

Vastaanottaja  
**Boliden Kevitsa Mining Oy**

Asiakirjatyyppe  
**Raportti**

Päivämäärä  
**28.2.2017, täydennetty 10.4.2017**

Viite  
**1510022875**

# **BOLIDEN KEVITSA MINING OY**

## **KEVITSA KAIVOKSEN**

### **PINTAVESIEN TARKKAILU**

#### **VUONNA 2016**



## KEVITSAN KAIVOKSEN PINTAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2016

Päivämäärä **28.2.2017**  
Laatija **Mika Kallo**  
Tarkastaja **Anna Hakala**  
Kuvaus **Kevitsan kaivoksen pintavesien tarkkailu vuonna 2016**

Viite **1510022875**

*Kannen kuva; Viivajoki huhtikuussa 2016. Kuva Mika Kallo.*

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>TAUSTATIEDOT</b>	<b>1</b>
2.1	Vesistöalueiden yleiskuvaus	1
2.2	Meteorologiset ja hydrologiset olosuhteet	1
<b>3.</b>	<b>NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET</b>	<b>4</b>
3.1	Mataraoja	6
3.2	Kitinen	7
3.2.1	Vajusen allas	7
3.2.2	Kaivoksen alapuolisen Kitisen havaintopisteet	7
3.3	Järvet	7
3.4	Viivajoki	8
<b>4.</b>	<b>TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU</b>	<b>8</b>
4.1	Mataraoja (KevS-1, KevS-4, KevS-10)	8
4.2	Kitinen	13
4.2.1	Vajusen allas (KevS-6, KevS-14 ja KevS-16)	13
4.2.2	Kaivoksen purkupisteen alapuolinen Kitinen (KevS-5, KevS-8, KevS-11, KevS-12 ja KevS-13)	15
4.3	Järvet (Saiveljärvi KevS-7, Satojärveen laskeva oja KevS-2, Satojärvi KevS-3) ja Viivajoki KevS-9	20
4.4	Talousveden laadun tarkkailu	23
<b>5.</b>	<b>VAJUKOSKEEN JOHDETTU YLITEVESI</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>KOKONAISEPÄVARMUUDEN TARKASTELU</b>	<b>26</b>
<b>7.</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>26</b>
<b>8.</b>	<b>LÄHTEET</b>	<b>28</b>

## LIITTEET

### **Liite 1**

Kartta havaintopisteistä

### **Liite 2**

Tarkkailutulokset vuodelta 2016

### **Liite 3**

Laboratorion määritysmenetelmät ja mittausepävarmuudet

### **Liite 4**

Kenttämittausten tulokset

### **Liite 5**

Kokonaisepävarmuus

### **Liite 6**

Lausunto Boliden Kevitsa Mining Oy:n talousveden laadusta, yhteenveto vuoden 2016 tuloksista, Ahma Ympäristö Oy

## 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).

Vuoden 2016 aikana pintavesien tarkkailua toteutettiin lokakuussa 2015 käyttöön otetun tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelma päivitettiin vuonna 2015 vastaamaan kokonaisuudessaan uuden ympäristöluvan (79/2014/1) kaivoksen käyttö-, päästö- ja vaikutus-tarkkailuja. Lapin ELY-keskus hyväksyi 24.9.2015 tarkkailuohjelman päätöksellä LAPE-LY/94/07.00./2010.

Vuonna 2016 ylitevesiä johdettiin edellä mainitun ympäristöluvan (PSAVI 79/2014/1) mukaisesti. Luvan mukaan ylitevesiä saa pumpata Vajukosken voimalaitoksen yläaltaaseen enintään 275 l/s eli 23 760 m<sup>3</sup>/vrk. Pumpaus tulee tapahtua aikaan, jolloin voimalaitokselta tai sen tulvaluukuis-ta juoksutetaan vettä. Voimalaitoksen yläaltaaseen voidaan myös johtaa vettä enintään 72 tuntia kestävän juoksutusseisokin ajan.

Kesäkuussa 2016 Kevitsan kaivostoiminta siirtyi kaupan myötä FQM:ltä Bolidenille.

Tässä raportissa esitetään vuoden 2016 pintavesitarkkailun tulokset ja verrataan niitä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

## 2. TAUSTATIEDOT

### 2.1 Vesistöalueiden yleiskuvaus

Kevitsan kaivosalue sijaitsee Kemijoen sivujoen Kitisen alueella (nro 65.8). Kaivoksen toiminta-alue sijoittuu suovaltaisille Mataraojan valuma-alueelle (nro 65.829) ja Moskujärvien valuma-alueelle (nro 65.893). Mataraojan valuma-alueen pinta-ala on 54,7 km<sup>2</sup> ja järvisyys 0,02 %. Mataraojan latvaosat sijaitsevat pääosin (2/3) kaivospiirin pintavalutuskentän alueella ja noin 1/3 vesistä tulee kaivoksen pohjoispuolelta Sippiönaavan suoalueelta. Mataraoja virtaa Kevitsan kaivosalueen kohdalta länteen ja sitten etelään ja laskee lopulta Kitiseen. Mataraojan valuma-alueelle on rakennettu pintavalutuskenttä, jolle ohjatut vedet pumpataan pintavalutuksen jälkeen Kitiseen. Mataraojaan ei johdeta kaivokselta lähteviä puhdistettuja ylitevesiä.

Kevitsan itä- ja eteläpuolella sijaitsevat Satojärvi ja Saiveljärvi kuuluvat Moskujärvien valuma-alueeseen. Järvien vedet laskevat Viivajokeen ja sen kautta edelleen Kelujoen kautta Kitiseen. Moskujärvien valuma-alueen pinta-ala on 104,0 km<sup>2</sup> ja järvisyys 6,4 %.

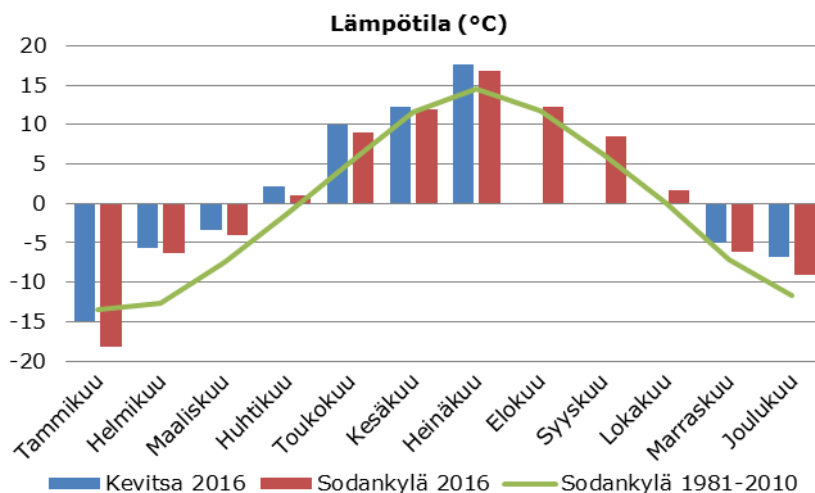
Kitisen varrella sijaitsee yhteensä seitsemän vesivoimalaa, joista Vajukosken ja Matarakosken voimalaitokset sijaitsevat lähellä Kevitsan kaivosaluetta.

### 2.2 Meteorologiset ja hydrologiset olosuhteet

Sääolosuhteita kaivosalueella kuvataan tässä raportissa Ilmatieteenlaitoksen Sodankylän sääaseman mittaustietojen sekä Kevitsan kaivoksen oman sääaseman perusteella. Vajukosken ja Matarakosken virtausolosuhteiden kuvaamisessa on käytetty OIVA -ympäristö- ja paikkatietopalvelusta saatavia virtaamatietoja.

Vuosien 1981–2010 Sodankylän keskiarvoihin verrattuna vuosi 2016, kuten myös vuosi 2015, oli keskiarvoa lämpimämpi. Kuukausien keskilämpötilat olivat tammikuuta lukuun ottamatta 0,5-6,4

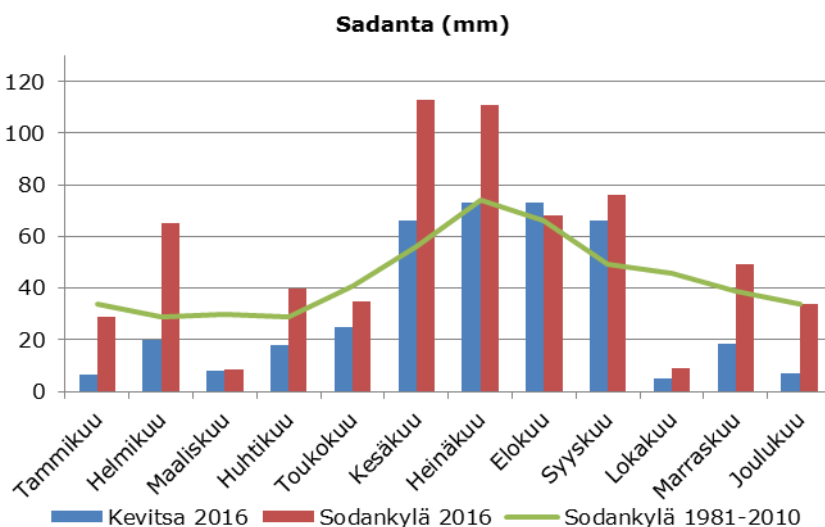
astetta korkeammat kuin pitkänajan keskiarvo. Selvimmät poikkeamat keskiarvosta olivat keväällä, helmikuussa 6,4 astetta, maaliskuussa 3,5 astetta ja toukokuussa 3,7 astetta. Kesä- ja heinäkuussa keskilämpötilat olivat korkeammat kuin pitkänajan keskiarvo, muuta kuukaudet olivat myös sateisia. Vuoden 2016 kuukausittaiset keskilämpötilat ja niiden vertailu pitkänajan keskilämpötilaan on esitetty kuvassa 2-1 ja taulukossa 2-1.



**Kuva 2-1. Vuoden 2016 kuukausittaiset lämpötilat sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin.**

Vuotuinen sademäärä Sodankylässä vuonna 2016 oli yhteensä 637,3 mm (vuonna 2015 665 mm). Vuodet 2015 ja 2016 ovat olleet tilastollisesti sateisia, kun verrataan pitkän ajan eli vuosisien 1981–2010 keskisadantaan 527 mm. Vuonna 2016 kesä- ja heinäkuun sadesummat olivat huomattavasti korkeammat vastaavan ajankohdan pitkänajan keskisadantaan verrattuna, mikä oli havaittavissa myös maastossa purojen ja jokien kesätulvina. (Kuva 2-2 ja taulukko 2-1).

Kevitsan sääaseman sadantatiedot eivät ole luotettavia varsinkaan elo-lokakuun ajalta, jolloin asemalla oli toimintahäiriöitä. Sääaseman tulokset eivät myöskään ole luotettavia talvikuukausilta, koska laitteisto ei mittaa luotettavasti lumisademääriä. Tämän vuoksi talvikuukausien sadantatiedot poikkeavat huomattavasti Ilmatieteen laitoksen virallisista tuloksista. Vuoden 2016 kuukausittaiset sadesummat sekä niiden vertailu pitkänajan keskiarvoihin on esitetty kuvassa 2-2 ja taulukossa 2-1.

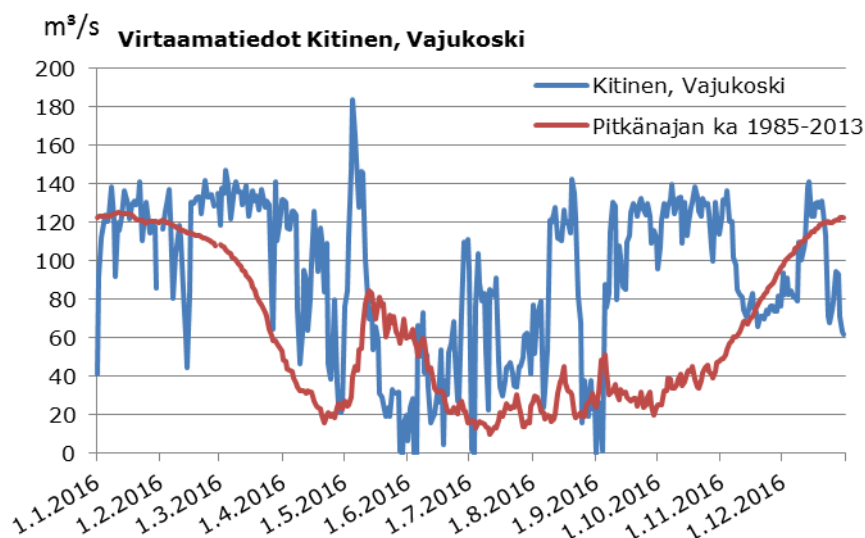


**Kuva 2-2. Vuoden 2016 kuukausittaiset sadesummat Kevitsan kaivoksen omalla sääasemalla ja Ilmatieteen laitoksen Sodankylän havaintoasemalla sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin.**

**Taulukko 2-1. Vuoden 2016 kuukausittaiset keskilämpötilat ja sadesummat Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasemalla sekä Kevitsan kaivoksen sääasemalla sekä vertailu pitkän ajan keskiarvoihin.**

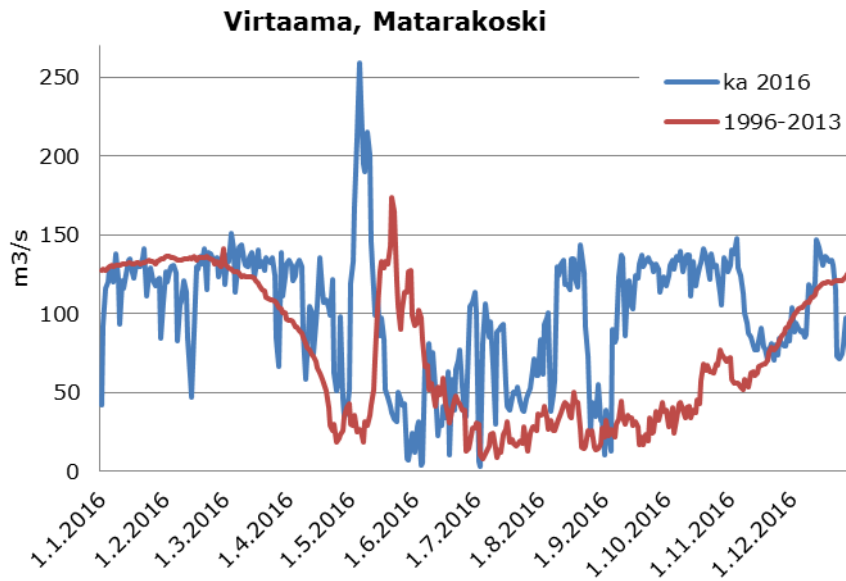
kk	Keskilämpötila (°C)			Sadesumma (mm/kk)		
	Kevitsa 2016	Sodankylä 2016	Sodankylä 1981-2010	Kevitsa 2016	Sodankylä 2016	Sodankylä 1981-2010
Tammikuu	-15	-18,1	-13,5	6,6	29	34
Helmikuu	-5,7	-6,3	-12,7	20	65	29
Maaliskuu	-3,4	-4	-7,5	8	8,3	30
Huhtikuu	2,2	1,1	-1,3	18	40	29
Toukokuu	10	9	5,3	25	35	41
Kesäkuu	12,3	12	11,6	66	113	56
Heinäkuu	17,6	16,8	14,5	73	111	74
Elokuu		12,2	11,7	73	68	66
Syyskuu		8,5	6,2	66	76	49
Lokakuu		1,7	0,1	5,2	9	46
Marraskuu	-5	-6,1	-7,1	18,2	49	39
Joulukuu	-6,8	-9,1	-11,7	7,2	34	34
<b>Vuosikeskiarvo</b>		<b>1,5</b>	<b>-0,4</b>	<b>449,2</b>	<b>637,3</b>	<b>527,0</b>

Kitisen virtaamatietojen lähteenä on käytetty Ympäristöhallinnon OIVA-palvelua (ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Vajukosken ja Matarakosken virtaamat ovat säännöstellylle joelle tyypillisesti korkeimmillaan alkuvuodesta. Koskien mitatut virtaamat riippuvat säännöstelystä, eivätkä kuvasta luonnontilaista virtaamavaihtelua. Talven aikaan virtaamat kasvoivat sähköntarpeen lisääntyessä ja myös kevättulvien aiheuttamat ohijuoksutukset näkyvät virtaaman kasvuna. Virtaamat lähtivät kevään jälkeen yleensä laskuun ollen alimmillaan loppukesän aikana. Vuonna 2016 runsaat kesäaikaiset sateet pitivät jouksutusmäärät ajankohtaan nähden korkeina, jopa tulvajuoksutusten tasoilla. Tulvat ja ohijuoksutukset näkyvät virtaamamittauksissa keskiarvosta poikkeavina piikkeinä (kuva 2-3).



**Kuva 2-3. Virtaamat (m<sup>3</sup>/s) Kitisen Vajukoskessa vuonna 2016 sekä vertailu pitkän ajan keskiarvoihin (1985–2013) (lähde: OIVA 2017).**

Vajukosken virtaamat olivat vuonna 2016 keskimääräisiä suurempia varsinkin keväällä ja loppukesän ja syksyn aikana. Kevään tulvahuipun virtaamat olivat huomattavasti pienempiä kuin esimerkiksi vuosina 2014 ja 2015. Kevään tulvahuippu sijoittui aikaisempaan ajankohtaan kuin pitkän ajan keskiarvot, sama oli havaittavissa myös vuonna 2015. Loppukesän ja syksyn sateiden vuoksi juoksutuksia oli kesäkuun loppupuolelta aina lokakuun loppuun asti runsaasti, juoksutusmäärät olivat yli 100 m<sup>3</sup>/s, kun vertailuaineiston virtaamat ovat vastaavana aikana pääsääntöisesti alle 40 m<sup>3</sup>/s. Matarakoskella tilanne oli hyvin paljon Vajukosken kaltainen. Keväisin Matarakoskella juoksutusmäärät ovat keskimäärin suurempia kuin Vajukoskella. (kuva 2-4)



Kuva 2-4. Virtaamat ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) Kitisen Matarakoskessa vuonna 2016 sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin (lähde: OIVA 2017).

### 3. NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET

Tarkkailun havaintopisteet sekä niiden koordinaatit on esitetty taulukossa (taulukko ja3-1), tarkkailutiheys taulukossa 3-2. Tarkkailupisteet on esitetty kuvassa 3-1 sekä liitteessä 2. Tiedot näytteenotosta on koottu liitteeseen 6.

Taulukko 3-1. Vuoden 2016 pintavesitarkkailupisteet ja tarkkailutiheys.

Havaintopaikka	Tunnus	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Vesistöalue
Mataraojan latva, kaivoksen yläpuoli	KevS-1	496336	7510098	65.829
Mataraojan silta, kaivoksen alapuoli	KevS-4	493744	7509202	65.829
Mataraojan suun silta	KevS-10	491113	7502787	65.821
Vajusen allas, 1 km padosta pohjoiseen	KevS-6	491027	7510059	65.822
Vajusen allas, Vajukosken voimalan yläpuoli (länsipuoli)	KevS-14	491453	7509046	65.822
Vajusen allas, Vajukosken voimalan yläpuoli (itäpuoli)	KevS-16	491817	7509012	65.822
Kitinen, Vajukosken pato, purkuvesien alapuolinen piste	KevS-5	491601	7508802	65.822
Kitinen, Petkula	KevS-8	489702	7506553	65.821
Kitinen, 200 m Mataraojan suun yläpuolella	KevS-11	490972	7502489	65.821
Kitinen, 300m Mataraojan suun alapuolella	KevS-12	491385	7502053	65.821
Kitinen, Matarakosken alakanava	KevS-13	489142	7496517	65.821
Saiveljärven syväne	KevS-7	497379	7504944	65.893
Satojärven yläpuolinen luonnonoja	KevS-2	500060	7508333	65.893
Satojärvi	KevS-3	500114	7507433	65.893
Viivajoki, Mustaselkään menevän metsäautotien silta	KevS-9	500393	7503400	65.893



**Taulukko 3-2. Tarkkailutiheys pintavesien tarkkailupisteillä. p = perustarkkailu 1 krt/kk, t = tiheennetty tarkkailu 2 krt/kk.**

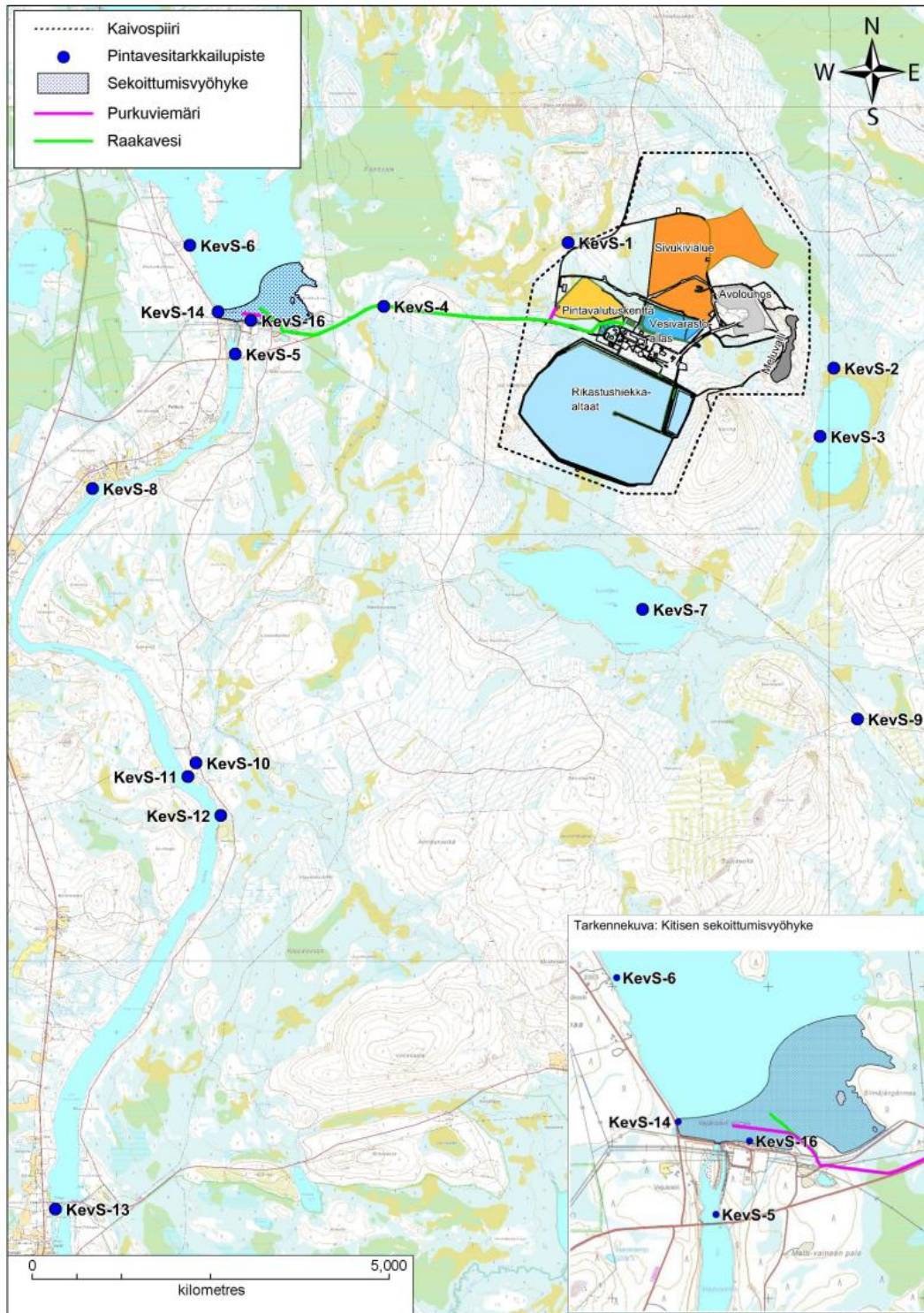
Havaintopaikka	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu
Mataraojan latva, KevS-1	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Mataraojan silta, KevS-4	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Mataraojan suun silta, KevS-10	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Vajusen allas, KevS-6	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Vajusen allas, KevS-14	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Vajusen allas, KevS-16	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Kitinen, Vajukosken pato KevS-5	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Kitinen, Petkula KevS-8	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Kitinen, Mataraojan suun yp KevS-11	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Kitinen, Mataraojan suun ap KevS-12	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Kitinen, Matarakosken alak KevS-13	p	p	p	p	p	t	p	p	t	p	p	p
Saiveljärven syväne KevS-7				p			p	p		p		
Satojärven yp luonnonoja KevS-2				p			p	p		p		
Satojärvi KevS-3				p			p	p		p		
Viivajoki, KevS-9				p			p	p		p		

Näytteistä analysoitiin tarkkailuohjelman mukaiset määritykset (taulukko 3-3). Laaja alkuaine-analyysivalikoima tehtiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti kaksi kertaa vuodessa (huhti- ja elokuussa) kaivoksen yläpuolelta Vajusen altaasta KevS-6, kaivoksen alapuolelta Kitisestä KevS-5 ja Mataraojan alapuolelta KevS-12.

**Taulukko 3-3. Tarkkailusuunnitelman mukainen analyysiluettelo.**

Kaikilta pisteiltä tehtävät analyysit	
pH	fosfaattifosfori (PO <sub>4</sub> -P)
lämpötila	kokonaistyyppi (N)
sähkönjohtavuus	ammoniumtyppi (NH <sub>4</sub> -N)
happipitoisuus	nitraatti- ja nitriittityppi (NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N)
hapen kyllästysaste	kloridi (Cl)
kemiallinen hapenkulutus (COD <sub>Mn</sub> )	sulfaatti (SO <sub>4</sub> )
väri	nikkeli (Ni)
kiintoaine	kromi (Cr)
sameus	rauta (Fe)
alkaliniteetti	kupari (Cu)
kokonaisfosfori (P)	mangaani (Mn)
liukoinen nikkeli	liukoinen lyijy
liukoinen kadmium	veden kovuus, (Ca+Mg)
DOC, liuennut orgaaninen hiili, (määritetään ainoastaan pisteistä KevS-4, KevS-6, KevS-14, KevS-16 ja KevS-8)	
Kitisen, Vajusen altaan ja Mataraojan pisteiden lisäanalyysit	
natrium	kalium
kalsium	magnesium
Järvipisteiltä tehtävät lisäanalyysit kesä-syyskuussa	
klorofylli-a	
Laaja alkuaineanalyysi <sup>1)</sup> kaksi kertaa vuodessa pisteiltä:	
- Vajusen allas (KevS-6)	
- Kitinen (KevS-5)	
- Mataraojan ap (KevS-12)	
Vajusen altaan sekoittumisvyöhykkeeltä (KevS-14, KevS-16) tehtävät kenttämittaukset tiheennetyn näytteenoton aikaan:	
YSI-mittari (pH, lämpötila, sähkönjohtavuus, redox, happi), kerrosnäytteenotto 1 m välein	

<sup>1)</sup> ICP-OES/MS 26 alkuainetta: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Sn, Ti, V, Zn  
Esisuodatus 0,45 µm: Ni, Cd, Pb



Kuva 3-1. Pintavesitarkkailun havaintopisteet.

### 3.1 Mataraoja

Mataraojaan ei ole arvioitu tulevan kaivostoiminnasta johtuvia suoria päästöjä, mutta mahdollisten yksittäisten päästöjen sekä suotovesien vaikutusten selvittämiseksi veden laatua tarkkailtiin kolmessa pisteessä; pohjoishaarassa kaivostoiminnan yläpuolisella pisteellä KevS-1, kaivostoiminnan alapuolella pisteellä KevS-4 ja Mataraojan suulla pisteellä KevS-10. Lisäksi tarkkailua on

tehty Mataraojan etelähaarasta pisteestä KevP-103 sisäisten vesipäästöjen tarkkailun yhteydessä, pisteen tulokset on käsitelty sisäisten vesipäästöjen raportissa ja tuloksia verrataan tässä raportissa esitettyihin tuloksiin. Vuonna 2016 tarkkailuohjelman mukaisesti Mataraojan pisteiltä (KevS-1, KevS-4 sekä KevS-10) haettiin näytteet kuukausittain.

## 3.2 Kitinen

### 3.2.1 Vajusen allas

Kaivoksen puhdistetut ylitevedet johdetaan Kitiseen Vajukosken voimalaitoksen yläpuolelle. Vesistövaikutusten referenssipisteenä tarkkailussa on Kitisen Vajusen altaan piste KevS-6. Tältä pisteeltä vesinäytteet otetaan muista pisteistä poiketen 1 ja 10 metrin syvyydeltä. Alusvettä kuvaaavaa 10 metrin näytettä ei saatu otettua huhti- eikä joulukuun kierroksilla heikon jäätilanteen vuoksi, tällöin myös metrin näyte jouduttiin ottamaan lähempää rantaa, mikä osaltaan vaikuttaa tulosten tulkintaan.

Ylitevesien sekoittumisvyöhykkeellä sijatsevilta pisteillä KevS-14 ja KevS-16 näytteet saatiin jokaisella kierroksella. Tihennetyn tarkkailun jaksoilla kesä- ja syyskuussa pisteiltä tehtiin myös in situ kenttämittaukset metrin välein YSI-mittarilla. Kenttämittauksissa mitattiin pH, lämpötila, sähkönjohtavuus, redox ja happi.

### 3.2.2 Kaivoksen alapuolisen Kitisen havaintopisteet

Kaivoksen purkupisteen alapuolisen Kitisen vedenlaatua tarkkaillaan Vajukosken padon ja Kevitsantien sillan välillä olevalla havaintopisteellä KevS-5 sekä Petkulan kylän kohdalla pisteellä KevS-8. Tarkkailupisteiden tavoitteena on selvittää tuotannon aikaisia vaikutuksia Petkulan kylän rantesiin ja edelleen kalastukseen, sekä muuhun virkistyskäyttöön.

Alempana Kitisellä vedenlaatua tarkkaillaan ennen Mataraojan laskusuuta pisteellä KevS-11 ja suun jälkeen pisteellä KevS-12. Alin Kitisen tarkkailupiste KevS-13 sijaitsee Matarakosken alakanavassa.

Pisteeltä KevS-11 ei saatu näytettä maaliskuun kierroksella (22.3.2016) jäätilanteen vuoksi, muuten näytteenotto onnistui.

## 3.3 Järvet

Rikastushiekka-alueen eteläosa on Saiveljärven valuma-alueella. Saiveljärvi (65.891.1.005) on kooltaan 218 ha ja matala, keskisyvyys on vain 1-2 metriä. Saiveljärveltä on tarkkailtu vedenlaatua jo ennen kaivosalueen rakennustöiden aloittamista. Vuonna 2016 vesinäytteitä haettiin tarkkailuohjelman mukaisesti 4 kertaa. Kesän kierrosten aikaan järvellä oli tuulista, jolloin matalan järven veteen sekoittuu helposti pohjasedimenttiä.

Satojärvi (65.891.1.005) on kooltaan 99,2 ha ja erittäin matala. Satojärveltä otettiin vuonna 2016 tarkkailuohjelmien mukaisesti yhteensä 3 näytettä. Huhtikuussa näytettä ei saatu, koska järvi oli jäänyt pohjaan asti. Kesäisin tuuli sekoittaa Satojärvellä herkästi Saiveljärven tapan pohja-ainesta vesimassaan. Satojärven vedenpinnan korkeutta mitataan automaattisella mittalaitteella järven länsirannalta.

Satojärveen kaivoksen suunnasta tulevan ojan vesiä tarkkailtiin tarkkailuohjelmien mukaisesti näytepisteeltä KevS-2 yhteensä 4 kertaa vuoden 2016 aikana. Kaivospiirin alueelta vedet ohjataan järjestelyin Kitisen suuntaan, eikä Satojärven alueelle pitäisi tulla kaivostoiminnan seurauksena kuormitusta.

### 3.4 Viivajoki

Viivajoen vedenlaatuun vaikuttavat Saiveljärven ja Satojärven vedet ja sitä tarkkailtiin tarkkailuohjelmien mukaisesti vuonna 2016 yhteensä 4 kertaa pisteeltä KevS-9 Mustaselkään menevän metsäautotien sillan kohdalta.

## 4. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Kaikkien näytepisteiden vedenlaatatulokset on koottu taulukoksi (liite 2). Vuodelta 2016 tuloksista on tekstiin poimittu havaintoja, joita on verrattu aikaisempien vuosien tarkkailutuloksiin. Taus- ta-aineistona on hyödynnetty alueellisia purovesien ja -sedimentin taustapitoisuuksia, joita on raportoitu Suomen geokemian atlaksessa (Lahermo ym. 1996).

### 4.1 Mataraoja (KevS-1, KevS-4, KevS-10)

Mataroan latvapiste (KevS-1) sijaitsee Mataroan pohjoisessa haarassa Kevitsan kaivosalueen länsipuolella ja kaivosalueen oletettujen vaikutusten yläpuolella. Piste KevS-4 puolestaan sijaitsee Mataraojassa heti kaivosalueen alapuolella ja piste KevS-10 Mataraojassa ennen sen laskukohtaa Kitiseen noin 8 kilometriä alavirtaan pisteeltä KevS-4. Mataroan vesiä tarkkaillaan kuu- kausittain Mataroan etelähaaralta pisteeltä KevP-103 sisäisten vesipäästöjen tarkkailun yhteydessä.

Mataraojassa veden **pH** vaihteli välillä 6,4–7,6, pisteellä KevP-103 pH-arvot olivat 6,1–7,2. Arvot nousivat alajuoksulle päin mentäessä, kuten on havaittu myös aikaisempina vuosina. Kiintoainepitoisuudet olivat pääsääntöisesti pieniä, alle määritysrajan <2 mg/l. Pisteeltä KevS-4 mitattiin pieniä määriä kiintoainesta talvella ja syksyllä, pisteellä on paljon vesikasvillisuutta joiden vuoksi näytteenoton yhteydessä näytteisiin sekoittuu kiintoainesta. Suurin kiintoainepitoisuus 6,4 mg/l, mitattiin tammikuun kierroksella. **Sameus** vaihteli pisteellä KevS-1 välillä 0,4–2,7 FTU, pisteellä KevS-4 välillä 0,9–20 FTU ja pisteellä KevS-10 välillä 0,6–5,6 FTU. Sameus, kiintoaine ja pH vaihtelivat samoilla tasoilla kuin aikaisempina tarkkailuvuosina, lukuun ottamatta pisteen KevS-1 huhtikuun kiintoainepitoista näytettä.

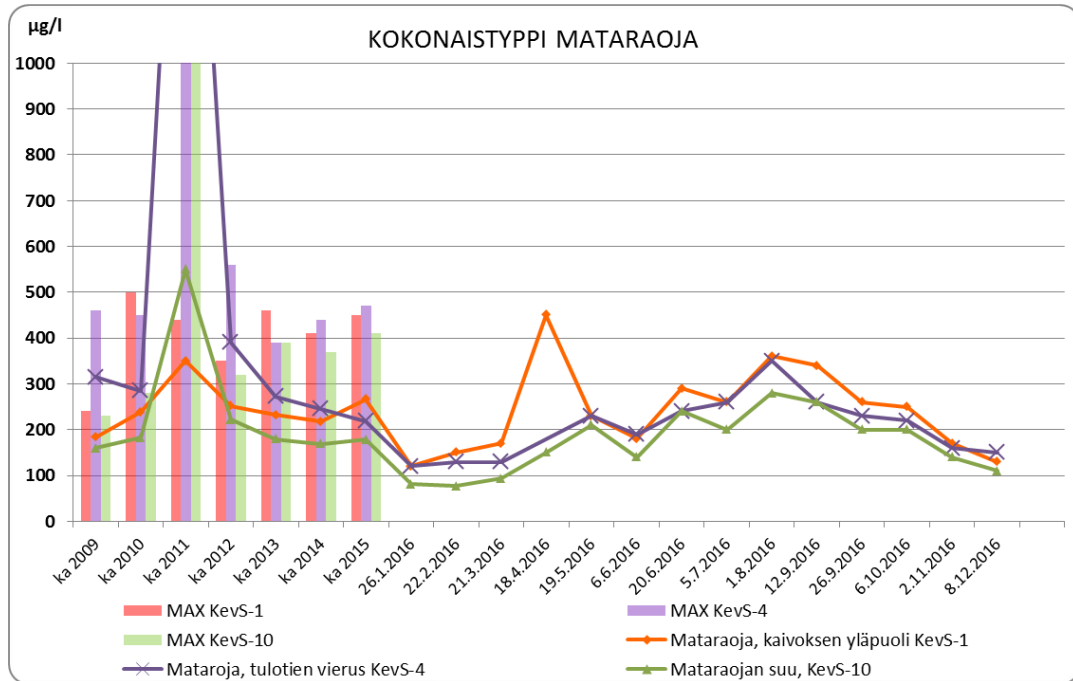
Veden värin ja kemiallisen hapenkulutuksen ( $COD_{Mn}$ ) perusteella Mataroan vedessä oli selvä humusleima. Veden **väri** vaihteli pisteellä KevS-1 välillä 30–120 mg/l Pt, pisteellä KevS-4 45–140 mg Pt /l ja Mataroan alimmalla pisteellä 30–140 mg Pt /l. Veden  **$COD_{Mn}$ -pitoisuudet** olivat tulosten perusteella alueella varsin tasaisia vaihdellen pisteellä KevS-1 välillä 5,5–19 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 4,6–13 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 3,0–17 mg/l. Pitoisuudet olivat edellisten vuosien tasolla.

**Mangaanipitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,006–0,30 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,015–0,64 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,011–0,28 mg/l. Edellisten vuosien tarkkailutulosten perusteella mangaanipitoisuudet ovat vaihdelleet vastaavanlaisesti myös aikaisemmin. Alkuvuodesta pisteeltä KevS-1 mitattiin muutamia korkeita tuloksia. Mangaanin on todettu pitoisuuksiltaan olevan verrannollinen rautapitoisuuden, väriluvun ja hapenkulutuksen kanssa, indikoiden humusta. Mataroan alueelta havaitut korkeat mangaanipitoisuudet selittyvät todennäköisemmin humukseen sitoutuneella mangaanilla. Purovesissä mangaania on yleensä 0,002–0,145 mg/l (Lahermo ym. 1996).

**Rautapitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,26–0,86 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,33–2,9 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,27–1,7 mg/l. Rauta liikkuu vesissä pääosin humukseen sitoutuneena ja sen vuoksi rautapitoisuuksien vaihtelu on suurta.

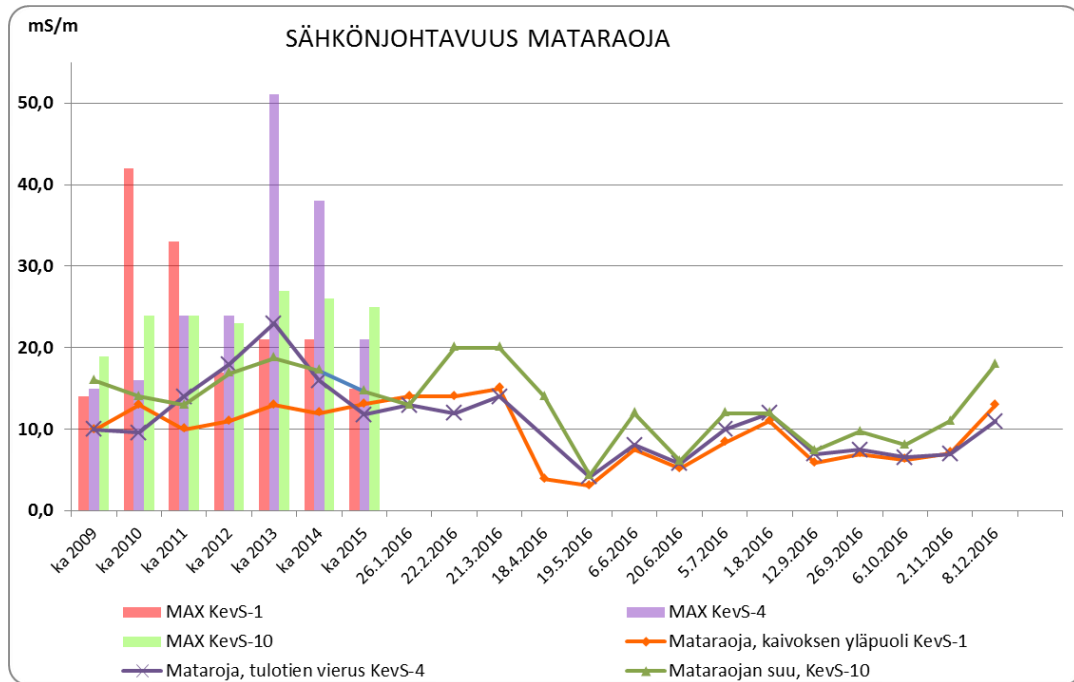
Vesien **ravinnepitoisuudet** olivat pääsääntöisesti normaalitasoillaan. Kevään sulamis- sekä hu- levedet aiheuttavat yleisesti ohimenevän nousun pitoisuuksissa. Kesällä 2016 havaittiin myös pitoisuuksien nousevan runsaiden sateiden aiheuttaman pintavalunnan seurauksena. Kokonaisty-

pen pitoisuudet olivat pääsääntöisesti edellisvuosien pitoisuuksien tasoilla, vaihdellen pisteellä KevS-1 välillä 120–450 µg/l, pisteellä KevS-4 välillä 120–350 µg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 77–280 µg/l (kuva 4-1). Pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat samaa tasoa (240–740 µg/l). Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat yleisesti karujen vesien tasolla (<15 µg/l), vaihdellen pisteellä KevS-1 välillä <2,0–8,2 µg/l, pisteellä KevS-4 välillä 2,4–5,4 µg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 2,9–8,9 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla.



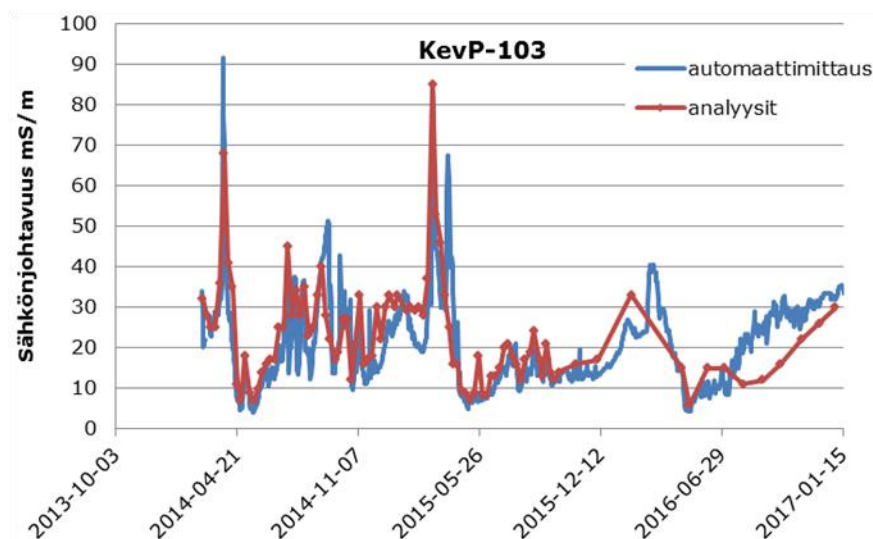
**Kuva 4-1. Typpipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2014 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot. Pisteellä KevS-4 kokonaistyyppi ka. 2011 (1 998 µg/l) ei näy kuvaajassa skaalauksesta johtuen. Vuonna 2011 pisteeltä mitattiin pitoisuuksia 590–3100 µg/l, jotka olivat seurausta tulotien rakentamisesta.**

**Sähkönjohtavuus** vaihteli pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 välillä 3,0–20 mS/m, pisteellä KevP-103 vaihteluväli oli 5,9–33 mS/m. Korkeimmat sähkönjohtavuudet mitattiin alivirtaamien aikaan alkuvuodesta, huhti-toukokuussa sähkönjohtavuus laski huomattavasti. Sateisen kesän ja syksyn aikana ojassa oli runsaasti vettä ja sähkönjohtavuus oli matala pitkälle syksyyn koko loppuvuoden. Mataroan eteläisessä haarassa sähkönjohtavuuteen voivat osaltaan vaikuttaa myös pintavalutuskentän moreenipadon läpi suotautuvat vedet (kuva 4-2).



Kuva 4-2. Sähkönjohtavuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

Sisäisten vesien tarkkailupisteellä KevP-103 Mataraojan eteläisessä haarassa on toiminnassa jatkuvatoiminen sähkönjohtavuusmittari. Mittarin antamat tulokset vastasivat vuonna 2016 melko hyvin laboratoriossa määritettyjä tuloksia (kuva 4-3).



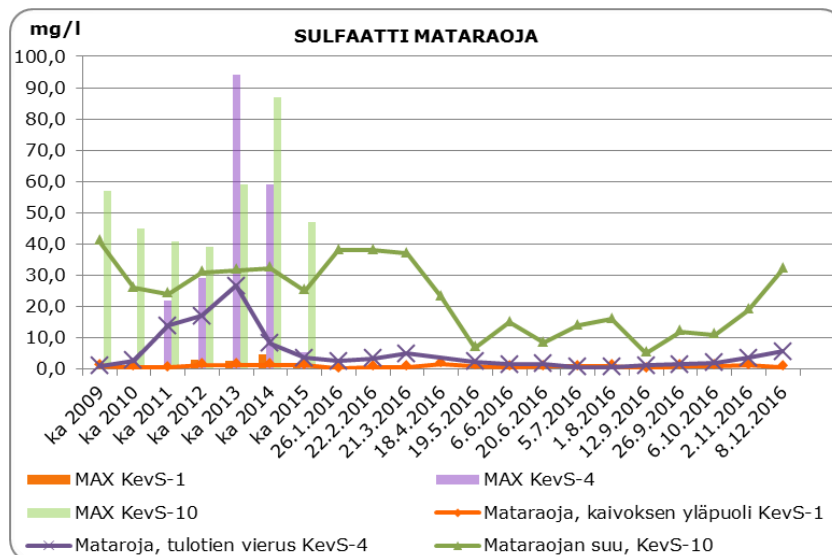
Kuva 4-3. Sähkönjohtavuus Mataraojan sisäisten vesien tarkkailupisteellä KevP-103 jatkuvatoimisen mittarin käyttöönotosta lähtien. Lokakuusta 2015 alkaen vesinäytteenottoa harvennettiin pisteellä taajuuteen 1 krt/kk.

**Sulfaattipitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,3–1,7 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,6–5,6 mg/l ja pisteellä KevS-10 5,1–38 mg/l. Pitoisuudet olivat vuonna 2016 keskimääräisesti alle edellisvuosien. Sateisen kesän ja syksyn ansiosta sulfaattipitoisuudet ovat olleet pieniä. (kuva 4-4)

Kaivoksen sisäisen päästötarkkailun Mataraojan tarkkailupisteellä KevP-103 sulfaattipitoisuudet olivat hieman korkeammat vuonna 2016, vaihdellen välillä 9–61 mg/l (ka 22 mg/l). Helmikuun

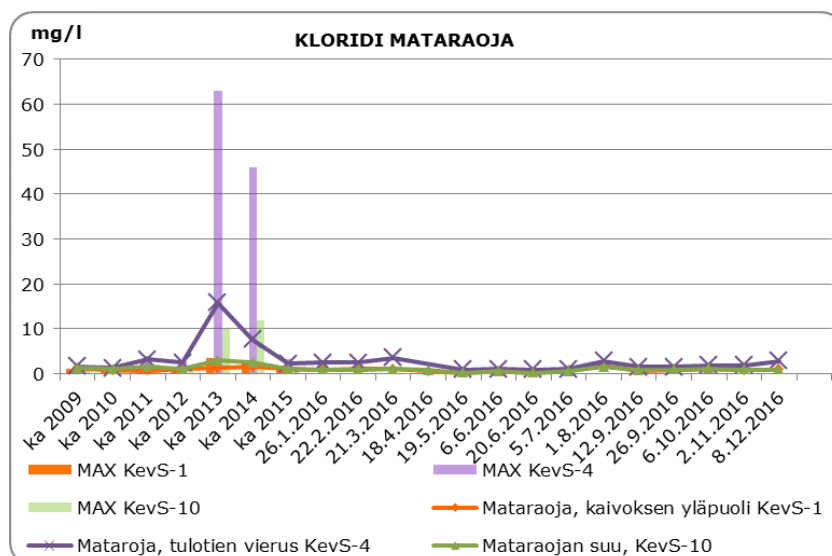
kierroksella mitattiin muista poikkeava pitoisuus 61 mg/l, muilla kierroksilla pitoisuudet olivat alle 30 mg/l. Ojassa on talvisin vettä niukalti, jolloin pitoisuudet nousevat herkästi. Pitoisuudet olivat vuonna 2016 alle edellisten tarkkailuvuosien.

Sulfaatin taustapitoisuudeksi Kevitsan alueella on esitetty 1,5–3 mg/l (Lahermo ym. 1996), mikä vastaa pisteeltä KevS-1 havaittua tasoa. Pisteellä KevS-10 sulfaattipitoisuutta voidaan pitää alueelliseen taustapitoisuuteen nähden korkeana. Pisteellä KevS-10 luontaiset pitoisuudet ovat olleet keskimäärin yli 24 mg/l koko tarkkailuhistorian ajan eli vuodesta 2009 lähtien, kaivoksen ei arvioida vaikuttaneen sulfaatin korkeampaan pitoisuustasoon Mataraojan alaosassa.



Kuva 4-4. Sulfaattipitoisuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

**Kloridipitoisuuksien** taustapitoisuudet ovat Lahermon ym. (1996) mukaan <1 mg/l. Pisteellä KevS-1 pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2016 välillä <0,5–1,9 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 1,0–3,6 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä <0,5–1,5 mg/l. Vuoden 2016 tulokset olivat tavanomaisia (kuva 4-5).

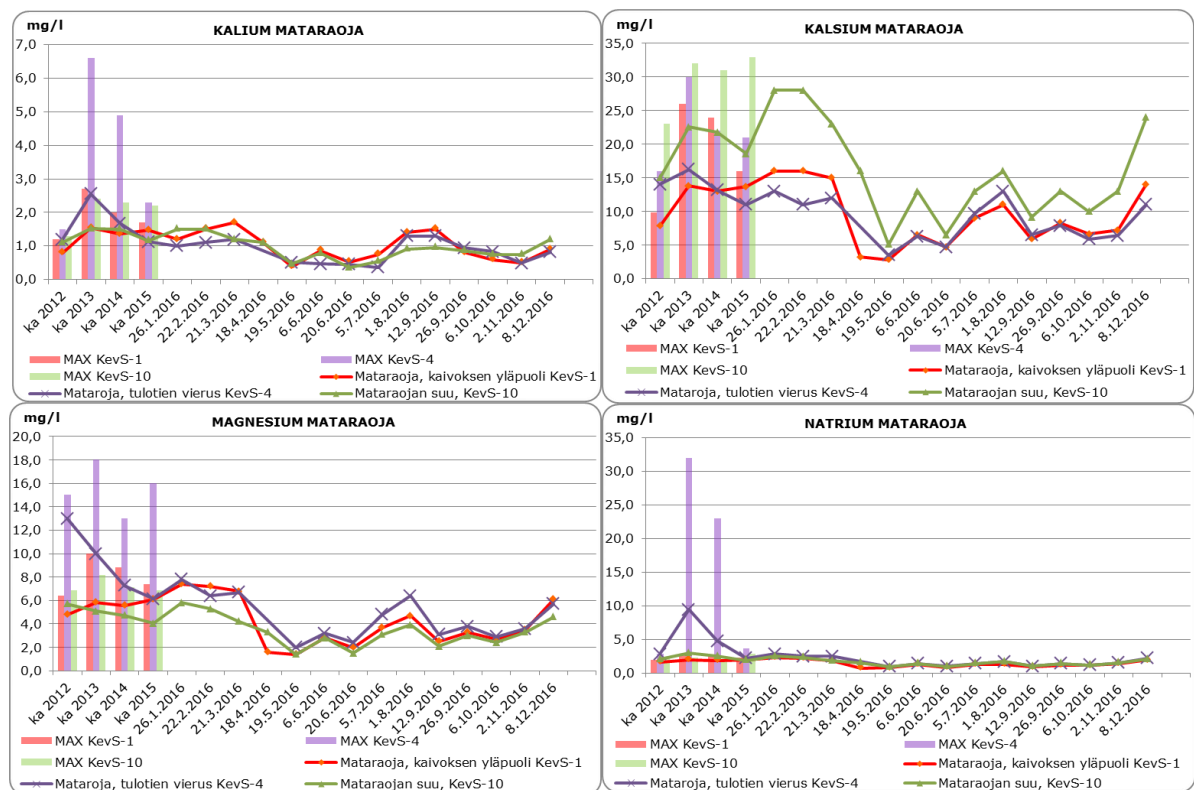


Kuva 4-5. Kloridipitoisuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

**Kaliumpitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,39–1,7 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,36–1,3 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,35–1,5 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat korkeammat vaihdellen välillä 1,0–5,2 mg/l, ollen selvästi alhaisemmat verrattuna edellisvuosiin. Keivitsan alueella kaliumin luontaiseksi taustapitoisuudeksi on esitetty 0,3–1,0 mg/l (Lahermo ym. 1996). **Kalsiumpitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 2,8–16 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 3,5–13 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 5,1–28 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat hieman korkeammat vaihdellen välillä 3,8–20,0 mg/l. Luontainen taustapitoisuus alueella on noin 3–10 mg/l. Kalium- ja kalsiumpitoisuudet olivat jokaisella tarkkailupisteellä hieman yli taustapitoisuuksien, kuten ovat olleet määritysten alusta eli vuodesta 2012 lähtien. Pitoisuuksien laskeva trendi jatkui vuonna 2016, pitoisuuksien ollessa keskimääräisesti alle edellisvuosien. Pitoisuudet reagoivat voimakkaasti ojassa olevan veden määrään (kuva 4-6).

**Magnesiumpitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 1,4–7,4 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 2,0–7,8 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 1,4–5,8 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat hieman korkeammat vaihdellen välillä 2,7–16,0 mg/l, ollen pienoisessa laskussa edellisvuosista. Luontaiseksi taustapitoisuudeksi magnesiumin osalta on esitetty 1–3,5 mg/l (Lahermo ym.1996), mihin verrattuna havaitut pitoisuudet olivat suurehkoja (kuva 4-6). Pitoisuuksien laskeva trendi jatkui vuonna 2016, pitoisuuksien ollessa keskimääräisesti alle edellisvuosien. Magnesiumia voi päätyä vesistöihin liuskeisista kivilajeista tai dolomiittisistä kalkkikivistä tai moreenin hienoaineksen suurista magnesiumpitoisuuksista.

**Natriumpitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,7–2,3 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 1,0–2,8 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,9–2,5 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat hieman korkeammat vaihdellen välillä 1,7–8,1 mg/l. Alueellisena taustapitoisuutena voidaan pitää 1–2 mg/l (Lahermo ym. 1996). Pitoisuuksissa oli havaittavissa samankaltainen kehitys kuin muissakin alkuainemääräisissä (kuva 4-6).

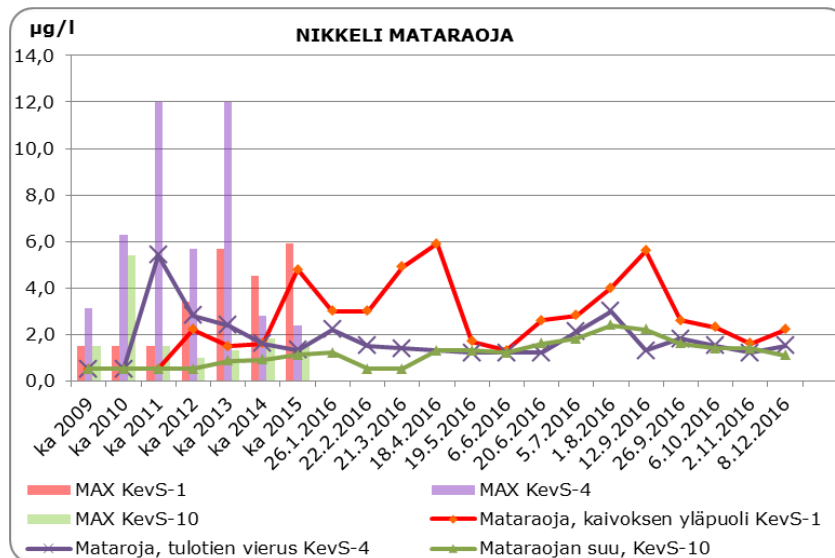


**Kuva 4-6. Alkalisipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.**

**Raskasmetalleista** nikkeliä oli Mataraojalla havaittavissa pieniä määriä läpi vuoden. Kokonaisnikkelipitoisuudet olivat pisteellä KevS-1 välillä 1,3–5,9 µg/l, pisteellä KevS-4 välillä 1,2–3,0 µg/l ja pisteellä KevS-10 välillä <1,0–2,4 µg/l. Pitoisuudet olivat em pisteillä keskimääräisesti edellis-



vuosien tasoilla ja osittain määrittäjärajan tuntumassa. Edellisvuosista poiketen pisteeltä KevS-1 havaittiin alhaisia nikkelpitoisuuksia jokaisella tarkkailukierroksella. Liukoisen nikkelin biosaataavaa osuutta liukoisesta nikkelistä voidaan arvioida käyttäen BioMet -mallia (<http://bio-met.net/>). Biosaatavan nikkelin pitoisuudelle on asetettu ympäristölaatumormit (VNa 1308/2015) suurimman sallitun pitoisuuden osalta (MAC-EQS 34 µg/l) sekä vuosikeskiarvona (AA-EQS 4 µg/l + taustapitoisuus 1 µg/l) tarkasteltaessa. Ympäristölaatumormit eivät ylittyneet liukoisen kokonaispitoisuuden sekä pistekohtaisen liukoisen nikkelin vuosikeskiarvon jäädessä alle raja-arvojen. (kuva 4-7)



**Kuva 4-7. Nikkelpitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.**

Sisäisten vesien havaintopisteellä KevP-103 nikkelpitoisuudet olivat muita Mataraojan pisteitä korkeammat, vaihdellen välillä 13–140 µg/l, korkein yksittäinen pitoisuus havaittiin huhtikuussa sulamiskaudella. Poikkeavan näytteen ottamisen yhteydessä aikaan on havaittu veden olevan sameaa. Muuten pitoisuudet jäivät alle 33 µg/l ja olivat edellisvuosina havaitulla tasolla.

Kromin ja kuparin pitoisuudet olivat pisteillä KevS-4 ja KevS-10 jokaisella kierroksella käytännössä alle määrittäjärajan (1 µg/l). Ainoa määrittäjärajan ylittävä kromipitoisuus (1,1 µg/l) mitattiin pisteeltä KevS-10 20.6. Pisteellä KevS-1 kromia havaittiin pieniä määriä (1,0–3,2 µg/l) maaliskuussa/kuussa ja kesä-/lokakuun välisenä aikana. Kuparia havaittiin satunnaisesti, huhtikuussa 1,9 µg/l, kesäkuussa 1,0 µg/l ja syyskuussa 1,4 µg/l. Pitoisuudet olivat pieniä ja virhemarginaalien rajoissa.

#### Yhteenveto

Mataraojalla määritetyt pitoisuudet vastasivat vuonna 2016 edellisinä vuosina havaittuja pitoisuuksia. Kesällä ja syksyllä sateet pitivät ojan vesimäärän runsaana, jonka ansiosta pitoisuudet pääosin pienenevät. Toisaalta sateiden aikaan runsaat pintavalunnat nostivat hetkellisesti hulevesiparametreja. Mataraojan eteläisen haaran pisteellä KevP-103 havaitaan ajoittain korkeampi sähkönjohtavuus sekä korkeammat alkalimetallien ja nikkelin pitoisuudet, mitkä voivat olla seurausta vesien suotautumisesta pintavalutuskentän moreenipadon läpi. Suotautumisen ei kuitenkaan arvioida merkittävästi vaikuttavan havaittuihin pitoisuuksiin alemmilla Mataraojan pisteillä.

## 4.2 Kitinen

### 4.2.1 Vajusen allas (KevS-6, KevS-14 ja KevS-16)

Tässä luvussa käydään sanallisesti läpi Vajusen altaan tarkkailunäytteiden tulokset. Tarkkailutuloksista laaditut kuvaajat on esitetty yhdessä muiden Kitisen tarkkailupisteiden kuvaajien kanssa luvussa 4.2.2.

Vajusen altaan **veden happitilanne** pysyi pääsääntöisesti hyvällä/kiitettävällä tasolla ympäri vuoden. Pieni notkahdus happitilanteessa oli kevästä maaliskuuhun lopulla, jolloin hapen kylästysaste käväisi tyydyttävällä tasolla. Samanlainen vaihtelu on havaittu myös edellisinä vuosina. Veden **pH** oli neutraalin tuntumassa, pH-arvot vaihtelivat välillä 6,6–7,3. Alhaisimmat arvot mitattiin edellisvuosien tapaan loppukeväästä. Kevään sulamisvesien vaikutuksesta pH-arvot laskevat. Ilmiö on yleinen havumetsäalueilla, koska pintavaluntavedet ovat yleensä happamia. Veden puskurikyky oli hyvä.

**Humuspitoisuuden** indikaattoreista päällysvesissä (KevS-6 1m, KevS-14 ja KevS-16) väriluku vaihteli välillä 45–100 mg/l Pt ja COD<sub>Mn</sub> välillä 7,3–14 mg/l. Arvot olivat tyypillisiä vähähumuksille vesille. Kesän ja syksyn runsaiden sateiden vuoksi väriluvut olivat syksypuolella normaalia korkeampia. Alusveden näytteissä pitoisuudet olivat samankaltaisia kuin päällysvedessä, eikä kerrostuneisuutta havaittu. Tulosten mukaan Vajusen altaan vesi on lievästi humuspitoista ja hyvin sekoittunutta.

**Kiintoainepitoisuudet** olivat käytännössä alle määrittämissä rajat. Yksi yksittäinen määrittämissä rajan ylittävä pitoisuus 2,4 mg/l havaittiin syyskuussa pisteeltä KevS-16. Tällöin oli navakka pohjoistuuli joka sekoitti veteen kiintoainesta. **Sameus** vaihteli näytteissä välillä 0,6–2,1 FTU. Alusvesinäytteiden pitoisuudet olivat hivenen pienempiä kuin päällysvedessä.

**Mangaanipitoisuudet** olivat päällysvedessä välillä 7,7–44 µg/l, syvemmissä vesikerroksissa 7,9–120 µg/l. **Rautapitoisuus** päällysvedessä vaihteli välillä 320–760 µg/l ja syvemmissä vesikerroksissa välillä 370–730 µg/l. Edellisvuosista poiketen suurimmat pitoisuudet mitattiin syksyllä, mangaanin osalta elokuussa ja raudan osalta syys-lokakuussa, kun muina vuosina suurimmat pitoisuudet on mitattu yleensä touko-kesäkuussa sulamiskaudella. Keskipitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin.

**Kokonaistyyppipitoisuudet** vaihtelivat päällysvedessä välillä 230–380 µg/l (kuva 4-8). Nitraattimuotoisena tyyppiä esiintyi runsaammin keväällä (enimmillään 130 µg/l). Nitriittityypipitoisuudet olivat alle määrittämissä rajan (<2,0 µg/l) koko vuoden. Ammoniummuotoista tyyppiä havaittiin vaihtelevasti läpi vuoden, enimmillään 94 µg/l pisteeltä KevS-6 huhtikuussa, muulloin pitoisuudet jäivät alle 30 µg/l. Huhtikuun näytteenottokierroksella näyte jouduttiin ottamaan jäätilanteen vuoksi lähempää rantaa. Näytteenottoa edeltävänä viikonloppuna järjestettiin näytteenottpisteen ympärillä pilkkikisat ja oletettavasti kisojen seuraksena pisteen KevS-6 1 metrin näytteen ammonium- sekä fosforipitoisuudet poikkesivat normaalitasosta.

**Kokonaisfosforipitoisuus** vaihteli päällysvedessä pääosin välillä 3,8–20 µg/l. Huhtikuun näytteessä tulos pisteeltä KevS-6 metrin näytteessä oli poikkeava 110 µg/l, näyte otettiin lähempää rantaa hankalien jäälojen vuoksi. Fosfaattifosforia oli <2-3,9 µg/l, huhtikuun KevS-6 1m näytteessä 98 µg/l. Syvemmissä vesikerroksissa ravinnepitoisuudet eivät merkittävästi eronneet pintakerroksen pitoisuuksista. Pohjan lähellä enimmäispitoisuudet olivat hieman pienempiä kuin pintakerroksessa. Kokonaisuutena pitoisuudet olivat yhteneväiset edellisvuosien tulosten kanssa, viitaten karuun vesistöön.

Päällysveden **klorofyllipitoisuus** kuvastaa yhteyttävien levien määrää. Klorofylliä mitattiin kesä-elokuun välisenä aikana pisteeltä KevS-6. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 2,4–14,0 µg/l. Pitoisuudet nousivat vuodesta 2015, ollen vuosien 2013 ja 2014 tasolla. Vaikka kesän 2016 sadekertymät olivat suurenkoja, niin lämpösumma oli korkeampi kuin edellisenä vuotena. Ravinnepitoisuuksien ja klorofylli-a:n perusteella Vajusen altaan vesi oli karua/lievästi rehevää ja niukka-/keskiravinteista (mesotrofista).

**Sähkönjohtavuus** vuonna 2016 vaihteli pintanäytteissä (KevS-6 1m) välillä 1,5–3,7 mS/m. Sähkönjohtavuudet olivat täysin yhteneväiset edellisvuosien tulosten kanssa (kuva 4-9).

Veden **sulfaattipitoisuudet** vaihtelivat Vajusen altaalla välillä 0,6–2,5 mg/l (kuva 4-10) ja **kloridipitoisuudet** välillä <0,5–1,4 mg/l (kuva 4-11). Vuonna 2016 pitoisuudet olivat suhteellisen tasaisia läpi vuoden. Kaivoksen purkuvesien sekoittumisvyöhykkeen tuntumassa sijaitsevan pisteen KevS-14, sekä vyöhykkeen sisällä sijaitsevan pisteen KevS-16 pitoisuudet olivat yhteneväi-

siä taustapisteen KevS-6 tulosten kanssa. Sulfaatti- ja kloridipitoisuuksissa ei vuonna 2016 ollut havaittavissa ylitevesien vaikutusta Vajusen altaan näytepisteillä.

**Kaliumpitoisuudet** vaihtelivat pisteen KevS-6 näytteissä välillä 0,23–0,51 mg/l, **kalsiumpitoisuudet** välillä 1,30–3,60 mg/l, **magnesiumpitoisuudet** välillä 0,52–1,2 mg/l ja **natriumpitoisuudet** välillä 0,53–1,40 mg/l. Pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin ja vastasivat alueellisia purovesien taustapitoisuuksia (Lahermo ym. 1996). Pisteillä KevS-14 ja KevS-16 pitoisuudet olivat vuonna 2015 täysin vastaavia pisteen KevS-6 tulosten kanssa.

Nikkeli-, kromi- ja kuparipitoisuudet olivat Vajusen altaalla käytännössä alle määrittämissä (1 µg/l) läpi vuoden, ainoa määrittämissä ylittävä pitoisuus (1,1 µg/l) mitattiin kromin osalta 12.9. Pitoisuus on virherajojen sisällä. Pintaveden liukoisen nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle asetettu ympäristölaatu normi ei ylittynyt. Kadmium- ja lyijypitoisuudet olivat alle määrittämissä kaikissa tutkituissa näytteissä, eivätkä ympäristölaatu normit ylittyneet.

Vuonna 2016 pisteellä KevS-6 metrin näytteestä tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti kaksi (huhti- ja elokuu) laajaa alkuaineanalyysia. **Antimoni-, arseeni-, beryllium-, boori-, koboltti-, molybdeeni-, seleeni-, sinkki-, tina-, titaani- ja vanadiinipitoisuudet** olivat alle määrittämissä rajojen. **Alumiinin** (22 µg/l), **bariumin** (5,2 µg/l) ja **rikin** (675 µg/l) keskimääräiset pitoisuudet olivat edellisvuosien rajoissa.

Kesä- ja syyskuussa suoritettiin tarkkailuohjelman mukaisesti kahden viikon välein toistetut in situ **kenttämittaukset** Vajusen altaalla tarkkailupisteiden KevS-14 ja KevS-16 läheisyydessä. YSI-mittalaitteella mitattiin lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, happipitoisuus ja redox-potentiaali metrin syvyyksivälein. Mittausten tulokset on esitetty liitteessä 4. Mittausten aikaan vesimassa oli kauttaaltaan melko tasalämpöistä eikä kerrostuneisuutta ollut havaittavissa.

Piste KevS-16 sijaitsee sekoittumisvyöhykkeen sisällä. Pisteellä havaittavissa vertikaalisten mittausten perusteella virtauksia. Kesäkuussa virtaukset näkyivät lämpötilassa, sähkönjohtavuudessa ja pH:ssa noin 4 m syvyydestä alaspäin. Syyskuun aiemmalla mittauskerralla 13.9.2016 havaittiin muuta vesipatsasta korkeampia sähkönjohtavuuksia 6-7 m syvyydellä, 27.9.2016 vastaavaa ei havaittu. Havaittu piikki sähkönjohtavuudessa on todennäköisesti ylitevesistä johtuva, mutta pysyi alhaisella tasolla.

Mittarin antama pH syyskuun jälkimmäisellä mittauskerralla 27.9.2016 erosi selvästi vastaavan ajankohdan vesinäytteen pH:sta ja aiemmista havainnoista. Mittarin kalibroinnista huolehditaan normaalisti aina ennen mittauskierroksille lähtöä, mutta tällä mittauskerralla normaali kalibrointi oli jäänyt tekemättä inhimillisen virheen vuoksi. Tuloksista voidaan kuitenkin todeta, että pH:ssa ei havaittu vaihtelua kummallakaan mittauskerralla syvyyden suhteen. Jatkossa pyritään siihen, että käytössä on aina ennen mittauksia kalibroitu tai tarkistusmitattu kenttämittari.

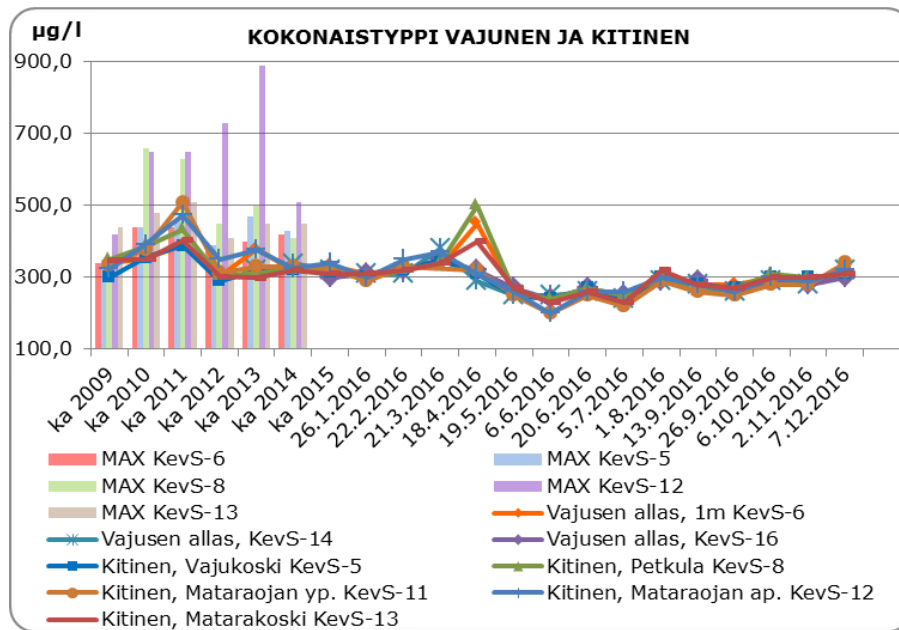
#### 4.2.2 Kaivoksen purkupisteen alapuolinen Kitinen (KevS-5, KevS-8, KevS-11, KevS-12 ja KevS-13)

Kitisellä jouksutukset ovat olleet sateisuuden vuoksi vuosina 2015 ja 2016 ajoittain huomattavasti suuremmat kuin pitkänajan keskiarvot, esimerkiksi vuoden 2016 loppukesästä jouksutukset olivat Vajukoskella käytännössä kaksinkertaiset pitkän ajan keskiarvoon verrattuna (kuva 2-3). Kaivoksen ylitevesien johtaminen Kitiseen aloitettiin vuonna 2013. Vesimäärät ovat olleet pieniä verrattuna joen kokonaisvesimäärään, keskimäärin 0,24 % virtaamasta (kuva 5-2).

Kaivoksen purkupisteen alapuolisilla Kitisen pisteillä veden **pH** oli vuonna 2016 tasainen, vaihdellen kaikissa näytepisteissä välillä 6,7–7,2. Muista näytteistä poikkeava pH-arvo 8,4, määritettiin pisteeltä KevS-8 12.9.16. Näytteenoton aikaan oli tuulista ja vesi sekoittunutta ja myös mm. sähkönjohtavuus poikkeasi muista vuoden näytteistä, selkeää syytä poikkeavalle pH-arvolle ei kuitenkaan voida osoittaa. **Kiintoainepitoisuus** Kitisen näytteissä oli pääsääntöisesti alle määrittämissä (<2 mg/l). Rajan ylittäviä pitoisuuksia (2,2–4,4 mg/l) mitattiin yleensä kevättulvien aikaan. **Sameuden** arvot olivat Kitisellä välillä 0,7–2,5 FTU.

Kitisellä veden **väri** vaihteli vuonna 2016 otettujen näytteen perusteella välillä 45–100 mg/l Pt ja **COD<sub>Mn</sub>** -pitoisuudet vaihtelivat välillä 7,3–15 mg/l O<sub>2</sub>. Väri oli korkeimmillaan keväällä ja uudestaan alkusyksystä voimakkaiden juoksutusten aikaan. **Mangaanipitoisuudet** vaihtelivat välillä 8–97 µg/l ja **rautapitoisuudet** välillä 370–850 µg/l. Humuspitoisuutta kuvaavat suureet olivat samoilla tasoilla kuin aikaisempinakin vuosina, eikä eri tarkkailupisteiden välillä ollut merkittäviä eroja.

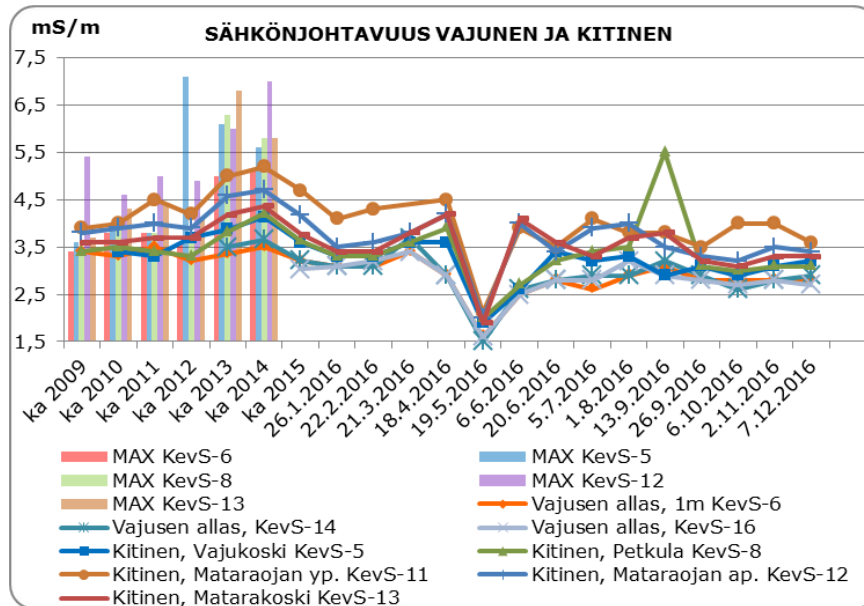
**Kokonaistyyppipitoisuus** alapuolisilla pisteillä vaihteli välillä 200–500 µg/l (kuva 4-8) ja **kokonaisfosforipitoisuus** välillä 3,9–23 µg/l. Ravinnepitoisuudet viittaavat niukka- tai keskivinteisiin vesiin (oligo/mesotrofia). Ravinnepitoisuudet olivat keskimäärin samalla tasolla kuin aikaisempina vuosina, eikä eri tarkkailupisteiden välillä ollut merkittäviä eroja. Kitiseen kohdistuva kuormitus on kaikkiaan vähäistä ja ravinnepitoisuuksia voidaan pitää alhaisina.



**Kuva 4-8. Kokonaistyyppipitoisuudet Kitisellä vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailuluukuina maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot.**

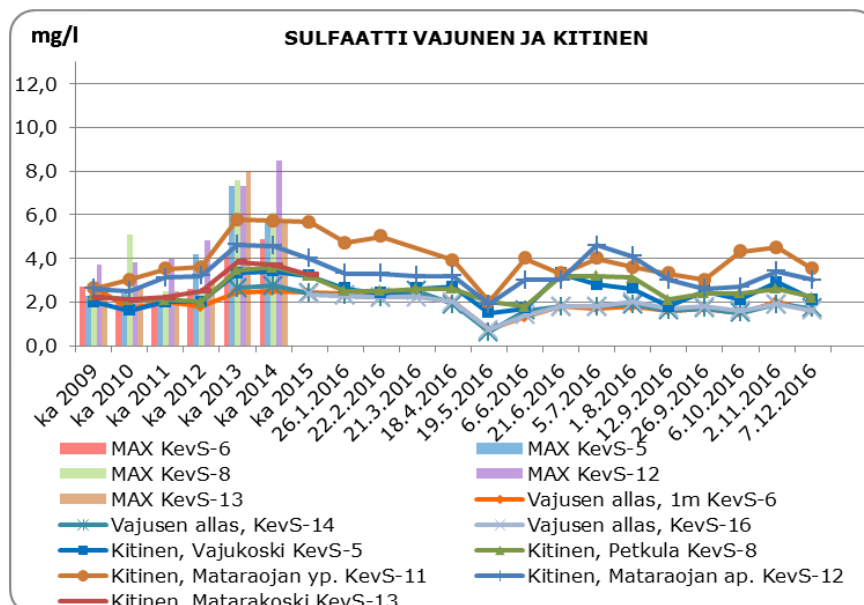
**Sähkönjohtavuus** vaihteli välillä 1,9–5,5 mS/m (kuva 4-9). Sähkönjohtavuus oli, kuten myös vuonna 2015 havaittiin, keskimääräisesti useamman kymmenyksen alle vuosien 2013 ja 2014 tulojen. Sähkönjohtavuudet olivat vuonna 2016 alapuolisilla pisteillä vuosien 2008–2010 tasoilla. Ylitevesiä pumpaus Kitiseen aloitettiin vuonna 2013.

Yleisesti korkeimmat sähkönjohtavuudet (3,3–4,5 mS/m) mitattiin kevättalvesta ennen sulamiskauden alkua. Suurin yksittäinen johtavuus 5,5 mS/m mitattiin syyskuussa pisteeltä KevS-8, jolloin oli navakka tuuli ja vesi sekoittunut. Pisteeltä KevS-12 on havaittu edellisinä vuosina yleistä Kitisen tasoa korkeampia sähkönjohtavuuksia kevättalvella, johtavuuksien käyttäytyminen on seurausta Mataraojan vesien vaikutuksesta. Piste sijaitsee Mataraojan laskupaikan alapuolella ja Mataraojan vedessä mm. alkalimetalli- ja sulfaattipitoisuudet ovat luonnostaan korkeammat kuin Kitisen, jolloin myös sähkönjohtavuus on luonnostaan korkeampi. Vuoden 2016 tuloksissa ei ollut havaittavissa edellisten vuosien kaltaisia satunnaisia muutoksia.



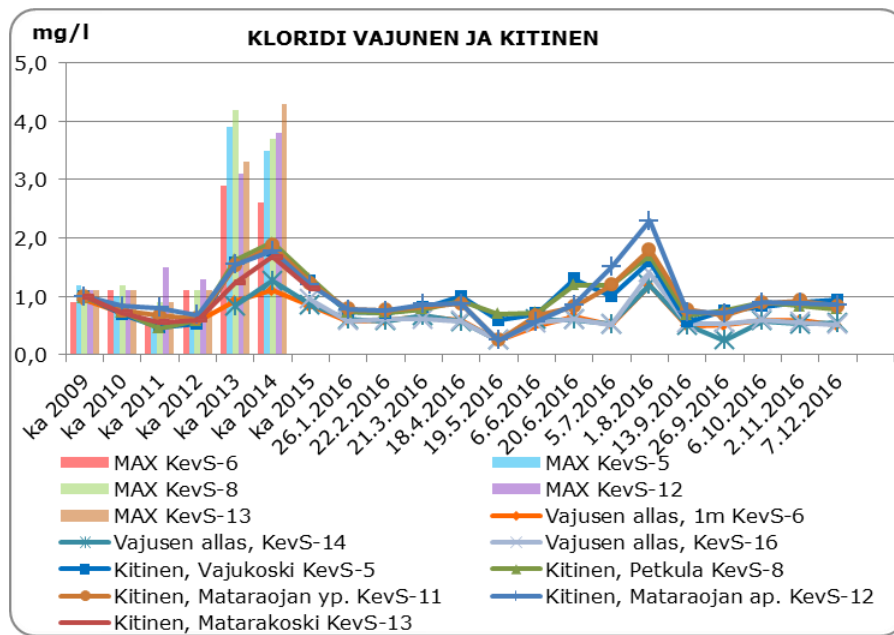
Kuva 4-9. Sähkönjohtavuus Kitisellä vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuna maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot.

Sähkönjohtavuuteen olennaisesti vaikuttavat **sulfaattipitoisuudet** vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 1,5–5,0 mg/l (kuva 4-10). Vuonna 2016 sulfaattipitoisuudet olivat suhteellisen tasaisia läpi vuoden, ollen alle vuosien 2013–2015 tulosten.



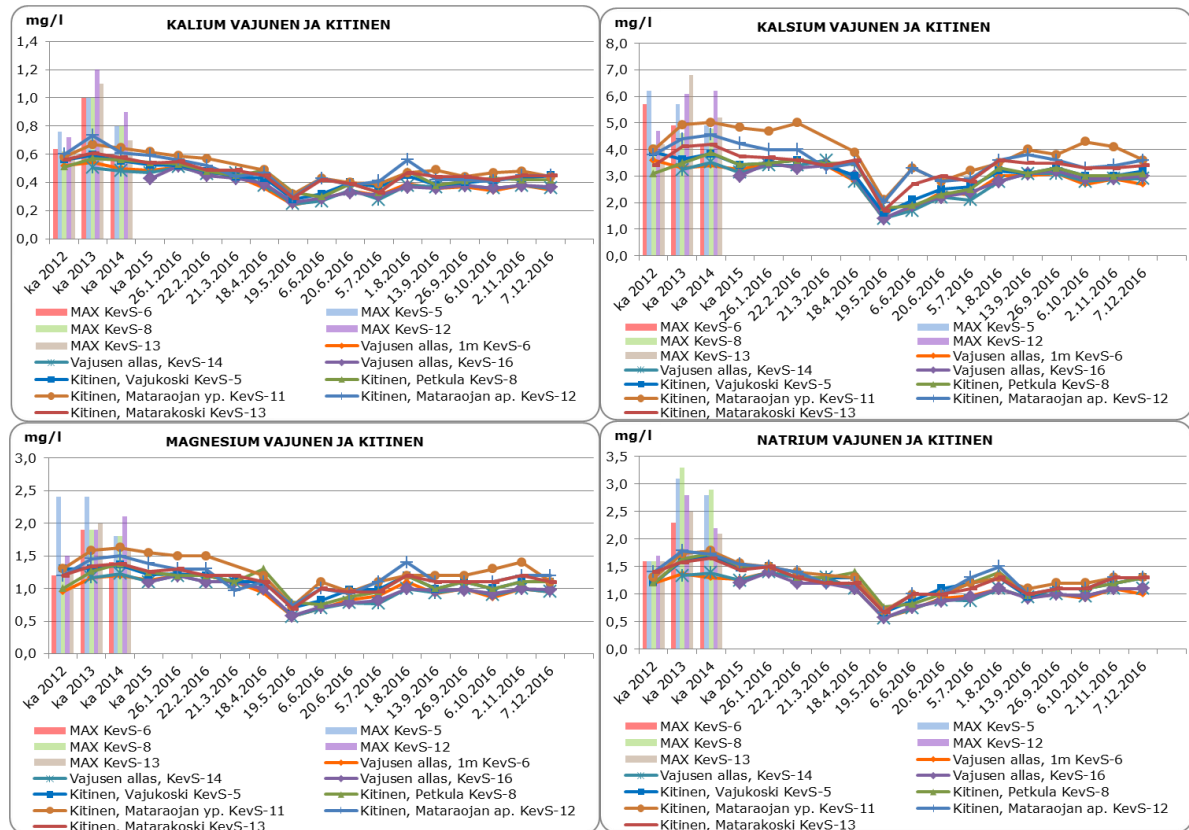
Kuva 4-10. Sulfaattipitoisuus Kitisellä vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuna maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot. Pisteeseen KevS-11 lokakuun näytteessä oli runsaasti kiintoainesta.

**Kloridipitoisuudet** vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 0,3–2,3 mg/l. Suurimmat pitoisuudet mitattiin, vuoden 2015 tapaan, sateisen heinä-elokuun aikaan (kuva 4-11). Kloridipitoisuuksissa oli jonkin verran muutoksia kierroksesta toiseen ja pitoisuuksien noustessa sama havaittiin myös kaivoksen yläpuolisilla pisteillä. Siten kaivoksen ylitevesillä ei näyttäisi olleen satunnaisiin muutoksiin vaikutusta, vaan muutokset johtunevat Kitisen yleisestä säännöstelystä ja yläpuolisen valuma-alueen vaikutuksesta. Kloridipitoisuudet ovat olleet vuodesta 2013 kaivoksen alapuolisilla pisteillä hieman korkeampia kuin taustapisteellä. Pitoisuudet olivat yleisesti pieniä ja selvästi alle talousvedelle annetun laatusuosituksen, 250 mg/l (STM 1352/2015).



**Kuva 4-11. Kloridipitoisuus Kitisellä vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 on esitetty vertailulukuna maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot.**

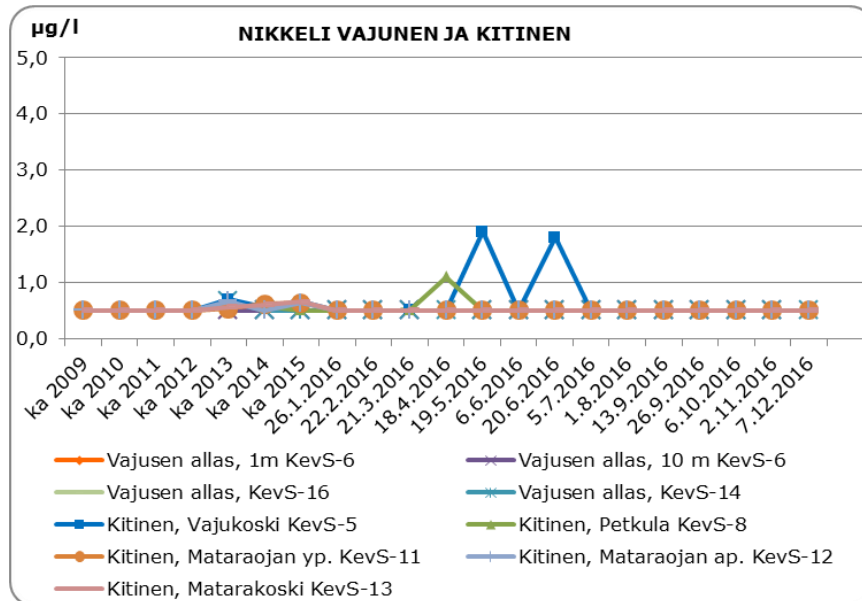
**Alkalimetallipitoisuuksista** kalium vaihteli välillä 0,28–0,59 mg/l, kalsium välillä 1,6–5,0 mg/l, magnesium välillä 0,7–1,5 mg/l ja natrium välillä 0,7–1,5 mg/l (kuva 4-12). Keskimääräiset pitoisuudet laskivat vuodesta 2015, ollen pääsääntöisesti hieman alle vuosien 2013 ja 2014 tulosten. Kaivoksen ylitevesien vaikutuksesta Vajukosken alapuolisilla pisteillä alkalimetallipitoisuudet olivat hieman suurempia kuin vertailupisteellä KevS-6. Eroavaisuudet olivat pieniä, mutta havaittavissa, kokonaispitoisuuksien oltua edelleen tavanomaisia. Keski-Lapin alueella kalsium- ja magnesiumpitoisuuksissa on todettu esiintyvän epä johdonmukaisuutta (anomalia). Kitisellä mitatut pitoisuudet vastasivat alueellisia purovesien taustapitoisuuksia (K 0,6–1,3 mg/l, Ca 4–7 mg/l, Mg 1,3–2,7 mg/l ja Na 0–3,5 mg/l) (Lahermo ym. 1996).



Kuva 4-12. Alkalimetallipitoisuudet Kitisellä vuosina 2012–2016. Vuosilta 2012–2015 keskiarvot ja maksimit.

Vuonna 2016 jokaisella tarkkailupisteellä **kadmium-, kromi-, kupari- ja lyijypitoisuudet** jäivät käytännössä alle määritysrajan (<1 µg/l). Ainoa määritysrajan ylittävä kuparipitoisuus (2,2 µg/l) mitattiin toukokuussa pisteeltä KevS-8. Havainto oli yksittäinen ja todennäköisesti sääolosuhteista johtuva.

Myös **kokonaisnikkelipitoisuudet** olivat yleisesti alle määritysrajan (<1 µg/l), pisteillä KevS-11, KevS-12 ja KevS-13 määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu koko vuonna. Pisteeltä KevS-8 havaittiin yksittäinen niukasti määritysrajan ylittävä pitoisuus 1,1 µg/l huhtikuussa, havainto on mittausepävarmuuden sisällä. Pisteeltä KevS-5 havaittiin yksittäiset määritysrajan ylittävät pitoisuudet toukokuussa 1,9 µg/l ja kesäkuussa 1,8 µg/l. Kitiseen näyttäisi pintavalunnan seurauksena päätyvän alhaisia pitoisuuksia nikkeliä luonnostaan johtuen alueen malmioista. Esimerkiksi Mataraojassa on luonnostaan, alhaisia pitoisuuksia nikkeliä havaittavissa läpi vuoden. Alueen purovesien taustapitoisuutena voidaan pitää tasoa 0,8-2,0 µg/l (Lahermo ym. 1996).



Kuva 4-13. Nikkelipitoisuudet Kitisellä vuosina 2009–2016. Vuosilta 2009–2015 keskiarvot. Alle määritysrajan (<1 µg/l) jääneet pitoisuudet on muutettu pitoisuuteen 0,5 µg/l.

Laaja alkuaineanalyysi tehtiin vuonna 2016 tarkkailuohjelman mukaisesti huhti- ja elokuussa pisteiltä KevS-5 ja KevS-12. Näytteiden **antimoni-, arseni-, beryllium-, boori-, koboltti-, molybdeeni-, seleeni-, sinkki-, tina-, titaani- ja vanadiinipitoisuudet** olivat alle määritysrajojen molemmilla tarkkailupisteillä. Pisteiden KevS-5 ja KevS-12 **rikin** pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailuvuosiin, alle vuoden 2015 havaintojen. **Bariumia** havaittiin pisteellä KevS-12 keskimäärin 7,9 µg/l, mikä nousi hieman aikaisempien vuosien pitoisuuksista (4,2–6,4 µg/l). Pisteellä KevS-5 keskimääräinen pitoisuus 5,1 µg/l oli alle edellisten vuosien. **Alumiinia** oli yleisesti sateisesta kesästä johtuen liikkeellä. Pitoisuudet olivat edellisvuosien tasolla, pisteellä KevS-5 pitoisuudet olivat 18 ja 25 µg/l ja pisteeltä KevS-12 23 sekä 27 µg/l. Alumiinia oli havaittavissa myös kaivoksen yläpuolisella pisteellä KevS-6.

Kaivoksen ylitevesien vaikutus Kitisen veteen voitiin havaita hyvin vähäisinä muutoksina lähinnä sähkönjohtavuudessa, sulfaatti-, kloridi- ja alkalimetallipitoisuuksissa, jotka olivat Vajukosken alapuolisilla tarkkailupisteillä keskimäärin hieman korkeammalla kuin Vajusen altaan taustapisteellä. Pitoisuudet ja eroavaisuudet olivat pieniä. Kitisen vesimassa on suuri ja ylitevedet sekoituvat tehokkaasti.

Ravinne- (typpi- ja fosfori) tai raskasmetallipitoisuuksissa sen sijaan ei ollut havaittavissa ylitevesien vaikutuksia vuonna 2016, kuten ei ollut myöskään vuonna 2014 tai 2015. Normaalisti vuodenvierrosta aiheutuneet ilmiöt, esim. sulamisvesien vaikutus, peittivät alleen mahdolliset ylitevesien vaikutukset.

#### 4.3 Järvet (Saiveljärvi KevS-7, Satojärveen laskeva oja KevS-2, Satojärvi KevS-3) ja Viivajoki KevS-9

Saiveljärvi (KevS-7) ja Satojärvi (KevS-3) ovat pinta-alaansa nähden erittäin matalia. Järvien vedenlaatua luonnehtii talviaikainen hapettomuus ja kesällä selvät leväkukinnat. Humuksisuutta ja orgaanisten aineiden määrää kuvaavien suureiden perusteella (väri, kiintoaine, COD<sub>Mn</sub>, rauta, ammoniumtyppi) järvet ovat runsashumuksisia. Kesäaikaan klorofyllipitoisuudet ovat korkeita etenkin Saiveljärvellä. Huhtikuussa Satojärvi oli jäänyt pohjaan saakka, eikä vapaata vettä löydetty jään alta. Järvien vedet laskevat Viivajoen kautta Moskujärviin ja edelleen Kitiseen.

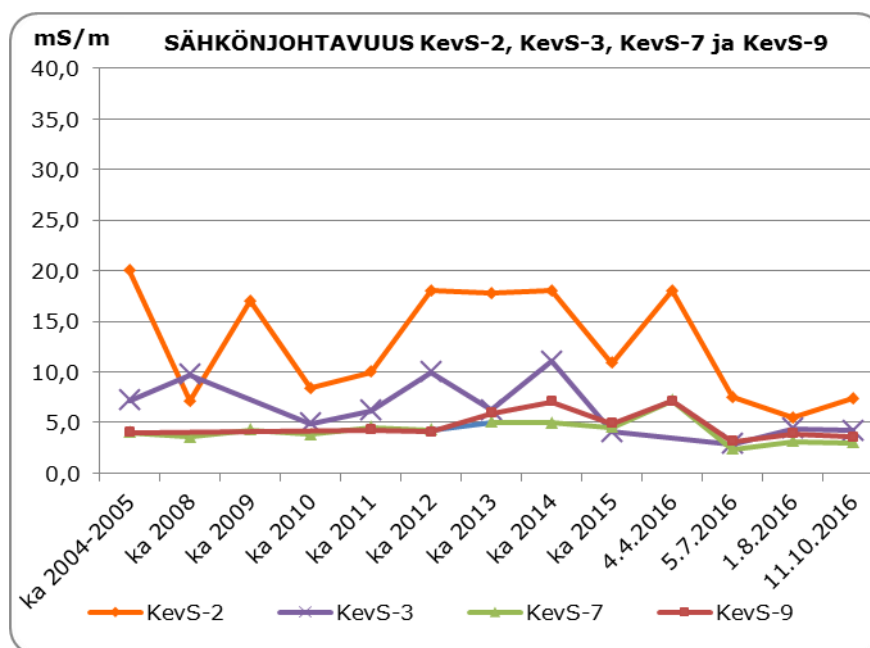
**Happutilanne** oli sulan veden aikaan hyvä tai erinomainen Sato- ja Saiveljärvillä. Keskimääräisesti happutilanne oli hieman heikompi kuin vuonna 2015 mutta parempi kuin vuosina 2014 ja 2013. Happipitoisuuteen vaikuttavat voimakkaasti lämpösummat ja sitä kautta vesikasvillisuuden



runsaus. Syksyllä järvien hapen kyllästysprosentit olivat 78–93 %. Satojärveen laskevan ojan happitilanne sen sijaan ei noussut syksylläkään välttävää tasoa korkeammalle, kyllästysprosentin vaihdellessa välillä 29–53 %. Samankaltaisia tuloksia on havaittu myös edellisinä vuosina. Viivajoki pysyy virtaamansa ansiosta osittain sulana läpi vuoden, jolloin happiolosuhteet pysyivät tyydyttävällä tasolla läpi vuoden.

Veden **pH** oli Saiveljärvessä neutraali (6,9–7,1), Satojärvellä pH pysytteli hieman emäksisen puolella (7,2–7,5). Vastaavia tuloksia on saatu myös edellisinä vuosina, Saiveljärvi on keskimäärin hieman happamampi kuin Satojärvi. Veden pH:ssa on havaittu vuodenaikaisvaihtelua, kesällä pH nousee yleisesti voimakkaan yhteyttämisen seurauksena. Satojärveen laskevassa ojassa (KevS-2) pH vaihteli välillä 6,8–7,0 ja Viivajoella välillä 6,9–7,1.

**Sähkönjohtavuudet** vaihtelevat näytepisteillä vuoden ajan mukaan, korkeimmillaan johtavuudet ovat yleensä talvisin Satojärveen laskevassa ojassa (KevS-2). Sähkönjohtavuus oli sulan veden aikaan edellisvuosien tuloksia pienempi (kuva 4-14).



Kuva 4-14. Saiveljärven (KevS-7), Satojärven (KevS-3), Satojärveen laskevan ojan (KevS-2) ja Viivajoen (KevS-9) sähkönjohtavuudet vuonna 2016, sekä vertailu edellisvuosien keskiarvoihin.

**Kiintoainepitoisuudet** vaihtelivat kierrosten välillä, järvet ovat niin matalia että pohja-ainesta sekoittuu vähäisenkin tuulen vaikutuksesta herkästi veteen. Vuonna 2016 kiintoainepitoisuudet vaihtelivat Saiveljärvellä välillä 2,3–5,4 mg/l, Satojärvellä 2,9–5,2 mg/l, Satojärveen laskevassa ojassa välillä <2–3,1 mg/l ja Viivajoella 3,2–14 mg/l. **Sameus** oli Saiveljärvellä välillä 1,8–7,2 FTU, Satojärvellä 2,6–6,3 FTU, Satojärveen laskevalla ojalla sameus vaihteli välillä 3,1–15,0 FTU ja Viivajoella 2,9–9,1 FTU. Parametrit olivat edellisvuosien vaihtelun rajoissa, Viivajoella sameus oli laskusuunnassa. Joen pohjoisrannalla olivat hakkuut talvella 2014–2015, jonka jälkeen havaittiin normaalitasoa suurempia ravinnepitoisuuksia ja sameutta vuonna 2015.

Järvien **kokonaistyyppipitoisuuksiin** vaikutti paljon vuodenaika, suurimmat pitoisuudet mitattiin talvella huhtikuussa. Pitoisuudet vaihtelivat pisteillä välillä 310–2100 µg/l, ollen yhteneväisiä edellisiin vuosiin. Suurimmat pitoisuudet mitattiin Saiveljärveltä (2100 µg/l) ja ojalta KevS-2 (1900 µg/l).

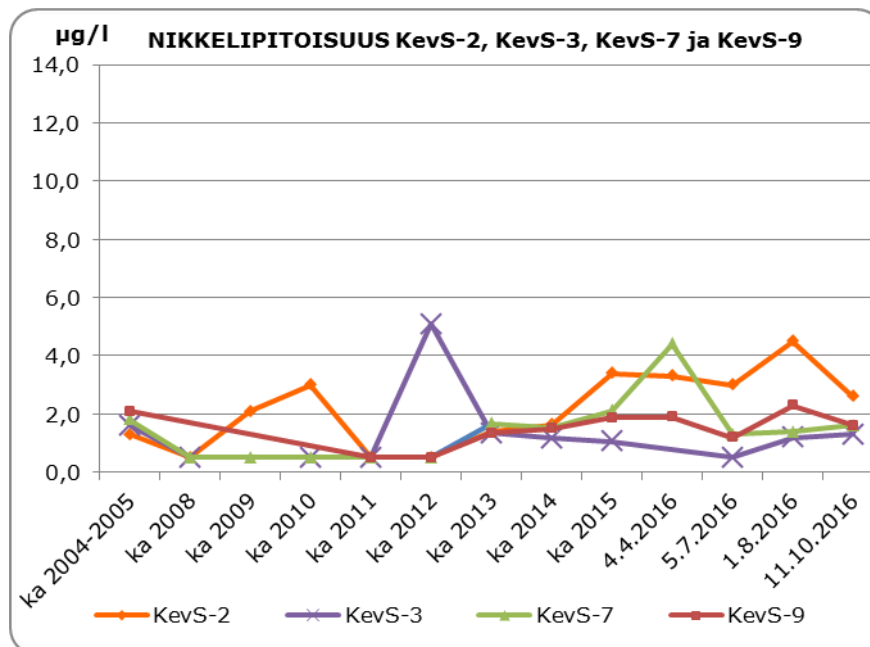
**Kokonaisfosforipitoisuuden** perusteella arvioituna molemmat järvet ovat olleet reheviä. Vuonna 2016 pitoisuudet laskivat järvillä puoleen vuoden 2015 tuloksista. Avovesikauden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo Saiveljärvellä oli 12 µg/l (2015 27 µg/l) ja Satojärvellä 8 µg/l (2015 18 µg/l) viitataan karujen vesien tasoon. Sama havainto tehtiin myös Viivajoelta, vuonna 2016 kes-

kipitoisuus oli 12 µg/l (2015 25 µg/l). Satojärveen laskevasta ojasta sen sijaan ei havaittu vastaavaa muutosta. Liukoista fosfaattifosforia havaittiin satunnaisesti muutamia mikrogrammoja litraa kohti läpi vuoden. Satojärveen laskevassa ojassa fosfaattifosforipitoisuudet olivat 3,7–80 µg/l, kun taas itse järvestä pitoisuudet jäivät alle määrittäysrajan (<2,0 µg/l). Fosfaattifosforin pitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla. Kokonaisfosforin alhaisemmat pitoisuudet eivät ole vaikuttaneet leväbiomassaa kuvaaviin **klorofyllipitoisuuksiin**.

**Sulfaattipitoisuudet** olivat pieniä ja alle vuosien 2013 ja 2014 tulosten. Vuonna 2013 havaittiin keskimääräisten pitoisuuksien nousseen muutamia kymmenyksiä edellisvuosista. Vuosina 2015 ja 2016 vettä on ollut järveillä runsaasti läpi vuoden, jolloin sulfaatin pitoisuudet ovat laskeneet. Saiveljärvellä pitoisuudet olivat välillä 1,3–3,0 mg/l, Satojärvellä 0,6–1,1 mg/l, Satojärveen laskevassa ojassa 0,9–1,5 mg/l ja Viivajoella 1,2–3,0 mg/l.

Tarkkailupisteillä **kadmium- ja lyijypitoisuudet** jäivät alle määrittäysrajan (1 µg/l) jokaisella tarkkailupisteellä. **Kromia** havaittiin yksittäisiä määrittäysrajan ylittäviä pitoisuuksia, Saiveljärvellä huhtikuussa pitoisuus oli 1,0 µg/l ja Satojärveen laskevalla ojalla heinä- ja elokuussa pitoisuudet olivat 1,1 ja 1,3 µg/l. Muilla kierroksilla ja pisteillä pitoisuudet jäivät alle määrittäysrajan. **Kuparia** havaittiin yksittäinen määrittäysrajan ylittävä pitoisuus huhtikuussa pisteiltä KevS-7 (1,1 µg/l), muilla kierroksilla ja pisteillä pitoisuuksia ei havaittu.

**Nikkeliä** havaittiin pieniä määriä jokaisella tarkkailupisteillä läpi vuoden. Saiveljärvellä nikkelpitoisuudet olivat 1,3–4,4 µg/l, Satojärvellä välillä <1–1,3 µg/l, Satojärveen laskevassa ojassa välillä 2,6–4,5 µg/l ja Viivajoella välillä 1,2–2,3 µg/l. Suurin pitoisuus Saiveljärveltä mitattiin huhtikuussa, pisteiltä KevS-2 ja KevS-9 elokuussa. Sulamisvesillä ja sulamisveden tuomalla pintavalunnalla on havaittu olevan vaikutusta havaittuihin pitoisuuksiin. Kaivosalueelta kantautuva laskeuma päätyy vesistöihin kevään sulamisaikana ja runsaiden sateiden vaikutuksesta. Nikkelin keskimääräiset pitoisuudet nousivat hiukan vuonna 2013, mikä oli ensimmäinen täysi tuotantovuosi. Nouseva kehitys jatkui 2014 ja edelleen 2015, vuonna 2016 oltiin vuoden 2015 tasoilla. Pitoisuudet ovat edelleen alhaisia ja havaitut muutokset mittausepävarmuuden sisällä. Alueen purovesien taustapitoisuutena voidaan pitää tasoa 0,8–2,0 µg/l (Lahermo ym. 1996). (kuva 4-15)

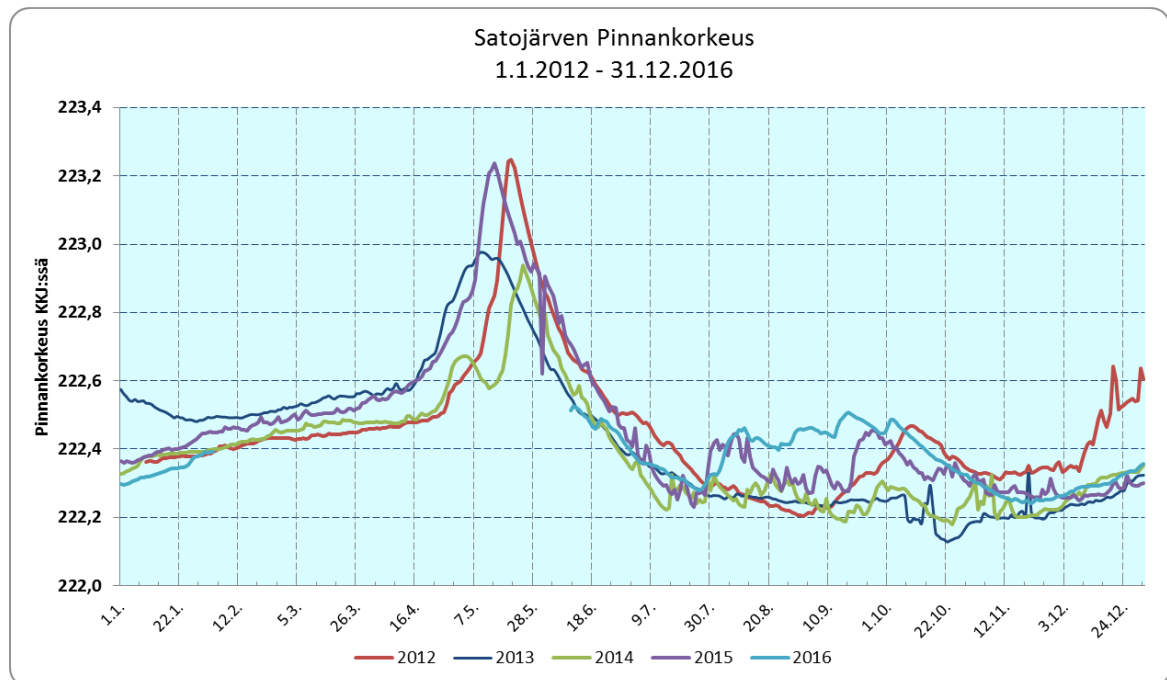


Kuva 4-15. Saiveljärven (KevS-7), Satojärven (KevS-3), Satojärveen laskevan ojan (KevS-2) ja Viivajoen (KevS-9) nikkelpitoisuudet vuonna 2016, sekä vertailu edellisvuosien keskiarvoihin.

**Mangaanipitoisuus** vaihteli Saiveljärvestä 12,0–230 µg/l, Satojärvestä 10–66 µg/l, Satojärveen laskevassa ojassa 140–1400 µg/l ja Viivajoella välillä 16–120 µg/l. **Rautapitoisuudet** olivat Saiveljärvestä välillä 570–2100 µg/l, Satojärvestä 290–530 µg/l, Satojärveen laskevassa ojassa 1300–4900 µg/l ja Viivajoella 620–2800 µg/l. Mangaani- ja rautapitoisuudet vaihtelivat ai-

emmain havaitulla vaihteluvälillä ja korreloivat voimakkaasti vesistöjen happitilanteen kanssa siten, että pitoisuudet ovat yleensä korkeimmillaan, kun happipitoisuudet ovat alimmillaan.

Satojärven pinnankorkeutta seurataan, jotta tiedetään, aiheuttaako kaivoksen toiminta vedenpinnan korkeuden alenemista. Vedenkorkeuden seuranta on toteuttanut EHP-tekniikka Oy automaattisella mittalaitteistolla. Vuonna 2016 mittari jäätynyt helmikuussa ja mittausaineistoa ei saatu 4.2.–9.6.16. väliseltä ajalta. Muista vuosista poiketen vettä oli runsaasti järvestä heinäsyyskuussa. Pinnankorkeuksissa on havaittavissa vuodenvaihtelua (kevättulva, vuosien 2013 ja 2014 vähäsateiset syksyt ja runsassateiset kesät/syksyt 2012, 2015 ja 2016) liittyviä eroavaisuuksia vuosien välillä, mutta järven vedenpinnan yleistä alenemista ei ole havaittavissa (kuva 4-16).



Kuva 4-16. Satojärven pinnankorkeudet vuosina 2012–2016 (EHP-tekniikka Oy). Ajanjaksolta 4.2.–9.6.16 ei saatu pinnankorkeustietoja, mittari oli jäänyt helmikuussa ja se voitiin korjata vasta kun se oli jälleen sulanut.

Saiveljärven, Satojärven, Satojärven laskevan luonnonojan ja Viivajoen 2016 tarkkailussa ei ole havaittavissa selkeitä muutoksia vedenlaadussa. Nikkelipitoisuuksissa on havaittavissa hienoinen nousu kaivoksen täysimääräisen toiminnan aloittamisesta eli vuodesta 2013 lähtien, pitoisuuksien ollessa edelleen pieniä. Satojärven vedenpinnan korkeudessa ei ole havaittavissa kaivoksen vaikutusta tai mahdolliset vaikutukset peittyvät suurempien vuodenaikavaihtelujen alle.

#### 4.4 Talusveden laadun tarkkailu

Talusveden laadun tarkkailua toteutetaan erillisen, Sodankylän kunnan hyväksymän tutkimusohjelman mukaisesti. Talusveden laadun tarkkailua suoritettiin vuonna 2016 tutkimusohjelmassa määritetyistä pisteistä kaikkiaan neljä kertaa, maaliskuu-, touko-, elo- ja marraskuussa. (Ahma 2017, liite 6)

Raakaveden rautapitoisuus oli korkea (492–675 µg/l), kuten myös kemiallinen hapenkulutus sekä väriluku. Humus aiheuttaa myös raakaveden värjäytymistä. Kahdessa näytteessä todettiin pieniä määriä (3–15 pmy/100 ml) koliformisia bakteereja, *E. coli* tavattiin yhdessä näytteessä tai *Clostridium Perfringens* -bakteereja ei todettu. Raakaveden pH oli tasolla 6,6–7,0 ja sähkönjohtavuus 2,0–3,8 mS/m. (Ahma 2017, liite 6)

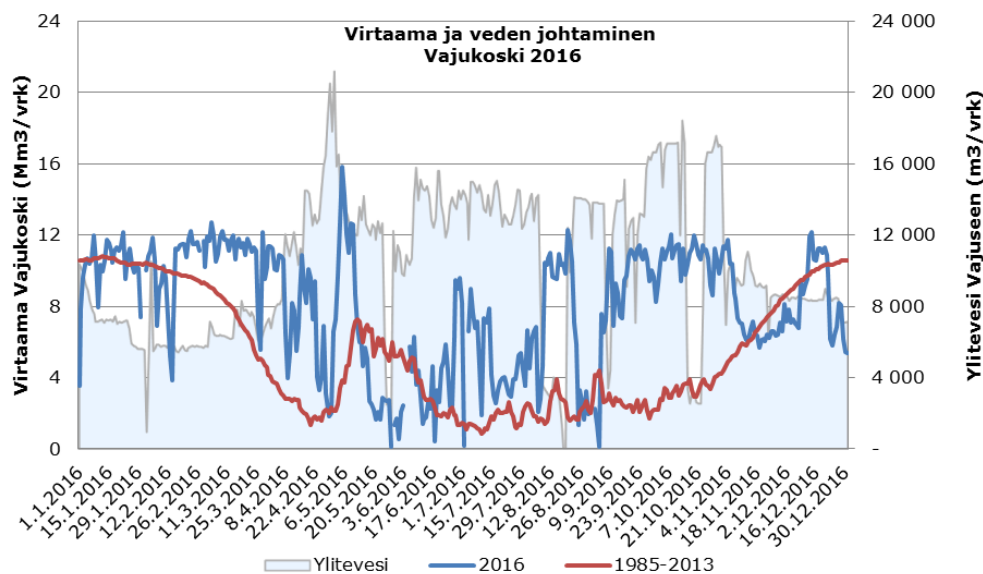
Vedenkäsittelylaitteesta lähtevän veden laatu oli erinomainen sekä kemiallisilta että mikrobiologisilta ominaisuuksiltaan. Korkein mitattu kokonaispesäkkeiden määrä oli 2 pmy/100 ml. Vedenkäsittelylaitteisto poisti suuren osan raudasta, humuksesta ja väristä. Myös sähköjohtavuus oli selvästi pienempi kuin raakavedessä. Käsitellyn veden pH oli 6,3–7,0. (Ahma 2017, liite 6)

Verkostoveden laatu oli erinomainen kemiallisilta, mikrobiologisilta sekä aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan ja täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset kaikissa näytteissä tutkituilta osiltaan. Marraskuussa 2016 verkostoveden pH alitti talousvedelle annetun suositusarvon 6,5, muilla näytteenottokierroksilla pH vaihteli välillä 6,6–7,0. Jaksottaisessa valvonnassa määritetyt raskasmetallipitoisuudet olivat pienet. (Ahma 2017, liite 6)

## 5. VAJUKOSKEEN JOHDETTU YLITEVESI

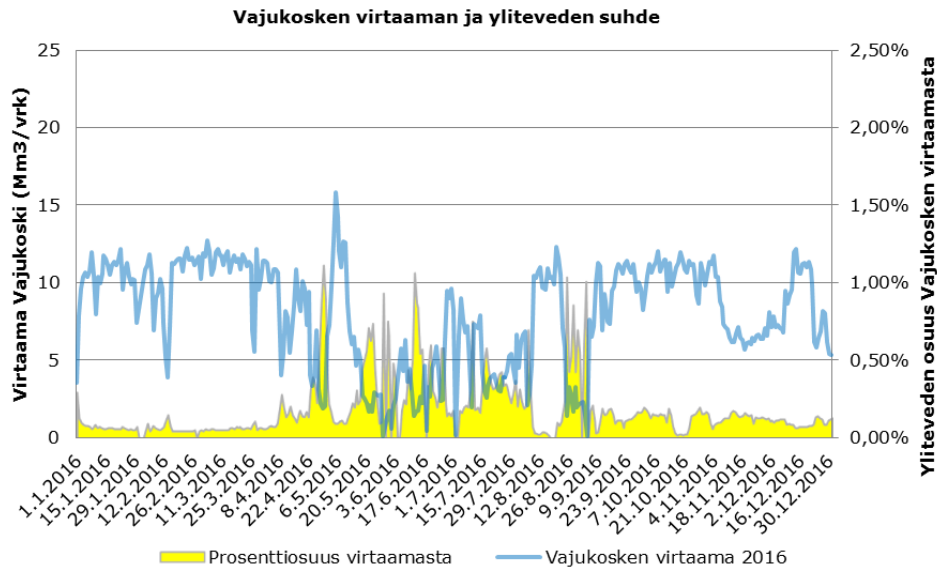
Voimassa olevan ympäristöluvan (PSAVI/144/04.08/2011) mukaisesti Vajukosken voimalaitoksen yläaltaaseen pumpattavan veden määrä saa olla enintään 275 l/s eli 23 760 m<sup>3</sup>/vrk. Vettä tulee pumpata silloin, kun voimalaitokselta tai sen tulvaluukuista juoksetetaan vettä. Voimalaitoksen yläaltaaseen voidaan myös johtaa vettä enintään 72 tuntia kestävän juoksetususeisokin ajan.

Vuoden 2016 aikana ylitevetä johdettiin Kitiseen käytännössä päivittäin, ainoa juoksetuskatkos oli 18.–19.8.2016. Juoksetettu vesimäärä oli keskimäärin n. 10 381 m<sup>3</sup>/d. Suurimmat yksittäiset pumppausmäärät olivat kevättulvien aikaan 1.5.2016 21 170 m<sup>3</sup> ja 29.4.2016 20 477 m<sup>3</sup>. Edellisvuosista poiketen sateisen kesän ja syksyn seurauksena heinäkuussa ja uudelleen syys- ja lokakuussa ylitevesiä pumpattiin edellisvuosia runsaammin Kitiseen. (kuva 5-1)



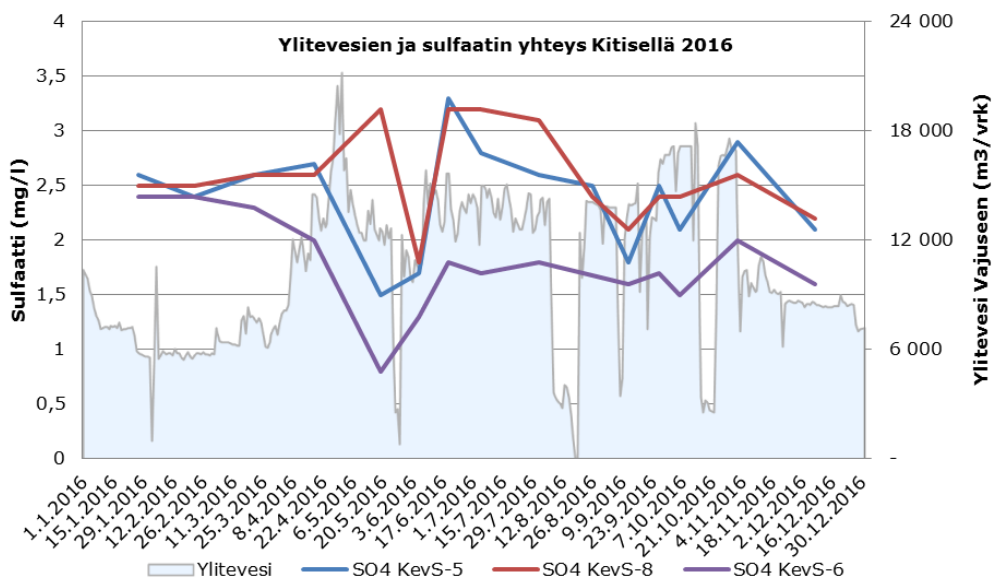
**Kuva 5-1. Vajukosken virtaamien sekä johdettujen käsiteltyjen ylitevesien määrien vertailu vuonna 2016 (Oiva 2016, Boliden Kevitsa Mining Oy).**

Ylitevedet johdetaan Vajusen altaaseen Vajukosken padon yläpuolella, josta vedet jatkavat Vajukosken voimalaitoksen kautta alavirtaan (kuva 3-1). Ylitevesien osuus Vajukosken virtaamasta oli keskimäärin 0,24 % (2015 0,17 % ja 2014 0,13 %). Suurimmillaan ylitevesien suhteellinen osuus oli huhtikuun ja toukokuun lopulla, kesäkuun loppupuoliskolla ja uudelleen heinä-elokuussa. Elo-syyskuun vaihteessa osuus nousi jälleen kun Vajukosken virtaama oli hetkellisesti pienempi. Muuten loppukesän ja syksyn aikana sekä Vajukosken virtaamat että ylitevesien määrät olivat tavanomaista runsaammat. (Kuva 5-2)



**Kuva 5-2. Vajukosken virtaaman ja Vajusen altaaseen johdetun yliteveden suhde. Suhteessa ei ole huomioitu 1.6. (2,09 %), 18.6. (3,29 %), 3.7. (9,04 %) ja 4.9. (12,9 %) osuuksia. Tällöin Vajukosken juoksutukset loppuivat kesken vuorokauden tai juoksutusta ei ollut ja laskelmat vääristävät osuutta.**

Kesä-heinäkuun ylitevesien suurempi osuus Vajukosken kokonaisvesimäärästä oli huomattavissa vähäisenä sulfaattipitoisuuden muutoksena lähimmissä Vajukosken alapuolisissa tarkkailupisteissä KevS-5 ja KevS-8 verrattuna yläpuoliseen Vajusen altaan pisteeseen KevS-6 (kuva 5-3). Elokuussa Kitisellä alkoivat suuremmat juoksutukset, jolloin ylitevesien suhteellinen osuus pieneni ja sitä kautta myös sulfaattipitoisuudet laskivat. Marraskuussa Vajukosken virtaamat laskivat, jolloin sulfaattipitoisuuksissa havaittiin pientä nousua. Pitoisuudet lähtivät jälleen laskuun joulukuussa Vajukosken virtaamien lisääntyessä. Ylitevesien vaikutus voidaan havaita Kitisellä, mutta vedet sekoittuvat hyvin ja vedenlaadun muutokset ovat pieniä. Kaikki havaitut pitoisuudet ovat erittäin alhaisia ja lähellä luonnontilaista pitoisuustasoa.



**Kuva 5-3. Sulfaattipitoisuus Kitisessä kaivoksen purkupisteen yläpuolella Vajusen altaalla (KevS-6) ja alapuolella Kitisen havaintopisteillä (KevS-5 ja KevS-8) sekä ylitevesien pumppausmäärät Vajusen altaaseen vuonna 2016.**

## 6. KOKONAISEPÄVARMUUDEN TARKASTELU

Vesien tarkkailussa tarkkailutulosten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat näytteenottopisteen kunto, näytteenotto-olosuhteet, näytteenottajan ammattitaito, näytteiden kuljetus ja käsittely, pitoisuuksien vaihtelu näytepisteittäin, laboratorion mittausepävarmuus sekä tulosten tulkintaan liittyvät epävarmuudet.

Kokonaisepävarmuutta näytteenoton osalta on pyritty minimoimaan käyttämällä samoja näytteenottajia. Näytteenotosta vastasi sertifioitu kokenut näytteenottaja, joka noudattaa työssään näytteenoton standardeja ja ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näyteasiat ja näytteenottovälineet ovat ohjeiden mukaiset. Siten näytteenoton aiheuttama epävarmuus minimoituu. Näytteenottajan muistiinpanot tallennetaan ja ne voidaan helposti palauttaa tulosten tarkastelun yhteydessä tarvittaessa. Näytteenotto, tutkimusvälineet ja näytteenottaja ovat standardoituja ja siten kokonaisepävarmuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi. Laboratorion mittausepävarmuudet on esitetty parametrikohtaisesti liitteessä 3.

Näytteenoton aiheuttamaa epävarmuutta arvioitiin vuonna 2016 kokeiluluonteisesti systemaattisesti huhtikuun alusta alkaen. Epävarmuuden arviointiin sovellettiin FINAS:n ohjeistusta ja se perustui rinnakkaisnäytteisiin ja nollanäytteisiin, joiden kokonaismäärä vastasi 9,5 % tarkkailunäytteiden kokonaismäärästä. Laadunvarmistusnäytteitä kerätiin tasaisesti näytepisteitä vaihdellen tarkkailuvuoden aikana. Vesistö tarkkailun näytteitä otettiin vuoden aikana yhteensä 169 ja laadunvarmistusnäytteitä 16 kappaletta. Laadunvarmistus kohdistettiin tarkkailun kannalta keskeisiin parametreihin, joiksi valittiin sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti ja nikkeli. Näytteiden tulokset on koottu liitteeseen 5.

Laadunvarmistusta varten otettujen rinnakkaisnäytteiden perusteella sähkönjohtavuuden tulokset ovat vaihdelleet sekä mittausepävarmuuden rajoissa että mittausepävarmuuden yli. Sähkönjohtavuuden taso alueella on alhainen ja näytteenottovälineiden puhtauteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kloridin ja sulfaatin rinnakkaisten määritysten tulokset ovat kahta tulosta lukuun ottamatta mittausepävarmuuden vaihtelun rajoissa. Nikkelin osalta määritysten tulokset ovat olleet pääosin alle määritysrajan ja vaihdelleet yhtä tulosparia (KevS-1 6.6.2016) lukuun ottamatta mittausepävarmuuden rajoissa.

Lähes kaikissa nollanäytteissä on havaittu määritysrajan ylittävä sähkönjohtavuus. Havaitut sähkönjohtavuudet olivat erittäin alhaisia ( $<0,5$  mS/m). Nollanäyte tehtiin kanisteriin säilötystä ionivaihdetusta vedestä. Ja määritysrajan ylitykset johtuvat todennäköisesti veteen jääneestä tai säilytyksessä muodostuneista ioneista. Nollanäytteistä ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia kloridia, sulfaattia eikä nikkeliä.

Pintavesien tarkkailussa vuoden 2016 aikana tehdyn laajemman näytteenoton laadunvarmistuksen perusteella näytetulokset vaihtelevat pääosin menetelmäkohtaisen mittausepävarmuuden rajoissa. Mittausepävarmuutta voidaan pintavesitarkkailun osalta pitää riittävänä kuvaamaan kokonaisepävarmuutta kun näytteenoton epävarmuus muuten minimoidaan edellä kuvatuin yleisin keinoin. Laadunvarmistusta nolla- ja rinnakkaisnäytteiden avulla ei ole tarpeen jatkaa vuoden 2016 mukaisessa laajuudessa.

## 7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarkkailuohjelmien mukaisesti vuonna 2016 Kevitsan kaivoksen pintavesivaikutuksia tarkkailtiin yhteensä 15 pisteessä. Tarkkailutulosten perusteella voidaan yleisesti todeta, että kaivoksella on vain vähän vaikutusta lähivesistöistä havaittaviin pitoisuuksiin Kitisessä, Mataraojassa, Satojärven tai Saiveljärven.

Kaivoksen purkuvedet johdetaan Kitiseen Vajukosken altaaseen. Ylitevesien pumppaus aloitettiin 2013 ja vuonna 2016 ylitevesiä pumpattiin läpi vuoden. Vesiä pumpattiin käytännössä päivittäin, keskimäärin  $10\ 381\ \text{m}^3/\text{vrk}$ . Ylitevesien vaikutus Kitisen vedenlaatuun oli havaittavissa lähinnä kesäaikaan vähäisinä muutoksina sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa sekä sähkönjohtavuus-

dessa kun ylitevesien suhteellinen osuus Kitisen virtaamasta oli suurimmillaan. Kokonaisuudessaan pitoisuudet pysyivät alhaisilla tasoilla, eikä niistä arvioida aiheutuneen haittaa vesiluonnolle.

Kitisen raskasmetallipitoisuuksissa (mm. kupari, nikkeli) ei ollut havaittavissa ylitevesien vaikutusta, eikä ympäristölaatumormien ylityksiä havaittu. Tulosten perusteella vesistä havaittavaan nikkelpitoisuuteen näyttäisi vaikuttavan enemmän keväinen valuma-alueelta peräisin oleva pintavalunta. Mataraojan vedessä havaitaan luonnostaan, Kevitsan malmiosta, sekä mahdollisesta laskeumasta johtuen pieniä pitoisuuksia nikkeliä.

Suurin yksittäinen tekijä ainepitoisuuksien vaihteluun on Kitisen säännöstely. Virtaamien voimakkaat vaihtelut vaikuttavat sekoittumisolosuhteisiin ja näin ollen todennäköisesti säännöstelyyn liittyviä muutoksia muutoksia voidaan havaita Kitisen sähkönjohtavuudessa, kloridi-, sulfaatti- ja kiintoainepitoisuuksissa.

Satojärven, Satojärveen laskevan ojan, Saiveljärven ja Viivajoen tarkkailun tulokset olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä edellisvuosien tuloksien kanssa. Viivajoella vuonna 2015 havaittu metsähakkuiden vaikutus ei ollut havaittavissa enää vuonna 2016. Saiveljärven, Satojärven, Satojärveen laskevan luonnonojan ja Viivajoen 2016 tarkkailussa ei ole havaittavissa selkeitä muutoksia vedenlaadussa. Nikkelpitoisuuksissa on havaittavissa vähittäistä nousua kaivoksen täysimääräisen toiminnan aloittamisesta eli vuodesta 2013 lähtien, pitoisuuksien ollessa edelleen alhaisia. Todennäköinen syy pitoisuuden nousulle on kaivosalueelta peräisin oleva laskeuma, joka päättyy vähitellen vesistöihin sulamisvesien ja pintavalunnan seurauksena. Satojärven vedenpinnan korkeudessa ei ole havaittavissa kaivoksen vaikutusta tai mahdolliset vaikutukset peittyvät suurempien vuodenaikaisvaihtelujen alle.

Ravinnepitoisuudet Mataraojassa ja Kitisessä olivat alhaisia ja pääosin karujen tai mesotrofisten vesien tasolla. Saiveljärvi ja Satojärvi erottuvat pitoisuuksiensa puolesta Mataraojan ja Kitisen alueesta. Järvillä humuspitoisuus ja ravinteisuus ovat olleet koko tarkkailuajana selvästi suurempia, järvet ovat erittäin matalia ja varsinkin Satojärvi soistuva.

Pintavesien tarkkailussa vuoden 2016 aikana tehdyn laajemman näytteenoton laadunvarmistuksen perusteella näytetulokset vaihtelevat pääosin menetelmäkohtaisen mittausepävarmuuden rajoissa. Mittausepävarmuutta voidaan pintavesitarkkailun osalta pitää riittävänä kuvaamaan kokonaisepävarmuutta kun näytteenoton epävarmuus muuten minimoidaan edellä kuvatuin yleisin keinoin. Laadunvarmistusta nolla- ja rinnakkaisnäytteiden avulla ei ole tarpeen jatkaa vuoden 2016 mukaisessa laajuudessa.

Vesistötarkkailua esitetään jatkettavaksi vuonna 2017 tarkkailuohjelman mukaisesti.

## 8. LÄHTEET

Ahma Ympäristö Oy. 2017. Lausunto FQM Kevitsa Mining Oy:n talousveden laadusta, yhteenveto vuoden 2015 tuloksista. 27.1.2017.

Boliden Kevitsa Mining Oy. Talousvesien valvontatutkimusohjelma vuosille 2012–2016.

GTK 2015. Geologian tutkimuskeskus. Geo.fi –palvelu.

EHP-Tekniikka Oy, 2017. Kevitsan alueen mittauksien käyttöliittymä.

Ilmatieteen laitos 2017. Ilmatieteen laitoksen internet-sivut, kuukausitilastot. <http://www.fmi.fi/>

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

Lapin Vesitutkimus Oy. 2012. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen rakentamisen aikainen ympäristötarkkailu.

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto. 2009. Kevitsan kaivoksen ympäristö- ja vesitalouslupa sekä töiden- ja toiminnan aloittamislupa. Nro 46/09/1. Dnro PSY-2007-Y-101. Annettu julkipanon jälkeen 2.7.2009.

PSAVI. 2014. Kevitsan kaivoksen käsiteltyjen ylitevesien johtaminen Vajukosken altaaseen vuonna 2014 ja toiminnan aloittamislupa. Nro 53/2014/1. Dnro PSAVI/25/04.08/2014.

Pöyry Finland Oy. 2011. Kevitsan kaivoksen laajennus. FQM Kevitsa Mining Oy. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Pöyry Finland Oy. 2012. FQM Kevitsa Mining Oy. Tuotantovaiheen ja tuotannon ylösajovaiheen (Ramp Up) tarkkailusuunnitelma. 16WWE1628. Täydennys 2.5.2012.

Ramboll Finland Oy. 2015. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuluohjelma. Hyväksytty 24.9.2015.

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

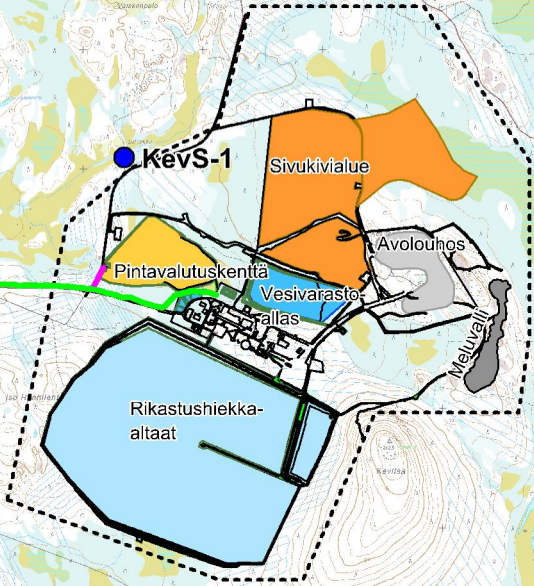
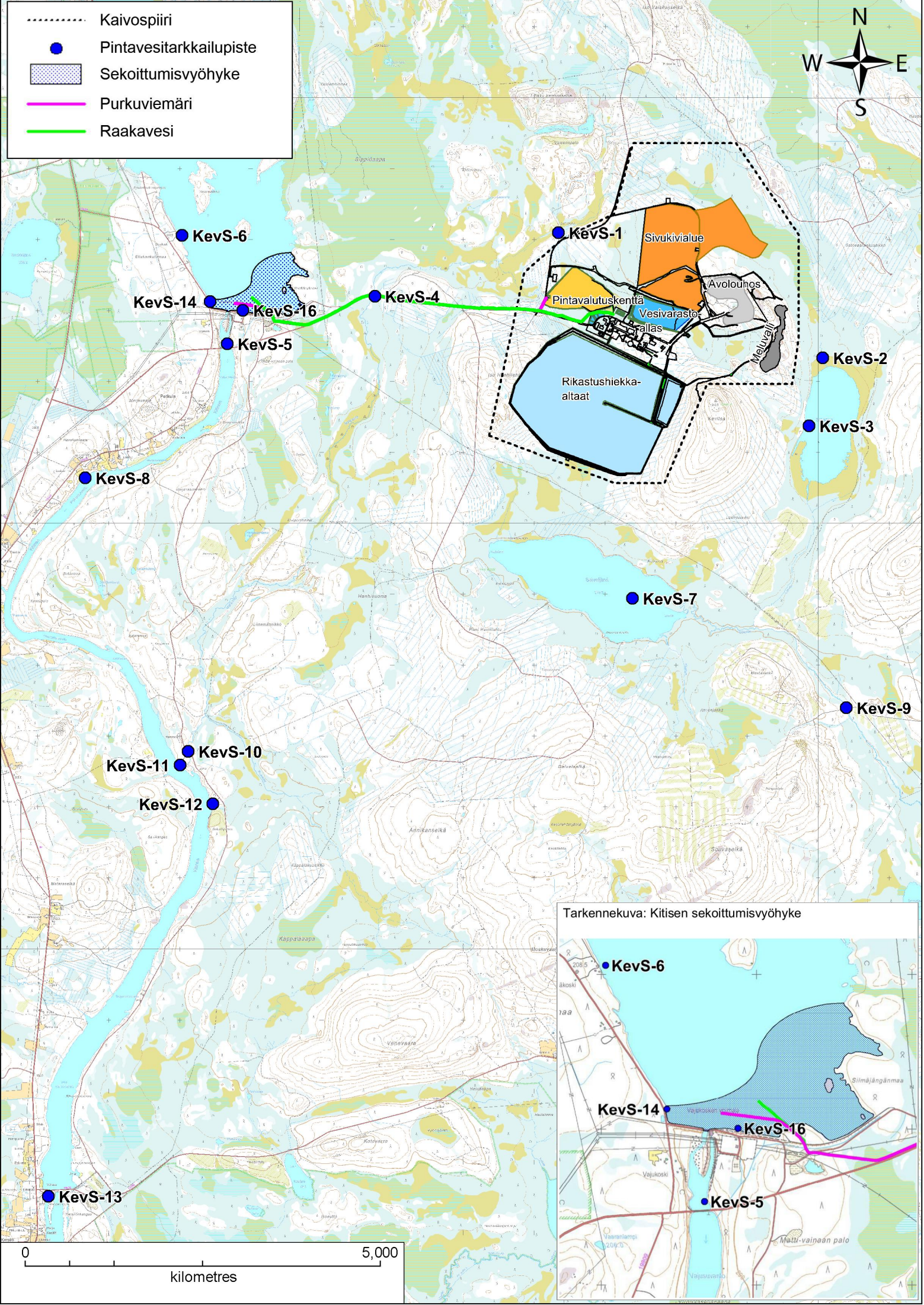
Valtioneuvosto, asetus 1308/2015. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta.

Ympäristöhallinto 2017. Ympäristöhallinnon Internet-sivut, OIVA-palvelu. <http://www.syke.fi/>

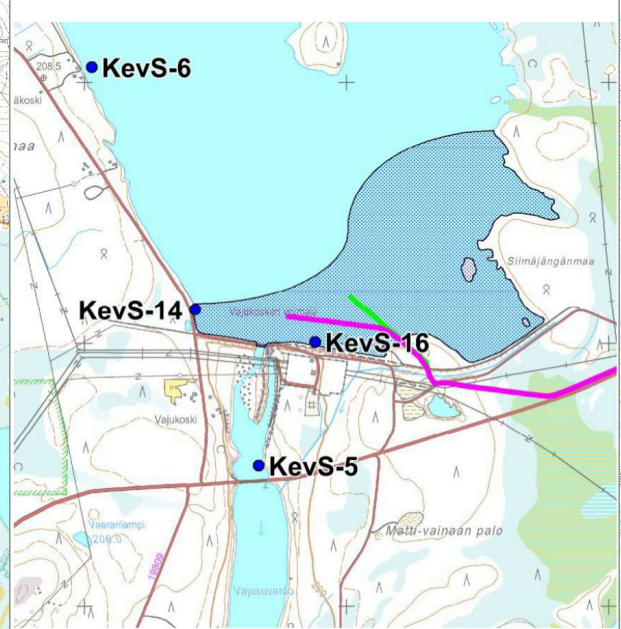


LIITE 1  
TARKKAILUPISTEKARTTA

- Kaivospiiri
- Pintavesitarkkailupiste
- ▨ Sekoittumisvyöhyke
- Purkuviemäri
- Raakavesi



Tarkennekuva: Kivijärven sekoittumisvyöhyke



LIITE 2  
TARKKAILUTULOKSET VUODELTA 2016







LIITE 3  
LABORATORION MÄÄRITYSMENETELMÄT JA MITTAUSEPÄVARMUUDET

## Ramboll Analytics T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

5.10.2016 /

ni

## Boliden Kevitsa Mining Oy

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
RA2001	Alkaliniteetti	SFS-EN ISO 9963-1	0,020 mmol/l	10 % (>0,1 mmol/l) ±0,01 mmol/l (<0,1 mmol/l)	KYLLÄ
RA2046	Ammoniumtyppi (spektro.)	SFS 3032	4 µg/l	15 % (>20 µg/l) 25 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA2034	Ammoniumtyppi (tisl.)	SFS 5505	1,5 mg/l	20 % (>10 mg/l) 25 % (<10 µg/l)	KYLLÄ
RA2006	BOD7	SFS-EN 1899-2	2 mg/l	20 %	KYLLÄ
RA2006	BOD7 ATU	SFS-EN 1899-1	3 mg/l	20 %	KYLLÄ
RA2011	CODCr	SFS 5504, ISO 15705	25 mg/l	12 % (>500 mg/l) 15 % (<500 mg/l)	KYLLÄ
RA2012	CODMn	SFS 3036	0,5 mgO2/l	10 % (>2 mgO2/l) 20 % (<2 mgO2/l)	KYLLÄ
RA2007	DOC	SFS-EN 1484	1,0 mg/l	15 % (>2 mg/l) 35 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
RA5002	Fekaaliset koliformiset bakteerit	SFS 4088:2001	0 pmy/100ml		KYLLÄ
RA2010	Fosfaattifosfori (PO4-P), kokonais-	kumottu SFS 3025	2 µg/l	10 % (>50 µg/l) 15 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2010	Fosfaattifosfori (PO4-P), liuenut	kumottu SFS 3025	2 µg/l	10 % (>50 µg/l) 15 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2009	Fosfori, kokonais- (Ganimede)	SFS-EN ISO 6878	20 µg/l	19 % (>50 µg/l) 24 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2008	Fosfori, kokonais- (spektro.)	SFS-EN ISO 6878	2 µg/l	11 % (>25 µg/l) 15 % (<25 µg/l)	KYLLÄ
RA2002	Hapen kyllästysprosentti	SFS-EN 25813	2,0 %	15 %	EI
RA2002	Happipitoisuus (potentiometrinen titraus)	SFS-EN 25813	0,2 mg O2/l	10 % (>2 mg/l) 20 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
RA4019	Öljyhiilivedyt (mineraaliöljyt C10-C40)	mod .SFS-EN ISO 9377-2	0,05 mg/l	26 %	KYLLÄ
RA2029	Kiintoaine, jätevesi (A-suodatin)	SFS-EN 872	2,0 mg/l	17 %	KYLLÄ
RA2029	Kiintoaine, vesistövesi (C-suodatin)	SFS-EN 872	2,0 mg/l	15 %	KYLLÄ
RA4016	Kiintoaineen hehkutushäviö 550 °C	SFS-EN 872 + SFS 3008	2,0 mg/l	22 %	EI
RA4016	Kiintoaineen hehkutusjäännös 550 °C	SFS-EN 872 + SFS 3008	2,0 mg/l	22 %	EI
RA2018	Kloridi	SFS-EN ISO 10304-1	0,5 mg/l	10 % (>5,0 mg/l) 20 % (<5,0 mg/l)	KYLLÄ
RA2031	klorofylli	SFS 5772	1 µg/l	20 %	EI
RA2035	Nitraattityppi (NO3-N), FIA	SFS-EN ISO 13395	jätevedet 100 µg/l muut vedet 4,0 µg/l	20 % (>50 µg/l) 25 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2018	Nitraattityppi (NO3-N), IC	SFS-EN ISO 10304-1	0,25 mg/l	15 % (>1,25 mg/l) 25 % (<1,25 mg/l)	KYLLÄ
RA2035	Nitriittityppi (NO2-N), FIA	SFS-EN ISO 13395	jätevedet 100 µg/l muut vedet 2 µg/l	11 % (>10 µg/l) 20 % (<10 µg/l)	KYLLÄ
RA2018	Nitriittityppi (NO2-N), IC	SFS-EN ISO 10304-1	0,02 mg/l	25 %	KYLLÄ
RA2035	Nitraatti- ja nitriittitypen summa (NO2-N + NO3-N), FIA	SFS-EN ISO 13395	jätevedet 100 µg/l muut vedet 4,0 µg/l	20 % (>50 µg/l) 25 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2000	pH	ISO 10523, SFS 3021	± 0,2 yks. 3 %		KYLLÄ
RA2077	Redox-potentiaali	Sis. Men.	-	25 %	EI
RA2024	sameus	SFS-EN ISO 7027	0,20 FTU	10 % (>10 FTU) 15 % (<10 FTU)	KYLLÄ
RA2018	Sulfaatti	SFS-EN ISO 10304-1	0,5 mg/l	15 % (>20 mg/l) 25 % (<20 mg/l)	KYLLÄ
RA2013	sähköjohtavuus	SFS-EN 27888	0,1 mS/m	5 % (>4 mS/m) 10 % (<4 mS/m)	KYLLÄ
RA2018	Tiosulfaatti	SFS-EN ISO 10304-3:1998	5 mg/l	20 %	KYLLÄ
RA2007	TOC	SFS-EN 1484	1,0 mg/l (tarvittaessa) 0,5 mg/l)	55 % (0,5-1,0 mg/l) 24 % (1,0-2,0 mg/l) 13 % (>2,0 mg/l)	KYLLÄ
RA5217	Toksisuus, levätesti	Inhibitiotesti (OECD 201 ja SFS-EN ISO 8692), <i>Selenastrum capricornutum</i>			EI
RA5218	Toksisuus, valobakteeritesti	ISO 11348-3, <i>Vibrio fischeri</i>			EI
RA5216	Toksisuus, vesikirpputesti	Akuutti toksisuus (OECD 202 ja ISO 6341 mod.), <i>Daphnia magna</i>			EI
RA2004	Typpi, kokonais-, FIA	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	25 % (50-70 µg/l) 15 % (70-250 µg/l) 12 % (>250 µg/l)	KYLLÄ
RA2087	Typpi, kokonais-N, Gallery	ISO 15923-1, Epa Method 353.1	50 µg/l	15 % (>70 µg/l) 15-20 % (50-70 µg/l)	KYLLÄ
RA2085	Typpi, kokonais-N, CFA	SFS-EN ISO 11905-2	50 µg/l	10 µg/l (50-70 µg/l) 15 % (>70 µg/l)	KYLLÄ
RA2003	Typpi, kokonais-N, Ganimede-N	Mod. SFS-EN ISO 11905-1	100 µg/l	22 % (>500 µg/l) 30 % (<500 µg/l)	KYLLÄ
RA2021	Typpi, kokonais-N, Kjeldahl	SFS 5505	2,0 mg/l	15 % (>5 mg/l) 25 % (<5 mg/l)	KYLLÄ
RA2014	Väriluku	SFS-EN ISO 7887	5 mg/l Pt	20 %	KYLLÄ



## Ramboll Analytics T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

5.10.2016 /

ni

## Boliden Kevitsa Mining Oy

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
<b>Alkuaineet</b>					
RA3000	Alumiini, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Antimoni	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (2-20 µg/l) 19 % (<2 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Arseeni	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (2-20 µg/l) 19 % (<2 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Barium	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l) 15 % (>2 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Beryllium	SFS-EN ISO 17294-2	0,2 µg/l	17 % (1-2 µg/l) 25 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Boori	SFS-EN ISO 17294-2	20 µg/l	16 % (>200 µg/l) 19 % (<200 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Bromi	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	25 %	EI
RA3000	Elohopea	SFS-EN ISO 17294-2	0,02 µg/l	15 % (>1 µg/l) 25 % (0,05-1 µg/l) 40 % (>0,02 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Fosfori, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	2 µg/l	15 % (>10 µg/l) ±1,5 (<10 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Fosfori, ICP-MS (jätevesi)	SFS-EN ISO 17294-2, SFS-EN ISO 15587 (1-2)	20 µg/l	15 % (>10 µg/l) ±1,5 (<10 µg/l) 15 % (>2 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kadmium	SFS-EN ISO 17294-2	0,03 µg/l	17 % (1-2 µg/l) 25 % (0,2-1 µg/l) 30 % (>0,03 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kalium	SFS-EN ISO 17294-2	100 µg/l	15 % (>4000 µg/l) 17 % (400-4000 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kalsium	SFS-EN ISO 17294-2	100 µg/l	19 % (<400 µg/l) 15 % (>4000 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kromi	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	17 % (400-4000 µg/l) 19 % (<400 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kupari	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kupari	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	16 % (>20 µg/l) 20 % (<20 µg/l) 15 % (>20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Lyijy	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	17 % (1-20 µg/l) 19 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Magnesium	SFS-EN ISO 17294-2	50 µg/l	16 % (>4 mg/l) 19 % (<4 mg/l)	KYLLÄ
RA3000	Mangaani	SFS-EN ISO 17294-2	2 µg/l	15 % (>20 µg/l) 18 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Molybdeeni	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (<20 µg/l) 15 % (>4000 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Natrium	SFS-EN ISO 17294-2	100 µg/l	17 % (400-4000 µg/l) 19 % (<400 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Nikkeli	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 18 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Rauta	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	17 % (>200 µg/l) 20 % (>10 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Rikki	SFS-EN ISO 17294-2	500 µg/l	25 %	EI
RA3000	Seleeni	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>200 µg/l) 17 % (20-200 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Sinkki	SFS-EN ISO 17294-2	5 µg/l	16 % (>200 µg/l) 19 % (20-200 µg/l) 25 % (>5 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Tina	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Titaani	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	EI
RA3000	Vanadiini	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3004	Kokonaiskovuus	sisäinen menetelmä (SFS 3003, muunneltu)	0,005 mmol/l	15 % (>0,27 mmol/l) 17 % (0,027-0,27 mmol/l) 19 % (>0,005 mmol/l)	KYLLÄ

**LIITE 4**  
**KENTTÄMITTAUSTEN TULOKSET**

## KevS-14 Ysi-mittaukset

Koordinaatit 7509113 491468 pisteellä vettä n. 8m																				
SYVYYS (m)	LAMPÖTILA (°C)				pH	SAHKONJOHTAVUUS (µs/cm)				HAPPI (mg/l)				REDOX (mV)						
	7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016		7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016	7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016	7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016			
0	11,2	12,6	10,2	9,6	7,17	6,83	7,27	6,23	22,5	24,9	29	28,4	8,46	6,45	11,71	15,26	193	172,3	99,4	114,6
1	11,2	12,3	10,1	9,5	7,51	6,85	7,24	6,24	22,7	25	29,1	28,4	9,18	6,57	11,06	13,44	196,3	173,3	100,7	118,3
2	11,2	12,3	10,1	9,5	7,48	6,89	7,15	6,19	22,6	25	29,1	28,4	9,03	6,73	10,76	12,86	197	174,1	106,8	125,5
3	11,2	12,3	10	9,5	7,35	6,9	7,13	6,24	22,6	25	29,3	28,4	8,94	6,8	10,72	12,47	196,3	174,7	104,4	128,2
4	11,2	12,3	10,1	9,5	7,38	6,91	7,08	6,23	22,8	25,1	29,2	28,4	8,77	6,85	10,74	12,28	190,1	174,9	110,8	126
5	11,2	12,3	10	9,5	7,33	7,01	7,02	6,27	23,2	25,1	37,7	28,4	8,64	6,91	9,18	12,07	205,4	173,3	110,3	126,2
6	11,2	12,3	10	9,5	7,28	7,04	7	6,32	22,8	25,2	36,6	31,6	8,53	6,9	10,09	11,47	194,7	174,8	112,7	126

## KevS-16 Ysi-mittaukset

Koordinaatit 7509061 491995 pisteellä vettä n. 10m																				
SYVYYS (m)	LAMPÖTILA (°C)				pH	SAHKONJOHTAVUUS (µs/cm)				HAPPI (mg/l)				REDOX (mV)						
	7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016		7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016	7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016	7.6.2016	21.6.2016	13.9.2016	27.9.2016			
0	11,3	13,5	9,5	9,6	6,83	6,59	6,97	6,29	22,7	25	31,7	28,4	7,9	6,19	10,49	15,1	157	106,7	77	133,7
1	11,3	12,8	9,5	9,5	6,86	7,18	6,96	6,13	22,4	25	31,8	28,4	7,9	7,23	10,35	13,16	148,2	168,4	69,9	137,9
2	11,3	12,4	9,3	9,5	6,83	7,06	7	6,1	22,2	25	32	28,4	7,65	6,66	9,92	12,6	145,2	171,1	54,8	139
3	11,3	12,4	9,3	9,5	6,83	6,97	7,09	6,12	22,7	25	35,1	33,9	7,04	6,36	9,44	12,19	140,2	173,6	50,2	139
4	11,3	12,3	9,4	9,5	6,83	6,72	7,08	6,05	29,8	26,2	43,3	34,5	7,18	6,26	8,92	11,43	128	178,3	44,2	122,1
5	11,3	12	9,4	9,5	6,79	6,68	7,25	6,15	44,5	47,5	33	28,6	6,49	5,33	10,35	11,41	153	140	62,6	68,7
6	11,2	12,2	9,4	9,5	7,06	6,59	7,34	6,19	36,5	43,7	61,2	28,8	7,92	5,8	9,68	11,47	130	107,3	54,2	77
7	11,1	11,9	9,4	9,5	6,61	6,63	7,5	6,13	40,8	42,5	71,8	32,7	7,2	5,43	7,47	11,54	167	108,3	41,7	86,2
8	11,3	11,9	9,3	9,5	6,64	6,65	8	6,24	43,8	44,3	31,9	28,6	8,04	5,45	5,48	11,16	162	103,6	107	96,5
9	11,1	12,1	9,3	9,5	6,5	6,66	8,13	6,3	41,9	38,9	31,9	28,5	7,36	5,55	5,66	10,81	129	98,3	108	96,5

13.9.2016 kova tuuli



27.9.2016 käytössä eri YSI-mittari jonka kalibrointitietoja ei saatavilla. Happipitoisuus poikkeava? pH?

**LIITE 5**  
**KOKONAISEPÄVARMUUDEN ARVIOINTI**

paikka	Ottopäivä	laadunvarmistusnäytteet				varsinaiset näytteet				Sähkönjohtavuus %	Kloridi (Cl) %	Sulfaatti (SO4) %	Nikkeli (Ni) %
		Sähkönjohtavuus mS/m	Kloridi (Cl) mg/l	Sulfaatti (SO4) mg/l	Nikkeli (Ni) µg/l	Sähkönjohtavuus mS/m	Kloridi (Cl) mg/l	Sulfaatti (SO4) mg/l	Nikkeli (Ni) µg/l				
KevS-14	18.5.2016	2	0,5	1,6	1	1,5	0,5	0,62	1	-33,3 %	0,0 %	-158,1 %	0,0 %
KevS-3	5.7.2016	3,6	0,5	1,2	1	2,9	0,5	1,1	1	-24,1 %	0,0 %	-9,1 %	0,0 %
KevS-9	1.8.2016	4,4	0,53	1,2	2,2	3,9	0,53	1,2	2,3	-12,8 %	0,0 %	0,0 %	4,3 %
KevS-6	1.11.2016	3,1	0,54	1,8	1	2,8	0,59	2	1	-10,7 %	8,5 %	10,0 %	0,0 %
KevS-16	6.6.2016	2,5	0,57	1,6	1	2,5	0,55	1,4	1	0,0 %	-3,6 %	-14,3 %	0,0 %
KevS-1	6.6.2016	8	0,59	0,91	1,6	7,6	0,54	0,74	1,3	-5,3 %	-9,3 %	-23,0 %	-23,1 %
KevS-10	6.6.2016	12	0,62	20	1,4	12	0,58	15	1,2	0,0 %	-6,9 %	-33,3 %	-16,7 %
KevS-13	26.9.2016	3,1	0,68	2,3	1	3,2	0,71	2,3	1	3,1 %	4,2 %	0,0 %	0,0 %
KevS-12	14.9.2016	3,7	0,75	3	1	3,5	0,73	3	1	-5,7 %	-2,7 %	0,0 %	0,0 %
KevS-8	8.12.2016	3	0,79	2,3	1	3,1	0,78	2,2	1	3,2 %	-1,3 %	-4,5 %	0,0 %
KevS-7	11.10.2016	3,2	0,84	1,3	1,5	3	0,83	1,3	1,6	-6,7 %	-1,2 %	0,0 %	6,3 %
KevS-2	4.4.2016	20	0,95	1,6	3,8	18	0,92	1,5	3,3	-11,1 %	-3,3 %	-6,7 %	-15,2 %
KevS-4	21.6.2016	6	1	1,9	1,1	5,8	0,97	1,8	1,2	-3,4 %	-3,1 %	-5,6 %	8,3 %
KevS-5	21.6.2016	3,7	1,2	3,1	1,6	3,4	1,3	3,3	1,8	-8,8 %	7,7 %	6,1 %	11,1 %
KevS-11	1.8.2016	4,3	1,5	3,3	1	3,8	1,8	3,6	1	-13,2 %	16,7 %	8,3 %	0,0 %
<b>Nollanäytteet</b>													
KevS-1	6.6.2016	0,34	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-1	4.4.2016	0,36	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-10	6.6.2016	0,37	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-11	1.8.2016	0,45	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-12	14.9.2016	0,2	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-13	28.9.2016	0,2	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-14	18.5.2016	0,37	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-16	6.6.2016	0,36	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-2	4.4.2016	0,46	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-3	5.7.2016	0,24	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-4	21.6.2016	1,2	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-5	21.6.2016	0,51	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-6	1.11.2016	0,11	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-7	11.10.2016	<0,1	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-8	8.12.2016	<0,10	<0,50	<0,50	<1,0								
KevS-9	1.8.2016	0,38	<0,50	<0,50	<1,0								

Määrittäjärajien alittavat tulokset muutettu erotuksen laskennassa vastaamaan määrittäjärajaa  
Mittausepävarmuudet

Sähkönjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO4)	Nikkeli (Ni)
5 % (>4 mS/m)	10 % (>5,0 mg/l)	15 % (>20 mg/l)	16 % (>20 µg/l)
10 % (<4 mS/m)	20 % (<5,0 mg/l)	25 % (<20 mg/l)	19 % (<20 µg/l)

 Rinnakkaismäärittysten tulosten erotus poikkeaa laboratorion mittausepävarmuudesta  
 Nollanäytteen tulos ylittää määrittäjärajaa

**LIITE 6**  
**LAUSUNTO TALOUSVEDEN LAADUSTA, YHTEENVETO VUODEN 2016**  
**TULOKSISTA, AHMA YMPÄRISTÖ OY**

## LAUSUNTO BOLIDEN KEVITSA OY:N (ENT. FQM KEVITSA MINING OY) TALOUSVEDEN LAADUSTA, YHTEENVETO VUODEN 2016 TULOKSISTA

Boliden Kevitsa Oy:n (ent. FQM Kevitsa Mining Oy) talousveden laadun tarkkailua suoritettiin vuonna 2016 valvontatutkimusohjelmassa määritetyistä tarkkailupisteistä (raakavesi, lähtevä vesi, verkosto) kaikkiaan 4 kertaa. Näytteenotto suoritettiin maaliskuussa (14.3.2016), toukokuussa (24.5.2016), elokuussa (22.8.2016) ja marraskuussa (10.11.2016). Verkostonäyte otettiin jokaisella kerralla ruokalan keittiöstä. Jaksottaisen valvonnan analyysit tehtiin maaliskuussa 2016 otetusta verkostonäytteestä.

**Raakaveden** rautapitoisuus on aikaisempaan tapaan korkea (492 – 675 µg/l) kuten myös kemiallinen hapenkulutus ja väriluku raakavedessä on korkea. Korkea rautapitoisuus ja hapenkulutusta aiheuttava humus aiheuttaa raakaveden värjäytymistä. Kahdessa näytteessä todettiin pieniä määriä (3 – 15 pmy/100 ml) koliformisia bakteereita ja yhdessä raakavesinäytteessä havaittiin myös E.coli bakteerin esiintyminen. Clostridium perfringens bakteereja raakavedessä ei todettu lainkaan. Raakaveden pH oli tasolla 6,6 – 7,0 ja sähkönjohtavuus tasolla 20 – 38 µS/cm.

**Vedenkäsittelylaitteesta** lähtevän veden laatu oli erinomainen sekä kemiallisilta että mikrobiologisilta ominaisuuksilta. Korkein mitattu kokonaispesäkkeiden määrä oli 2 pmy/100 ml. Vedenkäsittelylaitteisto poisti suuren osan raudasta, humuksesta ja väristä. Myös sähkönjohtavuus on selvästi pienempi kuin raakavedessä. Käsitellyn veden pH oli 6,3 – 7,0.

**Verkostoveden** laatu oli kemiallisilta, mikrobiologisilta ja aistinvaraisilta ominaisuuksilta erinomainen ja täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset tutkituilta osilta kaikissa näytteissä. Marraskuussa 2016 verkostoveden pH alitti talousvedelle annetun suositusarvon 6,5, muilla näytteenottokierroksilla pH vaihteli välillä 6,6 – 7,0. Jaksottaisessa valvonnassa määritetyt raskasmetallipitoisuudet olivat pienet.

Liite: Analyysitulokset v. 2016

Rovaniemellä 27.1.2016



Olli-Pekka Vieltojärvi, FM biofysiikka

Lähteet:

- FQM Kevitsa Mining Oy, Talousvesien valvontatutkimusohjelma vuosille 2012 – 2016
- Analyysitulokset vuodelta 2016
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (STM 1352/2015)

Asiakas: Boliden Kevitsa Mining Oy  
Kevitsantie 730  
99670 PETKULA

**Talousvesitarkkailu, vuosiyhteenveto**

Näytepaikka	Kuvaus
12057	Raakavesi
12058	Vedenkäsittelystä lähtevä vesi
12059	Ruokalan keittiö

Analyysit				*E. coli	*Enterokokit	*Clostridium perfringens	*Koliiformiset bakteerit 37°C	*Pesäkkeiden lukumäärä 22°C 72h	*pH	*Sähkönjohtavuus	*Kloridi	*Sulfaatti	*Kemiallinen hapenkulutus, KMnO4	*Sameus	*Väri	Haju	Maku	*Fluoridi	*Nitraatti	*Nitraattityppi	*Nitriitti	*Nitriittityppi	*Ammonium	*Ammonium-tyyppi	*Alumiini, Al	*Arseeni, As
Menetelmä				SFS-EN ISO 9308-2:2014 / ROI	SFS-EN ISO 7899-2:2000 / ROI	ISO 6461-2:2002 muunneltu / ROI	SFS-EN ISO 9308-2:2014 / ROI	SFS-EN ISO 6222:1999 / ROI	SFS 3021:1979 / ROI	SFS-EN 27888:1994 / ROI	SFS-EN ISO 10304-1:2009 / ROI	SFS-EN ISO 10304-1:2009 / ROI	SFS 3036:1981 / ROI	SFS-EN ISO 7027:2000 / ROI	SFS-EN ISO 7887:2012(C) / ROI	Aistinvarainen / ROI	Aistinvarainen / ROI	SFS-EN ISO 10304-1:2009 / ROI	SFS-EN ISO 13395:1997 / ROI	SFS-EN ISO 13395:1997 / ROI	SFS-EN ISO 13395:1997 / ROI	SFS-EN ISO 13395:1997 / ROI	SFS-EN ISO 11732:2005 / ROI	SFS-EN ISO 11732:2005 / ROI	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL
Mittausepävarmuus									± 0,2 pH yks,	<20: ± 10% >20: ± 4%	<1: ± 20% >1: ± 10%	<2: ± 15% >2: ± 10%	<12: ± 20% >12: ± 10%	<1: ± 30% >1: ± 20%	<25: ± 35% >25: ± 20%			<0,5: ± 20% >0,5: ± 15%	<0,09: ± 30% 0,09-0,22: ± 15% >0,22: ± 12%	<0,02: ± 30% 0,02-0,05: ± 15% >0,05: ± 12%	<0,015: ± 35% 0,015-0,033: ± 15% >0,033: ± 8%	<0,005: ± 35% 0,005-0,01: ± 15% >0,01: ± 8%	<0,03: ± 45% 0,03-0,07: ± 15% >0,07: ± 10%	<0,02: ± 45% 0,02-0,05: ± 15% >0,05: ± 10%	<50: ± 20% >50: ± 10%	<0,2: ± 25% 0,2-1: ± 15% >1: ± 10%
Määrittysraja									10	0,10	0,20	2,0	0,15	5				0,20	0,025	0,0050	0,010	0,0020	0,010	0,0050	5,0	0,05
Näytetunnus	Päivämäärä	Näytepaikka	N.ottosyv. (m)	mpn/100ml	pmy/100ml	pmy/100ml	mpn/100ml	pmy/ml		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	FTU	mg Pt/l			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
R-16-01422-001	14.3.2016	12057		0		0	0	32	6,7	38			30	27												
R-16-03524-001	24.5.2016	12057		0		0	0	75	6,6	20			49	100												
R-16-06591-001	22.8.2016	12057		0		0	15	160	7,0	30			40	59												
R-16-09327-001	10.11.2016	12057		1		0	3	110	6,9	29			36	64												
R-16-01423-001	14.3.2016	12058		0		0	0	2	6,8	17			<2,0	<5												
R-16-03524-002	24.5.2016	12058		0		0	0	0	6,6	<10			<2,0	<5												
R-16-06592-001	22.8.2016	12058		0		0	0	0	7,0	<10			<2,0	<5												
R-16-09328-001	10.11.2016	12058		0		0	0	0	6,3	<10			<2,0	<5												
R-16-01424-001	14.3.2016	12059		0	0	0	0	0	6,8	17	1,7	<0.20	<2,0	<0.15	<5	Hajuton	Ei huom.	<0,20	0,028	0,0063	<0,010	<0,0020	<0,010	<0,0050	5,0	<0,05
R-16-03524-003	24.5.2016	12059		0		0	0	0	6,6	<10			<2,0	<0.15	<5	Hajuton	Ei huom.						<0,010			
R-16-06593-001	22.8.2016	12059		0		0	0	0	7,0	<10			<2,0	<0.15	<5	Hajuton	Ei huom.						<0,010			
R-16-09329-001	10.11.2016	12059		0		0	0	0	6,4	<10			<2,0	<0.15	<5	Hajuton	ei huom.						<0,010			

Analyysit				*Kadmium, Cd	*Kromi, Cr	*Kupari, Cu	*Rauta, Fe	*Elohopea, Hg	*Mangaani, Mn	*Natrium, Na	*Nikkeli, Ni	*Lyijy, Pb
Menetelmä				SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 11885:2009 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL	SFS-EN ISO 17294-2:2005 / OUL
Mittausepävarmuus				<0,2: ± 30% 0,2-2: ± 15% >2: ± 10%	<0,5: ± 30% 0,5-2: ± 20% >2: ± 10%	<0,0005: ± 30% 0,0005-0,005: ± 15%	<10: ± 25% 10-25: ± 15% >25: ± 10%	<0,5: ± 25% >0,5: ± 10%	<1: ± 20% 1-5: ± 15% >5: ± 10%	<5: ± 20% >5: ± 12%	<0,5: ± 25% 0,5-2: ± 15% >2: ± 10%	<0,5: ± 25% >0,5: ± 10%
Määrittysraja				0,02	0,2	0,00015	2,5	0,1	0,2	0,25	0,1	0,05
Näytetunnus	Päivämäärä	Näytepaikka	N.ottosyv. (m)	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l
R-16-01422-001	14.3.2016	12057					516					
R-16-03524-001	24.5.2016	12057					492					
R-16-06591-001	22.8.2016	12057					675					
R-16-09327-001	10.11.2016	12057					574					
R-16-01423-001	14.3.2016	12058					<2.5					
R-16-03524-002	24.5.2016	12058					<2.5					
R-16-06592-001	22.8.2016	12058					3,7					
R-16-09328-001	10.11.2016	12058					3,3					
R-16-01424-001	14.3.2016	12059		<0.02	<0.2	0,0257	<2.5	<0.1	<0.2	2,89	0,12	<0.05
R-16-03524-003	24.5.2016	12059					<2.5		<0.2			
R-16-06593-001	22.8.2016	12059					3,1		<0.2			
R-16-09329-001	10.11.2016	12059					3,1		<0.2			

Yleiset huomiot Kiintoaineella ei ole varsinaista määrittysrajaa, vaan määrittysraja riippuu käytetystä näytemäärästä.

Kommentti R-16-01423-001: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset.  
R-16-01424-001: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset.  
R-16-03524-002: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset.  
R-16-03524-003: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset.  
R-16-06592-001: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset.  
R-16-06593-001: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset.  
R-16-09328-001: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset lukuun ottamatta pH-arvoa.  
R-16-09329-001: Laboratorioon toimitettu vesinäyte täyttää tutkituilla osin STM:n asetuksen 1352/2015 mukaiset laatuvaatimukset ja –suositukset lukuun ottamatta pH-arvoa.