

Vastaanottaja
Boliden Kevitsa Mining Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
28.2.2017, täydennetty 10.4.2017

Viite
1510022875

BOLIDEN KEVITSA MINING OY **KEVITSAAN KAIVOKSEN VESI-** **PÄÄSTÖJEN TARKKAILU** **VUONNA 2016**



Laatija **Anna Hakala, Mika Kallo**
Tarkastaja **Anna Hakala**

Kannen kuva. Panoramakuva marraskuun auringonlaskusta sivukivialueelta etelään päin. Jukka Brusila, Boliden Kevitsa Mining Oy.

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	4	
2.	Kaivosalueen vesien muodostuminen, johtaminen ja käsittely	4	4
3.	Näytteenotto	7	
4.	Tarkkailupisteet	8	
4.1	Kuivatusvedet	8	
4.2	Sivukivialueen suotovedet	9	
4.3	Nikkelipitoisen moreenin läjitysalue	9	
4.4	Malmin varastoalueen suotovedet	9	
4.5	Rikastushiekka-altaiden vedet	10	
4.6	Savukaasupesurin lauhdevedet ja tehdasalueen hulevedet	10	
4.7	Saniteettivedet	11	
4.8	Rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle pumpattavat vedet	12	
4.9	Vesivarastoaltaan vesi	12	
4.10	Pintavalutuskentälle johdettava vesi	12	
4.11	Pintavalutuskentältä Vajusen altaaseen johdettava vesi	12	
4.12	Öljynerottimet	13	
4.13	Mataraojan eteläinen haara	14	
5.	Lupaehdot ja niiden täytyminen	15	
5.1	Vesivarastoallas	15	
5.2	Pintavalutuskentälle johdettava vesi	16	
5.3	Pintavalutuskentältä Kitiseen pumpattava vesi	19	
5.4	Saniteettijätevedenpuhdistamon vedet	20	
6.	Tulokset ja niiden tarkastelu	22	
6.1	Louhosalueen kuivatusvedet	22	
6.2	Sivukivialueen vedet (KevP-2)	24	
6.3	Nikkelipitoisen moreenin läjitysalue	27	
6.4	Malmin varastoalueen suotovedet	27	
6.5	Savukaasupesurin lauhdevedet ja tehdasalueen hulevedet	27	
6.6	Saniteettijätevedet	28	
6.7	Rikastushiekka-altaat	29	
6.7.1	Rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle pumpattavat vedet	29	
6.7.2	Rikastushiekka-altaan A suotovedet (KevP-4a2 ja KevP-4a3)	30	
6.7.3	Juurisaloajat (KevP-13a, KevP-13b ja KevP-13c)	31	
6.7.4	Rikastushiekka-allas B (KevP-4b ja KevP-4b1)	33	
6.7.5	Rikastushiekka-altaiden sisäisen vedenpinnan tarkkailu	33	
6.7.6	Yhteenveto	33	
6.8	Vesivarastoallas	34	
6.9	Pintavalutuskentälle johdettava vesi	36	
6.10	Vesienkäsittelyyn koejärjestelyjen tulokset	38	
6.11	Pintavalutuskentän taustaojat	38	
6.12	Pintavalutuskentältä Kitiseen pumpattava vesi	40	
6.13	Keskeiset pitoisuuskvaajat	41	
6.14	Öljynerottimet	44	
6.15	Mataraojan eteläinen haara	45	
6.16	Kenttämittarivertailu	47	
7.	Kokonaispävarmuuksien tarkastelu	48	
7.1	Mittausepävarmuus ja näytteenoton epävarmuus	48	
7.2	Kuljetuslämpötilan seuranta	49	
7.3	Jatkotoimet	49	
8.	Yhteenveto ja johtopäätökset	51	
9.	Lähteet	54	

LIITTEET

Liite 1	Havaintopistekartta
Liite 2	Laboratorion määritysrajat, mittausepävarmuudet ja käytetyt analyysimenetelmät
Liite 3	Laboratorioanalyysien tulokset 2016
Liite 4	Saniteettijätevedenpuhdistamon tulokset ja reduktiot
Liite 5	Kokonaisepävarmuudet

1. JOHDANTO

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 Lapin ELY-keskuksen 20.4.2012 hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Vuosi 2013 oli ensimmäinen täysi tuotantovuosi. Vuonna 2014 tuotannon laajentamisen ympäristölupa hyväksyttiin (Kevitsan kaivoksen tuotannon laajentamisen ympäristö- ja vesitalouslupa sekä töiden ja toiminnan aloittamislupa PSAVI 79/2014/1).

Vuonna 2013 ja 2014 kaivoksen käsiteltyjä ylitejävesiä on johdettu Vajukosken altaaseen Pohjois-Suomen ympäristöviraston (nro 46/09/1), Pohjois-Suomen aluehallintoviraston myöntämien määräaikaisten vesienjohtamislupien (nro 60/2013/1 ja nro 53/2014/1) mukaisesti sekä Lapin ELY-keskuksen 2.4.2014 antaman poikkeamispäätöksen (LAPELY/07.00/2010) mukaisesti. Vuodesta 2015 alkaen ylitevesiä johdettiin edellä mainitun ympäristöluvan (PSAVI 79/2014/1) mukaisesti.

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

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

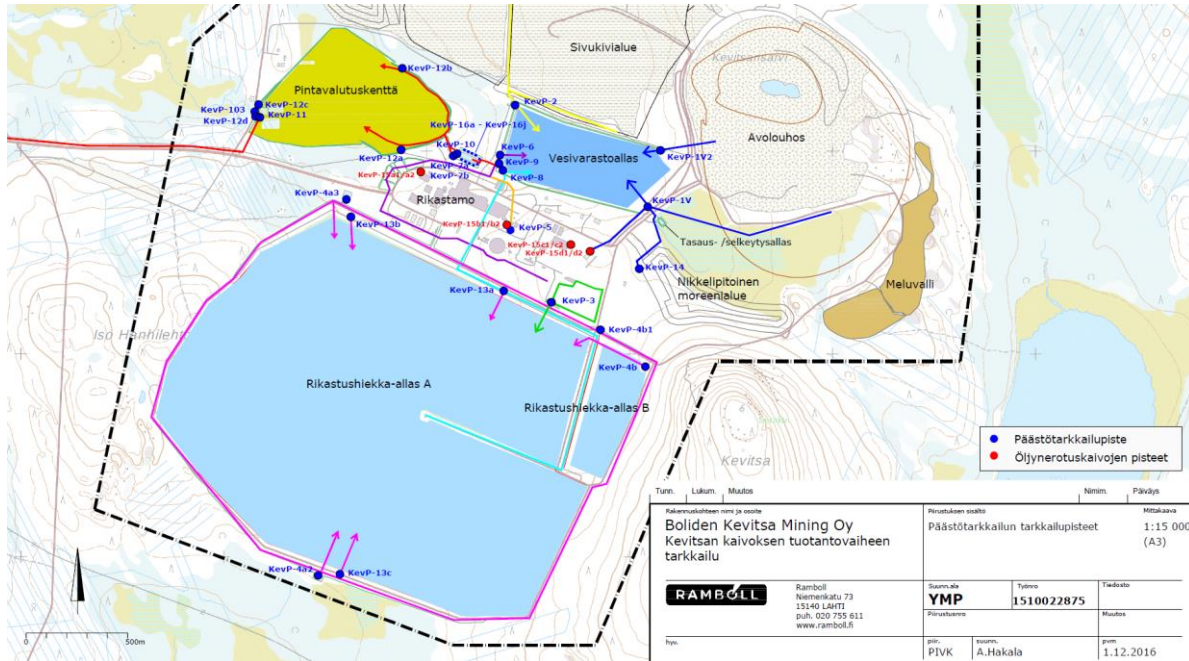
2. KAIVOSALUEEN VESIEN MUODOSTUMINEN, JOHTAMINEN JA KÄSITTELY

Kaivosalueella vesiä muodostuu rikastusprosessissa, kaivoksen kuivatusvesistä, saniteettivesistä sekä läjitys- ja toiminta-alueiden suoto- ja valumavesistä.

Kaikki alueella muodostuvat mahdollisesti laadultaan heikentyneet vedet johdetaan vesivarastoaltaaseen. Vesivarastoaltaasta vettä kierrätetään prosessiin ja ylimääräinen vesi johdetaan metallien saostamisen ja neutraloinnin kautta pintavalutuskentälle, josta vedet johdetaan edelleen pumppaamalla Vajusen altaaseen.

Pintavalutuskentän jälkeen vesiä voidaan tarvittaessa pumpata takaisin vesivarastoaltaalle palautuspumppauslinjaa pitkin. Toukokuussa 2016 rakennettiin uusi putkilinja, jolla voidaan tarvittaessa vesienkäsittelystä tulevat vedet johtaa pintavalutuskentän ohittavalle linjalle, joka ohjaa vedet pintavalutuskentän pumppaamolle. Linja on osin sama kuin vesivarastoaltaalle menevä takaisin-pumppauslinja. Ohituslinja otettiin käyttöön 7.6.2016. Linjaa käytetään aina, kun vesienkäsittelystä tuleva kokonaisvirtaama on enemmän kuin 350 m³/h, jotta pintavalutuskentälle ei juokseta liikaa vesiä ja hydraulinen pintakuorma ei ylitä.

Oheisessa kuvassa 2-1 on esitetty kaaviokuva vesien johtamisesta, kuvassa 2-2 vesien johtamisjärjestelyt ilmakuvapohjalla, sekä liitteessä 1 näytteenottopisteet karttapohjalla.



Kuva 2-2. Kevitsan kaivoksen vesienjohtamisjärjestelyt sekä näytopisteet.

3. NÄYTTEENOTTO

Kaivoksen sisäisten vesipäästöjen tarkkailun näytteenotto vuonna 2016 toteutettiin pääosin kaivoksen omien näytteenottajien toimesta. Koulutuksen ja lomien ajalla kaivoksen näytteenottajia tuurasi Ramboll Finland Oy:n sertifioitu näytteenottaja.

Näytteenoton yhteydessä tehtiin tarkkailuohjelman mukaiset kenttämittaukset. Samoja parametreja määritettiin myös laboratoriossa ja vertailua kenttämittarin mittaustulosten ja laboratorion analyysitulosten osalta tehdään jatkuvasti. Vuoden aikana tehtiin myös laadunvarmistusta rinnakkaisilla sekä nollanäytteillä.

Viikoittaiset vesinäytteet otettiin pääsääntöisesti maanantaisin ja näytteet lähetettiin saman päivän aikana matkahuollon kautta Ramboll Analyticsin laboratorioon Lahteen, jonne ne saapuivat seuraavan päivän aikana. Laboratorioanalyysien määritysrajat, mittausepävarmuudet ja käytetyt menetelmät Ramboll Analyticsin laboratoriossa on esitetty liitteessä 2.

Vesinäytteenoton yhteydessä täytettiin kenttälomake, johon kirjattiin näytteenoton ajankohta, näytteenottajan nimi, mahdolliset huomiot näytteenotosta, kenttämittarin tulokset sekä näytteistä analysoitavat parametrit. Täytetystä kenttälomakkeesta otettiin kopio omaan kirjanpitoa varten ja alkuperäinen lähetettiin näytteiden mukana laboratorioon. Sisäisestä näytteenotosta ylläpidettiin taulukkoa, johon kirjattiin otetut näytteet, analysoidut parametrit ja mahdolliset poikkeamat näytteenotossa.

Näytteenottotiheys ja määritettävät analyysit on tehty noudattaen tuotantovaiheen tarkkailuohjelmaa (Ramboll Finland Oy 2.10.2015). Lisäksi kaivos on tehnyt omaa lisätarkkailua. Tässä raportissa käsitellään pääosin tarkkailuohjelmiin kuuluvia tarkkailutuloksia. Tarkkailuohjelman mukaiset tarkkailupisteet on esitetty liitteessä 1, tarkkailutiheys ja niistä tehtävät analyysit on esitetty tarkkailuohjelmassa.

4. TARKKAILUPISTEET

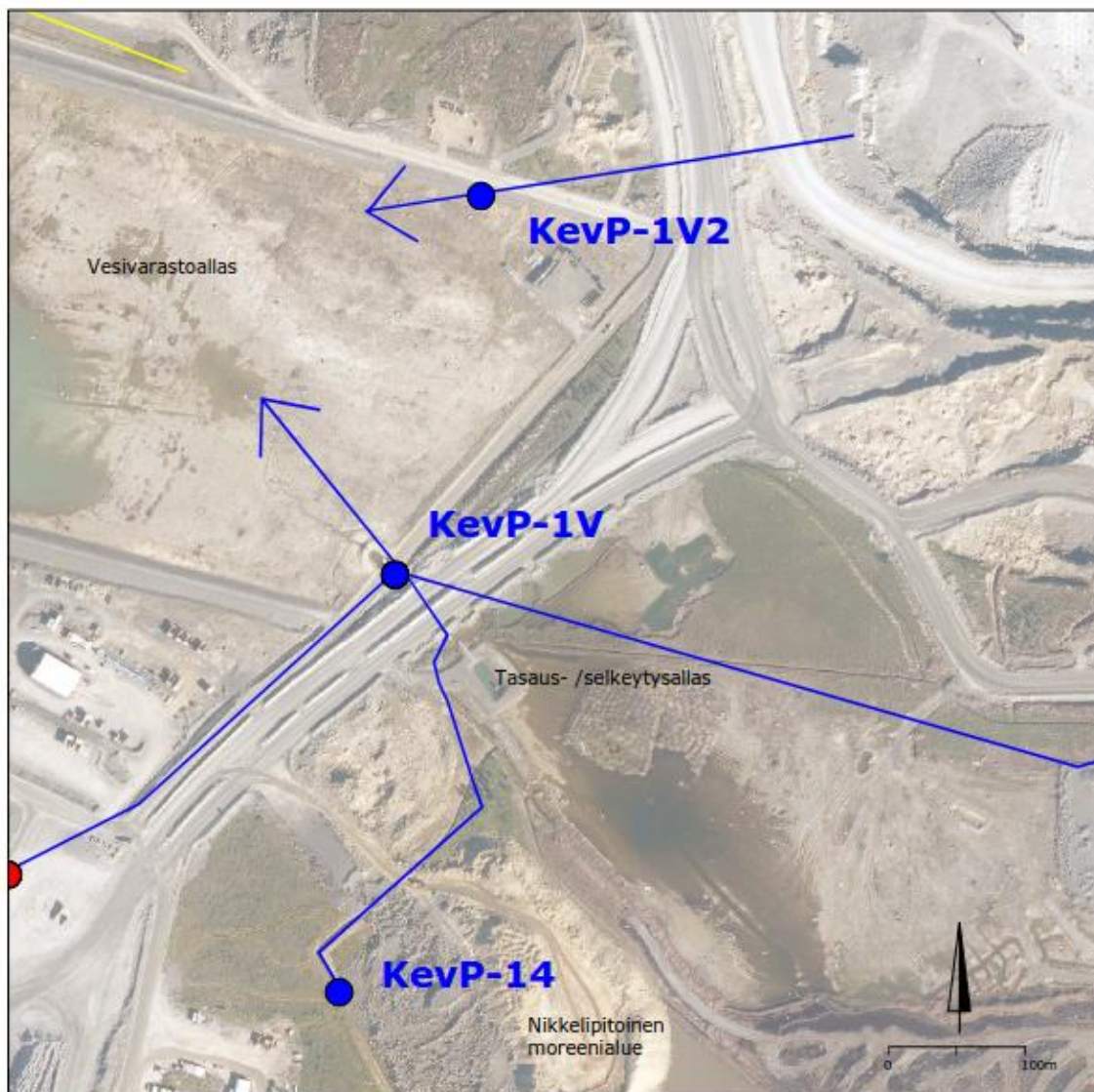
4.1 Kuivatusvedet

Pisteet: KevP-1V ja KevP-1V2

Kuivatusvesiä tarkkailtiin tarkkailusuunnitelman (2015) (liite 2) mukaisesti viikoittain otettavin näyttein.

Pisteiden KevP-1V ja KevP-1V2 kautta kulkevat vesivarastoaltaalle kaikki avolouhoksen ympäristön vedet (Kuva 4-1). Pisteelle KevP-1V vedet kertyvät pääsääntöisesti turpeenpoistoalueelta sekä nikkelpitoiselta moreenialueelta. Pisteelle KevP-1V2 tulevat tällä hetkellä kaikki avolouhoksen kuivatusvedet. Pisteillä on toiminnassa jatkuvatoimiset virtaamamittarit (V-pato, EHP-teknikka).

Louhosvesien laatu riippuu louhinnassa käytettävien räjähdemikaalien laadusta, louhittavan kallioperän ominaisuuksista, sekä muodostuvan veden määrästä. Vesivarastoaltaaseen johdettava vesi ei saa ylittää ympäristöluvassa 79/2014/1 määrättyä raja-arvoa Ni < 5 mg/l. Mikäli veden nikkelpitoisuus alkaa lähestyä rajaa 5 mg/l, suunnitellaan vesille erilliskäsittely. Nikkelpitoiset vedet on johdettava takaisin kaivoksen vesikiertoon ja sieltä joko vesivarastoaltaaseen tai Kitiiseen (lupamääräykset 11 ja 15).



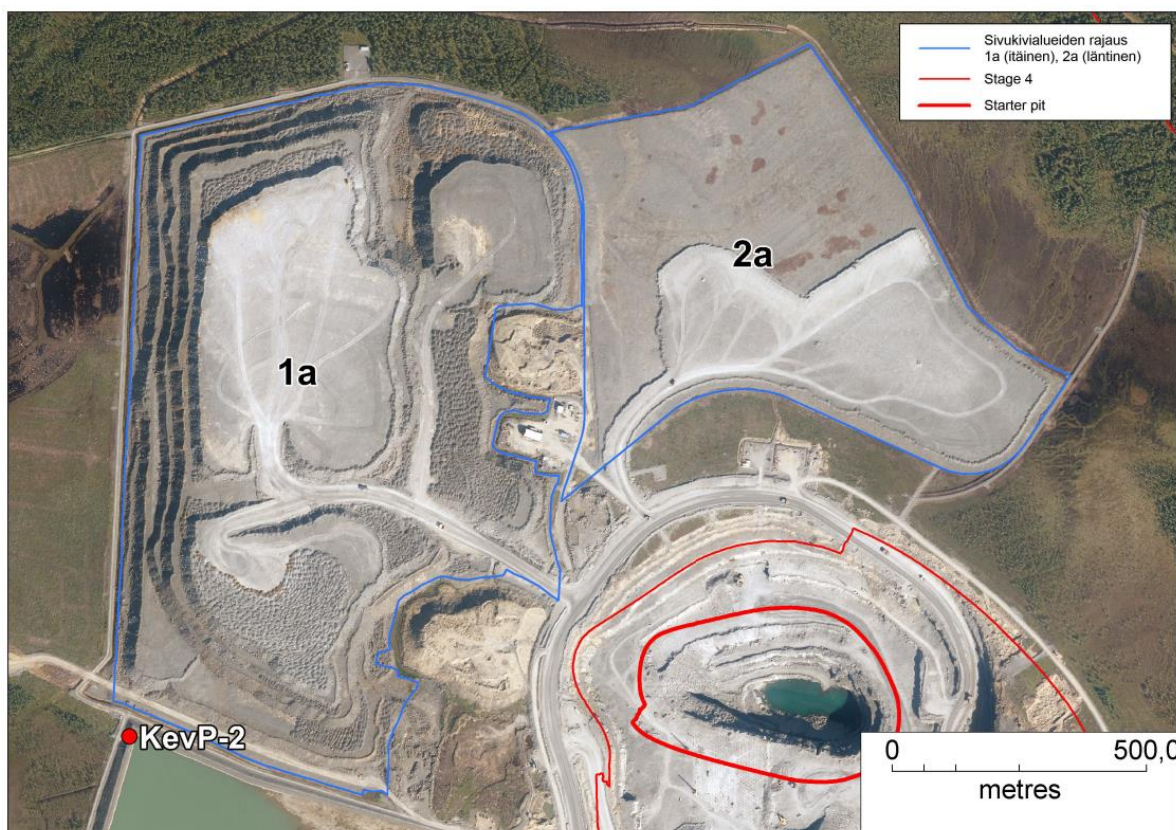
Kuva 4-1. Kevitsan avolouhokselta tulevien vesien näytteenottopisteet. Avolouhos oikealla ylhäällä, vesivarastoallas pisteiden KevP-1V ja KevP-1V2 vasemmalla puolen. Piste KevP-14 nikkelpitoisen moreenin läjitysalueen tarkkailupiste.

4.2 Sivukivialueen suotovedet

Piste: KevP-2

Sivukivialueen näytepiste KevP-2 edustaa sivukivialueelta tulevia suotovesiä, jotka kootaan sivukivialuetta ympäröivään suotovesiojaan, josta ne edelleen pumpataan vesivarastoaltaaseen (Kuva 4-2). Suotoveden määrää seurataan magneettisella virtausmittauksella. Vesivarastoaltaaseen johdettavan veden nikkelpitoisuus on oltava alle 5 mg/l.

Sivukivialueen suotovesien laatua seurataan viikkonäytteellä, josta tehdään perusmääritykset. Lisäksi neljä kertaa (vuonna 2016 5 kertaa) vuodessa tehdään laajemmat määritykset, mm. 26 alkuaineen analyysi.



Kuva 4-2. Kevitsan sivukivialueen suotovesien näytteenottopiste.

4.3 Nikkelpitoisen moreenin läjitysalue

Piste: KevP-14

Nikkelpitoisen (yli 150 mg/kg) moreenin läjitysalue sijaitsee rikastamon itäpuolella (kuva 4-1). Moreenin läjitysalueen vedet kerätään alueen ympärysojiin ja johdetaan vesivarastoaltaaseen. Näytteistä analysoidaan ELY-keskuksen päätöksen (94/07.00/2010, 15.6.2012) mukaisesti kuukausittain samat parametrit kuin sivukivialueen suotovesistä (KevP-2) on määrätty analysoitavaksi.

4.4 Malmin varastoalueen suotovedet

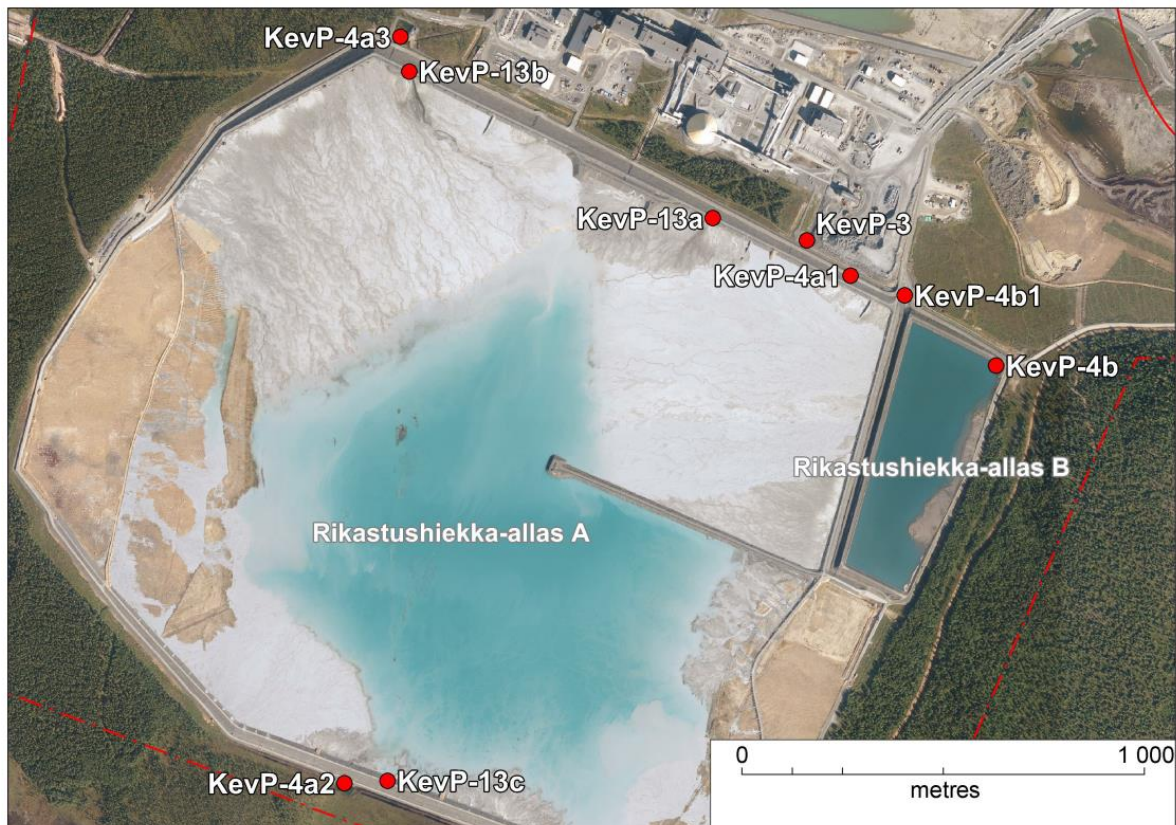
Piste: KevP-3

Näytepiste KevP-3 edustaa malmin varastoalueelta muodostuvia suoto- ja aluevesiä, jotka kerätään omalle keruualtaalle (Kuva 4-3). Tarvittaessa vettä pumpataan eteenpäin rikastushiekkaaltaalle A, kertyvän veden määrä on ollut vähäistä koko toiminnan ajan ja vettä ei ole tarvitsenut pumpata eteenpäin. Näytteet otetaan altaalta seisovasta vedestä.

4.5 Rikastushiekka-altaiden vedet

Pisteet: KevP-4a2, KevP-4a3, KevP-4b ja KevP-4b1 sekä juurisalaojat KevP-13a, KevP-13b ja KevP-13c

Rikastushiekka-altailta A ja B muodostuvat suoto- ja aluevedet kootaan altaita ympäröiviin suotovesiojiin, josta ne pumpataan takaisin rikastushiekka-altaalle A. Rikastushiekka-altaan A suotovesiä tarkkaillaan altaan pohjoispuolelta pisteeltä (KevP-4a3) sekä eteläpuolelta pisteeltä (KevP-4a2) (Kuva 4-3). Rikastushiekka-altaan A suotovesistä otetaan näyte tarkkailusuunnitelman mukaisesti kuukausittain.



Kuva 4-3. Kevitsan rikastushiekka-altaan A ja B sekä malmin varastoalueen näytteenottopisteet.

Rikastushiekka-altaan B vesiä tarkkaillaan altaasta (KevP-4b) sekä A- ja B-altaan välissä menevästä juurusalaojaputkesta (KevP-4b1). Juurusalaojaputki toimii B-altaan vuodonilmaisuputkena, joten sen veden laatua verrataan altaassa olevaan veteen. Vesistä otetaan näyte tarkkailusuunnitelman mukaisesti kuukausittain.

4.6 Savukaasupesurin lauhdevedet ja tehdasalueen hulevedet

Pisteet: KevP-5 ja KevP-6

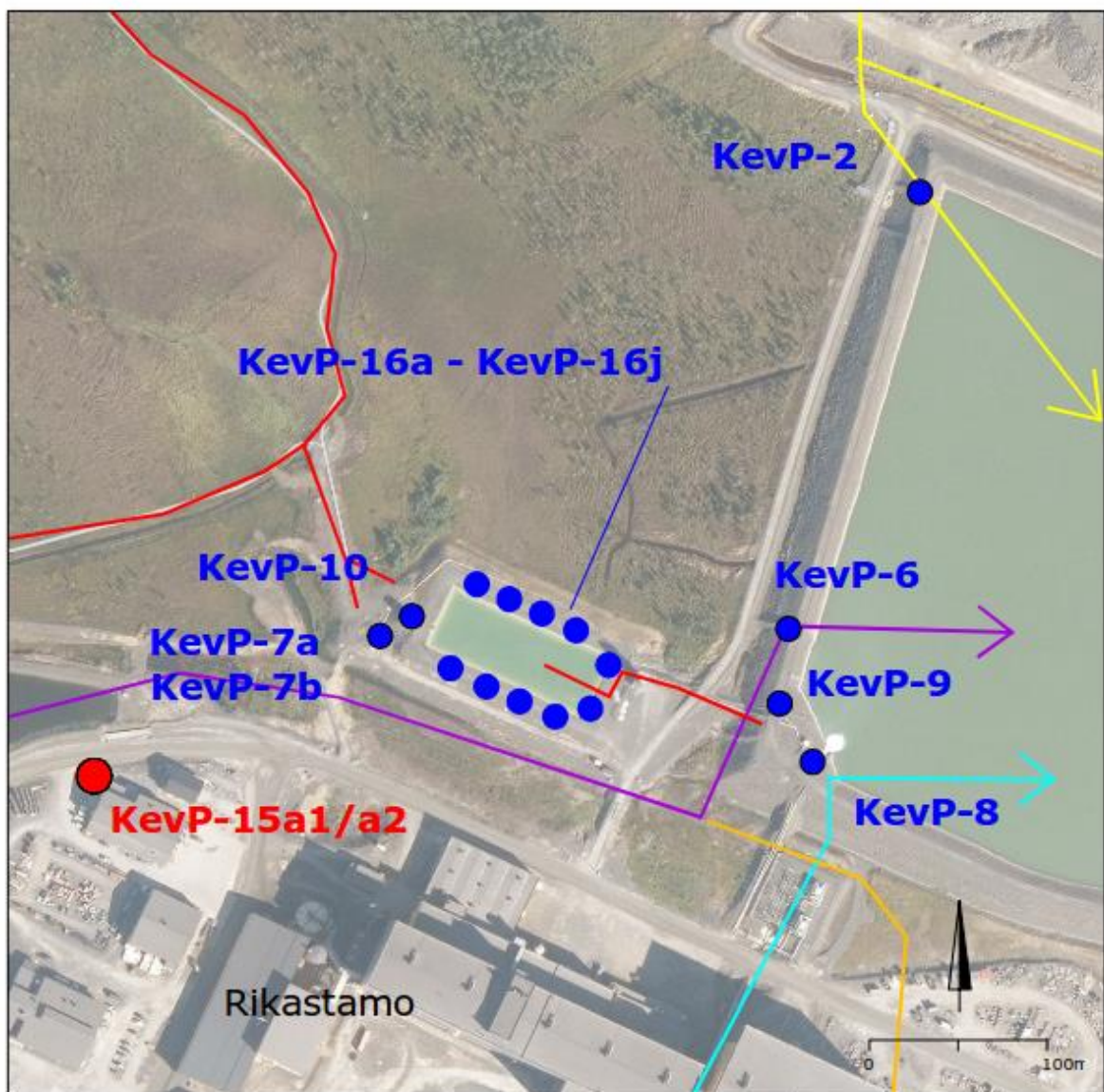
Näytepiste KevP-5 (Kuva 4-6) edustaa lämpölaitoksen savukaasupesurin lauhdevesiä suodatuksen ja neutraloinnin jälkeen. Lauhdevedet johdetaan hulevesialtaalle yhdessä tehdasalueelta tulevien hulevesien kanssa. Hulevesialtaalta vedet johdetaan vesivarastoaltaaseen, ja näitä vesiä edustaa näytepiste KevP-6 (Kuva 4-4).

Lämpölaitoksen savukaasupesurin lauhdevesistä (KevP-5) tarkkaillaan jatkuvatoimisesti jäteveden määrää, lämpötila ja pH. Kaksi kertaa vuodessa otettavista näytteistä tutkitaan sulfaatti-, kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja kiintoainepitoisuudet sekä biologinen hapenkulutus (BOD_{7ATU}) (liite 3). Raskasta polttoöljyä tai turvetta poltettaessa analysoidaan kerran vuodessa As, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb ja Zn, puuta poltettaessa analysoidaan kerran vuodessa Cr, Pb, Zn, Cd ja As (liite 2).

Hulevesialtaasta (KevP-6) johdettavia vesiä tarkkaillaan vähintään 4 kertaa vuodessa. Vuonna 2016 näytteitä saatiin vain kolme. Vesivarastoaltaaseen johdettavan veden nikkelipitoisuus on oltava alle 5 mg/l.

4.7 Saniteettivedet Pisteet: KevP-7a ja KevP-7b

Kaivoksen toiminnassa muodostuvat saniteettijätevedet johdetaan biologis-kemiallisen panospuhdistamon jälkeen putkea pitkin vesivarastoaltaalle. Näytepiste KevP-7a edustaa saniteettijätevedenpuhdistamolle tulevaa ja KevP-7b lähtevää vettä (Kuva 4-4). Tarkkailuohjelman mukaan saniteettijäteveden laatua seurataan neljä kertaa vuodessa. Vuonna 2016 kokoomanäytteitä otettiin viikoittain. Vuorokausikokoomanäytteet kerätään 24 h ajanjaksolta 3 päivänä viikossa laitokselle tulevasta ja lähtevästä jätevedestä erillisen ohjeen (FQM 9.10.2015) mukaisesti. Viikon aikana kerätyt näytteet kootaan laboratorioissa määritettäväksi kokoomanäytteeksi.



Kuva 4-4. Kevitsan vesivaraston altaan länsipuolen pisteet. Näytepiste KevP-2 (sivukivialueen suotovedet), piste KevP-6 (hulevesialtaalta tuleva vesi), piste KevP-7a ja KevP-7b (saniteettivedet), piste KevP-8 (rikastushiekka-altaalta A tulevat vedet), piste KevP-9 (vesivarastoaltaan vesi), piste KevP-10 (pinta-
valutuskentälle pumpattavat vedet), pisteet KevP-16a-16j (vesienkäsittelyaltaan suotovesien tarkkailu-
kaivot), sekä pisteet KevP-15a konekorjaamon öljynerottimet.

4.8 Rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle pumpattavat vedet

Piste: KevP-8

Rikastushiekka-altaalta A johdetaan vettä rikastusprosessiin. Tarvittaessa vesiä voidaan johtaa rikastamon kautta myös vesivarastoaltaalle. Rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle johdettavia vesiä edustaa näytepiste KevP-8 (Kuva 4-4), jolta otetaan tarkkailuohjelman mukaisesti näytteet viikoittain, lisäksi tehdään laajempi analyysivalikoima neljä kertaa vuodessa.

4.9 Vesivarastoaltaan vesi

Piste: KevP-9

Näytepiste KevP-9 edustaa vesivarastoaltaan veden laatua (Kuva 4-4). Pisteeltä otetaan tarkkailuohjelman mukaan näytteet viikoittain ja lisäksi tehdään laajempi analyysivalikoima neljä kertaa vuodessa.

4.10 Pintavalutuskentälle johdettava vesi

Piste: KevP-10

Puhdistettava prosessivesi johdetaan vesivarastoaltaalta saostusaltaaseen. Saostusaltaasta pintavalutuskentälle johdettavaa puhdistettua ylitevettä edustaa näytepiste KevP-10 (Kuva 4-4).

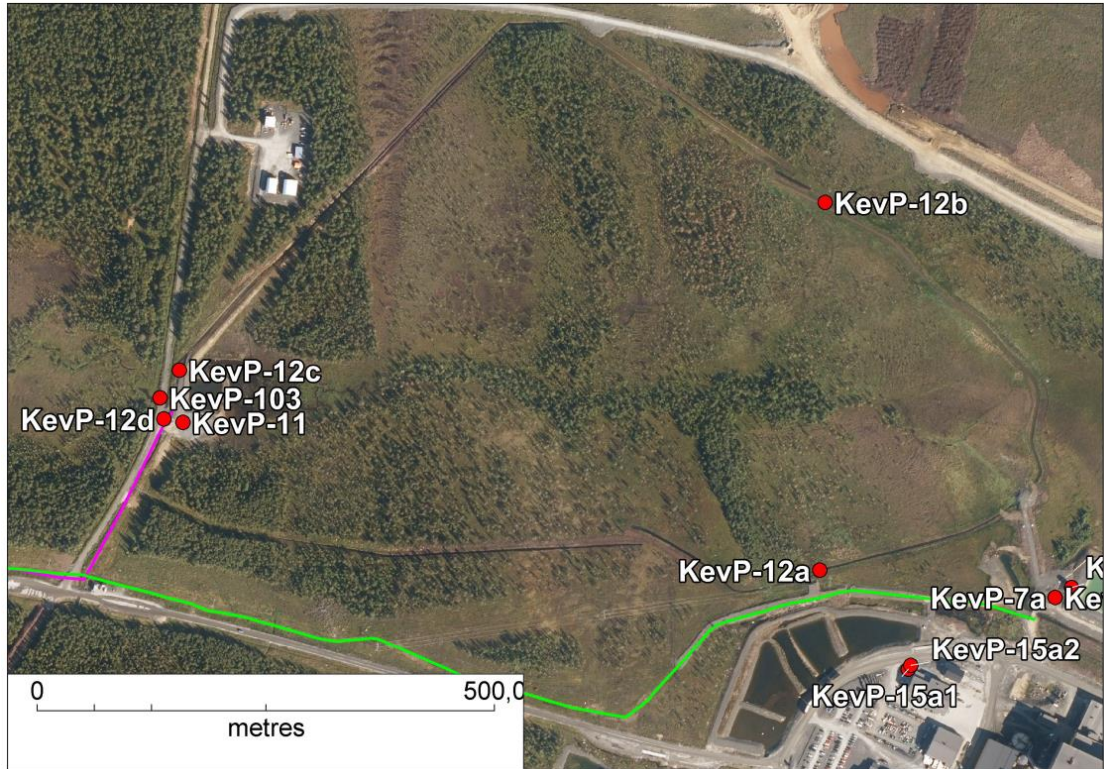
Johtamisvuorokausina pintavalutuskentälle johdettavan veden laatua tarkkailtiin päivittäisillä kokoomanäytteillä. 22.9.2016 asti kokoomanäytteet kerättiin virtaamapainotteisesti (400 ml / 250 m³), jonka jälkeen vuorokausikokooma muutettiin aikaperusteiseksi (400 ml / 1h), koska virtaamaa ei tällä hetkellä pystytty luotettavasti mittaamaan poistokaivosta, josta virtaamatiedot oli yhdistetty näytteenottoimeen. Kuukausittain tehtiin laajemmat määritykset yhdestä vuorokauden kokoomanäytteestä.

Vesienkäsittelylaitoksen rinnalla aloitettiin 29.5.2016 vesien mobiilin lisäkäsittelylaitoksen 4 kk koejakso (FQM Kevitsa Mining Oy, Esitys vesien mobiilin lisäkäsittelylaitoksen päästötarkkailusta 6.5.2016). Lisäkäsittelylaitos käsitteli vesivarastoaltaan vesiä heinäkuun loppuun asti normaalin käsittelylaitoksen rinnalla, muutamaa katkoa lukuun ottamatta. Lisäkäsittelylaitokselle otettiin vesi vesivarastoaltaasta ja käsitelty vesi pumpattiin vesienkäsittelylaitoksen poistokaivoon, jossa lisä- ja vesienkäsittelylaitoksen vedet sekoittuvat. Kaivosta vedet johdettiin osa pintavalutuskentälle ja osa pumpattiin pintavalutuskentän ohituslinjan kautta kentän keruualtaaseen ja siitä edelleen yhtä linjaa pitkin Vajusen altaaseen. Laitoksella käsitellyn veden laatua tarkkailtiin pisteellä KevP-10b. Elokuun alusta alkaen käsiteltäväksi vedeksi vaihdettiin sivukivialueen suotovedet. Laitoksen toiminta on raportoitu tiivistetysti kappaleessa 6.10 ja tarkemmin erillisessä loppuraportissa.

4.11 Pintavalutuskentältä Vajusen altaaseen johdettava vesi

Piste: KevP-11

Pintavalutuskentältä vedet päätyvät pintavalutuskentän tasausaltaalle, josta vedet pumpataan putkea pitkin Kitiseen, Vajusen altaaseen. Pintavalutuskentältä lähtevää vettä edustaa näytepiste KevP-11 (Kuva 4-5). Vajuseen johdettavan veden laatua tarkkailtiin viikoittain otettavin näyttein, lisäksi kuukausittain tehtiin laajemmat määritykset.

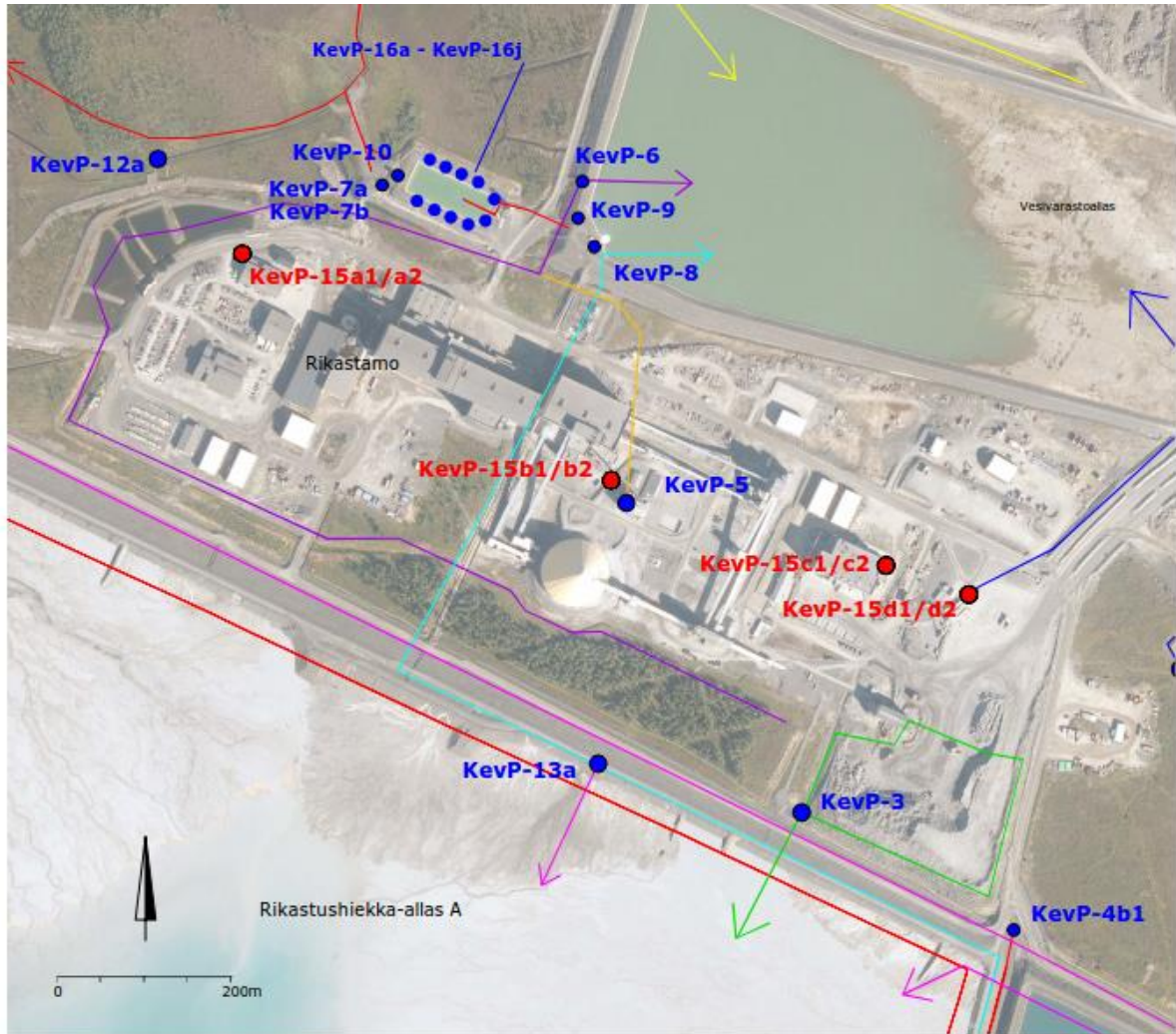


Kuva 4-5. Kevitsan pintavalutuskentän ympäristö. Piste KevP-11 edustaa Kitiseen pumpattavia yliteveksiä, pisteet KevP-12a-12d pintavalutuskentän taustaojia ja KevP-103 Mataraojan eteläistä haaraa.

4.12 Öljynerottimet

Pisteet: KevP-15a1-15d1, KevP-15a2-15d2

Kaivosalueella on tällä hetkellä 4 öljynerotinta, joista tarkkaillaan tulevan ja lähtevän veden öljyhilivetyypitoisuutta ennen laitteiden öljytilan tyhjennystä. Öljynerottimet on numeroitu seuraavasti; konekorjaamo (a), lämpölaitos (b), kaivoskonekorjaamo (c) ja polttoaineen jakeluasema (d) (Kuva 4-6). Öljynerottimien toimintaa seurattiin näyttein. Tarvittaessa öljynerottimen toimivuus tarkastettiin, tehtiin korjaavia toimenpiteitä ja otettiin uusintanäyte.



Kuva 4-6. Kevitsan kaivoksen öljynerotuskaivojen tarkkailupisteet.

4.13 Mataraojan eteläinen haara Piste: KevP-103

Mataraojaan ei ole arvioitu tulevan kaivostoiminnasta johtuvia suoria päästöjä, mutta mahdollisten yksittäisten päästöjen sekä suotovesien vaikutusten selvittämiseksi veden laatua tarkkailtiin Mataraojan etelähaarasta pisteestä KevP-103 osana sisäisten vesipäästöjen tarkkailua. Mataraojan etelähaarasta otetaan näytteitä kuukausittain osana veloitetarkkailua.

5. LUPAEHDOT JA NIIDEN TÄYTTYMINEN

Kevitsan kaivoksen ympäristöluvassa on vesipäästöjen osalta esitetty lupamääräyksiä näytenpisteiden KevP-1 (koskee pisteitä KevP-1V ja KevP-1V2), KevP-2, KevP-6, KevP-8, KevP-10, KevP-11 ja KevP-7b osalta. Luparajat pisteittäin on esitetty taulukossa 5-1.

Taulukko 5-1. Kevitsan kaivoksen ympäristöluvan mukaiset lupamääräykset vesipäästöjen osalta, tarkkailuohjelma päivitetty 10/2015.

Veden johtamispaikka	Parametri	Raja-arvo	Näytenpiste	Peruste
Vesivarastoallas	Nikkeli	< 5 mg/l	KevP-1V, KevP-1V2, KevP-2, KevP-6, KevP-8	Lupamääräys 11
Vesivarastoallas	Öljyhiilivedyt	< 5 mg/l	⁵⁾ Öljynerottimet	EN 858
Pintavalutuskenttä	¹⁾ Nikkeli	< 0,3 mg/l	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	¹⁾ Kupari	< 0,1 mg/l	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	¹⁾ Sulfaatti	< 2000 mg/l	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskentän pumppaamo	¹⁾ Sulfaatti (tavoitearvo)	< 1000 mg/l	KevP-11	Lupamääräys 14
Pintavalutuskentän pumppaamo	¹⁾ Kokonaistyyppi (tavoitearvo)	< 14 mg/l	KevP-11	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	pH	6-9,5	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	²⁾ Kiintoaineen hehkutusjäännös	< 10 mg/l	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	Nikkeli - yksittäisen näytteen pitoisuus	< 0,75 mg/l	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	Kupari - yksittäisen näytteen pitoisuus	< 0,3 mg/l	KevP-10	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	Liukoinen elohopea	< 5,0 µg/l	KevP-10	VNA 1022/2006
Pintavalutuskenttä	Liukoinen kadmium	< 10 µg/l	KevP-10	VNA 1022/2006
Vajukosken voimalaitoksen yläallas	Vesimäärä	< 275 l/s	KevP-11	Lupamääräys 15
Pintavalutuskenttä	³⁾ Kuormitus - Nikkeli	650 kg	KevP-11	Lupamääräys 14
Pintavalutuskenttä	³⁾ Kuormitus - Kupari	200 kg	kevP-11	Lupamääräys 14
Saniteettijätevedenpuhdistamo	⁴⁾ Poistoreduktio - BHK ₇	90 %	KevP-7b	Lupamääräys 21
Saniteettijätevedenpuhdistamo	⁴⁾ Poistoreduktio - Kokonaisfosfori	85 %	KevP-7b	Lupamääräys 21
Saniteettijätevedenpuhdistamo	⁶⁾ Poistoreduktio - COD	75 %	KevP-7b	VNA 888/2006
Saniteettijätevedenpuhdistamo	⁶⁾ Pitoisuus - COD	< 125 mg/l	KevP-7b	VNA 888/2006
Saniteettijätevedenpuhdistamo	⁶⁾ Poistoreduktio - Kiintoaine	90 %	KevP-7b	VNA 888/2006
Saniteettijätevedenpuhdistamo	⁶⁾ Pitoisuus - Kiintoaine	< 35 mg/l	KevP-7b	VNA 888/2006

¹⁾ Virtaamapainotteinen kuukausikeskiarvo

²⁾ Johtamisvuorokausien virtaamapainotteinen neljännesvuosikeskiarvo

³⁾ Kokonaiskuormitus vuodessa

⁴⁾ Vuosikeskiarvona tulokuormituksesta

⁵⁾ KevP-15a2, KevP-15b2, KevP-15c2, KevP-15d2 (marraskuu 2014)

⁶⁾ VNA 888/2006 mukaisesti < 2000 avl puhdistamoilla vuosikeskiarvojen tulee täyttää joko pitoisuuden tai poistotehon vaatimukset

5.1 Vesivarastoallas

Ympäristöluvan mukaisesti vesivarastoaltaaseen johdettavan veden nikkelpitoisuus on oltava alle 5 mg/l.

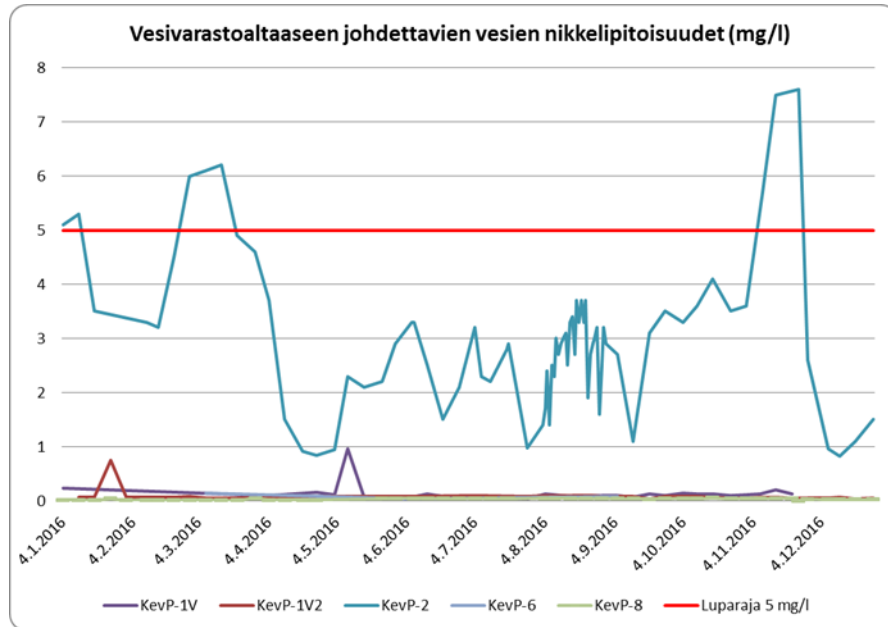
Vuonna 2016 avolouhoksesta johdettavien vesien tarkkailupisteen KevP-1V2 osalta nikkelpitoisuus vaihteli yksittäisissä näytteissä välillä 0,037–0,094 mg/l, keskiarvon ollessa 0,068 mg/l. Näytenpisteellä KevP-1V nikkelpitoisuus yksittäisissä näytteissä vaihteli välillä 0,037–0,200 mg/l, keskiarvon ollessa 0,098 mg/l. (liite 3)

Sivukivialueelta tulevien vesien (KevP-2) osalta nikkelpitoisuus vaihteli yksittäisissä näytteissä välillä 0,83–7,60 mg/l, keskiarvon ollessa 3,03 mg/l (liite 3). Nikkelpitoisuudet nousivat muutamissa näytteissä alkuvuodesta yli luparajan. Myös loppuvuodesta luparaja ylittyi vesimäärien vähentyessä. Lupaehtoja ei rikottu vuoden aikana sillä nikkelpitoisuuksien noustessa luparajan tuntumaan vesien johtaminen vesivarastoaltaalle keskeytettiin ja pumppaus käännettiin luvan mukaisesti suoraan vesienkäsittelyaltaalle. Tarkemmin loppuvuoden pumppausjärjestelyt esitellään luvussa 6.2.

Tehdasalueen hulevesien (KevP-6) osalta nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,038–0,14 mg/l, keskiarvon ollessa 0,087 mg/l (liite 3).

Rikastamolta vesivarastoaltaalle johdettavien vesien (KevP-8) nikkelpitoisuus vaihtelivat välillä 0,007–0,050 mg/l, keskiarvon ollessa 0,030 mg/l (liite 3).

Vuonna 2016 vesivarastoaltaalle johdettavien vesien (KevP-1V, KevP-1V2, KevP-6 ja KevP-8) tarkkailunäytteissä nikkelpitoisuudet jäivät alle luparajan 5 mg/l. Pisteeseen KevP-2 vesiä ei johdettu vesivarastoaltaalle kun nikkelpitoisuus ylitti luparajan (Kuva 5-1).



Kuva 5-1. Vesivarastoaltaaseen johdettavien vesien nikkelpitoisuudet (mg/l) vuodelta 2016 pisteiden KevP-1V, KevP-1V2, KevP-2, KevP-6 ja KevP-8 osalta.

5.2 Pintavalutuskentälle johdettava vesi

Piste: KevP-10

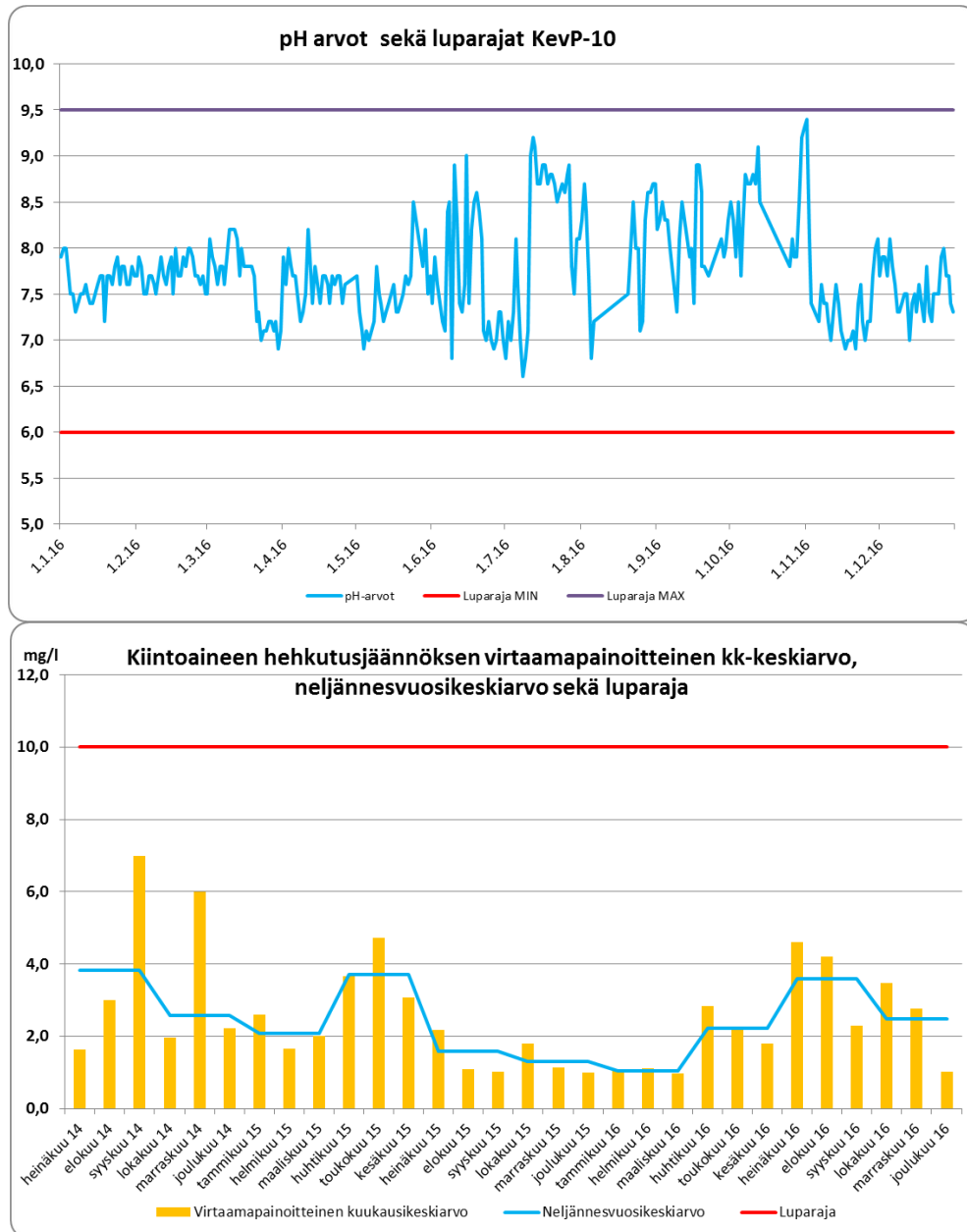
Ympäristöluvan mukaisesti pintavalutuskentälle johdettavan veden nikkelpitoisuuden tulee olla alle 0,3 mg/l, kuparipitoisuuden alle 0,1 mg/l sekä sulfaattipitoisuuden alle 2000 mg/l laskettuna virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona. Yksittäisen näytteen nikkelpitoisuus ei saa ylittää 0,75 mg/l eikä kuparipitoisuus 0,3 mg/l. Pintavalutuskentälle johdettavan veden pH-arvon tulee olla jatkuvasti välillä pH 6–9,5, sekä kiintoaineen hehkutusjäännöksen alle 10 mg/l johtamisvuorokausien virtaamapainotteisena neljännesvuosikeskiarvona. (Taulukko 5-1)

Puhdistettuja ylitevesiä johdettiin vuonna 2016 pintavalutuskentälle keskimäärin n. 6 008 m³/vrk (vuonna 2015 6 300 m³/vrk). Suurimmat vuorokauden juoksutusmäärät olivat lokakuussa, jolloin juoksutuspäivien virtaamakeskiarvo oli n. 12 000 m³/vrk. Suuret juoksutukset olivat ennalta suunniteltuja, altaan pintaa alennettiin vesienkäsittelyn purkuputken muutostöitä varten, jotka suoritettiin 14.–22.10.2016. Juoksutus alkoi uudelleen töiden jälkeen 23.10.2016. Vuoden aikana vesiä johdettiin pintavalutuskentälle n. 2,44 Mm³, mikä oli hieman edellisvuoden johdettua kokonaismäärää suurempi (2015 n. 2,29 Mm³).

Veden pH-arvot vaihtelivat vuorokausinäytteissä välillä 6,6–9,4 (luparaja juoksutusten aikaan 6–9,5) (Kuva 5-2).

Kiintoaineen hehkutusjäännökset olivat yksittäisissä näytteissä välillä <2–16 mg/l (määritysraja 2,0 mg/l). Enimmäkseen pitoisuudet olivat alle määritysrajan, jolloin keskiarvon laskennassa alle määritysrajan jäävät pitoisuudet on korvattu määritysrajan puolikkaalla (1,0 mg/l). Puuttuvat arvot korvattiin edellisen ja seuraavan saadun näytteen keskiarvolla. Laskennallinen virtaamapainotteinen kiintoaineen hehkutusjäännöksen neljännesvuosikeskiarvo oli vuoden aikana välillä

0,96–4,61 mg/l. Luparaja virtaamapainotteisena neljännesvuosikeskiarvona on <10 mg/l. Neljännesvuosikeskiarvo täytti luparajan (kuva 4-2).



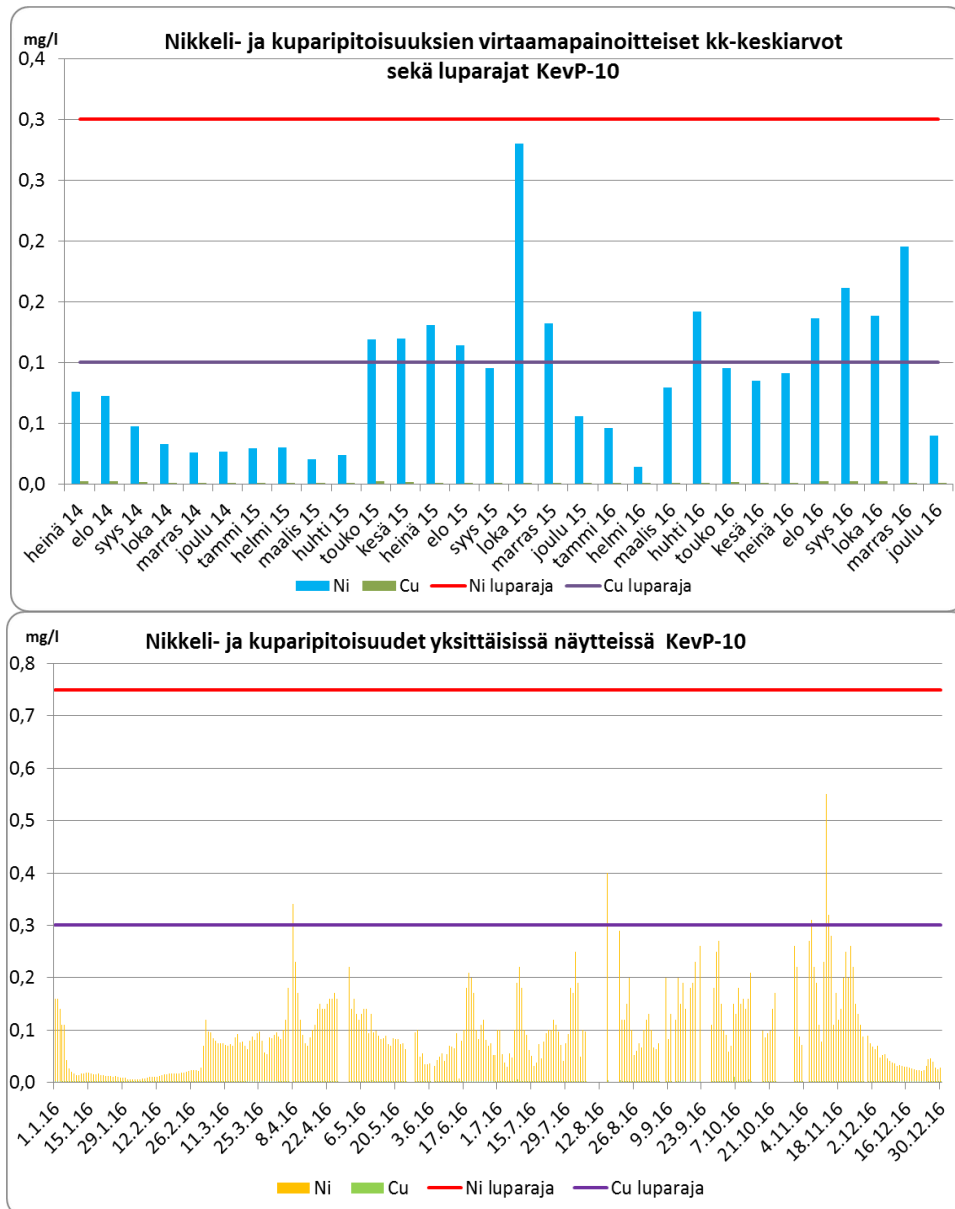
Kuva 5-2. Veden pH (vuodelta 2016) ja kiintoaineen hehkusjäännöksen virtaamapainoitteiset kk-keskiarvot, sekä luparajat pintavalutuskentälle johdettavan veden osalta vuoden 2014 alusta alkaen (KevP-10).

Nikkelipitoisuudet vaihtelivat vesienkäsittelyn ajalla yksittäisissä näytteissä välillä 0,005–0,550 mg/l. Nikkelipitoisuuden luparaja yksittäisessä näytteessä on 0,75 mg/l, pitoisuudet jäivät alle luparajan (Kuva 5-3).

Nikkelin osalta virtaamapainoitteiset kuukausikeskiarvot vaihtelivat välillä 0,014–0,195 mg/l. Luparaja virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona on 0,3 mg/l. Kuukausikeskiarvot alittivat luparajan (Kuva 5-3).

Kuparipitoisuudet vaihtelivat juoksutuksen ajalla yksittäisissä näytteissä välillä <0,001–0,010 mg/l. Pääsääntöisesti pitoisuudet jäivät alle määräysrajan. Kuparipitoisuuden luparaja yksittäisessä näytteessä on 0,3 mg/l. Näytteiden pitoisuudet jäivät selvästi alle luparajan (Kuva 5-3).

Kuparipitoisuuden osalta virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot vaihtelivat välillä 0,001-0,002 mg/l. Luparaja virtaamapainotteisena kuukausikeskiarvona on 0,1 mg/l. Kuukausikeskiarvot alitivat luparajan (Kuva 5-3).

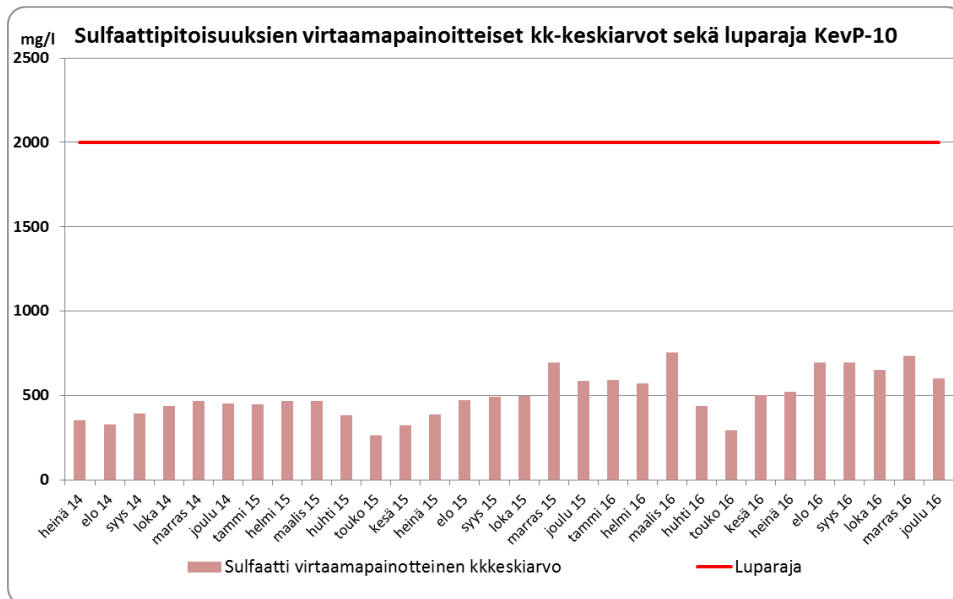


Kuva 5-3. Nikkeli- ja kuparipitoisuudet sekä luparajat pintavalutuskentälle johdettavan veden osalta (KevP-10).

Vuonna 2016 pintavalutuskentälle johdetun nikkelin laskennallinen kokonaisuudessa oli 247,49 kg (v. 2015 216,25 kg, v. 2014 171,5 kg ja v. 2013 156,7 kg). Kuormituksen laskennassa puuttuvat arvot korvattiin edellisen ja seuraavan saadun näytteen keskiarvolla.

Vuonna 2016 pintavalutuskentälle johdetun kuparin laskennallinen kokonaisuudessa oli yhteensä 2,56 kg (v. 2015 1,90 kg, v. 2014 5,14 kg ja v. 2013 6,13 kg). Kuormituksen laskennassa alle määrittäysrajan (<1,0 µg/l) jäävät pitoisuudet on korvattu arvolla 0,5 µg/l ja puuttuvat arvot korvattiin edellisen ja seuraavan saadun näytteen keskiarvolla.

Sulfaatin virtaamapainotteisen kuukausikeskiarvon raja-arvo on 2000 mg/l. Pitoisuudet täyttivät vuonna 2016 luparajan (Kuva 5-4). Sulfaatin virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot vaihtelivat vuonna 2016 välillä 294–753 mg/l ja nousivat hieman verrattuna edellisvuoteen.



Kuva 5-4. Sulfaattipitoisuuksien virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot pintavalutuskentälle johdettavassa vedessä (KevP-10).

Nikkeli-, kupari-, sulfaatti- sekä kiintoaineen hehkutusjäännöspitoisuudet että pH-arvot täyttivät lupamääräykset.

5.3 Pintavalutuskentältä Kitiseen pumpattava vesi

Piste: KevP-11

Ympäristöluvan mukaisesti Kitiseen voidaan juoksentaa 275 l/s eli 23 760 m³/vrk ylitevettä. Pumppaus tulee tapahtua aikaan, jolloin voimalaitokselta tai sen tulvaluukuista juoksetetaan vettä. Voimalaitoksen yläaltaaseen voidaan myös johtaa vettä enintään 72 tuntia kestävä juoksetusseisokin ajan.

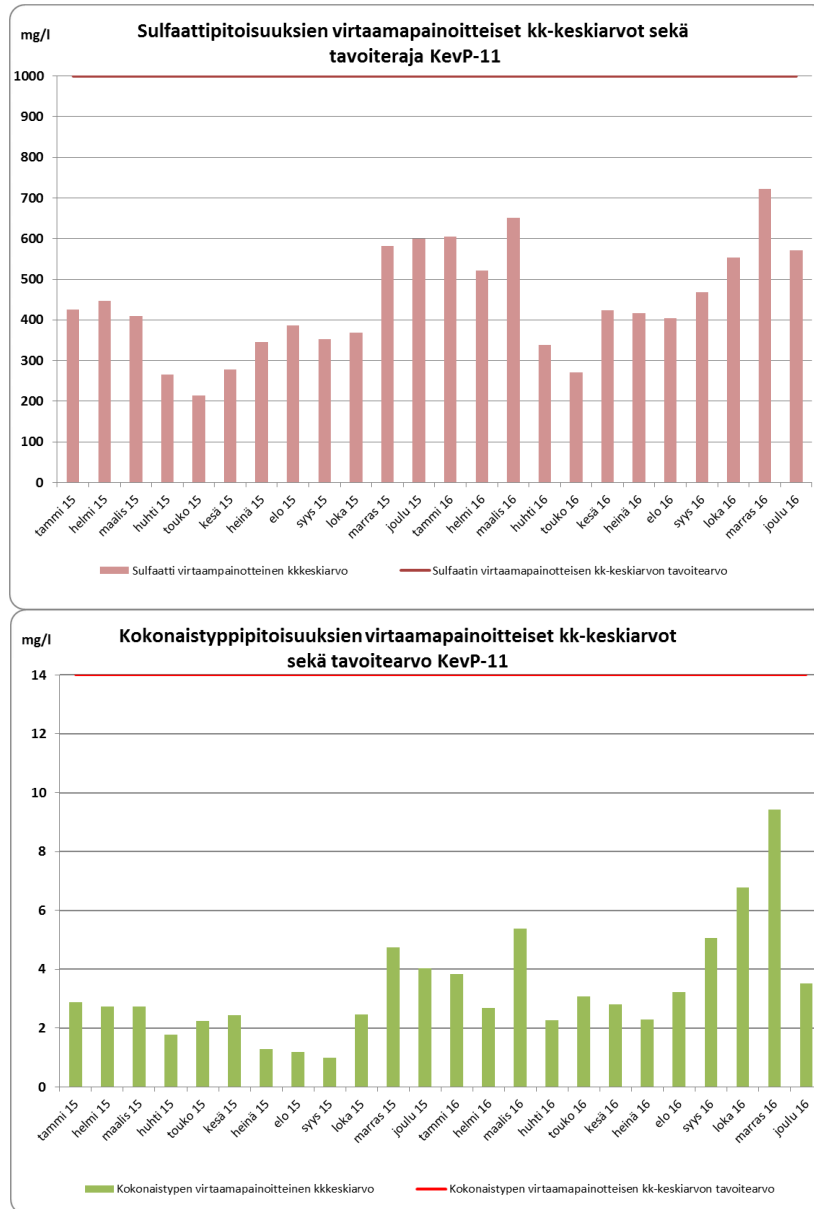
Vuoden 2016 aikana Vajusen altaaseen johdettiin vesiä yhteensä 3 775 466 m³ (v.2015 3 686 597 m³). Vuorokaudessa johdetut vesimäärät olivat keskimäärin n. 10 315 m³, suurimman vuorokauden pumppausmäärän ollessa 20 477 m³ (29.4.2016). Juoksetusmäärät olivat vuonna 2016 lupamääräysten mukaisia.

Kitiseen pumpattavien vesien nikkeli-kuormitus oli vuonna 2016 251 kg ja samalla tasolla pintavalutuskentälle johdetun nikkeli-kuormituksen kanssa. Kuormitus oli hieman aiempina vuosina havaittua suurempi (v. 2015 201 kg, v. 2014 112 kg ja v. 2013 66 kg) ja kupari-kuormitus aiemmin havaitulla tasolla 3,04 kg (v.2015 3,1 kg, v. 2014 3,3 kg ja v. 2013 3,8 kg). Luparajat vuosikuormituksille ovat Ni 650 kg ja Cu 200 kg, kuormitukset jäivät selvästi alle luparajojen.

Ympäristöluvan mukaisesti liukoinen elohopeapitoisuus tulee olla näytteissä alle 5,0 µg/l. Vuonna 2016 näytteiden pitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle määrittäjärajan (<0,02 µg/l). Yksittäiset määrittäjärajan ylittävät pitoisuudet mitattiin 7.3.16 (0,059 µg/l) ja 4.4.16 (0,11 µg/l).

Liukoisin kadmiumin raja-arvo 10 µg/l. Vuoden 2016 näytteiden pitoisuudet jäivät joka kierrokselle alle määrittäjärajan (<0,03 µg/l).

Sulfaatille ja kokonaistypelle Vajuseen johdettavissa vesissä on ympäristöluvassa annettu toimenpideraja-arvo. Pitoisuudet täyttivät lupamääräykset (Kuva 5-5).



Kuva 5-5. Sulfaatti- ja kokonaistyyppipitoisuuksien virtaamapainoitteiset kuukausikeskiarvot Vajuseen johdettavan veden osalta (KevP-11).

5.4 Saniteettijätevedenpuhdistamon vedet

Ympäristölupamääräysten mukaisesti talousjätevedet on käsiteltävä jätevedenpuhdistamolla siten, että saavutettava pitoisuusreduktio tulokuormituksesta on vuosikeskiarvona BHK_{7:n} (BOD_{7ATU}) osalta 90 % ja kokonaisfosforin osalta 85 %. Puhdistamon tulee täyttää myös valtioneuvoston asetuksen (VNa 888/2006) kiintoaineen ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Cr}) puhdistusvaatimukset. Asetuksen mukaisesti puhdistamon vuosikeskiarvojen tulee täyttää joko pitoisuus- tai poistotehovaatimus.

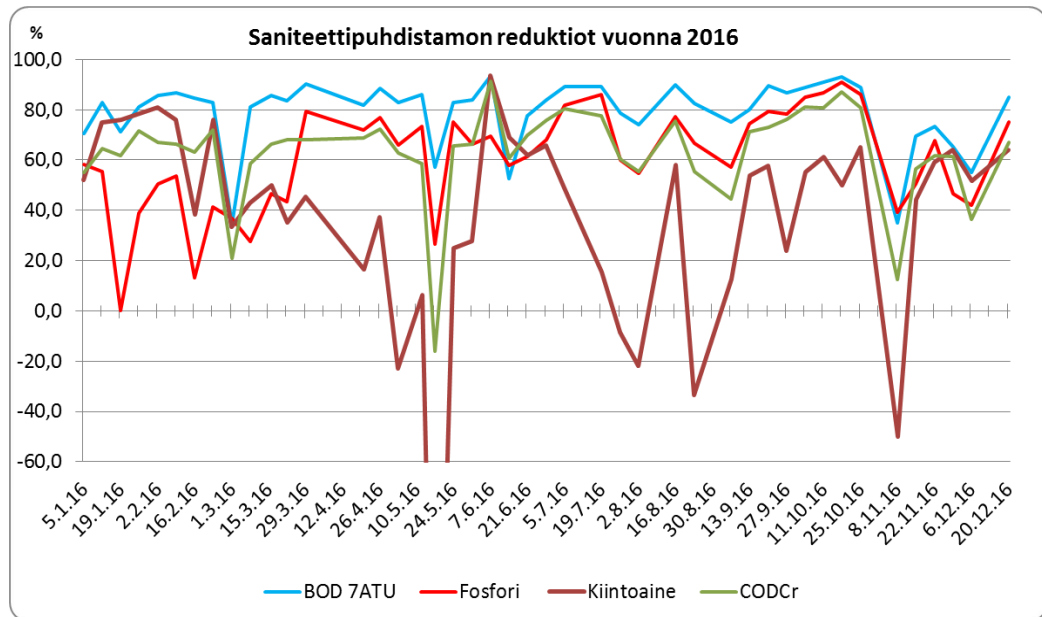
Saniteettijätevedenpuhdistamon toimintaa tarkkailtiin vuorokausikokoomanäyttein, jotka kerätään 24 h ajanjaksolta 3 päivänä viikossa laitokselle tulevasta ja lähtevästä jätevedestä erillisen ohjeen (FQM 9.10.2015) mukaisesti. Viikon aikana kerätyt näytteet kootaan laboratoriossa määritettäväksi kokoomanäytteeksi.

Vuoden 2016 reduktiot eivät täyttäneet lupamääräyksiä (Taulukko 5-2). Reduktioissa oli suuria vaihteluita vuoden aikana (liite 4).

Taulukko 5-2. Reduktioiden vuosikeskiarvot 2012–2016.

	Raja-arvo	2012	2013	2014	2015	2016
BHK₇ reduktion vuosika. (%)	90	72	82	90	66	79
Kokonaisfosforin reduktion vuosika. (%)	85	43	-34	56	-1,2	62
Kiintoaineen reduktio (%)	90				-15	35
Kiintoaineen enimmäispitoisuus KevP-7b	<35 mg/l				212	520
COD_{Cr} reduktion vuosika. (%)	75				48	63
COD_{Cr} Enimmäispitoisuus KevP-7b	<125 mg/l				446	720

Yleisesti on havaittu saniteettijätevedenpuhdistamon reduktion olevan huonompi matalissa lämpötiloissa eli varsinkin talvisaikaan. Kylmässä bakteeritoimista saniteettipuhdistamoa ei saada toimimaan yhtä tehokkaasti kuin korkeammassa lämpötilassa. Mahdollisia syitä alhaisiin reduktiotuloksiin on selvitelty mm. Teollisuuden Vesi Oy:n toimesta vuonna 2015. (Kuva 5-6).



Kuva 5-6. Saniteettipuhdistamon reduktiot vuonna 2016. 17.5. havaittu kiintoaineen reduktio -225 % ei näy kuvaajassa skaalauksesta johtuen.

6. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tässä osiossa tarkastellaan vuonna 2016 otettujen vesinäytteiden vedenlaatua, kaivoksen vesistökuormitusta sekä lupaehtojen toteutumista. Tulosten vertailuun ja esittämiseen on otettu mukaan vuosien 2011–2015 rakentamisen, Ramp up -vaiheen sekä tuotantovaiheen tuloksia niiltä osin kun nykyisiä tarkkailupisteitä on ollut käytössä.

Liitteessä 3 on esitetty vuoden 2016 tarkkailutulokset sekä aikaisempien vuosien tarkkailutulosten keskiarvot.

6.1 Louhosalueen kuivatusvedet (KevP-1V ja KevP-1V2)

Pisteen KevP-1V kautta ohjataan vesivarastoaltaalle louhosalueen eteläpuolelta kertyviä vesiä (Kuva 4-1). Vesiä tarkkaillaan viikoittain. Vuonna 2016 näytteitä saatiin yhteensä 33 kappaletta. Pisteele ei kerry vettä sydäntalvella maan jäätyessä ja näytteitä ei saatu aikavälillä 4.1.–4.4.2016 eikä myöskään joulukuussa. Laajempi alkuaineanalyysi (26 alkuainetta) tehdään neljä kertaa vuodessa, vuonna 2016 määritykset tehtiin huhti-, touko-, kesä- ja syyskuussa. Tarvittaessa vesistä otetaan öljyhiilivetynäytteitä.

Pisteen KevP-1V2 kautta ohjataan kaikki avolouhoksen kuivatusvedet vesivarastoaltaalle (Kuva 4-1), ensimmäinen näyte pisteeltä otettiin viikolla 52 vuonna 2015. Pisteen vesiä seurataan viikoittain, laajemmat määritykset tehdään neljä kertaa vuodessa, vuonna 2016 laajempi määrittäminen tehtiin viidesti. Vuonna 2016 näytteitä otettiin 37 kpl, näytteitä ei saatu viikoilla 1, 6, 7, 11, 13–15, 24–26, 28–29 ja 32. Viikosta 33 alkaen näytteet saatiin viikoittain. Avolouhosalueelta vesivarastoaltaalle pumpattu vesimäärä pisteen KevP-1V2 kautta oli vuonna 2016 n. 1,0 Mm³. Vuonna 2015 pumppausmäärät olivat n. 1,26 Mm³, vuonna 2014 0,84 Mm³ ja 2013 arviolta n. 0,17 Mm³. Yhteensä pisteiden KevP-1V ja KevP-1V2 kautta pumpattiin vuonna 2016 vesiä 1,21 Mm³.

Nikkelipitoisuudet avolouhokselta vesivarastoaltaalle johdettavissa vesissä ovat pysyneet selvästi alle luparajan (5 mg/l). Pisteiden KevP-1V ja KevP-1V2 nikkelipitoisuudet olivat vuonna 2016 keskimäärin tasolla 0,068–0,102 mg/l ja yhteneväisiä aiempien vuosien havaintojen kanssa (Kuva 6-1, liite 3).

Sähkönjohtavuudet vaihtelivat pisteillä välillä 26–120 mS/m, eikä muutoksia edellisiin vuosiin havaittu (Kuva 6-1, liite 3). Pisteellä KevP-1V voidaan havaita sähkönjohtavuuden jyrkkä nousu loppuvuodesta, joka johtuu todennäköisesti veden vähyydestä ja siitä, että näyte on otettu seisovasta vedestä.

Louhosalueen vedet ovat olleet hieman emäksisiä läpi tarkkailun. Vuonna 2016 veden pH-arvot vaihtelivat pisteellä KevP-1V 7,3–8,1 ja pisteellä KevP-1V2 8,2–8,9 (Kuva 6-1, liite 3). Pisteen KevP-1V2 veden pH-arvoissa on havaittavissa nousua.

Kiintoainepitoisuudet vaihtelivat välillä <2–200 mg/l (määritysraja 2,0 mg/l). Selvästi muista poikkeavat pitoisuudet mitattiin näytepisteeltä KevP-1V 4.1.2016 (120 mg/l) ja marraskuussa 21.11.2016 (200 mg/l). Havaitut yksittäiset piikit kiintoainepitoisuuksissa ovat olleet seurausta vesimäärien vähäisyydestä.

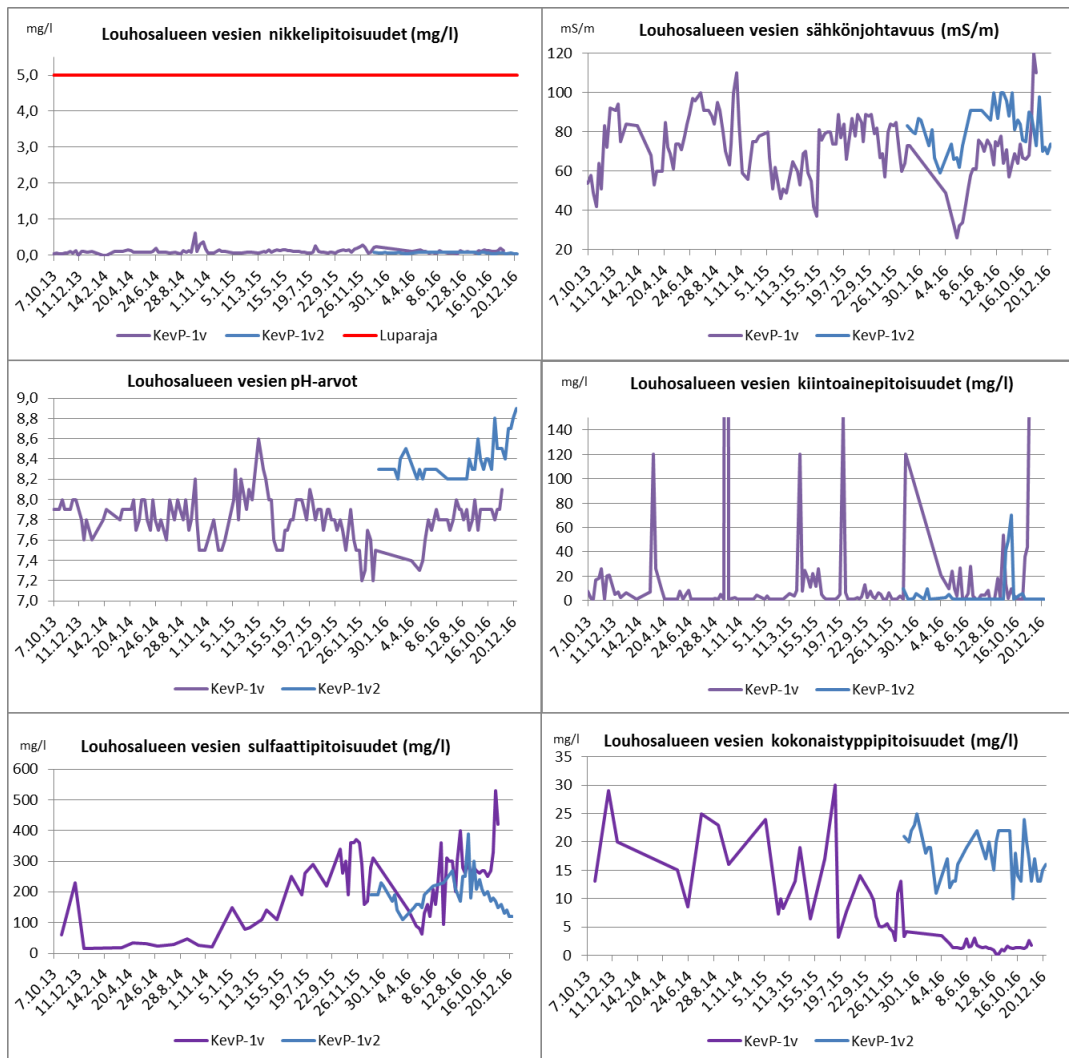
Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat pisteillä välillä 64–530 mg/l ja olivat aiemmin havaitulla vaihteluvälillä. Suurimmat pitoisuudet 530 ja 420 mg/l mitattiin marraskuun lopussa pisteeltä KevP-1V, jolloin vesimäärät olivat myös pienimmät. Pisteen KevP-1V keskimääräisissä sulfaattipitoisuuksissa on ollut havaittavissa nouseva kehitys. Vuoden 2016 tulokset eivät kuitenkaan ole suoraan verrannollisia edellisvuosiin, sillä vielä vuonna 2015 avolouhoksen kuivatusvedet kulkivat kokonaisuudessaan pisteen KevP-1V kautta vesivarastoaltaalle. (Kuva 6-1, liite 3)

Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat pisteellä KevP-1V välillä 0,6–4,2 mg/l ja pisteellä KevP-1V2 välillä 10,0–25,0 mg/l. Pisteellä KevP-1V pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti sen jälkeen kun avolouhoksen kuivatusvedet on ohjattu pisteelle KevP-1V2. Pisteellä KevP-1V2 pitoisuudet

olivat tasaisia ja samalla tasolla aiemmin havaittujen avolouhoksen kuivatusvesien tulosten kanssa. (Kuva 6-1, liite 3). Avolouhoksen kuivatusvesistä havaitut typpipitoisuudet ovat peräisin louhoksessa käytetyistä räjähteistä ja esiintyvät sekä nitraattina että ammoniumina.

Mahdollisesti kuivatusvesissä havaittavien yksittäisten öljyhiilivetyjen päästölähteitä ovat louhoksessa työskentelevät koneet. Näytenpisteillä KevP-1V ja KevP-1V2 keruualtaaseen on asennettu öljyvuomi, joka estää mahdollisten öljyjen leviämisen eteenpäin. Öljyhiilivetynäytteitä otettiin pisteeltä KevP-1V2 loppuvuodesta joulukuussa kahdesti eikä öljyjä havaittu.

Laajempien alkuaineanalyyseiden tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin vuosiin. Pisteellä KevP-1V osa pitoisuuksista laski vuodesta 2015, jolloin pisteen kautta johdettiin vielä kaikki kuivatusvedet. Muutokset avolouhosalueen vesien johtamisessa näkyvät myös arseenin pitoisuuksissa. Vuonna 2015 pisteellä KevP-1V arseenipitoisuudet vaihtelivat kolmessa näytteessä neljästä välillä 7,5–14 µg/l. Joulukuussa 2015 ja vuoden 2016 aikana pitoisuudet olivat laskeneet määrittäjärajan tuntumaan tasolle <1,0–1,1 µg/l. Pisteellä KevP-1V2 arseenipitoisuudet vuonna 2016 ovat olleet selvästi korkeammat vaihdellen välillä 17–24 µg/l. KevP-1V2 vedet tulevat avolouhokselta, missä malmassa on mukana arseenikiisua, josta arseeni on peräisin.



Kuva 6-1. Louhosalueen vesien sähkönjohtavuusarvot, pH-arvot, nikkeli-, kiintoaine-, sulfaatti- ja kokonaistyypipitoisuudet näytenpisteissä KevP-1d ja KevP-1V 7.10.13 alkaen. Pisteen KevP-1V poikkeuksellinen kiintoainepitoisuus 2000 mg/l (27.10.2014) ei näy kuvassa skaalauksesta johtuen.

Yhteenveto

Avolouhoksen kuivatusvesien vuoden 2016 tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien vastaaviin tuloksiin.

6.2 Sivukivialueen vedet (KevP-2)

Sivukivialueen suotovesiä tarkkailtiin vuonna 2016 viikoittain pääsääntöisesti kaivosta otettujen näytteiden avulla. Pumpkauksen ollessa päällä, näyte otettiin purkuputken päästä. Näytteenotto-tapa merkittiin kenttälomakkeeseen. Veden ominaisuuksiin vaikuttaa merkittävästi millaisen sivukiven kanssa ja kuinka pitkään vesi on ollut kosketuksissa. Vuonna 2016 sivukiviä läjitettiin pääsääntöisesti sivukivialueelle 2a (Kuva 4-2).

Huhtikuussa aloitettiin uuden läjitysalueen 1b alueen kuivatus. Pohjatyöt alueella tehtiin kesän ja syksyn aikana. Alue sijaitsee sivukivialueen 1a länsipuolella ja alueelta kertyneet vedet ohjattiin huhtikuussa ja uudelleen kesäkuussa sivukivialueen 1a ojaan, jonka kautta vedet ohjautuvat tarkkailupisteelle KevP-2. Toukokuussa ja viikosta 33 alkaen vesiä pumpattiin suoraan vesivarastoalalle, vesien pumppaus päättyi 14.10.2016.

Näytteet pisteeltä KevP-2 otettiin vähintään viikoittain, laajemmat alkuainemääritykset neljästi vuodessa, vuonna 2016 määritykset tehtiin viidesti. Reaaliaikaisempaa nikkelpitoisuuksien seuranta varten kaivoksen spektrofotometrillä ylimääräisiä näytteitä tutkittiin jopa useita vuoro-kauden aikana. Laboratoriota varten ylimääräisiä näytteitä otettiin useita elo- ja marraskuussa, yhteensä Ramboll Analytics Oy:n laboratorio teki määritykset 79 näytteestä.

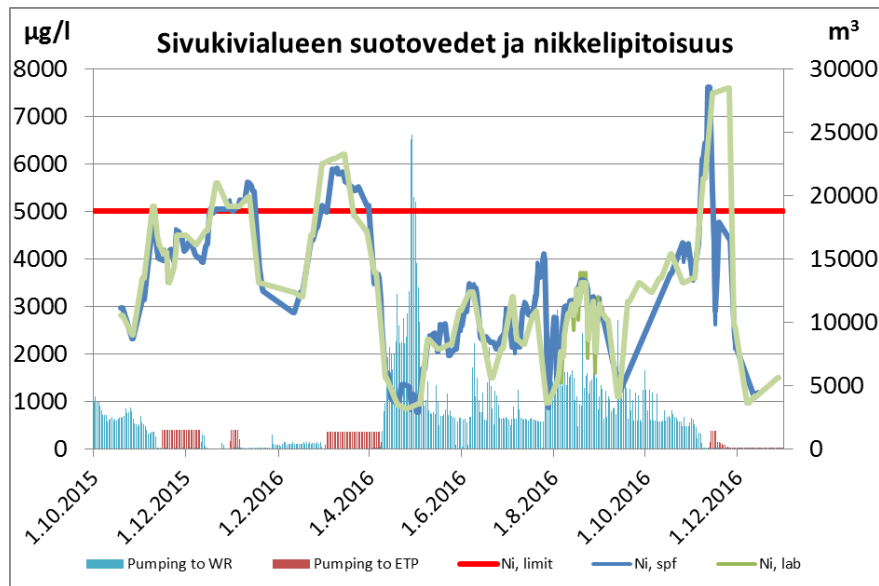
Ympäristöluvan mukaisesti vesivarastoalalle johdettavien vesien nikkelpitoisuuden tulee olla alle 5 mg/l. Samaisen luvan mukaan vesiä voidaan johtaa takaisin kaivoksen vesikiertoon tai käsitellä paikallisesti tai johtaa suoraan nykyiseen vesienkäsittelyyn. Pitoisuuksien noustessa lähelle luparajaa vesien pumppaus vesivarastoalalle keskeytettiin ja vedet ohjattiin suoraan vesienkäsittelyyn. Vuonna 2016 vesiä pumpattiin seuraavasti:

- 1.1.–5.1. suoraan vesienkäsittelyyn yhteensä 6 750 m³
- 6.1.–26.1. vähän vettä, ei pumppausta
- 27.1.–29.2. vesivarastoalalle yhteensä 13 940 m³
- 1.3. ei pumppausta
- 2.3.–8.4. suoraan vesienkäsittelyyn yhteensä 47 466 m³
- 8.4.–7.11. vesivarastoalalle yhteensä 882 955 m³
- 8.11.–11.11. ei pumppausta
- 12.11.–31.12. suoraan vesienkäsittelyyn yhteensä 10 298 m³. Suotovesien määrä väheni huomattavasti talven edetessä, eikä pumppaus ollut jatkuvaa.

Yhteensä sivukivialueen suotovesiä pumpattiin vesivarastoalalle vuonna 2016 n. 995 397 m³, josta vesienkäsittelyyn 64 514 m³, vuonna 2015 pumpattiin vesivarastoalalle 898 321 m³ suoraan vesienkäsittelyyn 41 125 m³. Vuonna 2014 alueen suotovesien yhteismäärä oli 702 578 m³ ja vuonna 2013 714 363 m³. Loppukesä ja alkusyksy 2016 olivat sateisia, sekä sivukivialueen 1b pohjatyöt lisäsivät sivukivialueelta kerääntyviä hulevesiä.

Sivukivialueen vesien nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2015 ja 2016 ja pitoisuudet ovat olleet nousussa. Nikkelpitoisuuksien lähde on selvitetty ylimääräisten näytteiden ja pisteiden avulla. Esimerkiksi sivukivialueen 1a alueelta saapuvien hule- ja suotovesien tarkempaa seuranta varten perustettiin sivukivialueen 1a keruuojaan 11 uutta ylimääräistä tarkkailupistettä heinä-elokuussa vuonna 2016. Tulosten perusteella nikkelpitoisuudet ovat peräisin jo läjitetystä sivukivestä alueelta 1a ja suurimmat yksittäiset pitoisuudet mitattiin alueen eteläosista. Syynä korkeisiin nikkelpitoisuuksiin on luontaisten bakteerien aiheuttama Neutral Rock Drainage, NRD-ilmio, jossa bakteerit liuottavat sivukivestä mm. metalleja ja sulfaatteja. Suotovedet kerääntyvät alueen ojaan, jonka kautta päätyvät tarkkailupisteelle KevP-2.

Nikkelpitoisuudet nousevat tarkkailupisteellä yleisesti vesimäärien vähentyessä. Pitoisuuksien kehitystä pisteeltä seurataan tarvittaessa tihennetyllä tarkkailulla ja vesien pumppaus vesivarastoalalle keskeytetään tarvittaessa. Kuvassa 6-2 on esitetty nikkelpitoisuuksien ja pumppausmäärien vaihtelu vuosilta 2015 ja 2016.



Kuva 6-2. Sivukivialueen suotovesien nikkelpitoisuudet sekä pumppausmäärät vuosilta 2015 ja 2016. Sinisellä viivalla on merkitty kaivoksen spektrofotometrianalysien tulokset ja vihreällä Ramboll Analytics Oy:n tekemät laboratoriomääritykset.

Vuonna 2016 kaivoksella koekäytössä olleen Veolian mobiilivesienkäsittelylaitoksen käsiteltäväksi vedeksi vaihdettiin 3.-29.8.2016 väliseksi ajaksi sivukivialueen suotovedet. Käsittelyn jälkeen vedet johdettiin vesivarastoaltaalle ja purkuvesiä seurattiin tarkkailupisteellä KevP-2b. Koelaitoksen nikkeli-reduktio oli kiitettävä, tulevan veden pitoisuudet 1,4–3,7 mg/l laskivat pitoisuuksiin 0,024–0,23 mg/l.

Pisteen KevP-2 nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,83–7,6 mg/l. Keskimääräisesti pitoisuudet nousivat vuonna 2016 tasolle 3,0 mg/l, kun vuonna 2015 keskipitoisuus oli 2,7 mg/l ja vuonna 2014 1,5 mg/l. Nikkelin ohella myös sulfaatti- ja rikkipitoisuuksien on havaittu nousseen. Pitoisuudet ovat moninkertaistuneet vuodesta 2013 (Taulukko 6-1).

Sen sijaan vuonna 2015 havaittu alkalimetallipitoisuuksien nousu näyttäisi taittuneen vuonna 2016 (Taulukko 6-1). Kevitsan malmio sijaitsee Keski-Lapin alueen kallioperän kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien anomalia-alueella (Lahermo ym. 1990).

Pisteen KevP-2 sähkönjohtavuus vaihteli välillä 85–520 mS/m, keskiarvon ollessa 292 mS/m. Johtavuudet ovat nousseet tasaisesti koko tarkkailun ajan, vuosikeskiarvojen ollessa vuodesta 2012 alkaen 73→107→152→216→292 mS/m. Sähkönjohtavuudet ovat nousseet sivukiven määrän lisääntyessä ja johtavuus korreloi veden nikkelpitoisuuksien kanssa. Veden pH-arvot olivat tavanomaisia vaihdellen välillä 6,8–7,7, keskiarvon ollessa 7,5. (Kuva 6-3, liite 3)

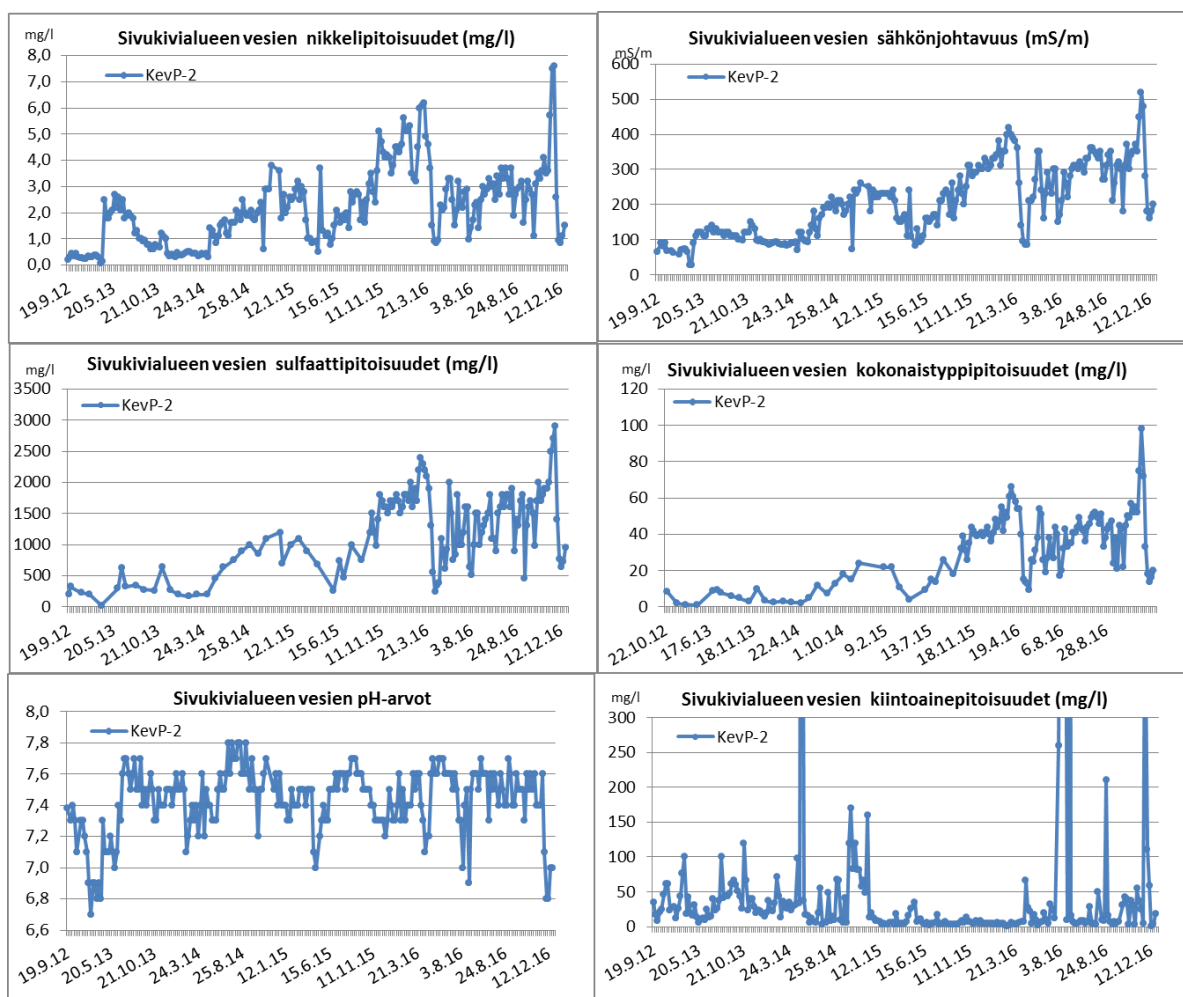
Kiintoainepitoisuuksissa oli suurta vaihtelua, pitoisuuksien vaihdellessa <2,0–2 200 mg/l. Selvästi poikkeavat pitoisuudet (800–2 200 mg/l) havaittiin elokuun alussa kun vesien ohjaus Veolian koelaitokseen aloitettiin. Tuolloin koelaitoksen järjestelyt olivat sekoittaneet pisteen veteen kiintoainesta. Myös uuden sivukivialueen 1b pohjatyöt aiheuttivat kiintoainepitoisten hulevesien liisäntymistä alueella.

Pisteen KevP-2 sulfaattipitoisuudet ovat myös nousseet. Vuonna 2016 pitoisuudet vaihtelivat välillä 240–2900 mg/l (ka 1 432 mg/l), vuonna 2015 pitoisuudet olivat välillä 260–1800 mg/l (ka 1308 mg/l). Myös kokonaistyyppipitoisuuksissa on havaittavissa nouseva kehitys. Vuonna 2016 pitoisuudet vaihtelivat välillä 9,2–98,0 mg/l (ka 41,2 mg/l). Korkeat tyyppipitoisuudet ovat peräisin sivukivialueelle läjitetyn materiaalin mukana kulkeutuvista tyyppipitoisista räjähdeaineista.

Taulukko 6-1. Sivukivialueen alkalimetallien ja rikin keskipitoisuuksien kehitys vuosina 2013–2016.

	2013	2014	2015	2016
K, mg/l	6,5	7,5	20,5	22,2
Ca, mg/l	45	83	204	187
Mg, mg/l	54	103	298	249
Na, mg/l	6,5	10,4	26	25
S, mg/l	44,5	157	360	450

Kloridipitoisuudet vaihtelivat 22–140 mg/l (ka 94 mg/l) nousten edelleen vuodesta 2015. Laajempien alkuainemäärityksien mukaan pitoisuudet olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä edellisiin tuloksiin. Selenipitoisuudet olivat pienoisessa nousussa, kun taas mangaani- ja rautapitoisuudet ovat laskusuunnassa. Muiden parametrien tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuoden tuloksiin. Vuosina 2015 ja 2016 sivukivialueen vedet ovat tasoittuneet uusille tasoilleen.



Kuva 6-3. Sivukivialueen (KevP-2) vesien pH- ja sähkönjohtavuusarvot sekä nikkeli-, kiintoaine-, sulfaatti ja kokonaistyyppipitoisuudet 19.9.2012 alkaen. Osa mitatuista kiintoainepitoisuuksista ei näy kuvaajassa skaalauksesta johtuen. Pitoisuudet ovat olleet yksittäisiä ja liittyvät veden vähyyteen tarkkailupisteellä.

Yhteenveto

Sivukivialueelta vesivarastoaltaalle johdettavien vesien tarkkailu aloitettiin syyskuussa 2012. Sivukiviä on läjitetty suunnitellun mukaisesti ja vuonna 2016 sivukiveä läjitettiin edelleen alueelle 1a sekä alueelle 2a. Alueen 1b kuivatus aloitettiin huhtikuussa ja pohjatyöt tehtiin toukolokakuun välisenä aikana. Osassa sivukivialueen vesien laatua kuvaavista muuttujista on havaittavissa nousevaa trendiä. Varsinkin nikkelin, sulfaatin ja kokonaistypen pitoisuudet sekä sähkönjohtavuus ovat nousseet. Syynä korkeisiin nikkeli- ja sulfaattipitoisuuksiin on luontaisten bakteer-

rien aiheuttama Neutral Rock Drainage, NRD-ilmiö, jossa bakteerit liuottavat sivukivestä mm. metalleja ja sulfaatteja. Kokonaistyyppipitoisuudet ovat peräisin louhinnassa käytetyistä räjähteistä.

6.3 Nikkelipitoisen moreenin läjitysalue (KevP-14)

Nikkelipitoisen (yli 150 mg/kg) moreenin ojasta (näytepiste KevP-14) haetaan näyte kuukausittain, jos alueella on vettä. Ojassa oli vettä erittäin vähän läpi vuoden ja pisteeltä saatiin vain yksi näyte 13.9.2016, jolloin ojassa oli vettä muutaman sentti. Alueelta kerääntyvät hulevedet ohjautuvat kuvassa 4-1 näkyvään keruualtaaseen, josta vedet ohjautuvat pisteen KevP-1V kautta vesivarastoaltaalle.

Nikkelipitoisen moreenialueen vesien näytteen pitoisuudet olivat aiempiin näytteisiin verrattuna hieman suurempia nikkelin 0,096 mg/l, sulfaatin 29 mg/l, kaikkien tyyppijakeiden (kokonaistyyppi 5,2 mg/l) ja sähkönjohtavuuden 30 mS/m osalta.

6.4 Malmin varastoalueen suotovedet (KevP-3)

Malmin varastoalueelta suotautuvat vedet johdetaan rikastushiekka-altaaseen A suotovesialtaan KevP-3 kautta. Pisteen vesiä tarkkaillaan neljä kertaa vuodessa, jos pisteellä on vettä. Vuonna 2016 pisteeltä saatiin vain kaksi näytettä, touko- ja kesäkuussa. Altaaseen on kertynyt koko toiminnan ajan vähän vettä, eikä vesiä ole ollut tarpeen pumpata eteenpäin.

Vesinäytteiden nikkelpitoisuudet olivat 0,39 mg/l ja 0,82 mg/l, keskiarvon ollessa 0,61 mg/l, vuonna 2015 ka 2,0 mg/l. Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 150–320 mS/m, sulfaattipitoisuus välillä 590–1800 mg/l ja kloridipitoisuudet olivat välillä 55–120 mg/l. Altaan veden sulfaatti-, kloridi- ja nikkelpitoisuudet johtuvat todennäköisesti pienestä vesitulavuudesta ja seisovasta vedestä, mutta olivat laskussa vuodesta 2015. (liite 3)

Malmin varastoalueen vedet olivat hieman emäksisiä (pH 8,0). Kiintoainesta ei havaittu, pitoisuuksien jäädessä alle määritysrajan (<2,0 mg/l). Kokonaistyyppipitoisuudet ovat pysytelleet koko tarkkailun ajan korkeahkoina, keskimäärin pitoisuudet ovat olleet yli 20 mg/l. Kupari-, mangaani- ja rautapitoisuuksissa on havaittavissa laskevaa trendiä. (liite 3)

Vuonna 2016 määritetyt pitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla.

6.5 Savukaasupesurin lauhdevedet ja tehdasalueen hulevedet (KevP-5 ja KevP-6)

Lämpölaitoksen savukaasupesurin lauhdevedet (KevP-5)

Lämpölaitoksen polttoaineena käytettiin puuhaketta (3355,5 t) ja kevyttä polttoöljyä (112,8 t) vuonna 2016. Kiinteän polttoaineen kattila (KPA) ajettiin alas 3.6.–3.10.2016 väliseksi ajaksi. POK (kevyt polttoöljy) -kattilalla ajettiin yhteensä 1168 h. Lämpölaitoksen savukaasupesurin lauhdevesiä muodostui vuonna 2016 yhteensä 1209 m³. Lämpölaitoksella pesurissa käytettiin lipeää yhteensä 100 litraa.

Pisteestä KevP-5 haettiin näytteet 11.1. ja 13.12.2016. Näytteistä määritetyt pitoisuudet olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin, mutta sinkkipitoisuus oli aiempaan nähden korkea. Lyijy- ja sinkkipitoisuudet tehtiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti yhdestä näytteestä, joten näytteiden tuloksissa voi olla suurta hajontaa näytteiden välillä riippuen lämpölaitoksen käytöstä.

Hulevesialtaalta vesivarastoaltaalle pumpattavat vedet (KevP-6)

Hulevesialtaalta pumpattiin vesiä vesivarastoaltaaseen vuonna 2016 yhteensä 296 130 m³ (2015 229 370 m³, vuonna 2014 128 360 m³ ja 2013 337 856 m³). Hulevesialtaalta pumpattavien ve-

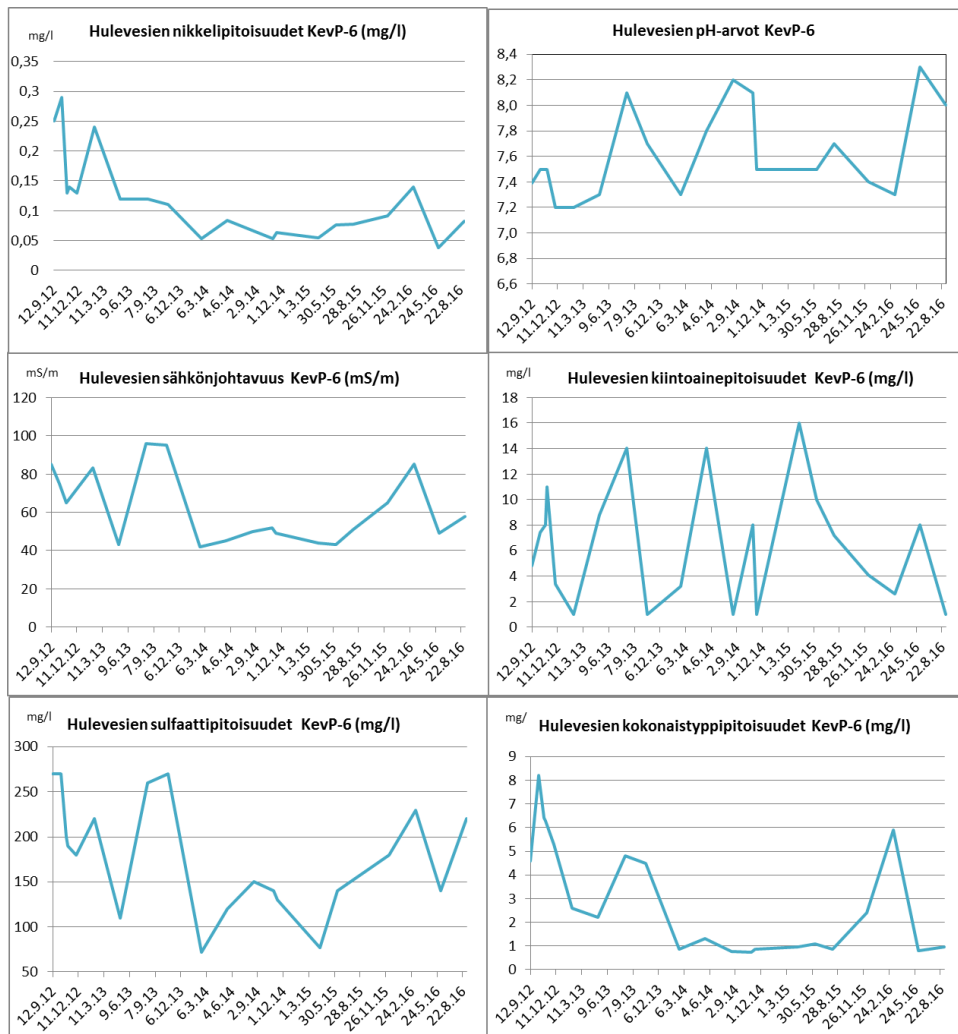
sien laadun tarkkailu aloitettiin syyskuussa 2012 pisteestä KevP-6, kun hulevesiallas tiivistettiin ja vesiä ryhdyttiin pumppaamaan vesivarastoaltaalle. Vuonna 2016 näyte saatiin kolme kertaa.

Vesien pitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla, pientä vuodenaikaisvaihteluun liittyvää pitoisuusvaihtelua on ollut havaittavissa läpi tarkkailun. (Kuva 6-4 ja liite 3).

Yhteenveto

Savukaasupesurin lauhdevesien (KevP-5) pitoisuudet olivat kohonneita sinkkipitoisuuksia lukuun ottamatta edellisvuosien tasoilla.

Hulevesialtaalta pumpattavan vedenlaadun (KevP-6) tarkkailussa ei havaittu merkittäviä muutoksia edellisvuosien tuloksiin.



Kuva 6-4. Hulevesialtaalta vesivarastoaltaalle johdettavien vesien pH- ja sähköjohtavuusarvot sekä nikkeli-, kiintoaine-, sulfaatti ja kokonaistyyppipitoisuudet 12.9.2012 alkaen.

6.6 Saniteettijätevedet

Saniteettijätevedenpuhdistamolle tulevista (KevP-7a) ja sieltä lähtevistä (KevP-7b) puhdistetuista saniteettivesistä on tehty tarkkailuohjelmaa tiheämpää tarkkailua lokakuusta 2012 lähtien puhdistamon toimivuuden varmistamiseksi. Puhdistamon toiminnan parantamiseksi toteutettuja toimenpiteitä on kuvattu vuoden 2015 sekä 2016 käyttötarkkailuraportissa.

Näytteenotto jätevesistä tapahtuu vuorokausikokoomanäyttein, jotka kerätään 24 h ajanjaksolta 3 päivänä viikossa laitokselle tulevasta ja lähtevästä jätevedestä erillisen ohjeen (FQM

9.10.2015) mukaisesti. Viikon aikana kerätyt näytteet kootaan laboratorioissa määritettäväksi kyseisen viikon kokoomanäytteeksi.

Saniteettijätevedenpuhdistamolla käsitelty kokonaisvesimäärä oli 4 300 m³ (2015 10 515 m³, 2014 6 500 m³ ja 2013 3 688 m³). Puhdistamo toimii automaattisesti ja käsittelee saniteettijättevettä 8 tunnin aikana noin 17 m³.

Vuonna 2016 saniteettijätevedenpuhdistamolta lähtevä kuormitus kiintoaineen osalta oli noin 760 kg (2015 2229 ja 2014 900 kg), BOD_{7-ATU}:n osalta noin 360 kg (2015 1441 ja 2014 270 kg), kokonaistypen osalta noin 546 kg (2015 1356 ja 2014 660 kg) ja kokonaisfosforin osalta 29 kg (2015 117 ja 2014 35 kg).

Puhdistamolle tulevan veden näytteiden kiintoainepitoisuudet vaihtelivat välillä 120–2800 mg/l, kokonaistyyppipitoisuudet 110–170 mg/l, kokonaisfosforipitoisuudet 12–24 mg/l ja biologista hapenkulutusta kuvaava BOD_{7-ATU} välillä 230–1500 mg/l sekä kemiallista hapenkulutusta kuvaava COD_{Cr} välillä 480–3700 mg/l. Pitoisuuksien hajonta pieneni hieman viime vuodesta kokoomanäytteiden ansiosta mutta kierroksien välillä on vielä paljon vaihtelua. Keskimääräisesti pitoisuudet olivat pääsääntöisesti edellisvuosien tasoilla.

Puhdistamolta lähtevien vesien pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin, hieman vuoden 2015 tulosten alapuolella. Veden pitoisuudet olivat: kiintoaine 67–520 mg/l, kokonaistyyppi 98–120 mg/l, kokonaisfosfori 1,0–19 mg/l, BOD_{7-ATU} 30–280 mg/l ja COD_{Cr} 130–720 mg/l (liite 3 ja liite 4).

Puhdistamolle tulevan ja lähtevän vedenlaatuarvojen perusteella on laskettu näytekeroittain reduktiot kiintoaineen, biologisen hapenkulutuksen (BOD_{7-ATU}), kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Cr}), kokonaistypen ja kokonaisfosforin osalta. Reduktion laskennassa puhdistamolta lähtevän veden (KevP-7b) laatua on vertailtu puhdistamolle tulleen veden (KevP-7a) laatuun. Tulokset on esitetty luvussa 5.4. Puhdistamon reduktiossa oli suuria vaihteluja näytteenotokertojen välillä, eikä luparajoja saavutettu. Biologinen puhdistamo ei toimi ihanteellisesti kylmissä olosuhteissa.

Yhteenveto

Saniteettijäteveden puhdistusprosessissa on ollut vaikeuksia läpi toiminnan, eivätkä reduktiot ole nousseet lupamääräysten mukaisille tasoille. Vaikeuksia puhdistamolle aiheuttavat kylmät olosuhteet, josta on seurannut mm. ilmastus- ja lietepumppujen käyntihäiriöitä sekä kemikaalien viskositeettiongelmia. Puhdistamo toimii parhaiten routa-ajan ulkopuolella.

6.7 Rikastushiekka-altaat

6.7.1 Rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle pumpattavat vedet (KevP-8)

Näytepisteeltä KevP-8 aloitettiin näytteenotto syyskuussa 2012, jonka jälkeen näytteitä on otettu viikoittain näytteenottosuunnitelman mukaisesti. Vuonna 2016 näytteitä otettiin kaikkiaan 49 kappaletta. Viikolta 18–20 näytteitä ei saatu, koska vesiä ei pumpattu vesivarastoaltaalle rikastamon huoltoseisokin vuoksi. Pumpattu vesimäärä pieneni vuodesta 2015, ollen vuoden 2014 tasoilla. Vettä pumpattiin vesivarastoaltaalle yhteensä 7 486 554 m³ (2015 9,1 milj. m³, 2014 7,3 milj. m³ ja 2013 5,6 milj. m³). Tarkkailuohjelman mukaiset laajemmat määritykset tehtiin vuoden aikana neljästi; maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa.

Veden nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,005–0,050 mg/l ollen edellisvuosien tasoilla. Sähkönjohtavuudessa on ollut pientä nousevaa trendiä tarkkailun aikana, kehitys jatkui vuonna 2016 johtavuuksien ollessa 190–270 mS/m. Sähkönjohtavuudet korreloivat alkalimetallien kehityksen kanssa, kaliumin ja magnesiumin pitoisuudet ovat nousseet tasaisesti tarkkailun alusta alkaen ja kalsiumin ja natriumin pitoisuudet viime vuosina (Taulukko 6-2).

Taulukko 6-2. Rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle pumpattavien vesien (KevP-8) alkalimetallien, sähkönjohtavuuden ja sulfaatin keskipitoisuuksien kehitys vuosina 2012–2016.

	2012	2013	2014	2015	2016
K, mg/l	19,5	33,8	45,6	51,0	54,2
Ca, mg/l	130	110	103	138	137,6
Mg, mg/l	17,0	28,3	30,6	43,6	62,6
Na, mg/l	96	172	215	190	198
johtokyky mS/m	129	166	211	212	236
SO ₄ , mg/l	408	370	332	433	473

Sulfaattipitoisuudet nousivat vuonna 2016 keskimääräiselle tasolle 473 mg/l (vaihteluväli 240–590 mg/l). Myös rikkiä oli vuonna 2016 edellisvuosia runsaammin liikkeellä. (Kuva 6- 6, liite 3)

Vesien pH vaihteli välillä 7,1–9,3 (2015 välillä 7,2–9,1, 2014 välillä 6,5–9,0 ja 2013 välillä 6,0–8,1). Tulosten perusteella pH-arvot ovat hienoisesti nousseet, varsinkin talvisin rikastushiekka-altaalla on havaittu pH:n nousevan. Emäksisissä olosuhteissa rikastushiekka-altailla muodostuu sulfidien epätäydellisen hapettumisen johdosta tiosulfaattia. Tiosulfaatti on suhteellisen pysyvä ja sitä on alkalisissa olosuhteissa havaittavissa läpi vesienkäsittelyprosessin (KevP-8→KevP-9→KevP-10→KevP-11). Vuonna 2016 tiosulfaattipitoisuudet vaihtelivat välillä 60–96 mg/l (ka 72 mg/l). Vuonna 2015 pitoisuudet vaihtelivat välillä 39–90 mg/l, keskiarvon ollessa 56 mg/l (vuonna 2014 ka 39 mg/l ja 2013 19 mg/l). Tiosulfaattia havaittiin myös altaan B vedessä (KevP-4b), mutta tulosten perusteella se ei päädy altaiden A eikä B suotovesiin (KevP-4a2, KevP-4a3, KevP-4b1).

Kiintoainepitoisuudet olivat vuonna 2016 pääsääntöisesti pieniä <9,5 mg/l. Yksittäiset suuret pitoisuudet mitattiin tammikuussa (25.1.2016, 920 mg/l) ja maaliskuussa (29.3.2016, 52 mg/l). Keväällä rikastushiekka-altaan A veden määrä on ollut vähäinen, jolloin altaasta prosessiin pumpatun veden laatu on heikentynyt ja kiintoainesta on kulkeutunut veden mukana runsaasti vesivarastoaltaalle. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat pysyneet tasaisina tuotantovaiheen alusta eli vuodesta 2013 alkaen eikä merkittäviä muutoksia havaittu. (Kuva 6-6, liite 3).

Kokonaistypen keskipitoisuus kaksinkertaistui toisena vuonna peräkkäin. Keskipitoisuuksien kehitys on ollut vuodesta 2012 vuoteen 2016 0,72→1,14→1,77→3,54→5,78 mg/l. Tyypijakeet määritettiin vain neljästi vuonna 2016, joten maaliskuussa mitattu 8,6 mg/l yksittäinen muita korkeampi pitoisuus nostaa keskiarvoa. Aikaisemmin pitoisuudet on määritetty kuukausittain. (Kuva 6-6, liite 3).

Typpi on ollut pääosin nitraattityyppenä ja todennäköisimmin typpi on peräisin räjähteistä. Vuoden 2016 käyttötarkkailuraportin mukaan kokonaislouhintamäärä nousi vuodesta 2015 hieman (37,0→39,6 Mt) ja käytetyn emulsioräjähteen määrä vastaavasti 11 860 t:sta vuonna 2015 14 600 t:iin vuonna 2016. Räjähteistä vesiin päätyvän typen määrä riippuu mm. käytetyn räjähteen tyypistä, räjähteiden käsittelystä, veden määrästä ja liukenemisestä ennen räjäytystä ja räjähtämättä jääneen räjäytysaineen määrästä. (www.opasnet.fi -> typpipäästöt kaivosalueelta).

Laajemmissa alkuainemäärityksissä oli havaittavissa arseenin noussut pitoisuus vuoden 2015 tasolta 2,5 µg/l vuonna 2016 tasolle 4,3 µg/l. Arseenipitoisuudet nousivat tasaisesti näytteissä vuoden 2016 aikana. Pitoisuudet ovat kuitenkin alhaisia esimerkiksi verrattuna talousveden laatuvaatimukseen (STM 1352/2015), joka on 10 µg/l. Alumiinin keskipitoisuus nousi myös edellisvuosiin verrattuna. Keskiarvoa nostaa kesäkuun alussa mitattu yksittäinen suurempi pitoisuus 51 µg/l, muut vuoden tulokset määritysrajan tuntumassa <10 µg/l, eikä muutos ole tilastollisesti merkittävä. Alumiinia on yleisesti keväisin sulamisvesissä havumetsävyöhykkeellä.

6.7.2 Rikastushiekka-altaan A suotovedet (KevP-4a2 ja KevP-4a3)

Rikastushiekka-altaaseen A pumpattiin vuonna 2016 vettä eteläiseltä taustapumppaamolta (KevP-4a2) yhteensä 356 520 m³ (2015 417 350 m³, 2014 298 690 m³ ja 2013 541 258 m³) ja ja pohjoiselta taustapumppaamolta (KevP-4a3) yhteensä 457 140 m³ (2015 441 760 m³).

Vuonna 2016 rikastushiekka-altaan A suotovesistä otettiin näytteitä näytepisteiltä KevP-4a2 (10 kertaa) ja KevP-4a3 (12 kertaa). Tarkkailuohjelman mukaan näytteitä otetaan kuukausittain. Pisteeltä KevP-4a2 ei saatu näytettä huhti- ja joulukuussa, koska keruualtaalla veden pinta oli laskenut huomattavasti ja jäät olivat romahtaneet, jolloin näytteenotto ei ollut turvallista.

Prosessivedet ylsivät rikastushiekka-altaan eteläiselle padolle syksyllä 2012, jolloin myös monet altaasta havaitut pitoisuudet lähtivät nousuun. Vuonna 2015 rikastushiekkaa läjitettiin eteläiselle padolle, sekä alueella tehtiin maansiirtotöitä mm. altaiden ympärysteiden ja rikastushiekan tasan osalta. Rikastushiekka-altaan A vedenpintaa on nostettu vuoden 2016 aikana tasolta +232 tasolle +234 mpy, mikä voi vaikuttaa altaista suotautuvan veden määrään ja laatuun.

Nikkelipitoisuudet olivat pisteellä KevP-4a2 välillä 0,089–0,28 mg/l (ka 0,18 mg/l) ja pisteellä KevP-4a3 vaihdellen välillä 0,12–0,23 mg/l (ka 0,17 mg/l). Pisteiden keskimääräiset nikkelipitoisuudet olivat edellisvuosien tasoilla. (kuva 6-5, liite 3).

Kuparipitoisuudet pisteellä KevP-4a2 olivat välillä 0,009–0,013 mg/l, pitoisuudet olivat pieniä ja vuosien 2014 ja 2015 tasoilla. Myös pisteellä KevP-4a3 kuparipitoisuudet olivat hieman suurempia, mutta edelleen alhaisia vaihdellen välillä 0,012–0,031 mg/l (liite 3).

Rikastushiekka-altaalle A johdettavien suotovesien sähkönjohtavuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin vaihdellen välillä 51–150 mS/m. Pisteiden KevP-4a3 sähkönjohtavuudet olivat keskimäärin hieman korkeammat kuin pisteellä KevP-4a2. (kuva 6-5, liite 3)

Rikastushiekka-altaaseen johdettavien suotovesien pH vaihteli neutraalin molemmin puolin välillä 6,4–7,6. Kiintoainepitoisuudet olivat käytännössä pisteellä KevP-4a3 alle määritysrajan (<2,0 mg/l) läpi vuoden, pisteellä KevP-4a2 altaan veden muutoksista ja alueella tehtyjen maansiirtotöiden vuoksi kiintoainesta oli läpi vuoden havaittavissa pieniä määriä (<2,0–22 mg/l) (Kuva 6-5, liite 3).

Sulfaattipitoisuudet (86–300 mg/l) pisteellä KevP-4a2 ovat hieman vaihdelleet vuosien aikana, pitoisuuksissa on havaittavissa nousevaa trendiä vuodesta 2014 alkaen, nykyisellään pitoisuudet ovat kuitenkin alle vuonna 2013 havaittujen pitoisuuksien. Pisteellä KevP-4a3 sulfaattipitoisuudet olivat läpi vuoden suuremmat kuin pisteellä KevP-4a2, vaihteluvälin ollessa 200–400 mg/l. Kloridipitoisuuksissa on paljon vaihtelua kierrosten välillä. Pisteellä KevP-4a2 keskipitoisuus 145 mg/l nousi vuodesta 2015 ja aiempaa korkeampi. Keskiarvoa nostaa keskitalven vähävetisten kierrosten korkeat pitoisuudet (Kuva 6-5, liite 3). Tiosulfaatin pitoisuudet olivat alle määritysrajan.

Rikastushiekka-alueen A suotovesien kokonaistyyppipitoisuudet laskivat edelleen vuodesta 2015. Pitoisuudet vaihtelivat pisteellä KevP-4a2 välillä 0,38–1,0 mg/l ja pisteellä KevP-4a3 0,63–2,6 mg/l. Pitoisuudet ovat laskeneet selvästi verrattuna kaivoksen rakentamisen ja ramp up -vaiheen aikana havaittuihin pitoisuuksiin vuosina 2011–2012. (Kuva 6-5, liite 3)

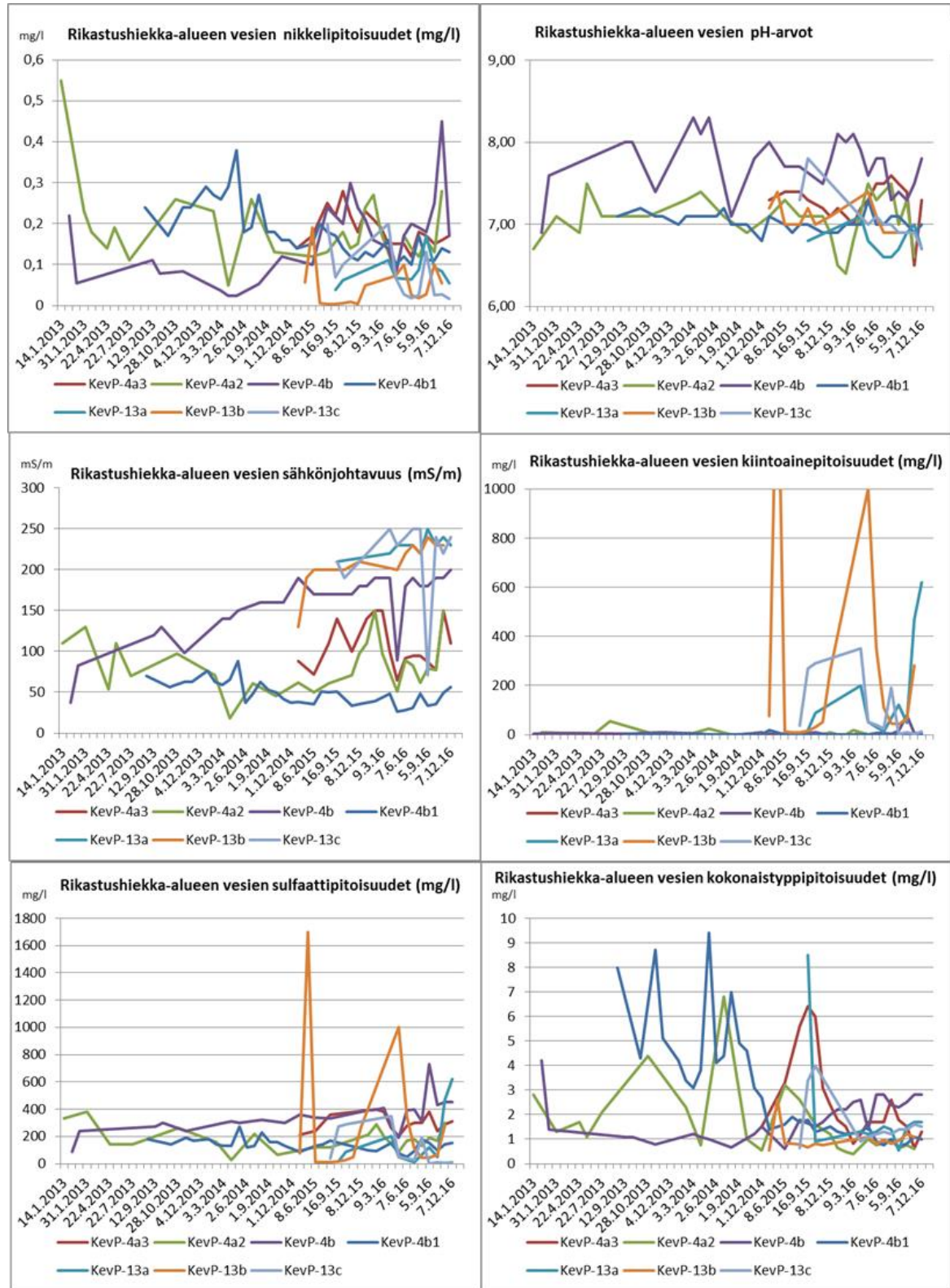
Muut määritetyt pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin. Osa tutkituista parametreista korreloi voimakkaasti alueella tehtyjen maanrakennustöiden kanssa. Maanrakennustöiden seurauksena keruualtaksiin kertyy suotovesien lisäksi myös ympäristön hulevesiä, jotka vaikuttavat määritettyihin pitoisuuksiin.

6.7.3 Juurisalaojat (KevP-13a, KevP-13b ja KevP-13c)

Näytteenotto rikastushiekka-altaiden juurisalaojapisteillä aloitettiin vuonna 2015. Näytteitä juurisalaojista otetaan kuukausittain, jos pisteellä on pumppausta. Vuonna 2016 pisteillä oli vettä vaihtelevasti, alkuvuodesta näyte saatiin vain pisteeltä KevP-13b tammikuussa. Vesimäärät nousivat huhtikuun alusta ja ainoastaan yksittäisiä näytteitä jäi ottamatta loppuvuoden aikana (KevP-13a kesäkuussa ja KevP-13b joulukuussa).

Vertailtaessa juurisalaojien pitoisuuksia rikastushiekka-altaan suotovesien pitoisuuksiin, on havaittavissa juurisalaojien näytteiden suuremmat sulfaattipitoisuudet ja edelleen suuremmat sähkönjohtavuudet. Nikkeli- ja kokonaistyyppipitoisuudet ovat sen sijaan juurisalaojissa pienempiä

kuin suotovesissä. Viesien vähyyden vuoksi pumppaus jouduttiin joissain tapauksissa käynnistämään näytteenottoa varten, jolloin kiintoainepitoisuudet olivat ajoittain korkeita. (Kuva 6-5)



Kuva 6-5. Rikastushiekka-alueen vesien pH- ja sähkönjohtavuusarvot sekä nikkeli-, kiintoaine-, sulfaatti- ja kokonaistyyppipitoisuudet vuodesta 2013 alkaen.

6.7.4 Rikastushiekka-allas B (KevP-4b ja KevP-4b1)

Rikastushiekka-altaassa B olevien vesien laatua mitattiin altaan vettä kuvaavalta näytepisteeltä KevP-4b kuukausittain. Myös altaan salaojaputken päästä pisteeltä KevP-4b1 vedenlaatua seurattiin kukaussittain. Pisteeltä KevP-4b1 ei saatu näytettä maaliskuussa, muuten näytteenotto onnistui. Pisteeseen KevP-4b näytteenotto on tapahtunut vuodesta 2015 alkaen pumppaamon kaivosta, ennen näyte otettiin joko rannalta tai avannosta, joten vuosien 2012–2014 tuloksissa on hajontaa.

Nikkelipitoisuudet altaan B näytteissä vaihtelivat välillä 0,077–0,450 mg/l, pitoisuudet olivat vuoden 2015 tasolla. Myös kuparipitoisuudet olivat viime vuotiseen tapaan alhaisia, vaihdellen välillä <0,001 (määritysraja)–0,004 mg/l.

Altaan raskasmetallipitoisuuksiin vaikuttaa altaan veden määrä ja jääpeite sekä veden kerrostuminen jääkannen alla. Altaan suotovesien (KevP-4b1) nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,099–0,17 mg/l (ka 0,13mg/l, 2015 0,16 mg/l). Suotovesien nikkelipitoisuudet ovat suhteellisen tasaisia ympäri vuoden ja keskimäärin muutamia kymmeniä alhaisempia kuin altaan vesien tulokset. Sen sijaan suotovesien kuparipitoisuudet ovat olleet suotovesissä koko tarkkailun ajan tasaisia, vaikka altaan veden pitoisuudet ovat laskeneet määritysrajan tuntumaan. Vuonna 2016 suotovesien keskimääräinen kuparipitoisuus oli 0,028 mg/l (vuosina 2013–2015 ka pitoisuudet olleet 0,027→0,028→0,029 mg/l). (Kuva 6-5, liite 3)

Rikastushiekka-altaan B sähkönjohtavuus oli, toukokuun sulamiskauden alhaisempaa tulosta (89 mS/m) lukuun ottamatta, tasainen läpi vuoden 180–200 mS/m. Sähkönjohtavuudet olivat täysin yhteneväisiä vuoden 2015 tuloksiin. Sulfaattipitoisuuksissa aiemmin havaittu nousu jatkui ja keskipitoisuus nousi vuoden 2015 tasolta 348 mg/l tasolle 402 mg/l. Tiosulfaatin pitoisuus nousi aiemmin mitattua korkeammalle tasolle ja oli korkeimmillaan 52 mg/l kesäkuussa. Tiosulfaatin keskipitoisuus vuonna 2016 oli 26 mg/l (2015 22,5 mg/l). Kloridipitoisuuksien nousu tasoittui (vuonna 2015 297 mg/l ja 2016 305 mg/l). Sekä kloridin että sulfaatin suurimmat pitoisuudet havaittiin syyskuun tarkkailunäytteessä 5.9.2016, jolloin sulfaattipitoisuus oli 730 mg/l ja kloridipitoisuus 510 mg/l. Tämän yksittäisen näytteen tulokset nostivat vuoden keskipitoisuuksia, tulokset olivat palautuneet jo lokakuun (4.10.2016) tarkkailunäytteessä aiemmin havaituille tasolle. (Kuva 6-5, liite 3)

Altaan suotovesien (KevP-4b1) sähkönjohtavuus sekä sulfaatin ja kloridin pitoisuudet ovat olleet ja olivat edelleen pienoissa laskussa. Suotovesien sähkönjohtavuuden keskiarvo 39 mS/m, sulfaatti- (116 mg/l) ja kloridipitoisuuksien (21 mg/l) keskiarvot olivat altaan veteen nähden alhaisia. Tiosulfaatin pitoisuudet olivat alle määritysrajan tai sen tasolla. (Kuva 6-5, liite 3)

Altaan vesi oli lievästi emäksistä pH-arvojen vaihdellessa välillä 7,3–8,1, suotovedet olivat neutraaleja 6,9–7,3. Altaan kokonaistyyppipitoisuudet (ka 2,4 mg/l) nousivat vuonna 2016 uudelle edellisvuosia korkeammalle tasolle. Sen sijaan suotovesien tyyppipitoisuudet laskivat edelleen, vuoden 2016 keskimääräinen pitoisuus oli 1,1 mg/l. (Kuva 6-5, liite 3). Muissa määrittelyissä pitoisuuksissa ei ollut havaittavia muutoksia.

6.7.5 Rikastushiekka-aldaiden sisäisen vedenpinnan tarkkailu

Rikastushiekka-aldaiden sisäisen vedenpinnan tason seurantaan varten on rikastushiekkaan asennettu huokospainemittareita eli pietsometrikärkiä. Mittaustuloksia on esitetty käyttötarkkailuraportissa.

6.7.6 Yhteenveto

Rikastamolta tai rikastushiekka-altaalta vesivarastoaltaalle johdettuja vesiä on tarkkailtu vesien pumppauksen alusta alkaen. Vuonna 2015 ja edelleen 2016 havaittiin tyyppipitoisuuksien nousuun. Todennäköisin syy muutokseen on voimakkaasti kasvanut räjähteiden käyttö.

Rikastushiekka-altaalla A vesien sähkönjohtavuudessa ja pH-arvoissa, sekä edelleen tiosulfaatin pitoisuuksissa on ollut havaittavissa nouseva trendi tuotantovaiheen alusta eli vuodesta 2013 alkaen. Emäksisissä olosuhteissa rikastushiekka-altailla muodostuu sulfidien epätäydellisen hapet-

tumisen johdosta tiosulfaattia, joka on alkalisissa olosuhteissa suhteellisen pysyvä ja on talvisin havaittavissa läpi vesienkäsittelyprosessin. Myös kalium-, magnesium- sekä rikkipitoisuudet ovat nousseet tasaisesti tuotantovaiheen aikana, sen sijaan nikkelpitoisuudet ovat pysyneet ennallaan. Prosessiin saapuvan aineksen määrä ja laatu sekä prosessissa käytettävät kemikaalit vaikuttavat vesivarastoaltaalle saapuvan veden laatuun. Vettä myös kierrätetään rikastushiekkaaltaan A ja prosessin välillä, jolloin haitta-aineet mahdollisesti rikastuvat.

Rikastushiekka-altaan A suotovesinäytteiden tuloksissa ei havaittu selkeitä trendejä vuonna 2016. Pisteellä KevP-4a3 (altaan luoteiskulma) havaittiin pääsääntöisesti hieman korkeampia pitoisuuksia kuin eteläosan pisteellä KevP-4a2. Korkeampaan pitoisuustasoon voi vaikuttaa alueen rakennetun ympäristön hulevedet ja pisteeltä KevP-4b1 tulevat vedet.

Rikastushiekka-altaan B vesinäytteiden (KevP-4b) sulfaatti- ja kloridipitoisuuksissa on ollut havaittavissa hienoinen nouseva trendi vuodesta 2012, kehitys jatkui myös vuonna 2016. Syyskuun yksittäisen kierroksen tulokset nostivat keskiarvoja.

Rikastushiekka-altaan B suotovesien (KevP-4b1) tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuoden tuloksiin.

6.8 Vesivarastoallas (KevP-9)

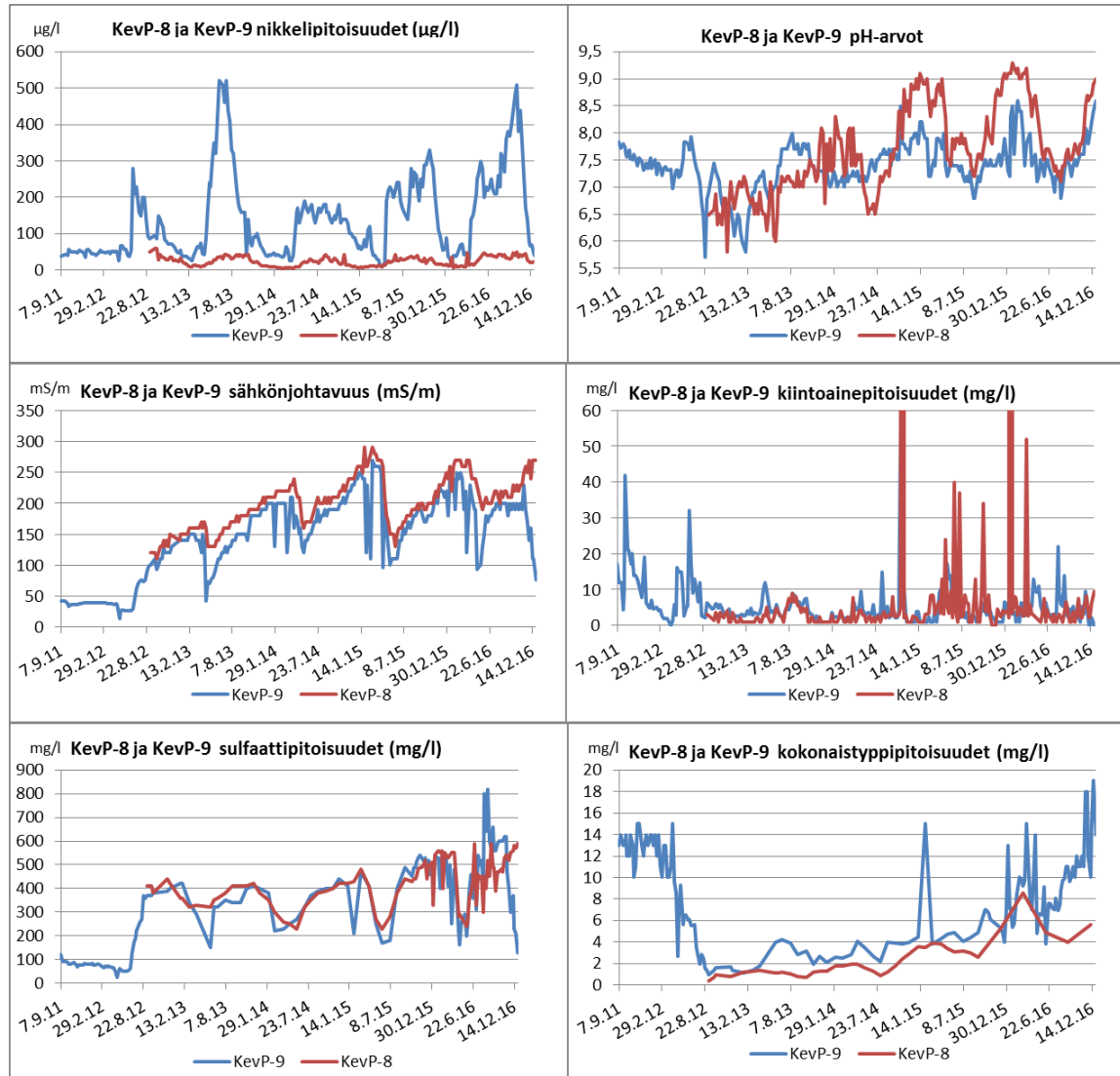
Näytepiste KevP-9 edustaa vesivarastoaltaan vettä, jota johdetaan tarvittaessa vesienkäsittelyyn. Näytteenotto altaalla on aloitettu syyskuussa 2011 ja vuonna 2016 näytteet otettiin viikoittain. Vesivarastoaltaalle tulevista vesistä suurin osa pumpattiin rikastushiekka-altaalta A (75 %, KevP-8), 12 % louhosalueelta (KevP-1V, KevP-1V2), 10 % sivukivialueelta (KevP-2) ja 3 % hulevesialtaalta (KevP-6).

Vesivarastoaltaan veden pH vaihteli vuoden aikana välillä 6,8–8,6. Vesivarastoaltaan veden pH korreloi prosessivesien pH-arvojen kanssa ja pääosin pH on vaihdellut välillä n. 7,4–7,5. Loppuvuodesta 2016 pH-arvot olivat keskimääräisesti edellisiä vuosia korkeammat ja koko vuoden keskiarvo nousi tasolle 7,6. (Kuva 6-6, liite 3)

Vesivarastoaltaan veden nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,023–0,510 mg/l (ka 0,206 mg/l). Nikkelpitoisuudet olivat korkeammat kuin aikaisemmin on mitattu, vuonna 2015 keskipitoisuus oli 0,163 mg/l. Pitoisuuksia nosti erityisesti sivukivialueelta vesivarastoaltaalle tulevat nikkelpitoiset vedet, joita pumpattiin altaalle vuonna 2016 edellisvuosia enemmän ja joiden keskipitoisuudet olivat korkeammat. Nikkelpitoisuuksien noustessa sivukivialueen suotovesissä pumppaus käännettiin suoraan vesienkäsittelyyn, jolloin väkevimmät vedet puhdistettiin ennen ohjausta vesivarastoaltaalle. (Kuva 6-6, liite 3)

Pitoisuuksissa on havaittavissa vuodenaikaisvaihtelua. Näytteistä havaitut pitoisuudet pienenevät talvisin kun altaalle muodostuu jääkansi ja veden sekoittuminen vähenee. Kaivoksella on suunnitelmassa selvittää altaan veden kerrostuneisuutta ja mahdollisesti raskasmetallipitoisuuksia eri kerroksissa. (Kuva 6-6, liite 3)

Kuparipitoisuudet olivat pääsääntöisesti alhaisia vaihdellen välillä <0,001–0,0097 mg/l. Loppuvuodesta 28.11.–27.12.2016 välisenä aikana pisteeltä mitattiin pitoisuuksia 0,012–0,150 mg/l, mitkä poikkesivat yleisestä tasosta. Vastaavia tuloksia on mitattu vielä tammikuussa 2017. Kuparipitoisuudet olivat yleisesti laskeneet tarkkailun alusta vuoteen 2015 asti, mutta loppuvuonna 2016 pitoisuudet lähtivät nousuun. Altaalle tulevien vesien kuparipitoisuudet eivät ole nousseet, esimerkiksi pisteellä KevP-8 pitoisuudet jäivät alle määräysrajan <0,001 mg/l vuonna 2016. Pisteellä KevP-2 keskimääräiset kuparipitoisuudet nousivat vuodesta 2015 tasolle 0,014 mg/l vuonna 2016, mutta esimerkiksi vuosina 2012–2014 pitoisuudet ovat olleet 0,024–0,055 mg/l, mikä ei ole näkynyt altaan pitoisuuksissa. Yhtenä selityksenä havaintoihin voi olla uuden näytteenotto-laiturin asennus syksyllä 2016. Laiturin rakenteet voivat aiheuttaa muutoksia veden kiertoön näytteenotto-pisteellä, jolloin tulokset poikkeavat edellisistä vuosista. (liite 3)



Kuva 6-6. Pisteiden KevP-8 (12.9.2012 alkaen) ja KevP-9 (7.9.2011 alkaen) vesien laatu nikkelin, sähkönjohtavuuden, pH:n, kiintoaineksen, sulfaattipitoisuuden ja kokonaistyyppipitoisuuden osalta. Kaikkia pisteeltä KevP-8 mitattuja kiintoainepitoisuuksia ei näy kuvaajassa skaalauksesta johtuen.

Kiintoainepitoisuudet pisteellä KevP-9 vaihtelivat välillä <math><2-22\text{ mg/l}</math> (määritysraja 2 mg/l). Suurimmat kiintoainepitoisuudet todettiin edellisvuosista poiketen elokuussa, aikaisemmin suurimmat pitoisuudet on havaittu sulamiskaudella. Kiintoainepitoisuuksien nousun taustalla on sivukivialueen 1b kuivatusvedet, joita johdettiin viikolta 33 alkaen suoraan vesivarastoaltaalle. Pumpattut vedet aiheuttivat samentumaa vesivarastoaltaalla. Vesien pumpaus lopetettiin 14.10.2016. Pisteeltä KevP-8 havaitut suuremmat kiintoainepitoisuudet eivät näkyneet altaalla yhtä voimakaina piikkeinä (Kuva 6-6, liite 3).

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat korkeita ja vaihtelivat välillä 3,8–19 mg/l, keskipitoisuus nousi tasolle 9,8 mg/l vuoden 2015 tasolta 5,8 mg/l. Elokuun loppupuolelta lähtien pitoisuudet nousivat ja vaihtelivat välillä 9,6–19,0 mg/l (ka. 12,4 mg/l). Altaalle tulevien vesien kokonaistyyppipitoisuudet ovat nousseet louhinnan lisääntyessä. Avolouhokselta pumpattujen vesien kokonaistyyppipitoisuudet olivat n. 17,2 mg/l, sivukivialueen vesien 41,2 mg/l ja rikastamon kautta pumpattavien vesien 5,8 mg/l. Sähkönjohtavuus (ka 184 mS/m) oli samaa tasoa kuin vuosina 2014 (185 mS/m) ja 2015 (184 mS/m). (Kuva 6-6, liite 3)

Laajemmat määritykset tehtiin maalīs-, touko-, kesä-, syys- ja joulukuussa. Kloridi- ja fosforipitoisuudet olivat laskussa. Tyyppijakeista ammoniumtyypessä on ollut havaittavissa nousevaa trendiä vuodesta 2013 alkaen. (liite 3)

Vesivarastoaltaan veden laatu korreloi voimakkaasti rikastushiekka-altaalta A pumpattavien vesien laadun kanssa, etenkin sähkönjohtavuuden ja pH:n osalta. Altaan typpi- ja nikkelpitoisuuksissa on nähtävissä voimakas vuodenaikaisvaihtelu, mikä ei pisteellä KevP-8 ole merkittävä. Pisteeseen KevP-8 kautta tuleva vesi vastaa noin 80 %:a altaalle tulevasta vesimäärästä. (Kuva 6-6)

Yhteenveto

Vesivarastoaltaan vesissä oli havaittavissa nikkeli- ja kokonaistyyppipitoisuuksien sekä myös pienoinen pH-arvojen nouseva kehitys. Kaivoksen toimintojen tehostuessa altaalle tulevien vesien ominaisuudet ovat muuttuneet ja muutokset näkyvät myös vesivarastoaltaalla.

Luvun 6.13 kaavioissa on koottu yhteen pisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 tulokset nikkelin, kuparin, sähkönjohtavuuden, pH:n, kiintoaineksen ja kokonaistyyppipitoisuuden osalta vesienkäsittelyn aloituksesta (5/2013) lähtien.

6.9 Pintavalutuskentälle johdettava vesi (KevP-10)

Ympäristöluvan lupaehtojen osalta (Ni, Cu, kiintoaineksen hehkutusjäännös, pH ja sulfaatti) tulokset on tarkemmin käsitelty luvussa 5.2

Puhdistettujen ylitevesien johtaminen pintavalutuskentälle käynnistyi 23.5.2013. Vuorokauden juoksumäärät olivat vuonna 2016 välillä 0–14 563 m³/d, keskimäärin 6 008 m³/d. Yhteensä pisteen KevP-10 kautta pumpattiin vettä vuoden aikana 2 441 892 m³ (2015 2 287 951 m³, 2014 2 436 059 m³ ja 2013 1 738 148 m³). KevP-10 kokonaisvesimäärästä pintavalutuskentän ohitti 252 041 m³ ja pintavalutuskentälle johdettiin näin ollen 2 189 581 m³. Vesienkäsittelyn koelaitoksessa (Veolia) käsiteltiin 33 378 m³.

Muutokset pisteellä KevP-10

Pisteellä on käytössä jatkuvatoiminen näytteenotin. Näytteenotin kokosi kokoomanäytteet johtamisvuorokausilta virtaamapainotteisesti syyskuun 21. päivään asti. Jätevesien käsittelyaltaan lähtökaivon muutostöiden vuoksi V-pato purettiin pois 22.9.2016 ja KevP-10 näytteenotin muutettiin ottamaan vuorokausikokoomaa aikaperusteisesti. Aiemmin näytteenottotiheys oli 400 ml/250 m³, 27.9.2016 näytteestä lähtien näytteenottotiheys on ollut 400 ml/h.

Toukokuussa 2016 rakennettiin uusi putkilinja, jolla voidaan tarvittaessa vesienkäsittelystä tulevat vedet johtaa pintavalutuskentän ohittavalle linjalle, joka ohjaa vedet pintavalutuskentän pumppaamolle. Linja on osin sama kuin vesivarastoaltaalle menevä takaisinpumppauslinja. Ohituslinja otettiin käyttöön 7.6.2016. Linjaa käytetään aina, kun vesienkäsittelystä tuleva kokonaisvirtaama on enemmän kuin 350 m³/h, jotta pintavalutuskentälle ei juokseteta liikaa vesiä ja hydraulinen pintakuorma ei ylitä. Linjan loppupäästä on takaisinpumppauksen mahdollisuus vesivarastoaltaalle.

Vesienkäsittelyssä oli vuonna 2016 käytössä lisäsakeutin tehostamassa nykyistä vesien käsittelyä. Lisäsakeutin oli vuoden aikana toiminnassa seuraavasti: 10.7.–26.7., 28.7.–1.8., 4.8.–6.8., 28.8.–6.9, 9.9.–11.9, 14.9.–16.9. ja 22.9.–12.10.2016. Lisäsakeuttimen tarkoituksena oli lisätä vesienkäsittelyn viipymää ja tehostaa näin reduktiota.

Vesienkäsittelylaitoksen rinnalla toimiva lisäkäsittelylaitos käsitteli vesivarastoaltaan vesiä toukokuun lopulta heinäkuun loppuun asti normaalin käsittelylaitoksen rinnalla, muutamaa katkoa lukuun ottamatta.

Pintavalutuskentälle johdettavasta vedestä otettiin tarkkailuohjelman mukaisesti näytteet päivittäin. Puuttuvat näytteet vuonna 2016 pisteeltä KevP-10

- 27.–30.4. ei vesienkäsittelyä pintavalutuskentän paineenkorotuspumppaamorikon vuoksi
- 25.–27.5. vesienkäsittelyn juoksumäärä ei riittänyt
- 4.6. ei näytettä näytteenottimen häiriön vuoksi
- 8.8.–19.8. vesienkäsittely oli keskeytyksissä, käsittelyaltaalla tehtiin vedenpin-

- 6.-7.9. sekä 11.9. ei näytteitä näytteenottimen häiriön vuoksi
- 22.-26.9 ei näytteitä lähtökaivon muutostöiden vuoksi
- 15.-24.10. ei näytteitä näytteenottimen häiriön vuoksi
- 4.-5.11. ei näytteitä näytteenottimen jääntymisen vuoksi

Puuttuvien näytteiden osalta kuormituksen laskennassa on käytetty edellisen ja seuraavan näytteen keskiarvoa. Kitiseen pumpattavissa vesissä ei ole havaittu merkittäviä muutoksia aikoina, jolloin pintavalutuskentälle johdettavasta vedestä ei ole ollut tietoa.

Tulokset

Pintavalutuskentälle johdettavan veden pH-arvot vaihtelivat välillä 6,6–9,4 (luparaja juoksutusai- kana 6–9,5). Sulfaatti- (130–1300 mg/l) ja kokonaistyyppipitoisuudet (5,5–22 mg/l) ovat nousseet vuosina 2015 ja 2016. Muutoksen taustalla on käsittelyyn tulevan veden nousseet pitoisuudet. Kaivoksen toimintojen jatkuessa esimerkiksi sivukivialueen suotovesien typpi- ja sulfaattipi- toisuudet ovat nousseet ja vuosien 2015 ja 2016 aikana alueen vesiä on johdettu suoraan ve- sienkäsittelyyn tarvittaessa. Sähkönjohtavuudet ovat nousseet vesien väkevöityessä, vuonna 2016 johtavuudet vaihtelivat välillä 100–290 mS/m, keskiarvon ollessa 214 mS/m (vuonna 2015 198 mS/m). (luku 6.13, liite 3)

Epäorgaanisen kiintoaineen määrää kuvaava kiintoaineen hehkutusjäännös vaihteli näytteissä vä- lillä <2–16 mg/l (määritysraja 2 mg/l), keskipitoisuuden ollessa 2,3 mg/l. Nikkelipitoisuudet yk- sittäisissä näytteissä välillä 0,010-0,550 mg/l. Kuparipitoisuudet olivat edellisvuosien tapaan al- haisia, pääsääntöisesti alle määritysrajan (<0,001 mg/l). (Kuva 6-9)

Kuukausittainen määritetyissä alkalimetalleissa (K, Na, Mg ja Ca) ja rikissä oli havaittavissa vuo- teen 2015 asti nouseva trendi. Vuonna 2016 rikin pitoisuudet jatkoivat nousuaan ja magnesiumin keskipitoisuus nousi huomattavasti edellisvuodesta. Muiden alkalimetallien (K, Ca ja Na) osalta pitoisuuksien nousu näyttäisi taittuneen laskuun. Tuloksissa voi olla tilastollinen virhe, koska vuo- sien 2015 ja 2016 tulokset eivät ole täysin verrannollisia keskenään muuttuneen näytetiheyden vuoksi. (Taulukko 6-3, liite 3)

Taulukko 6-3. Pintavalutuskentälle johdettavien vesien (KevP-10) alkalimetallien ja rikin keskipitoisuuksien kehitys vuosina 2013–2016.

	2013	2014	2015	2016
K, mg/l	26	40	46	40
Ca, mg/l	105	109	141	134
Mg, mg/l	36	38	45	78
Na, mg/l	122	179	177	136
S, mg/l	17	131	203	239

Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus määritettiin kuukausittain. Öljyjä ei havaittu, määritystulosten jäädessä alle määritysrajan (<0,05 mg/l) kaikissa näytteissä. Pintavalutuskentälle johdettavassa vedessä oli näkyvissä prosessivesissä havaittujen tiosulfaattipitoisuuksien nousu. Tiosulfaattia oli keskimäärin vuonna 2016 vesissä 37 mg/l, kun vuonna 2015 keskimääräinen pitoisuus oli 29 mg/l ja vuonna 2014 5,5 mg/l.

Vuonna 2015 havaittu molybdeenipitoisuuksien nousu vuoden 2014 tasosta 3,1 µg/l tasolle 10,4 µg/l taittui vuonna 2016 laskuun tason ollessa 8,1 µg/l. Sen sijaan seleeni jatkoi pientä nousuaan vuoden 2015 tasolta 3,9 µg/l tasolle 5,6 µg/l, kuten hiukan myös orgaanisen aineksen pitoisuus (COD_{Mn} 21,9→22,8 mg/l). Alumiinia oli havaittavissa myös tällä pisteellä hieman edellisvuosia enemmän. Muutoksen syynä on pisteen KevP-2 vedet, joissa alumiinipitoisuudet nousivat sivuki- vialueen 1b pohjatöiden vuoksi. Muut kuukausittain määritetyt pitoisuudet vastasivat edellisvuo- sien tuloksia tai olivat laskussa. Mangaani- ja rautapitoisuudet ovat yleisesti laskeneet sivuki- vialuetta lukuun ottamatta koko kaivosalueella.

Kattavan alkuaineanalyysin (28.10.2016) tuloksissa oli havaittavissa Kevitsan malmion maa- alkalimetallianomaliat. Määrityksissä havaittiin jonkin verran bariumia ja strontiumia, joita esiin-

tyy ympäristössä mineraaleissa ja vapautuu ympäristöön pääosin rapautumisen seurauksena. Tuhannen kaivon tutkimuksessa (Lahermo ym. 1999) bariumin keskipitoisuus porakaivoissa oli 26,3 µg/l, purovesien taustapitoisuus voi olla luokkaa 10 µg/l (Lahermo ym. 1990). Pisteeltä KevP-10 määritetty pitoisuus oli 80 µg/l samalla tasolla edellisvuoden havainnon kanssa (vuonna 2015 76 µg/l). Strontiumin osalta samaisissa tutkimuksissa keskipitoisuus purovesissä oli luokkaa 25 µg/l ja porakaivoissa 190 µg/l, pisteeltä KevP-10 määritettiin vuonna 2016 pitoisuus 310 µg/l (vuonna 2015 370 µg/l).

Rubidiumia oli havaittavissa pisteen KevP-10 vedessä tuhannen kaivon tutkimusta runsaammin, tutkimuksessa keskipitoisuudeksi porakaivoissa saatiin 3,2 µg/l kun taas Kevitsan tulos lokakuussa oli 98 µg/l (vuonna 2015 86 µg/l). Myös bromipitoisuus 1800 µg/l oli käytettävissä olevia vertailuaineistoja korkeampi, kuten myös vuonna 2015 jolloin pitoisuus oli 1500 µg/l. Bromi korreloi voimakkaasti veden suolojen (kloridi, sulfaatti, alkalimetallit) kanssa. Muut kattavan alkuaineanalyysin tulokset olivat joko alle määrittämissä tai alle tuhannen kaivon tutkimuksen keskipitoisuuksien.

Kerran vuodessa tehtävät toksisuustestit tehtiin 28.10.2016. Toksisuustestien (levätesti, vesikirpputesti, valobakteeritesti) perusteella pisteen KevP-10 vesi ei ollut toksista tutkituille eliöryhmille.

Luvun 6.13 kuvaajiin on koottu yhteen pisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 tulokset nikkelin, kuparin, sähköjohtavuuden, pH:n, kiintoaineksen ja kokonaistyyppipitoisuuden osalta vesienkäsittelyn aloituksesta lähtien.

6.10 Vesienkäsittelyn koejärjestelyjen tulokset

Kevitsan kaivoksella on vuoden 2016 aikana tehty toimenpiteitä vesienpuhdistusjärjestelmän tehostamiseksi. Jätevesiä on käsitelty erillisessä mobiilissa jätevesien käsittelylaitoksessa (Veolia Actiflo® System) ja nykyisellään käytössä olevaan käsittelyyn on lisätty lisäsakeutin tehostamaan käsittelyä. Myös nykyisen käsittelyaltaan viipymää on lisätty. Koejärjestelyjen tuloksia on käsitelty tarkemmin erillisraportissa (Boliden Kevitsa Mining Oy 25.10.2016).

Mobiili jätevesien käsittelylaitos Actiflo® käsitteli vesivarastoaltaasta jätevesien käsittelyyn tulevaa vettä normaalin käsittelyn (ETP) rinnalla 28.5.–1.8.2016 välisenä aikana. Elokuussa (2.–30.8.2016) laitoksella käsiteltiin sivukivialueen vesiä. Actiflo® -laitoksen havaittiin puhdistavan tehokkaasti jätevesien metallipitoisuuksia ja kohtuullisesti kiintoainetta.

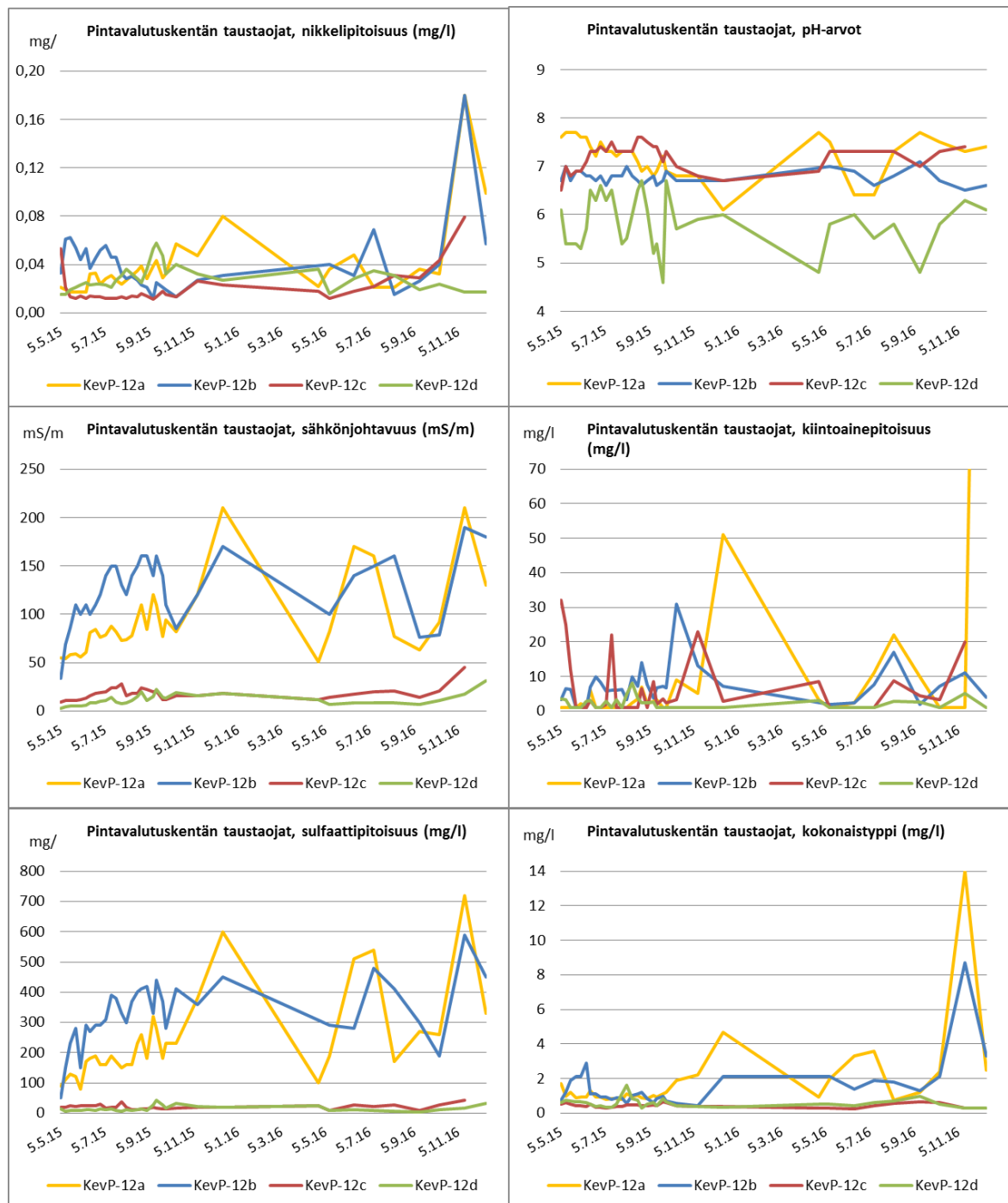
Jätevesien käsittelyyn (ETP) liitettiin lisäsakeutin heinäkuun ensimmäisellä viikolla. Lisäsakeuttimen ja viipymän kasvattamisen havaittiin tehostavan metallien reduktiota, mutta kiintoaineseen ei ollut merkittävää vaikutusta. Sakeutinta on mahdollista hyödyntää kesä- ja syyskaudella ja sen havaittiin toimivan luotettavasti myös korkeilla virtaamilla.

6.11 Pintavalutuskentän taustaojat (KevP-12a, KevP-12b, KevP-12c ja KevP-12d)

Taustaojista pyrittiin ottamaan näytteen kuukausittain. Tammi-maaliskuussa näytteenotto ei onnistunut yhdeltäkään pisteeltä. Huhtikuussa näytettä ei saatu pisteeltä KevP-12b ja joulukuussa pisteeltä KevP-12c. Muulloin näytteenotto onnistui suunnitellusti.

Vesinäytteiden nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,012–0,180 mg/l, pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa merkittäviä eroja pisteiden välillä. Suurimmat pitoisuudet (0,180 mg/l) mitattiin samaan aikaan (14.11.2016) pintavalutuskentän eri puolilla sijaitsevilta pisteiltä KevP-12a ja KevP-12b, muuten pitoisuudet olivat alle 0,100 mg/l. Veden pH vaihteli välillä 4,8–7,7. Keskimäärin happamimmat tulokset (pH 4,8–6,3) mitattiin ojalta KevP-12d, joka kiertää pintavalutuskentän etelälaidalla. (Kuva 6-7, liite 3)

Sähköjohtavuudet ja sulfaattipitoisuudet olivat aiempien vuosien tapaan selvästi korkeampia pisteillä KevP-12a ja KevP-12b kuin KevP-12c ja KevP-12d, jossa pitoisuudet olivat lähes luonnonvesien tasolla (Kuva 6-7, liite 3).



Kuva 6-7. Pintavalutuskentän taustaojien vesien kuvaajat nikkelin, sähkönjohtavuuden, pH:n, kiintoaineksen, sulfaatin ja kokonaistyyppien osalta 5.5.15 alkaen.

Kiintoainepitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti pitkin vuotta, pitoisuudet näytesteillä vaihtelivat välillä <math><2,0-330\text{ mg/l}</math>. Yksittäinen poikkeava pitoisuus 330 mg/l, mitattiin pisteeltä KevP-12a joulukuussa, muuten pitoisuudet olivat enimmillään 22 mg/l. Yleisesti pisteillä KevP-12c ja KevP-12d kiintoainemäärät ovat pieniä (liite 3). Mataraojaan johdettavien vesien kiintoainepitoisuuden tulee olla <math><30\text{ mg/l}</math>, mikä täyttyy Mataraojaan päätyvillä pisteillä KevP-12c ja KevP-12d. Taustaojissa on ajoittain erittäin vähän vettä, minkä vuoksi näytteeseen päätyy herkästi kiintoainetta ojan pohjasta näytteenoton yhteydessä.

Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat pisteillä KevP-12a ja KevP-12b välillä 0,75–14,0 mg/l ja pisteillä KevP-12c ja KevP-12d 0,23–0,98 mg/l. Suurin yksittäinen pitoisuus (14,0 mg/l) mitattiin pisteeltä KevP-12a marraskuussa, muuten pitoisuudet olivat pisteellä alle 3,6 mg/l. Myös pisteel-

lä KevP-12b mitattiin marraskuussa vuoden suurin pitoisuus 8,7 mg/l, muuten pitoisuudet jäivät alle 3,3 mg/l. Nämä yksittäiset havainnot nostivat keskimääräisiä pitoisuuksia selvästi. Myös ilman poikkeavia pitoisuuksia havaittiin typen keskipitoisuuksien olevan nousussa pisteillä KevP-12a ja KevP-12b. Sen sijaan pisteillä KevP-12c ja KevP-12d keskimääräiset typpipitoisuudet laskevat. (Kuva 6-7, liite 3)

Keskimääräiset alkalimetallipitoisuudet olivat alhaisia verrattuna pintavalutuskentälle pumpattaviin vesiin ja erittäin alhaisia pisteillä KevP-12c ja KevP-12d. Muut tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien havaintoihin, olosuhteista johtuen eri kierrosten tuloksissa on jonkin verran hajontaa.

6.12 Pintavalutuskentältä Kitiseen pumpattava vesi (KevP-11)

Pintavalutuskentältä Kitiseen pumpattavasta vedestä otettiin näytteet viikoittain. Kuukausittain näytteistä analysoitiin 26 alkuainetta, toksisuustestit sekä öljyhiilivedyt. Vuonna 2016 vettä pumpattiin Kitiseen 3 775 466 m³ (2015 3 686 601 m³, 2014 3 199 583 m³ ja 2013 2 400 318 m³). Näytteitä analysoitiin vuoden aikana yhteensä 51 kappaletta. Viikolla 38 19.9.2016 otettu näyte katosi kuljetuksen tai näytteiden vastaanoton aikana, eikä näytettä voitu analysoida.

Vuoden 2016 aikana veden pH-arvot vaihtelivat välillä 6,3–7,8 (vuonna 2015 6,3–7,6). Kiintoainepitoisuudet olivat välillä <2,0–25 mg/l (määritysraja 2 mg/l). Kiintoainesta havaittiin yleisesti kevättalvella, suurimmat yksittäiset pitoisuudet mitattiin 13.6.2016 (25 mg/l) ja 17.10.2016 (19 mg/l), muulloin pitoisuudet olivat alle 8,4 mg/l. (luku 6.13, liite 3)

Sähkönjohtavuus vaihteli välillä 88–240 mS/m (vuonna 2015 37–240 mS/m). Keskimääräinen sähkönjohtavuus nousi vuoden 2015 tasolta 158 mS/m tasolle 171 mS/m ja keskiarvo on nousut vuosittain. Sulfaatin pitoisuudet nousivat, vaihdellen välillä 140–920 mg/l (vuonna 2015 39–700 mg/l). Sulfaatin keskipitoisuuden nousu on ollut selvää vuodesta 2012 alkaen (Taulukko 6-3). Kloridin pitoisuudet olivat sen sijaan aiempaan nähden matalampia, vaihdellen välillä 78–330 mg/l (vuonna 2015 25–460 mg/l). Kokonaistyyppipitoisuudet nousivat, kuten muutenkin vesienkäsittelyssä. Pitoisuudet olivat 2016 välillä 0,93–15,0 mg/l, ka 4,1 mg/l (vuonna 2015 0,33–7,2 mg/l, ka 2,4 mg/l). (luku 6.13, liite 3)

Metalleista kuparipitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle määritysrajan. Nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,022–0,200 mg/l, keskipitoisuus oli 0,066 mg/l. Keskimääräinen pitoisuus nousi hieman edellisvuodesta 0,055→0,066 mg/l. Nikkelipitoisuuksien on huomattu nousevan erityisesti silloin, jolloin sivukivialueen suotovedet on ohjattu suoraan vesienkäsittelyyn. Rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat laskussa. (luku 6.13, liite 3)

Alkalimetallien (K, Mg ja Ca) sekä rikin pitoisuudet ovat nousseet vesien käsittelyn aloittamisesta alkaen. Varsinkin rikkipitoisuudet ovat nousseet viime vuosina huomattavasti. Natriumpitoisuudet ovat sen sijaan kääntyneet laskuun. (taulukko 6-4, liite 3)

Taulukko 6-4. Pintavalutuskentältä Kitiseen johdettavien vesien (KevP-11) alkalimetallien, sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja rikin keskipitoisuuksien kehitys vuosina 2012–2015.

	2012	2013	2014	2015	2016
K, mg/l	4,6	21,3	28,3	30,7	31,0
Ca, mg/l	28,6	84,2	82,8	102,4	107,0
Mg, mg/l	28,7	34,9	37,7	44,0	66,7
Na, mg/l	7,9	99,4	128,1	119,0	104
sähkönjohtavuus mS/m	38	92	150	158	171
sulfaatti, mg/l	79	210	295	380	492
S, mg/l	25	87	103	136	170

Vedessä olevan orgaanisen aineen indikaattoreista COD_{Mn}, TOC ja DOC pitoisuudet laskivat vuoden 2015 tuloksista ollen vuoden 2014 tasoilla. Vuonna 2015 pitoisuuksia nosti aiempaa suuremmat virtaamat, jotka saivat liikkeelle orgaanista ainesta.

Muissa viikoittain määritetyissä pitoisuuksissa ei ollut havaittavissa selkeitä kehityssuuntia. Eri tyyppijakeet ovat nousseet yleisesti tyyppipitoisuuksien noustessa. Tiosulfaattia havaittiin pisteen vesissä vain satunnaisesti, vaikka pitoisuudet olivat nousussa vielä pisteellä KevP-10. Pintavalutus kentällä pH neutraloituu, jolloin tiosulfaatti hajoaa tehokkaammin.

Kerran kuussa määritetty öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus oli näytteissä alle määritysrajan. Kuu-kausittaisten metallimääritysten tuloksissa havaittiin alumiinin, molybdeenin ja seleenin keskipitoisuuksien nousseen vuodesta 2015. Sen sijaan bariumin ja koboltin keskipitoisuudet olivat laskussa.

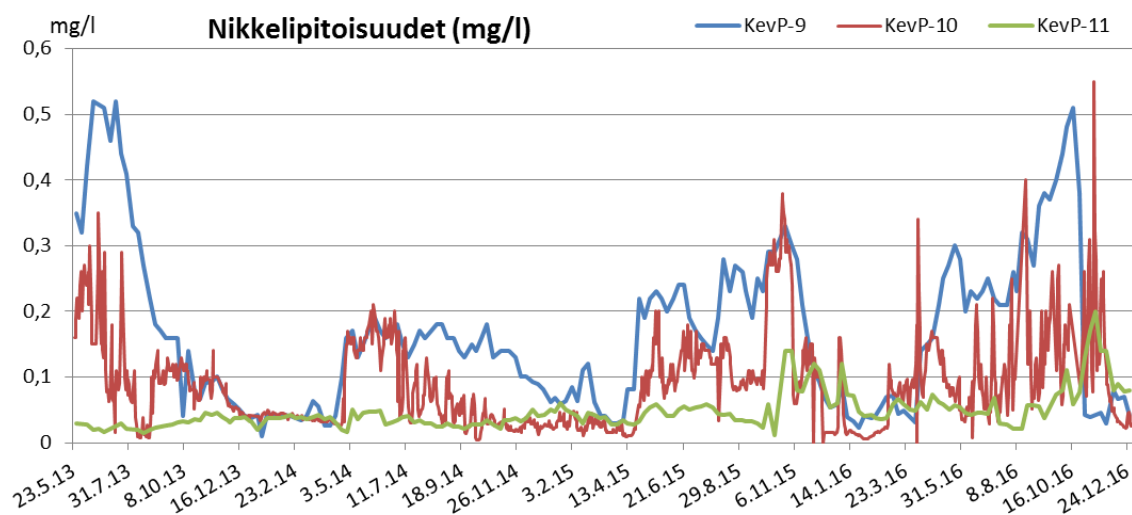
Kuukausittain tehtyjen toksisuustestien (levätesti, vesikirpputesti, valobakteeritesti) perusteella pisteen KevP-11 näytteet eivät olleet toksisia.

Kattavan alkuaineanalyysin (8.11.2016) tuloksissa oli havaittavissa Kevitsan malmion maa-alkalimetallien anomalia, kuten pisteellä KevP-10. Pisteen KevP-11 vesissä oli strontiumia 260 µg/l (pisteellä KevP-10 310 µg/l), rubidiumia 90 µg/l (pisteellä KevP-10 98 µg/l) ja bromia 1 700 µg/l (pisteellä KevP-10 1 800 µg/l). Edellä mainitut alkuaineet eivät pidä kovin tehokkaasti pintavalutus kentälle. Muut kattavan alkuaineanalyysin pitoisuudet olivat joko alle määritysrajojen tai alle tuhannen kaivon tutkimuksen keskipitoisuuksien.

6.13 Keskeiset pitoisuuskuvaajat (KevP-9, KevP-10 ja KevP-11)

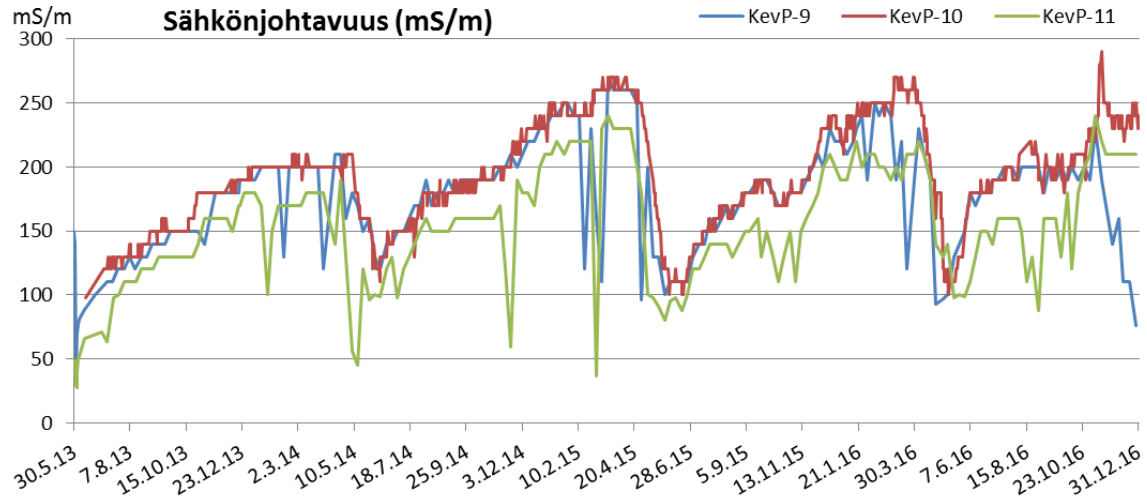
Tässä luvussa esitettyihin kuviin on koottu yhteen pisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 tulokset nikkelin, sähkönjohtavuuden, pH:n, kiintoaineksen ja kokonaistyyppipitoisuuden osalta vuoden 2013 alusta alkaen. Kuvien avulla on mahdollista tarkastella vesienkäsittelyn vaikutusta pitoisuuksiin ja pitoisuuksien kehittymistä. Vesienkäsittely ja veden pumppaus pintavalutus kentälle alkoi 23.5.2013.

Korkeimmat nikkelpitoisuudet havaittiin vesivarastoaltaalla (KevP-9) kesä-syyskuussa 2013, korkeat pitoisuudet selittyivät huhtikuussa 2013 aloitetulla nikkelpitoisten vesien pumppauksella sivukivialueelta altaalle talven jälkeen, lähellä vastaavia tuloksia käytiin syksyllä 2016. Nikkelpitoisuuksien vuosittainen kasvava trendi on näkyvissä kuvaajissa. Pitoisuudet ovat edelleen alle luparajojen ja pitoisuuksien on havaittu yleensä nousevan, kun pumpattavan veden määrä vähenee. (Kuva 6-8)



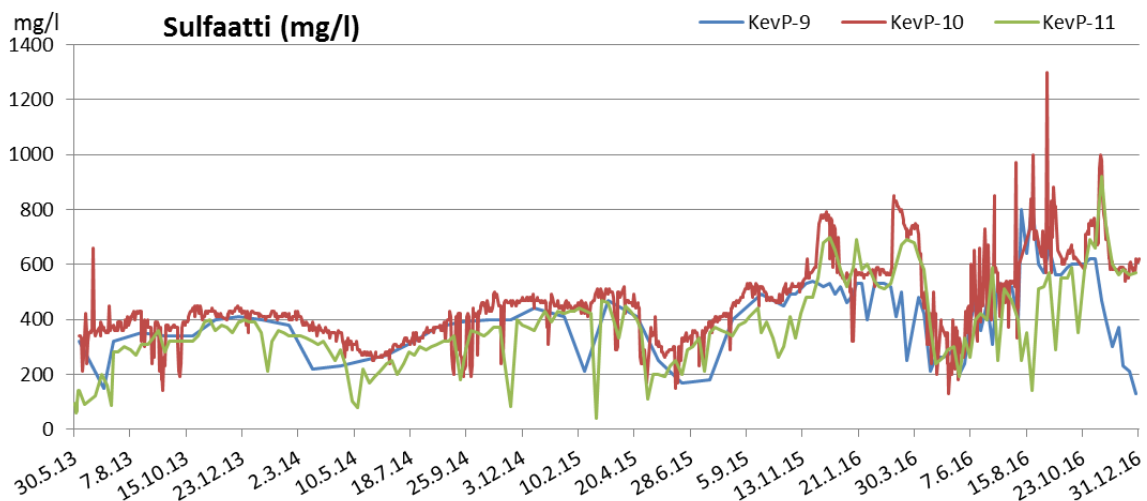
Kuva 6-8. Näytepisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 nikkelpitoisuudet 5/2013 alkaen.

Sähkönjohtavuudet ovat hiljalleen nousseet vesienkäsittelyn alkamisesta lähtien. Kuvaajaa hallitsee vuodenaikaisvaihtelu, suurimmat sähkönjohtavuudet mitataan yleensä keskitalvella, jonka jälkeen pitoisuudet laskevat jyrkästi. Vesienkäsittelyssä sähkönjohtavuus ei juuri muutu, mutta pintavalutuskentän jälkeen sähkönjohtavuus laskee jonkin verran todennäköisesti alueelta kertyvien laimentavien pinta- ja hulevesien vaikutuksesta. (Kuva 6-10)



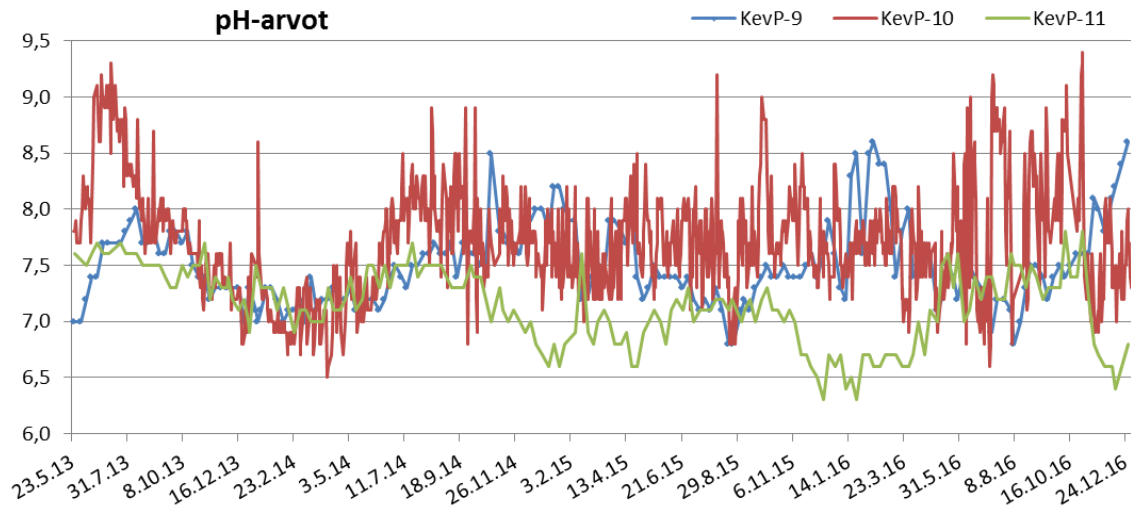
Kuva 6-9. Näytepisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 sähkönjohtavuudet 5/2013 alkaen.

Sulfaattipitoisuuksissa on havaittavissa nouseva kehitys, vaikkakin pitoisuuksissa on edellisiä vuosia suurempia vaihteluja tarkkailunäytteiden välillä. Aineistossa näkyvät vaihtelut ovat seurausta sivukivialueen vesien johtamisjärjestelyistä, sivukivialueen sulfaattipitoisia vesiä on johdettu tarvittaessa luvan mukaisesti suoraan vesienkäsittelyyn. (luku 6.2)



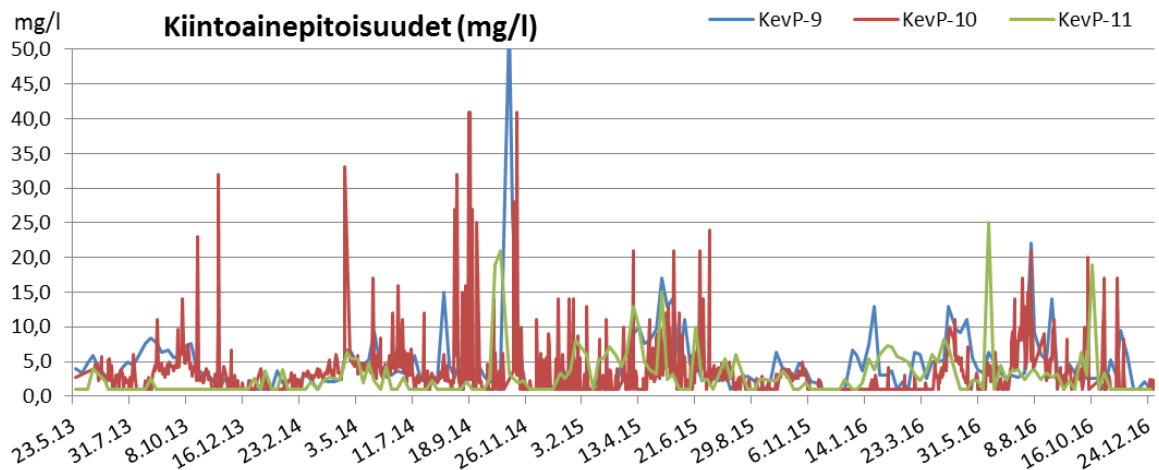
Kuva 6-10. Näytepisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 sulfaattipitoisuudet 5/2013 alkaen.

Vesivarastoaltaalta (KevP-9) ja vesienkäsittelyn jälkeen (KevP-10) mitattu veden pH oli pääsääntöisesti emäksisen puolella, sen sijaan pintavalutuskentän jälkeen pisteellä KevP-11 arvot olivat keskimäärin neutraaleja, loppuvuodesta hieman happaman puolella. Pintavalutuskentällä oli veden pH-arvoa tasaava ja hieman laskeva vaikutus.



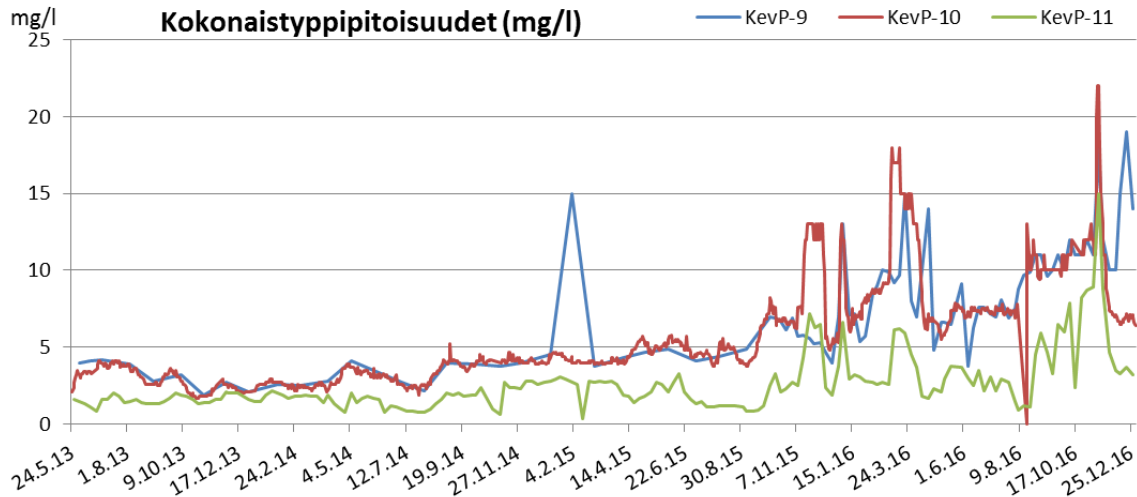
Kuva 6-11. Näytesteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 pH 5/2013 alkaen.

Pisteillä havaittiin yksittäisiä kiintoainepiikkejä varsinkin loppuvuodesta. Yhtenä selityksenä havainnoille on uudelta sivukivialueelta 1b elo-lokakuussa pumpatut kuivatusvedet, jotka samensivat vesivarastoaltaan vettä havaittavasti. Kitiseen pumpattavissa vesissä pitoisuudet olivat pääsääntöisesti alhaisia, yleisesti alle määrittäysrajan <2 mg/l.



Kuva 6-12. Näytesteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 kiintoainepitoisuudet 5/2013 alkaen.

Kokonaistypen pitoisuuksissa on ollut havaittavissa pitoisuuksien nousua vuoden 2014 loppupuolelta alkaen. Toimintojen tehostuminen ja käytettyjen räjähdäaineiden määrän lisääntyminen aiheuttavat havaitut muutokset. Typpipitoisuuksissa näkyy myös sivukivialueen suotovesien johdaminen suoraan vesienkäsittelyyn. Kun sivukivialueen vesien pumpaus on ohjattu vesivarastoaltaan sijaan suoraan vesienkäsittelyyn, typpipitoisuudet nousevat pisteillä KevP-10 ja KevP-11, kun taas pisteellä KevP-9 pitoisuudet laskevat pienellä viiveellä.



Kuva 6-13. Näytepisteiden KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 kokonaistyyppipitoisuudet 5/2013 alkaen.

6.14 Öljynerottimet (KevP-15a1-15d1, KevP-15a2-15d2)

Kaivosalueella on tällä hetkellä 4 öljynerotinta, joista tarkkaillaan tulevan ja lähtevän veden öljyhiilivetytyypitoisuutta ennen laitteiden öljytilan tyhjännystä. Öljynerottimet on numeroitu seuraavasti; konekorjaamo (a), lämpölaitos (b), kaivoskonekorjaamo (c) ja polttoaineen jakeluasema (d). Molempien korjaamojen öljynerottimesta lähtevästä vedestä (KevP-15a2 ja KevP-15c2) on analysoitava myös haihtuvat halogenoituneet ja halogeenittomat hiilivedyt kerran vuodessa. Mikäli näytteissä todetaan kohonneita pitoisuuksia, öljynerottimen toimivuus tarkastetaan ja näytteenottoa tiennetään tarpeen mukaan, kunnes poikkeustilanne on hoidettu. Öljynerottimien vedet johdetaan vesivarastoalalle.

Kaivosalueen pienkonekorjaamon (syys- ja lokakuussa) ja polttoaineen jakeluaseman (heinä- ja syyskuussa) öljynerottimien toiminnassa havaittiin häiriöitä. Häiriöt ja niiden seurauksena toteutetut toimenpiteet on kuvattu viranomaisille toimitetuissa ympäristöpoikkeamaraporteissa.

Vuoden 2016 tarkkailutulosten mukaan lämpölaitoksen (näytepiste KevP-15b2) ja kaivoskonekorjaamon (näytepiste KevP-15c2) öljynerottimet toimivat normaalisti.

Kaivosalueen pienkonekorjaamon (KevP-15a) öljynerottimessa havaittiin häiriöitä heinäkuussa. Öljynerottimelta otettiin suunniteltu uusintänäyte 9.8.2016 ja uusintänäytteen perusteella öljynerotin toimi kutakuinkin normaalisti. Syyskuussa kuitenkin öljynerottimen lähtevässä kaivossa havaittiin jälleen tulevaa suurempi pitoisuus öljyhiilivetyjä.

Pienkonekorjaamolta haettiin näytteitä 11.10.2016 kattavasti pitoisuuksien selvittämiseksi. Näytteet otettiin normaalien tulevan ja lähtevän kaivon lisäksi sadevesikaivosta, sekä hallin sisältä lattiakaivoista (4 kpl). Öljyhiilivetyjä havaittiin jokaiselta näytepisteeltä, summapitoisuudet olivat välillä 9-37mg/l. Öljypitoisuuksien lähteen selvittämiseksi laboratoriossa tehtiin pienkonekorjaamolla käytettävistä pesuaineista laimennustestaukset. Tulosten perusteella pesuaineen öljyhiilivedyt eivät muistuttaneet alkuperäisen näytteen kromatogrammeja, eivätkä näin selitä havaittuja pitoisuuksia.

Öljynerottimet puhdistettiin 21.10.2016 ja uusintänäytteet haettiin 25.10.2016. Puhdistuksen jälkeen erottimet toimivat normaalisti. Näytteiden tulokset olivat: tulevan kaivon summapitoisuus (C₁₀-C₄₀) 0,78 mg/l, jaakohtaisten ollessa (C₁₀-C₂₁) 0,16mg/l ja (C₂₁-C₄₀) 0,62 mg/l ja lähtevän kaivon summapitoisuus (C₁₀-C₄₀) 0,24 mg/l, jaakohtaiset (C₁₀-C₂₁) 0,07mg/l ja (C₂₁-C₄₀) 0,16 mg/l.

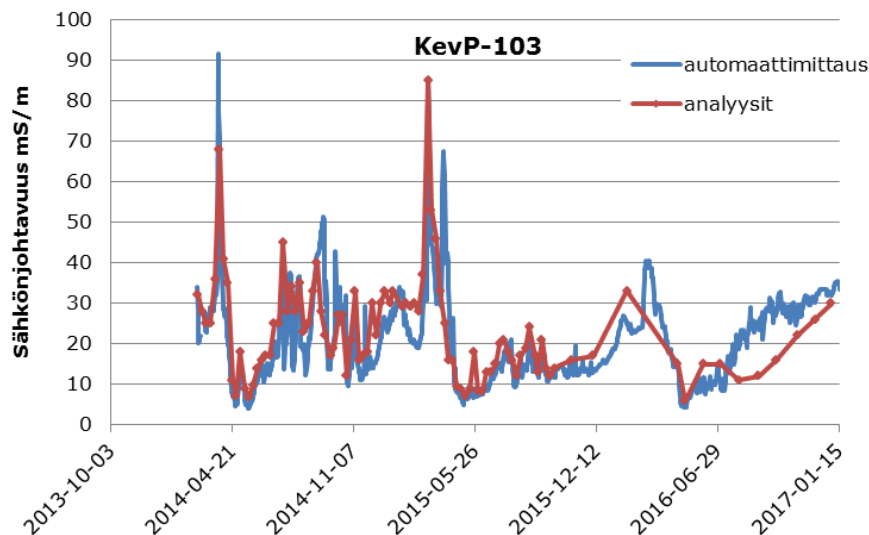
Polttoaineen jakeluaseman (KevP-15d) öljynerottimessa havaittiin myös häiriöitä heinäkuussa. Kaivo huollettiin 26.7.2016. Lähtevässä kaivossa on ollut läpi vuoden erittäin vähän vettä, ve-

denpinta on ollut purkuputken pään alapuolella, eikä edustavaa näytettä ei ole saatu. Öljynerotimen toimintaa selvitetään edelleen.

Korjaamoiden öljynerottimista määritettiin myös haihtuvien hiilivetyjen pitoisuudet. Pienkonekorjaamolla öljynerottimesta lähtevässä vedessä havaittiin heinäkuussa 0,3 mg/l asetonia, 38 µg/l sykloheksaania ja muutamia mikrogrammoja litrassa muita haihtuvia hiilivetyjä. Seuraavissa näytteissä pitoisuudet olivat laskeneet. Kaivoskonekorjaamolla havaittiin elokuussa alhaisia määrittelysrajan alittavia tai määrittelysrajan tuntumassa olevia pitoisuuksia haihtuvia yksittäisiä hiilivetyjakeita. Syyskuun tarkastusnäytteessä haihtuvia hiilivetyjä ei havaittu.

6.15 Mataraojan eteläinen haara (KevP-103)

Mataraojan eteläisen haaran vedenlaatua tarkkailtiin tarkkailuohjelman mukaisesti kerran kuussa. Pisteellä on jatkuvatoiminen virtaama- ja sähkönjohtavuusmittari. Näytteenottoa tiennetään, jos sähkönjohtavuudessa havaitaan muutoksia. Vuonna 2016 näytteitä ei saatu tammi- ja maaliskuussa ojan ollessa pohjaan asti jäässä. Sähkönjohtavuuden automaattinen mittaus toimi hyvin koko vuoden (Kuva 6-14).

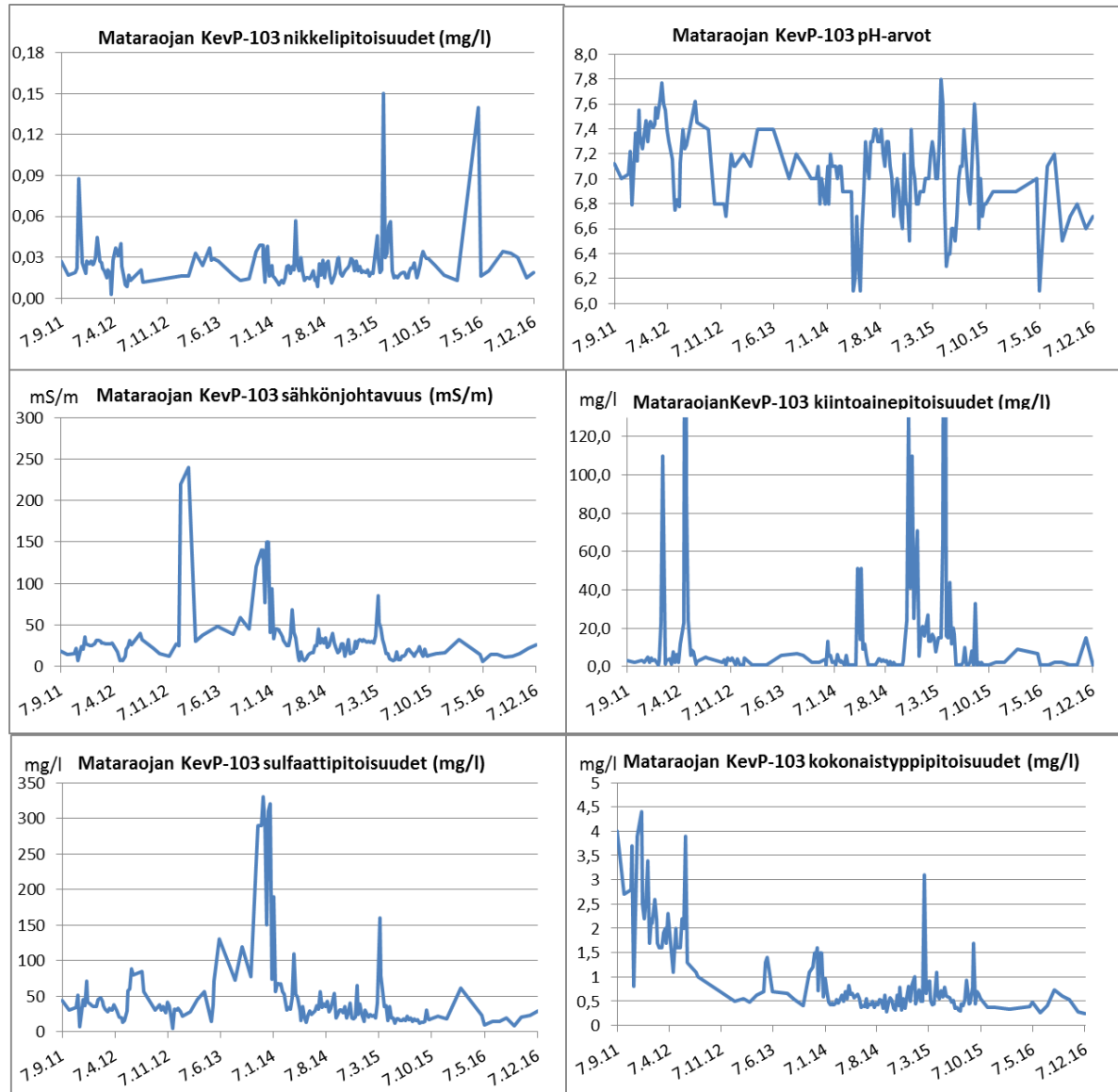


Kuva 6-14. Mataraojan havaintopisteen KevP-103 sähkönjohtavuus automaattisella mittauksella ja vesinäytteiden laboratoriomäärityksissä. Automaattisen mittauksen aineisto www.ehp-data.com (30.1.2017).

Mataraojan eteläisen haaran tarkkailupisteellä nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,013-0,14 mg/l. Yksittäinen suurempi pitoisuus 0,14 mg/l havaittiin 25.4.2016, jolloin oli runsaasti sulamisvesiä liikkeellä. Poikkeavan näytteen ottamisen yhteydessä aikaan on havaittu veden olevan sameaa. Muuten pitoisuudet jäivät alle 0,034 mg/l ja vastasivat edellisvuosien tuloksia. Keskimääräinen pitoisuus nousi hieman edellisvuosista johtuen yksittäisestä korkeammasta pitoisuudesta. (Kuva 6-15)

Sähkönjohtavuudet vaihtelivat pisteessä KevP-103 välillä 5,9–33 mS/m, ollen edellisvuosia alhaisempia. Kiintoainesta oli satunnaisesti liikkeellä, pitoisuuksien vaihdellessa välillä <2-15 mg/l (määrittelysraja 2 mg/l). Edellisvuosien suuria yksittäisiä pitoisuuksia ei havaittu vuonna 2016. Ojan vesimäärä on pieni, jonka vuoksi pienikin pintavalunta nostaa kiintoainepitoisuuksia. Pisteiden pH vaihteli välillä 6,1–7,2 keskiarvon ollessa 6,8. Mataraojan pH-arvoissa on nähtävissä keväiset sulamisvesien pH:ta laskeva vaikutus. (Kuva 6-15)

Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2016 välillä 9–61 mg/l ja olivat siten aiemmin havaittua alhaisempia. Suurimmat sulfaattipitoisuudet mitattiin sydäntalvella. Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,24–0,74 mg/l (2015 0,3-3,1 mg/l, 2014 0,28–0,96 mg/l ja 2013 0,40–1,6 mg/l). Keskimääräiset pitoisuudet olivat vuosien 2014 ja 2015 tasoilla. (Kuva 6-15)



Kuva 6-15. Mataraojan eteläisen haaran vesien (KevP-103) pH- ja sähkönjohtavuusarvot sekä nikkeli-, kiintoaine-, sulfaatti ja kokonaistyyppipitoisuudet 7.9.2011 alkaen. Skaalauksesta johtuen 3.5.2012 mitattu kiintoainepitoisuus 360 mg/l sekä 7.4.15 mitattu pitoisuus 390 mg/l ei näy kuvaajassa.

Pisteen KevP-103 alkalimetallipitoisuudet olivat edelleen laskusuunnassa edellisvuosiin verrattuna. Ojan pitoisuudet ovat huomattavasti pienemmät kuin pintavalutuskentältä lähtevässä vedessä, mutta hieman suurempia kuin luontaiset taustapitoisuudet. Keskimääräiset pitoisuudet vuonna 2016 olivat kalium 1,9 mg/l, kalsium 12,1 mg/l, magnesium 8,9 mg/l ja natrium 4,6 mg/l. Keski-Lapin alueella kalsium- ja magnesiumpitoisuuksissa on todettu esiintyvän anomaliaita, jonka vuoksi alkalimetallipitoisuudet ovat korkeampia kuin purovesien taustapitoisuudet (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. 1990).

Yhteenveto

Pääsääntöisesti Mataraojan vesinäytteiden pitoisuudet olivat edellisvuosien tuloksiin verraattuna alhaisia. Näytteenottotiheys on harventunut vuonna 2016, mikä voi aiheuttaa tilastoihin pientä vääristymää. Ojan ympäristössä ei tehty vuonna 2016 maansiirtotöitä, minkä ansiosta aikaisempina vuosina havaittuja kiintoainespikkejä ei havaittu. Ojan vesimäärä on pieni ja näytteenottpiste sijaitsee metsäautotien välittömässä läheisyydessä, jolloin varsinkin keväällä hulevedet vaikuttavat havaittuihin kiintoainepitoisuuksiin.

6.16 Kenttämittarivertailu

Pisteillä KevP-1V, KevP-1V2, KevP-2, KevP-8, KevP-9 ja KevP11 tehtiin säännölliset viikottaiset kenttämittaukset elokuusta alkaen. Kenttämittarilla mitattiin happi, redox, pH ja sähkönjohtavuus 2 min ja 5 min näytteenoton jälkeen. Kenttämittarin tuloksia verrattiin samaan aikaan otettujen vesinäytteiden tuloksiin pH:n ja sähkönjohtavuuden osalta. Kaikkiaan vertailtavia tuloksia oli 129 kappaletta.

Kenttämittauksissa pH vaihteli välillä 6,60–8,62 (2 min) ja 6,61–8,78 (5 min), kun taas laboratoriomittauksissa vaihteluväli oli 6,4–9,0. Keskimäärin laboratorion pH-tulos oli 0,11 yksikköä korkeampi kuin kenttämittauksen tulos. Suurimmillaan ero oli 1,2 pH yksikköä, mitä voidaan pitää merkittävänä. Vaihtelua havaittiin myös niin, että kenttämittauksen tulos oli suurempi kuin laboratoriotulos, enimmillään ero oli 1,66 yksikköä. Suurimmat erot havaittiin joulukuun mittauksissa.

Akkreditoituissa laboratoriomittauksissa mittausepävarmuus on $\pm 0,2$ yksikköä. Näytteen pH muuttuu säilytyksen ja kuljetuksen aikana, mutta näytematriisikohtaisia eroja muutoksessa ei tiedetä.

Sähkönjohtavuuden vertailtavuus kenttämittauksen ja laboratoriotulosten välillä on ollut koko vuoden hyvä kaikilla pisteillä. Koko aineistossa mittarin antama sähkönjohtavuus oli keskimäärin kuitenkin hieman (7,6 mS/m) korkeampi kuin laboratoriotulos.

Tulosten vertailtavuutta kenttämittauksen ja laboratoriomittauksen välillä voidaan pitää hyvänä sähkönjohtokyvyn osalta. Veden pH:n kenttämittauksissa on kiinnitettävä huomiota laitteen kalibrointiin. Tulosten perusteella kenttämittaukset ja laboratorion analyysitulokset eroavat edelleen toisistaan, mutta ei ole varmuutta siitä onko havaittu ero seurausta mittarin virheestä vai näytteen muuttumisesta kuljetuksen aikana.

7. KOKONAISEPÄVARMUUKSIEN TARKASTELU

7.1 Mittausepävarmuus ja näytteenoton epävarmuus

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. Laboratorion mittausepävarmuudet on esitetty parametrikohtaisesti liitteessä 2.

Näytteenoton epävarmuuden arviointi vuonna 2016 perustui rinnakkaisnäytteisiin ja nollanäytteisiin, joiden kokonaismäärä vastasi 5-10 % tarkkailunäytteiden kokonaismäärästä. Laadunvarmistusnäytteitä kerättiin tasaisesti näytepisteitä vaihdellen tarkkailuvuoden aikana. Nollanäytteitä otettiin yhteensä 63 kappaletta ja rinnakkaisnäytteitä 59. Laadunvarmistusnäytteiden keruun toteutuma on esitetty taulukossa 7-1 ja epävarmuuden arviointiin liittyvät tulokset on koottu liitteeseen 5. Epävarmuutta analysoitiin soveltuvin osin sähkönjohtavuuden, kloridin, sulfaatin ja nikkelin osalta.

Taulukko 7-1. Laadunvarmistusnäytteiden toteuma vuonna 2016.

	tammi	helmi	maalis	huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu	näytteitä yht	laadun- varmistus- näytteitä
KevP-1V													52	2
KevP-1V2													52	4
KevP-2													52	4
KevP-3													4	1
KevP-4b													12	1
KevP-4b1													12	1
KevP-4a2													12	1
KevP-4a3													12	1
KevP-5													2	
KevP-6													4	1
KevP-8													52	4
KevP-9													52	4
KevP-10					1	1	6	3	2	4	3		365	20
KevP-11													52	3
KevP-12a													12	2
KevP-12b													12	1
KevP-12c													12	2
KevP-12d													12	1
KevP-13a													12	1
KevP-13b													12	1
KevP-13c													12	2
KevP-14													12	1
KevP-15a1-d2													8	-
KevP-103													12	1
KevP-7a													52	3
KevP-7b													52	3

Laadunvarmistusta varten otettujen **rinnakkaisnäytteiden** perusteella sähkönjohtavuuden tulokset ovat vaihdelleet valtaosin mittausepävarmuuden (5 % (>4 mS/m), 10 % (<4 mS/m)) rajoissa. Korkeissa sähkönjohtavuuksissa sähkönjohtavuuden ilmoitetaan 10 mS/m tarkkuudella ja havaitut erot rinnakkaisten välillä olivat pääosin 0 tai 10 mS/m. Kaikkiaan 9 näytteessä 61:stä rinnakkaismäärittysten erotus oli mittausepävarmuutta suurempi. Enimmillään ero rinnakkaisten määrittysten välillä oli 9,1 % ja suurimmat erot havaittiin pisteellä KevP-10, jossa sähkönjohtavuuden taso on korkea.

Kloridin rinnakkaismäärittymiä tehtiin yhteensä 29 kappaletta ja niistä 10:ssä havaittiin mittausepävarmuuden ylittävä ero. Erotus vaihteli välillä -100–27 % ja oli suurimmillan korkeissa pi-

toisuuksissa. Kloridin mittausepävarmuudeksi on ilmoitettu 10 % (>5,0 mg/l) ja 20 % (<5,0 mg/l).

Sulfaatin rinnakkaisten määritysten tuloksissa havaittiin paljon vaihtelua. Myös koko tarkkailun kaikissa näytteissä sulfaattimääritysten tulosten hajonta näytepisteillä oli suurta. Etenkin pisteillä KevP-2, KevP-9, KevP-10 ja KevP-11 havaittujen pitoisuuksien hajonta oli suurta. Näillä pisteillä voisi varmistaa, että näytteenottotapa on edustava. Sulfaatin mittausepävarmuus on 15 % (>20 mg/l) tai 25 % (<20 mg/l). Rinnakkaisten näytteiden sulfaattimääritysten erotus vaihteli välillä -162–46 %. Kaikkiaan 38 näytteessä vaihtelu oli mittausepävarmuuden rajoissa ja 23 näytteessä yli.

Nikkelin osalta rinnakkaisten määritysten tulokset ovat vaihdelleet pääosin mittausepävarmuuden rajoissa. Kaikkiaan 48 näytteessä rinnakkaisten määritysten erotus oli pienempi kuin mittausepävarmuus. Nikkelin mittausepävarmuus on 16 % (>20 µg/l) tai 19 % (<20 µg/l). Kaikkiaan 13 näytteessä rinnakkaisten määritysten erotus oli suurempi kuin mittausepävarmuus, näissä rinnakkaisten määritysten erotus oli -41–67 %.

Rinnakkaisnäytteissä pitoisuuksien vaihtelun mahdollisia lähteitä ovat näytteen aidon pitoisuusvaihtelun ja edustavuuden lisäksi mahdollinen kiintoainne, veden muut pitoisuudet sekä veteen lisätyt kemikaalit (erityisesti KevP-10) sekä korkeissa pitoisuuksissa näytteen säilytyksen ja kuljetuksen mahdollinen vaikutus pitoisuuden muuttumiseen.

Nollanäytteissä on havaittu usein määritysrajan ylittävä sähkönjohtavuus (määritysraja 0,1 mS/m, 45/65 näytettä). Havaitut sähkönjohtavuudet ovat pääsääntöisesti olleet hyvin alhaisia (keskimäärin 0,56 mS/m). Nollanäyte tehdään ionivaihdetulla vedellä, johon voi jäädä tai säilytyksessä muodostua ioneja, jotka vaikuttavat havaittuun sähkönjohtavuuteen.

Kaikkiaan neljässä nollanäytteessä havaittiin määritysrajan ylittävä sulfaattipitoisuus. Havaitut pitoisuudet olivat alhaisia 0,52–2,7 mg/l (määritysraja 0,5 mg/l) ja niitä havaittiin eri pisteillä (KevP-10, KevP-13c ja KevP-4a3).

Nollanäytteistä havaittiin kaikkiaan kuusi kertaa määritysrajan ylittävä nikkelipitoisuus. Havaitut pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,4–4,9 µg/l (määritysraja 1,0 µg/l). Kaikki määritysrajan ylittävät nollanäytteiden nikkelipitoisuudet havaittiin pisteeltä KevP-10, jossa varsinainen näyte kerätään kokoomanäytteenottimella, jonka läpi nollanäytettä ei ole mielekästä ajaa. Edustavaa tapaa pisteen nollanäytteenottoon ei ole löydetty.

Yhdessä muista poikkeavassa nollanäytteessä (KevP-10, 12.7.2016) havaittiin määritysrajan ylittävä sähkönjohtavuus 2,6 mS/m, sulfaattipitoisuus 2,7 mg/l ja nikkelipitoisuus 1,4 µg/l. Nollanäyte on todennäköisesti kontaminoitunut näytteenoton yhteydessä.

7.2 Kuljetuslämpötilan seuranta

Osana Kevitsan kaivoksen ympäristötarkkailun laadunvarmistusta vuonna 2016 seurattiin näytteiden kuljetuslämpötilaa seurantalaitteen eli lämpötilaloggerin avulla.

Loggeri käynnistettiin näytteiden pakkauksen yhteydessä kiinnittämällä se näytepullon kaulan ympärille kuminauhan avulla ja pakattiin kylmälaukkuun kahden tiiviisti pakatun näytepullon väliin. Näin ollen loggeri seurasi mahdollisimman hyvin näytteiden lämpötilaa. Rekisteröityjä kuljetuksia kerättiin eri vuodenaajoilta yhteensä 8 kertaa.

Loggerin mittausaineisto purettiin heti saapumisen jälkeen laboratoriossa ja vuoden aikana kerätynyt aineisto koottiin. Lämpötilan seurannassa olleilla näytteillä kuljetus kesti keskimäärin runsaan vuorokauden (25 h). Kuljetuslämpötila muuttui enimmillään 7,1 astetta kuljetuksen aikana. Keskimääräinen ero mittauksen alussa ja lopussa oli 1,9 astetta.

7.3 Jatkotoimet

Toteutetun rinnakkaisnäytteenoton ja nollanäytteiden tulosten perusteella samaan aikaan samasta paikasta otettujen näytteiden tulokset vaihtelevat välillä paljonkin, mutta vaihtelun lähdeä ei ole vielä mahdollista tunnistaa.

Rinnakkaisten näytteiden ohella näytteenoton epävarmuuteen on mahdollista pureutua tarkemmin tekemällä rinnakkaisia määrytyksiä samasta näytteestä. Rinnakkaisilla määrytyksillä samasta näytteestä päästään kiinni analyysivaiheessa tulevaan virheeseen ja näytteenoton epävarmuutta voidaan arvioida laskemalla rinnakkaismäärytysten keskihajonnan ja analyysivaiheen keskihajonnan neliöiden erotus.

Pisteellä KevP-10 on tarpeen varmistaa, että näytteenottotapa on edustava ja että näyte sekoitetaan huolellisesti ennen näytteenottoa ja uudelleen laboratoriossa ennen määrytyksiä.

Vuonna 2016 toteutetun laadunvarmistusnäytteenoton perusteella systemaattista laadunvarmistusta on hyvä jatkaa ainakin näytepisteillä, joista otetaan vuoden aikana paljon näytteitä (vähintään viikottain näytteenotossa mukana olevat pisteet KevP-1V, KevP-1V2, KevP-2, KevP-8, KevP-9, KevP-10 ja KevP-11). Tarkasteltavina parametreina voisivat olla edelleen sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli. Laadunvarmistus voisi koostua rinnakkaisista näytteistä, rinnakkaismäärytyksistä varsinaisesta näytteestä ja nollanäytteestä. Sellaisilla näytepisteillä, jossa näyte kerätään kokoomanäytteenottimella, ei kannata ottaa nollanäytettä. Näytteiden kokonaisuuden tulisi olla edelleen 5-10 % kokonaisnäytemäärästä jakautuen eri vuodelle.

Laadunvarmistusnäytteiden tarkastelu on täydentänyt tarkkailukokonaisuutta ja auttanut huomaamaan joitain näytteenottoon liittyviä käytäntöjä (mm. näytteenottotavat, muistiinpanot), mitä ei ehkä muuten olisi havaittu. Laadunvarmistustyön tulokset toimivat myös muistutuksena siitä, että laboratorion antama pitoisuustieto ei ole absoluuttinen totuus vaan tietyn vaihteluvälin sisällä oleva arvio pitoisuuden tasosta. Vain huolellisella pitoisuusvaihtelun ja virhelähteet mimitoivalla näytteenotto- tai keruutavalla, huolellisilla näytteenottomuistiinpanoilla, puhtailla näytteenottovälineillä ja -astioilla, mahdollisimman nopealla näytteen kuljetuksella ja lyhyellä säilytyksellä sekä korkealaatuisella laboratoriotyöllä voidaan varmistaa hyvä tulosten laatu.

Kuljetuslämpötila on pysynyt nykyisellä tavalla toteutettuna hyvin vakiona ja erityistä tarvetta lämpötilan systemaattiseen seuraamiseen ei ole ellei tarkkailussa tapahtu merkittäviä muutoksia.

8. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Vuonna 2016 Kevitsan kaivoksen vesipäästöjen tarkkailua toteutettiin lokakuussa 2015 voimaan tulleen tarkkailuohjelman mukaisesti. Kaivosalueella vesiä muodostuu rikastusprosessissa, kaivoksen kuivatusvesistä, saniteettivesistä sekä läjitys- ja toiminta-alueiden suoto- ja valumavesistä. Kaikki alueella muodostuvat mahdollisesti laadultaan heikentyneet vedet johdetaan vesivarastoaltaaseen. Vesivarastoaltaasta vettä kierrätetään prosessiin ja ylimääräinen vesi johdetaan metallien saostamisen ja neutraloinnin kautta pintavalutuskentälle, josta vedet johdetaan edelleen pumppaamalla Vajusen altaaseen. Kaivoksen sisäisten vesipäästöjen tarkkailun näytteet vuonna 2016 otettiin pääosin kaivoksen omien näytteenottajien toimesta. Tarvittaessa kaivoksen näytteenottajia tuurasi Ramboll Finland Oy:n sertifioitu näytteenottaja. Laboratorioanalyysit tehtiin Ramboll Analytysin akkreditoitussa laboratoriossa.

Ympäristöluvan mukaisesti vesivarastoaltaaseen johdettavan veden nikkelpitoisuus on oltava alle 5 mg/l. Vuonna 2016 vesivarastoaltaalle johdettavien vesien (KevP-1V, KevP-1V2, KevP-6 ja KevP-8) tarkkailunäytteissä nikkelpitoisuus jäi alle luparajan 5 mg/l. Pisteeseen KevP-2 vesiä ei johdettu vesivarastoaltaalle, kun nikkelpitoisuus ylitti luparajan.

Pintavalutuskentälle ja sieltä pois johdettavan veden pitoisuudet täyttivät ympäristölupamääräyksessä esitetyt rajat. Raja on asetettu pintavalutuskentälle johdettavan veden nikkeli-, kupari- ja sulfaattipitoisuudelle, liukoisen elohopean ja kadmiumin pitoisuudelle, veden pH:lle, kiintoaineen hehkutusjäännökselle, sekä nikkeli ja kuparin kokonaiskuormitukselle. Lisäksi poisjohdettavalle vedelle on määrän rajoituksia, sekä sulfaatin ja kokonaistypen pitoisuuksille toimenpiderajav arvot. Kitiseen pumpattavien vesien nikkeli- ja kuparin kokonaiskuormitus oli vuonna 2016 aiempaa korkeampi ja kupari- ja kadmiumin kokonaiskuormitus oli hieman alle aiemmin havaitulta tasolta, kuormitukset jäivät selvästi alle luparajojen.

Ympäristölupamääräysten mukaisesti talousjätevedet on käsiteltävä jätevedenpuhdistamalla siten, että saavutettava pitoisuusreduktio tulokuormituksesta on vuosikeskiarvona BHK₇:n (BOD_{7ATU}) osalta on 90 % ja kokonaisfosforin osalta 85 %. Vuonna 2015 lupamääräyksiin lisättiin myös kiintoaineen ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Cr}) puhdistusvaatimukset. VNa 888/2006 mukaisesti puhdistamon vuosikeskiarvojen tulee täyttää joko pitoisuus- tai poistotehovaatimus. Vuoden 2016 reduktiot eivät täyttäneet lupamääräyksiä.

Louhosalueen kuivatusvedet (KevP-1V ja KevP-1V2) olivat tavanomaisilla tasoillaan.

Sivukiviä on läjitetty suunnitellun mukaisesti. Vuonna 2016 läjitys aloitettiin alueelle 2a ja kesällä tehtiin pohjatyöt alueella 1b. Sivukivialueen vesien laatua (KevP-2) kuvaavista muuttujista nikkeli-, sulfaatin ja kokonaistypen pitoisuudet sekä sähkönjohtavuus ovat nousseet lisääntyneen sivukivimäärän sekä Neutral Rock Drainage -ilmiön vuoksi.

Nikkelpitoisen moreenimaan vesistä (KevP-14) havaitut pitoisuudet vastasivat edellisvuosia, vaikkakin näyte saatiin vain kerran. Malmin varastoalueen suotovesiä (KevP-3) muodostui edelleen vähän. Veden nikkelpitoisuus laski vuodesta 2015, muuten pitoisuudet vastasivat aiemmin havaittua.

Rikastushiekka-altaan A suotovesinäytteiden tuloksissa ei havaittu selkeitä trendejä vuonna 2016. Pisteellä KevP-4a3 (altaan luoteiskulma) havaittiin pääsääntöisesti hieman korkeampia pitoisuuksia kuin eteläosan pisteellä KevP-4a2. Korkeampaan pitoisuustasoon voi vaikuttaa alueen rakennetun ympäristön hulevedet ja pisteeltä KevP-4b1 tulevat vedet. Rikastushiekka-altaan B vesinäytteiden (KevP-4b) sulfaatti- ja kloridipitoisuuksissa on ollut havaittavissa hienoinen nouseva trendi vuodesta 2012, kehitys jatkui myös vuonna 2016. Syyskuun yksittäisen kierroksen tulokset nostivat keskiarvoja. Rikastushiekka-altaan B suotovesien (KevP-4b1) tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuoden tuloksiin.

Savukaasupesurin lauhdevesien (KevP-5) pitoisuudet olivat, sinkkipitoisuuksia lukuun ottamatta, edellisvuosien tasoilla.

Hulevesialtaalta pumpattavan vedenlaadun (KevP-6) tarkkailussa ei havaittu merkittäviä muutoksia edellisvuosien tuloksiin.

Rikastamolta tai rikastushiekka-altaalta vesivarastoaltaalle johdettuja vesiä (KevP-8) on tarkkailtu vesien pumppauksen alusta alkaen. Vuonna 2015 ja edelleen 2016 havaittiin typpipitoisuuksien nousseen. Todennäköisin syy muutokseen on lisääntynyt louhinta ja sitä kautta lisääntynyt räjähteiden käyttö. Vesien sähkönjohtavuudessa ja pH-arvoissa, sekä sen kautta myös tiosulfaatin pitoisuuksissa on ollut havaittavissa nouseva trendi tuotantovaiheen alusta eli vuodesta 2013 alkaen. Emäksisissä olosuhteissa rikastushiekka-altailla muodostuu sulfidien epätäydellisen hapestumisen johdosta tiosulfaattia, joka on alkalisisissa olosuhteissa suhteellisen pysyvä. Myös kalium-, magnesium- sekä rikkipitoisuudet ovat nousseet tasaisesti tuotantovaiheen aikana, sen sijaan nikkelpitoisuudet ovat pysyneet ennallaan. Prosessiin saapuvan aineksen määrä ja laatu sekä prosessissa käytettävät kemikaalit vaikuttavat vesivarastoaltaalle saapuvan veden laatuun.

Vesivarastoaltaan vesissä (KevP-9) oli havaittavissa nikkeli- ja kokonaistyppipitoisuuksien, sekä myös pienoinen pH:n nouseva kehitys. Kaivoksen toimintojen tehostuessa altaalle tulevien vesien ominaisuudet ovat muuttuneet ja muutokset näkyvät myös vesivarastoaltaalla. Vesivarastoaltaan veden (KevP-9) laatu korreloi voimakkaasti rikastushiekka-altaalta A vesivarastoaltaalle pumpattavien vesien laadun kanssa, sillä pisteen KevP-8 kautta tuleva vesi vastaa noin 80 % altaalle tulevasta vesimäärästä.

Pintavalutuskentälle johdettavan (KevP-10) veden sulfaatti- typpi-, nikkeli- ja tiosulfaattipitoisuudet ovat nousseet vuosina 2015 ja 2016. Kaivoksen toiminta on tehostunut, mikä on nostanut pitoisuuksia.

Pintavalutuskentän taustaojissa pitoisuudet olivat pintavalutuskentälle pumpattavia vesiä selvästi alhaisempia. Pitoisuudet olivat edellisten kierrosten tasoilla ja pääsääntöisesti korkeampia kaivoksen puoleisen pään taustaojien näytepisteillä (KevP-12a ja KevP-12b) verrattuna läntisen pään taustaojiin (KevP-12c ja KevP-12d).

Pintavalutuskentällä vesiin sekoittuu kentälle purkautuvaa vettä ja pintavalutuskentältä Kitiseen purettu vesimäärä kasvoi. Sulfaatin, kokonaistypen ja nikkelin pitoisuudet nousivat myös Kitiseen johdettavassa vedessä (KevP-11), sen jälkeen kun sivukivialueen vesiä johdettiin suoraan vesienkäsittelyyn. Tiosulfaatti sitoutui hyvin pintavalutuskentälle, eikä sitä havaittu lähtevässä vedessä kuin alkuvuodesta. Toksisuustestien perusteella pintavalutuskentälle johdettava tai sieltä purettava vesi ei ollut toksista vesieliöstölle.

Tarkkailutulosten mukaan lämpölaitoksen (näytepiste KevP-15b2) ja kaivoskonekorjaamon (näytepiste KevP-15cd2) öljynerottimet toimivat normaalisti. Pienkonekorjaamon öljynerottimen (KevP-15a1-15a2) toiminnassa ja polttoaineen jakeluaseman öljynerottimessa (KevP-15d1-15d2), lähinnä vähäisestä vedestä johtuen, todettiin häiriöitä. Pienkonekorjaamon ongelmat poistuivat kaivojen tyhjennyksen ja huollon jälkeen. Öljynerottimien toimintaa seurataan. Öljynerottimilta havaittujen haihtuvien hiilivetyjen pitoisuuksia voidaan pitää alhaisina.

Vuonna 2016 verrattiin edellisvuosien tapaan kenttämittarien antamia tuloksia laboratoriossa mitattuihin tuloksiin pH:n ja sähkönjohtavuuden osalta. Tulosten vertailtavuutta kenttämittauksen ja laboratoriomittauksen välillä voidaan pitää hyvänä sähkönjohtokyvyn osalta. Veden pH:n kenttämittauksissa on kiinnitettävä edelleen huomiota laitteen kalibrointiin ja säännöllisiin tarkistusmittauksiin. Tulosten perusteella kenttämittaukset ja laboratorion analyysitulokset eroavat edelleen toisistaan, mutta ei ole varmuutta siitä onko havaittu ero seurausta mittarin virheestä vai näytteen muuttumisesta kuljetuksen aikana.

Vuonna 2016 toteutetun laadunvarmistusnäytteenoton perusteella systemaattista laadunvarmistusta on hyvä jatkaa ainakin näytepisteillä, joista otetaan vuoden aikana paljon näytteitä (vähintään viikottain näytteenotossa mukana olevat pisteet KevP-1V, KevP-1V2, KevP-2, KevP-8, KevP-9, KevP-10 ja KevP-11). Tarkasteltavina parametreina voisivat olla edelleen sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli. Laadunvarmistus voisi koostua rinnakkaisista näytteistä, rinnakkaismäärityksistä varsinaisesta näytteestä ja nollanäytteestä. Näytteiden kokonaismäärän tulisi olla edelleen 5-10 % kokonaisnäyttemäärästä jakautuen eri vuodelle.

Kuljetuslämpötila on pysynyt nykyisellä tavalla toteutettuna hyvin vakiona ja erityistä tarvetta lämpötilan systemaattiseen seuraamiseen ei ole ellei tarkkailussa tapahdu merkittäviä muutoksia.

Vesipäästöjen tarkkailua esitetään jatkettavaksi vuonna 2017 vastaavassa laajuudessaan, tarkkailuohjelman uutta päivitysversiota noudattaen.

9. LÄHTEET

Boliden Kevitsa Mining Oy. 25.10.2016. vesienkäsittelyn koejärjestelyjen raportti 2016. 10 s. + liitteet.

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

Lahermo et al. 1999. Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka T., Backman B., Juntunen R., Kortelainen N., Lakomaa T., Nikkarinen M., Vesterbacka P., Väisänen U. & Suomela P. Tuhat kaivoa-Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus. Espoo. 1999.

LAPELY. 2013. Kevitsan kaivoksen (Sodankylä) käsiteltyjen ylitevesien johtamista Vajuseen koskevan tarkkailusuunnitelman hyväksyminen. LAPELY/94/07.00/2010. 19.7.2013.

LAPELY. 2014. Päätös lyhytaikaista poikkeamista koskevassa asiassa liittyen ylitevesien johtamiseen Vajukosken altaaseen. LAPELY/94/07.00/2010. 2.4.2014.

PSAVI. 2013. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto. Kevitsan kaivoksen käsiteltyjen ylitevesien johtamisen Vajukosken altaaseen sekä toiminnanaloittamislupa, Sodankylä. Nro 60/2013/1. Dnro PSAVI/21/04.08/2013.

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

PSAVI. 2014. Kevitsan kaivoksen tuotannon laajentaminen ympäristö- ja vesitalouslupa sekä töiden ja toiminnan aloittamislupa. Nro 79/2014/1. Dnro PSAVI/144/04.08/2011.

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

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

Ramboll Finland Oy. 2013. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tarkkailusuunnitelma. Käsiteltyjen ylitevesien johtaminen Vajukosken altaaseen sekä toiminnanaloittamislupa. Täydennykset 14.8.2013.

Ramboll Finland Oy. 2014. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen ylitevesien johtamisen ympäristöluvan mukainen laajennettu tarkkailu vuonna 2013.

Ramboll Finland Oy. 2014. FQM Kevitsa Mining Oy. Esitys täydentäväksi tarkkailuohjelmaksi. 23.6.2014.

Ramboll Finland Oy. 2015. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. 5.5.2015 täydennys 2.10.2015.

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