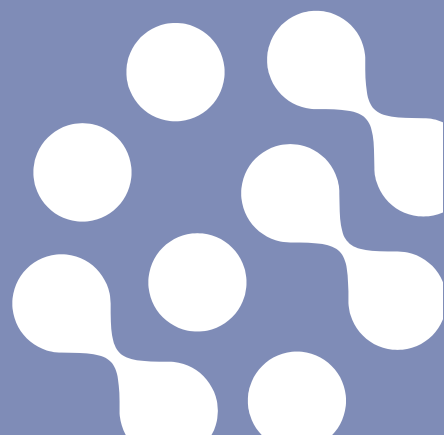


Projekti 180012  
25.3.2019

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

# KEVITSAN KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILUN VUOSIYHTEENVETO 2018



## BOLIDEN KEVITSA MINING OY, KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2018

### Sisällysluettelo

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ALUEEN GEOLOGISET OLOSUHTEET</b> .....	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>POHJAVESIHAVAINTOPUTKET</b> .....	<b>2</b>
3.1	NÄYTTEENOTTO .....	4
3.2	POHJAVEDEN PINNANKORKEUDET .....	5
<b>4.</b>	<b>ANALYYSITULOKSET</b> .....	<b>7</b>
4.1	VAISKONSELÄN LÄHDE .....	7
4.2	RIKASTUSHIEKKA-ALTAAN YMPÄRISTÖ .....	7
4.3	SIVUKIVIALUEEN YMPÄRISTÖ .....	10
4.4	TULOTIEN HAVAINTOPUTKET JA MELUVALLIN ALUE .....	13
4.5	POLTTOAINEEN JAKELUASEMA .....	13
<b>5.</b>	<b>EPÄVARMUUDEN TARKASTELU</b> .....	<b>14</b>
	<b>YHTEENVETO</b> .....	<b>16</b>
	<b>VIITTEET</b> .....	<b>17</b>
	<b>LIITTEET</b> .....	<b>18</b>

#### LIITTEET

Liite 1. Tarkkailutulokset vuodelta 2018

25.3.2019

**Eurofins Ahma Oy**



Sari Luste



Heli Ranta-aho

#### Yhteystiedot

Sari Luste  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI  
Sähköposti: sariluste@eurofins.fi

[www.eurofins.fi](http://www.eurofins.fi)

# 1. JOHDANTO

Boliden Kevitsa Mining Oy:n Kevitsan monimetallikaivoksen rakentaminen aloitettiin keväällä 2010. Kaivoksen tuotanto käynnistyi kesällä 2012, jolloin toiminnan, tuotannon 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. Vuoden 2014 aikana saatiin ympäristölupa tuotannon laajentamiseen (Kevitsan kaivoksen tuotannon laajentamisen ympäristö- ja vesitalouslupa sekä töiden ja toiminnan aloittamislupa PSAVI 79/2014/1).

Pohjavesien tarkkailun muutossuunnitelma toimitettiin Lapin ELY-keskukselle hyväksyttäväksi marraskuussa 2015. Lapin ELY-keskus hyväksyi 24.9.2015 tarkkailuohjelman päätöksellä LAPELY/94/07.00./2010. Vuoden 2018 aikana pohjavesien tarkkailua toteutettiin 2017 päivitetyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelma päivitettiin vuonna 2015 vastaamaan kokonaisuudessaan uuden ympäristöluvan (79/2014/1) kaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailuja.

Tarkkailuohjelman lisäksi vuonna 2018 heti vuoden alusta tehtiin rikastushiekka-altaan pohjavesien tarkkailua, jota on jatkettu tiheästi kuukausittain LAPELY:n 2.1.2017 päivätyn päätöksen mukaisesti. Rikastushiekka-altaan ympäristöön asennettiin loppuvuodesta 2017 uusia pohjavesiputkia (KevG-35, -37, -39, -40, -41) lisätarkkailua varten liittyen kolmivaiheiseen suunnitelmaan pohjavesien laadun edelleen heikkenemisen estämiseksi. Rikastusahiekka-allas B:n itäpuolella sijainnut havaintoputki KevG-35 kuitenkin poistui kun sen paikalle tehtiin pohjaveden talteenotto-kaivo kesällä 2018.

Tässä raportissa esitetään vuoden 2018 pohjavesitarkkailun tulokset ja verrataan niitä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

# 2. ALUEEN GEOLOGISET OLOSUHTEET

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

Kevitsan kerrosintruusio sijaitsee varhaisproterotsooisen Keski-Lapin vihreäkivialueen itäosassa. Intruusioon liittyvä malmio sijaitsee Kevitsansarvessa, noin 1,5 km Kevitsanvaarasta pohjoiseen. Intrusion kivilajit ovat pääosin gabroja ja ultramafisia kumulaatteja. Kevitsan esiintymä on suuri ja suhteellisen matalapitoinen Ni-Cu-PGE -malmi. Metallit ovat sitoutuneet sulfidimineraaleihin, jotka esiintyvät pirootteina intrusion ultramafisissa kumulaateissa, lähinnä oliviinipyrokseniiteissä. Nikkelin ja kuparin lisäksi malmissa esiintyy kobolttia, platinaa, palladiumia ja kultaa.

Kaivospiirin sisäiset pohjavesiputket KevG-32, KevG-37 ja KevG-41 sijaitsevat mustaliuskealueella. Putket KevG-7, KevG-11, KevG-12, KevG-27 ja KevG-29 sijaitsevat pyrokseniittialueella sekä KevG-28 sijaitsee duniittialueella.

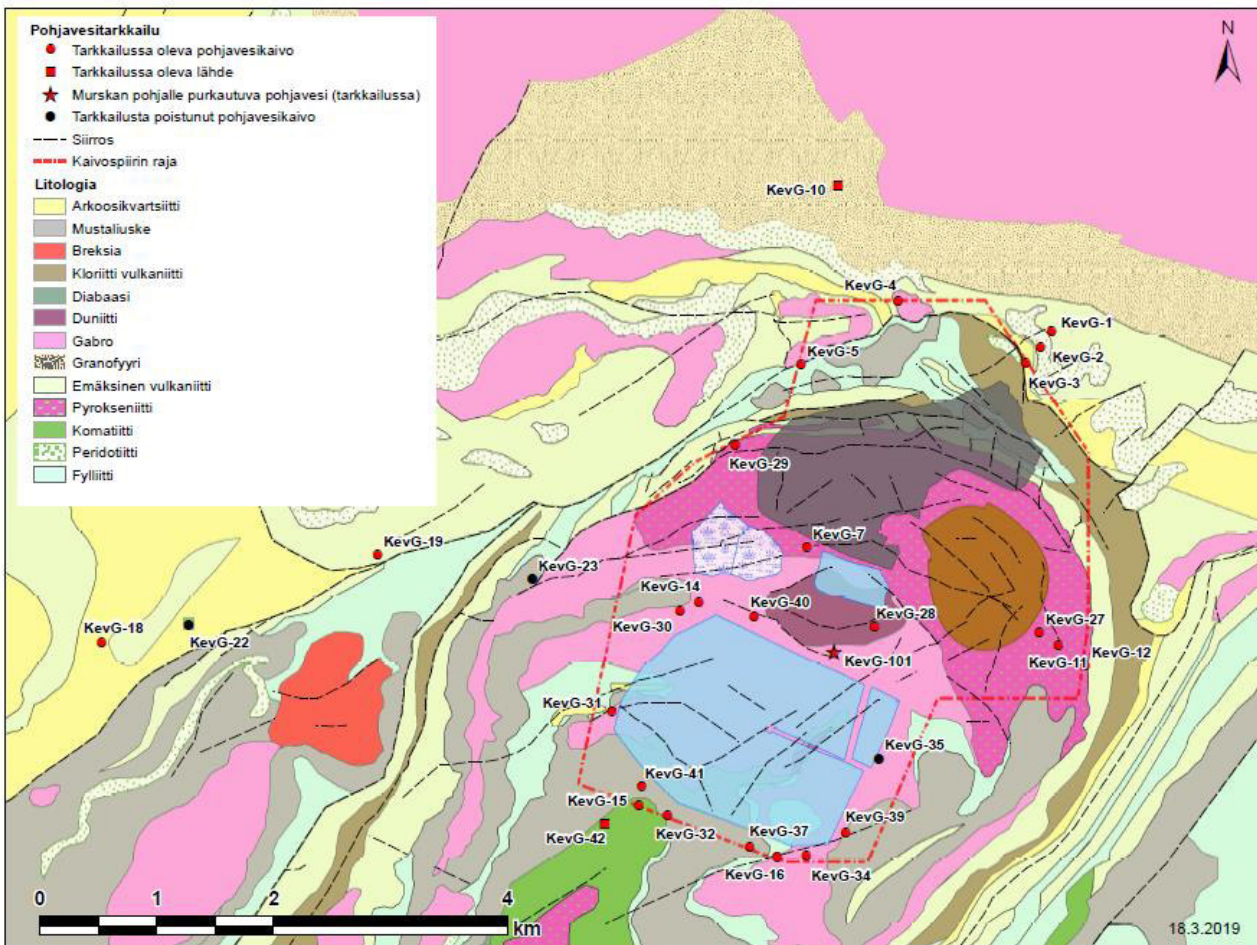
Putki KevG-2 sijaitsee peridotiittialueella, eli saman kivilajiyksikön alueella kuin itse louhittava mineralisaatio, mikä heijastuu myös pohjaveden laatuun kyseisillä alueilla.

Muut kaivospiirin sisällä tai sen läheisyydessä sijaitsevat pohjavesiputket jakaantuvat monen eri kivilajiyksikön alueelle. KevG-1 ja KevG-19 sijaitsevat emäksisen vulkaniitin alueella. KevG-3 ja KevG-18 sijaitsevat arkoosikvartsiittialueella. Putket KevG-4, KevG-14, KevG-16, KevG-30, KevG-31, KevG-34, KevG-40 ja KevG-101 sijaitsevat gabroalueella. Putki KevG-15 ja lähde KevG-42 sijaitsevat komatiittialueella. KevG-39 sijaitsee mustaliuske- ja gabroalueiden välimaastossa (kaivosalueen eteläpuoli). Putki KevG-5 sijaitsee fylliittialueen ja gabroalueen välimaastossa.

Tarkkailuun kuuluva kaivospiirin pohjoispuolinen lähde KevG-10 sijaitsee granofyyrialueella.

Rikastushiekka-altaan padolla on tehty geofysikaalisia mittalinjoja, joiden avulla on selvitetty sähkönjohtavuuden muutoksia. Mittaustuloksia hyödynnettiin, kun uusien pohjavesiputkien paikkoja valittiin (KevG-30, KevG-31, KevG-32 ja KevG-34). Tutkimuksissa on myöhemmin havaittu, että putki KevG-30 sijaitsee sähkönjohtavuuden muutosvyöhykkeellä, mikä voi vaikuttaa putkelta havaittavaan vedenlaatuun.

Maa- ja kallioperän koostumus vaikuttaa suuresti myös pohjavesien laatuun ja pitoisuuksiin, joten pohjavesitarkkailun tuloksia tarkasteltaessa on huomioitu alueen paikallinen geologia ja siitä aiheutuvat alkuainepitoisuudet kallio- ja maaperässä sekä pohjavedessä. Lähdeaineistona on hyödynnetty suomalaisten kivilajien tyypillistä koostumusta (Rasilainen ym. 2008), tuhannen suomalaisen kaivon kaivosesitutkimusta (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.



Kuva 2-1. Kevitsan alueen kallioperä ja pohjaveden havaintopisteiden sijainneja.

### 3. POHJAVESIHAVAINTOPUTKET

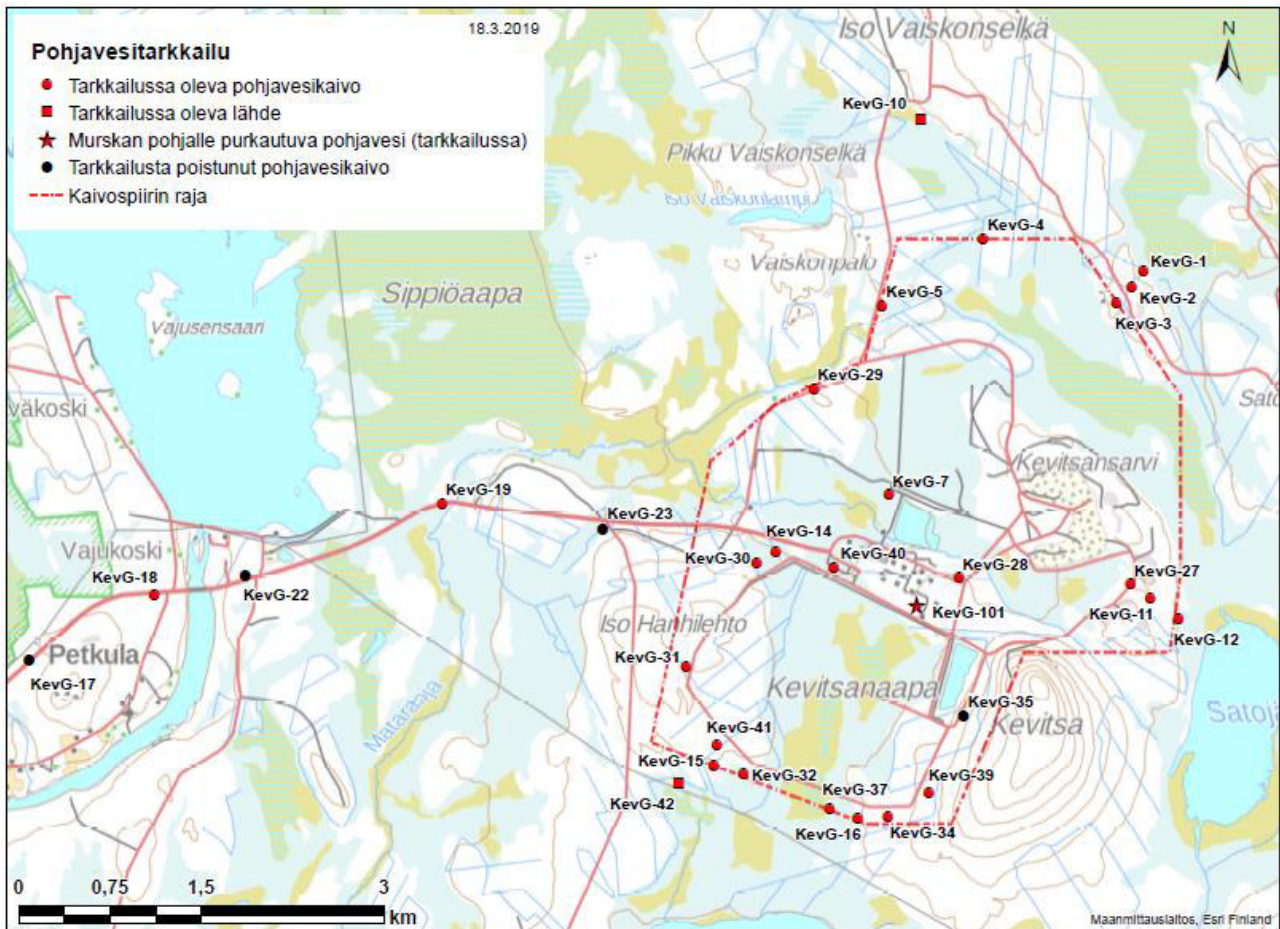
Kevitsan kaivoksen lähialueella ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, eikä alueen pohjavettä hyödynnetä talousvetenä. Lähin III-luokan pohjavesialue, Moskuvaara, sijaitsee noin 8 km kaivospiirin rajalta etelään. Pohjavesiputket ovat siiviläputkilla varustettuja PEH-muoviputkia, joiden sisähalkaisija on 52 mm, lukuun ottamatta uusimpia vuonna 2017 asennettuja rikastushiekka-altaan lisätarkkailun pohjavesiputkia KevG-37, KevG-39, KevG-40 ja KevG-41, joiden sisähalkaisija on 50 mm. Pohjavesiputkien perustiedot on esitetty oheisessa taulukossa (taulukko 3-1) ja sijainti on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 3-1). Tarkemmat putkikohtaiset tiedot ja pohjavesiputkikortit on esitetty kaivoksen veloitettarkkailuohjelmassa.

## KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2018

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

Tunnus	Koordinaatit		Maanpinnan korkeus, N60	Putken pään korkeus, N60	Näytepisteen kuvaus
	ETRS-TM35FN 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-9	7509130	499483	227,64	228,59	Sivukiven ja pintamaiden läjitysalueiden vaikutusten seuraaminen.
KevG-10	7512342	497581	228,46		Vaiskonsefin 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-13	7508203	498049	230,54	231,68	Rikastushiekka-altaan 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-17	7507906	490255	206,45	207,44	Kaivoksen tulotien tienvarsitarkkailu
KevG-18	7508441	491283	208,8	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-28	7508203	498049	228,5	229,43	Polttoaineen jakeluaseman vaikutusten tarkkailu.
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, lisätarkkailu
KevG-39	7506811	497649	245,16	246,05	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen, lisätarkkailu
KevG-40	7508645	496898	219,08	220,47	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen, lisätarkkailu
KevG-41	7507212	495906	230,86	232,03	Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen, lisätarkkailu
KevG-42	7507024	495750			Rikastushiekka-altaan vaikutusten seuraaminen, lisätarkkailu (lähde)
KevG-101	7508361	497718			Primäärimurskan pohjalle purkautuvan pohjaveden laadun seuranta.





Kuva 3-1. Pohjavesiputkien sijainti.

## 3.1 Näytteenotto

Kaivoksen tulotien tienvarsitarkkailun pohjavesiputkista (KevG-18 ja KevG-19) otetaan näytteet kerran vuodessa lokakuussa, sivukivialueen pohjavesiputkista (KevG-1, KevG-2, KevG-3, KevG-4, KevG-5, KevG-7, KevG-29, KevG-33), lähteestä (KevG-10) ja meluvallin alueen pohjavesiputkista (KevG-11, KevG-12 ja KevG-27) otetaan näytteet neljä kertaa vuodessa. Rikastushiekka-altaan pohjavesiputkista (KevG-14, KevG-15, KevG-16, KevG-30, KevG-31, KevG-32 ja KevG-34 sekä havaintopisteestä KevG-101) otetaan näytteet kerran kuukaudessa kuten myös uusista havaintoputkista KevG-37, KevG-39, KevG-40 ja KevG-41 sekä havaintopisteestä KevG-42 (lähde). Vuonna 2018 näytteet otettiin Eurofins Ahma Oy:n sertifioidujen 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.

Näytteet analysoitiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n akkreditoidussa laboratoriossa. Laboratorion laatujärjestelmä perustuu kansainväliseen SFS-EN ISO/IEC 17025 standardiin. Laboratorio toimii myös kansainvälisen laatujärjestelmästandardin ISO 9001 mukaisesti.

Huhtikuun näytteenottokierroksella 10-11.4.2018 putkilta KevG-30, ja KevG-14, KevG-10, KevG-2, KevG-16 ja KevG-11 ei saatu näytteitä havaintopisteiden ollessa jäässä tai kuiva. Kesäkuussa näytteet haettiin 12.6., 20.6., ja 25.-26.6.2018. Näytteet saatiin kaikilta tarkkailupisteiltä. Elokuun näytteenottokierroksella 20-22.8.2018 havaintoputkelta KevG-11 ei saatu näytettä vähävetisyyden vuoksi. Lokakuun näytteet otettiin 9-

10.10.2018. Tällöin havaintoputkilta KevG-10, KevG-11, KevG-30, KevG-14 ja KevG-16 ei saatu näytettä näytepisteen oltua jäässä tai kuiva.

Rikastushiekka-altaan ympäristön putkilta kuukausittaisessa näytteenotossa näytteet saatiin joka kuukausi havaintoputkilta KevG-15, KevG-31, KevG-32 ja KevG-34. Havaintoputkilta KevG-14, KevG-16 ja KevG-30 ei saatu näytteitä talviaikaan näytepisteiden ollessa jäässä. Primäärimurskan pohjalle purkautuvasta vedestä (KevG-101) saatiin näyte joka kuukausi.

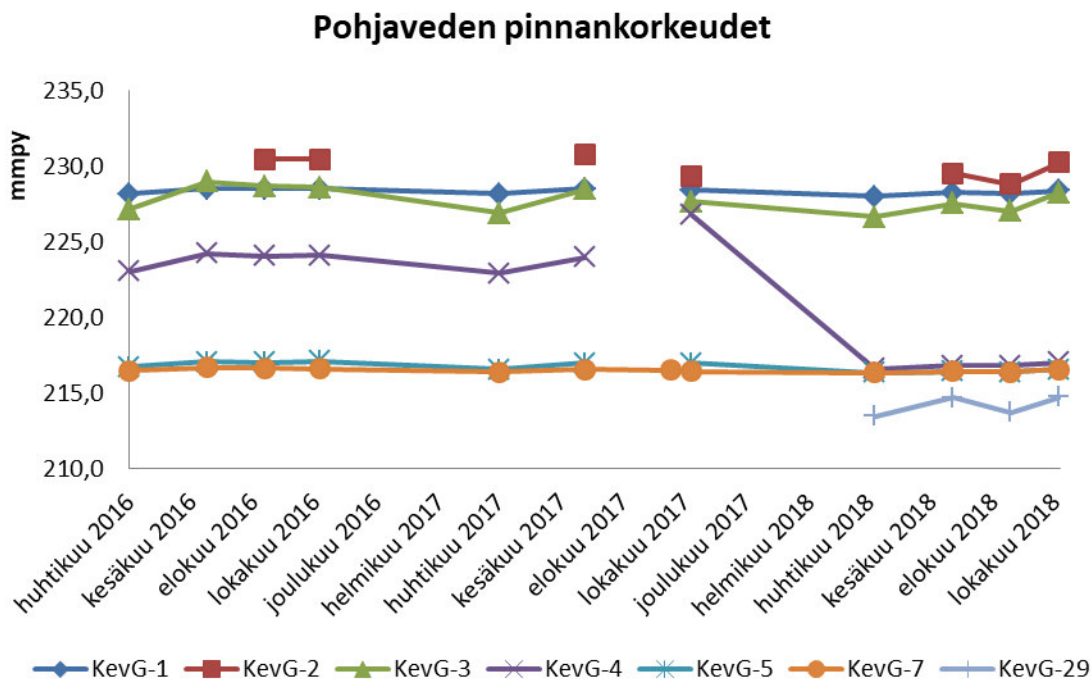
Uusien havaintoputkien näytteenotto onnistui vaihtelevasti. Havaintoputkesta KevG-35 saatiin näytteet vain touko- ja kesäkuussa. Alkuvuodesta kohde oli jäässä ja kesän aikana se poistui käytöstä. Havaintoputkesta KevG-37 näytteet saatiin touko-lokakuussa ja havaintoputken KevG-40 näytteenotoista onnistui helmikuun ja kesä-joulukuun näytteenotot. Havaintopisteiden KevG-39, KevG-41 ja KevG-42 kuukausittainen näytteenotto onnistui. Toteutumatta jääneiden näytteenottojen syy oli se, että havaintopiste oli jäässä tai kuiva.

Polttoaineen jakeluaseman pohjavesiputkesta KevG-28 ei saatu näytettä huhtikuussa, putken ollessa jäässä. Meluvallin ympäristön putkista KevG-12 ja KevG-27 saatiin näyte joka kerta ja putkesta KevG-11 vain kesäkuussa. Vaiskonselän lähteen KevG-10 putkesta saatiin näytteet kesä- ja elokuussa. Tulotien putkista KevG-18 ja KevG-19 saatiin molemmista näytteet lokakuun tarkkailukerralla. Tekemättä jääneiden näytteenottojen syy on se, että näytepiste on ollut jäässä tai kuiva.

## 3.2 Pohjaveden pinnankorkeudet

Pohjaveden pinnankorkeudet on ilmoitettu tasana N60 korkeusjärjestelmässä (m). Kaivoksen mahdollinen vaikutus pohjaveden pinnankorkeuksiin jää pinnankorkeuden luonnollisen vaihtelun alle.

Vuoden 2018 tarkkailussa sivukivialueen, pintamaiden läjitysalueen ja avolouhoksen mahdollisten vaikutusten toteamiseksi asennetuissa pohjavesiputkissa (KevG-1, KevG-2, KevG-3, KevG-4, KevG-5, KevG-7 ja KevG-29) pohjaveden keskimääräiset pinnankorkeudet olivat yhteneväisiä vuoden 2017 havaintoihin, jolloin pinnankorkeudet olivat yleisesti alhaalla. (Kuva 3-2).

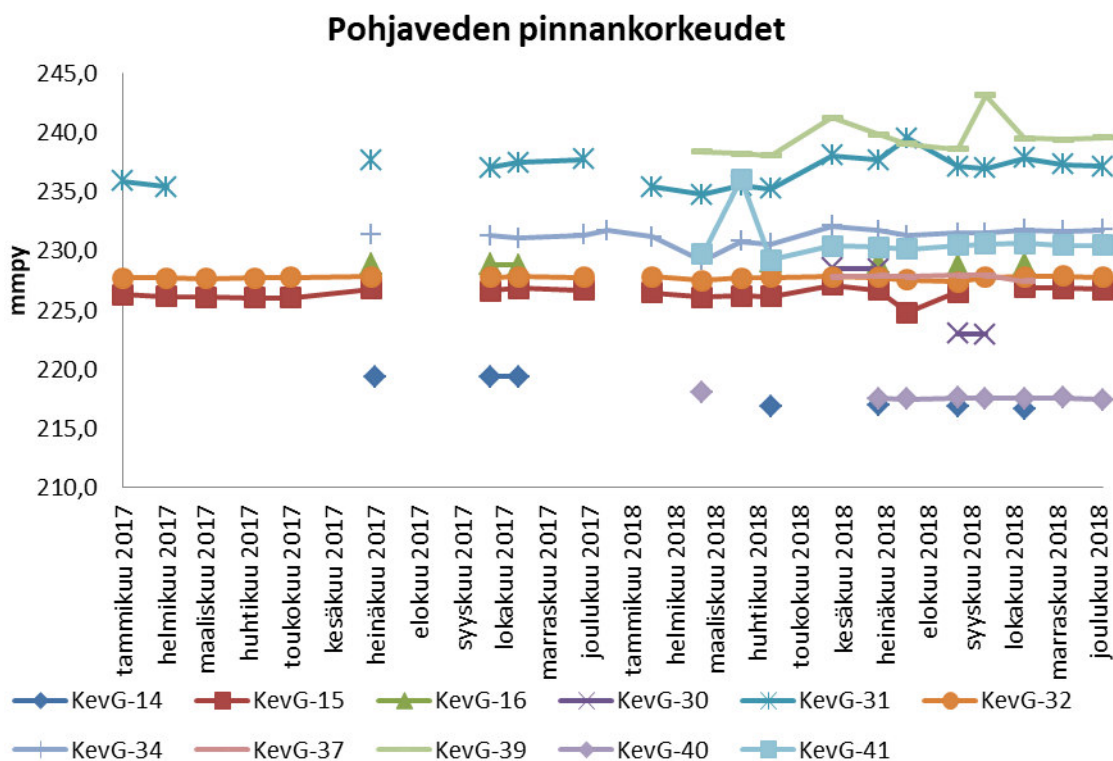


**Kuva 3-2. Pohjaveden pinnankorkeudet sivukivialueen ympäristön pohjavesiputkilla (KevG-1 - KevG-7 ja KevG-29).**

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. Putkelta KevG-11 saatiin pinnankorkeus mitattua vain kaksi kertaa ja pinnankorkeuksien havaittiin olevan edellisvuosiin nähden alhaiset keskiarvoltaan 233,8 mmpy. Satojärveä lähemmän putken KevG-12 keskimääräinen pinnankorkeus oli 227,17 mmpy.

Pohjaveden pinnankorkeus oli putkessa KevG-27 nousussa (+290cm) kesäkuussa. KevG-27 sijaitsee meluvallin länsireunalla aivan tien vieressä. Keskimääräinen pinnankorkeus vuonna 2018 oli 235,6 mmpy.

Rikastushiekka-altaan ympäristössä pohjaveden pinnankorkeudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin, eikä muilta alueilta havaittua pinnankorkeuksien laskua ollut havaittavissa. Havaintoputkella KevG-30 pinnankorkeudet vaihtelivat paljon vuodenaikojen mukaan. Vuonna 2018 pinnankorkeudet vaihtelivat syyskuun 223 mmpy:stä toukokuun 228,5 mmpy. (Kuva 3-3).



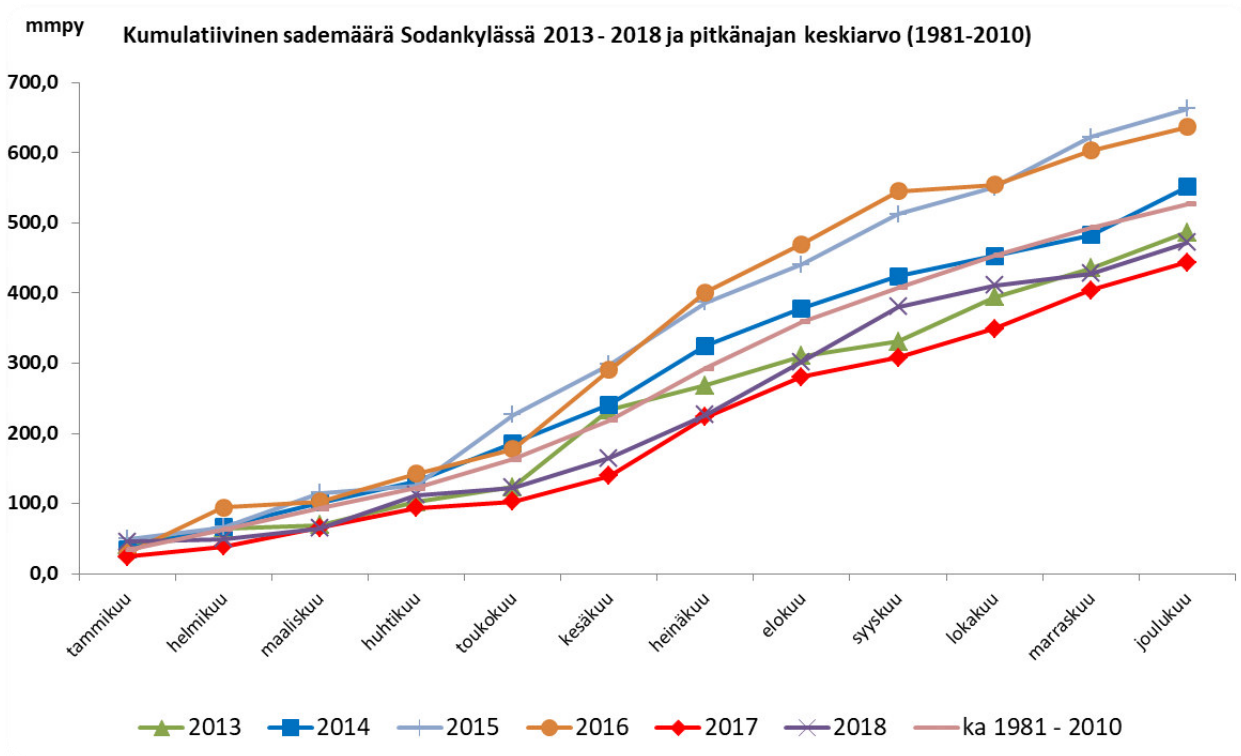
**Kuva 3-3. Pohjavedenpinnan korkeudet rikastushiekka-alueen ympäristön pohjavesiputkissa.**

Kaivoksen tulotien varrella olevista pohjavesiputkista (KevG-18 ja KevG-19) otetaan näytteet kerran vuodessa lokakuussa. Putkista mitatut pohjaveden pinnankorkeudet olivat pääsääntöisesti edellisvuosien tasolla.

Pohjaveden pinnankorkeuksien vaihteluväli on tarkkailtavissa havaintoputkissa pysynyt suurin piirtein samana, kuin viime vuosina. Vedenpinnan korkeuksien vaihteluväli on Suomessa keskimäärin 0,1–1,0 metriä vuodessa (Ympäristöhallinto 2013). Vuonna 2018 usealla Kevitsan havaintoputkella oli vaihteluväli yli metrin. Suurin vaihteluväli (5,6 m) havaittiin putkella KevG-30.

Sodankylän sääaseman mukaan vuonna 2018 kokonaissademäärä oli vain 472 mm, mikä on huomattavasti alhaisempi, kuin pitkän ajan keskiarvo. Vuonna 2017 sadesumma oli 443 mm, 2016 627 mm, 2015 665 mm, 2014 553 mm, 2013 vain 486 mm, pitkän ajan (1981–2010) keskiarvo on 527 mm (Kuva 3-4).





Kuva 3-4. Kumulatiivinen sademäärä Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasemalta vuosilta 2013–2018 sekä pitkänajan keskiarvo (1981–2010).

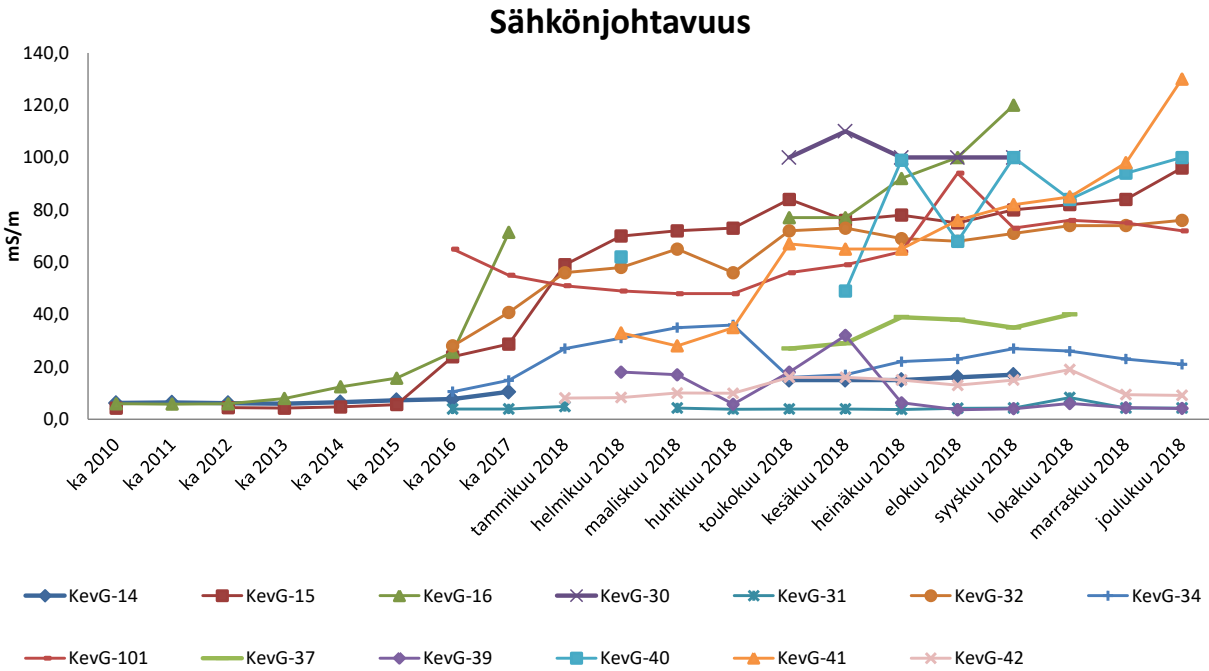
## 4. ANALYYSITULOKSET

### 4.1 Vaiskonselän lähde

Taustapisteen, KevG-10, vesi oli kesäkuussa sameaa ja hapekasta. Elokuussa vesi oli kirkaampaa ja happitilanne huonompi. Typen ja sen fraktioiden pitoisuudet olivat nousseet molemmilla näytteenottoerkoilla. Rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat korkeammat elokuussa. Metallien ja suolojen pitoisuudet olivat pääosin pieniä.

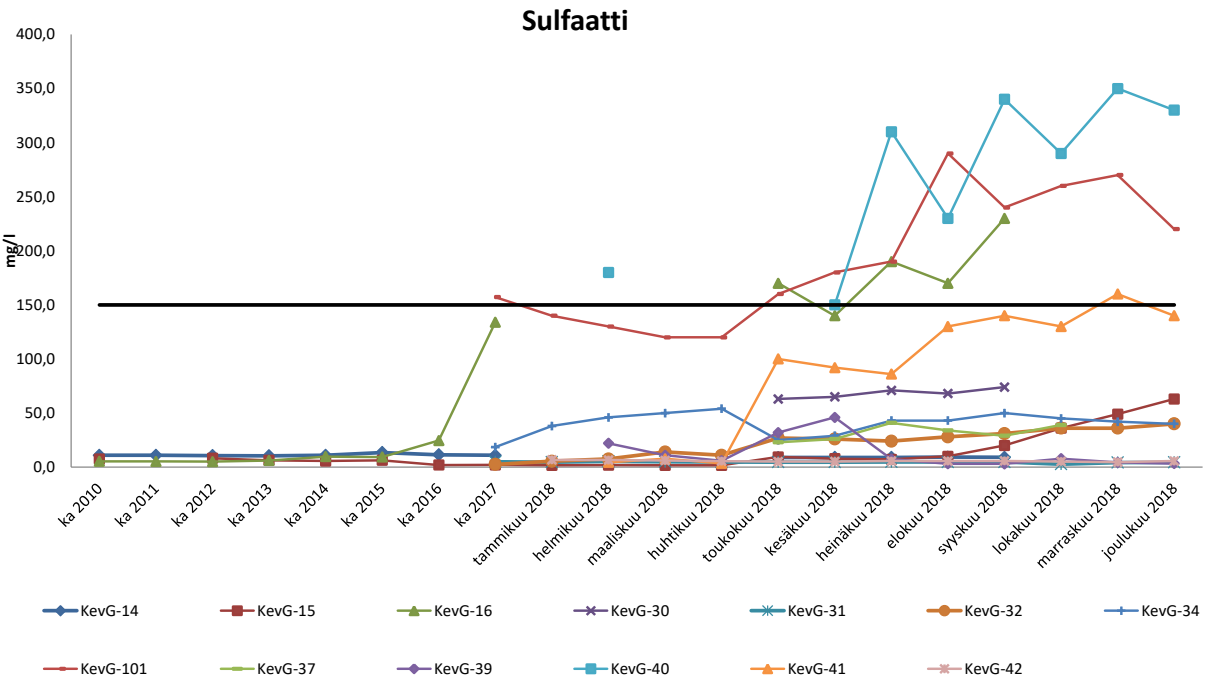
### 4.2 Rikastushiekka-altaan ympäristö

Rikastushiekka-altaan pohjavesien **pH-arvot** vaihtelivat välillä 5,1–7,4. Luonnontilaisten pohjavesien pH:n tavanomainen vaihteluväli on 5,5–7,5 (Lahermo ym. 2002). Tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien havaintoihin. **Happipitoisuus** oli alhaisin putkissa KevG-14, KevG-15, KevG-16, KevG-30 ja KevG-32. Muissa putkissa happipitoisuus oli keskimäärin 10,6 mg/l, 80 %. **Sähkönjohtavuus** putkissa KevG-15 ja KevG-32 oli edelleen jatkanut nousua vuodesta 2017. **Kokonaistypen** pitoisuudet olivat alhaisia ja pysyneet vuoden 2017 tasolla.



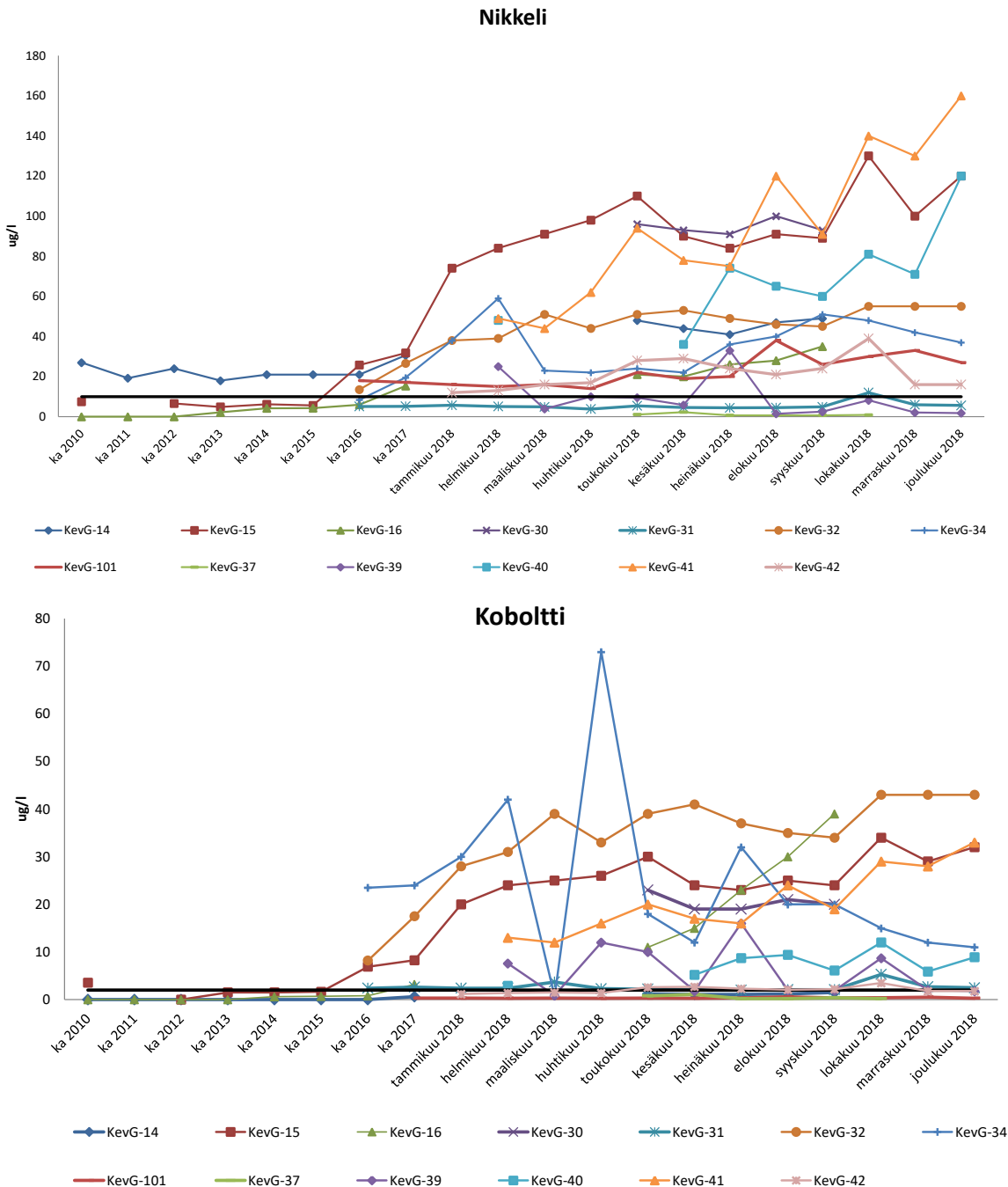
**Kuva 4-1. Sähkönjohtavuus rikastushiekka-altaan ympäristön havaintoputkien sekä havaintopaikan KevG-101 näytteissä.**

**Sulfaatin** pitoisuudet rikastushiekka-altaan ympäristössä ovat kasvaneet reilusti vuodesta 2016. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin putkesta KevG-16 sekä uudesta havaintoputkesta KevG-40 joissa pohjaveden ympäristölaatu normi 150 mg/l (VNa 341/2009) ylittyi lähes kaikilla havaintokerroilla (kuva 4-2).



**Kuva 4-2 Sulfaattipitoisuus rikastushiekka-altaan ympäristössä. Pohjaveden ympäristölaatu normi (150 mg/l; VNa 341/2009) merkitty yhtenäisellä viivalla.**

Vuonna 2018 **nikkelipitoisuudet** rikastushiekka-altaan ympäristössä vaihtelivat putken KevG-37 matalimman arvon 0,66 µg/l ja KevG-41 korkeimman 160 µg/l välillä. Putken KevG-15 nikkelipitoisuudet ovat olleet koholla syksystä 2017 alkaen. Myös uusissa havaintoputkissa havaittiin korkeita pitoisuuksia. Havaintopisteitä KevG-31, KevG-37 ja KevG-39 lukuun ottamatta nikkelipitoisuudet ylittivät pohjaveden ympäristölaatu normin (10 µg/l) selvästi. **Kobolttipitoisuudet** olivat koholla ja kobolttin ympäristölaatu normit (2 µg/l) ylittyivät havaintopaikkoja KevG-14, KevG-37 ja KevG-101 lukuun ottamatta. Suomalaisen kaivojen keskimääräiset kobolttipitoisuudet pora- ja rengaskaivoissa ovat 0,42 ja 0,77 µg/l (tuhannen kaivon tutkimus; Lahermo ym. 2002). Nikkelin ja kobolttin pitoisuuksien vaihtelut ympäristölaatu normineen on esitetty kuvassa 4-3.



**Kuva 4-3. Nikkeli- ja kobolttipitoisuudet rikastushiekka-altaan ympäristössä. Pohjaveden ympäristölaatu normit merkitty yhtenäisellä mustalla viivalla.**

**Kloridipitoisuudet** vaihtelivat välillä 0,6 mg/l–280 mg/l. Suurimmat pitoisuudet havaittiin putkilta KevG-15, KevG-30 ja KevG-41. Pohjavesille asetettu kloridin ympäristölaatonormi 25 mg/l (VNa 341/2009) ylittyi kaikilla muilla putkilla, lukuunottamatta putkea KevG-31 sekä uusia havaintoputkia KevG-35 ja KevG-39.

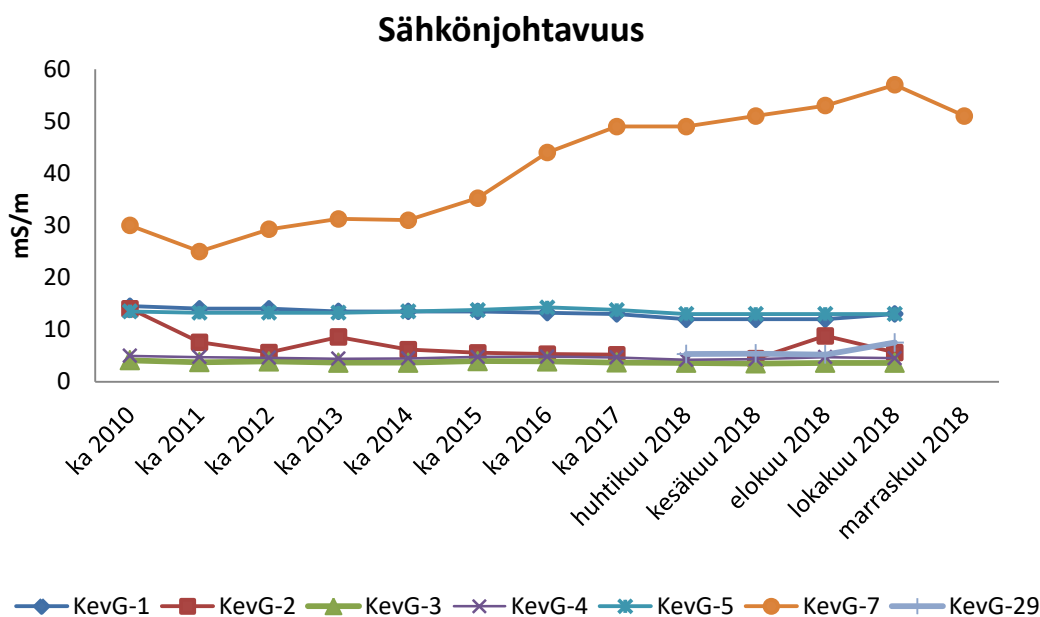
**Kalium-, kalsium- ja natriumpitoisuudet** olivat kaikilla putkilla yli taustapitoisuuksien, lukuunottamatta havaintoputkia KevG-31 ja KevG-35. Kevitsan alueella kaliumin puresien luontaiseksi taustapitoisuudeksi on esitetty 0,6–1,3 mg/l, kalsiumin osalta taustapitoisuus alueella on noin 3–10 mg/l ja natriumin osalta taustapitoisuutena voidaan pitää pitoisuuksia 2–3,5 mg/l (Lahermo. P., et al 1990 ja Tenhola. M. et al 2003). Keskimäärin pitoisuudet olivat nousseet vuodesta 2017.

**Kuparipitoisuudet** olivat korkeimmillaan havaintoputkissa KevG-16 ja KevG-39. Havaintopisteen KevG-29 kuparipitoisuus ylitti pohjaveden ympäristölaatonormin heinäkuun näytteenottokerralla. Kuparipitoisuudet olivat nousseet vuodesta 2017 putkissa KevG-14, KevG-16 ja KevG-34.

## 4.3 Sivukivialueen ympäristö

Sivukivialueen ympäristön **pH-arvot** vaihtelivat luonnontilaisille pohjavesille tavanomaisella välillä 5,9–7,7. **Hapen kyllästysprosentti** vaihteli välillä 15 %–79 %.

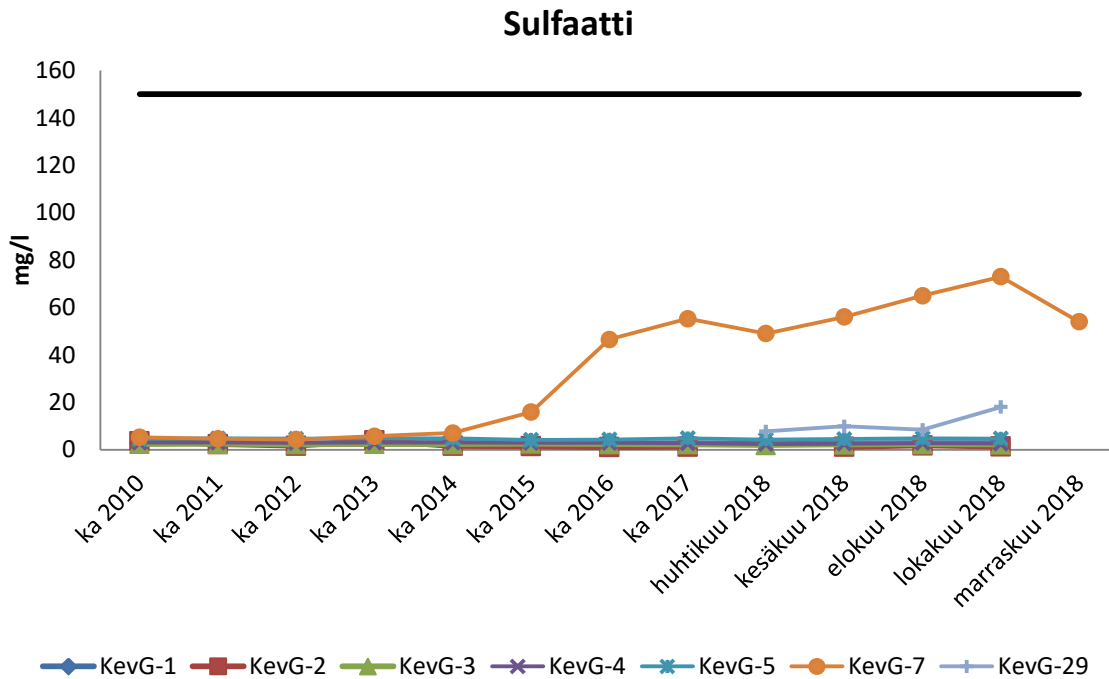
Suomen porakaivovesien keskimääräiset sähkönjohtavuusarvot olivat tuhannen kaivon tutkimuksessa 34,4 mS/m (Lahermo ym. 2002). Lukuun ottamatta putkea KevG-7 **sähkönjohtavuudet** olivat alle porakaivojen keskiarvon. Putkella KevG-7 sähkönjohtavuudet olivat keskimäärin 52 mS/m. Tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin. **Kokonaistypen** pitoisuudet olivat KevG-2 elokuun pitoisuutta (370 µg/l) lukuun ottamatta pysyneet havaintopisteille tyypillisillä tasoilla.



**Kuva 4-4. Sähkönjohtavuus sivukivialueen ympäristön näytteissä. Ympäristölaatonormit merkitty yhtenäisellä mustalla viivalla.**

**Sulfaatin** pitoisuudet olivat yhteneväisiä sähkönjohtavuuden kanssa. KevG-7 putken pitoisuudet vaihtelivat välillä 49 mg/l – 73 mg/l. Muilla putkilla pitoisuudet olivat alle porakaivojen keskipitoisuuden 19,9 mg/l. (Lahermo ym. 2002). Tulokset olivat yhteneväisiä kahden edellisen vuoden tuloksiin (Kuva 4-5). Sulfaattipitoisuus alkoi nousta havaintopisteellä KevG-7 vuosien 2015-2016 aikana.



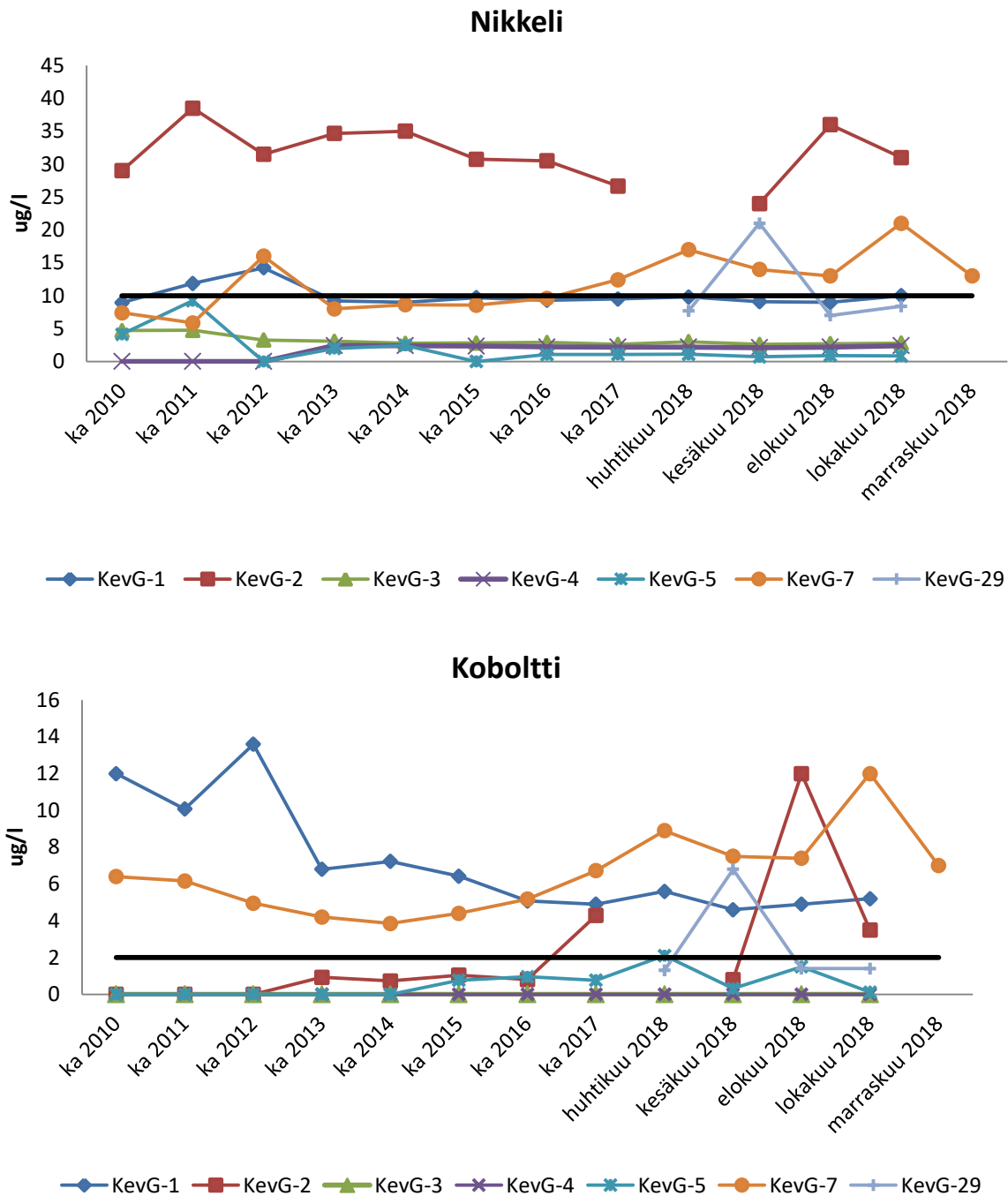


**Kuva 4-5. Sulfaattipitoisuus sivukivialueen ympäristön näytteissä. Ympäristölaatu normit merkitty yhtenäisellä mustalla viivalla.**

Pohjavesille asetettu kloridin ympäristölaatu normi 25 mg/l (VNa 341/2009) ylittyi putkella KevG-7 jokaisella näytteenotokerralla. Korkein **kloridipitoisuus** havaittiin lokakuussa (51 mg/l). Kloridipitoisuudet ovat olleet koholla vuodesta 2016.

**Kuparipitoisuudet** olivat korkeimmillaan putkessa KevG-29, jossa pitoisuus oli 19 µg/l. Muutoin kuparipitoisuudet vaihtelivat <0,50 µg/l–3,0 µg/l. **Kromin** ympäristölaatu normi 10 µg/l (VNa 341/2009) ylittyi putkella KevG-29 kesäkuussa, jolloin havaittiin pitoisuus 56 µg/l. Muutoin pitoisuudet vaihtelivat <0,50 µg/l–8,3 µg/l. **Antimonipitoisuudet** olivat kaikilla putkilla alle määrittäysrajan ja **rautapitoisuudet** edellisvuosien tavanomaisella tasolla.

**Nikkelin ja koboltin** pohjaveden ympäristölaatu normit ylittyivät monin paikoin (kuva 4-6). Nikkelin osalta ympäristölaatu normi ylittyi etenkin havaintopisteissä KevG-2 ja KevG-7. Koboltin osalta myös havaintopisteen KevG-1 pitoisuudet ylittivät ympäristölaatu normin. Tulokset vastasivat edellisten vuosien vaihtelua.



**Kuva 4-6. Nikkeli- ja kobolttipitoisuus sivukivialueen ympäristön näytteissä. Ympäristölaatunormit merkitty yhtenäisellä mustalla viivalla.**

## 4.4 Tulotien havaintoputket ja meluvallin alue

Tulotien havaintoputkien näytteenotto oli ohjelmassa vain lokakuussa. Vuonna 2018 näyte saatiin ainoastaan havaintopisteeltä KevG-18 havaintopisteen KevG-17 oltua kuiva. Näytteen pitoisuudet vastasivat aiempien vuosien tasoa.

Meluvallin ympäristön havaintoputkien (KevG-11, KevG-12 ja KevG-27) pitoisuudet vastasivat aiempia tasoja. Havaintoputken KevG-27 tuotto on todettu huonoksi jolla voi olla vaikutusta tuloksiin (2018 vaihteluväli 19 – 310 µg/l).

**Taulukko 4-1. Tulotien havaintoputkien ja meluvallin alueen tuloksia 2018 ja keskiarvot vuosilta 2016-2017.**

		Sameus	pH	SJ	Happi	Kloridi	Sulfaatti	N	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Fe	S
		FTU / NTU		mS/m	%	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
KevG-18	ka 2016	4,8	6	8,5	51	4	16	130	<0,5	1,8	<1	1,8	6,6	<10	4,3
	ka 2017	4,3	6	6,7	58	3,4	14	150	<0,10	1,8	0,59	1,2	6,5	<10	4,5
	10.10.2018	9,7	6	7,2	67	3,6	14	150	<0,10	1,7	<0,50	<1,0	6,6	12	4,4
KevG-11	ka 2016	1,8	6	12	13	1,7	12	130	7,7	1,3	52	6,6	89	19	2,3
	ka 2017	94	6	8,5	105	0,77	15	53	28	1,2	42	25	116	109	4,2
	20.6.2018	16	6	5,7	105	0,77	10	58	27	0,8	44	8,9	120	25	3,3
KevG-12	ka 2016	1,1	7	16	40	2	6,8	42	3,7	2	4,1	6,8	28	118	2,1
	ka 2017	6,8	6	25	23	2,7	7,1	63	4,4	1,6	6,2	6,3	49	69	2,5
	10.4.2018	76	7	30	15	2,7	7,5	59	5,1	0,8	4,4	3,4	56	110	2,5
	20.6.2018	1,2	6	30	24	2,9	7,7	62	4,5	1,4	5,6	3,9	58	67	2,6
	22.8.2018	3,5	7	31	24	3	9,7	<50	3,8	1,5	4,6	2,6	52	65	3,3
	10.10.2018	2,2	7	27	22	2,6	8,4	57	5	1,4	8,2	4,7	56	27	2,7
KevG-27	ka 2016	160	7	17	86	1,8	30	580	19	4,7	44	40	155	155	8,5
	ka 2017	21	8	73	20	5,6	140	167	6,1	0,5	4,9	573	120	22	47
	12.4.2018	15	8	82	34	5,1	150	290	3,5	4,7	1,8	160	19	<10	58
	25.6.2018	17	8	70	35	4,2	150	140	6,2	0,5	3	570	98	45	52
	22.8.2018	13	8	66	40	3,6	140	230	14	0,9	13	750	310	19	59
	10.10.2018	13	8	59	24	3	98	170	7,6	0,8	19	520	210	11	31

## 4.5 Polttoaineen jakeluasema

Polttoaineen jakeluaseman pohjavesiputkesta KevG-28 tutkittiin öljyhiilivedyt. Öljyhiilivetyjakeiden pitoisuudet olivat kesäkuussa <0,10 mg/l, elokuussa <0,05 mg/l ja lokakuussa <0,03 mg/l.

## 5. EPÄVARMUUDEN TARKASTELU

Pohjavesien laadunvarmistus on haasteellisin kokonaisuus jo näytteenotosta alkaen: näytteenotto on hankalaa, jos putki on heikkotuottoinen tai se sijaitsee hienojakoisessa maaperässä. Yksistään jo varsinaisen näytteen ja laadunvarmistukseen tarkoitettun osanäytteen välille voi jo näytteenotossa tulla eroa, riippuen missä järjestyksessä tai missä vaiheessa pumppausta näytteet on otettu. Kenttätyöhön tulee kiinnittää huomiota (mm. toistettavuus näytteenottokertojen välillä, pumppausteho, kirkastumisen seuranta). Myös näytteiden laboratoriokäsittely voi aiheuttaa pitoisuuseroja: kun sakka dekantoidaan pois analysoitavasta näytteestä, on vesifaasiin jäävän kiintoaineen määrää teknisesti vaikea kontrolloida. Näytteen suodatus maastossa on haastavaa sakkaisille näytteille, mikä voi olla osasy syy lokakuussa todettuihin huomattaviin eroihin. Kokonaisuutena pohjavesien näytteenottoa ja analytiikkaa voi laadun osalta pitää hyvänä.

Vuonna 2018 pohjavesien osalta laadunvarmistuksessa keskityttiin sameusmääritykseen joka indikoi näytteen edustavuutta. Vuoden aikana otettiin 11 rinnakkaisnäytettä laadunvarmistusta varten. Sameuden ero rinnakkaisten näytteiden välillä oli jopa 230 %, keskimäärin 21 % (taulukko 5-1). Vain elokuun kahdessa näytteessä eroa ei ollut lainkaan. Lokakuun kaikissa näytteissä sameuserot ja nikkelin pitoisuuserot olivat huomattavat.

Sähkönjohtavuus sivusi kolmessa vertailunäyteparissa yhdessätoista pitoisuusalueen menetelmäkohtaista mittausepävarmuutta. Näyteparissa (KevG-37, 20.8.2018) myös nikkelin pitoisuus sivusi pitoisuusalueen menetelmäkohtaista mittausepävarmuutta. Näytteiden sameuksissa ei ollut eroavuutta. Näyteparissa (KevG-1, 9.10.2018) erot olivat selvät: näytteet olivat jo sameuden suhteen erilaisia, ja kloridin ja nikkelin pitoisuudet poikkesivat selvästi toisistaan. Sulfaatin pitoisuuserot olivat mittausepävarmuuden sisällä. Epävarmuuden tarkastelua on kuvattu tarkemmin laadunvarmistuksen liittyvässä erillisessä yhteenvedossa ja taulukossa 5-1.



## KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2018

Taulukko 5-1. Pohjaveden laadunvarmistus.

POHJAVEDET			Sameus	Sähkönjohtavuus	Kloridi	Sulfaatti	Nikkeli
MÄÄRITYSRAJA			0,2 NTU	0,1 mS/m	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,2 µg/l
Mittausepävarmuus, me% kun mitattu pitoisuus on:							
nnro	Iso pitoisuus		>10 NTU - 10%	>4 mS/m - 5%	>5,0 µg/l - 10%	>20 µg/l - 15%	>1 µg/l - 15%
	Pieni pitoisuus		<10NTU - 15 %	<4 mS/m - 10%	<5,0 µg/l - 20%	<20 µg/l - 20%	<1 µg/l - 25%
<b>RINNAKKAISET</b>							
18SL05742	QKevG-16_LR	19.6.2018	sameus puuttuu	76	120	140	19
18SL05981	QKevG-1_LR	26.6.2018	28	13	0,69	2,7	8,9
18SL05982	QKevG-3_LR	26.6.2018	13	3,6	0,81	2,2	2,7
18SL05983	QKevG-4_LR	26.6.2018	2,9	4,6	1,1	2,7	2,1
18SL07931	QKevG-14_LR	20.8.2018	17	17	28	8,8	42
18SL07932	QKevG-31_LR	20.8.2018	29	3,8	1,7	4,7	4,4
18SL07933	QKevG-37_LR	20.8.2018	16	41	61	34	0,54
<b>VERTAILUNÄYTTEET</b>							
18TP01865	KevG-16	20.6.2018	0,36	77	120	140	20
18TP01921	KevG-1	26.6.2018	12	12	0,63	2,6	9,1
18TP01922	KevG-3	26.6.2018	15	3,5	0,75	2,2	2,6
18TP01919	KevG-4	26.6.2018	3,6	4,3	0,9	2,5	2,1
18TP02228	KevG-14	20.8.2018	19	16	28	9,3	47
18TP02231	KevG-31	20.8.2018	29	4,2	1,8	4,7	4,5
18TP02233	KevG-37	20.8.2018	16	38	61	34	0,68
<b>VERTAILU</b>							
	KevG-16	20.6.2018	puuttuu	-1 %	0 %	0 %	-5 %
	KevG-1	26.6.2018	57 %	8 %	9 %	4 %	-2 %
	KevG-3	26.6.2018	-15 %	3 %	7 %	0 %	4 %
	KevG-4	26.6.2018	-24 %	7 %	18 %	7 %	0 %
	KevG-14	20.8.2018	-12 %	6 %	0 %	-6 %	-12 %
	KevG-31	20.8.2018	0 %	-11 %	-6 %	0 %	-2 %
	KevG-37	20.8.2018	0 %	7 %	0 %	0 %	-26 %
<b>SÄHKÖNJOHTAVUUS</b>							
MÄÄRITYSRAJA			Sameus NTU	Sähkönjohtavuus s m S/m	Kloridi mg/l	Sulfaatti mg/l	Nikkeli µg/l
			0,2 NTU	0,1 mS/m	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,2 µg/l
Mittausepävarmuus, me% kun mitattu pitoisuus on:							
näytenro	Iso pitoisuus		>10 NTU - 10%	>4 mS/m - 5%	>5,0 µg/l - 10%	>20 µg/l - 15%	>1 µg/l - 15%
	Pieni pitoisuus		<10 NTU - 15 %	<4 mS/m - 10%	<5,0 µg/l - 20%	<20 µg/l - 20%	<1 µg/l - 25%
<b>RINNAKKAISET</b>							
09682	QKevG-1	9.10.2018	7,8	12	0,9	2,8	8,2
09683	QKevG-7	9.10.2018	0,98	58	51	73	11
09767	QKevG-15	9.10.2018	3,7	81	220	35	84
09941	QKevG-32	11.10.2018	3,9	74	190	35	44
<b>VERTAILUNÄYTTEET</b>							
09657	KevG-1	9.10.2018	0,8	13	0,69	2,7	10
09662	KevG-7	9.10.2018	1,7	57	51	73	21
09760	KevG-15	9.10.2018	3,5	82	220	36	130
09791	KevG-32	10.10.2018	13	74	200	36	55
<b>VERTAILU</b>							
	KevG-1		90 %	-8 %	23 %	4 %	-22 %
	KevG-7		-73 %	2 %	0 %	0 %	-91 %
	KevG-15		5 %	-1 %	0 %	-3 %	-55 %
	KevG-32		-233 %	0 %	-5 %	-3 %	-25 %

## YHTEENVETO

Vuonna 2018 Kevitsan kaivoksen pohjavesien tarkkailua toteutettiin vuonna 2017 päivitetyn tarkkailuohjelman mukaisesti. LAPELY:n 2.1.2017 tehdyn päätöksen mukaisesti rikastushiekka-altaan pohjavesiä on tarkkailtu kuukausittain. Rikastushiekka-altaan ympäristöön asennettiin loppuvuodesta 2017 uusia pohjavesiputkia (KevG-35, -37, -39, -40, -41) lisätarkkailua varten liittyen kolmivaiheiseen suunnitelmaan pohjavesien laadun edelleen heikkenemisen estämiseksi. Tarkkailu näiden havaintopisteiden osalta aloitettiin heti vuoden 2018 alussa. Rikastushiekka-altaan B itäpuolella sijainnut KevG-35 tosin tuhoutui, koska sen tilalle asennettiin pohjaveden talteenottokaivo.

Vuoden 2018 tarkkailussa pohjaveden pinnankorkeudet olivat edellisen vuoden mukaisesti alhaisella tasolla. Kuivan vuoden vuoksi sulamis- ja hulevedet eivät ole päässeet vaikuttamaan pohjaveden tasoon. Kaivoksen mahdollinen vaikutus pohjaveden pinnankorkeuksiin jää pinnankorkeuden luonnollista vaihtelua vähäisemmäksi.

Vuoden 2018 tarkkailussa veden pH-arvot olivat pääosin aiemmin havaitulla tasolla. Pohjavesien happipitoisuus vaihteli aiempaan tapaan paljon ja oli pääosin aiemmin havaitulla tasolla. Pohjaveden sähkönjohtavuus oli sivukivialueen ympäristön havaintoputkilla pääosin aiemmin havaitulla vaihteluvälillä, mutta rikastushiekka-altaan putkissa havaittiin sähkönjohtavuuksien nousseen havaintopisteillä KevG-15, KevG-16, KevG-32 ja KevG-101. Rikastushiekka-alueen eteläisellä putkella KevG-15 on ollut havaittavissa suolojen ja sitä kautta sähkönjohtavuuden sekä nikkelin että koboltin nousevat trendit. Viereisen havaintoputken KevG-32 pitoisuudet ovat kohonneet myös, mutta maltillisemmin.

Rikastushiekka-alueen ympäristön havaintoputkissa havaitut kohonneet kloridipitoisuudet, kuten muutkin havaitut muutokset johtuvat todennäköisesti rikastushiekka-altaasta suotautuvan veden vaikutuksesta alueen pohjaveteen. Rikastushiekka-altaassa olevan veden kloridipitoisuus on vaihdellut välillä 120–580 mg/l.

Pohjavesistä havaitut nikkelpitoisuudet olivat koholla aiempien vuosien tapaan todennäköisesti geologisista syistä johtuen useilla havaintoputkilla (erityisesti KevG-15, KevG-32, KevG-40 ja KevG-41). Nikkelpitoisuudet rikastushiekka-altaan ympäristössä olivat korkeimmillaan havaintoputkessa KevG-15, josta havaittiin lokakuussa pitoisuus 130 µg/l. Pohjavesistä korkeimmat nikkelpitoisuudet havaittiin avolouhoksen ja meluvallin ympäristön havaintoputkilta aiempien vuosien tapaan.

Sivukivialueen havaintoputken KevG-7 parametrit poikkesivat muista havaintoputkista ja sähkönjohtavuuden, kloridin, sulfaatin sekä rikin havaittiin olevan tällä havaintopaikalla muiden sivukivialueen havaintoputkien pitoisuuksia korkeammalla. Kyseisissä pitoisuuksissa on havaittavissa nousua viime vuosien pitoisuuksista.

Meluvallin ympäristön havaintoputkien vesi vastasi aiempia tasoja lukuun ottamatta.

Pohjavesitarkkailua esitetään jatkettavaksi vuonna 2018 tarkkailuohjelman mukaisesti. Rikastushiekka-altaan ympäristön pohjavesitarkkailua tullaan laajentamaan 2019 vuoden aikana asennettavilla uusilla tarkkailuputkilla.

## VIITTEET

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. [viitattu 14.1.2019]. Saatavissa: <[http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr\\_155.pdf](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. [viitattu 15.1.2019]. Saatavissa: [http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr\\_171.pdf](http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_171.pdf)

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. [viitattu 16.1.2019]. Saatavissa: < [http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr\\_159.pdf](http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_159.pdf) >

Ilmatieteenlaitos 2019. Ilmatieteenlaitoksen internet-sivut, havaintojen lataus [viitattu 16.1.2019]. Saatavissa: <<https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>>

VNa 341/2009. Valtioneuvoston asetusvesienhoidon järjestämisestä annetun asetuksen muuttamisesta

# LIITTEET



## Pohjaviesitutokset 2018

## Liite 1

Tunnus	Pvm	Lämpötila	Sameus	pH	SJ	Happi	Happi	Kloridi	Sulfaatti	Tiosulfaatti	N, kok.	Nitraatti-N	Nitriitti-N	Ammonium-N	Fosfaatti-P	Sb	K	Ca	Co	Cr	Cu	Mn	Na	Ni	Fe	S	
		°C	FTU / NTU	mS/m	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mg/l	
KevG-1	Sivukivialueen koillispuoli KevG-1 pp 229,62																										
	10.4.2018	3,3	4	6,9	12	1,7	12	1	2		<50	6	<2,0	<4,0	2,6	<0,20			5,6	<0,50	<0,50	240		10	430	0,8	
	26.6.2018	3,3	12	6,7	12	1,5	11	1	3		<50	14	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			4,6	<0,50	<0,50	210		9	360	1,1	
	22.8.2018	3,6	8	6,6	12	2,7	20	1	3		<50	8	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			4,9	<0,50	<0,50	210		9	400	0,9	
	9.10.2018	3,9		7,0	13	2,0	15	1	3		<50	5	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			5,2	<0,50	<0,50	240		10	94	0,9	
KevG-2	Sivukivialueen koillispuoli KevG-2 pp 232,88																										
	26.6.2018	4,5	72,0	6,6	4	10,0	78	<0,50	1		68	58	<2,0	5	6,4	<0,20			0,8	6,8	1	7		24	94	0,5	
	22.8.2018	5,7	240,0	7,0	9	8,6	69	1	2		370	220	17,0	70	9,3	<0,20			12,0	2,3	1	660		36	110	0,6	
	9.10.2018	5,6	110,0	6,7	6	12,0	91	2	1		67	28	<2,0	<4,0	6,0	<0,20			3,5	7,0	3	48		31	300	0,4	
	10.4.2018	3,0	43	6,3	4	9,7	72	1	2		60	19	<2,0	<4,0	11,0	<0,20			<0,10	1,7	1	<1,0		3	<10	0,7	
KevG-3	Sivukivialueen koillispuoli KevG-3 pp 230,59																										
	26.6.2018	3,5	15	6,1	4	9,4	71	1	2		64	26	<2,0	<4,0	5,9	<0,20			<0,10	1,7	1	2		3	11	0,9	
	22.8.2018	5,2	3	6,1	4	7,7	60	1	2		<50	25	<2,0	<4,0	10,0	<0,20			<0,10	3,3	1	1		3	26	0,8	
	9.10.2018	5,3	9	5,9	4	8,3	65	1	2		<50	19	<2,0	<4,0	11,0	<0,20			<0,10	2,0	1	2		3	11	0,7	
	10.4.2018	2,3	12	6,6	4	10,3	75	1	2		90	50	<2,0	<4,0	30,0	<0,20			<0,10	1,5	2	<1,0		2	<10	0,8	
KevG-4	Sivukivialueen koillispuoli KevG-4 pp 226,12																										
	26.6.2018	2,7	4	6,3	4	11,2	83	1	3		62	61	<2,0	<4,0	30,0	<0,20			<0,10	1,4	2	<1,0		2	<10	0,1	
	22.8.2018	4,3	12	6,8	5	9,1	70	1	3		87	56	<2,0	<4,0	30,0	<0,20			<0,10	1,4	2	<1,0		2	<10	0,9	
	9.10.2018	3,9	10	6,3	5	11,0	81	1	3		87	57	<2,0	<4,0	32,0	<0,20			<0,10	1,6	2	<1,0		2	15	0,9	
	10.4.2018	3,8	83	7,3	13	4,3	32	1	4		<50	4	<2,0	<4,0	7,8	<0,20			2,10	<0,50	<0,50	77		1	<10	1,4	
KevG-5	Sivukivialueen luoteispuoli KevG-5 pp 218,35																										
	26.6.2018	6,8	22	7,1	13	6,4	53	1	5		<50	11	<2,0	<4,0	7,2	<0,20			0,31	<0,50	<0,50	10		1	<10	1,7	
	22.8.2018	4,7	69	7,2	13	13,9	108	1	5		<50	11	<2,0	<4,0	7,5	<0,20			1,50	<0,50	<0,50	150		1	14	1,6	
	9.10.2018	4,8	37	7,4	13	8,4	66	1	5		<50	4	<2,0	<4,0	8,1	<0,20			0,11	<0,50	<0,50	7		1	56	1,6	
	10.4.2018	2,1	6	7,5	49	5,6	40	30	49		95	<4,0	<2,0	18	3,4	<0,20			8,9	<0,50	1	1600		17	42	18,0	
KevG-7	Sivukivialueen ja pintavalutuskentän välissä KevG-7 pp 217,98																										
	25.6.2018	3,2	2	7,7	51	3,6	27	37	56		66	5	<2,0	Kesken	<2,0	<0,20			7,5	<0,50	2	1600		14	36	20,0	
	22.8.2018	5,6	2	7,5	53	2,8	23	44	65		81	9	<2,0	11	<2,0	<0,20			7,4	<0,50	2	1600		13	33	21,0	
	9.10.2018	5,3	2	7,5	57	3,2	25	51	73		68	<4,0	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			12,0	<0,50	3	2000		21	<10	23,0	
	15.11.2018		1	7,6	51	1,4	38	54			63	<4,0	<2,0	<4,0	2,4	<0,20	5,30	51	7,0	<0,50	2	1800	3	13	<10	19,0	
KevG-29	Sivukivialueen pohjoispuolella sijaitseva lähde KevG-10 pinta 239,167																										
	10.4.2018	2,7	320	6,9	5	9,9	73	1	8		190	110	<2,0	<4,0	2,9	<0,20			1,3	4,00	2	19		8	64	2,5	
	26.6.2018	3,8	250,0	7	5	10	78	1	10		120	85	<2,0	5	6	<0,20			7	56,0	19	42		21	3900	3,4	
	22.8.2018	4,9	130,0	7	5	10	77	1	8		160	88	<2,0	<4,0	9	<0,20			1	8,3	3	17		7	270	2,7	
	9.10.2018	5,9		7	8	11	84	2	18		170	83	<2,0	4	13	<0,20			1	7,0	3	22		8	250	5,5	
KevG-10	Avolouhoksen kaakkospuoli KevG-11 pp 238,52																										
	20.6.2018	16,0	6,4	6,7	2	10,5	106	1	1	<5,0	330	14	<2,0	82	<2,0	<0,20	0,5	2	0,1	<0,50	1	10	1	1	25	0,4	
	22.8.2018	9,3	0,8	6,2	4	2,7	23	<0,50	1	<5,0	350	10	<2,0	46	5,4	<0,20	0,5	4	0,4	0,9	1	23	2	2	170	0,4	
KevG-11	Avolouhoksen kaakkospuoli KevG-12 pp 229,27																										
	10.4.2018	2,1	76,0	6,6	30	2,1	15	3	8		59	<4,0	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			5,1	0,8	4	3		56	110	2,5	
	20.6.2018	4,0	1,2	6,4	30	3,2	24	3	8		62	11	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			4,5	1,4	6	4		58	67	2,6	
	22.8.2018	8,4	3,5	6,6	31	2,8	24	3	10		<50	8	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20			3,8	1,5	5	3		52	65	3,3	
	10.10.2018	5,9	2,2	6,5	27	2,8	22	3	8		57	<4,0	<2,0	<4,0	2,3	<0,20			5,0	1,4	8	5		56	27	2,7	
24.5.2018	2,8	23	6,1	100	3,5	26	250	63	<5,0	130	5	<2,0	4	4,8	<0,20	4	84	23,0	0,74	1	57	15	96	290	2,1		
KevG-30	Rikastushiekka-altaan luoteispuoli KevG-14 pp 220,22																										
	12.6.2018	2,7	8,8	6,1	110	6,6	48	260	65	<5,0	120	7	2,20	<4,0	5,7	<0,20	3,60	77	19,0	<0,50	<0,50	29	15	93	94	23	
	17.7.2018	3,9	33,0	6,0	100	0,7	6	260	71	<5,0	140	11	<2,0	9	6,8	<0,20	3,20	74	19,0	<0,50	1	24	13	91	34	23	
	20.8.2018	4,3	15,0	6,4	100	2,0	16	240	68	<5,0	130	9	<2,0	<4,0	3,6	<0,20	4,30	95	21,0	<0,50	<0,50	36	15	100	200	22	
	11.9.2018	4,5	3,5	5,9	100	2,0	15	250	74	<5,0	120	<4,0	<2,0	<4,0	4,9	<0,2	3,90	77	20,0	<0,5	1	34	16	93	73	21	
KevG-14	Rikastushiekka-altaan luoteispuoli KevG-15 pp 228,65																										
	24.5.2018	3,0	8,9	6,6	15	1,0	7	24	9	<5,0	50	4	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	1,3	10	1,2	<0,50	10	6	5	48	22	2,9	
	12.6.2018	2,8	45	6,4	15	1,4	10	25	9	<5,0	<50	7	1,80	<4,0	<2,0	<0,20	1,10	9	1,10	<0,50	9	5	5	44	10	3,3	
	17.7.2018	5,1	13	6,3	15	0,9	7	27	9	<5,0	<50	8	<2,0	<4,0	2	<0,20	0,93	9	1,10	<0,50	8	5	4	41	<10	3,3	
	20.8.2018	3,4	19	6,7	16	2,5	19	28	9	<5,0	<50	8	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	1,30	12	1,20	<0,50	10	19	5	47	<10	3,3	
11.9.2018	3,5	6	6,2	17	1,8	14	30	9	<5,0	<50	<4,0	<2,0	<4,0	<2,0	<0,2	1,20	10	1,50	<0,5	9	7	5	49	<10	2,5		
KevG-15	Rikastushiekka-altaan luoteispuoli KevG-16 pp 229,67																										
	15.1.2018	3,2	11,0	5,5	59	1,9	14	170	2	<5,0	490	400	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	4,8	46	20,0	<0,50	3	11	13	74	<10	0,7	
	20.2.2018	2,4	11,0	5,6	70	5,3	39	200	2	<5,0	430	300	3	4	<2,0	<0,20	5,0	52	24,0	<0,50	3	18	14	84	<10	0,9	
	20.3.2018	1,4	3,2	5,5	72	3,0	21	200	2	<7,0	350	220	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	4,7	57	25,0	<0,50	3	20	12	91	30	0,8	
	11.4.2018	2,3	1,9	5,5	73	2,8	2																				

Tunnus	Pvm	Lämpötilä	Sameus	pH	SJ	Happi	Happi	Kloridi	Sulfaatti	Tiосуulfatti	N, kok.	Nitraatti-N	Nitriti-N	Ammonium-N	Fosfaatti-P	Sb	K	Ca	Co	Cr	Cu	Mn	Na	Ni	Fe	S	
		°C																									FTU/NTU
KevG-31	<b>Rikastushiekka-altaan länsipuoli KevG-31 pp 240,38</b>																										
	15.1.2018	3,5	55	6,6	5	12	92	1	5	<5,0	230	230	<2,0	<4,0	4,0	<0,20	0,6	2	2,40	1,00	2	3	3	6	120	1,6	
	20.2.2018							2	5		220	140	<2,0			<0,20	0,6	2	2,40	0,88	2	7	3	5	130	1,7	
	20.3.2018	1,6	45	6,6	4	12	85	1	5	<7,0	180	160	<2,0	<4,0	3,2	<0,20	0,6	2	3,70	<0,50	2	19	3	5	23	1,7	
	11.4.2018	2,8	10	6,4	4	12	85	1	5	<5,0	190	170	<2,0	<4,0	3,9	<0,20	0,5	2	2,30	<0,50	2	<1,0	3	4	<10	1,5	
	24.5.2018	2,4	28	6,5	4	14	98	2	5	<5,0	480	460	<2,0	<4,0	3,6	<0,20	0,5	2	2,20	0,55	2	<1,0	3	5	58	1,3	
	12.6.2018	2,5	22	6,7	4	13	97	2	5	<5,0	220	202	2,30	<4,0	3,5	<0,20	0,4	2	2,00	<0,50	2	<1,0	2	5	30	1,7	
	17.7.2018	3,3	20	6,5	4	11	84	2	5	<5,0	130	120	<2,0	<4,0	4,1	<0,20	0,4	2	2,00	<0,50	2	<1,0	2	4	<10	1,7	
	20.8.2018	4,6	29	6,9	4	11	88	2	5	<5,0	220	210	<2,0	9		<0,20	0,5	2	2,10	<0,50	2	<1,0	2	5	11	1,7	
	11.9.2018	5,0	15	6,8	4	12	95	2	5	<5,0	340	340	<2,0	<4,0	3,4	<0,2	0,5	2	2,10	<0,5	1	<1	3	5	27	1,1	
	8.10.2018	5,0	44	6,8	8	12	95	14	3	<5,0	1100	1100	<2,0	<4,0	3,0	<0,20	0,9	5	5,30	<0,50	3	2	4	12	36	0,9	
	6.11.2018	4,7	12	6,6	4	12	91	3	4	<5,0	740	770	<2,0	<4,0	3,2	<0,20	0,6	3	2,70	<0,50	2	<1,0	3	6	16	1,4	
	11.12.2018	4,4	10	6,1	4	12	93	2	4	<5,0	450	470	<2,0	4	2,7	<0,20	0,5	2	2,50	<0,50	2	5	3	6	18	1,4	
	KevG-32	<b>Rikastushiekka-altaan eteläpuoli KevG-32 pp 229,17</b>																									
		15.1.2018	2,8	12	5,4	5,6	1	7	150	6	<5,0	86	<4,0	<2,0	50	<2,0	<0,20	2,9	39	28,00	<0,50	1	440	13	38	5000	1,7
20.2.2018		2,2	4	5,5	5,8	2	15	160	8	<5,0	110	<4,0	<2,0	43	<2,0	<0,20	2,8	42	31,00	<0,50	<0,50	490	12	39	4500	2,4	
20.3.2018		2,2	6	5,1	6,5	5	34	180	14	<7,0	120	<4,0	<2,0	47	<2,0	<0,20	2,8	50	39,00	<0,50	1	560	13	51	2500	4,3	
11.4.2018		1,7	6	5,5	5,6	2	15	170	11	<5,0	150	<4,0	<2,0	50	<2,0	<0,20	2,9	47	33,00	<0,50	<0,50	550	13	44	5900	3,2	
24.5.2018		1,5	9	5,7	7,2	1	7	190	27	<5,0	170	8	<2,0	56	<2,0	<0,20	2,9	49	39,00	<0,50	1	630	14	51	6300	8,4	
20.6.2018		2,6	16	5,4	7,3	1	5	200	26	<5,0	180	10	<2,0	54	<2,0	<0,20	3,1	53	41,00	<0,50	1	660	16	53	6200	8,2	
18.7.2018		3,7	3	5,4	6,9	1	9	190	24	<5,0	170	10	<2,0	55	<2,0	<0,20	2,8	46	37,00	<0,50	1	580	14	49	5500	6,4	
21.8.2018		5,8	6	5,9	6,8	1	6	180	28	<5,0	160	7	<2,0	61	<2,0	<0,20	3,0	49	35,00	<0,50	<0,50	560	15	46	5100	9,7	
11.9.2018		6,2	8	5,3	7,1	1	8	190	31	<5,0	170	<4,0	<2,0	61	<2,0	<0,2	2,9	41	34,00	<0,5	1	540	16	45	4500	7,3	
10.10.2018		5,8	13	5,5	7,4	1	11	200	36	<5,0	160	4	<2,0	62	<2,0	<0,20	3,8	54	43,00	<0,50	1	690	20	55	4900	10,0	
6.11.2018		5,0	12	5,7	7,4	1	8	190	36	<5,0	160	<4,0	<2,0	61	<2,0	<0,20	3,5	53	43,00	1,30	1	710	20	55	4400	12,0	
11.12.2018		3,9	5	5,2	7,6	1	10	200	40	<5,0	240	<4,0	<2,0	62	<2,0	<0,20	3,1	50	43,00	<0,50	1	690	18	55	5800	11,0	
KevG-34		<b>Rikastushiekka-altaan eteläpuoli KevG-34 pp 237,12</b>																									
		15.1.2018	3,8	110	6,3	27	13	99	42	38	<5,0	1300	1200	<2,0	7	2,3	<0,20	3,3	16	30	1,00	10	340	7	38	490	9,6
	20.2.2018	2,6	24	6,2	31	9	68	50	46	<5,0	1100	1000	<2,0	8	<2,0	<0,20	4,4	23	42	<0,50	6	370	8	59	<10	16,0	
	20.3.2018	1,2	4	6,4	3,5	-	-	53	50	<7,0	980	910	<2,0	16	<2,0	<0,20	2,4	46	1	0,83	1	8	5	23	<10	41,0	
	11.4.2018	3,7	24	6,6	3,6	-	-	56	54	<5,0	820	680	8,40	21	3,2	<0,20	13,0	25	73	<0,50	4	3600	9	22	20	18,0	
	24.5.2018	3,4	79	6,5	16	10	77	18	25	<5,0	860	790	<2,0	6	3,0	<0,20	2,4	10	18	<0,50	6	200	4	24	200	8,2	
	12.6.2018	3,1	39	6,3	17	11	81	20	29	<5,0	820	760	<2	<4,0	<2,0	<0,20	1,7	10	12	<0,50	4	110	5	22	23	11,0	
	18.7.2018	4,2	31	6,1	22	8	60	26	43	<5,0	960	970	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	2,6	14	23	<0,50	5	230	5	36	<10	13,0	
	21.8.2018	4,5	25	6,7	23	10	73	33	43	<5,0	980	910	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	2,5	17	20	<0,50	8	140	6	40	<10	15,0	
	12.9.2018	4,9	12	5,9	27	10	78	40	50		930	890	<2,0	<4,0	<2,0	<0,2		20	<0,5	11	120					<10	14,0
	10.10.2018	4,5	9	6,2	26	10	80	38	45	<5,0	960	940	<2,0	<4,0	<2,0	<0,20	2,6	19	15	<0,50	10	73	8	48	<10	14,0	
	7.11.2018	5,0	14	6,5	23	10	76	30	42	<5,0	1200	1100	<2,0	12	<2,0	<0,20	2,2	16	12	<0,50	10	52	7	42	<10	14,0	
	4.12.2018	4,5	6	5,8	21	10	75	23	40	<5,0	1200	1200	<2,0	22	<2,0	<0,20	2,0	14	11	<0,50	10	45	7	37	20	13,0	
	KevG-101	<b>Primäärirumman pohjalle purkautuva pohjavesi</b>																									
		15.1.2018	2,3	5	7,4	5,1	11	78	27	140	<5,0	2000	2000	<2,0	17	4,9	<0,20	2,5	46	0,31	1,10	4	6	6	16	<10	48
20.2.2018		1,7	3	7,6	4,9	8	57	26	130	<5,0	1900	1900	<2,0	<4,0	3,5	<0,20	2,4	42	0,30	0,95	4	2	5	15	<10	50	
20.3.2018		1,5	2	7,5	4,8	10	70	24	120	<7,0	1900	1900	<2,0	9	3,4	<0,20	2,2	43	0,32	0,90	4	2	5	16	<10	42	
12.4.2018		2,3	4	7,8	4,8	11	77	24	120	<5,0	2000	1900	<2,0	20	2,5	<0,20	2,0	35	0,27	0,93	4	2	5	14	<10	46	
24.5.2018		3,2	4	7,4	5,6	10	77	24	160	<5,0	2400	2200	<2,0	34	3,7	<0,20	3,3	51	0,31	0,92	4	20	6	22	<10	56	
20.6.2018		4,0	11	7,4	5,9	10	74	28	180	<5,0	4400	3000	2,10	24	<2,0	<0,20	2,8	46	0,29	0,91	4	2	6	19	<10	61	
17.7.2018		5,1	37	7,7	6,4	9	70	44	190	<5,0	2300	2100	<2,0	230	<2,0	<0,20	3,7	43	0,38	0,69	2	7	10	20	<10	62	
20.8.2018		5,6	16	7,4	9,4	9	71	86	290	<5,0	2500	2200	31,00	290	<2,0	<0,20	11,0	79	0,60	<0,50	2	12	32	38	12	100	
11.9.2018		4,7	3	7,3	7,3	10	77	47	240	<5,0	2600	2400	14,00	130	<2,0	<0,2	5,2	54	0,35	0,66	3	4	13	26	<10	70	
10.10.2018		3,7	5	7,7	7,6	10	74	40	260	<5,0	2700	2600	<2,0	6	3,1	<0,20	4,9	69	0,39	0,72	4	4	8	30	<10	81	
6.11.2018		3,4	8	7,7	7,5	10	74	47	270	<5,0	2600	2600	<2,0	27	3,3	<0,20	4,5	67	0,53	0,65	3	6	7	33	<10	79	
11.12.2018		3,1	3	7,3	7,2																						