

Vastaanottaja
Boliden Kevitsa Mining Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
27.2.2018

Viite
1510031322-002

BOLIDEN KEVITSA MINING OY **KEVITSA KAIVOKSEN PIN-** **TAVESIEN TARKKAILU** **VUONNA 2017**



KEVITSAN KAIVOKSEN PINTAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2017

Päivämäärä **27.2.2018**
Laatija **Hanna Peltonen**
Tarkastaja **Anna Hakala**
Kuvaus **Kevitsan kaivoksen pintavesien tarkkailu vuonna 2017**

Viite **1510031322-002**

Kannen kuva; Viivajoki huhtikuussa 2016. Kuva Mika Kallo.

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	TAUSTATIEDOT	1
2.1	Vesistöalueiden yleiskuvaus	1
2.2	Meteorologiset ja hydrologiset olosuhteet	1
3.	NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET	4
3.1	Mataraoja	7
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
4.	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	8
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	19
5.	VAJUKOSKEEN JOHDETTU YLITEVESI	22
6.	KOKONAISEPÄVARMUUDEN TARKASTELU	24
7.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25
8.	LÄHTEET	27

LIITTEET

Liite 1

Tarkkailutulokset vuodelta 2017

Liite 2

Kenttämittausten tulokset

Liite 3

Laboratorion määritysmenetelmät ja mittausepävarmuudet

Liite 4

Kokonaisepävarmuuden arviointi

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 2017 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 LAPELY/94/07.00./2010.

Vuonna 2017 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 m³/vrk. Pumppaus tulee tapahtua aikaan, jolloin voimalaitokselta tai sen tulvaluukuista juoksetetaan vettä. Voimalaitoksen yläaltaaseen voidaan myös johtaa vettä enintään 72 tuntia kestävän juoksususeisokin ajan.

Tässä raportissa esitetään vuoden 2017 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 km² 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. Mataro-jaan ei johdeta kaivokselta lähteviä puhdistettuja ylitevesiä.

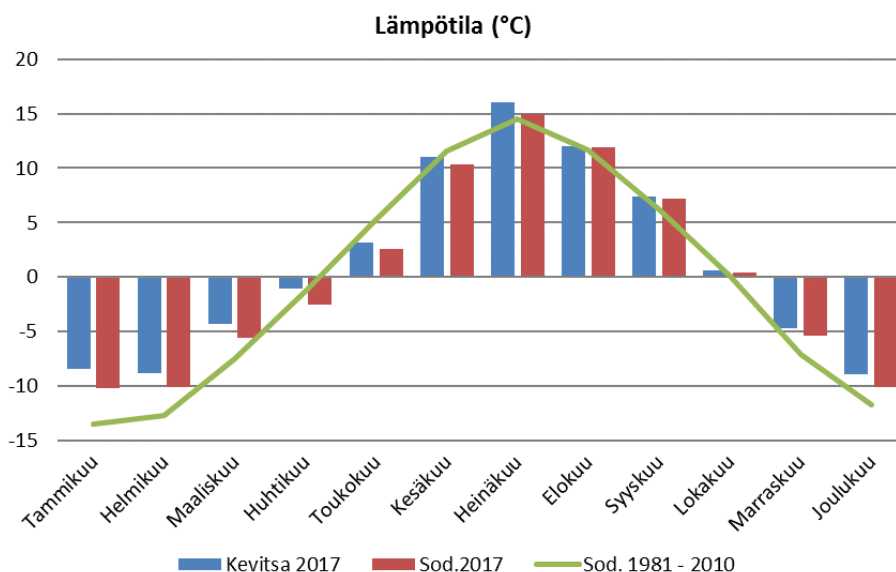
Kevitsan itä- ja eteläpuolella sijaitsevat Satojärvi ja Saiveljärvi kuuluvat Moskujärvien valuma-alueeseen. Järvien vedet laskevat Viivajokeen ja sen kautta edelleen Kelujoen kautta Kitiseen. Moskujärvien valuma-alueen pinta-ala on 104,0 km² ja järvisyys 6,4 %.

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.

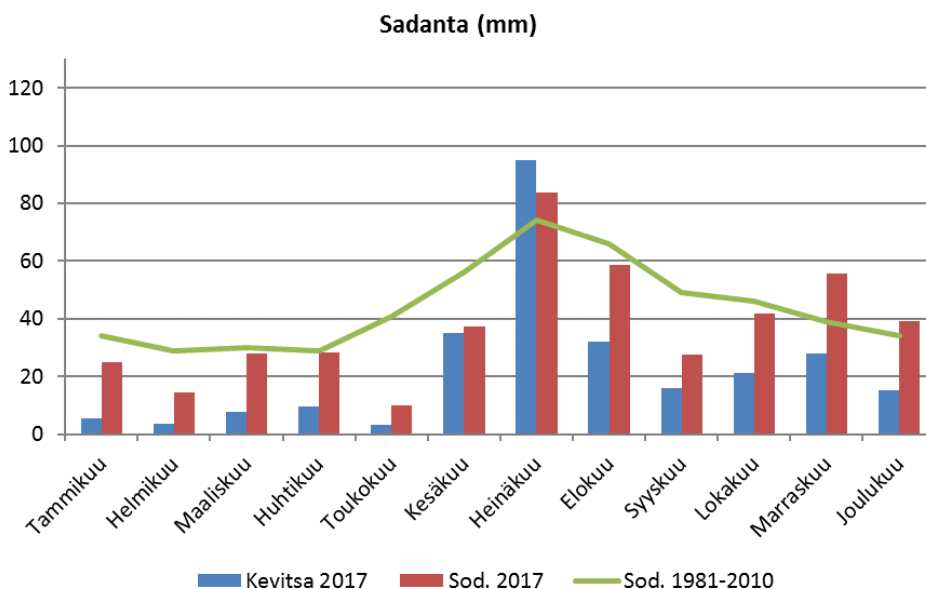
Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasema sijaitsee noin 50 km kaivosalueelta etelään. Vuosien 1981–2010 Sodankylän keskiarvoihin verrattuna vuosi 2017 oli keskiarvoa lämpimämpi. Vuoden 2017 kuukausittaiset keskilämpötilat ja niiden vertailu pitkänajan keskilämpötilaan on esitetty kuvassa 2-1 ja taulukossa 2-1.



Kuva 2-1. Vuoden 2017 kuukausittaiset lämpötilat sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin.

Vuotuinen sademäärä Sodankylässä vuonna 2017 oli yhteensä 449 mm (vuonna 2016 637 mm). Vuosi 2017 oli tilastollisesti vähäsateisempi, kun verrataan pitkän ajan eli vuosien 1981–2010 keski sadantaan 527 mm ja vuosien 2015 ja 2016 sadantaan. Vuoden 2017 kuukausittaiset sadesummat sekä niiden vertailu pitkänajan keskiarvoihin on esitetty kuvassa 2-2 ja taulukossa 2-1.

Kevitsan sääaseman sadantatiedoissa on eroa verrattuna Sodankylän sääaseman tietoihin. Kevitsan sääaseman tulokset eivät ole luotettavia talvikuukausilta, koska laitteisto ei mittaa luotettavasti lumisademääriä. Tämän vuoksi talvikuukausien sadantatiedot poikkeavat huomattavasti Ilmatieteen laitoksen virallisista tuloksista.

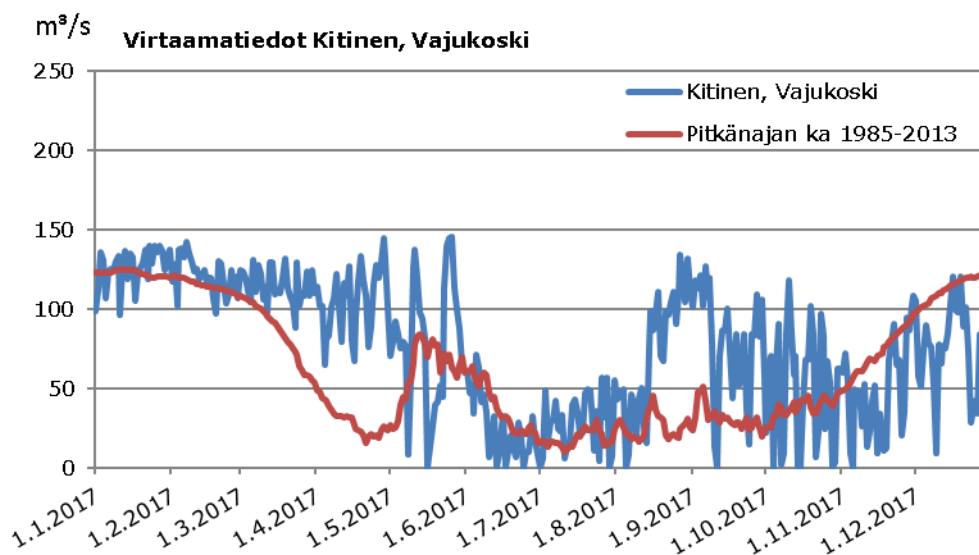


Kuva 2-2. Vuoden 2017 kuukausittaiset sadesummat Kevitsan kaivoksen omalla sääasemalla ja Ilmatieteen laitoksen Sodankylän havaintoasemalla sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin.

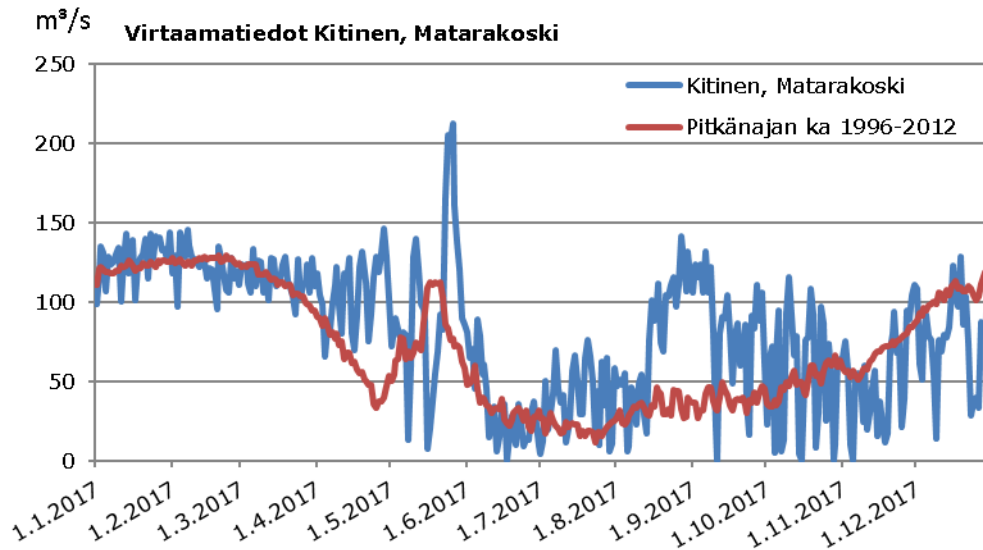
Taulukko 2-1. Vuoden 2017 kuukausittaiset keskilämpötilat ja sadesummat Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasemalla sekä Kevitsan kaivoksen sääasemalla sekä vertailu pitkän ajan keskiarvoihin.

kk	Lämpötila keskiarvo (°C)			Sadesumma (yht. kk) (mm)		
	Kevitsa 2017	Sod.2017	Sod. 1981 - 2010	Kevitsa 2017	Sod. 2017	Sod. 1981-2010
Tammikuu	-8,4	-10,2	-13,5	5,6	25	34
Helmi	-8,8	-10,1	-12,7	3,4	15	29
Maaliskuu	-4,3	-5,6	-7,5	7,6	28	30
Huhtikuu	-1,1	-2,5	-1,3	9,4	28	29
Toukokuu	3,2	2,6	5,3	3,0	9,8	41
Kesäkuu	11,0	10,3	11,6	35	37	56
Heinäkuu	16,0	15,0	14,5	95	84	74
Elokuu	12,0	11,9	11,7	32	59	66
Syyskuu	7,4	7,2	6,2	16	28	49
Lokakuu	0,6	0,4	0,1	21	42	46
Marraskuu	-4,7	-5,4	-7,1	28	56	39
Joulukuu	-8,9	-10,1	-11,7	15	39	34
Vuosikeskiarvo	1,2	0,3	-0,4	334	449	527

Kitisen virtaamatietojen lähteenä on käytetty Ympäristöhallinnon OIVA-palvelua (ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Vajukosken ja Matarakosken virtaamat (m^3/s) ovat säännöstelleylle joelle tyyppillisesti korkeimmillaan alkuvuodesta (Kuva 2-3 ja Kuva 2-4). Koskien mitatut virtaamat riippuvat säännöstelystä, eivätkä kuvasta luonnontilaista virtaamavaihtelua. Perustilanteessa virtaamat kasvavat talven aikaan sähköntarpeen lisääntyessä ja myös kevättulvien aiheuttamat ohijuoksutukset näkyvät virtaaman kasvuna. Kevään jälkeen virtaamat lähtevät laskuun ja ovat alimmillaan kesällä. Vaju- ja Matarakoskella virtaamat vaihtelevat samaan tapaan. Keväisin Matarakoskella juoksumäärät ovat keskimäärin suurempia kuin Vajukoskella. Tulvat ja ohijuoksutukset näkyvät virtaamamittauksissa keskiarvosta poikkeavina piikkeinä. Vuonna 2017 virtaamat olivat keskimääräistä suurempia loppukeväästä sateisen talven 2016-2017 sulamisvesien vaikutuksesta sekä elokuussa runsaiden sateiden takia. Kevään tulvahuippu sijoittui kuitenkin samaan ajankohtaan kuin pitkän ajan keskiarvot.



Kuva 2-3. Virtaamat (m^3/s) Kitisen Vajukoskessa vuonna 2017 sekä vertailu pitkän ajan keskiarvoihin (1985–2013) (lähde: OIVA 2018).



Kuva 2-4. Virtaamat (m^3/s) Kitisen Matarakoskessa vuonna 2017 sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin (1996–2012) (lähde: OIVA 2018).

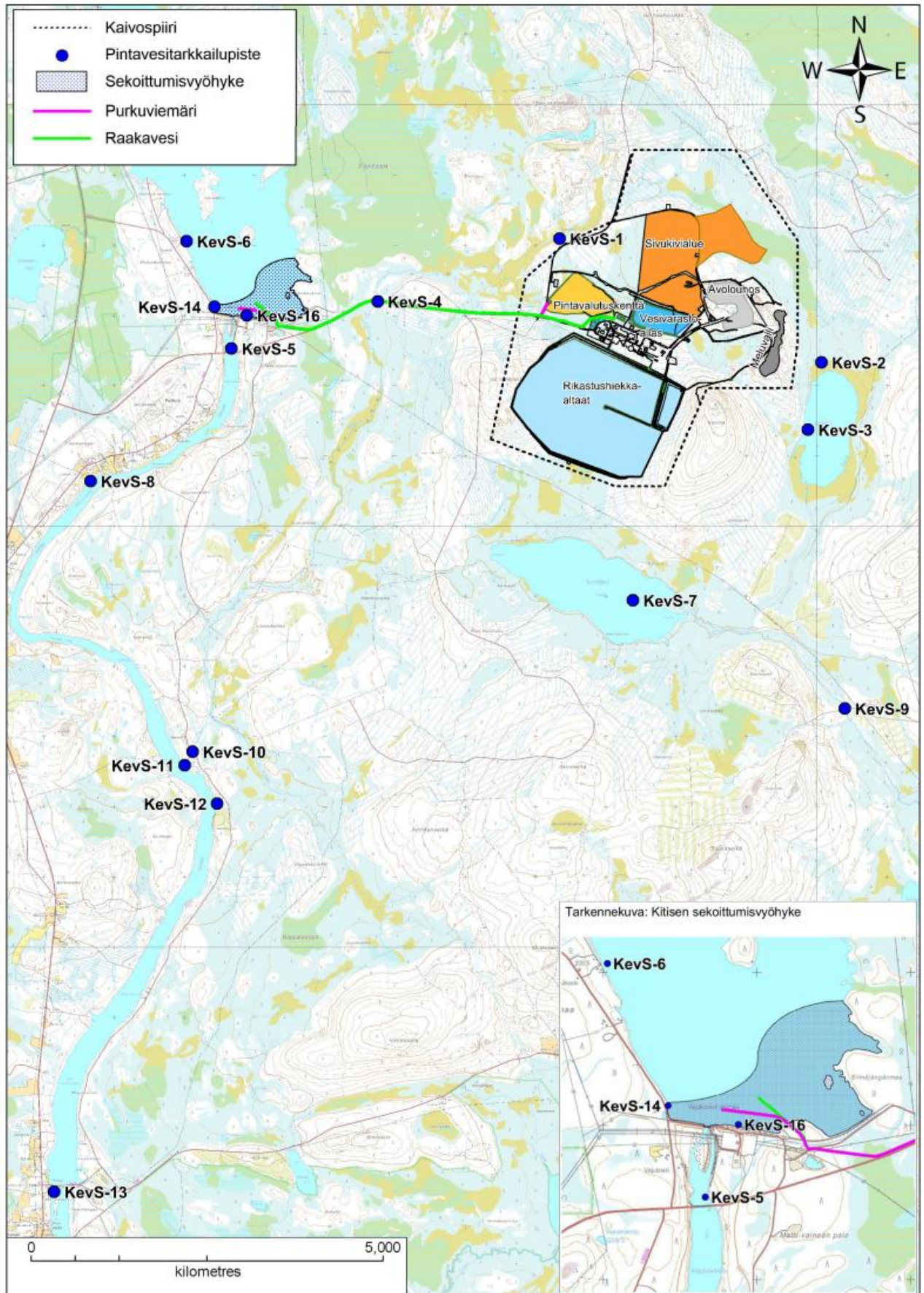
3. NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET

Vuonna 2017 pintavesitarkkailua tehtiin 15 tarkkailupisteellä (Taulukko 3-1, Kuva 3-1).

Taulukko 3-1. Vuoden 2017 pintavesitarkkailupisteet.

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

Tarkkailuohjelman mukaisesti yhdeltätoista pintavesien tarkkailupisteellä tarkkailua tehdään kuu-kausittain ja neljällä tarkkailupisteellä neljästi vuodessa (huhti-, heinä-, elo- ja lokakuu) (Taulukko 3-2). Satojärven, Saiveljärven, Viivajoen ja Satojärven yläpuoliselta luonnonojan (KevS-7, 2, 3 ja 9) lokakuun vesinäytteet otettiin marraskuun puolella 2.11.2017.



Kuva 3-1. Pintavesitarkkailun havaintopisteet.

Taulukko 3-2. Tarkkailutiheys pintavesien tarkkailupisteillä. p = perustarkkailu 1 krt/kk, t = tiennetty 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 alkuaineanalyysivalikoima 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 ₄ -P)
lämpötila	kokonaistyyppi (N)
sähkönjohtavuus	ammoniumtyyppi (NH ₄ -N)
happipitoisuus	nitraatti- ja nitriittityppi (NO ₂ +NO ₃ -N)
hapen kyllästysaste	kloridi (Cl)
kemiallinen hapenkulutus (COD _{Mn})	sulfaatti (SO ₄)
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	
klorofoylli-a	
Laaja alkuaineanalyysi ¹⁾ kaksi kertaa vuodessa pisteiltä:	
- Vajusen allas (KevS-6)	
- Kitinen (KevS-5)	
- Mataraojan ap (KevS-12)	
Vajusen altaan sekoittumisvyöhykkeeltä (KevS-14, KevS-16) tehtävät kenttämittaukset tiennetyn näytteenoton aikaan:	
YSI-mittari (pH, lämpötila, sähkönjohtavuus, redox, happi), kerrosnäytteenotto 1 m välein	

¹⁾ 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

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 2017 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 kuvaavaa 10 metrin näytettä ei saatu otettua huhti- eikä toukokuun kierroksilla heikon jäätilanteen vuoksi. Tällöin myös 1 metrin näyte jouduttiin ottamaan lähempää rantaa, mikä osaltaan vaikuttaa tulosten tulkintaan. Tällöin näytteeseen sekoittui hieman kiintoainesta, jonka seurauksena näytteestä määritetyt pitoisuudet poikkesivat tavanomaisista.

Ylitevesien sekoittumisvyöhykkeellä sijatsevilla 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 ranta-vesiin 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.

Kaivoksen alapuolisen Kitisen havaintopisteiltä saatiin näytteet kaikkina näytteenottokertoina.

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. Tuulet sekoittavat vettä herkästi ja ajoittain havaitaan korkeita kiintoainepitoisuuksia. Saiveljärveltä on tarkkailtu vedenlaatua jo ennen kaivosalueen rakennustöiden aloittamista. Vuonna 2017 vesinäytteitä haettiin tarkkailuohjelman mukaisesti tarkkailupisteeltä **KevS-7** 4 kertaa.

Satojärvi (65.891.1.005) on kooltaan 99,2 ha ja erittäin matala. Tuulet sekoittavat vettä herkästi ja ajoittain havaitaan korkeita kiintoainepitoisuuksia. Satojärveltä otettiin vuonna 2017 tarkkailuohjelman mukaisesti tarkkailupisteeltä **KevS-3** yhteensä 4 näytettä. Satojärven vedenpinnan korkeutta mitataan automaattisella mittalaitteella järven länsirannalta.

Satojärveen kaivoksen suunnasta tulevan ojan vesiä tarkkailtiin tarkkailuohjelman mukaisesti näytteistä **KevS-2** yhteensä 4 kertaa vuoden 2017 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 2017 yhteensä 4 kertaa pisteeltä **KevS-9** Mustaselkään menevän metsäautotien sillan kohdalta.

4. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Kaikkien näytepisteiden vedenlaatutulokset on koottu taulukoksi (liite 1). Vuoden 2017 tuloksia on olennaisin osin verrattu aikaisempien vuosien tarkkailutuloksiin. Tausta-aineistona on hyödynnetty alueellisia purovesien ja -sedimentin taustapitoisuuksia, joita on raportoitu Suomen geokemian atlaksessa (Lahermo ym. 1996). Kesäkuun aikana laboratorio sai käyttöönsä uudet määrittämisseläimet, jolloin myös määrittämisseläimet laskivat muutamien parametrien osalta, esim. metalleissa nikkelin määrittämisseläin laski 1,0 µg/l:sta 0,2 µg/l:an ja kuparin sekä kromin 1,0 µg/l:sta 0,5 µg/l:an.

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 etelähaaran vesiä tarkkaillaan pisteeltä KevP-103 kuukausittain Kaivoksen sisäisten vesipäästöjen tarkkailun yhteydessä.

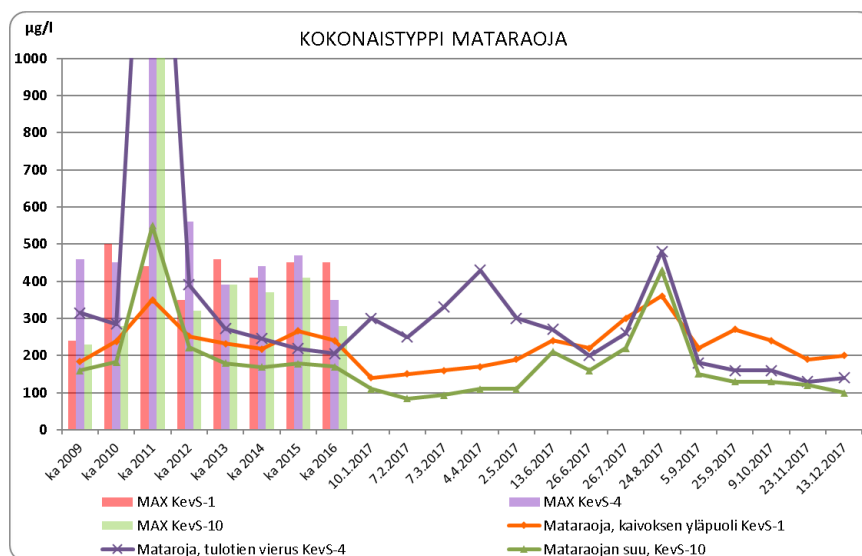
Mataraojassa veden **pH** vaihteli välillä 6,8–7,9, pisteellä KevP-103 pH-arvot olivat 6,7–7,2. Arvot nousivat alajuoksulle päin mentäessä, kuten on havaittu myös aikaisempina vuosina. Kiintoainepitoisuudet olivat pääsääntöisesti pieniä, alle määrittämisseläin <2 mg/l. Pisteeltä KevS-4 havaittiin aiempaan nähden suurempia kiintoainepitoisuuksia tammi-, maaliskuu-, huhti- sekä elokuussa (>8,1 mg/l), muuten kiintoainepitoisuudet olivat alhaisia. Kiintoaineen määrä pisteellä oli keskimäärin suurempi kuin vuotta aikaisemmin (v. 2017 keskim. 4,8 mg/l, maks. 12,0 mg/l, v. 2016 keskim. 2,8 mg/l, maks. 6,4 mg/l). Pisteellä on paljon vesikasvillisuutta, minkä vuoksi näytteenoton yhteydessä näytteisiin sekoittuu kiintoainesta. Mataroan latvaosissa on tehty vuoden aikana myös metsähakkuita, mikä voi osaltaan nostaa kiintoainepitoisuuksia. Suurin kiintoainepitoisuus mitattiin elokuun kierroksella. **Sameus** vaihteli pisteellä KevS-1 välillä 0,5–5,8 FTU, pisteellä KevS-4 välillä 4,6–20,0 FTU ja pisteellä KevS-10 välillä 1,3–4,7 FTU. Sameus, kiintoaine ja pH vaihtelivat samoilla tasoilla kuin aikaisempina tarkkailuvuosina.

Veden värin ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) perusteella Mataroan vedessä oli selvä humusleima. Veden **väri** vaihteli pisteellä KevS-1 välillä 35–100 mg/l Pt, pisteellä KevS-4 65–200 mg Pt /l ja Mataroan alimmalla pisteellä 35–110 mg Pt /l. Veden **COD_{Mn}-pitoisuudet** olivat tulosten perusteella alueella varsin tasaisia vaihdellen pisteellä KevS-1 välillä 4,6–9,6 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 4,6–8,1 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 3,2–13,0 mg/l. Pitoisuudet olivat edellisten vuosien tasolla.

Mangaanipitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,006–0,30 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,07–2,0 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,032–0,23 mg/l. Edellisten vuosien tarkkailutulosten perusteella mangaanipitoisuudet ovat vaihdelleet vastaavanlaisesti myös aikaisemmin. Pitoisuudet olivat korkeimpia alkuvuodesta. 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).

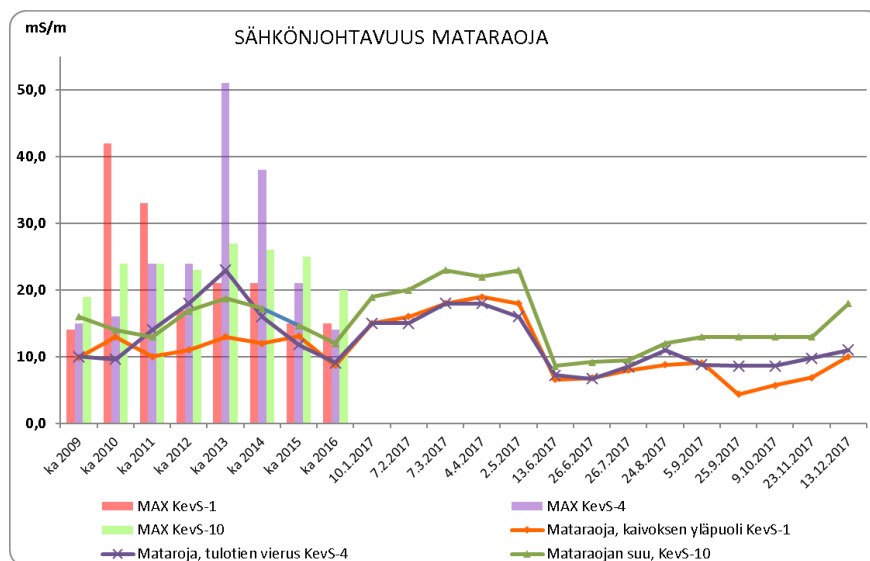
Rautapitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,3–1,7 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,9–2,7 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,6–1,1 mg/l. Rauta liikkuu vesissä pääosin humukseen sitoutuneena ja sen vuoksi rautapitoisuuksien vaihtelu on suurta.

Vesien **ravinnepitoisuudet** olivat pääsääntöisesti normaalitasoillaan. Kevään sulamis- sekä hulevedet aiheuttavat yleisesti ohimenevän nousun pitoisuuksissa. Vuonna 2017 kokonaistyyppipitoisuudet olivat korkeimmillaan elokuun alun näytteenottokerralla. Samankaltainen kehitys on ollut havaittavissa myös edellisinä elokuina virtaamien pienentyessä. Kokonaistypen pitoisuudet olivat pääsääntöisesti edellisvuosien pitoisuuksien tasoilla, vaihdellen pisteellä KevS-1 välillä 140–360 µg/l, pisteellä KevS-4 välillä 130–480 µg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 84–430 µg/l (Kuva 4-1). Pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat samaa tasoa (200–550 µg/l). Kokonaisfosforin pitoisuudet olivat yleisesti karujen vesien tasolla (<15 µg/l), vaihdellen pisteellä KevS-1 välillä <2,0–5,8 µg/l, pisteellä KevS-4 välillä <2,0–4,2 µg/l ja pisteellä KevS-10 välillä <2,0–4,5 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla.



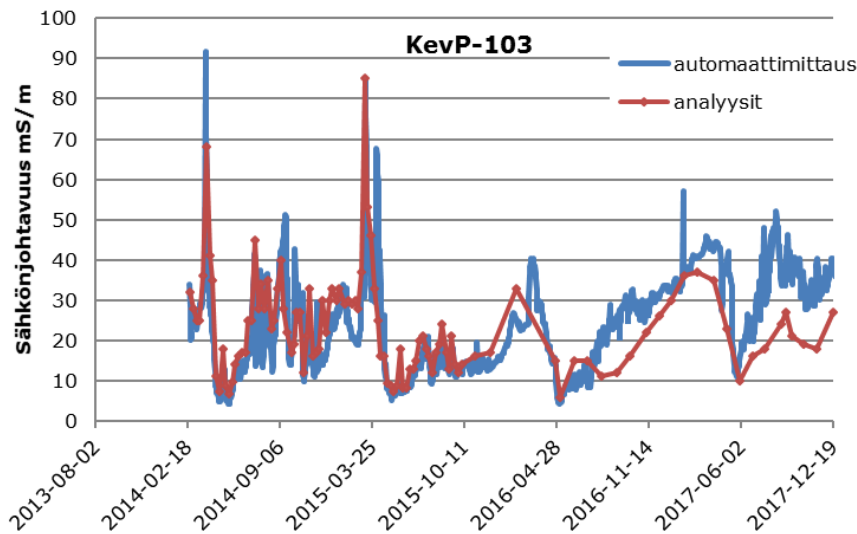
Kuva 4-1. Tyyppipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot. Pisteellä KevS-4 kokonaistyyppi ka. 2011 (1 998 µg/l) ei näy kuvaajassa skaalauksesta johtuen. Vuonna 2011 pisteeltä mitattiin pitoisuuksia 590–3100 µg/l, jotka olivat seurausta tulotien rakentamisesta.

Sähkönjohtavuus vaihteli pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 välillä 4,4–23,0 mS/m, pisteellä KevP-103 vaihteluväli oli 10–37 mS/m. Korkeimmillaan sähkönjohtavuus nousi pisteellä KevS-10 talvella ja kevättulvan aikaan. Suurimmat sähkönjohtavuudet olivat hieman korkeampia kuin vuonna 2016, mutta eivät poikenneet aiempien vuosien tasosta merkittävästi. (Kuva 4-2)



Kuva 4-2. Sähkönjohtavuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

Sisäisten vesien tarkkailupisteellä KevP-103 on toiminnassa jatkuvatoiminen sähkönjohtavuusmittari. Mittarin antamat tulokset olivat vuonna 2017 hieman laboratoriotuloksia korkeammalla tasolla (Kuva 4-3).

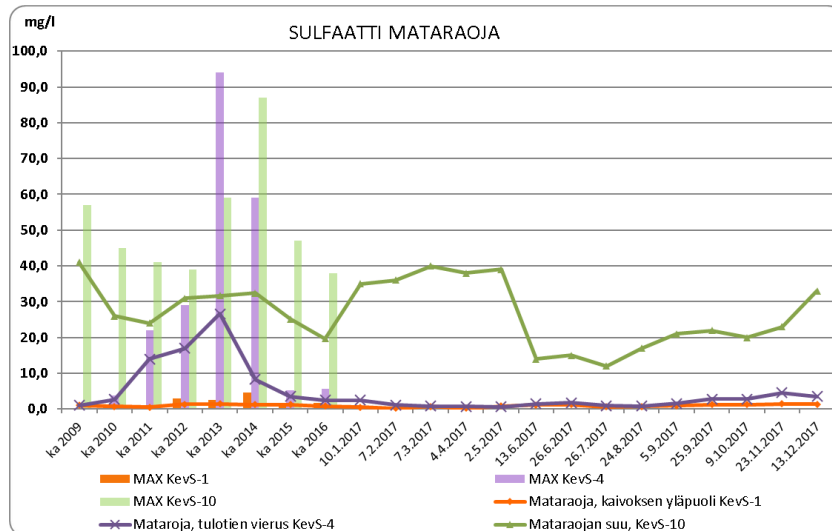


Kuva 4-3. Sähkönjohtavuus Mataraojan sisäisten vesien tarkkailupisteellä KevP-103 jatkuvatoimisen mittarin käyttöönotosta lähtien.

Sulfaattipitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,3–1,5 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,7–4,6 mg/l ja pisteellä KevS-10 12,0–40,0 mg/l. Pitoisuudet olivat vuonna 2017 pisteillä KevS-1 sekä KevS-10 keskimäärin edellisvuosien tasolla ja pisteellä KevS-4 keskimääräistä pienempiä. (Kuva 4-4)

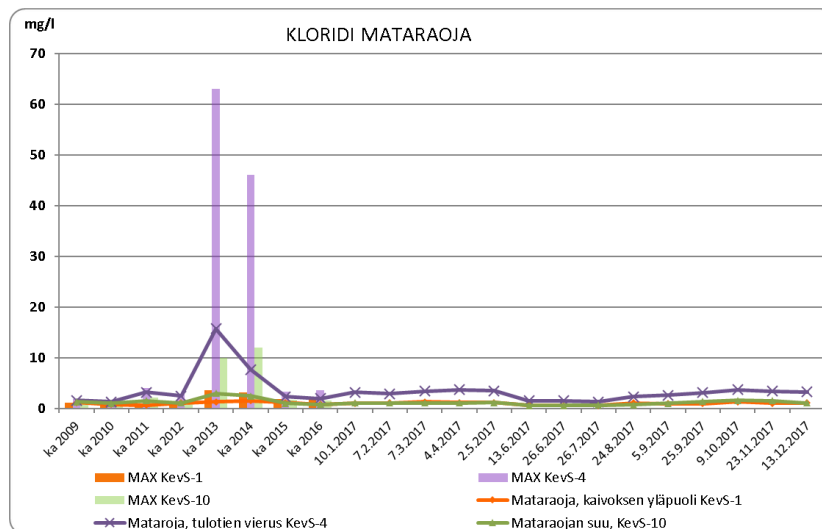
Kaivoksen sisäisen päästötarkkailun Mataraojan tarkkailupisteellä KevP-103 sulfaattipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2017 välillä 10–37 mg/l (ka 24 mg/l). Pitoisuudet olivat korkeimmillaan alkuvuodesta tammikuusta huhtikuuhun (30–37 mg/l). Ojassa on talvisin vettä niukalti, jolloin pitoisuudet nousevat herkästi. Pitoisuudet ovat olleet vuodesta 2015 lähtien edellisvuosia pienempiä.

Sulfaatin taustapitoisuudeksi Kevitsan alueella on esitetty 1,5–3 mg/l (Lahermo ym. 1996), mikä vastaa pisteeltä KevS-1 havaittua tasoa. Vuonna 2017 myös pisteen KevS-4 sulfaattipitoisuuksien taso oli lähellä taustapitoisuutta. Pisteen 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.



Kuva 4-4. Sulfaattipitoisuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

Kloridin taustapitoisuudet ovat Lahermon ym. (1996) mukaan <1 mg/l. Pisteellä KevS-1 pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2017 välillä $<0,6$ – $1,3$ mg/l, pisteellä KevS-4 välillä $0,6$ – $1,6$ mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä $<0,3$ – $2,0$ mg/l. Vuoden 2017 pitoisuudet olivat tavanomaisia (Kuva 4-5).

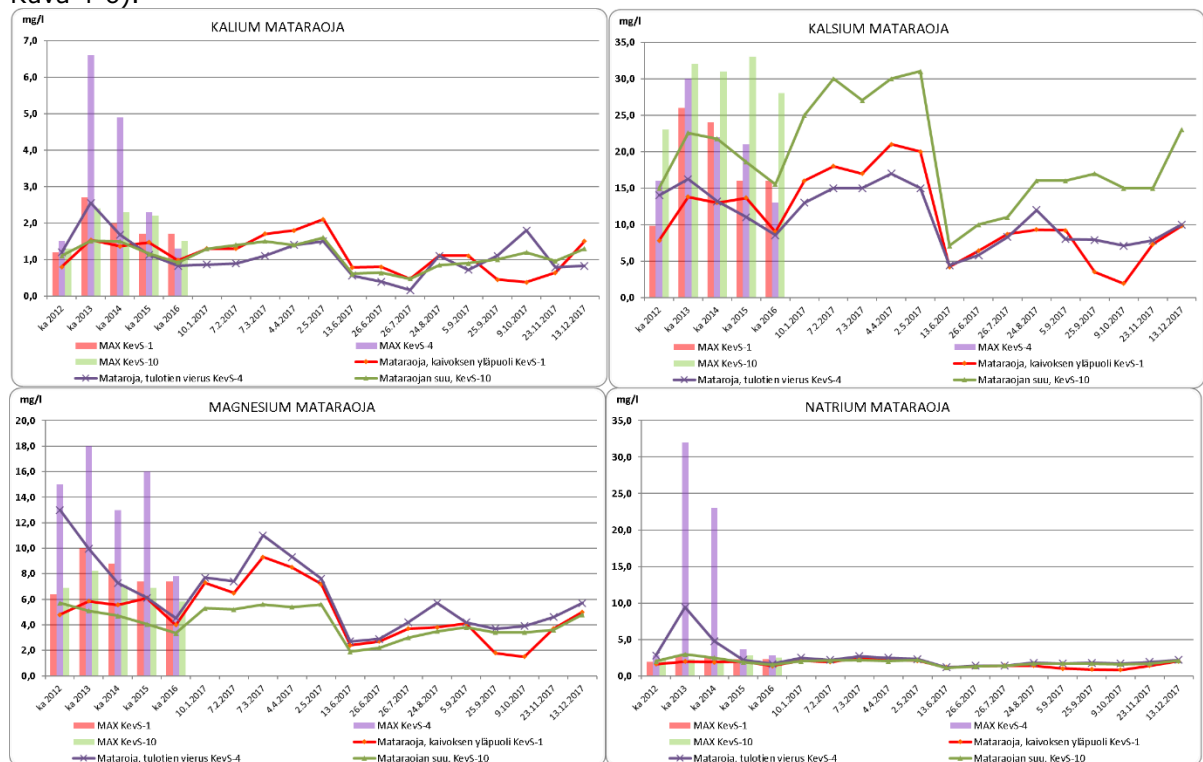


Kuva 4-5. Kloridipitoisuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

Kaliumpitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä $0,4$ – $2,1$ mg/l, pisteellä KevS-4 välillä $0,2$ – $1,8$ mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä $0,5$ – $1,6$ mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat korkeammat vaihdellen välillä $1,2$ – $2,8$ mg/l, ollen vuoden 2016 tapaan selvästi alhaisemmat verrattuna edellisvuosiin. Kevitsan alueella kaliumin luontaiseksi taustapitoisuudeksi on esitetty $0,3$ – $1,0$ mg/l (Lahermo ym. 1996). **Kalsiumpitoisuus** pisteellä KevS-1 vaihteli välillä $1,9$ – 21 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä $4,4$ – 17 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä $7,1$ – 31 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet ($6,1$ – 27 mg/l) olivat samalla tasolla kuin pisteellä KevS-10 ollen hieman korkeampia kuin muilla Mataraojan pisteillä. 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. Pitoisuudet olivat pääosin korkeampia kuin vuonna 2016, mutta matalampia kuin sitä edellisinä vuosina. Pitoisuudet reagoivat voimakkaasti ojassa olevan veden määrään (Kuva 4-6).

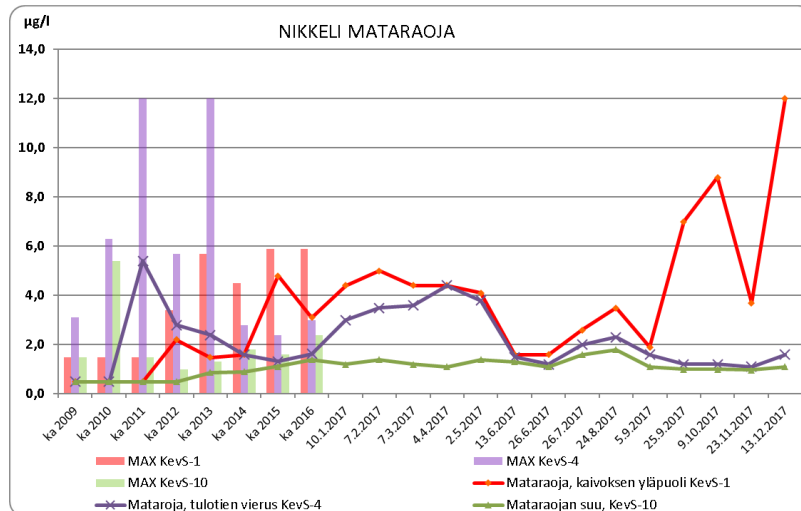
Magnesiumpitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 1,5–9,3 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 2,7–11,0 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 1,9–5,6 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat korkeammat vaihdellen välillä 4,8–20,0 mg/l. Pisteellä KevP-103 magnesiumin keskimääräinen pitoisuus on laskenut vuosien 2013-2016 aikana, mutta vuonna 2017 pitoisuus kohosi noin vuoden 2012 tasolle. Luontaiseksi taustapitoisuudeksi magnesiumin osalta on esitetty 1-3,5 mg/l (Lahermo ym.1996), mihin verrattuna havaitut pitoisuudet olivat suurehkoja (Kuva 4-6). Magnesiumia voi päätyä vesistöihin liuskeisista kivilajeista tai dolomiittisista kalkkikivistä tai moreenin hienoaineksen suurista magnesiumpitoisuuksista.

Natriumpitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,8–2,5 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 1,2–2,7 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 1,1–2,2 mg/l. Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 pitoisuudet olivat korkeammat vaihdellen välillä 1,7–13 mg/l. Alueellisenä taustapitoisuutena voidaan pitää 1–2 mg/l (Lahermo ym. 1996). Pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin vuotta aiemmin (Kuva 4-6).



Kuva 4-6. Alkalimetallipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

Raskasmetalleista nikkeliä oli Mataraojalla havaittavissa pieniä määriä läpi vuoden. Kokonaisnikkelipitoisuudet olivat pisteellä KevS-1 välillä 1,6–12,0 µg/l, pisteellä KevS-4 välillä 1,1–4,4 µg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 1,0–1,8 µg/l. Nikkeliä on ollut havaittavissa Mataraojalla pieniä pitoisuuksia läpi tarkkailun. Mataraojan ylimmällä pisteellä KevS-1 nikkeliä pitoisuudet vaihtelivat suuresti vuoden 2017 aikana. Vastaavia yksittäisiä nikkeliä pitoisuuksien poikkeamia on havaittu pisteellä myös aikaisemmin. Vuonna 2017 alueella tehtiin metsähakkuita, jotka voivat vaikuttaa nikkeliä pitoisuuteen Mataraojan latvoilla. Liukoisen nikkeliä biosaatavaa osuutta liukoisesta nikkeliä voidaan arvioida käyttäen BioMet -mallia (<http://bio-met.net/>). Biosaatavan nikkeliä pitoisuudelle on asetettu ympäristölaatu normit (VNa 1308/2015) suurimman sallitun pitoisuuden osalta (MAC-EQS 34 µg/l) sekä vuosikeskiarvona (AA-EQS 4 µg/l + taustapitoisuus 1 µg/l) tarkasteltaessa. Ympäristölaatu normit eivät ylittyneet liukoisen kokonaispitoisuuden sekä pistekohtaisen liukoisen nikkeliä vuosikeskiarvon jäädessä alle raja-arvojen. (Kuva 4-7)



Kuva 4-7. Nikkelipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot.

Sisäisten vesien tarkkailuun kuuluvalla pisteellä KevP-103 nikkelpitoisuudet olivat muita Mataraojan pisteitä korkeammat, vaihdellen välillä 14–55 µg/l. Korkeimmillaan pitoisuudet olivat kesän aikana heinäkuusta lokakuuhun. On mahdollista, että pintavalutuskentältä suotautuu vesiä, jotka päätyvät tähän Mataraojan haaraan.

Kromin ja kuparin pitoisuudet olivat pisteillä KevS-4 ja KevS-10 pääasiassa alle määrittämissä (1 µg/l). Kromin ja kuparin määrittämissä laski vuoden 2017 kesäkuussa 1 µg/l:sta 0,5 µg/l:an. määrittämissä ylittäneet pitoisuudet olivat alhaisia ja vaihtelivat mittauserävarmuuden rajoissa.

Yhteenveto

Mataraojassa pitoisuuksissa ei havaittu vuonna 2017 merkittäviä muutoksia edellisiin vuosiin verrattuna. Loppuvuodesta havaittiin Mataraojan latvoilla mm. nikkelpitoisuuden nousua aiempiin havaintoihin verrattuna, mikä voi kytkeytyä alueella tehtyihin metsähakkuisiin. Kevitsan kaivoksen vaikutusta voidaan havaita vähäisenä pitoisuuksien muutoksina Mataraojan eteläisessä haarassa pisteellä KevP-103. On mahdollista, että pintavalutuskentältä suotautuu vesiä Mataraojaan. Mataraojan alajuoksulla vedenlaatuun vaikuttaa kuitenkin enemmän alajuoksun valuma-alueen kuormitus kuin kaivoksen vaikutus.

4.2 Kitinen

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

Tässä luvussa käydään sanallisesti läpi Vajusen altaan tarkkailunäytteiden tulokset. Tarkkailuloksista 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 kylläisyysaste käväisi tyydyttävällä tasolla. Samanlainen vaihtelu on havaittu myös edellisinä vuosina. Veden **pH** oli neutraalin tuntumassa, pH-arvot vaihtelivat välillä 6,8–7,5. Veden puskurikyky oli hyvä.

Humuspitoisuuden indikaattoreista päällysvesissä (KevS-6 1m, KevS-14 ja KevS-16) väriluku vaihteli välillä 60–130 mg/l Pt ja COD_{Mn} välillä 5,8–12 mg/l. Arvot olivat tyyppisiä vähämuuksille vesille. Kesällä runsaiden sateiden vuoksi väriluku oli normaalia korkeampi. Alusveden näytteissä pitoisuudet olivat samankaltaisia kuin päällysvesissä, eikä kerrostuneisuutta havaittu. Tulosten mukaan Vajusen altaan vesi on lievästi humuspitoista ja hyvin sekoittunutta.

Kiintoainepitoisuudet olivat pääosin alle määrittäysrajan. Määrittäysaja ylittyi muutamana näytteenottokertana kesän aikana. Korkein pitoisuus 3,8 mg/l havaittiin heinäkuussa pisteellä KevS-14, jolloin pisteellä oli useampia kalastaja lastaamassa veneitään trailereihin. **Sameus** vaihteli näytteissä välillä 0,5–2,4 FTU. Alusvesinäytteiden pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin päällysvedessä.

Mangaanipitoisuudet olivat päällysvedessä välillä 9–90 µg/l, syvemmissä vesikerroksissa 10–66 µg/l. Korkein pitoisuus saatiin pisteeltä KevS-6 toukokuussa metrin syvyydestä. Kyseinen näyte jouduttiin ottamaan lähempää rantaa, mistä syystä näytteessä oli hieman kiintoainesta, eikä täten ollut edustava. Jos kyseinen näyte jätetään huomiotta, vaihteli mangaanipitoisuus päällysvedessä välillä 9–59 µg/l. **Rautapitoisuus** päällysvedessä vaihteli välillä 530–970 µg/l ja syvemmissä vesikerroksissa välillä 530–900 µg/l. Suurimmat mangaani- ja rautapitoisuudet mitattiin kesällä, jolloin oli voimakkaita sadejaksoja ja valuma-alueelta tuli sen vuoksi humuspitoista huuhtoumaa. Mangaanin keskipitoisuudet olivat edellisvuosien tasolla ja rautapitoisuudet hieman aiempia korkeampia.

Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat päällysvedessä välillä 260–750 µg/l (Kuva 4-8). Nitraattimuotoisena tyyppiä esiintyi runsaammin keväällä (enimmillään 310 µg/l). Typpipitoisuudet olivat hieman edellisvuosia korkeammat. Pisteeseen KevS-6 toukokuun metrin näytteen kokonaistyyppipitoisuus oli 1 100 µg/l ja nitraattityypin pitoisuus 470 µg/l, mutta näytettä ei voitu edellä mainituista syistä pitää edustavana. Nitriittityypipitoisuudet olivat pääosin alle määrittäysrajan (<2,0 µg/l). Ammoniummuotoista tyyppiä havaittiin vaihtelevasti läpi vuoden, enimmillään 130 µg/l pisteeltä KevS-14 heinäkuussa.

Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli päällysvedessä pääosin välillä 5,1–20 µg/l. Fosfaattifosforia oli <2–15 µg/l. Korkeimmat kokonais- ja fosfaattifosforin pitoisuudet saatiin heinäkuun näytteestä pisteeltä KevS-14. Kyseisellä tarkkailupisteellä oli näytteenoton aikaan useampia kalastajia lastaamassa veneitään trailereihin, mikä näkyi tarkkailutuloksissa kohonneina ravinnepitoisuuksina. Syvemmissä vesikerroksissa ravinnepitoisuudet eivät eronneet pintakerroksen pitoisuuksista. Kokonaisuutena pitoisuudet olivat yhteneväiset edellisvuosien tulosten kanssa, viitaten karuun vesistöön.

Päällysveden **klorofyllipitoisuus** kuvastaa yhteyttävien levien määrää. Klorofyllipitoisuus mitattiin heinäkuussa pisteen KevS-6 pintavesinäytteestä, jolloin pitoisuus oli 4,1 µg/l. Pitoisuus oli alhaisempi kuin edellisinä vuosina. Ravinnepitoisuuksien ja klorofylli-a:n perusteella Vajusen altaan vesi oli karua/lievästi rehevää ja niukka-/keskiravinteista (mesotrofista).

Sähkönjohtavuus vuonna 2017 vaihteli pintanäytteissä välillä 2,0–9,0 mS/m ja pohjanäytteessä välillä 2,1–3,3 mS/m. Sähkönjohtavuudet olivat edellisvuosien tasolla (Kuva 4-9).

Veden **sulfaattipitoisuudet** vaihtelivat Vajusen altaalla välillä 0,9–6,1 mg/l (Kuva 4-10) ja **kloridipitoisuudet** välillä 0,3–2,0 mg/l (Kuva 4-11). Kaivoksen purkuvesien sekoittumisvyöhykkeen tuntumassa sijaitsevan pisteen KevS-14, sekä vyöhykkeen sisällä sijaitsevan pisteen KevS-16 pitoisuudet olivat hieman (0,1–0,2 mg/l) korkeampia kuin taustapisteellä KevS-6. Sulfaatin ja kloridin pitoisuudet olivat kaikkiaan hyvin alhaisia, vaikka ylitevesien vaikutus voidaan havaita sekoittumisvyöhykkeen pisteillä.

Kaliumpitoisuudet vaihtelivat pisteen KevS-6 näytteissä välillä 0,26–1,4 mg/l, **kalsiumpitoisuudet** välillä 1,2–12 mg/l, **magnesiumpitoisuudet** välillä 0,6–3,6 mg/l ja **natriumpitoisuudet** välillä 0,62–7,3 mg/l. Korkeimmat pitoisuudet saatiin jälleen pintavesinäytteestä toukokuussa, jolloin näytettä ei voitu kiintoaineen määrän takia pitää edustavana. Muutoin pitoisuudet olivat edellisvuosien tasolla. Pitoisuudet vastasivat alueellisia purovesien taustapitoisuuksia (Lahermo ym. 1996). Pisteillä KevS-14 ja KevS-16 pitoisuudet olivat vuonna 2017 pisteen KevS-6 tasolla.

Nikkeli-, kromi- ja kuparipitoisuudet olivat Vajusen altaalla käytännössä alle määrittäysrajan (1 µg/l) läpi vuoden. Määrittäysrajoja laskivat kesken näytteenottovuotta. Ainoat määrittäysrajan ylittävät pitoisuudet mitattiin toukokuun pisteen KevS-6 epäedustavasta pintavesinäytteestä. Pitoisuudet

olivat virherajojen sisällä. Pintaveden liukoisen nikkelin biosaatavalle pitoisuudelle asetettu ympäristölaatu-normi ei ylittynyt. **Kadmium- ja lyijypitoisuudet** olivat kahta näytettä lukuun ottamatta alle määräysrajojen. Piste KevS-6 helmikuun pintanäytteen lyijypitoisuus (0,7 µg/l) oli hieman yli määräysrajan <0,5 µg/l samoin kuin saman pisteen syyskuun lopun pohjanäytteen kadmium-pitoisuus (0,05 µg/l, määräysraja <0,03). Pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatu-normeja.

Vuonna 2017 pisteellä KevS-6 metrin näytteestä tehtiin tarkkailuohjelman mukaisesti kaksi (huhti- ja elokuu) laajaa alkuaineanalyysia, jossa normaalien kuukausittaisten määritysten lisäksi määritetään 14 muun alkuaineen pitoisuudet. Alusvettä kuvaavaa 10 metrin näytettä ei saatu otettua huhtikuun kierroksilla heikon jäätilanteen vuoksi. **Antimoni-, arseeni-, beryllium-, boori-, koboltti-, molybdeeni-, seleeni-, sinkki-, tina-, titaani- ja vanadiinipitoisuudet** olivat alle määräysrajojen. Joidenkin aineiden osalta määräysraja oli laskenut elokuun näytteenottokierroksella, jolloin toisinaan pitoisuus oli uudella määräysrajalla. **Alumiinin, bariumin ja rikin** keskimääräiset pitoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

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 syvyydvälein. Mittausten tulokset on esitetty liitteessä 2. Mittausten aikaan vesimassa oli kauttaaltaan melko tasalämpöistä eikä kerrostuneisuutta ollut havaittavissa.

Piste KevS-16 sijaitsee sekoittumisvyöhykkeen sisällä. Pisteellä havaittiin kesäkuun jälkimmäisellä ja syyskuun ensimmäisellä kierroksella muuta vesipatsasta korkeampia sähkönjohtavuuksia 6 metrin syvyydestä alaspäin. Muilla kierroksilla vastaavaa ei havaittu. Havaittu piikki sähkönjohtavuudessa on todennäköisesti ylitevesistä johtuva.

Piste KevS-16 happipitoisuudessa ja redox-potentiaalissa oli havaittavissa kummallakin syyskuun kierroksella pudotus 6 metrin syvyydeltä alaspäin. Vastaava ei havaittu kesäkuun mittauksista. Muutos voi olla seurausta ylitevesien kertymisestä pohjanläheiseen vesikerrokseen.

Pisteellä KevS-14 tulokset olivat tasaisia läpi vesipatsaan. Sähkönjohtavuus oli yhteneväinen esimerkiksi taustapisteen KevS-6 kanssa. Ylitevesien vaikutus ei näyttäisi ylettyvän Vajusen altaan länsirannalle.

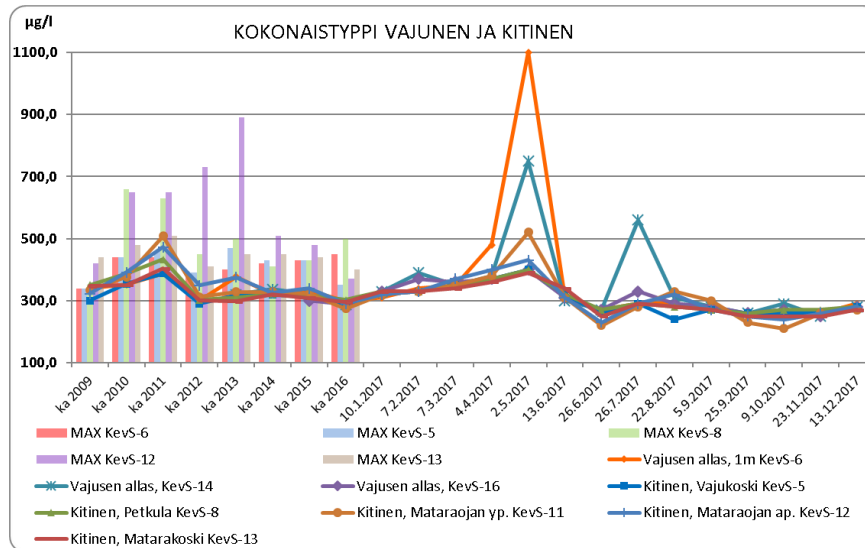
4.2.2 Kaivoksen purkupisteen alapuolinen Kitinen (KevS-5, KevS-8, KevS-11, KevS-12 ja KevS-13)

Kitisellä juoksutukset olivat vuonna 2017 keskimääräistä suurempia loppukevästä ja syys-lokakuussa (Kuva 2-3). Kaivoksen ylitevesien johtaminen Kitiseen aloitettiin vuonna 2013. Vesimäärät ovat olleet pieniä verrattuna Kitisen kokonaisvesimäärään. Vuonna 2017 ylitevesien osuus olisi 0,10 % Kitisen Vajukosken virtaamasta (Kuva 5-2).

Kaivoksen purkupisteen alapuolisilla Kitisen pisteillä veden **pH** oli vuonna 2017 tasainen, vaihdellen kaikissa näytepisteissä välillä 6,7–7,4. **Kiintoainepitoisuus** Kitisen näytteissä oli pääsääntöisesti alle määräysrajan (<2 mg/l). Rajan ylittäviä pitoisuuksia (3,6 ja 11 mg/l) mitattiin kevätulvien aikaan. **Sameuden** arvot olivat Kitisellä välillä 0,7–6,9 FTU.

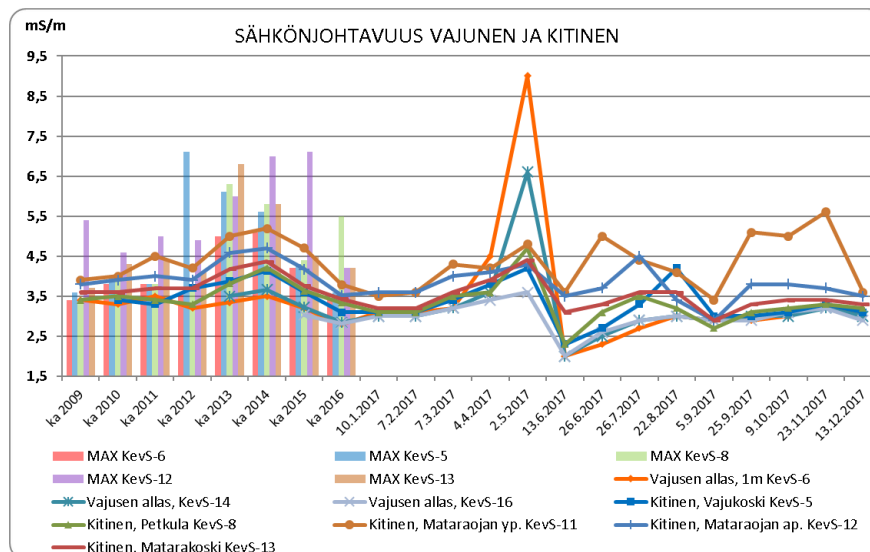
Kitisellä veden **väri** vaihteli vuonna 2017 otettujen näytteiden perusteella välillä 55–110 mg/l Pt ja **COD_{Mn}**-pitoisuudet vaihtelivat välillä 4,1–13 mg/l O₂. **Mangaanipitoisuudet** vaihtelivat välillä 10–200 µg/l ja **rautapitoisuudet** välillä 530–1 000 µg/l. Humuspitoisuutta kuvaavat suureet olivat samoilla tasoilla kuin aikaisempinakin vuosina, eikä eri tarkkailupisteiden välillä ollut merkittäviä eroja.

Kokonaistyyppipitoisuus alapuolisilla pisteillä vaihteli välillä 230–520 µg/l (Kuva 4-8) ja **kokonaissfosforipitoisuus** välillä 5,2–45 µg/l. Ravinnepitoisuudet viittaavat niukka- tai keskiväiteisiin 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.



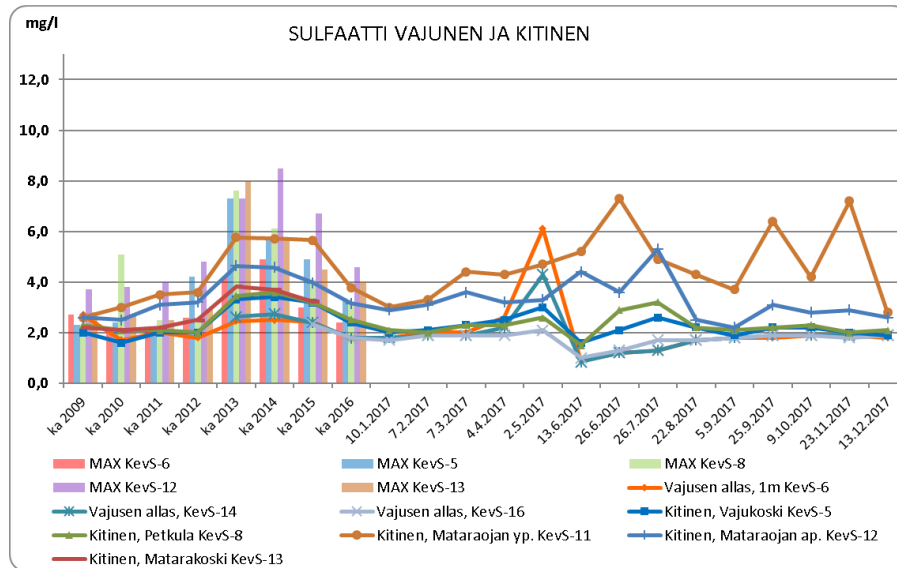
Kuva 4-8. Kokonaistyyppipitoisuudet Kitisellä vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuina maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot. Pisteellä KevS-6 toukokuussa näyte jouduttiin ottamaan läheltä rantaa, eikä sitä voida pitää täysin edustavana.

Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 2,3–5,6 mS/m (Kuva 4-9). Sähkönjohtavuus on vuodesta 2015 lähtien ollut keskimääräisesti useamman kymmenyksen alle vuosien 2013 ja 2014 tulosten. Ylitevesien pumppaus Kitiseen aloitettiin vuonna 2013. Pisteeltä KevS-12 on havaittu edellisinä vuosina yleistä Kitisen tasoa korkeampia sähkönjohtavuuksia kevättalvella Mataraojan vesien vaikutuksesta. Vastaavaa ei ollut havaittavissa vuosina 2016 ja 2017.



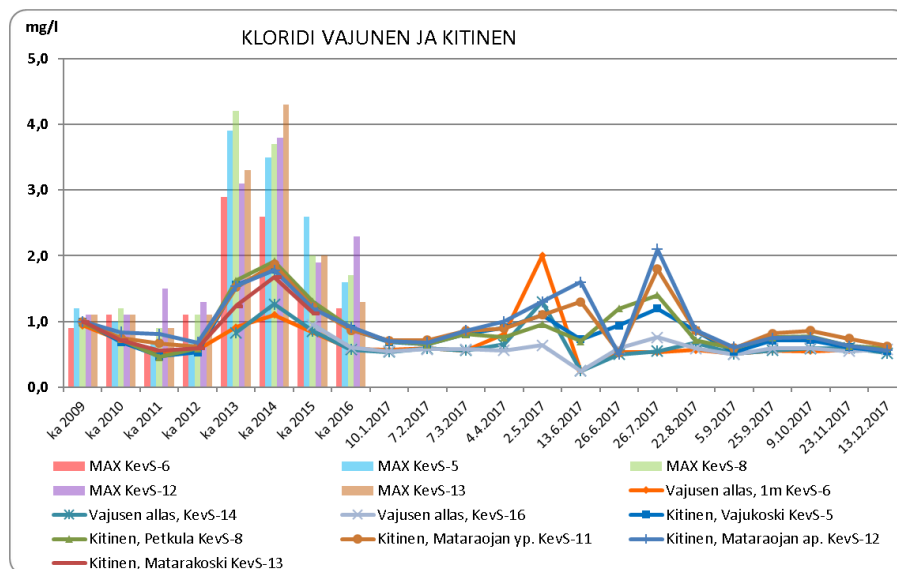
Kuva 4-9. Sähkönjohtavuus Kitisellä vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuina maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot. Pisteellä KevS-6 toukokuussa näyte jouduttiin ottamaan läheltä rantaa, eikä sitä voida pitää täysin edustavana.

Sähkönjohtavuuteen olennaisesti vaikuttavat **sulfaattipitoisuudet** vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 1,5–7,3 mg/l (Kuva 4-10). Vuonna 2017 sulfaattipitoisuudet olivat alle vuosien 2013–2015 tulosten.



Kuva 4-10. Sulfaattipitoisuus Kitisellä vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuna maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot.

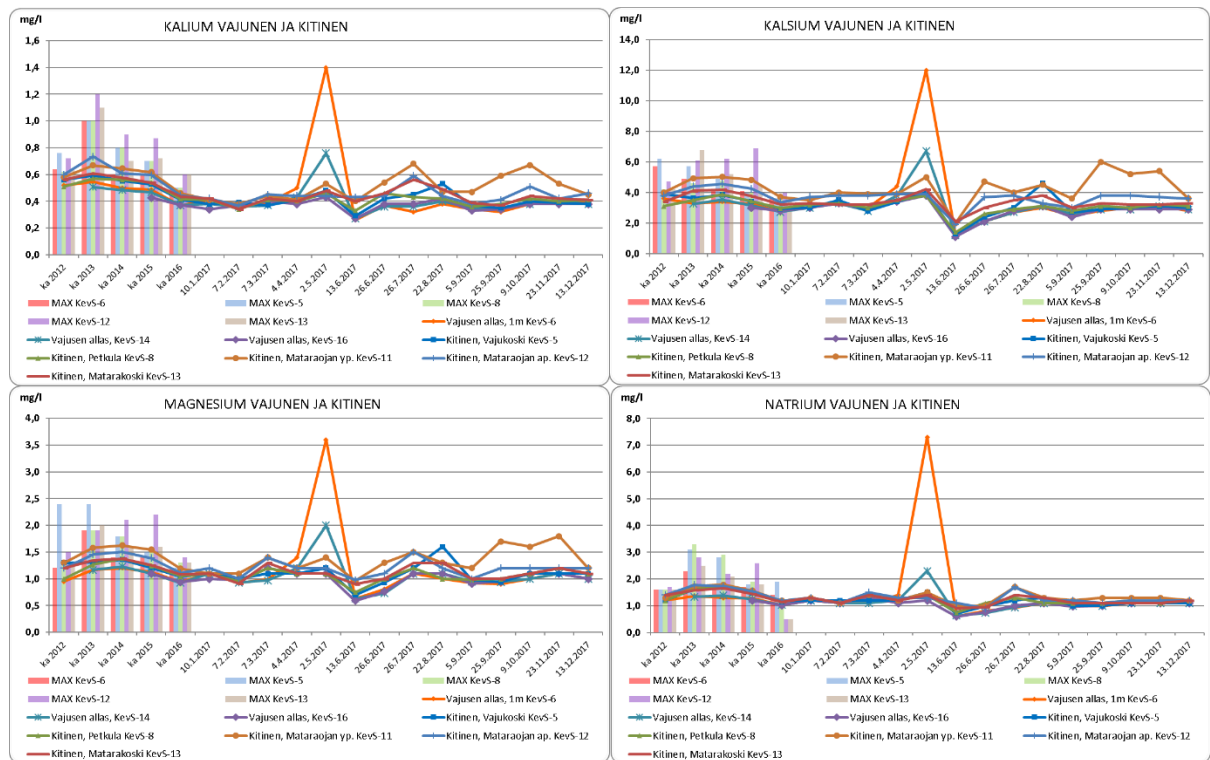
Kloridipitoisuudet vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 0,5–2,1 mg/l (Kuva 4-11). Kloridipitoisuuksissa oli jonkin verran muutoksia kierroksesta toiseen, mikä havaittiin myös kaivoksen yläpuolisilla pisteillä. Kaivoksen ylitevesillä ei näyttäisi olleen satunnaisiin muutoksiin vaikutusta, 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 alhaisia ja selvästi alle talousvedelle annetun laatusuosituksen, 250 mg/l (STM 1352/2015).



Kuva 4-11. Kloridipitoisuus Kitisellä vuosina 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuna maksimit osalta pisteistä (pylväinä) ja kaikilta pisteiltä keskiarvot.

Alkalimetallipitoisuuksista kalium vaihteli välillä 0,3–0,7 mg/l, kalsium välillä 1,3–6,0 mg/l, magnesium välillä 0,3–1,9 mg/l ja natrium välillä 0,7–1,7 mg/l (Kuva 4-12). Keskimääräiset pitoisuudet olivat edellisen vuoden tasolla, jolloin pitoisuudet olivat laskeneet vuodesta 2015, ollen pääsääntöisesti hieman alle vuosien 2013 ja 2014 pitoisuuksien. Kaivoksen ylitevesien vaikutuksesta Vajukosken alapuolisilla pisteillä alkalimetallipitoisuudet olivat joitakin milligramman kymmenyksiä litrassa suurempia kuin vertailupisteellä KevS-6. Eroavaisuudet olivat pieniä, mutta havaittavissa, kokonaispitoisuuksien ollessa edelleen tavanomaisia. Keski-Lapin alueella kalsium- ja

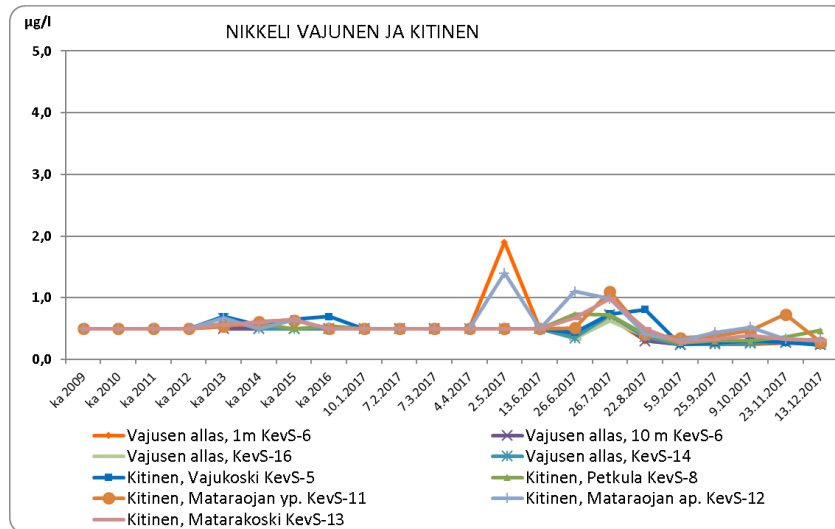
magnesiumpitoisuuksissa on todettu esiintyvän epäjohdonmukaisuutta (anomalia). Kitisellä mitatut pitoisuudet vastasivat alueellisia purovesien taustapitoisuuksia (K 0,6-1,3 mg/l, Ca 4-7 mg/l, Mg 1,3-2,7 mg/l ja Na 0-3,5 mg/l) (Lahermo ym. 1996).



Kuva 4-12. Alkalimetallipitoisuudet Kitisellä vuosilta 2012–2017. Vuosilta 2012–2016 keskiarvot ja maksimit. Pisteellä KevS-6 toukokuussa näyte jouduttiin ottamaan läheltä rantaa, eikä sitä voida pitää täysin edustavana.

Vuonna 2017 jokaisella tarkkailupisteellä **kadmium-, kromi-, kupari- ja lyijypitoisuudet** jäivät alle määrittärajän lukuun ottamatta pisteen KevS-8 syyskuun näytteenottoa, jolloin kromipitoisuus (0,6 µg/l) ylitti täpärästi kesken vuotta laskeneen määrittärajän (<0,5 µg/l). Pitoisuus alitti aieman määrittärajän <1 µg/l.

Myös **nikkelipitoisuudet** olivat yleisesti alle määrittärajän (<1 µg/l) (Kuva 4-13). Pisteiltä KevS-11 ja KevS-12 havaittiin yksittäinen määrittärajaa vastaava pitoisuus (1,0 µg/l) heinäkuussa. Lisäksi jälkimmäisellä pisteellä oli toukokuussa nikkeliä 1,1 µg/l. Kitiiseen näyttäisi pintavalunnan seurauksena päätyvän alhaisia pitoisuuksia nikkeliä luonnostaan johtuen alueen maa- ja kallioperästä. 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 2009–2017. Vuosilta 2009–2016 keskiarvot. Alle määrittämissä rajan (<1 µg/l) jääneet pitoisuudet on muutettu pitoisuuteen 0,5 µg/l, ellei pitoisuuksia ole ilmoitettu tarkemmin.

Laaja alkuaineanalyysi tehtiin vuonna 2017 tarkkailuohjelman mukaisesti huhti- ja elokuussa pisteiltä KevS-5 ja KevS-12. Näytteiden **antimoni-, arseeni-, beryllium-, boori-, koboltti-, molybdeeni-, seleeni-, tina-, titaani-** ja **vanadiini**pitoisuudet olivat alle määrittämissä rajojen molemmilla tarkkailupisteillä. Pisteeltä KevS-12 havaittiin **sinkkiä** keskimäärin 3,5 µg/l ja alle vuosien 2013-2014 keskimääräisten pitoisuuksien. Pisteeltä KevS-5 ei havaittu sinkkiä määrittämissä rajoja ylittäviä pitoisuuksia. **Rikin** keskimääräinen pitoisuus oli alle edellisten tarkkailuvuosien pitoisuuksien. **Bariumia** havaittiin pisteellä KevS-5 keskimäärin 4,5 µg/l ja pisteellä KevS-12 4,9 µg/l. Pisteellä KevS-5 pitoisuus oli tarkkailujakson alin ja pisteellä KevS-12 toiseksi alin. Sen sijaan **alumiinin** keskimääräinen pitoisuus pisteellä KevS-5 (23,0 µg/l) oli tarkkailujakson suurin ja pisteellä KevS-12 (24,5 µg/l) tarkkailujakson toiseksi suurin. Pitoisuudet olivat kuitenkin samalla tasolla kuin aikaisemminkin ja ne olivat alle kaivoksen yläpuolisen pisteen KevS-6 keskimääräisten alumiinipitoisuuksien.

Kaivoksen ylitevesien vaikutus Kitisen veteen voitiin havaita hyvin vähäisinä (noin 0,1-0,2 mg/l suuruisina) muutoksina lähinnä 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 sekoittuvat tehokkaasti.

Ravinne- (typpi- ja fosfori) tai raskasmetallipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa ylitevesien vaikutuksia vuonna 2017, kuten ei ollut myöskään vuonna 2014-2016. Normaalia vuodenkierrosta aiheutuneet ilmiöt, esim. sulamisvesien vaikutus, peittivät alleen mahdolliset ylitevesien vaikutukset.

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

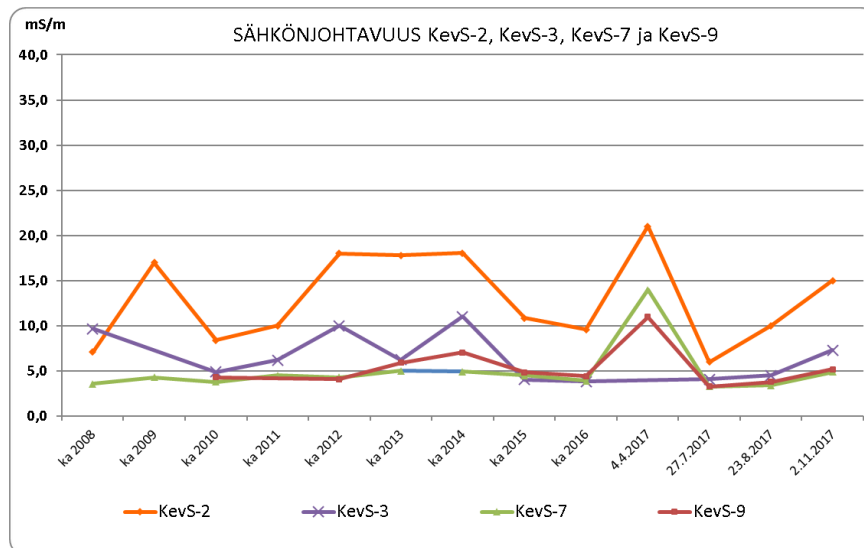
Saiveljärvi (KevS-7) ja Satojärvi (KevS-3) ovat pinta-alaansa nähden erittäin matalia. Järvien vedenlaatua luonnehtii talviaikainen hapettomuus ja kesällä selvät leväkukinnat. Humuosisuutta ja orgaanisten aineiden määrää kuvaavien suureiden perusteella (väri, kiintoaine, COD_{Mn}, rauta, ammoniumtyppi)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

Happitalanne oli sulan veden aikaan Saiveljärvellä hyvä tai erinomainen. Satojärvellä happitalanne oli heinäkuussa tyydyttävä, mutta muuten avovesiaikaan erinomainen. Syksyllä järvien hapen kylästysprosentit olivat 106–109 %. Saiveljärvellä happitalanne oli keskimäärin parempi kuin vuosina

2013-2016 ja hieman huonompi kuin vuonna 2012. Satojärvellä happitilanne oli keskimäärin parempi kuin vuosina 2011-2016 ja hieman huonompi kuin vuonna 2010. Happipitoisuuteen vaikuttavat voimakkaasti lämpösummat ja sitä kautta vesikasvillisuuden runsaus. Satojärveen laskevan ojan happitilanne sen sijaan oli koko vuoden korkeimmillaankin välttävällä tasolla, kyllästysprosentin vaihdella välillä 21–60 %. Samankaltaisia tuloksia on havaittu myös edellisinä vuosina. Viivajoki pysyy virtaamansa ansiosta osittain sulana läpi vuoden, mistä syystä happitilanne ei ollut huono talviaikanakaan.

Veden **pH** oli Saiveljärvessä ja Satojärvellä neutraali (7,0–7,2). Edellisinä vuosina Saiveljärvi on ollut 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 6,8–7,4 ja Viivajoella välillä 6,9–7,3.

Sähkönjohtavuudet vaihtelevat näytepisteillä vuodenajan mukaan. Korkeimmillaan johtavuudet ovat yleensä talvisin Satojärveen laskevassa ojassa (KevS-2). Saiveljärvellä (KevS-7) jään alla oli huhtikuussa erittäin vähän vettä, mistä syystä näytteeseen sekoittui kiintoainesta siinä määrin, että pisteen keskimääräinen sähkönjohtavuus oli vuonna 2017 tarkkailujakson korkein. Satojärvi (KevS-3) oli pohjaan asti jäässä, eikä näytettä voitu ottaa huhtikuussa. Satojärveen laskevan ojan ja Viivajoen pisteillä keskimääräinen sähkönjohtavuus vaihteli samoissa rajoissa kuin aiemmin tarkkailujaksolla. (Kuva 4-14).



Kuva 4-14. Saiveljärven (KevS-7), Satojärven (KevS-3), Satojärveen laskevan ojan (KevS-2) ja Viivajoen (KevS-9) sähkönjohtavuudet vuonna 2017, sekä vertailu edellisvuosien keskiarvoihin vuodesta 2008 alkaen.

Kiintoainepitoisuudet vaihtelivat kierrosten välillä. Järvet ovat niin matalia, että pohja-ainesta sekoittuu vähäisenkin tuulen vaikutuksesta herkästi veteen. Vuonna 2017 kiintoainepitoisuudet vaihtelivat Saiveljärvellä välillä 2,3–16,0 mg/l, Satojärvellä 3,2–9,4 mg/l, Satojärveen laskevassa ojassa välillä 3,6–16 mg/l ja Viivajoella 2,5–16 mg/l. Kiintoainepitoisuudet olivat aiemmin havaitulla tasolla, eikä korkeita pitoisuuksia havaittu. **Sameus** oli Saiveljärvellä välillä 2,0–8,6 FTU, Satojärvellä 1,9–12 FTU, Satojärveen laskevalla ojassa 4,1–44 FTU ja Viivajoella 2,2–17 FTU. Parametrit olivat edellisvuosien vaihtelun rajoissa. Ainoastaan Satojärven yläpuolisessa luonnonojassa vesi oli vuonna 2017 keskimäärin sameampaa kuin muina tarkkailuvuosina.

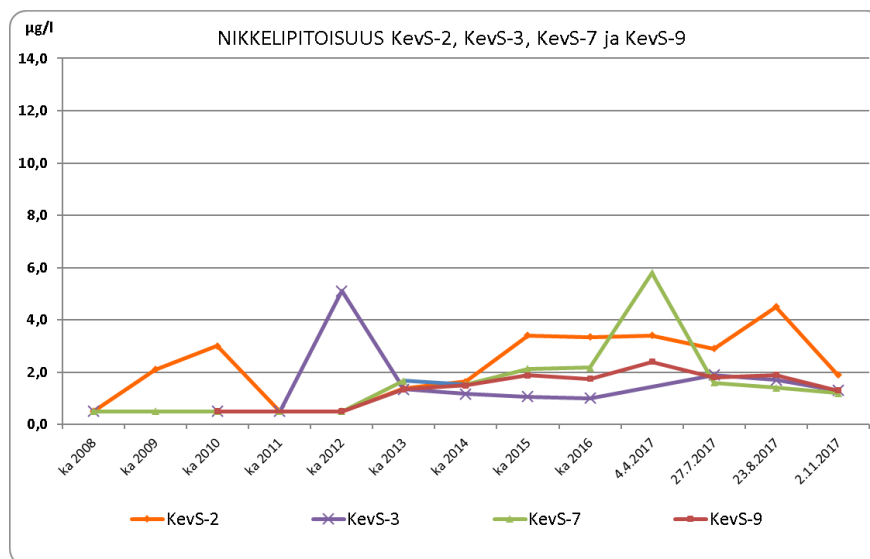
Saiveljärven **kokonaistyyppipitoisuuksiin** vaikutti paljon vuodenaika. Suurin pitoisuus mitattiin talvella huhtikuussa. Satojärveltä ei tuolloin saatu näytettä. Pitoisuudet vaihtelivat pisteillä välillä 340–2600 µg/l, ollen yhteneväisiä edellisiin vuosiin. Viivajoella keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli tarkkailujakson pienin. Suurimmat pitoisuudet mitattiin ojasta KevS-2 (2600 µg/l) ja Saiveljärveltä (2000 µg/l), kuten edellisenä vuotenaikin.

Kokonaisfosforipitoisuuden perusteella arvioituna molemmat järvet ovat olleet reheviä. Vuonna 2017 Saiveljärven keskimääräinen fosforipitoisuus (28,5 µg/l) oli jälleen vuosien 2014 ja 2015 tasolla, minkä perusteella järven katsotaan olevan rehevä. Satojärvellä fosforipitoisuus (13,1 µg/l) pysyi vuoden 2016 tapaan muita tarkkailuvuosia pienempänä. Satojärven vuosien 2016 ja 2017 keskimääräisen fosforipitoisuuden perusteella järvi on karu. Sama havainto tehtiin myös Viivajoelta. Vuonna 2017 keskipitoisuus oli 12,5 µg/l. Satojärveen laskeva oja voitiin vuoden 2017 keskimääräisen fosforipitoisuuden (15,3 µg/l) perusteella luokitella lievästi reheväksi. Liukoista fosfaattifosforia havaittiin vesinäytteissä pääosin läpi vuoden. Saiveljärvellä keskimääräinen pitoisuus oli tarkkailujakson korkein huhtikuussa, kun näytteeseen oli sekoittunut kiintoainesta. Näytettä ei voitu pitää edustavana. Muuten fosfaattifosforin pitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla. Kokonaisfosforipitoisuudet näyttävät vaihtelevan leväbiomassaa kuvaavasta **klorofyllipitoisuudesta** riippumatta.

Sulfaattipitoisuudet olivat pieniä. Saiveljärvellä pitoisuudet olivat välillä 1,4–2,0 mg/l, Satojärvellä 0,7–1,4 mg/l, Satojärveen laskevassa ojassa 0,7–1,7 mg/l ja Viivajoella 1,2–2,9 mg/l.

Tarkkailupisteillä **kadmium- ja lyijypitoisuudet** jäivät alle määrittämissä rajan (1 µg/l) jokaisella tarkkailupisteellä. **Kromia** havaittiin yksittäisiä määrittämissä rajan ylittäviä pitoisuuksia. Saiveljärvellä huhtikuussa pitoisuus oli 1,5 µg/l ja Satojärveen laskevalla ojalla elokuussa 1,3 µg/l. Muilla kierroksilla ja pisteillä pitoisuudet jäivät alle määrittämissä rajan <1 µg/l. **Kuparia** havaittiin yksittäinen määrittämissä rajan <1 µg/l ylittävä pitoisuus marraskuussa pisteeltä KevS-7 (4,9 µg/l). Joidenkin aineiden määrittämissä raja laski kesken vuotta ja toisinaan pitoisuudet alittivat myös uuden alemman määrittämissä rajan.

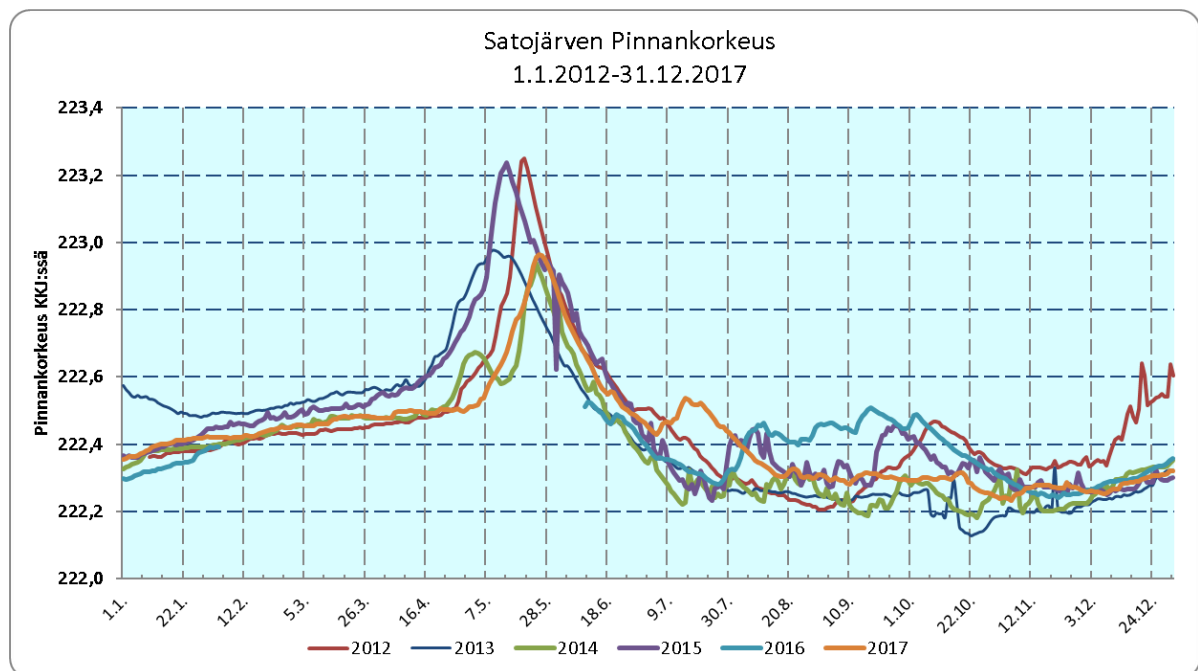
Nikkeliä havaittiin pieniä määriä jokaisella tarkkailupisteillä läpi vuoden. Saiveljärvellä nikkelpitoisuudet olivat 1,2–5,8 µg/l, Satojärvellä välillä 1,3–1,9 µg/l, Satojärveen laskevassa ojassa välillä 1,9–4,5 µg/l ja Viivajoella välillä 1,3–2,4 µg/l. Sulamisvesillä ja sulamisveden tuomalla pintavalunnalla on havaittu olevan vaikutusta havaittuihin pitoisuuksiin. Kaivosalueelta kantautuva laskeuma päättyy vesistöihin kevään sulamisaikana ja runsaiden sateiden vaikutuksesta. Vuonna 2017 pitoisuudet olivat suurimmillaan eri pisteillä eri näytteenotokertoina, joten sulamisvesien vaikutusta ei pystytty havaitsemaan kuin osalla pisteistä. Nikkelin keskimääräiset pitoisuudet nousivat hiukan vuonna 2013, mikä oli ensimmäinen täysi tuotantovuosi. Nouseva kehitys jatkui 2014 ja edelleen 2015. Vuonna 2016 oltiin vuoden 2015 tasolla. Vuonna 2017 pitoisuudet jälleen nousivat muilla kuin Satojärveen laskevan ojan pisteellä. 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 2017, sekä vertailu edellisvuosien keskiarvoihin vuodesta 2008 lähtien.

Mangaanipitoisuus vaihteli Saiveljärvessä 5,0–410 µg/l, Satojärvessä 51–75 µg/l, Satojärveen laskevassa ojassa 96–720 µg/l ja Viivajoella välillä 25–360 µg/l. **Rautapitoisuudet** olivat Saiveljärvessä välillä 420–19 000 µg/l, Satojärvessä 300–1700 µg/l, Satojärveen laskevassa ojassa 1 100–11 000 µg/l ja Viivajoella 470–5 100 µg/l. Mangaanin ja raudan keskimääräiset pitoisuudet vaihtelivat aiemmin havaitulla vaihteluvälillä lukuun ottamatta Saiveljärven pitoisuuksia ja Viivajoen rautapitoisuutta. Sekä Saiveljärven että Viivajoen pitoisuuksia nosti huhtikuun kiintoainespitoinen näyte, jota ilman pitoisuudet olisivat saattaneet olla edellisten vuosien tasolla. Pitoisuudet korreloivat happitilanteen kanssa vain osin.

Satojärven pinnankorkeutta seurataan, jotta tiedetään, aiheuttaako kaivoksen toiminta vedenpinnan korkeuden muutoksia. Vedenkorkeuden seuranta on toteuttanut EHP-tekniikka Oy automaattisella mittalaitteistolla. Vuonna 2017 pinnankorkeus oli ja vaihteli melko samalla tasolla kuin vuonna 2014. Kevättulvan aiheuttama pinnannousu ajoittui keskimääräistä myöhäisemmäksi. Pinnan korkeus oli heinäkuussa muita vuosia korkeammalla, mutta muuten pääosin keskimääräisellä tasolla tai hieman sen alapuolella. Pinnankorkeuksissa on havaittavissa vuodenvaihteluun liittyviä eroavaisuuksia vuosien välillä, mutta järven vedenpinnan yleistä alenemista ei ole havaittavissa (Kuva 4-16).



Kuva 4-16. Satojärven pinnankorkeudet vuosina 2012–2017 (EHP-tekniikka Oy).

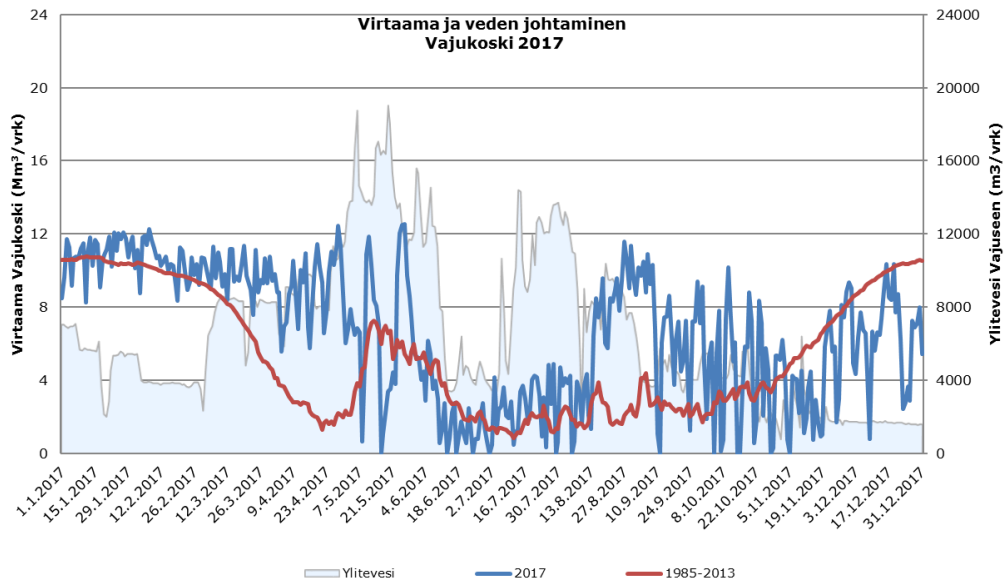
Saiveljärven, Satojärven, Satojärveen laskevan luonnonojan ja Viivajoen vedenlaadussa ei ole havaittavissa selkeitä muutoksia tarkkailutulosten perusteella. Satojärven vedenpinnan korkeudessa ei ole havaittavissa kaivoksen vaikutusta tai mahdolliset vaikutukset peittyvät suurempien vuodenvaihtelujen alle.

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 m³/vrk. Vettä tulee pumpata silloin, kun voimalaitokselta tai sen tulvaluukuista juoksetetaan vettä. Voimalaitoksen yläaltaaseen voidaan myös johtaa vettä enintään 72 tuntia kestävä juoksetusseinokin ajan.

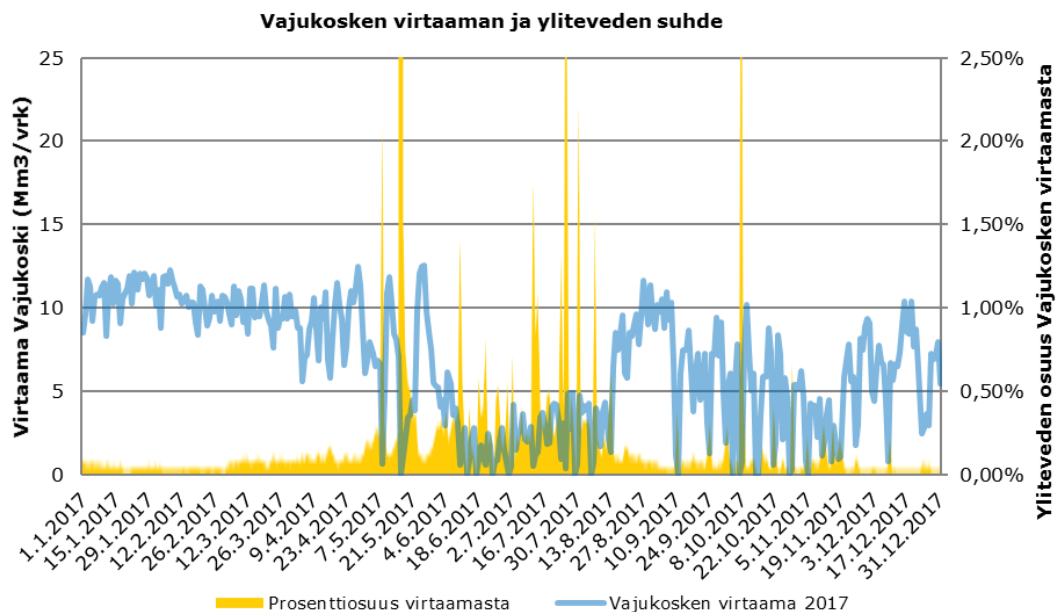
Vuoden 2017 aikana ylitevettä johdettiin Kitiseen päivittäin. Juoksetettu vesimäärä oli keskimäärin n. 6 565 m³/vrk. Suurimmat yksittäiset pumppausmäärät olivat kevättulvien aikaan 19.5.2017 18 984 m³ ja 6.5.2017 18 686 m³ (Kuva 5-1). Vuoden aikana Kitiseen pumpattu vesimäärä oli selvästi

edellisvuotta alhaisempi (3,8 milj. m³ vuonna 2016 ja 2,4 milj. m³ v. 2017). Kaivoksen vesikierrossa ollut vesimäärä loppuvuodesta oli alle tavoitteen, minkä vuoksi vesieä ei ollut tarvetta käsitellä loppuvuodesta (19.10. alkaen). Kiteseen pumpattiin loppuvuonna ainoastaan pintavalutusken-
tältä luontaisesti tullut vesi.



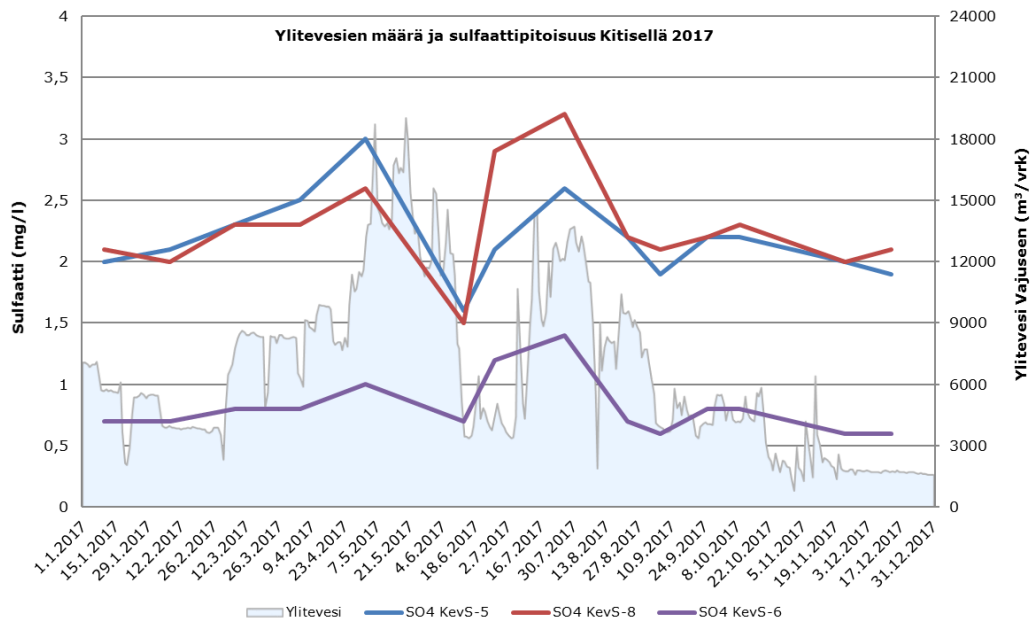
Kuva 5-1. Vajukosken virtaamien sekä johdettujen käsiteltyjen ylitevesien määrien vertailu vuonna 2017 (Oiva 2017, Boliden Kevitsa Mining Oy).

Ylitevedet johdetaan Vajusen altaaseen Vajukosken padon yläpuolella, josta vedet jatkavat Vajukosken voimalaitoksen kautta alavirtaan (Kuva 3-1). Ylitevesien osuus Vajukosken virtaamasta oli edellisvuosia alhaisempi ollen keskimäärin 0,10 % (2016 0,24 % ja 2015 0,17 %). Juoksutusten ollessa pienimmillään kesäaikaan, oli ylitevesien osuus suurin. Suurimmillaan laskennallinen ylitevesien osuus oli sellaisina yksittäisinä vuorokausina, kun juoksutukset loppuivat kesken vuorokauden tai juoksutuksia ei ollut, nämä vuorokaudet näkyvät piikkeinä kuvaajassa. (Kuva 5-2)



Kuva 5-2. Vajukosken virtaaman ja Vajusen altaaseen johdetun yliteveden suhde vuonna 2017.

Vuonna 2017 ylitevesien määrän ja sulfaattipitoisuuksien voitiin havaita korreloivan keskenään. Ylitevesien määrän kasvaessa sulfaattipitoisuudet pienenivät, kun taas ylitevesien määrän pienentyessä sulfaattipitoisuudet kasvoivat. Vaikutus oli selkeämmin havaittavissa lähimmissä Vajukosen alapuolisissa tarkkailupisteissä KevS-5 ja KevS-8 verrattuna yläpuoliseen Vajusen altaan pisteeseen KevS-6 (Kuva 5-3). Ylitevesien vaikutus voidaan havaita Kitisellä, mutta vedet sekoittuvat hyvin ja vedenlaadun muutokset ovat erittäin pieniä. Sulfaatin mittausepävarmuus alhaisissa pitoisuuksissa on 25 %. 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 2017.

6. KOKONAISEPÄVARMUUDEN TARKASTELU

Vesien tarkkailussa tarkkailutulosten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat näytteenotopisteen 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 näytteenottokertojen välillä. 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 kenttähavainnot tallennetaan ja ne voidaan tarvittaessa helposti tarkistaa. Näytteenotto, tutkimusvälineet ja näytteenottaja ovat standardoituja ja siten kokonaisepävarmuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi. Laboratorion mittausepävarmuudet on esitetty parametrisoituneesti liitteessä 4.

Vuonna 2016 aloitettiin näytteenoton epävarmuuden systemaattinen arviointi, eikä sen perusteella näytteenotosta synny merkittävää virhettä tuloksiin ja tulosten kokonaisepävarmuus on mittausepävarmuuden tasolla.

Näytteenoton aiheuttamaa epävarmuutta arvioitiin vuonna 2017 maaliskuu-, elokuu-, syys- ja joulukuussa. Epävarmuuden arviointiin sovellettiin FINAS:n ohjeistusta ja se perustui rinnakkaisnäytteisiin ja nollanäytteisiin, joiden kokonaismäärä vastasi 8,3 % tarkkailunäytteiden kokonaismäärästä. Laadunvarmistusnäytteitä kerättiin näytepisteitä vaihdellen tarkkailuvuoden aikana. Vesistö-

tarkkailun näytteitä otettiin vuoden aikana yhteensä 181 ja laadunvarmistusnäytteitä 15 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 tulokset kaikkien parametrien ja näytteenottojen osalta vaihtelivat laboratorion ilmoittaman mittausepävarmuuden rajoissa.

Pintavesien tarkkailussa vuoden 2017 aikana tehdyn laajemman näytteenoton laadunvarmistuksen perusteella näytetulokset vaihtelevat menetelmäkohtaisen mittausepävarmuuden rajoissa. Mittausepävarmuutta voidaan pintavesitarkkailun osalta pitää riittävänä kuvaamaan kokonaisepävarmuutta, kun näytteenoton epävarmuus muuten minimoidaan edellä kuvatuin yleisin keinoin.

7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kevitsan kaivoksen pintavesivaikutuksia tarkkailtiin tarkkailuohjelman mukaisesti vuonna 2017 yhteensä 15 pisteessä. Tarkkailutulosten perusteella voidaan yleisesti todeta, että kaivoksella on vain vähän vaikutusta lähivesistöistä havaittaviin pitoisuuksiin Kitisessä, Mataraojassa, Satojärnessä tai Saiveljärnessä.

Kaivoksen purkuvedet johdetaan Kitiseen Vajukosken altaaseen. Ylitevesien pumppaus aloitettiin 2013 ja vuonna 2017 ylitevesiä pumpattiin lokakuulle asti. Lokakuun lopulta alkaen pintavalutus kentälle ei johdettu vesiä ja Vajuseen altaalle pumpatut vedet olivat pintavalutus kentälle kertyneitä vesiä. Vesiä pumpattiin käytännössä päivittäin, keskimäärin 6 565 m³/vrk. Ylitevesien vaikutus Kitisen vedenlaatuun oli havaittavissa lähinnä kesäaikaan hyvin vähäisinä muutoksina sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa sekä sähkönjohtavuudessa, kun ylitevesien suhteellinen osuus Kitisen virtaamasta oli suurimmillaan. Kokonaisuudessaan pitoisuudet pysyivät alhaisilla tasoilla, eikä niistä arvioida aiheutuneen haittaa vesiluonnolle.

Mataraojassa pitoisuuksissa ei havaittu vuonna 2017 merkittäviä muutoksia edellisiin vuosiin verrattuna. Loppuvuodesta havaittiin Mataraojan latvoilla mm. nikkelpitoisuuden nousua aiempiin havaintoihin verrattuna, mikä voi kytkeytyä alueella tehtyihin metsähakkuisiin. Kevitsan kaivoksen vaikutusta voidaan havaita vähäisenä pitoisuuksien muutoksina Mataraojan eteläisessä haarassa pisteellä KevP-103. On mahdollista, että pintavalutus kentältä suotautuu vähäisessä määrin vesiä Mataroajaan. Mataraojan alajuoksulla vedenlaatuun vaikuttaa kuitenkin enemmän alajuoksun valuma-alueen kuormitus kuin kaivoksen vaikutus.

Kitisessä ylitevesien johtamisen vaikutus voidaan havaita sekoittumisvyöhykkeellä mm. sulfaatin ja kloridin hieman korkeampina pitoisuuksina taustapisteeseen verrattuna. Pitoisuudet ovat kaikkiaan kuitenkin erittäin alhaisia ja taustapitoisuuksien tasolla ja ylitevesien voidaan arvioida sekoittuvan tehokkaasti.

Kitisen raskasmetallipitoisuuksissa (mm. kupari, nikkeli) ei ollut havaittavissa ylitevesien vaikutusta, eikä ympäristölaatonormien 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 voidaan havaita Kitisen sähkönjohtavuudessa, kloridi-, sulfaatti- ja kiintoainepitoisuuksissa.

Satojärven, Satojärveen laskevan ojan, Saiveljärven ja Viivajoen tarkkailun tulokset olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä edellisvuosien tuloksien kanssa eikä tarkkailussa havaittu muutoksia vedenlaadussa. Nikkelpitoisuuksissa on havaittavissa vähittäistä nousua kaivoksen täysimääräisen toiminnan aloittamisesta eli vuodesta 2013 lähtien, pitoisuuksien ollessa edelleen alhaisia. Toden-

näköinen 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 tarkkailuaikana selvästi suurempia, järvet ovat erittäin matalia ja varsinkin Satojärvi soistuva.

Pintavesien tarkkailussa vuoden 2017 aikana tehdyn näytteenoton laadunvarmistuksen perusteella näytetulokset vaihtelevat menetelmäkohtaisen mittausepävarmuuden rajoissa. Mittausepävarmuutta voidaan pintavesitarkkailun osalta pitää riittävänä kuvaamaan kokonaisepävarmuutta, kun näytteenoton epävarmuus muuten minimoidaan yleisin keinoin.

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. Talusvesien 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
TARKKAILUTULOKSET VUODELTA 2017

LIITE 2
KENTTÄMITTAUSTEN TULOKSET

KevS-14 Ysi-mittaukset

		Koordinaatit		7509113	491468	pisteellä vettä n. 8m															
		LÄMPÖTILA (°C)				pH				SÄHKÖNJOHTAVUUS (µs/cm)				HAPPI (mg/l)				REDOX (mV)			
SYVYYS (m)		15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017
0		12,1	11,3	11,5	7,5	6,37	6,67	6,58	7,15	22,2	23,5	29	29,2	5,07	4,01	11,53	9,48	154,2	131,1	179,3	116
1		12,1	11,3	11,4	7,5	6,33	6,65	6,38	7,18	21,5	23,5	29	29,2	4,79	3,96	10,66	9,75	153,4	132	181	119,2
2		11,8	11,3	11,4	7,5	6,21	6,65	6,35	7,18	20,9	23,5	29	29,2	4,72	3,93	10,44	9,38	157,1	133,1	180,7	120,3
3		11,5	11,3	11,3	7,5	6,17	6,61	6,34	7,17	21,4	23,5	29	29,2	4,72	3,9	10,23	9,25	156,2	133,8	180,1	120,3
4		11,3	11,3	11,3	7,5	6,15	6,61	6,28	7,15	21,3	23,5	29	29,2	4,67	3,91	10,52	9,58	155,4	134,1	178,8	122,8
5		11,2	11,3	11,3	7,5	6,12	6,61	6,28	7,15	21,7	23,5	29	29,2	4,66	3,89	10,55	9,43	157,9	135	178,1	122,6
6		11,1	11,3	11,3	7,5	6,11	6,73	6,29	7,16	21,8	23,6	29	29,2	4,62	3,92	10,61	9,22	156,7	135	177,5	121,7

KevS-16 Ysi-mittaukset

		Koordinaatit		7509061	491995	pisteellä vettä n. 10m															
		LÄMPÖTILA (°C)				pH				SÄHKÖNJOHTAVUUS (µs/cm)				HAPPI (mg/l)				REDOX (mV)			
SYVYYS (m)		15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017	15.6.2017	27.6.2017	6.9.2017	25.9.2017
0		13,3	10,9	11,7	7,6	6,89	6,61	6,73	7,99	21	24,5	29,1	29,2	5,63	4,45	10,7	9,56	160,8	207,4	159,4	138,1
1		13	10,9	11,6	7,5	6,72	6,54	6,64	7,92	20,9	24,5	29	29,3	5,34	4,25	10,67	9,39	159,9	202,3	161,9	139
2		11,6	10,9	11,4	7,5	6,66	6,52	6,66	7,8	21,1	24,5	29	29,2	5,47	4,16	10,54	9,47	160,3	198,7	160,2	140,1
3		11,6	10,8	11,2	7,5	6,56	6,49	6,52	7,68	20,9	24,5	29	29,2	5,39	4,11	10,3	9,23	160,7	196,7	165,7	140,3
4		11,4	10,8	11,2	7,5	6,44	6,46	6,48	7,65	22,1	24,3	29	29,3	5,33	4,08	10,32	9,2	161,9	194,6	167	140,4
5		11,0	10,7	11,2	7,5	6,29	6,45	6,47	7,56	22,2	24,4	29	29,2	5,01	4,09	10,25	9,26	134,5	193,2	167,5	141
6		11,0	10,7	11,2	7,5	6,3	6,45	6,33	7,53	22	37,9	33,6	29,5	5,07	3,94	7,88	8,85	134,9	124,5	116	141,4
7		11,0	10,7	11,2	7,5	6,31	6,44	6,23	7,19	22,3	36,3	30,6	29,3	5,08	3,87	7,67	4,37	135,4	104,4	108,4	121,9
8		11,0	10,7	11,2	7,6	6,3	6,43	6,23	7,03	22,4	36	32	29,4	5,02	3,79	7,7	3,99	135,4	94,6	110,4	117,7
9		11,0	10,7	11,2	7,6	6,16	6,43	6,09	6,99	23,6	35,6	34	29,3	4,5	3,71	6,17	3,81	132,6	84,9	107,4	114,4

LIITE 3
LABORATORION MÄÄRITYSMENETELMÄT JA MITTAUSEPÄVARMUUDET



Eurofins Environmet Testing Finland Oy T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

30.10.2017

Boliden Kevitsa Mining Oy

Pj

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
EF2001	Alkaliniteetti	SFS-EN ISO 9963-1	0,020 mmol/l	10 % (>0,1 mmol/l) ±0,01 mmol/l (<0,1 mmol/l)	KYLLÄ
EF2046	Ammoniumtyppi (spektr.)	SFS 3032	4 µg/l	15 % (>20 µg/l) 25 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
EF2034	Ammoniumtyppi (tisl.)	SFS 5505	1,5 mg/l	20 % (>10 mg/l) 25 % (<10 µg/l)	KYLLÄ
EF2006	BOD7	SFS-EN 1899-2	2 mg/l	20 %	KYLLÄ
EF2006	BOD7 ATU	SFS-EN 1899-1	3 mg/l	20 %	KYLLÄ
EF2011	CODCr	SFS 5504, ISO 15705	25 mg/l	12 % (>500 mg/l) 15 % (<500 mg/l)	KYLLÄ
EF2012	CODMn	SFS 3036	0,5 mgO2/l	10 % (>2 mgO2/l) 20 % (<2 mgO2/l)	KYLLÄ
EF2007	DOC	SFS-EN 1484	1,0 mg/l	15 % (>2 mg/l) 35 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
EF5002	Fekaaliset koliformiset bakteerit	SFS 4088:2001	0 pmy/100ml		KYLLÄ
EF2010	Fosfaattifosfori (PO4-P), kokonais-	kumottu SFS 3025	2 µg/l	15 % (>10 µg/l) 20-25 % (2-10 µg/l)	KYLLÄ
EF2010	Fosfaattifosfori (PO4-P), liennut	kumottu SFS 3025	2 µg/l	10 % (>50 µg/l) 15 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
EF2008	Fosfori, kokonais- (spektr.)	SFS-EN ISO 6878	2 µg/l	11 % (>25 µg/l) 15 % (<25 µg/l)	KYLLÄ
EF2002	Hapen kyllästysprosentti	SFS-EN 25813	2,0 %	15 %	EI
EF2002	Happipitoisuus (potentiometrinen titraus)	SFS-EN 25813	0,2 mg O2/l	10 % (>2 mg/l) 20 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
EF4019	Öljyhiilivedyt (mineraaliöljyt C10-C40)	mod .SFS-EN ISO 9377-2	0,05 mg/l	26 %	KYLLÄ
EF2029	Kiintoaine, jätevesi (A-suodatin)	SFS-EN 872	2,0 mg/l	17 %	KYLLÄ
EF2029	Kiintoaine, vesistövesi (C-suodatin)	SFS-EN 872	2,0 mg/l	15 %	KYLLÄ
EF4016	Kiintoaineen hehkutushäviö 550 °C	SFS-EN 872 + SFS 3008	2,0 mg/l	22 %	EI
EF4016	Kiintoaineen hehkusjäännös 550 °C	SFS-EN 872 + SFS 3008	2,0 mg/l	22 %	EI
EF2018	Kloridi	SFS-EN ISO 10304-1	0,5 mg/l	10 % (>5,0 mg/l) 20 % (<5,0 mg/l)	KYLLÄ
EF2031	klorofylli	SFS 5772	1 µg/l	20 %	EI
EF2035	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
EF2018	Nitraattityppi (NO3-N), IC	SFS-EN ISO 10304-1	0,25 mg/l	15 % (>1,25 mg/l) 25 % (<1,25 mg/l)	KYLLÄ
EF2035	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
EF2018	Nitriittityppi (NO2-N), IC	SFS-EN ISO 10304-1	0,02 mg/l	25 %	KYLLÄ
EF2035	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
EF2000	pH	ISO 10523, SFS 3021	± 0,2 yks. 3 %		KYLLÄ
EF2077	Redox-potentiaali	Sis. Men.	-	25 %	EI
EF2024	sameus	SFS-EN ISO 7027	0,20 FTU	10 % (>10 FTU) 15 % (<10 FTU)	KYLLÄ
EF2018	Sulfaatti	SFS-EN ISO 10304-1	0,5 mg/l	15 % (>20 mg/l) 25 % (<20 mg/l)	KYLLÄ
EF2013	sähkönjohtavuus	SFS-EN 27888	0,1 mS/m	5 % (>4 mS/m) 10 % (<4 mS/m)	KYLLÄ
EF2018	Tiosulfaatti	SFS-EN ISO 10304-3:1998	5 mg/l	20 %	KYLLÄ
EF2007	TC (Kokonaishiili)	SFS-EN 1484	1,0 mg/l	20 % (>10 mg/l) 30 % (<10 mg/l)	KYLLÄ
EF2007	TIC (Epäorgaaninen kokonaishiili)	SFS-EN 1484	1,0 mg/l	20 % (>2 mg/l) 35 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
EF5218	Toksisuus, valobakteeritesti	ISO 11348-3, <i>Vibrio fischeri</i>			EI
EF5216	Toksisuus, vesikirpputesti	Akuutti toksisuus (OECD 202 ja ISO 6341 mod.), <i>Daphnia magna</i>			EI

Eurofins Environmet Testing Finland Oy T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet						Päivitetty 30.10.2017 pj
Boliden Kevitsa Mining Oy						
Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi	
Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi	
EF2004	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)	EI	
EF2087	Typpi, kokonais-N, Gallery	ISO 15923-1, Epa Method 353.1	50 µg/l	15 % (>70 µg/l) 20 % (50-70 µg/l)	15- KYLLÄ	
EF2085	Typpi, kokonais-N, CFA	SFS-EN ISO 11905-2	50 µg/l	10 µg/l (50-70 µg/l) 15 % (>70 µg/l)	KYLLÄ	
EF2021	Typpi, kokonais-N, Kjeldahl	SFS 5505	2,0 mg/l	15 % (>5 mg/l)	KYLLÄ	
EF2014	Väriluku	SFS-EN ISO 7887	5 mg/l Pt	25 % (<5 mg/l) 20 %	KYLLÄ	
Alkuaineet						
EF3000	Alumiini, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	5,0 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Antimoni, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>2 µg/l) 16 % (1-2 µg/l) 25 % (0,2-1 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Arseeni, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>1 µg/l) 25 % (0,2-1 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Barium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,50 µg/l	15 % (>1 µg/l) 20 % (<1 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Beryllium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>2 µg/l) 20 % (1-2 µg/l) 22 % (<1 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Boori, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	15 % (>200 µg/l) 20 % (<200 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Bromi, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	25 %	EI	
EF3000	Elohopea, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,020 µg/l	15 % (>1 µg/l) 18 % (0,1-1 µg/l) 20 % (0,05-0,1 µg/l) 40 % (<0,05 µg/l)	KYLLÄ	
EF3010	Esikäsittely, mikroaaltohajotus, HNO3	SFS-EN ISO 15587-2			KYLLÄ	
EF3007	Esikäsittely, mikroaaltohajotus, kuningasvesi	SFS-EN ISO 15587-1			KYLLÄ	
EF3000	Fosfori, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	2,0 µg/l	15 % (>10 µg/l) 25 % (5-10 µg/l) 30 % (<5 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	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)	KYLLÄ	
EF3000	Hopea, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	15 % (>50 µg/l) 17 % (5-50 µg/l) 20 % (<5 µg/l)	EI	
EF3000	Jodi, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l		EI	
EF3000	Kadmium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,030 µg/l	15 % (>1 µg/l) 17 % (0,1-1 µg/l) 20 % (<0,1 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Kalium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	50 µg/l	12 % (>500 µg/l) 15 % (250-500 µg/l) 25 % (<250 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Kalsium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	50 µg/l	13 % (>500 µg/l) 15 % (250-500 µg/l) 25 % (<250 µg/l)	KYLLÄ	
EF3000	Koboltti, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,10 µg/l	15 % (>0,2 µg/l) 20 % (<0,2 µg/l)	KYLLÄ	
EF3004	Kokonaiskovuus	sisäinen menetelmä (SFS 3003, muunneltu)	0,005 mmol/l	13 % (>0,27 mmol/l) 15 % (0,027-0,27 mmol/l) 25% (<0,027 mmol/l)	KYLLÄ	
Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi	

Eurofins Environmet Testing Finland Oy T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet					Päivitetty 30.10.2017 pj
Boliden Kevitsa Mining Oy					
Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittärajana	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
EF3003	Kromi(VI) SepPak	sis.menetelmä	5,0 µg/l	25 %	EI
EF3000	Kromi, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,50 µg/l	15 % (>1 µg/l) 25 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Kupari, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,50 µg/l	15 % (>1 µg/l) 25 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Lantaani, ICP-MS				EI
EF3000	Litium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2, EPA 3051A, SFS-EN 13346	1,0 µg/l	15 % (>20 µg/l) 20 % (2-20 µg/l) 25 % (<2 µg/l)	EI
EF3000	Lyijy, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,10 µg/l	15 % (>0,2 µg/l) 25 % (<0,2 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Magnesium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	50 µg/l	12 % (>500 µg/l) 15 % (250-500 µg/l) 25 % (<250 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Mangaani, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	1,0 µg/l	15 % (>20 µg/l) 18 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Molybdeeni, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	1,0 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Natrium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	50 µg/l	12 % (>500 µg/l) 15 % (250-500 µg/l) 25 % (<250 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Nikkeli, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>1 µg/l) 25 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Palladium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2			EI
EF3000	Pii (ICP-MS)	SFS-EN ISO 17294-2	20 µg/l	20 % (>100 µg/l) 25 % (<100 µg/l)	EI
EF3000	Platina, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2			EI
EF3000	Rauta, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	13 % (>20 µg/l) 20 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Renium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2			EI
EF3000	Rikki (ICP-MS)	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	15 % (>4000 µg/l) 17 % (1000-4000 µg/l) 20 % (100-1000 µg/l) 25 % (<100 µg/l)	EI
EF3000	Seleen, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>1 µg/l) 35 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Sinkki, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	1,0 µg/l	15 % (>20 µg/l) 20 % (2-20 µg/l) 30 % (<2 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Strontium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,50 µg/l	15 % (>2 µg/l) 18 % (1-2 µg/l) 25 % (<1 µg/l)	EI
EF3000	Tallium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>2 µg/l) 18 % (1-2 µg/l) 25 % (0,2-1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Tellurium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2			EI
EF3000	Tina, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>1 µg/l) 18 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Titaani, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>2 µg/l) 19 % (<2 µg/l)	EI
EF3000	Torium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,2 µg/l		EI
EF3000	Uraani, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,1 µg/l	15 % (>1 µg/l) 15 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Vanadiini, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,20 µg/l	15 % (>1 µg/l) 20 % (0,2-1 µg/l)	KYLLÄ
EF3000	Vismutti, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	0,2 µg/l		EI
EF3000	Volframi, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	1,0 µg/l		EI
EF3000	Yttrium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2			EI
EF3000	Zirkonium, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2			EI

LIITE 4
KOKONAISEPÄVARMUUDEN ARVIOINTI

Liite 4. Kokonaispölyarvionnin tarkkailussa v. 2017.

Näytepaikka	Ottopäivä	Sähkönjohtavuus		Kloridi (Cl)		Sulfaatti (SO ₄)		Nikkeli (Ni)	
		mS/m	±mev	mg/l	±mev	mg/l	±mev	µg/l	±mev
KevS-1	7.3.2017	19	1,0	1,4	0,3	0,50	0,13	4,3	0,8
KevS-1	7.3.2017	18	0,9	1,3	0,3	0,78	0,20	4,4	0,8
KeVS-10	7.3.2017	23	1,2	1,1	0,2	40	6,00	1,1	0,2
KeVS-10	7.3.2017	23	1,2	1,1	0,2	40	6,00	1,2	0,2
KevS-4	7.3.2017	18	0,9	3,5	0,7	0,8	0,20	3,4	0,6
KevS-4	7.3.2017	18	0,9	3,4	0,7	0,82	0,21	3,6	0,6
KevS-14	22.8.2017	3,6	0,4	0,62	0,1	1,8	0,45	0,27	0,05
KevS-14	22.8.2017	3,0	0,3	0,68	0,1	1,7	0,43	0,37	0,07
KevS-16	22.8.2017	4,0	0,4	0,61	0,1	1,8	0,45	0,32	0,06
KevS-16	22.8.2017	3,0	0,3	0,59	0,1	1,7	0,43	0,38	0,07
KevS-5	22.8.2017	4,8	0,2	0,92	0,2	2,2	0,55	0,66	0,12
KevS-5	22.8.2017	4,2	0,2	0,86	0,2	2,2	0,55	0,81	0,15
KevS-6	22.8.2017	3,4	0,3	0,61	0,1	1,9	0,48	0,30	0,05
KevS-6	22.8.2017	3,0	0,3	0,57	0,1	1,7	0,43	0,30	0,05
KevS-8	23.8.2018	3,6	0,4	0,86	0,2	3,3	0,83	0,34	0,06
KevS-8	24.8.2017	3,2	0,3	0,72	0,1	2,2	0,55	0,40	0,07
KevS-11	26.9.2017	5	0,3	0,85	0,2	7	1,75	0,36	0,06
KevS-11	25.9.2017	5,1	0,3	0,82	0,2	6,4	1,60	0,38	0,07
KevS-12	26.9.2017	3,5	0,4	0,76	0,2	3,2	0,80	0,42	0,08
KevS-12	25.9.2017	3,8	0,4	0,75	0,2	3,1	0,78	0,44	0,08
KevS-13	26.9.2017	3	0,3	0,68	0,1	2,4	0,60	0,32	0,06
KevS-13	25.9.2017	3,3	0,3	0,7	0,1	2,3	0,58	0,33	0,06
KevS-6, 1m	13.12.2017	3,7	0,4	0,6	0,1	1,9	0,48	0,22	0,04
KevS-6, 1m	13.12.2017	3	0,3	0,56	0,1	1,8	0,45	0,31	0,06
KevS-6, 10m	13.12.2017	3,8	0,4	0,6	0,1	2	0,50	0,22	0,04
KevS-6, 10m	13.12.2017	3,1	0,3	0,55	0,1	1,9	0,48	0,25	0,05
KevS-5	13.12.2017	3,7	0,4	0,5	0,1	1,8	0,45	0,24	0,04
KevS-5	13.12.2017	3,1	0,3	0,55	0,1	1,9	0,48	0,23	0,04
KevS-10	13.12.2017	18	0,9	1,1	0,2	33	4,95	2,4	0,43
KevS-10	13.12.2017	18	0,9	1,1	0,2	33	4,95	1,1	0,20