuonna 2019 90 µg/l ja edelleen vuonna 145 µg/l. Saman suuruinen, joskin suhteellisesti suurempi muutos oli havaittavissa putkella **KevG-48** (59→100 µg/l). Putket KevG-14, KevG-30 ja KevG-48 jäätyvät talvisin. Muilla pohjoispuolen tarkkailuputkilla nikkelpitoisuudet olivat tavanomaisia, vaihdellen välillä 3,3-39 µg/l. (Kuvat 4-11 ja 4-12)

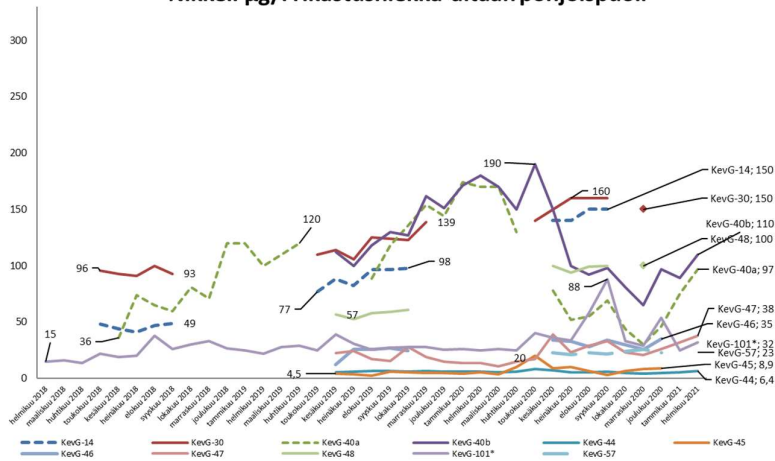
Lounaisen suotautumisreitien putkilta mitattiin vuonna 2020 nikkelpitoisuuksia välillä 4,1-270 µg/l. Suurimmat pitoisuudet alueella havaitaan yleensä rikastushiekka-altaiden eteläpuolella sijaitsevalta putkelta **KevG-15**, jossa nikkelpitoisuudet nousivat nykyiselle tasolle vuoden 2019 aikana. Tammikuusta 2020 tammikuuhun 2021 putken pitoisuudet olivat tasaisesti välillä 240-270 µg/l, jotka olivat keskimäärin noin n. 40 µg/l korkeammat mitä putkelta havaittiin vuonna 2019. Helmikuussa 2021 pitoisuus nousi arvoon 330 µg/l ja trendi kääntyi nousuun. Viereisellä, lähempänä altaita sijaitsevalla tarkkailupisteellä **KevG-41** pitoisuudet nousivat marras-joulukuussa 2020 pitoisuuksiin 220 ja 270 µg/l, laskivat tammikuussa 2021 pitoisuuteen 180 µg/l ja nousten jälleen helmikuussa pitoisuuteen 210 µg/l. Rikastushiekkaa läjitettiin marras-joulukuussa putken läheisille sektoreille. (Kuva 4-11)

Selkein nouseva trendi on havaittavissa tarkkailupisteeltä **KevG-49***. Pitoisuudet ovat olleet helmikuusta 2020 lähtien 150→170→190→170→130→130→120→150→170→180→190→220→270 µg/l, jotka ovat selvästi yli vuoden 2019 kesän pitoisuuksien 22-28 µg/l. Myös pisteen KevG-49* alapuolella sijaitsevalla pisteellä **KevG-42*** pitoisuudet ovat nousussa, marraskuusta 2020 lähtien pitoisuuskehitys on ollut 53→69→71→86 µg/l. Helmikuun 2021 tulos on noin kaksinkertainen verrattuna helmikuuhun 2019. (Kuva 4-11)

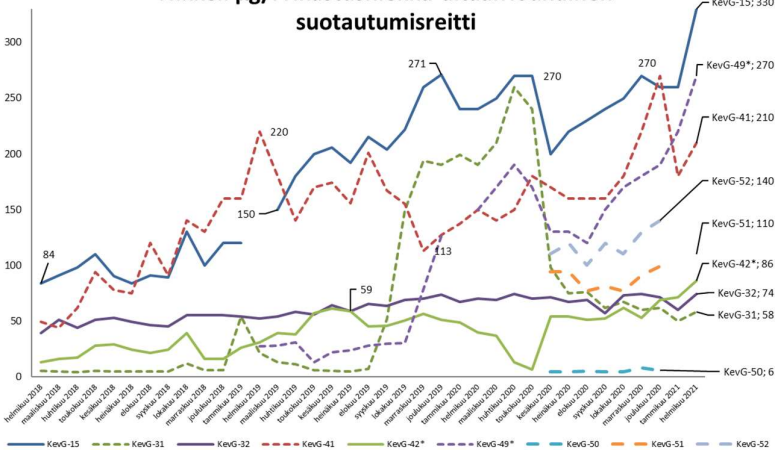
Putkella **KevG-31** touko-elokuussa 2019 pitoisuudet olivat n. 6 µg/l, kunnes syyskuussa -19 mitattiin pitoisuus 52 µg/l. Lokakuusta 2019 lähtien nikkeliä on havaittu pisteellä seuraavasti 149→194→190→199→190→210→260 →240→98→75→76→62→67→60→62→50→58 µg/l eli pitoisuudet ovat tasoittumassa tasolle n. 60 µg/l. (Kuva 4-11)

Suurimmat suhteelliset nikkelpitoisuuksien nousut vuonna 2020 havaittiin altaan kaakkoispuolella sijaitsevalta tarkkailupisteeltä **KevG-34**. Pitoisuudet nousivat huhtikuussa 2020 tulokseen 260 µg/l, kunnes laskivat kesäkuuhun mennessä pitoisuuteen 56 µg/l. Elokuusta 2020 lähtien pitoisuudet ovat olleet tavanomaisia, kun niitä verrataan nousua edeltäviin tasoihin. Muilla tarkkailupisteillä nikkelpitoisuudet olivat tavanomaisia. (Kuva 4-11)

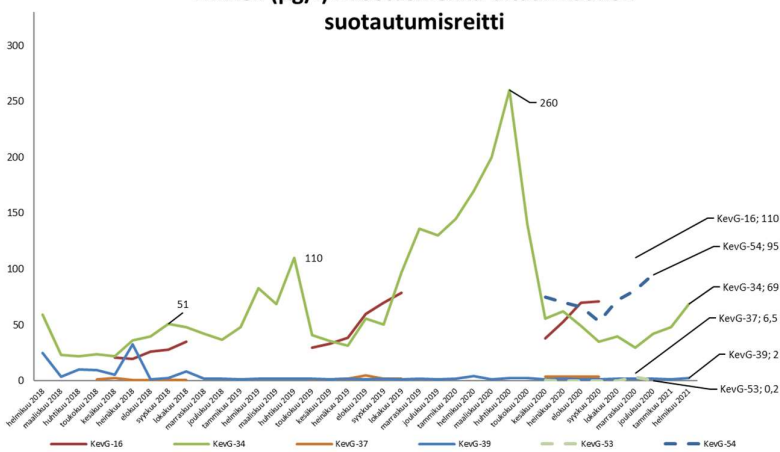
Nikkeli µg/l rikastushiekka-altaan pohjoispuoli

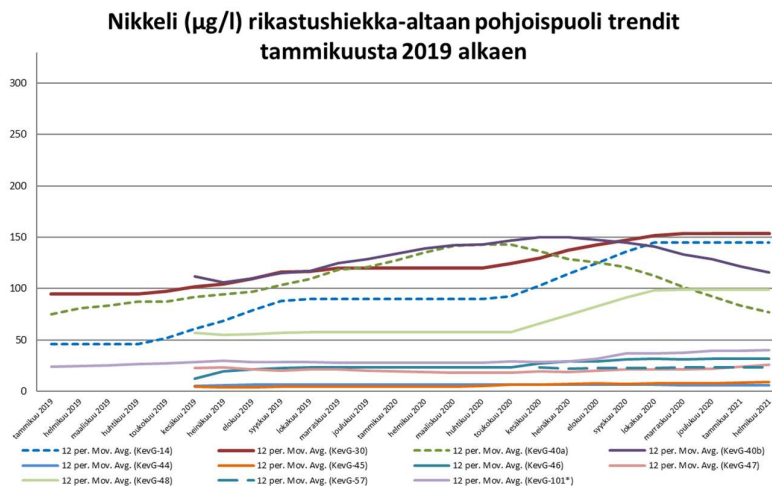


Nikkeli µg/l rikastushiekka-altaan lounainen suotautumisreitti

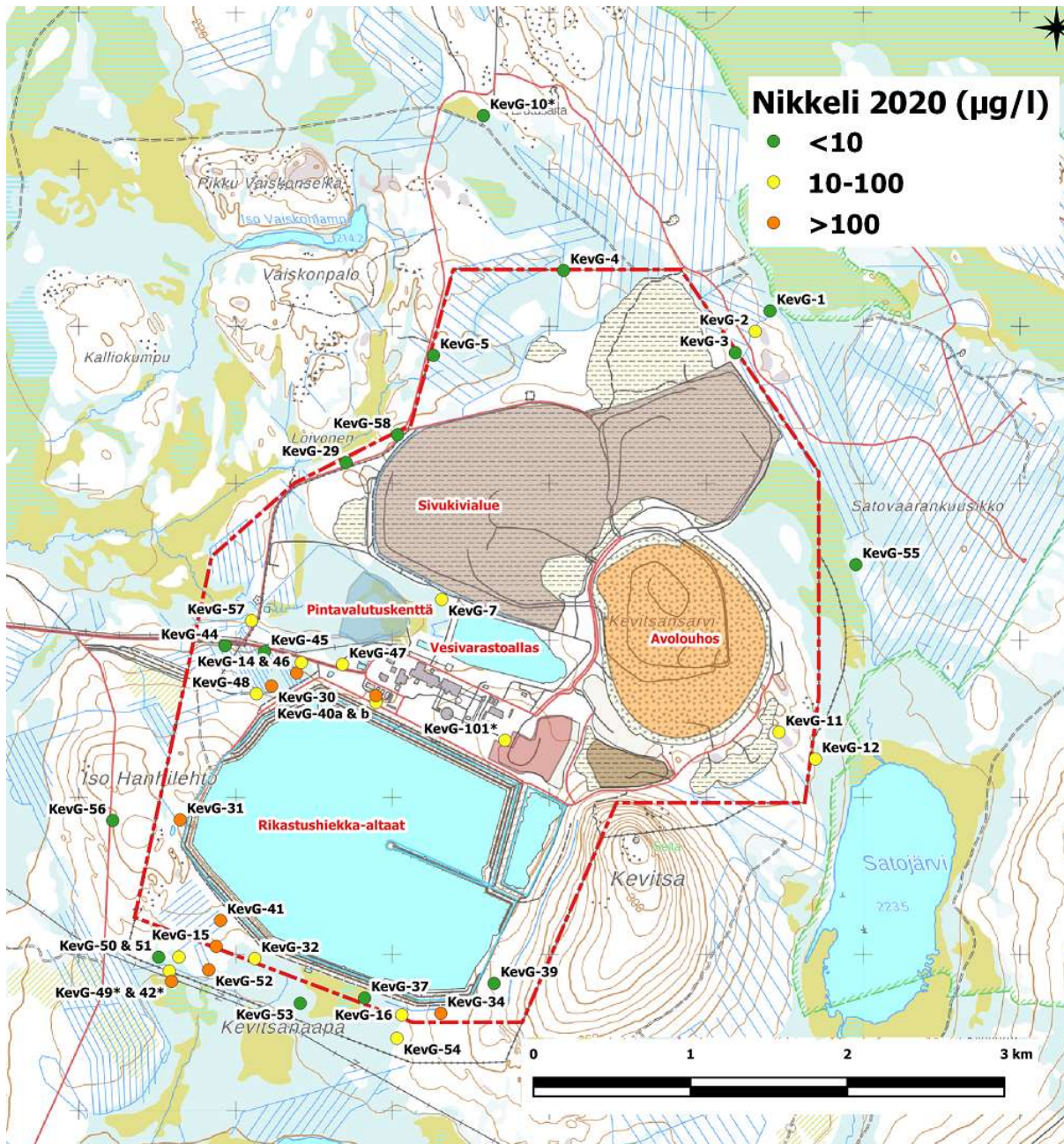


Nikkeli (µg/l) rikastushiekka-altaan kaakon suotautumisreitti





Kuva 4-11. Veden kokonaisnikkelipitoisuudet rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.



Kuva 4-12. Veden keskimääräiset kokonaisnikkelipitoisuudet tarkkailupisteittäin vuodelta 2020. Kuvassa ei ole esitetty pisteiden KevG-18 ($5 \mu\text{g/l}$) ja KevG-19 ($12 \mu\text{g/l}$) tuloksia.

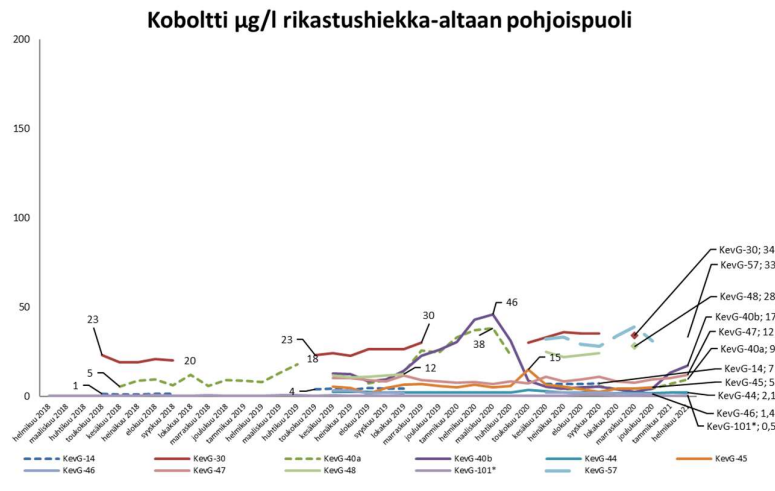
KOBOLTTI

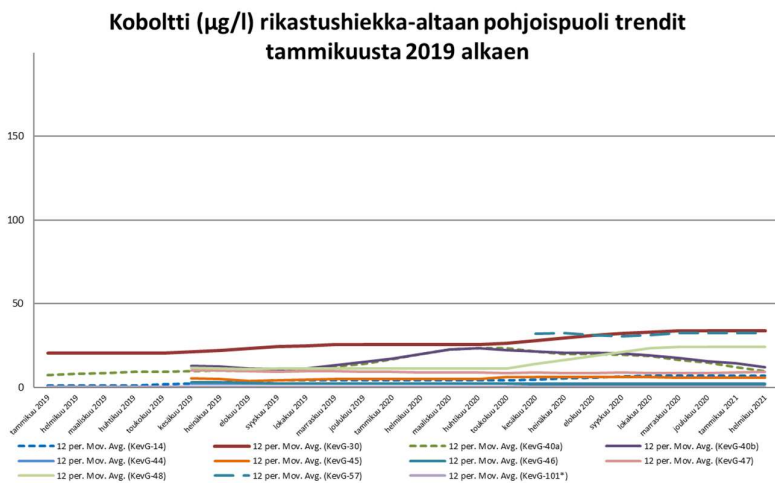
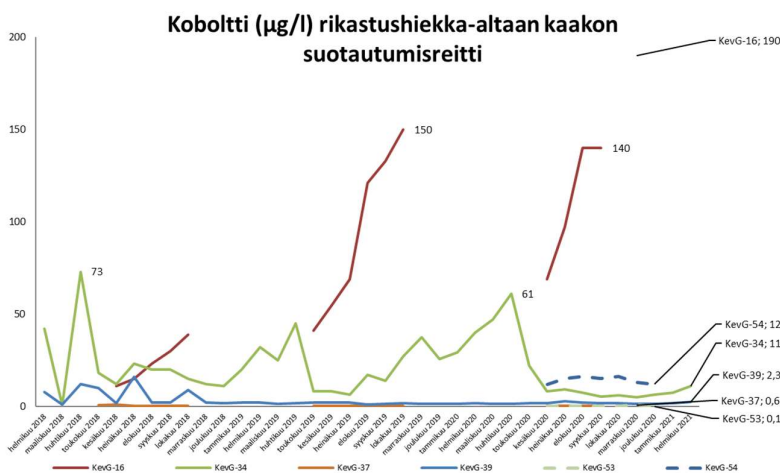
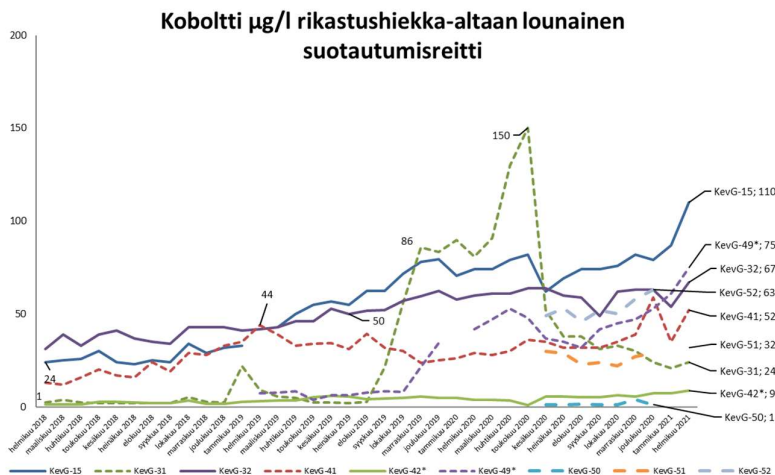
Kevitsaan malmioon liittyvät **kobolttipitoisuudet** ovat luonnostaan kaivoksen läheisyydessä taustapitoisuuksia korkeampia. Suomalaisen kaivon keskimääräiset kobolttipitoisuudet pora- ja rengaskaivoissa ovat $0,42$ ja $0,77 \mu\text{g/l}$ (tuhannen kaivon tutkimus; Lahermo ym. 2002). Vuonna 2020 rikastushiekka-altaan pohjoispuolen havaintopisteillä pitoisuudet vaihtelivat välillä $0,2-46 \mu\text{g/l}$ (vuonna 2019 $0,3-30 \mu\text{g/l}$). Yli $20 \mu\text{g/l}$ pitoisuuksia mitattiin vuoden aikana tarkkailuputkilta **KevG-30**, **KevG-40a** ja **-40b**, **KevG-48** sekä **KevG-57**. Putkilla KevG-40a ja -40b mitattiin pitoisuuksia $23-46 \mu\text{g/l}$ tammi-huhtikuussa, kunnes pitoisuudet tippuivat pitoisuuksiin alle $9 \mu\text{g/l}$ toukokuussa. Loppuvuoden aikana pitoisuudet vaihtelivat välillä $2,4-5,8 \mu\text{g/l}$, kunnes lähtivät jälleen nousuun alkuvuotena 2021, helmikuussa mitattiin pitoisuudet $9,4$ ja

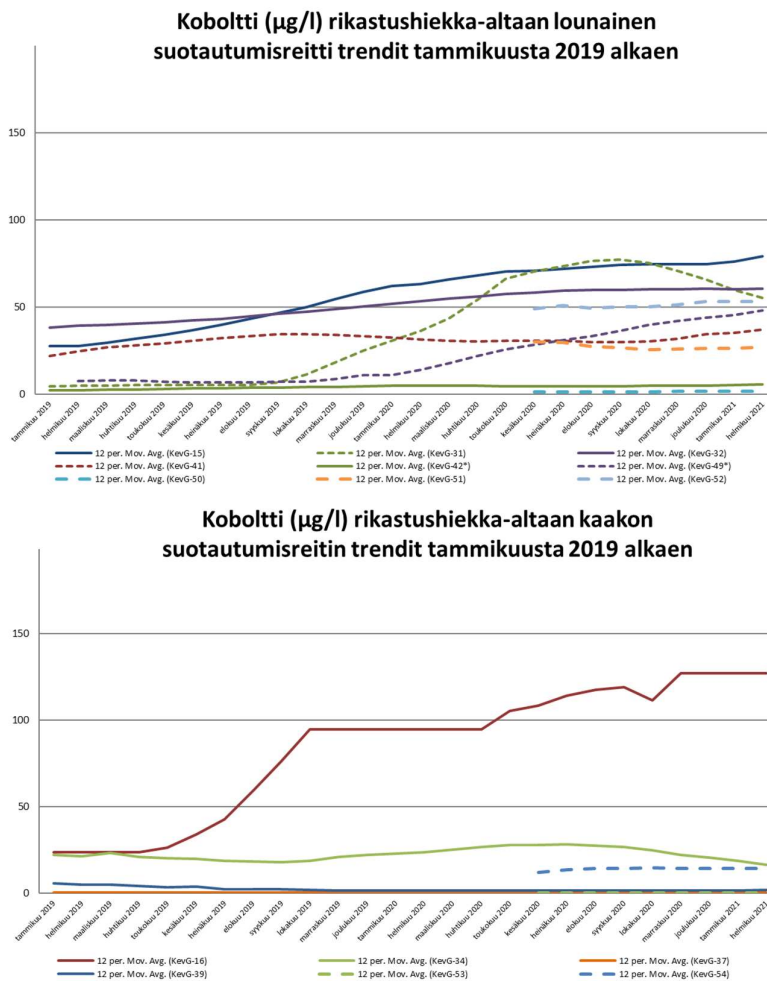
17 µg/l. Tarkkailuputkilla KevG-30, KevG-48 ja KevG-57 pitoisuustrendit ovat nousussa, mutta pitoisuustasot ovat maltillisia, kun niitä verrataan eteläpuolen pisteisiin. Muista tarkkailupisteistä poiketen pisteellä KevG-101* kobolttipitoisuudet ovat hyvin pieniä, yleisesti alle 0,3 µg/l. (Kuva 4-13)

Suurin suhteellinen muutos lounaisella suotautumisreitillä kobolttipitoisuuksissa vuonna 2020 havaittiin, muiden parametrien ohella, tarkkailuputkelta **KevG-31**. Pitoisuudet palautuivat nopeasti huhti-toukokuun huippupitoisuuksista (130 ja 150 µg/l) ja trendi edelleen laskeva, joulukuussa mitattiin pitoisuus 24 µg/l. Putkella **KevG-15** pitoisuudet pysyttelivät vuoden 2020 tasaisina, vaihdellen välillä 62-82 µg/l. Pitoisuudet nousivat heti alkuvuodesta 2021, tammikuussa mitattiin pitoisuus 87 µg/l ja helmikuussa 110 µg/l. Pohjavesipurkaumalla **KevG-49*** pitoisuustrendi on myös nousussa, vuonna 2020 pitoisuudet vaihtelivat välillä 32-53 µg/l, tammikuussa 2021 mitattiin pitoisuus 61 µg/l ja edelleen helmikuussa 75 µg/l. Putkella **KevG-41** kobolttipitoisuudet, kuten mm. nikkelipitoisuudet, ovat vaihdelleet viime kuukausina. Joulukuussa mitattiin pitoisuus 59 µg/l, tammikuussa 35 µg/l ja helmikuussa 52 µg/l, trendi on kääntynyt nousuun pitemmän laskukauden jälkeen. Tarkkailuputkella **KevG-32** pitoisuudet olivat suhteellisen tasaisia vuonna 2020, vaikkakin keskimääräinen pitoisuus 60 µg/l oli korkeampi kuin vuoden 2019 keskimääräinen pitoisuus 50 µg/l. (Kuva 4-13)

Kaakkoisella suotautumisreitillä putkella **KevG-16** kobolttipitoisuuksien nousevan trendin havaittiin vahvistuneen kesällä 2019, pitoisuudet nousivat lokakuussa 2019 arvoon 150 µg/l, jonka jälkeen putki jäätynyt talveksi. Putken sulattua, kesäkuussa 2020 ensimmäisen näytteen pitoisuus oli 69 µg/l, josta pitoisuudet nousivat marraskuussa uuteen huippupitoisuuteen 190 µg/l. Joulukuusta 2020 lähtien putki on ollut jälleen jäässä. Tarkkailuputkella **KevG-34** mitattiin helmi-huhtikuussa pitoisuuksia 40-61 µg/l, loppuvuodesta pitoisuudet olivat alle 10 µg/l. Muilla kaakon puoleisilla tarkkailuputkilla pitoisuudet olivat vuonna 2020 tavanomaisia. (Kuva 4-13)



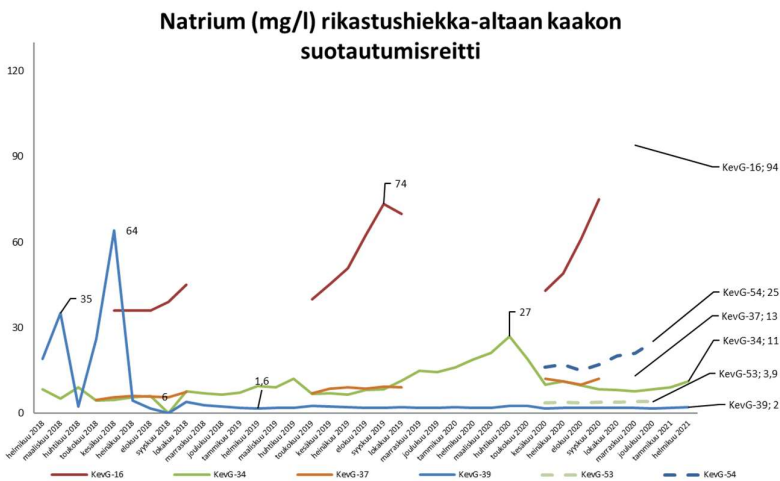
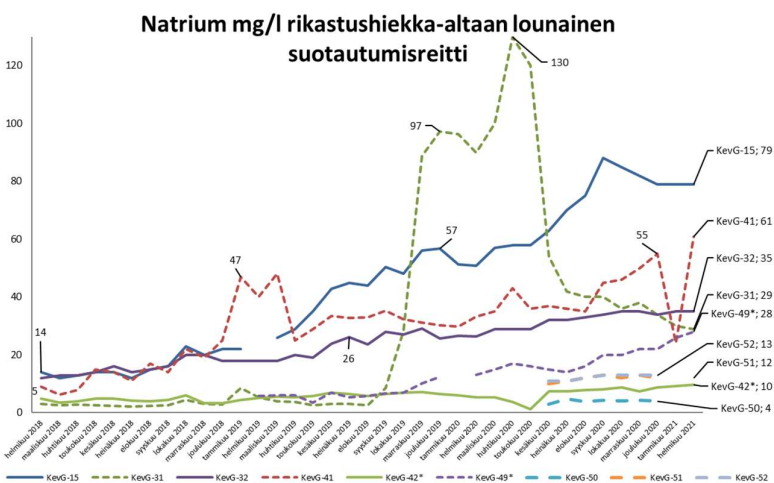
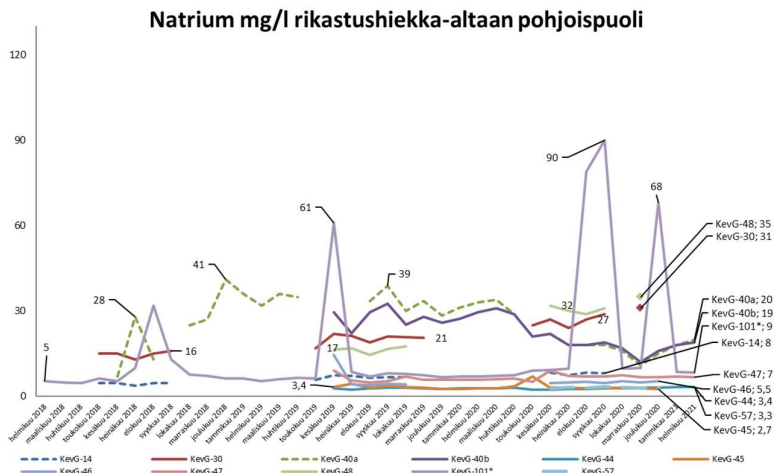


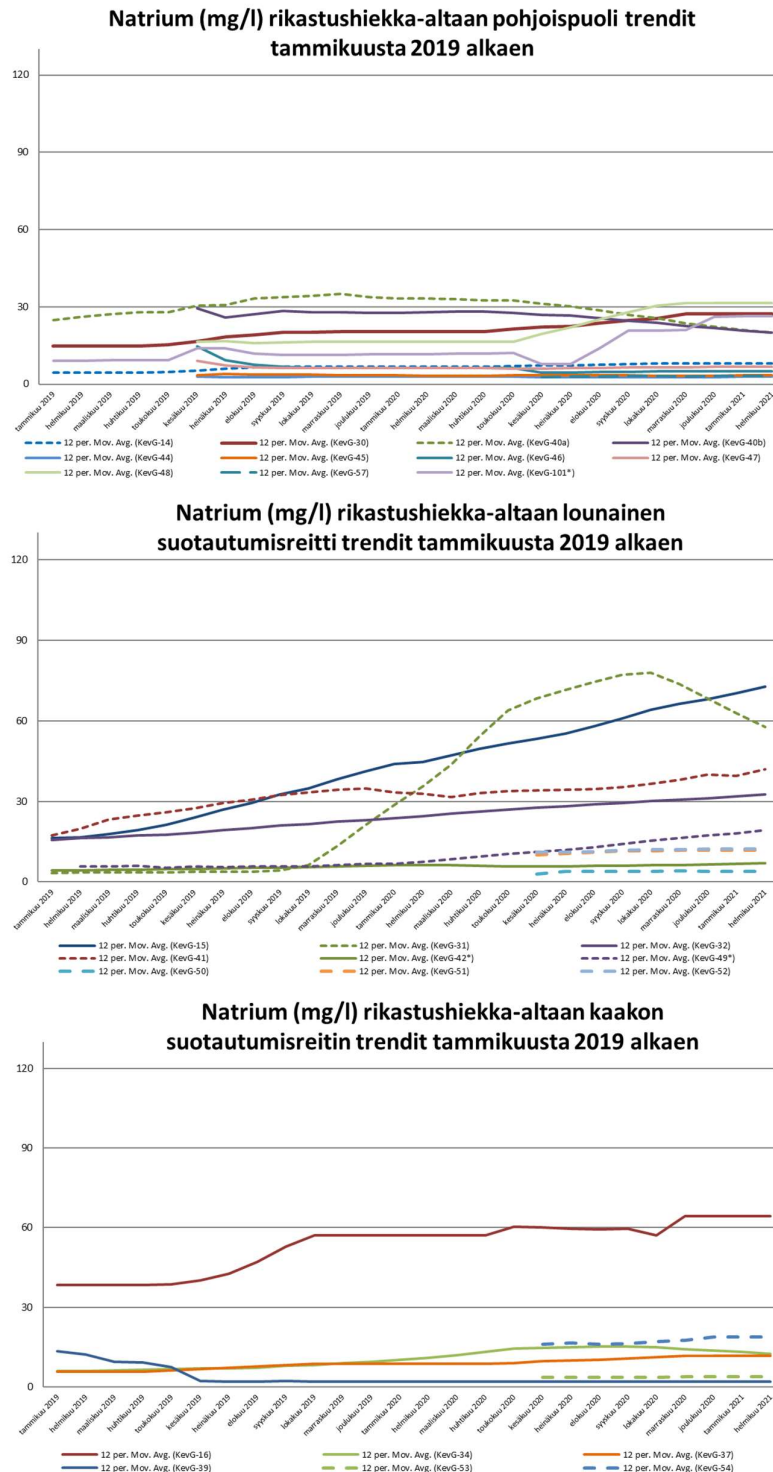


Kuva 4-13. Veden kobolttipitoisuudet rikastushiekka-altaan havaintopisteillä. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.

Kalium-, kalsium- ja natriumpitoisuudet olivat kaikilla putkilla yli taustapitoisuuksien, kuten ovat olleet aikaisempina vuosinakin. Kevitsan alueella kaliumin purovesien luontaiseksi taustapitoisuudeksi on esitetty 0,6–1,3 mg/l, kalsiumin osalta taustapitoisuus alueella on noin 3–10 mg/l ja natriumin osalta taustapitoisuutena voidaan pitää pitoisuuksia 2–3,5 mg/l (Lahermo. P., et al 1990 ja Tenhola. M. et al 2003).

Kalium-, kalsium-, natrium- ja magnesiumpitoisuudet määritetään rikastushiekka-altaan ympäristön havaintoputkien näytteistä. Määritetyissä pitoisuuksissa on ollut havaittavissa samankaltaisia muutoksia kuin muissa edellisissä kappaleissa esitetyissä parametreissa. Nousevaa pitkäaikaistrendiä on eteläpuolen tarkkailupaikoilla **KevG-15**, **KevG-16** ja **KevG-41** sekä maltillisemmin tarkkailupisteillä **KevG-32**, **KevG-34**, **KevG-49*** ja **KevG-54**. Putken **KevG-31** pitoisuudet ovat edelleen laskussa kevään huippupitoisuuksista, kuten laskussa ovat myös vierekkäisten putkien KevG-40a ja -40b pitoisuudet. Pohjoisosien tarkkailupisteellä **KevG-48** natriumia oli havaittavissa vuonna 2020 noin kaksinkertainen määrä vuoden 2019 tuloksiin verrattaessa, muilla pohjoispuolen tarkkailuputkilla pitoisuuksissa ei ole havaittavissa trendejä. Tarkkailupisteellä **KevG-101*** natriumia havaitaan yksittäisiä pitoisuuksia silloin tällöin, havaintojen taustalla on todennäköisesti pinta-/hulevesien vaikutus. (Kuva 4-14)





Kuva 4-14. Rikastushiekka-altaan havaintopisteiden natriumpitoisuudet. Kuvaajien Y-akselien asteikot yhtenäistetty.

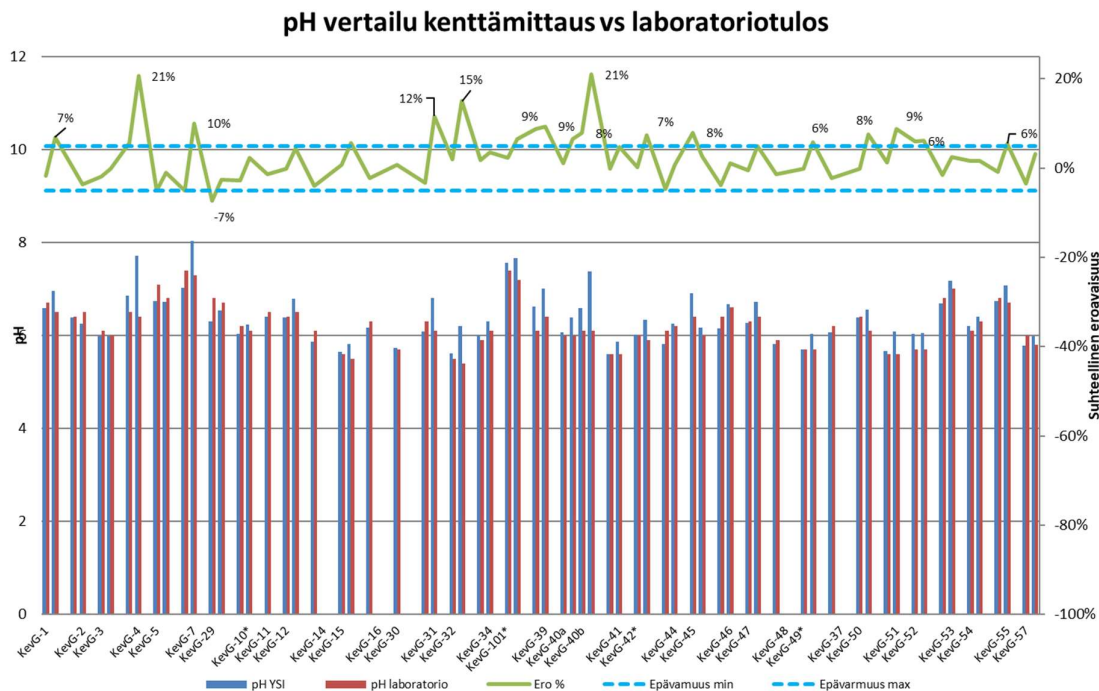
Myös muissa määritetyissä parametreissa on havaittavissa edellisissä kappaleissa esitettyjä muutoksia rikastushiekka-altaan putkilla. Alueen uusilla putkilla tarkkailuhistoriaa ei ole vielä käytettävissä kokonaisten vuosien osalta, jolloin luontaisten vaihtelujen arviointi on hankalaa. Alueen tarkkailuputkia seurataan toistaiseksi kuukausittain.

5. MONIPARAMETRIMITTAUKSET JA LAADUNVARMISTUS

Pohjavesinäytteenoton yhteydessä tehtiin vuonna 2020 moniparametrimittaukset (YSI-mittari) kaikkien tarkkailupisteiden osalta kesä- ja lokakuun kierroksilla. Kenttämittarien luotettavuus on parantunut huomattavasti viime vuosina ja kenttämittauksia voidaan käyttää jo sinällään laadunvarmistuksena. Sisäisten vesien näytteenottojen yhteydessä kenttämittauksia tehdään viikoittain ja tulosten mukaan kenttämittarin laatu oli hyvällä tasolla. Pohjavesien mittauksissa on käytetty samantyyppistä YSI-mittaria.

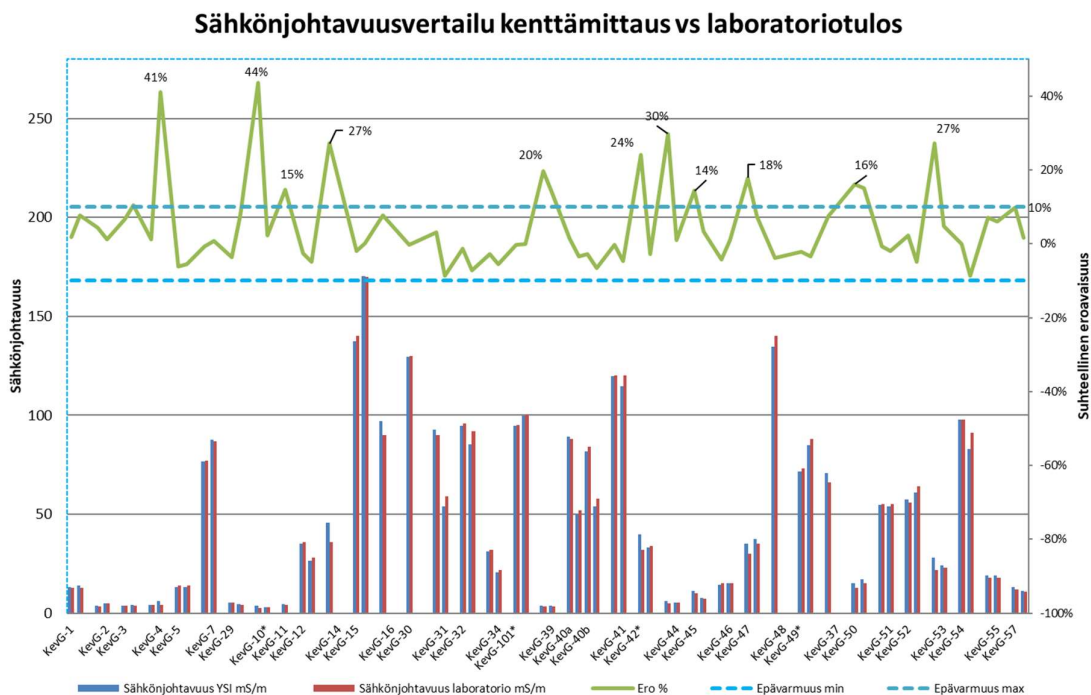
Näytteenoton epävarmuuden arviointi vuonna 2020 perustui rinnakkaisnäytteisiin ja nollanäytteisiin, kattaen kaikki vesinäytteiden jakeet. Tarkemmin laadunvarmistuksen tulokset on esitetty vesipäästöjen vuosiraportin yhteydessä, jonka yhteydessä otetaan suurin osa vuoden tarkkailu- sekä laadunvarmistusnäytteistä. Laajan aineiston pohjalta voitiin määrittää vuositason standardiepävarmuus sekä laajennettu kokonaisepävarmuus koko aineistolle. Vuoden 2020 tietojen avulla standardiepävarmuus oli 4% ja täten laajennettu epävarmuus 8%. Laskennan perusteella vesinäytteiden tulokset olivat hyvin systemaattisia ja luotettavia. Tällöin muutokset perustasoihin on helposti havaittavissa ja todelliset pitoisuudet ovat hyvällä tarkkuudella tiedossa.

Akkreditoituissa laboratoriomittauksissa pH:n mittausepävarmuus on $\pm 0,2$ yksikköä. Näytteen pH muuttuu säilytyksen ja kuljetuksen aikana, jolloin laboratorion ja kenttämittausten välillä on eroa jo parametrin ominaisuuksista johtuen. Veden pH:n kenttämittauksissa on kiinnitettävä huomiota erityisesti laitteen kalibrointiin. Johtuen pH luontaisesta muuntumisesta ja asteikon ominaisuuksista tulosten vertailu on haastavaa. Pohjavesien kenttämittauksista >70% sijoittui laboratorion mittausepävarmuuden sisään, joka prosentuaalisesti on näillä pH-tasoilla noin 5%. Muutamia rajaa suurempia, yksittäisiä eroavaisuuksia havaittiin, mutta mitään systemaattisia virheitä ei ollut havaittavissa. Keskimääräisesti pH-tulosten välillä oli ero 2,5 % eli kenttämittaukset antoivat noin 0,1 yksikköä suurempia arvoja kuin laboratoriokokeet. (Kuva 5-1)



Kuva 5-1. Kenttämittausten ja laboratoriotulosten vertailu pH-arvojen osalta.

Tulosten vertailtavuutta kenttämittauksen ja laboratoriomittauksen välillä voidaan pitää hyvänä myös sähkönjohtokyvyn osalta (Kuva 5-2). Keskimäärin kaikkien mittausten suhteellinen ero laboratorion ja mittauksen välillä oli 4,9 %, kun mittausepävarmuutena voidaan tämän aineiston osalta pitää 10 %. Joitain tilastollisesti merkittäviä (<20%) eroavaisuuksia kuitenkin havaittiin. Suurimmaksi osaksi merkittävät eroavaisuudet olivat luonnollisesti pienien johtavuuksien pisteillä ja vähävetisillä pisteillä/lähteillä. Tällöin merkittäväksi epävarmuustekijäksi on noussut näytteenotto, kun mittauksia ei ole voinut suorittaa välttämättä samaan aikaan kun näyte on otettu tai veden vähyden takia ominaisuudet vaihtelevat pumppauksen/näytteenoton aikana.



Kuva 5-2. Kenttämittausten ja laboratoriotulosten vertailu sähkönjohtavuuden osalta.

Kenttämittausten osalta mittarin tarkistus, kalibrointi ja huolto ovat erittäin tärkeitä. Moniparametrimittarin (YSI) parametrien oikeellisuus tulisi tarkistaa ennen jokaista näytteenottoa tarkistusliuoksen avulla, ja näin menetellään kaivoksen sisäisten vesien osalta. Jos tarkistusliuosten mittaukset antavat aiheutta, mittari kalibroidaan, jolloin mittari on lähtökohtaisesti luotettava. Systemaattisia virheitä, jotka johtuvat esimerkiksi itse anturin vaurioista, ei voida estää kalibroinnilla. Antureiden kontaminaatiota mittauspisteiden välillä ehkäistään antureiden huuhtelulla mittausten jälkeen, joko puhtaalla vedellä tai seuraavan tarkkailupisteen vedellä.

Laadunvarmistuksessa tavoitteena on kattaa kaikkiaan noin 5-10% tarkkailunäytteiden kokonaismäärästä, tällöin laadunvarmistus painottuu näytteisiin, joita on määrällisesti paljon eli sisäisten vesien seurantaan. Pohjavesien osalta laadunvarmistuksen periaatteena on kattaa kaikki pisteet kertaalleen vuoden aikana. Vuonna 2020 tavoitetta ei täysin saavutettu, osa putkista olivat kuivia ja uudet putket KevG-50-59 eivät olleet vielä laadunvarmistusnäytteiden ohjelmassa.

Vuoden aikana nollanäytteitä tuli kaikkiaan 3 kpl ja rinnakkaisnäytettä 27 kpl. Rinnakkaisnäytteistä analysoitiin sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti ja nikkeli. Vuoden aikana otetut nollanäytteet olivat puhtaita ja määritetyt pitoisuudet jäivät alle määritysrajojen yhtä KevG-14 nollanäytteen nikkelipitoisuutta 0,059 µg/l (määritysraja 0,05 µg/l) lukuun ottamatta. (Taulukko 5-1)

Rinnakkaisnäytteiden vertailussa sähkönjohtavuuksien eroavaisuuksia havaittiin kuudesti, ainoana merkitsevä ero 54% havaittiin putkelta KevG-45 2.9.2020, muuten eroavaisuudet olivat korkeintaan 4%.

Sähkönjohtavuuksissa laadunvarmistusnäytteiden tulokset ovat olleet yhteneväisiä useamman vuoden ajan ja mahdolliset poikkeamat tuloksissa kertovat suoraan veden ominaisuuksien muutoksesta näytteenoton aikaan, analytiikan ollessa tasalaatuista. (Taulukko 5-1)

Kloridipitoisuuksissa laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus on 10%. Vuonna 2020 14/27 näytepareista olivat täysin yhteneväisiä toisiinsa. Kolmesta näyteparista havaittiin merkitseviä eroavaisuuksia, pohjavesipurkaumilta KevG-10* 12% (12.8.2020), KevG-101* 10% (8.9.2020) ja vähävetiseltä tulotien tarkkailuputkelta 111% (28.10.2020). (Taulukko 5-1)

Sulfaattipitoisuuksissa rinnakkaisnäytteiden erot jäivät kaikki mittausepävarmuuden alle. Suhteelliset erot vaihtelivat välillä 1-9%, sulfaattipitoisuuksien osalta laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus on 10% (>4 mg/l) ja 12% (<4 mg/l). (Taulukko 5-1)

Laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus nikkelpitoisuudelle on 10%. Kymmenen näyteparin tulokset olivat täysin yhteneväisiä toisiinsa, 15 näyteparin osalta eroavaisuudet näytepareissa vaihtelivat välillä 1-9%. Vain yhden kerran vuoden aikana havaittiin laboratorion ilmoittamaa mittausepävarmuutta korkeampi eroavaisuus näyteparien välillä, 2.9.2020 pisteeltä KevG-47 suhteellinen eroavaisuus oli 22 %, pitoisuutena eroavaisuus oli 5 µg/l. (Taulukko 5-1)

Taulukko 5-1. Laadunvarmistusnäytteiden kokoamataulukko pohjavesien osalta.

		Laadunvarmistusnäytteet				Varsinaiset näytteet				Erotus %			
		Sähköjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO ₄)	Nikkeli (Ni)	Sähköjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO ₄)	Nikkeli (Ni)	Sähköjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO ₄)	Nikkeli (Ni)
		5% (>4 mS/m)	10% >5,0 mg/l)	10% (>4mg/l)	10% (>0,5 µg/l)	5% (>4 mS/m)	10% >5,0 mg/l)	10% (>4mg/l)	10% (>0,5 µg/l)				
mittausepävarmuudet		0,2 mS/m (<4 mS/m)	10% (<5,0 mg/l)	12% (<4 mg/l)	0,05 µg/l (<0,5 µg/l)	0,2 mS/m (<4 mS/m)	10% (<5,0 mg/l)	12% (<4 mg/l)	0,05 µg/l (<0,5 µg/l)				
Ottopaikka	Ottopäivä	mS/m	mg/l	mg/l	µg/l	mS/m	mg/l	mg/l	µg/l				
KevG-1	28.10.2020	13	0,71	2,3	10	13	0,7	2,5	10	0%	1%	-9%	0%
KevG-1 0-näyte	28.10.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
KevG-2	28.10.2020	5,1	0,52	1,1	22	5	0,53	1,2	24	2%	-2%	-9%	-9%
KevG-3	28.10.2020	3,8	0,95	2,4	2,8	3,9	0,91	2,3	2,9	-3%	4%	4%	-4%
KevG-7	10.8.2020	86	110	130	20	88	120	140	21	-2%	-9%	-8%	-5%
KevG-7 0-näyte	10.8.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
KevG-10*	12.8.2020	3,2	0,58	<0,5	1,2	3,2	0,65	<0,5	1,3	0%	-12%	0%	-8%
KevG-12	13.8.2020	33	2,4	10	62	33	2,4	10	62	0%	0%	0%	0%
KevG-14	21.7.2020	37	82	8,2	140	37	82	7,9	140	0%	0%	4%	0%
KevG-14 0-näyte	21.7.2020	<1	<0,5	<0,5	0,059								
KevG-15	21.7.2020	150	300	330	220	150	310	310	220	0%	-3%	6%	0%
KevG-16	22.7.2020	120	190	300	54	120	190	300	53	0%	0%	0%	2%
KevG-18	28.10.2020	5,8	2,4	8,4	4,7	5,8	2,4	8,6	4,7	0%	0%	-2%	0%
KevG-19	28.10.2020	29	0,57	2,7	12	29	1,2	2,6	12	0%	-111%	4%	0%
KevG-30	21.7.2020	140	310	170	160	140	310	170	160	0%	0%	0%	0%
KevG-31	12.2.2020	190	430	400	190	190	410	390	190	0%	5%	3%	0%
KevG-31	22.7.2020	71	120	140	77	74	120	140	75	-4%	0%	0%	3%
KevG-32	12.2.2020	91	220	86	71	91	220	86	70	0%	0%	0%	1%
KevG-32	8.9.2020	93	220	96	59	93	220	95	57	0%	0%	1%	3%
KevG-34	3.9.2020	22	20	57	36	22	20	56	35	0%	0%	2%	3%
KevG-39	13.8.2020	3,6	1	2,8	1,7	3,6	0,99	2,7	1,6	0%	1%	4%	6%
KevG-40a 0-näyte	23.7.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
KevG-40b	23.7.2020	66	47	220	110	65	47	220	100	2%	0%	0%	9%
KevG-42*	13.8.2020	31	78	8	51	31	78	7,6	51	0%	0%	5%	0%
KevG-44	11.8.2020	5,4	1,2	6,4	5,7	5,4	1,1	5,9	5,6	0%	8%	8%	2%
KevG-45	2.9.2020	6,5	2,4	11	3,2	10	2,3	11	3,3	-54%	4%	0%	-3%
KevG-46	2.9.2020	15	17	12	35	15	17	12	34	0%	0%	0%	3%
KevG-47	2.9.2020	26	14	48	27	26	14	49	33	0%	0%	-2%	-22%
KevG-48	2.9.2020	130	250	300	100	130	250	300	100	0%	0%	0%	0%
KevG-101*	8.9.2020	170	200	520	87	170	220	540	88	0%	-10%	-4%	-1%

Pohjavesien tarkkailussa tarkkailutulosten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat pohjavesiputkien kunto, näytteenotto-olosuhteet, näytteenottajan ammattitaito, näytteiden kuljetus ja käsittely, laboratorion mittausepävarmuus sekä tulosten tulkintaan liittyvät epävarmuudet. Kokonaisepävarmuutta pohjavesinäytteenoton osalta on pyritty minimoimaan käyttämällä samaa näytteenottajaa näytteenottokertojen välillä. Näytteenotosta vastaa sertifioitu kokenut näytteenottaja, joka noudattaa työssään näytteenoton standardeja ja ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näytteenottajan muistiinpanot tallennetaan, jotta ne voidaan tarvittaessa palauttaa tulosten tarkastelun yhteydessä. Näytteenotto, ottovälineet ja näytteenottaja ovat standardoituja ja siten kokonaisepävarmuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi.

Tulosten mukaan analytiikka on erittäin luotettavaa ja löydetty erotaisuudet selittyvät pääosin näytteenottopisteiden ominaisuuksilla. Huonotuottoisilla pohjavesiputkilla tai pohjavesipurkaumilla veden ominaisuudet vaihtelevat näytteenoton aikana, jolloin niiden olosuhteita ei voi täysin vakioda.

Laadunvarmistus on hyvä keino seurata näytteenoton ja analytiikan laatua. Pienien pitoisuuksien (lähellä määrittärajaja) rinnakkaisnäytteiden avulla suoritettua tarkastelussa tulee olla tarkkana, jotta laskennalliset operaatiot eivät aiheuta turhia eroja tuloksissa. Kenttämittareiden luotettavuus on parantunut viime vuosina huomattavasti, jolloin kenttämittaukset toimivat sähköjohtavuuden osalta rinnakkaisnäytteinä.

6. YHTEENVETO

Pohjaveden pinnankorkeudet ovat olleet yleisesti normaalitasojen alapuolella vuodesta 2017 alkaen koko Keski-Lapin alueella. Ilmiön taustalla olivat pienet sadekertymät vuosilta 2017 ja 2018. Vuonna 2019 ja 2020 kumulatiiviset sadesummat nousivat keskimääräisten sadesummien tasolle. Vuonna 2020 lokakuun sadekertymä oli huomattavan suuri ja sateet tulivat vetenä, tämän vuoksi pohjaveden pinnankorkeudet olivat nousussa varsinkin sivukivialueen putkilla. Kaivospiirin pohjoisosista on poistettu puustoa sekä pintamaita viime vuosina sivukivialueen laajennusten alta, jotka osaltaan edesauttoivat sateiden imeytymistä suoraan maaperään. Kaivoksen tarkkailussa pohjaveden pinnankorkeudessa on ollut havaittavissa pientä laskevaa trendiä sivukivi- ja meluvallin alueella, vuoden 2020 lokakuun poikkeavien tulosten myötä trendit olivat kumminkin nousussa. Pitempiaikaisen laskevan trendin taustalla voi olla avolouhoksen ja sivukivikasojen laajentumisista aiheutuvat kuivattavat vaikutukset tai virtaamien muutokset alueella. Rikastushiekka-altaan ympäristössä ei ole havaittavissa pohjaveden pinnankorkeuksissa pitempiaikaisia muutoksia.

Analyysitulosten osalta Vaiskoselän lähdepisteen, meluvallin, tulotien sekä sivukivi alueen tarkkailupisteiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosiin. Putken KevG-7 sähkönjohtavuus, kloridin, sulfaattin ja rikin osalta pitoisuudet poikkeavat muista tarkkailupaikoista ja edellä mainituissa parametreissa on havaittavissa edelleen nousevaa trendiä. Putki sijaitsee keskellä kaivosaluetta, sivukivialueiden ja pintavalutuskentän välissä.

Rikastushiekka-altaan ympäristön tarkkailuputkilla on havaittu muutoksia viime vuosina, jonka vuoksi alueelle on asennettu runsaasti lisää tarkkailuputkia ja näytteenottoa on tihennetty. Havaitut muutokset tarkkailuputkilla johtuvat todennäköisesti rikastushiekka-altaasta suotautuvan veden vaikutuksesta alueen pohjaveteen. Läjitetyn rikastushiekan taso ja samalla altaassa olevan vedenpinnan taso ovat nousseet kaivoksen toiminnan alusta. Vedenpinnan nousun on arvioitu lisäävän altaasta suotautuvan veden määrää lisääntyvän hydrostaattisen paineen vuoksi. Yleisesti pitoisuuksien alueellisesti havaitut nopeat muutokset noudattavat rikastushiekan läjityksen järjestelyjä ja tasoittuvat läjityksen siirtyessä eri alueille.

Suurimmat muutokset on ollut havaittavissa rikastushiekka-altaan eteläpuolen tarkkailupisteillä. Nopeimmat muutokset vuonna 2020 oli havaittavissa tarkkailuputkella KevG-31. Huippupitoisuudet esimerkiksi nikkelipitoisuudessa mitattiin huhtikuussa, josta ne palautuivat heti toukokuussa ja trendi edelleen laskeva. Putki sijaitsee ruhjeessa, joka ulottuu rikastushiekka-altaan alle. Nopeat muutokset putken pitoisuuksista olivat todennäköisesti seurausta rikastushiekan läjityksestä altaalla ruhjeen alueelle. Läjitys sijoittui topografisesti tarkkailuputken yläpuolella ja lisääntynyt paine aiheutti vesien suotautumisen ruhjeeseen, sekä sitä kautta tarkkailuputken ympäristöön. Pitoisuudet lähtivät laskuun läjityksen siirtyessä muille sektoreille. Pitempiaikaiset ja edelleen jatkuvat nousevat pitoisuuskehitykset esimerkiksi nikkelin osalta on havaittavissa lounaisilla tarkkailupisteillä KevG-15 ja KevG-49*. Kaakkoisella suotautumisreitillä nousevaa trendiä on havaittavissa tarkkailuputkella KevG-16.

Rikastushiekka-altaan A suotovesien talteenoton tehostamiseksi on tehty sekä tehdään toimenpiteitä. Marraskuussa 2020 lounaisen suotautumisreitille poikki kaivettiin ohjausoja, jonka tarkoituksena on tehostaa suotovesien talteenottoa ohjaten suotovedet eteläiselle taustapumppaamolle, josta ne pumpataan takaisin A altaaseen. Rikastushiekka-altaan A ympäristön pohjavesien riskinarvio on päivityksen alla, ja se toimitetaan Lapin ELY-keskukselle huhtikuun 2021 loppuun mennessä. Rikastushiekka-altaan A luoteiskulman suotovesien talteenoton tehostamiseksi saatiin ympäristölupa 1.3.2021. Lupa tulee lainvoimaiseksi, ja pumppaukset aloitetaan 8.4.2021, mikäli luvasta ei tule valituksia.

Pohjavesien tarkkailua suositellaan jatkettavan nykyisellä laajuudella. Tarkkailuputkia on asennettu ja tullaan tarvittaessa asentamaan lisää lähitulevaisuudessa, jolloin varsinkin rikastushiekka-altaiden ympäristöön tulisi miettiä kenttämittareiden tai jatkuvatoimisten mittareiden hyödyntämistä vielä laajemmin.

VIITTEET

Golder Associates 2017. Kevitsa mine TSFA groundwater remediation scheme. Task 2: Groundwater Risk Assessment.

Ilmatieteenlaitos 2021. Ilmatieteenlaitoksen internet-sivut, havaintojen lataus. Saatavissa: <<https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>>

Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R., Taka, M. 1990. Suomen Geokemian atlas, osa 1. Suomen pohjavesien hydrogeokemiallinen kartoitus. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 1990.

Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. ja Suomela, P. 2002. Tuhat Kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 155. Saatavissa: <http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_155.pdf>

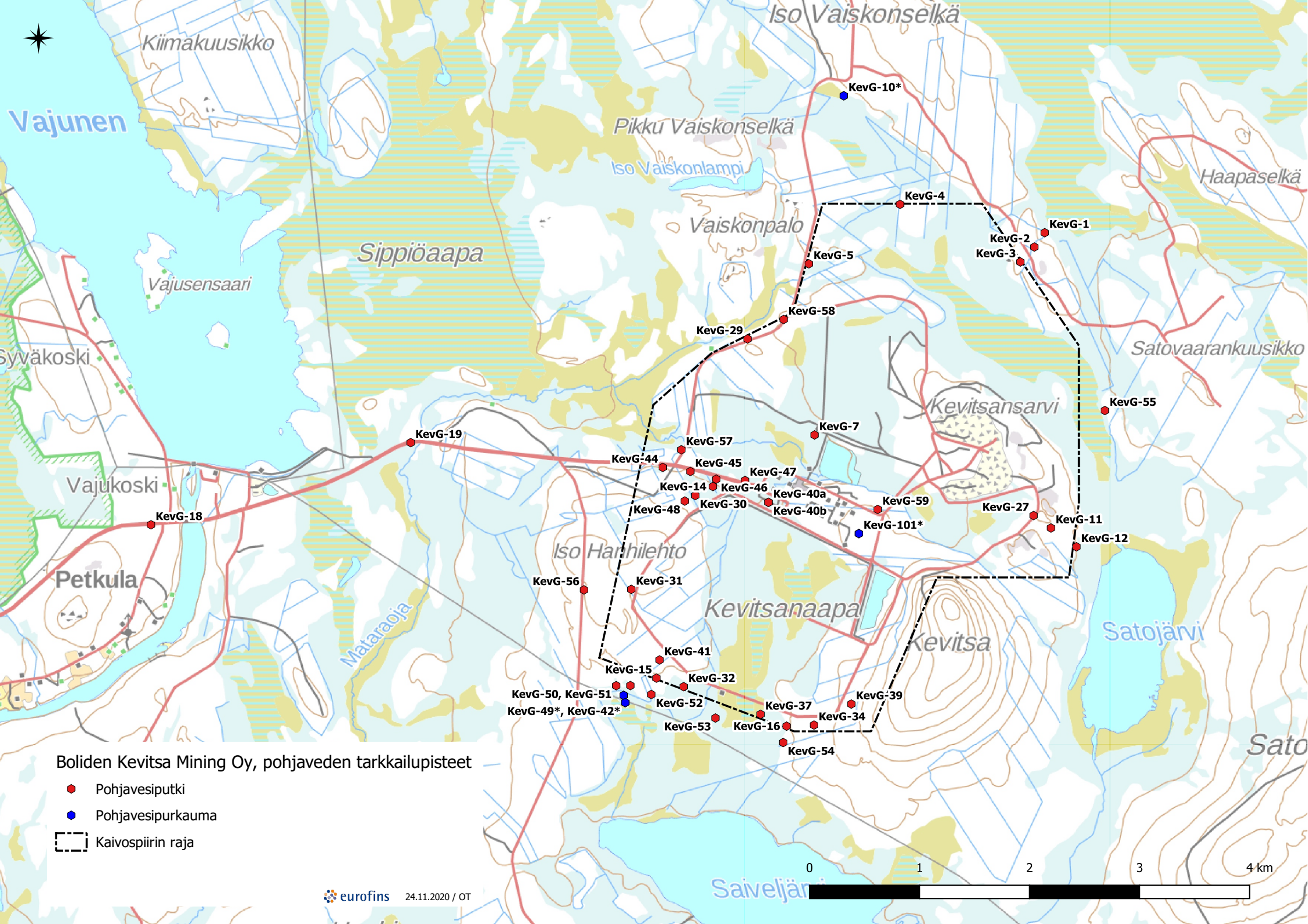
Rasilainen, K., Lahtinen, R., Bornhorst, T.J. 2008. Chemical characteristics of Finnish Bedrock – 1:1 000 000 Scale Bedrock Map Units. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 171. Saatavissa: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_171.pdf

STM 1352/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista.

Tenhola, M., Lahermo, P., Väänänen, P. & Lehto, O. 2003. Alueellisessa geokemiallisessa purovesikartoituksessa todettujen fysikaalisten ominaisuuksien ja alkuainepitoisuuksien vertailu Suomessa vuosina 1990, 1995 ja 2000. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 159. Saatavissa: <http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_159.pdf>

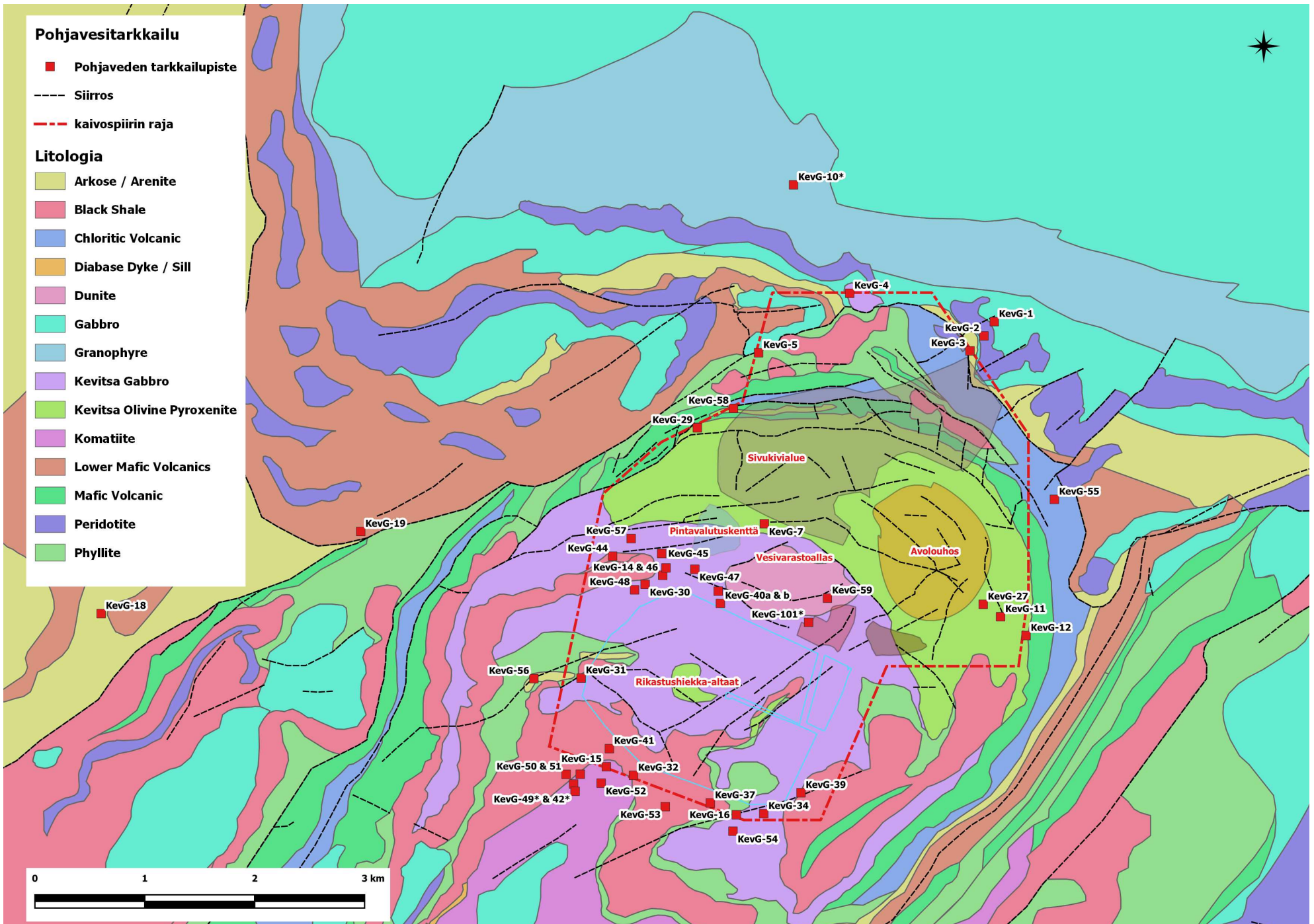
VNa 341/2009. Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä annetun asetuksen muuttamisesta

LIITE 1: TARKKAILUPIISTEKARTAT



Boliden Kevitsa Mining Oy, pohjaveden tarkkailupisteet

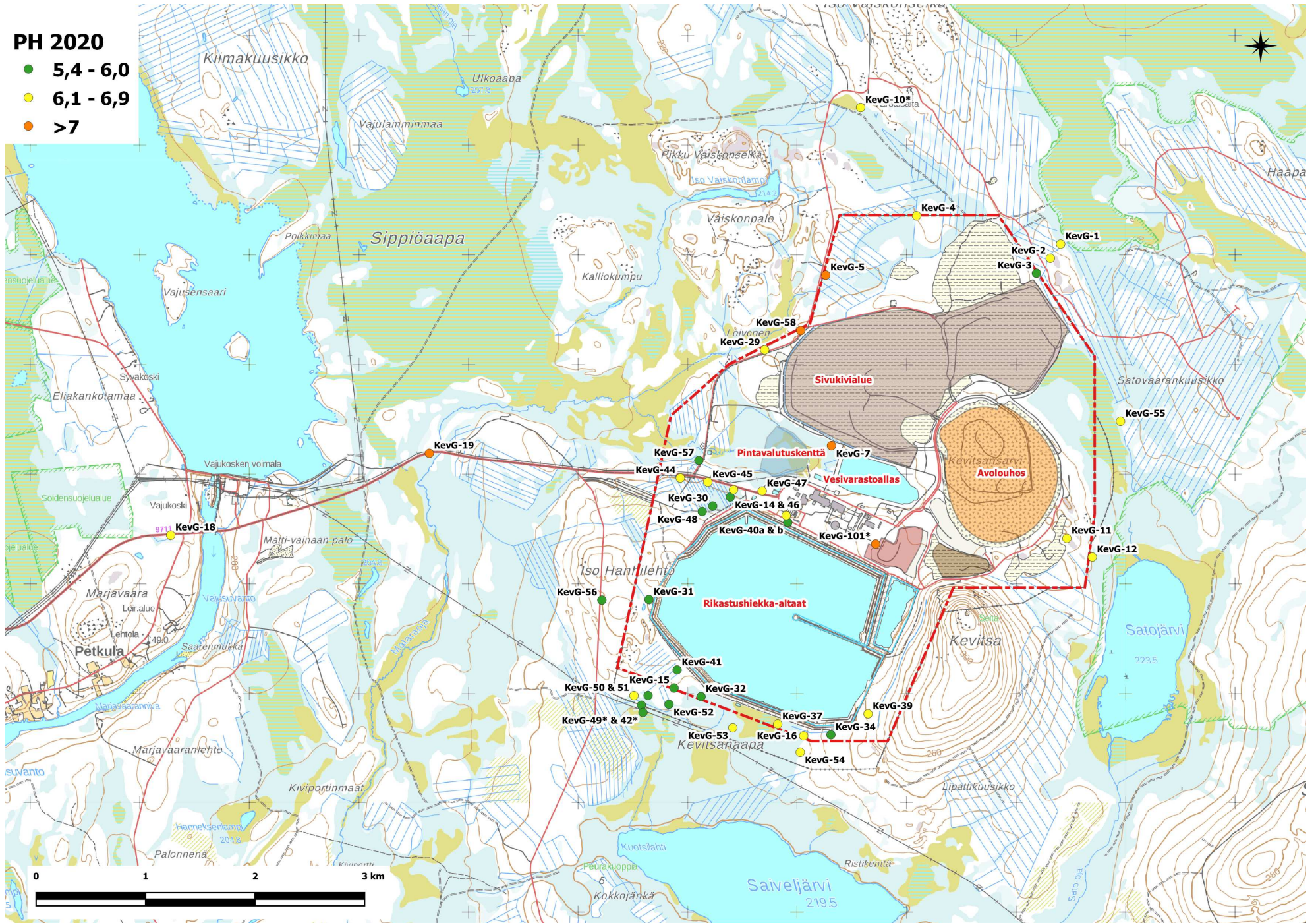
- Pohjavesiputki
- Pohjavesipurkauma
- ⋮ Kaivospiirin raja



LIITE 2: TEMAATTISET KARTAT 2020

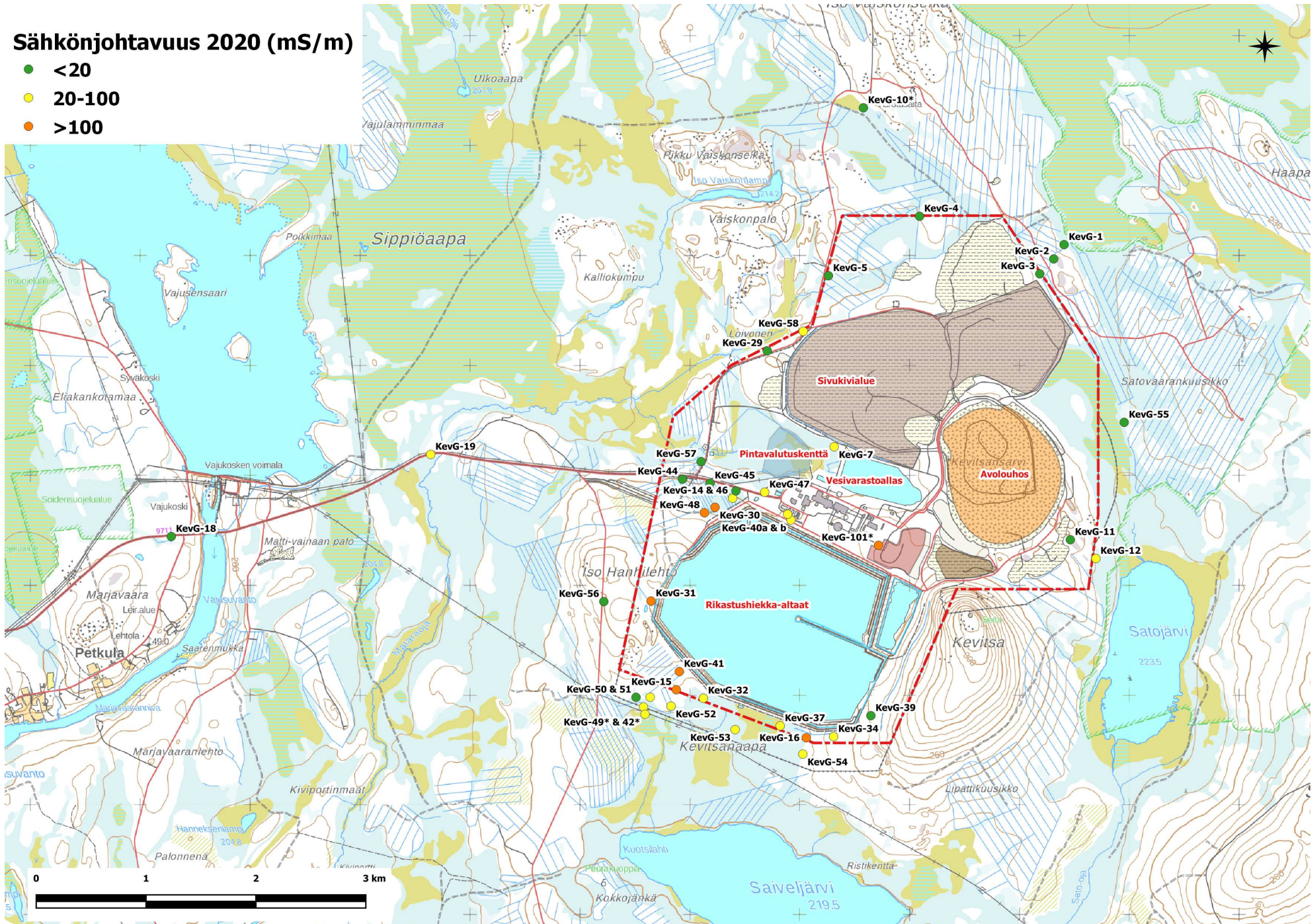
PH 2020

- 5,4 - 6,0
- 6,1 - 6,9
- >7



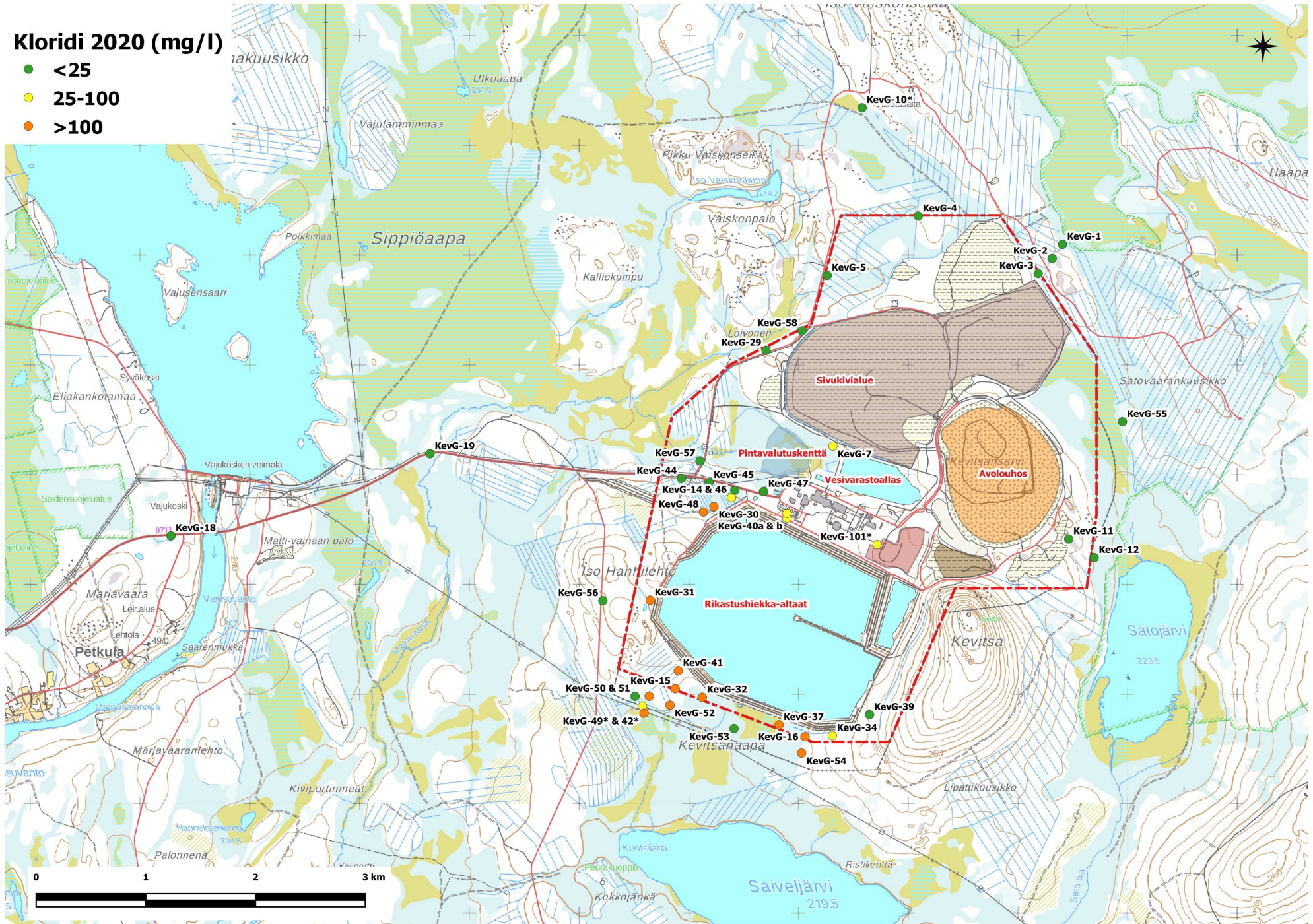
Sähkönjohtavuus 2020 (mS/m)

- <20
- 20-100
- >100



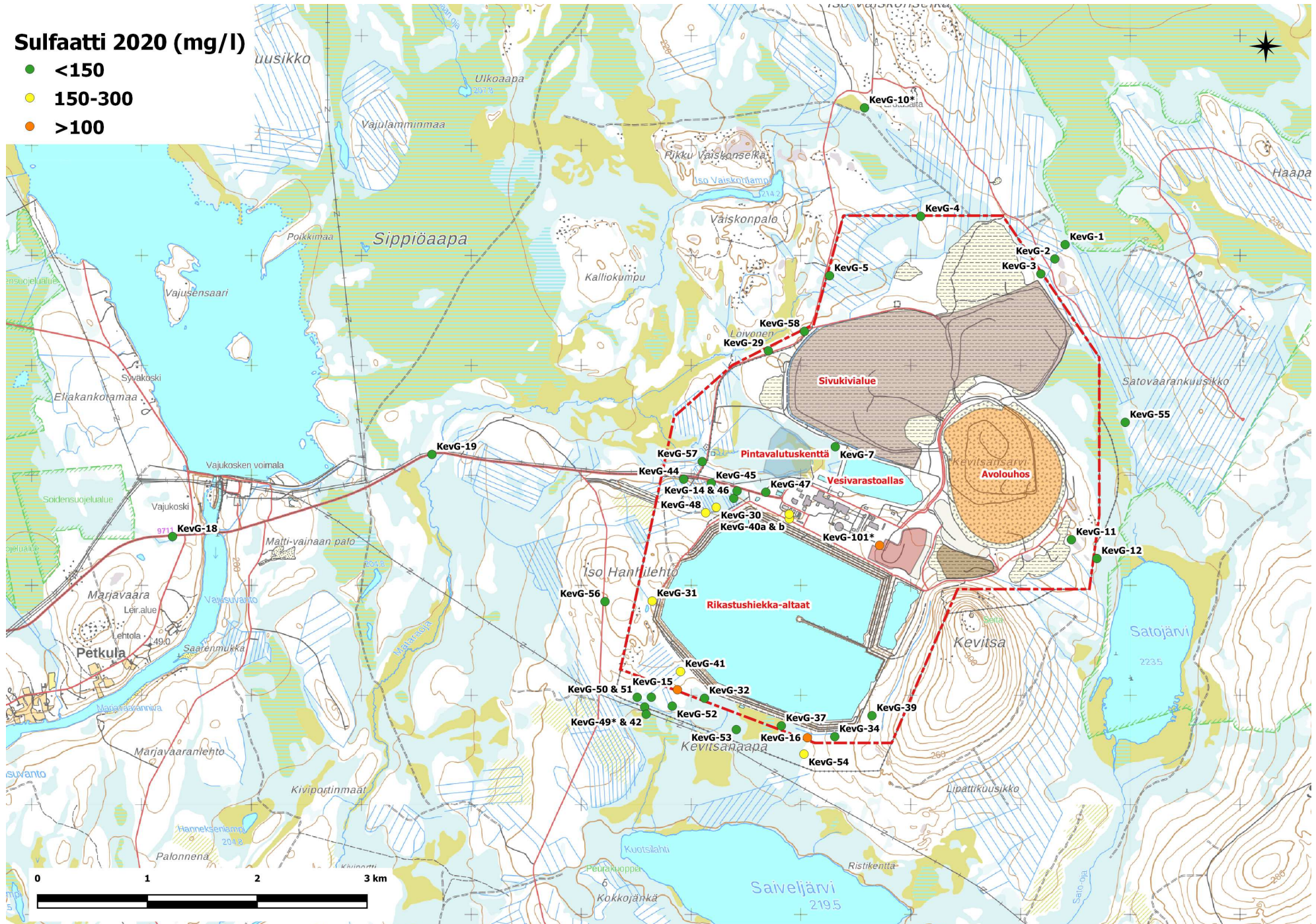
Kloridi 2020 (mg/l)

- <25
- 25-100
- >100



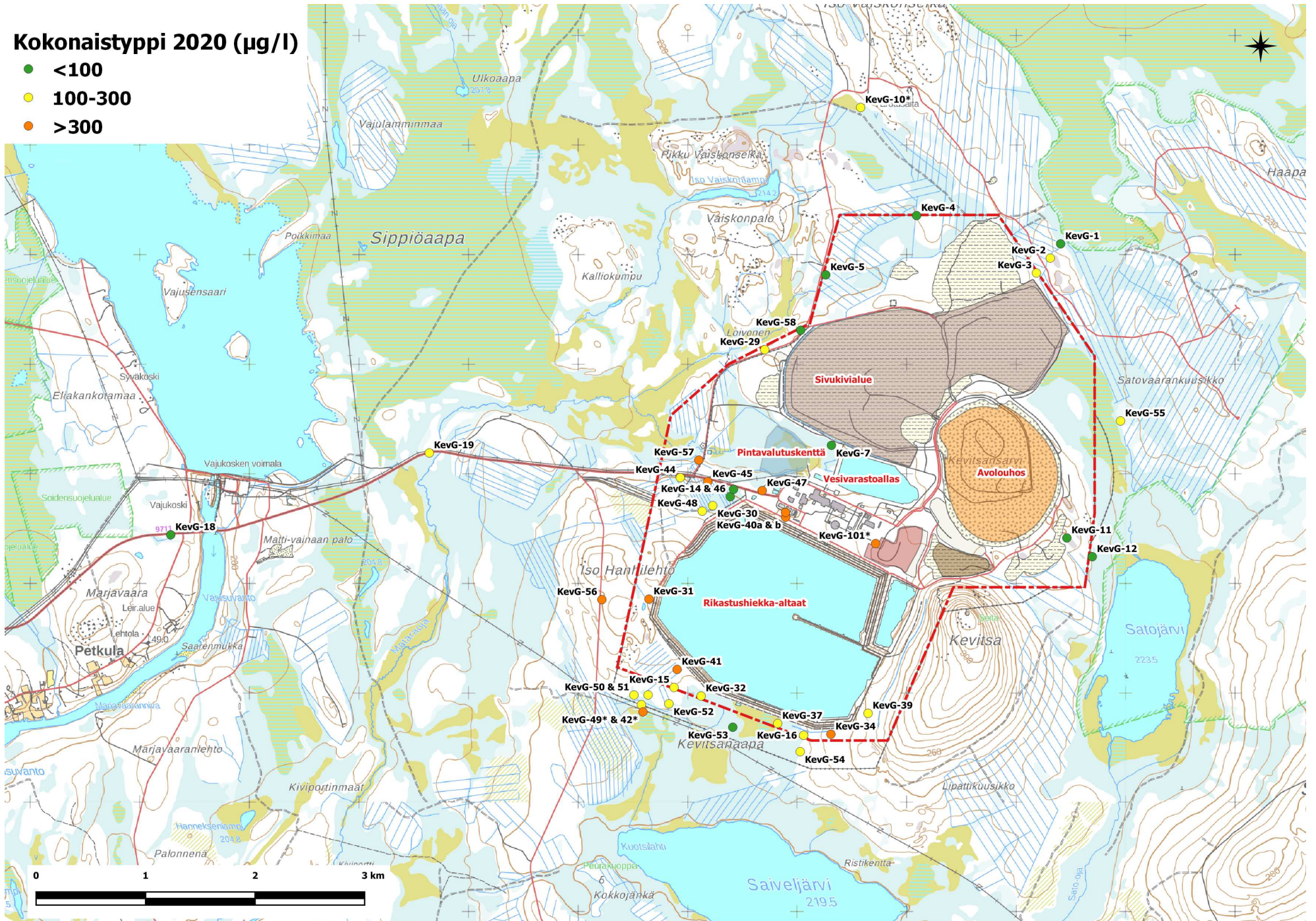
Sulfaatti 2020 (mg/l)

- <150
- 150-300
- >100



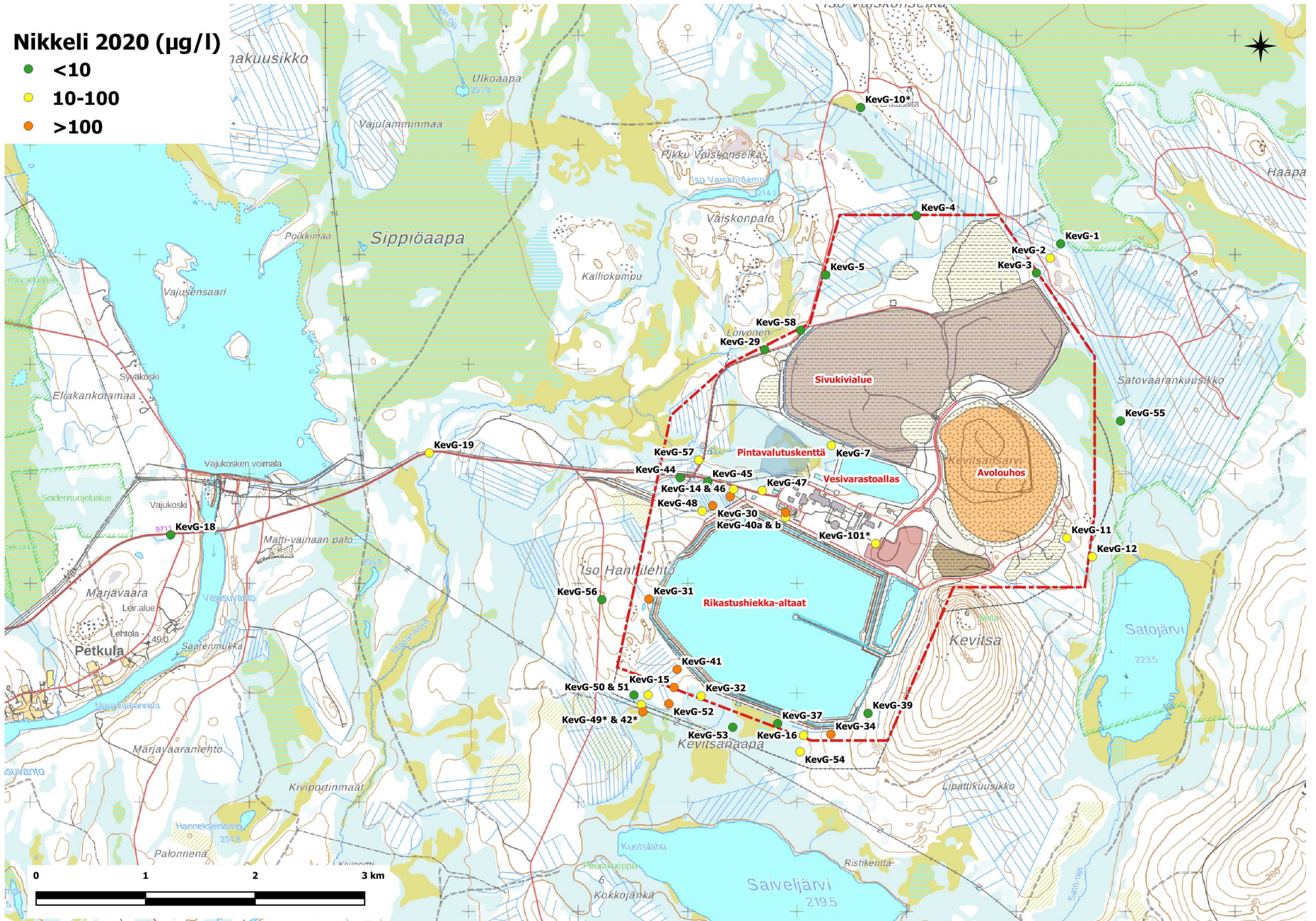
Kokonaistyyppi 2020 ($\mu\text{g/l}$)

- <100
- 100-300
- >300



Nikkeli 2020 (µg/l)

- <10
- 10-100
- >100



LIITE 3: TUTKIMUSTULOKSET

Tunnus*	Pvm	Veden korkeus N60 m	Lämpötila °C	Sameus FTU / NTU	pH	Sähkönjohtavuus mS/m	Alkaliteetti mmol/l	Happi mg/l	Happi %	Fluoridi mg/l	Kloridi mg/l	Sulfaatti mg/l	Tiosulfaatti mg/l	Kokonais-typpi µg/l	Nitraatti-typpi µg/l	Nitriitti-typpi µg/l	Ammonium-typpi µg/l	Fosfaatti-fosfori µg/l	Antimoni Sb µg/l	Kalium K mg/l	Kalsium Ca mg/l	Koboltti Co µg/l	Kromi Cr µg/l	Kupari Cu µg/l	Mangaani Mn µg/l	Natrium Na mg/l	Nikkeli Ni µg/l	Rauta Fe µg/l	Rikki S mg/l	
KevG-1	ka 2010	228,35	4,3	1	6,7	14,5		2,35	18		0,6	2,8			<10	<5	<3	5,0				12,0	4,5	<3	585,0		9,0	935,0		
KevG-1	ka 2011	228,26	4,5	15	6,8	14,0		0,57	4		1,7	4,0			127	54	7,0	6,1				10,1	<3	<3	502,5		11,9	2900,0		
KevG-1	ka 2012	228,40	4,0	10	6,7	14,0		1,52	12		0,6	2,6		133	<10	<5	3,0	7,2				13,6	<3	<3	395,0	14,3	1472,5	<1		
KevG-1	ka 2013	228,09	3,4	4	6,6	13,5		0,70	5		1,2	2,8	<50	<50	<4	<2	<4	5,3	<0,5			6,8	<1	<1	332,5	9,2	1660,0	0,6		
KevG-1	ka 2014	228,23	3,9	5	6,6	13,5		0,55	5		1,0	2,8	<50	<50	<4	<2	<4	4,4	<0,5			7,2	<1	<1	350,0	9,0	2375,0	1,1		
KevG-1	ka 2015	228,43	3,5	4	6,6	13,5		0,53	4		0,6	2,8	<50	<50	<4	<2	<4	5,2	<0,5			6,4	<1	<1	290,0	9,7	1345,0	0,8		
KevG-1	ka 2016	228,45	3,7	2	6,6	13,3		0,95	7		0,7	2,5	<50	<50	<4	<2	<4	6,1	<0,5			5,1	<1	<1	237,5	9,3	635,0	0,8		
KevG-1	ka 2017	228,38	4,0	11	6,7	13,0		1,88	14		0,7	2,8	<50	<50	<4	<2,0	<4	4,5	<0,20			4,9	<1	<1	227,5	9,5	450,0	0,9		
KevG-1	ka 2018	228,23	3,5	8	6,8	12,3		1,98	15		0,6	2,6	<50	<50	8	<2,0	<4		<0,20			5,1	<0,50	<0,50	225,0	9,5	321,0	0,9		
KevG-1	9.4.2019	228,02	3,3	3	6,6	12,0		1,50	11		0,7	2,4	<50	<50	<4,0	<2,0	<4,0	4,7	<0,20			5,2	<0,50	<0,50	240,0	10,0	170,0	0,7		
KevG-1	24.6.2019	228,51	3,3	2	6,6	13,0	1,13	1,60	12		0,6	2,5	<5,0	<50	<5,0	7,80	<5,0	13,0	<0,05	1,2	8,8	4,8	0,3	0,4	248,0	1,7	272,0	0,8		
KevG-1	19.8.2019	228,01	3,7	1	6,4	13,0	1,18	1,40	10		0,6	2,8	<5,0	63	<5,0	3,50	<5,0	13,0	<0,05	1,3	8,7	5,1	0,3	0,4	261,0	1,7	340,0	0,9		
KevG-1	2.10.2019	228,25	3,8	2	6,6	13,0	0,59	1,50	11		0,6	2,8	<5,0	<50	<5	2,70	7,2	9,9	<0,05	1,2	8,6	4,7	0,3	0,3	251,0	1,7	283,0	0,8		
KevG-1	7.4.2020	227,81	3,5	1	6,5	12,0	1,12	1,10	8	<0,1	0,7	2,1	<5,0	<50	<5,0	<2,0	<5,0	7,5	<0,05	1,4	9,6	5,2	0,3	0,6	250,0	2,0	430,0	0,9		
KevG-1	23.6.2020	228,36	3,5	1	6,7	13,0	1,19	0,97	7	<0,1	0,7	2,7	<5,0	<50	<2,0	<2,0	6,6	8,7	<0,05	1,3	8,9	4,9	0,3	0,4	240,0	1,7	10,0	330,0	0,9	
KevG-1	12.8.2020	228,23	3,6	1	6,7	13,0	1,23	1,20	9	<0,1	0,7	2,6	<5,0	<50	<5	<2	<10	10,0	<0,05	1,1	7,7	4,7	0,2	0,3	250,0	1,6	9,5	270,0	0,8	
KevG-1	28.10.2020	228,45	4,2	1	6,5	13,0	1,20	1,40	11	<0,1	0,7	2,5	<5,0	<50	<5	<2	<10	9,7	<0,05	1,4	9,5	4,8	0,3	0,4	250,0	2,1	10,0	330,0	1,0	
KevG-2	ka 2010	228,71	5,5	2	7,4	14,0		10,10	82		0,8	3,6			<10	<5	13,3	18,0				<4	5,2	<3	23,5		29,0	215,0		
KevG-2	ka 2011	230,48	4,5	84	6,8	7,6		8,22	62		0,7	2,3			26	<5	9,0	20,0				<4	6,4	<3	17,3		38,5	195,0		
KevG-2	ka 2012	230,30	4,6	141	6,7	5,6		11,43	87		0,6	1,6		303	30	<5	5,3	19,8	<3			<4	8,0	<3	14,5		31,5	226,8	<1	
KevG-2	ka 2013	229,09	4,7	113	6,9	8,6		9,05	75		1,0	3,9	<50	207	75	<5	8,0	9,3	<0,5			0,9	5,5	1,8	6,3		34,7	124,3	0,9	
KevG-2	ka 2014	230,07	5,7	299	6,6	6,2		10,57	84		<0,5	1,6		157	49	<2	<4	14,0	<0,5			0,7	8,7	<1	3,4		35,0	130,0	0,5	
KevG-2	ka 2015	230,24	4,9	47	6,5	5,6		10,08	79		<0,5	1,4		153	49	<2	4,9	6,5	<0,5			1,0	7,7	1,5	4,9		30,8	171,5	0,6	
KevG-2	ka 2016	230,48	7,2	221	6,5	5,3		9,35	78		<0,5	1,1		105	14	<2	5,1	8,6	<0,5			0,8	7,8	<1	3,5		30,5	135,0	0,3	
KevG-2	ka 2017	230,06	5,3	481	6,6	5,2		11,80	93		<0,5	1,3		108	44	<2,0	17,0	6,9	<0,20			4,3	6,3	1,1	117,2		26,7	110,0	0,4	
KevG-2	ka 2018	229,55	5,3	141	6,8	6,3		10,20	79		1,0	1,4		168	102	17,00	37,5	7,2	<0,20			5,4	5,4	1,6	238,5		30,3	168,0	0,5	
KevG-2	24.6.2019	230,96	6,3	99	6,3	4,3	0,34	11,00	88		0,3	1,1	<5,0	120	11	5,8	11,0	46,0	0,1	<0,5	1,2	0,9	8,9	1,2	6,5	0,8	24,6	248,0	0,3	
KevG-2	19.8.2019	229,02	5,9	13	6,3	6,2	0,51	8,70	70		0,4	1,6	<5,0	190	73	74,0	7,2	8,5	<0,05	<0,5	1,7	0,6	6,5	8,0	3,8	1,0	26,1	181,0	0,5	
KevG-2	8.10.2019	228,62	5,3	85	7,0	8,2	0,72	10,00	80		0,5	1,6	<5,0	370	76	5,5	<5	30,0	0,1	0,6	2,8	4,1	2,3	0,3	106,0	1,4	32,2	67,8	0,7	
KevG-2	7.4.2020	228,39	ei näytettä																											
KevG-2	23.6.2020	230,51	4,7	150	6,4	3,5	0,28	9,00	70	<0,1	0,3	1,2	<5,0	160	15	<2	8,5	16,0	<0,05	<0,5	0,9	0,5	7,7	0,6	1,8	0,6	21,0	120,0	0,4	
KevG-2	12.8.2020	229,57	6,8	47	6,3	4,8	0,40	10,00	83	<0,1	<0,5	1,2	<5,0	81	28	<2	<10	15,0	<0,05	<0,5	1,1	0,8	6,5	0,5	5,9	0,9	22,0	27,0	0,5	
KevG-2	28.10.2020	230,13	5,5	140	6,5	5,0	0,43	11,00	84	<0,1	0,5	1,2	<5,0	100	18	<2	<10	8,9	<0,05	<0,5	1,5	0,5	8,1	0,6	4,5	1,1	24,0	110,0	0,4	
KevG-3	ka 2010	228,81	5,7	2	6,0	4,1		9,20	74		0,8	2,4			<10	<5	8,0	11,5				<4	2,5	<3	67,5		4,7	143,5		
KevG-3	ka 2011	228,43	4,7	38	6,2	3,7		7,58	59		1,0	2,5			18	<5	17,9	16,5				<4	<3	<3	17,3		4,8	139,3		
KevG-3	ka 2012	228,34	4,5	23	6,1	3,9		8,60	67		1,0	2,3		193	17	<5	8,1	14,9	<3			<4	<3	<3	9,3		3,3	59,3	<1	
KevG-3	ka 2013	227,27	4,4	13	5,9	3,6		7,25	56		0,8	2,4	<50	59	18	<2	<4	11,0	<0,5			<0,5	2,1	2,2	2,2		3,1	12,3	0,4	
KevG-3	ka 2014	227,79	4,5	16	5,9	3,6		8,25	64		1,3	2,4		72	21	<2	<4	11,0	<0,5			<0,5	2,1	<1	2,0		2,8	20,3	0,6	
KevG-3	ka 2015	228,06	4,2	10	5,9	4,0		8,08	62		0,9	2,6		60	16	<2	<4	10,8	<0,5			<0,5	1,9	<1	1,7		2,8	15,3	0,7	
KevG-3	ka 2016	228,37	4,8	9	6,0	3,9		6,18	48		0,8	2,3		53	14	<2,0	<4	10,8	<0,5			<0,5	<3	<1	<1				<1	
KevG-3	ka 2017	227,70	4,4	9	6,1	3,7		6,95	54		0,8	2,3		58	12	<2,0	<4,0	10,0	<2,0			<0,10	2,0	0,8	1,7		2,9	25,5	0,8	
KevG-3	ka 2018	227,39	4,3	18	6,1	3,6		8,78	67		0,8	2,2		62	22	<2,0	<4,0	9,5	<0,20			<0,10	2,2	0,8	1,7		2,8	16,0	0,8	
KevG-3	9.4.2019	226,62	2,7	45	6,5	3,8		10,80	80		0,8	2,1		64	<4,0	<2,0	4,8	13,0	<0,20			<0,10	1,9	0,6	6,1		3,4	22,0	0,7	
KevG-3	25.6.2019	229,01	3,9	2	5,9	3,7	0,24	9,60	73		0,7	2,1	<5,0	<50	14	<2,0	<5,0	17,0	<0,05	0,5	2,4	0,1	1,9	0,						

Tunnus*	Pvm	Veden korkeus N60 m	Lämpötila °C	Sameus FTU / NTU	pH	Sähkönjohtavuus mS/m	Alkaliteetti mmol/l	Happi mg/l	Happi %	Fluoridi mg/l	Kloridi mg/l	Sulfaatti mg/l	Tiosulfaatti mg/l	Kokonais-tyyppi µg/l	Nitraatti-tyyppi µg/l	Nitriitti-tyyppi µg/l	Ammonium-tyyppi µg/l	Fosfaatti-fosfori µg/l	Antimoni Sb µg/l	Kalium K mg/l	Kalsium Ca mg/l	Koboltti Co µg/l	Kromi Cr µg/l	Kupari Cu µg/l	Mangaani Mn µg/l	Natrium Na mg/l	Nikkeli Ni liuk µg/l	Rauta Fe µg/l	Rikki S mg/l	
KevG-5	2.10.2019	216,75	4,3	58	7,2	14,0	1,15	7,00	53		1,4	5,0	<5,0	65	9	3,00	<5,0	25,0	<0,05	1,9	12,4	1,1	0,1	0,4	19,8	3,8	0,8	54,7	1,6	
KevG-5	6.4.2020	216,40	3,3	140	7,3	14,0	1,16	8,10	61	<0,1	0,7	4,4	<5,0	140	14	<2,0	9,3	9,0	<0,05	2,0	13,0	2,2	0,1	0,9	64,0	3,9	1,1	34,0	1,5	
KevG-5	23.6.2020	216,67	6,3	66	7,1	14,0	1,18	5,10	42	0,11	1,2	4,6	<5,0	<50	<5	<2	5,8	15,0	<0,05	1,8	12,0	2,6	0,1	0,3	12,0	3,6	0,8	40,0	1,5	
KevG-5	12.8.2020	216,75	5,2	34	7,3	14,0	1,20	8,10	64	0,12	1,4	4,8	<5,0	71	<5	<2	<10	15,0	<0,05	1,7	11,0	1,5	0,1	0,1	41,0	3,5	0,7	19,0	1,6	
KevG-5	28.10.2020	216,96	5,0	230	6,8	14,0	1,20	2,30	18	0,12	1,3	4,8	<5,0	<50	<5	<2	<10	54,0	<0,05	2,1	14,0	1,5	0,1	0,2	17,0	4,4	0,6	24,0	1,6	
KevG-7	ka 2010		6,2	0	7,4	30,0		1,70	14		1,0	5,2			<10	<5	7,3	5,9					<3	<3	1200,0		7,4	13,0		
KevG-7	ka 2011	216,64	4,9	10	7,2	25,0		0,64	5		0,9	4,6			42	<5	16,7	7,0					<3	<3	1100,0		5,9	146,3		
KevG-7	ka 2012	216,40	4,3	16	7,4	29,3		1,58	12		1,0	4,3		243	16	<5	23,4	6,8					<3	<3	1125,0		16,0	32,8	10,0	
KevG-7	ka 2013	216,63	4,2	11	7,5	31,3		0,90	7		1,0	5,7		86	4	<2	19,0	5,3	<0,5					2,6	1105,0		8,0	<10	1,7	
KevG-7	ka 2014	216,55	4,0	4	7,5	31,0		0,93	7		1,6	7,1		85	<4	<2	20,5	5,7	<0,5					2,7	1150,0		8,6	24,0	2,4	
KevG-7	ka 2015	216,61	4,2	2	7,4	35,3		0,65	5		6,1	15,9		158	<4	<2	20,8	5,5	<0,5					1,5	1200,0		8,6	49,0	5,7	
KevG-7	ka 2016	216,63	4,6	5	7,4	44,0		0,88	7		25,8	46,5		78	<4,0	<2,0	18,0	5,5	<2,0					1,5	1350,0		9,6	46,3	14,3	
KevG-7	ka 2017	216,51	3,9	11	7,5	49,0		2,33	18		31,8	55,3		74	<4,0	<2,0	17,5	4,3	<2,0					1,8	1550,0		12,4	<10	18,8	
KevG-7	ka 2018	216,40	4,1	2	7,6	52,2		3,30	29		40,0	59,4		75	7	<2,0	14,5	2,9	<0,20	5,3	51,0	8,6	<0,50	1,9	1720,0	3,0	15,6	37,0	20,2	
KevG-7	10.4.2019	216,36	2,0	5	7,2	58,0		1,50	11		52,0	70,0		91	<4,0	<2,0	21,0	6,3	<0,20					2,8	2100,0		15,0	<10	20,0	
KevG-7	25.6.2019	216,60	3,4	0	7,4	62,0	2,63	2,00	15		54,0	73,0	<5,0	67	<5,0	<2,0	<5,0	8,3	<0,05	5,4	61,8	7,7	0,1	1,7	1970,0	3,3	13,9	16,8	25,7	
KevG-7	22.8.2019	216,35	5,0	0	7,4	70,0	2,48				74,0	95,0	<5,0	110	<5,0	<2,0	28,0	9,0	<0,05	5,8	69,0	9,2	0,1	3,6	2300,0	3,5	15,4	36,3	32,9	
KevG-7	10.10.2019	216,45	4,9	<0,15	7,6	69,0	2,63	3,20	25		71,0	93,0	<5,0	94	<5,0	<2,0	33,0	7,5	<0,05	5,9	68,9	10,8	0,1	2,0	2250,0	3,5	18,2	32,0	32,3	
KevG-7	7.4.2020	216,25	2,9	4	7,6	69,0	2,74	2,50	19	<0,1	70,0	91,0	<5,0	73	<5,0	<2,0	27,0	8,2	<0,05	6,3	84,0	9,7	0,1	1,9	2600,0	3,7	16,0	25,0	38,0	
KevG-7	17.6.2020	216,47	3,5	1	7,4	77,0	2,44	0,93	7	0,14	98,0	120,0	<5,0	100	<5,0	<2,0	26,0	6,5	<0,05	6,1	80,0	11,0	0,1	1,8	2600,0	3,7	18,0	<2,5	42,0	
KevG-7	10.8.2020	216,39	5,1	1	7,4	86,0	2,55	2,10	16	<0,1	110,0	130,0	<5,0	89	<5,0	<2,0	33,0	6,8	<0,05	6,8	91,0	13,0	0,1	1,7	2800,0	4,0	20,0	34,0	55,0	
KevG-7	27.10.2020	216,49	5,2	1	7,3	87,0	2,65	1,60	12	<0,1	120,0	150,0	<5,0	83	<5	<2	36,0	13,0	<0,05	7,4	100,0	12,0	0,1	1,8	2900,0	4,4	19,0	22,0	54,0	
KevG-29	ka 2018	214,20	4,3	233	6,7	5,9		10,30	78		1,2	11,0		160	92	<2,0	4,5	7,7	<0,20					6,5	25,0		11,0	1121,0	3,5	
KevG-29	10.4.2019	213,46	1,7	860	6,7	4,2		11,90	85		1,3	5,4		210	80	<2,0	10,0	2,9	<0,20					1,7	9,1		7,0	72,0	1,6	
KevG-29	24.6.2019	215,41	5,9	140	6,5	4,8	0,22	12,00	92		0,8	6,4	<5,0	130	50	7,3	12,0	74,0	<0,05	1,7	2,7	0,8	6,4	2,0	9,9	1,2	6,2	134,0	2,3	
KevG-29	19.8.2019		5,5	66	6,3	4,6	0,22	10,00	80		0,9	6,9	<5,0	210	11	<5,0	8,5	18,0	<0,05	2,0	3,1	1,1	10,7	14,2	12,6	1,4	8,3	505,0	2,9	
KevG-29	8.10.2019	213,53	4,8	29	6,8	4,4	0,22	11,00	84		0,9	5,9	<5,0	200	61	<2,0	6,5	25,0	<0,05	1,6	2,4	0,6	7,0	11,0	7,6	1,4	7,3	135,0	1,9	
KevG-29	7.4.2020	213,19	2,8	450	6,5	3,7	0,21	11,00	80	<0,1	1,1	4,0	<5,0	400	81	<2,0	16,0	93,0	<0,05	1,0	2,6	1,1	7,8	2,8	12,0	1,3	8,3	65,0	1,5	
KevG-29	23.6.2020	215,38	5,2	65	6,8	5,5	0,20	13,00	100	<0,1	0,9	6,2	<5,0	210	64	<2,0	9,4	23,0	<0,05	1,4	2,4	0,6	6,7	1,9	8,9	1,1	6,4	120,0	1,9	
KevG-29	12.8.2020	214,75	7,3	78	6,5	4,3	0,21	12,00	97	<0,1	0,9	5,6	<5,0	110	51	<2	<10	28,0	<0,05	1,3	2,1	0,7	7,3	1,8	11,0	1,1	5,7	88,0	1,9	
KevG-29	22.10.2020	#REF!	5,2	80	6,7	4,3	0,22	11,00	84	<0,1	0,9	5,4	<5,0	150	71	<2	<10	23,0	<0,05	1,4	2,5	0,9	9,9	3,3	10,0	1,4	7,7	240,0	1,8	
KevG-10*	ka 2004 - 2005		4,9	§	5,9	2,4		4,83	37			1,9		240			<3	8,6						<5	7,8		4,0	419,8		
KevG-10*	ka 2008		6,8	2	6,2	2,8		4,62	39			2,9		348			7,9	15,0					<3	<3	30,7		<3	108,9		
KevG-10*	ka 2009		7,2	1	6,2	3,2		4,62	40		1,2	2,9		273			7,7	3,8	<3				<3	<3	11,9		<3	110,0	1,2	
KevG-10*	ka 2010		7,3	1	6,2	2,9		4,81	41		0,9	1,5	8,0	<10	<5	14,2	8,0	<3	<3				<3	<3	7,8		<3	89,4	1,3	
KevG-10*	ka 2011		6,0	1	6,3	3,3		3,35	27		0,8	1,9		60	<5	20,7	7,4						<3	<3	14,7		<3	208,7		
KevG-10*	ka 2012		8,1	0	6,3	2,9		3,77	31		0,7	1,3		193	9	<5	4,9	4,8	<3	<3				<3	<3	9,1		<3	78,3	<1
KevG-10*	ka 2013		10,9	2	6,1	4,2		4,90	46		2,5	1,6		173	29	<2	13,0	2,3	<0,5	<0,5			<1	<1	8,4		<1	105,0	0,2	
KevG-10*	ka 2014		6,8	1	6,0	2,9		2,80	23		0,9	1,9		139	<4	<2	<4		<0,5	<0,5			<1	<1	6,4		<1	87,3	0,6	
KevG-10*	ka 2015		8,1	1	6,1	2,8		4,63	41		0,8	1,7		207	<4	<2	<4	5,0	<0,5	<0,5			<1	<1	5,4		<1	82,3	0,5	
KevG-10*	ka 2016		9,3	1	6,3	2,8		5,60	49		0,6	1,0		173	<4	<2	4,4	5,0	<0,5	<0,5			<1	<1	4,6		<1	115,0	0,3	
KevG-10*	ka 2017		8,2	1	6,4	2,4		9,70	81		1,2	1,7	<0,50	151	5	<2,0	13,0	<0,20	0,6	2,2	0,2	<0,50	0,7	7,6	1,4	0,8	63,7	0,5		
KevG-10*	ka 2018		12,7	4	6,5	3,1		6,60	65		0,7	0,9	<5,0	340	12	<2,0	64,0	5,4	<0,20	0,5	30,0	0,3	0,9	0,7	16,5	1,6	1,4	97,5	0,4	
KevG-10*	24.6.2019		11,7	0	6,3	2,3	0,15	8,80	81		0,3	0,8	<5,0	160	<5,0	10,0	<5,0	<2,0	<0,05	<0,5	2,3	0,1	0,3	0,4	3,4	1,5	0,8	48,6	0,3	
KevG-10*	19.8.2019		14,4	1	6,0	3,1	0,23	8,00	78		0,5	<0,2	<5,0	610	58	63,0	12,0	8,1	<0,05	1,0	3,1	0,3	0,6	1,4	73,3	1,9	3,0	133,0	<0,25	
KevG-10*	2.10.2019		4,0	0	6,4	3,7	0,25	2,10	16		0,7	2,0	<5,0	150	<5,0	3,2	<5,0	4,5	<0,05	0,7	3,5	0,3	0,7	0,2	22,0	1,8	0,8	74,8	0,6	
KevG-10*	23.6.2020		14,6	0	6,2	2,8	0,20	3,40	34	<0,1	0,5	0,6	<5,0	220	<5,0	<2,0	<5,0	<2,0	<0,05	0,8	2,9	0,2	0,5	0,9	8,8	1,6	1,4	97,0	0,3	
KevG-10*	12.8.2020		14,0	0	6,3	3,2	0,23	7,40	71	<0,1	0,7	<0,5	<5,0	190	<5	2,4	<10	<2	<0,05	<0,5	2,9	0,3	0,6	0,5	11,0	1,6	1,3	230,0	<0,25	
KevG-10*	28.10.2020		1,0	0	6,1	3,1	0,15	2,60	18	<0,1	1,3	2,5	<5,0	130	<5	<2	<10	2,4	<0,05	0,6										

Tunnus*	Pvm	Veden korkeus N60 m	Lämpötila °C	Sameus FTU / NTU	pH	Sähköjohtavuus mS/m	Alkaliteetti mmol/l	Happi mg/l	Happi %	Fluoridi mg/l	Kloridi mg/l	Sulfaatti mg/l	Tiosulfaatti mg/l	Kokonais-tyyppi µg/l	Nitraattityppi µg/l	Nitriittityppi µg/l	Ammonium-tyyppi µg/l	Fosfaatti-fosfori µg/l	Antimoni Sb µg/l	Kalium K mg/l	Kalsium Ca mg/l	Koboltti Co µg/l	Kromi Cr µg/l	Kupari Cu µg/l	Mangaani Mn µg/l	Natrium Na mg/l	Nikkeli Ni liuk µg/l	Rauta Fe µg/l	Rikki S mg/l	
KevG-30	22.5.2019	222,96	2,7	31	5,8	120,0	0,65	2,50	18		260,0	96,0	<5,0	220	<4,0	<2,0	<4,0	4,0	<0,20	4,0	86,0	23,0	0,5	<0,50	40,0	17,0	110,0	220,0	32,0	
KevG-30	25.6.2019	222,94	3,0	24	5,7	110,0		1,30	10		230,0	94,0	<5,0	240	<5,0	<2,0	<5,0	17,0	<0,05	4,7	105,0	24,3	0,1	0,3	41,7	22,0	114,0	342,0	35,0	
KevG-30	9.7.2019	222,90	3,3	1	5,6	110,0	0,62	1,30	10		260,0	100,0	<5,0	160	<5,0	<2,0	<5,0	190,0	<0,05	4,8	108,0	22,7	0,6	0,6	41,7	21,4	106,0	459,0	33,7	
KevG-30	21.8.2019	222,94	4,0	0	5,7	110,0	0,57	1,40	10		260,0	110,0	<5,0	190	7	<2,0	6,5	68,0	<0,05	4,5	100,0	26,2	0,1	1,3	47,8	19,1	125,0	357,0	35,6	
KevG-30	18.9.2019	222,93	4,2	0	5,8	120,0	0,57	1,20	9		260,0	110,0	<5,0	180	11	<2,0	8,9	63,0	<0,05	4,9	105,0	26,5	0,1	4,7	48,2	21,1	124,0	323,0	36,4	
KevG-30	10.10.2019	222,94	4,2	0	5,9	120,0	0,60	2,70	20		280,0	120,0	<5,0	180	<5,0	<2,0	6,9	19,0	<0,05	4,7	102,0	26,2	0,1	0,6	45,9	20,8	123,0	164,0	38,8	
KevG-30	19.11.2019	222,99	3,8	1	5,6	120,0	0,61	1,30			270,0	120,0	<5,0	690	10	<2,0	30,0	110,0	<0,05	4,9	101,0	30,0	0,1	0,4	50,7	20,6	139,0	311,0	39,1	
KevG-30	1.1.2020	jäässä																												
KevG-30	1.2.2020	jäässä																												
KevG-30	2.3.2020	jäässä																												
KevG-30	1.4.2020	jäässä																												
KevG-30	14.5.2020	223,12	2,7	14	5,6	130,0	0,55	0,95	7	0,16	290,0	140,0	<5,0	160	<5,0	<2,0	9,1	11,0	<0,05	5,0	120,0	30,0	0,1	0,3	56,0	25,0	140,0	190,0	54,0	
KevG-30	16.6.2020	223,05	3,0	29	5,7	130,0	0,54	2,40	18	0,30	300,0	170,0	<5,0	180	<5,0	<2,0	<5,0	15,0	<0,05	5,5	130,0	33,0	<0,05	1,7	64,0	27,0	150,0	160,0	60,0	
KevG-30	21.7.2020	223,07	4,4	19	5,6	140,0	0,56	1,30	10	<0,1	310,0	170,0	<5,0	340	<5	<2	16,0	33,0	<0,05	5,1	120,0	36,0	0,1	2,9	70,0	24,0	160,0	600,0	60,0	
KevG-30	10.8.2020	223,05	4,2	10	5,7	140,0	0,57	1,00	8	<0,1	310,0	170,0	<5,0	200	<5	<2	<10	8,5	<0,05	5,6	130,0	35,0	0,2	0,3	55,0	27,0	160,0	630,0	69,0	
KevG-30	2.9.2020	223,04	4,5	11	5,9	140,0	0,55	1,50	11	<0,1	320,0	190,0	<5,0	150	<5	<2	25,0	10,0	<0,05	5,8	130,0	35,0	0,1	0,4	72,0	29,0	160,0	500,0	67,0	
KevG-30	20.10.2020	jäässä																												
KevG-30	19.11.2020	223,04	4,1	14	5,7	150,0	0,57	1,20	9	<0,1	310,0	200,0	<5,0	350	<5	<2	<10	14,0	<0,05	5,6	140,0	34,0	0,1	0,5	62,0	31,0	150,0	370,0	73,0	
KevG-30	16.12.2020	jäässä																												
KevG-30	12.1.2021	jäässä																												
KevG-30	17.2.2021	jäässä																												
KevG-14	ka 2010	219,02	4,0	0	6,3	6,2		4,70	36		1,3	11,0		16	<5	<5	<3		<2			<4	<3	<3	11,0		27,0	32,0		
KevG-14	ka 2011	218,93	4,0	16	6,5	6,4		2,95	23		1,3	11,0		20	<5	<5	3,6	5,2	<3			<4	<3	3,9	<3		19,3	158,3		
KevG-14	ka 2012	218,95	3,8	23	6,5	6,1		3,60	27		1,2	10,7	140	27	<5	<2	6,0	17,4	<3	0,9	1,5	<4	<3	3,8	5,8		24,0	86,0	3,1	
KevG-14	ka 2013	219,26	4,0	3	6,4	5,9		2,15	16		1,4	10,5	<50	13	<2	<4	<2		<0,5	0,6	3,5	<0,5	<1	3,2	<2	2,5	18,0	<10	2,2	
KevG-14	ka 2014	219,36	3,7	3	6,3	6,5		0,75	6		1,5	11,0	<50	6	<2	<4	<2		<0,5	0,9	4,6	<0,5	<1	3,8	<1	3,2	21,0	19,0	3,8	
KevG-14	ka 2015	219,31	3,5	8	6,3	7,3		0,70	5		1,8	13,5	83	4	<2	<4	<2		<0,5	0,9	4,6	<0,5	<1	4,4	1,1	3,2	21,0	<10	3,8	
KevG-14	ka 2016	219,36	3,4	2	6,3	7,7		1,14	9		3,2	11,4	<5,0	<50	<4,0	<2,0	<4,0	2,2	<0,20	0,9	4,9	<0,5	<1	4,4	2,0	3,1	21,0	<10	3,3	
KevG-14	ka 2017	219,36	3,9	25	6,4	10,4		1,46	11		9,9	11,0	<5,0	<50	<4,0	<2,0	<4,0	3,0	<0,20	1,0	6,6	0,6	<0,50	5,9	3,2	5,0	30,6	<10	3,6	
KevG-14	ka 2018	219,30	3,6	18	6,4	15,6		1,50	11		26,8	9,1	<5,0	<50	7	1,8	<4,0	<2,0	<0,20	1,2	9,9	1,2	<0,50	9,2	8,2	4,5	45,8	16,0	3,1	
KevG-14	22.5.2019	219,36	3,2	2	6,2	24,0	0,49	1,50	11		49,0	8,7	<5,0	76	<4,0	<2,0	<4,0	2,9	<0,20	1,4	15,0	3,8	<0,50	15,0	18,0	5,8	77,0	10,0	2,9	
KevG-14	19.6.2019	219,39	3,1	1	6,0	25,0	0,49	1,80	14		48,0	7,1	<5,0	230	<5,0	<2,0	<5,0	<2,0	<0,05	1,9	20,8	4,2	0,1	17,8	22,4	7,6	88,4	11,2	3,0	
KevG-14	9.7.2019	219,41	3,3	0	6,0	26,0	0,49	1,50	11		51,0	8,3	<5,0	64	<5,0	<2,0	<5,0	5,1	<0,05	2,0	21,3	3,7	<0,05	16,7	21,3	7,3	82,4	9,2	2,7	
KevG-14	21.8.2019	218,85	3,4	0	6,0	26,0	0,49	1,10	9		51,0	8,5	<5,0	54	<5,0	<2,0	<5	2,8	<0,05	1,8	19,9	4,8	0,1	16,2	30,9	6,6	96,6	26,6	2,8	
KevG-14	18.9.2019	219,34	3,4	0	6,2	26,0	0,50	1,20	9		55,0	8,4	<5,0	61	6	<2,0	6,4	3,2	<0,05	1,8	20,7	4,4	0,1	21,8	25,4	6,8	96,6	15,7	2,7	
KevG-14	10.10.2019	219,38	3,3	0	6,4	26,0	0,52	2,60	19		53,0	8,7	<5,0	64	<5,0	<2,0	<5,0	3,5	<0,05	1,9	20,2	4,3	<0,05	20,0	26,3	6,8	98,0	19,7	2,8	
KevG-14	1.1.2020	jäässä																												
KevG-14	1.2.2020	jäässä																												
KevG-14	2.3.2020	jäässä																												
KevG-14	1.4.2020	jäässä																												
KevG-14	1.5.2020	jäässä																												
KevG-14	16.6.2020	219,41	3,1	1	6,1	36,0	0,61	2,00	15	<0,1	78,0	8,4	<5,0	74	<5	<2	<5	2,3	<0,05	2,3	30,0	6,7	0,1	28,0	47,0	8,4	140,0	19,0	2,9	
KevG-14	21.7.2020	219,40	3,5	1	5,9	37,0	0,62	0,74	6	<0,1	82,0	7,9	<5,0	<50	<5	<2	12,0	6,9	<0,05	2,1	28,0	7,0	0,1	30,0	54,0	7,5	140,0	16,0	2,7	
KevG-14	10.8.2020	219,36	3,2	1	6,0	38,0	0,68	1,30	10	<0,1	84,0	8,2	<5,0	<50	<5,0	<2,0	<10	2,6	<0,05	2,3	31,0	7,0	<0,05	31,0	49,0	8,4	150,0	11,0	3,0	
KevG-14	2.9.2020	219,32	3,6	0	5,9	39,0	0,65	1,80	14	<0,1	87,0	8,1	<5,0	56	<5	<2	<10	2,7	<0,05	2,2	29,0	7,1	0,1	31,0	58,0	8,1	150,0	15,0	2,7	
KevG-14	20.10.2020	jäässä																												
KevG-14	19.11.2020	jäässä																												
KevG-14	16.12.2020	jäässä																												
KevG-14	12.1.2021	jäässä																												
KevG-14	17.2.2021	jäässä																												
KevG-15	ka 2010	226,77	4,9	1	6,0	4,2		8,90	70		1,2	7,5		<10	<5	9,4	4,8					<3	<3	6,7		7,5	55,0			
KevG-15	ka 2011	226,68		6																										
KevG-15	ka 2012	226,31	4,1	14	6,2	4,4		10,23	78		1,2	8,2	133	16	<5	6,3	3,5	<3	1,0	1,5	<4	<3	2,5	7,7		6,6	20,8	14,4		
KevG-15	ka 2013	225,95	3,3	9	6,0	4,3		8,53	64		1,4	6,3	495	428	<2	<4	3,3	<0,5	1,0	2,0	1,5	<1	3,1							

Tunnus*	Pvm	Veden korkeus N60 m	Lämpötila °C	Sameus FTU / NTU	pH	Sähköjohtavuus mS/m	Alkaliteetti mmol/l	Happi mg/l	Happi %	Fluoridi mg/l	Kloridi mg/l	Sulfaatti mg/l	Tiosulfaatti mg/l	Kokonais-tyyppi µg/l	Nitraatti-tyyppi µg/l	Nitriitti-tyyppi µg/l	Ammonium-tyyppi µg/l	Fosfaatti-fosfori µg/l	Antimoni Sb µg/l	Kalium K mg/l	Kalsium Ca mg/l	Koboltti Co µg/l	Kromi Cr µg/l	Kupari Cu µg/l	Mangaani Mn µg/l	Natrium Na mg/l	Nikkeli Ni liuk µg/l	Rauta Fe µg/l	Rikki S mg/l	
KevG-15	15.12.2020	226,71	4,2	1	5,4	180,0	0,09	1,30	10	0,11	340,0	420,0	<5,0	220	<5	<2	<10	<2	<0,05	8,7	150,0	79,0	0,2	5,0	120,0	79,0	260,0	140,0	140,0	
KevG-15	12.1.2021	226,59	3,2	2	5,6	180,0	0,10	0,94	7	<0,1	340,0	400,0	<5,0	220	<5	<2	<10	2,5	<0,05	9,1	150,0	87,0	0,1	4,9	120,0	79,0	260,0	110,0	140,0	
KevG-15	16.2.2021	226,46	2,4	1	5,6	190,0	0,09	0,97	7	0,12	350,0	430,0	<5,0	240	<5	<2	11,0	<2	<0,05	9,0	170,0	110,0	0,2	5,8	180,0	79,0	330,0	92,0	160,0	
KevG-16	ka 2010	228,29	5,3	1	6,6	5,9		9,60	76		0,7	5,4			17	<5	3,9	2,8				<4	<3	<3	5,6		<3	50,0		
KevG-16	ka 2011	228,48	4,3	3	6,6	5,8		10,00	77		0,9	5,3			531	<5	6,1	3,8				<4	<3	<3	<3		<3	20,8		
KevG-16	ka 2012	228,60	4,4	38	6,8	5,9		11,00	86		1,1	5,1		910	970	<5	4,4	7,0	<3	0,6	4,6	<4	<3	<3	<3		<3	33,5	1,1	
KevG-16	ka 2013	228,26	3,7	8	6,6	7,9		8,45	64		3,4	6,1		713	653	<2	<4	2,5	<0,5	0,6	8,2	<0,5	<1	3,1	<2	1,7	2,2	12,8	1,8	
KevG-16	ka 2014	228,46	4,2	6	6,5	12,4		7,05	54		5,7	9,7		1325	1265	<2	<4	<2	<0,5	0,8	14,2	0,6	<1	1,7	<2	3,0	4,2	11,3	3,3	
KevG-16	ka 2015	228,72	3,3	6	6,4	15,7		6,43	48		7,5	9,3		1257	1177	<2	<4	<2	<0,5	0,9	17,3	0,7	<1	2,6	<1	3,1	4,3	<10	4,0	
KevG-16	ka 2016	228,54	4,1	4	6,4	25,6		6,52	49		32,0	24,6	<5,0	576	547	2,3	4,6	<2	<0,5	1,0	26,8	0,8	<1	3,5	3,3	5,5	6,0	<10	8,3	
KevG-16	ka 2017	228,82	4,4	5	6,2	71,4		2,04	16		122,4	134,0	<5,0	212	193	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	1,7	68,7	3,2	<0,50	7,0	18,2	26,7	15,3	<10	40,5	
KevG-16	ka 2018	228,90	3,1	1	6,4	86,5		2,40	18		135,0	167,5	<5,0	133	14	<2,0	18,1	<2,0	<0,20	2,1	78,0	19,8	<0,50	9,7	455,0	36,8	26,0	<10	56,0	
KevG-16	22.5.2019	229,18	2,5	0	6,7	99,0	0,72	1,30	10		130,0	220,0	<5,0	180	<4,0	<2,0	<4,0	2,8	<0,20	2,1	88,0	41,0	<0,50	11,0	820,0	40,0	30,0	<10	72,0	
KevG-16	18.6.2019	229,99	2,9	0	6,2	98,0	0,51	1,50	11		150,0	210,0	<5,0	110	<5,0	<2,0	<5,0	<2,0	<0,05	2,5	97,2	55,0	0,1	11,5	1030,0	45,2	33,4	17,3	75,6	
KevG-16	9.7.2019	229,01	3,4	<0,15	6,0	110,0	0,54	1,30	9		160,0	260,0	<5,0	130	<5,0	<2,0	19,0	<2,0	<0,05	2,8	117,0	68,9	0,1	12,3	1410,0	50,9	38,8	15,1	93,0	
KevG-16	22.8.2019	228,90	4,2	<0,15	6,0	140,0	0,67				230,0	330,0	<5,0	210	5	<2,0	52,0	2,4	<0,05	3,6	140,0	121,0	0,1	16,8	2410,0	62,4	60,1	19,1	109,0	
KevG-16	17.9.2019	228,86	4,6	0	6,1	160,0	0,71	1,50	11		250,0	330,0	<5,0	200	<5,0	<2,0	56,0	2,7	<0,05	5,0	162,0	133,0	<0,05	16,3	2570,0	73,5	70,1	18,6	118,0	
KevG-16	2.10.2019	228,87	4,8	<0,15	6,1	160,0	0,74	0,78	6		270,0	350,0	<5,0	250	<5,0	2,60	66,0	3,1	<0,05	4,4	162,0	150,0	<0,05	11,9	3430,0	69,9	78,6	<2,5	124,0	
KevG-16	1.11.2019																													
KevG-16	1.12.2019																													
KevG-16	1.1.2020																													
KevG-16	1.2.2020																													
KevG-16	2.3.2020																													
KevG-16	1.4.2020																													
KevG-16	1.5.2020																													
KevG-16	16.6.2020	229,18	2,9	<0,15	6,3	90,0	0,59	1,50	11	<0,1	120,0	230,0	<5,0	150	53	3,70	7,8	<2	<0,05	2,9	96,0	69,0	<0,05	11,0	1100,0	43,0	38,0	8,5	88,0	
KevG-16	22.7.2020	229,08	4,1	0	6,1	120,0	0,49	1,10	9	<0,1	190,0	300,0	<5,0	110	<5	<2	16,0	<2	<0,05	3,4	120,0	97,0	<0,05	14,0	1600,0	49,0	53,0	18,0	110,0	
KevG-16	11.8.2020	229,06	4,6	0	6,1	150,0	0,54	1,50	12	<0,1	250,0	390,0	<5,0	150	<5	<2	18,0	<2	<0,05	3,7	150,0	140,0	0,1	18,0	2400,0	61,0	70,0	13,0	140,0	
KevG-16	3.9.2020	229,08	5,4	0	6,1	180,0	0,56	1,50	12	<0,1	300,0	500,0	<5,0	200	<5	<2	42,0	<2	<0,05	4,9	190,0	140,0	0,1	17,0	1600,0	75,0	71,0	20,0	170,0	
KevG-16	21.10.2020																													
KevG-16	18.11.2020	229,17	4,7	<0,15	6,0	220,0	0,58	1,40	11	0,12	340,0	650,0	<5,0	190	<5	<2	32,0	2,6	<0,05	4,8	230,0	190,0	0,1	26,0	2700,0	94,0	110,0	42,0	220,0	
KevG-16	16.12.2020																													
KevG-16	12.1.2021																													
KevG-16	17.2.2021																													
KevG-31	ka 2016	236,73	4,6	169	6,5	3,9		11,25	87		1,3	5,2	<5,0	81	45	<2	<4	5,5	<0,5	0,5	2,3	2,4	<1,0	1,2	6,0	2,7	5,1	100,5	1,5	
KevG-31	ka 2017	236,82	4,1	195	6,5	3,9		12,88	99		1,5	4,9	<5,0	178	132	<2,0	<4,0	6,8	<0,20	0,5	2,1	2,6	<0,50	2,0	6,4	2,8	5,2	<10	1,6	
KevG-31	ka 2018	236,80	3,6	26	6,6	4,5		12,10	91		2,9	4,5	<5,0	375	364	2,3	6,7	3,4	<0,20	0,6	2,4	2,6	0,8	1,9	7,2	2,8	5,6	46,9	1,5	
KevG-31	9.1.2019	237,78	3,7	1	6,0	36,0	0,06	12,00	94		92,0	1,3	<5,0	1700	1700	15,00	<4,0	<2,0	1,6	24,0	22,0	<0,50	15,0	2,1	8,6	54,0	<10	0,5		
KevG-31	12.2.2019	236,53	3,2	10	6,3	33,0	0,09	10,60	79		33,0	1,8	<5,0	1100	1100	2,3	<4,0	2,1	<0,20	1,0	9,7	9,1	<0,50	6,9	1,4	5,4	21,0	<10	0,5	
KevG-31	7.3.2019	236,12	3,0	10	6,2	8,5	0,11	11,10	83		17,0	2,4	<5,0	910	890	<2,0	<4,0	2,9	<0,20	0,8	5,1	5,6	0,7	4,8	1,6	3,9	13,0	94,0	0,8	
KevG-31	10.4.2019	235,64	2,7	23	6,4	7,1	0,12	11,20	82		12,0	2,9	<5,0	840	860	<2,0	<4,0	3,9	<0,20	0,7	4,3	4,9	<0,50	3,6	1,7	3,8	11,0	<10	1,0	
KevG-31	22.5.2019	238,26	2,5	3	6,5	4,6	0,15	14,00	100		4,6	5,1	<5,0	540	540	<2,0	<4,0	4,1	<0,20	0,5	2,3	2,4	<0,50	2,1	<1,0	2,5	5,7	<10	1,5	
KevG-31	18.6.2019	237,88	3,0	6	6,4	4,2	0,14	14,00	100		2,3	4,7	<5,0	190	180	<2,0	<5,0	7,2	<0,05	0,6	2,7	2,3	0,3	2,2	0,7	3,0	5,4	22,8	1,7	
KevG-31	9.7.2019	238,34	3,3	3	6,3	4,0	0,15	14,00	110		2,5	5,3	<5,0	180	160	<2,0	<5,0	14,0	<0,05	0,7	2,7	2,1	0,3	2,0	0,3	3,1	4,9	12,0	1,7	
KevG-31	21.8.2019	237,46	4,1	2	6,2	4,0	0,15	13,00	96		2,4	5,4	<5,0	210	140	<2,0	<5,0	20,0	<0,05	0,6	2,4	2,6	0,3	0,8	1,3	2,7	6,8	23,3	1,8	
KevG-31	18.9.2019	239,44	5,1	<0,15	6,1	33,0	0,08	12,00	96		87,0	1,6	<5,0	1600	1400	<2,0	6,3	2,5	<0,05	1,7	25,2	21,3	0,1	16,1	2,0	8,5	51,6	<2,5	0,7	
KevG-31	10.10.2019	239,88	5,5	<0,15	6,0	130,0	0,21	7,00	55		340,0	110,0	<5,0	940	640	3,4	<5,0	8,7	<0,05	3,4	114,0	56,2	0,4	21,4	5,8	28,2	149,0	<2,5	38,4	
KevG-31	2.12.2019	239,90	4,2	0	6,9	190,0	0,26	2,00	15		420,0	380,0	<5,0	340	14	2,2	<5,0	9,0	<0,05	4,2	161,0	85,7	0,4	20,1	106,0	88,7	194,0	4,2	127,0	
KevG-31	16.12.2019	238,30	4,0	1	5,9	200,0	0,26	1,30	10		400,0	380,0	<5,0	360	13	<2,0	12,0	6,8	<0,05	4,5	178,0	83,3	0,5	23,9	120,0	97,3	190,0	13,9	134,0	
KevG-31	13.1.2020	237,45	3,3	2	5,9	200,0	0,25	1,40	10		400,0	370,0	<5,0	340	18	3,1	15,0	7,6	<0,05	4,1	160,0	89,6	0,4	21,2	123,0	96,0	58,3	123,0		

Tunnus*	Pvm	Veden korkeus N60 m	Lämpötila °C	Sameus FTU / NTU	pH	Sähkönjohtavuus mS/m	Alkaliteetti mmol/l	Happi mg/l	Happi %	Fluoridi mg/l	Kloridi mg/l	Sulfaatti mg/l	Tiosulfaatti mg/l	Kokonais-typpi µg/l	Nitraatti-typpi µg/l	Nitriitti-typpi µg/l	Ammonium-typpi µg/l	Fosfaatti-fosfori µg/l	Antimoni Sb µg/l	Kalium K mg/l	Kalsium Ca mg/l	Koboltti Co µg/l	Kromi Cr µg/l	Kupari Cu µg/l	Mangaani Mn µg/l	Natrium Na mg/l	Nikkeli Ni liuk µg/l	Rauta Fe µg/l	Rikki S mg/l	
KevG-18	2017	208,00	5,4	4	6,3	6,7		7,30	58		3,4	14,0		150	120	<2,0	<4,0	2,2	<0,20			<0,10	1,8	0,6	1,2		6,5	<10	4,5	
KevG-18	2018	205,12	6,1	10	6,4	7,2		8,30	67		3,6	14,0		150	130	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			<0,10	1,7	<0,50	<1,0		6,6	12,0	4,4	
KevG-18	2019	204,15	3,7	0	6,2	5,4	0,22	8,40	64		2,3	7,8	<5,0	110	62	<2	5,4	3,6	<0,05	0,9	3,1	0,1	1,8	0,4	0,7	2,5	5,1	2,8	2,6	
KevG-18	2020	205,19	5,3	1	6,3	5,8	0,23	8,40	66	<0,1	2,4	8,6	<5,0	79	50	<2	<10	4,0	<0,05	0,9	3,5	0,0	1,7	0,5	0,6	2,8	4,7	<2,5	2,8	
KevG-19	2010		2,7	29	6,7	18,0		7,88	57		1,7	6,8			1390	4,0	6,6	102,8	<3			<3	<3	24,2		<3	111,8	2,3		
KevG-19	2011		3,7	2	6,8	19,8		5,28	40		1,8	22,0					20,5	22,3	<3			3,4	10,6	49,6		4,2	3531,5	7,9		
KevG-19	2012	205,33	5,1	132	7,0	31,0		5,10	40		3,3	22,5		385	79	<5	6,3	2,8	<3			<4	<3	<3	6,8	9,4	231,0	7,8		
KevG-19	2013	205,24	4,4	180	7,0	32,0		6,50	50		1,6	4,4		290	29	<2	28,0	<2	<0,5			<0,5	<1	3,3	21,0	2,5	46,0	1,6		
KevG-19	2014	205,37	5,0	16	7,0	26,0		0,80	6		0,9	3,0		190	<4	<2	50,0	3,3	<0,5			<0,5	<1	2,8	33,0	4,5	24,0	1,2		
KevG-19	2015	205,41	7,3	25	7,3	31,0		3,40	28		1,3	7,3		210	48	<2	47,0	<2	<0,5			<0,5	<1	2,2	15,0	6,0	41,0	2,2		
KevG-19	2016	205,42	7,3	13	7,1	30,0		1,30	11		1,1	3,9		160	<4	<2	47,0	<2	<0,5			<0,5	<1	2,1	18,0	5,0	31,0	1,1		
KevG-19	2017	194,00	6,1	50	7,4	31,0		6,00	48		1,1	1,6		200	10	<2,0	68,0	3,3	<0,20			0,2	0,5	2,7	48,0	4,5	16,0	0,5		
KevG-19	2018	205,41	5,8	14	7,3	33,0		6,60	53		1,3	3,2		160	14	3	37,0	2,3	<0,20			0,3	0,7	10,0	53,0	4,9	43,0	1,0		
KevG-19	2019	205,38	3,9	5	7,3	34,0	3,36	6,50	50		1,1	1,5	<5,0	260	6	<2	62,0	220,0	<0,05	3,5	40,7	0,4	0,9	1,9	235,0	3,3	7,0	111,0	0,5	
KevG-19	2020	205,52	6,0	55	7,0	29,0	2,84	3,00	24	<0,1	1,2	2,6	<5,0	180	<5	<2	51,0	56,0	<0,05	3,4	36,0	0,2	0,5	2,9	360,0	3,5	12,0	7,3	0,8	
KevG-27	ka 2014	236,01	6,5	94	6,9	40,7		4,30	35		6,8	59,3		650	497	<2	59,3	2,6	<0,5			18,5	4,1	22,0	230,0		116,7	27,5	19,0	
KevG-27	ka 2015	236,37	5,3	83	6,6	26,8		7,88	61		2,8	37,8		730	578	<2	22,0	2,1	<0,5			21,8	3,2	39,8	78,5		175,0	45,0	12,2	
KevG-27	ka 2016	236,55	5,8	160	6,7	17,0		10,80	86		1,8	30,3		580	472	<2	7,1	2,8	<0,5			19,4	4,7	44,0	39,8		155,0	154,8	8,5	
KevG-27	ka 2017	235,12	6,1	21	7,6	73,3		2,57	20		5,6	140,0		167	7	<2,0	20,3	3,7	<0,20	17,0	65,0	6,1	0,5	4,9	573,3	5,2	119,7	21,7	47,0	
KevG-27	ka 2018	235,77	5,0	15	7,7	69,3		4,30	33		4,0	134,5		208	21	6,0	16,3	<2,0	8,8			7,8	1,7	9,2	500,0		159,3	25,0	180,5	
KevG-27	10.4.2019	234,71	1,5	35	7,6	70,0		3,80	27		4,4	140,0		190	12	<2,0	55,0	2,2	0,2			5,3	<0,50	12,0	540,0		140,0	<10	43,0	
KevG-27	24.6.2019	235,00	4,1	8	7,2	40,0	2,50	5,00	38		1,7	58,0	<5,0	180	20	9,9	6,2	5,6	0,1	11,1	43,4	8,3	2,8	41,6	263,0	2,2	224,0	49,9	20,2	
KevG-27	22.8.2019	234,83	7,2	2	7,2	57,0	3,79				2,1	85,0	<5,0	240	9	<2,0	32,0	3,3	0,1	17,7	66,1	6,1	0,7	13,1	430,0	2,2	174,0	22,6	28,3	
KevG-27	6.4.2020	235,07																												
KevG-27	24.6.2020	235,08																												
KevG-27	21.10.2020	235,08																												
KevG-39	ka 2018	239,50	4,6	2047	6,8	10,8	0,27	8,09	63		5,5	13,3	<5,0	207	47	<2,0	25,6	42,7	0,79	2,8	41,1	5,9	1,1	6,8	99,7	16,1	9,4	385,0	48,7	
KevG-39	9.1.2019	238,83	3,6	6	6,3	4,1	0,22	11,00	83		1,1	2,9	<5,0	160	35	<2,0	15,0	<2,0	0,2	0,6	2,8	2,1	0,6	4,9	8,2	1,7	1,6	<10	0,9	
KevG-39	13.2.2019		2,0	99	6,6	3,7		11,20	81		1,2	3,5	<5,0	92	48	<2,0	8,4	13,0	<0,20	0,5	2,9	2,1	<0,50	5,3	5,8	1,6	1,7	17,0	1,1	
KevG-39	7.3.2019	237,40	2,8	21	6,2	3,6	0,24	12,20	90		1,5	3,1	<5,0	120	45	<2,0	16,0	2,0	<0,20	0,6	2,9	1,5	0,9	5,4	9,4	1,8	1,8	22,0	1,1	
KevG-39	9.4.2019	237,28	1,7	5	6,6	4,4	0,27	10,80	78		1,2	3,1	<5,0	140	45	<2,0	41,0	2,2	<0,20	0,7	3,1	1,6	0,6	6,7	8,0	1,7	2,2	17,0	1,0	
KevG-39	22.5.2019	240,17	2,8	70	6,5	4,2	0,29	11,70	86		1,2	3,4	<5,0	120	24	<2,0	46,0	35,0	<0,20	0,6	2,7	2,0	0,7	4,6	11,0	2,6	1,7	150,0	1,1	
KevG-39	24.6.2019	240,07	4,0	4	6,1	3,6	0,22	12,00	88		0,8	2,2	<5,0	69	25	11,0	21,0	66,0	0,1	<0,5	3,0	2,0	0,7	4,3	6,3	2,4	1,6	6,9	0,7	
KevG-39	10.7.2019	240,03	4,8	3	6,2	3,6	0,23	11,00	84		1,1	2,6	<5,0	76	22	<2,0	8,2	17,0	<0,05	0,7	3,2	1,9	0,7	5,6	6,8	1,9	2,0	10,0	0,8	
KevG-39	22.8.2019	238,93	4,5	1	5,9	3,5	0,20				1,0	2,8	<5,0	210	56	<2,0	23,0	6,8	0,1	0,6	3,1	1,0	0,6	5,3	3,4	1,8	1,6	4,8	0,9	
KevG-39	18.9.2019	238,53	3,9	2	6,4	3,6	0,20	11,00	86		1,1	3,4	<5,0	210	47	<2,0	13,0	480,0	<0,05	0,6	3,5	1,4	0,6	4,3	7,9	1,9	2,1	14,0	1,2	
KevG-39	10.10.2019	238,19	3,4	0	6,5	3,8	0,20	11,00	86		0,9	4,1	<5,0	120	46	<2,0	28,0	9,2	<0,05	0,5	3,0	1,8	0,6	5,8	6,5	2,0	1,6	2,9	1,3	
KevG-39	20.11.2019	238,05	3,3	9	6,1	3,6	0,21	10,00	78		1,0	3,3	<5,0	170	48	<2,0	14,0	540,0	<0,05	0,6	3,3	1,5	0,7	3,9	6,9	1,8	1,7	6,6	1,1	
KevG-39	17.12.2019	237,88	3,2	11	6,2	3,6	0,20	11,00	81		0,9	3,2	<5,0	260	59	<2,0	25,0	2,4	<0,05	0,6	3,1	1,2	0,7	3,1	5,0	1,8	1,6	<2,5	1,2	
KevG-39	13.1.2020	237,75	2,2	24	6,4	3,8	0,20	10,00	73	0,31	1,3	3,0	<10	250	55	<2	27,0	160,0	<0,05	0,6	3,2	1,2	0,7	3,8	7,0	1,9	1,8	5,7	1,1	
KevG-39	13.2.2020	237,73	3,3	32	6,3	3,8	0,20	10,00	76	<0,1	0,9	3,5	<5,0	190	40	<2	5,7	64,0	0,1	0,5	3,2	1,8	0,6	8,0	8,2	1,8	4,6	5,9	1,0	
KevG-39	5.3.2020	235,75	3,0	<0,15	6,2	3,8	0,21	9,40	70	<0,1	0,9	3,1	<5,0	110	45	<2	5,9	36,0	0,1	0,5	3,3	1,2	0,7	4,4	4,1	1,8	1,5	5,6	1,1	
KevG-39	2.4.2020	237,76	3,1	6	6,2	3,7	0,19	10,00	77	0,13	1,3	3,5	<5	92	36	<2	<5	15,0	0,1	0,8	3,6	1,4	0,7	6,7	5,3	2,5	2,4	4,8	2,5	
KevG-39	14.5.2020	240,85	2,9	10	6,0	4,3	0,22	13,00	93	<0,1	2,1	3,1	<5,0	290	22	<2	16,0	48,0	0,1	0,7	3,4	1,6	0,8	5,1	4,3	2,4	2,5	15,0	1,1	
KevG-39	17.6.2020	240,80	5,0	13	6,1	3,3	0,19	12,00	91	<0,1	0,8	2,3	<5,0	250	19	<2,0	8,2	16,0	<0,05	0,6	3,0	1,6	0,7	4,7	7,7	1,6	1,4	7,5	0,8	
KevG-39	23.7.2020	239,75	4,8	3	6,0	3,3	0,19	11,00	87	<0,1	1,1	2,6	<5,0	68	13	<2	10,0	34,0	0,1	0,7	2,7	2,7	0,7	7,4	9,7	1,7	1,8	8,5	0,9	
KevG-39	13.8.2020	239,48	4,5	15	6,2	3,6	0,21	11,00	86	<0,1	1,0	2,7	<5,0	<50	20	<2	<10	130,0	<0,05	0,6	2,9	2,0	0,6	4,2	5,6	1,8	1,6	4,5	0,9	
KevG-39	3.9.2020	239,16	5,3	13	6,1	3,4	0,18	12,00	94	<0,1	1,0	3,1	<5,0	58	36	<2	15,0	11,0	<0,05	0,7	2,5	1,8	0,6	5,1	13,0	1,7	1,6	3,8	1,1	
KevG-39	21.10.2020	238,83	3,8	10	6,4	3,5	0,21	10,00	77	<0,1	1,0	2,6	<5,0	91	32	<2	<10	37,0	0,1	0,5	2,7	1,7	0,9	7,8	7,6	1,8	2,2	10,0	0,9	
KevG-39</																														

