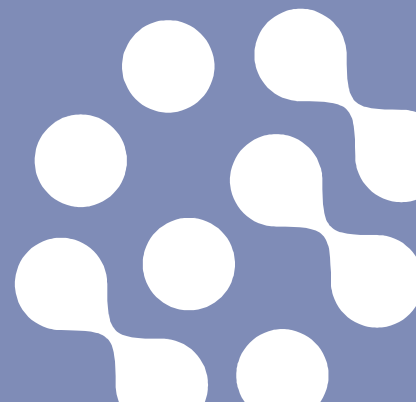




Environment Testing

BOLIDEN KEVITSA MINING OY

KEVITSA KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU VUONNA 2020



BOLIDEN KEVITSA MINING OY, KEVITSAN KAIVOKSEN PINTAVESITARKKAILU VUONNA 2020

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	1
2. TAUSTATIEDOT	2
2.1 VESISTÖALUEIDEN YLEISKUVAUS	2
2.2 METEOROLOGISET JA HYDROLOGISET OLOSUHTEET	2
3. NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET	5
3.1 MATARAOJA	6
3.2 KITINEN	6
3.2.1 Vajusen allas	6
3.2.2 Kaivoksen alapuolisen Kitisen havaintopisteet	6
3.3 JÄRVET JA VIIVAJOKI.....	6
4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	8
4.1 MATARAOJA (KEVS-1, KEVS-4 JA KEVS-10).....	8
4.2 KITINEN	17
4.2.1 Vajusen allas (KevS-6, KevS-14 ja KevS-16)	17
4.2.2 Kaivoksen purkupisteen alapuolinen Kitinen (KevS-5, KevS-8, KevS-11, KevS-12 ja KevS-13)	19
4.3 SAIVELJÄRVI (KEVS-7 JA KEVS-17), SATOJÄRVI (KEVS-2 JA KEVS-3) JA VIIVAJOKI KEVS-9	24
5. KITISEEN JOHDETTU YLITEVESI	29
6. LAADUNVARMISTUS	31
7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	33
LÄHTEET	35

LIITTEET
I TARKKAILUPISTEKARTTA
II TUTKIMUSTULOKSET 2020

Eurofins Ahma Oy

Olli-Pekka Vieltojärvi

Mika Kallo

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

Vuonna 2013 ja 2014 kaivoksen käsiteltyjä ylitejätevesiä 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 on johdettu edellisessä kappaleessa mainitun ympäristöluvan (PSAVI 79/2014/1) mukaisesti.

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

Tässä raportissa esitetään vuoden 2020 pintavesitarkkailun tulokset ja verrataan niitä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

2. TAUSTATIEDOT

2.1 Vesistöalueiden yleiskuvaus

Kevitsan kaivosalue sijaitsee Kemijoen sivujoen Kitisen alueella (nro 65.8). Kaivoksen toiminta-alue sijoittuu suovaltaisille Mataraojan valuma-alueelle (nro 65.829) ja Moskujärvien valuma-alueelle (nro 65.893). Mataraojan valuma-alueen pinta-ala on 54,7 km² ja järvisyys 0,02 %. Mataraojan latvaosat sijaitsevat pääosin (2/3) kaivospiirin pintavalutuskentän alueella ja noin 1/3 vesistä tulee kaivoksen pohjoispuolelta Sippiönaavan suoalueelta. Mataraoja virtaa Kevitsan kaivosalueen kohdalta länteen ja sitten etelään, laskien lopulta Kitiseen. Mataraojan valuma-alueelle on rakennettu pintavalutuskenttä ja taustausallas, josta joko suoraan tai pintavalutuskentän kautta saapuneet vedet pumpataan ylitevesilinjaa pitkin Kitiseen Vajusen altaaseen. Mataroajaan ei johdeta kaivokselta lähteviä puhdistettuja ylitevesiä.

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

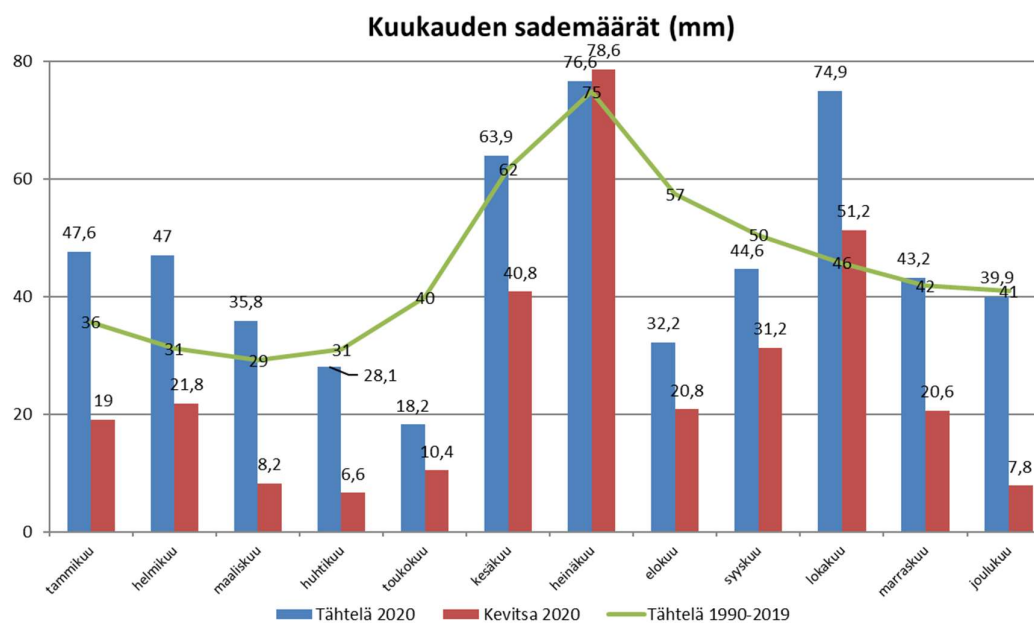
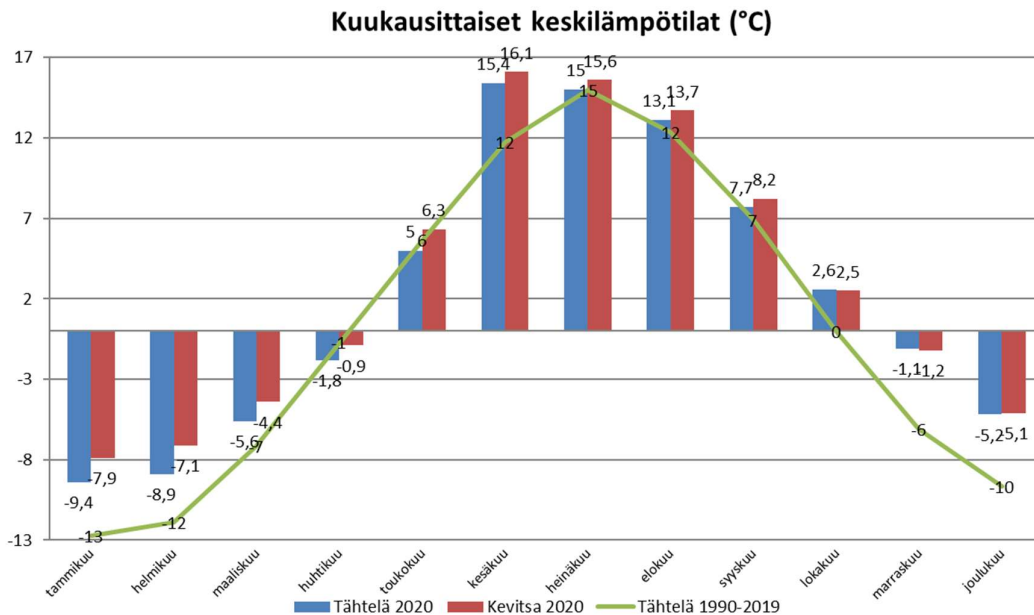
Kitisen varrella sijaitsee yhteensä seitsemän vesivoimalaa, joista Vajukosken ja Matarakosken voimalaitokset sijaitsevat lähellä Kevitsan kaivosaluetta.

2.2 Meteorologiset ja hydrologiset olosuhteet

Sääolosuhteita kaivosalueella kuvataan tässä raportissa Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääaseman mittaustietojen sekä Kevitsan kaivoksen oman sääaseman perusteella.

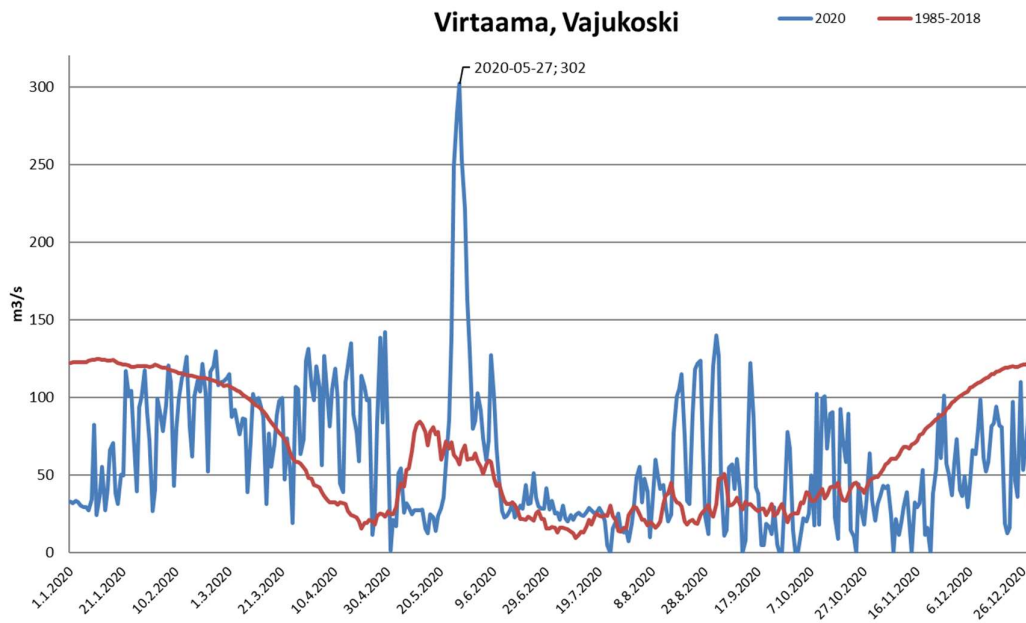
Vuosien 1990–2019 Sodankylän Tähtelän pitkän ajan vuoden keskilämpötila on 0,3 °C ja sadantasumma 539 mm. Vuoden 2020 keskilämpötila Tähtelässä oli 2,2 °C ja sadanta 552 mm. Kevitsan sääasemalla mitattiin hieman korkeampi keskilämpötila eli noin 3,0 °C ja koko vuoden sadannaksi 317 mm. Kevitsan sääasema ei mittaa lumena tulevaa sadantaa luotettavasti, heinäkuuta lukuun ottamatta Kevitsan sääasema näyttäisi mittaavan pienempiä sadesummia.

Kuvassa 2-1 on esitetty kuukausittain keskilämpötilat sekä sadantasummat. Tammi- maaliskuu 2020 olivat noin 3,5 °C pitkän ajan keskiarvoa lämpimämpiä ja sateisia. Sadesummat jäivät alle keskiarvojen huhti- ja toukokuussa. Tällöin myös keskilämpötilat olivat tällöin noin asteen keskiarvon alapuolella, jolloin lumipeite ei vähentynyt vaan vahvistui edelleen. Suurin lumensyvyys 127cm mitattiin Tähtelässä 15.4. ja kunnolla sulamiskausi lähti liikkeelle vasta vapun jälkeen. Lunta oli maastossa koko toukokuun, esimerkiksi 20.5. virallinen lumensyvyys oli vielä Tähtelässä 58 cm. Kesäkuu oli lämmin ja sateinen, jonka seurauksena viimeiset lumen rippeet sulasivat vauhdilla kuun alussa ja vesistöissä oli juhannukseen asti havaittava kevättulva. Heinä-syyskuu olivat lämpötilojen suhteen melko lähellä pitkän ajan keskiarvoja, sadanta jäi alle keskiarvon elo- ja syyskuussa. Loppuvuosi, lokakuusta eteenpäin oli huomattavasti pitkän ajan keskiarvoa lämpimämpää 2,6-4,9 °C ja sateisempaa. Lämpötilat pysyttelivät marraskuussa pitkään plusasteilla, joilloin sateet tulivat vesisateina ja pintavaluntojen määrät vesistöihin kasvoivat maan pintakerrosten ollessa jo osittain jäässä. Pysyvä lumipeite >5 cm saavutettiin Tähtelässä marraskuun lopussa 22.11.



Kuva 0-1. Vuoden 2020 kuukausittaiset lämpötilat ja sadanta Kevitsan omalta sääasemalta verrattuna Ilmatieteen laitoksen Tähdelän vastaaviin tietoihin. Pitkänajan keskiarvot vuosilta 1990-2019 Tähdelän tiedoista. Kevitsan sääasema ei mittaa oikein sadantaa talvikuukausina.

Vajukosken virtausolosuhteiden kuvaamisessa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen ”Avoin tieto”-palvelusta saatavia virtaamatietoja. Vajukosken virtaamat ovat säännötetyille joelle tyypillisesti korkeimmillaan alkuvuodesta, jolloin sähkönkulutus on korkeimmillaan. Vuonna 2020 kevätulvien aiheuttavama huippu sijoittui toukokuun loppuun 27.5., vuonna 2019 huippu saavutettiin 12.5. Sulamiskauden jälkeiset juoksutukset jatkuivat kesäkuun 10. päivän tienoille asti. Keskiarvoja lämpimämpi loppuvuosi laski juoksumääriä vuoden lopulla. (Kuva 2-2)



Kuva 0-2. Virtaamat (m³/s) Kitisen Vajukoskessa vuonna 2020 sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin (1985–2018) (lähde: SYKE/avoin tieto 2021).

3. NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET

Tarkkailun havaintopisteet sekä niiden koordinaatit on esitetty taulukossa (Taulukko 3-1) ja pisteet on esitetty liitteellä 1. Näytteenottotiheys ja määritettävät analyysit on tehty noudattaen tuotantovaiheen tarkkailuohjelmaa (Ramboll Finland Oy 20.6.2017) sekä siihen tulleita lisäyksiä. Lisäksi kaivos on tehnyt omaa lisätarkkailua. Tässä raportissa käsitellään tarkkailuohjelmiin kuuluvia tarkkailutuloksia, lisätarkkailun tuloksia käsitellään tarvittaessa. Analyysitulokset ovat raportin liitteinä.

Taulukko 0-1. Tarkkailupisteet ja tarkkailutiheys.

Havaintopaikka	Tunnus	Tarkkailutiheys	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Vesistöalue
Mataraojan latva, kaivoksen yläpuoli	KevS-1	kuukausittain	496336	7510098	65.829
Mataraojan silta, kaivoksen alapuoli	KevS-4	kuukausittain	493744	7509202	65.829
Mataraojan suun silta	KevS-10	kuukausittain	491113	7502787	65.821
Kitinen, Vajusen allas, 1 km padosta pohjoiseen	KevS-6	kuukausittain	491027	5710059	65.822
Kitinen, Vajusen allas, Vajukosken voimalan yläpuoli (länsipuoli)	KevS-14	kuukausittain	491453	7509046	65.822
Kitinen, Vajusen allas, Vajukosken voimalan yläpuoli (itäpuoli)	KevS-16	kuukausittain	491817	7509012	65.822
Kitinen, Vajukosken pato, purkuvesien alapuolinen piste	KevS-5	kuukausittain	491601	7508802	65.822
Kitinen, Petkula	KevS-8	kuukausittain	489702	7506553	65.821
Kitinen, 200 m Mataraojan suun yläpuolella	KevS-11	kuukausittain	490972	7502489	65.821
Kitinen, 300m Mataraojan suun alapuolella	KevS-12	kuukausittain	491385	75020536	65.821
Kitinen, Matarakosken alakanava	KevS-13	kuukausittain	489142	7496517	65.821
Saiveljärveen laskeva luonnonoja	KevS-17	Lisätty tarkkailuun 6/19, kuukausittain	495503	7505845	65.893
Saiveljärven syväne	KevS-7	kuukausittain	497379	7504944	65.893
Satojärven yläpuolinen luonnonoja	KevS-2	huhti-, heinä-, elo- ja lokakuu	500060	7508333	65.893
Satojärvi	KevS-3	huhti-, heinä-, elo- ja lokakuu	500114	7507433	65.893
Viivajoki, Mustaselkään menevän metsäautotien silta	KevS-9	kuukausittain	500393	7503400	65.893

3.1 Mataraoja

Mataraojaan ei ole arvioitu tulevan kaivostoiminnasta johtuvia suoria päästöjä, mutta mahdollisten yksittäisten päästöjen sekä suotovesien vaikutusten selvittämiseksi veden laatua tarkkailtiin kolmessa pisteessä; pohjoishaarassa kaivostoiminnan yläpuolisella pisteellä KevS-1, kaivostoiminnan alapuolella pisteellä KevS-4 ja Mataraojan suulla pisteellä KevS-10. Lisäksi tarkkailua on tehty Mataraojan etelähaarasta pisteeltä KevP-103 sisäisten vesipäästöjen tarkkailun yhteydessä, pisteen tulokset on käsitelty sisäisten vesipäästöjen raportissa ja tuloksia hyödynnetään tässä raportissa soveltuvin osin. Vuonna 2020 tarkkailuohjelman mukaisesti Mataraojan pisteiltä (KevS-1, -4 sekä -10) haettiin näytteet kuukausittain.

3.2 Kitinen

3.2.1 Vajusen allas

Kaivoksen puhdistetut ylitevedet johdetaan Kitiseen Vajukosken voimalaitoksen yläpuolelle. Vesistövaikutusten referenssipisteenä tarkkailussa on Kitisen Vajusen altaan piste KevS-6. Tältä pisteeltä vesinäytteet otetaan muista pisteistä poiketen 1 ja 10 metrin syvyydeltä. Vuonna 2020 10 metrin näytettä ei saatu tammi-toukokuun välisenä aikana eikä marras-joulukuussa, jäätilanne oli pisteellä vaarallinen läpi talven.

KevS-6 pisteen kohdalla jäätilanne on ollut viime vuodet erittäin haasteellinen. Piste sijaitsee alkuperäisen Kitisen uoman kohdalla, jonka länsipuolella on kalliokieleke. Säännöstelyn johdosta virtaamat muuttuvat pisteellä päivittäin ja virtaamamuutokset aiheuttavat talvisin lämpimän veden kumpuamista, jolloin jää ohenee alapäin eikä vaarallisen ohutta jääkantta voi havaita lumen alta. Talvisen näytteenotto suoritetaan lähempää rantaa, missä jääolosuhteet ovat tasaisemmat.

Ylitevesien sekoittumisvyöhykkeellä sijaitsevilta pisteillä KevS-14 ja KevS-16 näytteet saatiin jokaisella kierroksella. Tihennetyn tarkkailun jaksoilla kesä- ja syyskuussa pisteiltä tehtiin myös kenttämittaukset metrin välein YSI-mittarilla, jossa parametreina olivat pH, lämpötila, sähkönjohtavuus, redox ja happi.

3.2.2 Kaivoksen alapuolisen Kitisen havaintopisteet

Kaivoksen purkupisteen alapuolisen Kitisen vedenlaatua tarkkaillaan Vajukosken padon ja Kevitsantien sillan välillä olevalla havaintopisteellä KevS-5 sekä Petkulan kylän kohdalla pisteellä KevS-8. Tarkkailupisteiden tavoitteena on selvittää tuotannon aikaisia vaikutuksia Petkulan kylän rantavesiin ja edelleen kalastukseen, sekä muuhun virkistyskäyttöön. Alempana Kitisellä vedenlaatua tarkkaillaan ennen Mataraojan laskusuuta pisteellä KevS-11 ja suun jälkeen pisteellä KevS-12. Alin Kitisen tarkkailupiste KevS-13 sijaitsee Matarakosken alakanavassa. Kaikilta edellä mainituilta Kitisen pisteiltä näytteet saatiin otettua tarkkailuohjelman mukaisesti.

3.3 Järvet ja Viivajoki

Rikastushiekka-alueen eteläosa on Saiveljärven valuma-alueella. Saiveljärvi (65.891.1.005) on kooltaan 218 ha ja matala, keskimääräisesti syvyys 1-2 metriä. Saiveljärveltä on tarkkailtu vedenlaatua jo ennen rakennustöiden aloittamista kaivosalueella. Vuonna 2020 vesinäytteitä haettiin tarkkailuohjelmien mukaisesti kuukausittain järven pisteeltä KevS-7. Kesäkuusta 2019 alkaen tarkkailuun on lisätty Saiveljärveen laskeva luonnonoja (KevS-17), josta näytteitä haetaan myös kuukausittain. Oja on erittäin vähävetinen ja talvella näytteenotto on haastavaa, aikavälillä tammi-toukokuu 2020 näytettä pisteeltä ei saatu.

Satojärvi (65.891.1.005) on kooltaan 99,2 ha ja erittäin matala. Satojärveltä otettiin näytteitä vuonna 2020 tarkkailuohjelman mukaisesti yhteensä neljästi. Kesäisin tuuli sekoittaa herkästi Saiveljärven tapaan pohjainesta vesimassaan. Satojärven vedenpinnan korkeutta mitataan automaattisella EHP:n ylläpitämällä mittausasemalla järven länsirannalta.

Satojärveen kaivoksen suunnasta tulevan ojan vesiä tarkkailtiin näytepisteeltä KevS-2 yhteensä 4 kertaa vuoden 2020 aikana. Kaivospiirin alueelta vedet ohjataan järjestelyin Kitisen suuntaan, eikä Satojärven suuntaan tule kaivostoiminnan seurauksena vesikuormitusta.

Viivajoen vedenlaatuun vaikuttavat Saiveljärven sekä Satojärven vedet. Viivajokea tarkkaillaan kuukausittain pisteeltä KevS-9, joka sijaitsee Mustaselkään menevän metsäautotien rumpusillan kohdalta. Vuonna 2020 näytteet pisteeltä saatiin kuukausittain.

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tässä osiossa tarkastellaan vuonna 2020 otettujen vesinäytteiden tuloksia, kaivoksen vesistökuormitusta sekä lupaehtojen toteutumista. Tulosten vertailuun ja esittämiseen on otettu mukaan vuosien 2011-2019 tuloksia soveltuvin osin. Vuoden 2020 tarkkailutulokset on esitetty liitteellä II. Tausta-aineistona on hyödynnetty alueellisia purovesien ja -sedimentin taustapitoisuuksia, joita on esitelty Suomen geokemian atlasissa (Lahermo ym. 1996).

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

Mataroan ylin tarkkailupiste (KevS-1) sijaitsee Kevitsan kaivosalueen länsipuolella ja kaivosalueen oletettujen vaikutusten yläpuolella. Piste KevS-4 puolestaan sijaitsee Mataraojassa heti kaivosalueen alapuolella ja piste KevS-10 Mataraojassa ennen sen laskukohtaa Kitiseen noin 8 kilometriä alavirtaan pisteeltä KevS-4.

Käsittelyn yliteveden paineputkilinjassa havaittiin putkirikko 28.10., jonka seurauksena Mataroan eteläiseen haaraan pääsi purkautumaan puhdistettua ylitevettä. Vesien johtaminen lopetettiin ja putken korjaustoimet aloitettiin välittömästi. Putkilinja rikkoutui uudelleen 9.11. todennäköisesti aikaisemman korjauksen jäljiltä putken y-haaran päälle jääneen kiven takia. Tapahtumista on laadittu kaivoksen toimesta erilliset ympäristöpoikkeamaraportit, jotka toimitettiin Lapin ELY-keskukseen heti tapahtumien jälkeen. Mataroan tarkkailupisteiltä KevP-103, KevS-1 ja KevS-4 haettiin lisänäytteitä loka- ja marraskuussa tapahtumien johdosta.

Pääpiirteissään putkirikon vaikutukset näkyivät hetkellisesti pisteellä KevP-103 useiden parametrien osalta. Pisteellä KevS-4, mikä on seuraava tarkkailupiste alavirran puolella, putkirikon aiheuttamat muutokset olivat havaittavissa hulevesien lisääntymisenä 28.10. Veden sameus (6,5→31 FTU), kokonaisfosfipitoisuus (<3→16 µg/l) ja rautapitoisuus (2→22 mg/l) nousivat edellisen tarkkailukierroksen tuloksista. Kokonaisnikkelipitoisuus 2,3 µg/l (liukoinen nikkeli 0,9 µg/l) oli pisteelle sinällään tavanomainen pitoisuus, mutta yleisesti pisteellä havaittu nikkeli on täysin liukoissa muodossa. Seuraavalla kierroksella kokonaisnikkelipitoisuus oli 1,4 µg/l, joka oli kokonaisuudessaan liukoista. Ensimmäisen putkirikon aikaan havaitut muutokset palautuivat nopeasti ja edellä mainitut pitoisuudet olivat 9.11. haetussa näytteessä tavanomaisia. Sulfaattipitoisuudet nousivat pisteellä KevS-4 marras-joulukuussa pisteellä välille 10-12 mg/l, mitkä ovat noin kaksinkertaisia pisteen normaaliin talvitasoon verrattaessa.

Alimmalta Mataroan pisteeltä KevS-10 ei haettu ylimääräisiä näytteitä putkirikon johdosta. 24.11. ja edelleen 16.12. haettujen velvoitetarkkailunäytteen tulokset olivat tavanomaisia, eikä putkirikosta johtuvia muutoksia veden laadussa ollut havaittavissa.

Mataraojassa veden pH vaihteli välillä 6,8(5,8) –7,7. Arvot olivat tavanomaisia, lukuun ottamatta pisteeltä KevS-1 11.5. mitattua pH-pitoisuutta 5,8. Kyseisen kierroksen aikaan pisteen lähettyvillä oli runsaasti happamia sulamisvesiä ja näytteen pitoisuudet poikkesivat pH:n ja sitä kautta metallipitoisuuksien osalta muista vuoden aikana otetuista tarkkailunäytteistä. Pitoisuudet palautuivat pisteellä heti kesäkuussa normaalitasoilleen. Havumetsävyöhykkeellä sekä suoalueilla sulamis-/pintavalunnat ovat yleisesti happamia. Mataroan erityispiirteenä on ollut läpi tarkkailun pH-arvojen kohoaminen alajuoksulle päin mentäessä. Ilmiön taustalla on todennäköisesti alajuoksun luontaisesti suuremmat kalsiumpitoisuudet.

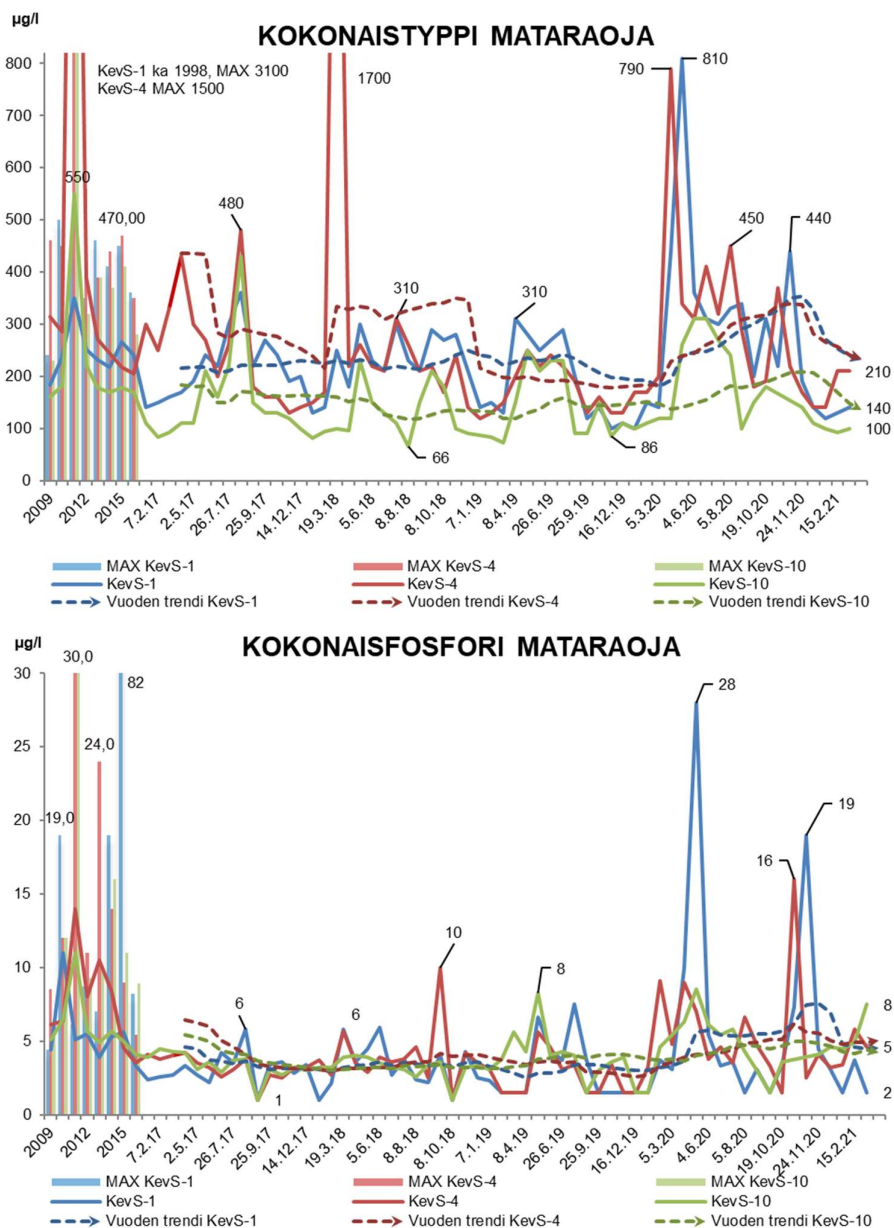
Kiintoainepitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle määräysrajan <1 mg/l. Määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia mitattiin ylimmällä pisteellä KevS-1 sulamiskaudella huhti-toukokuussa (4,8-15,0 mg/l) ja tulotien kohdalla sijaitsevalta pisteeltä KevS-4 huhtikuussa yksittäinen suuri pitoisuus 66 mg/l. Muuten määräysrajan ylittävät

pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,2-8,4 mg/l, jotka ovat pisteelle tavanomaisia. Alimmalla Mataraojan pisteellä KevS-10 kaikki kiintoainepitoisuudet olivat alle määritysrajan. Ylitevesilinjan rikkoutuminen ei ollut havaittavissa Mataraojan kiintoainemäärissä.

Sameus vaihteli vuonna 2020 pisteellä KevS-1 välillä 0,4-5,7 FTU, pisteellä KevS-4 välillä 1,0–31 FTU ja pisteellä KevS-10 välillä 0,5–4,1 FTU. Pisteellä KevS-1 suurimmat sameudet (3,3 ja 5,7 FTU) mitattiin sulamiskaudella 7.4. ja 11.5. Kesä- ja lokakuun välisenä aikana pisteen sameudet vaihtelivat välillä 0,6-1,4 FTU. Ylitevesilinjan rikon johdosta, 28.10. haetun ylimääräisen näytteen sameudeksi määritettiin 2,8 FTU. Sameuden nousu pisteellä oli luontainen, 27. ja 28.10. olivat vesisateisia päiviä (sadekertymät Tähtelän tiedoista 10,5 mm ja 7,4 mm) ja ojaan kertyi tällöin hulevesiä maanpinnan ollessa jo jäässä. Pisteellä KevS-4 veden sameutta on havaittu aikaisempinakin vuosina. Elo- ja syyskuussa 2020 mitattiin kummallakin kierroksella sameudet 21 FTU. Kesäisin ojalla on runsaasti kasvillisuutta ja virtaamat pieniä, jolloin näytteenoton yhteydessä kasvillisuuden pinnoilta irtoaa humusta sekä siitepölyä, jotka sitten päätyvät vesinäytteisiin. Ylitevesilinjan rikkoutuminen oli havaittavissa 28.10. haetun ylimääräisen näytteen sameudessa (31 FTU), runsasta viikkoa aikaisemmin, 19.10. haetun näytteen sameus oli 6,5 FTU. Suoalueelle purkautunut ylitevesi lisäsi ojaan tullutta hulevaikutusta hetkellisesti ensimmäisen putkirikon aikaan. Toinen putkirikko 9.11. ei ollut havaittavissa sameudessa, tapahtuman jälkeen haetun näytteen sameus oli 4,6 FTU. Mataraojan alimmalla pisteellä KevS-10 sameudet olivat tavanomaisia läpi vuoden.

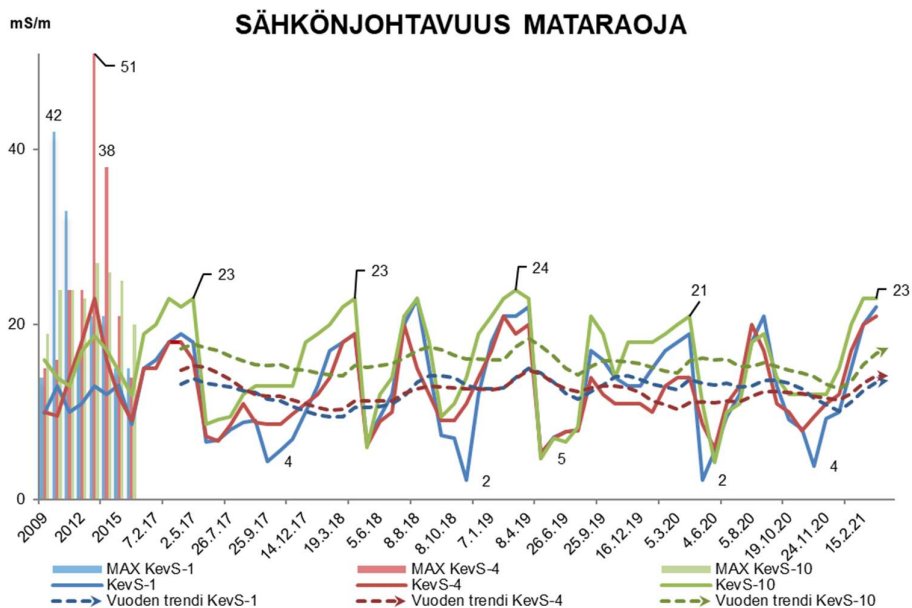
Veden värin ja COD_{Mn}:n perusteella Mataraojan vedessä oli selvä humusleima. Veden **väri** vaihteli pisteellä KevS-1 välillä 17–190 mgPt/l, pisteellä KevS-4 26–740 mgPt/l ja Mataraojan alimmalla pisteellä 27–120 mgPt/l. Keskimääräiset väriluvut olivat varsinkin pisteellä KevS-4 korkeampia kuin vuonna 2019 (38→128 mgPt/l), pitoisuutta nostivat elo-syyskuun yksittäiset väriluvut 740 ja 470 mgPt/l. Veden **COD_{Mn}-pitoisuudet** olivat pisteellä KevS-1 välillä 2,8–32 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 4,6–18 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 4,0–17 mg/l. COD_{Mn}-pitoisuudet olivat keskimäärin nousussa vuodesta 2019. Keskimäärin väriluku ja COD_{Mn}-pitoisuudet ovat kumminkin laskeneet Mataraojalla useamman vuoden, joten vuoden 2020 keskimääräiset tulokset olivat samaa tasoa kuin on mitattu vuonna 2016.

Vesien **ravinnepitoisuudet** olivat Mataraojalla vuonna 2020 nousussa, mutta edelleen oja voidaan luokitella keskimääräisesti karuksi (kokonaisfosforipitoisuus <10 µg/l) ja kirkkaaksi (kokonaistyyppipitoisuus <500 µg/l). Vuonna 2020 kevään nopea sulamiskausi, sateinen loppuvuosi sekä ylitevesilinjan putkirikon aiheuttamat pitoisuuspiikit käänsivät pitempiäkaistrendejä nousuun. Kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat pisteellä KevS-1 välillä 100-810 µg/l, keskiarvon ollessa 299 µg/l (2019 ka 192 µg/l), kokonaisfosforipitoisuudet välillä 1,5-28 µg/l, keskiarvon ollessa 6,4 µg/l (2019 ka 3,0 µg/l). Pisteellä KevS-4 vastaavat tyyppipitoisuudet olivat 140-790 µg/l, ka 295 µg/l (2019 175 µg/l) ja fosforipitoisuudet 3,2-16 µg/l, ka 6,1 µg/l (2019 2,6 µg/l) ja pisteellä KevS-10 tyyppipitoisuudet 100-310 µg/l, ka 180 µg/l (2019 142 µg/l) ja fosforipitoisuudet 1,5-8,5 µg/l, ka 4,6 µg/l (2019 3,9 µg/l). (Kuva 4-1)



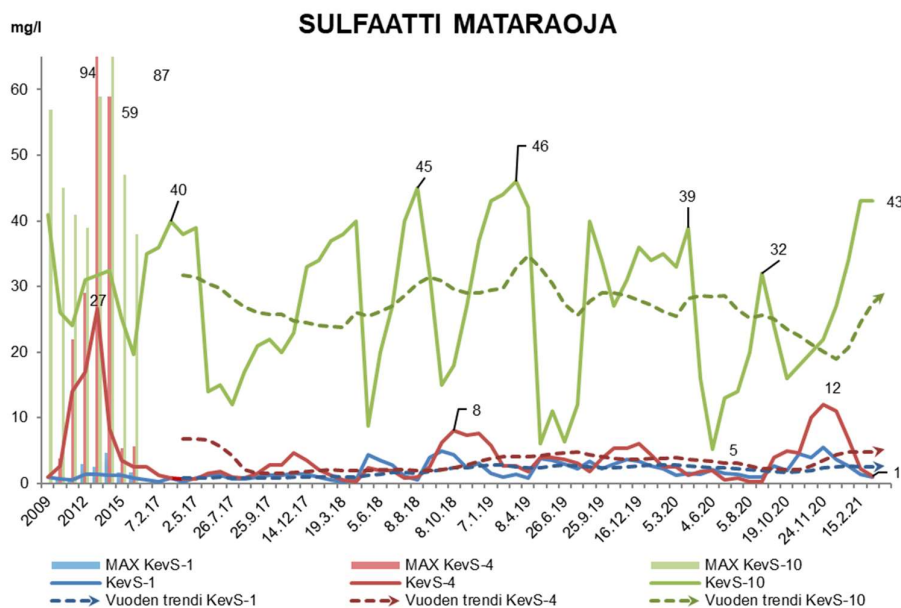
Kuva 0-1. Typpi- ja fosforipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty myös vuoden laskennalliset trendit 12 kuukauden liukuvan keskiarvon avulla.

Sähkönjohtavuus vaihteli vuoden aikana Mataraojan pisteillä välillä 2,3–21 mS/m. Johtavuudet olivat tavanomaisia ja pitkänajan trendit kääntyivät pienoiseen laskuun loppuvuoden osalta. Sateisen syksyn ansiosta ojan vesimäärä oli suurempi aikaisempiin syystalviin verrattaessa, jonka vuoksi konsentraatiot ja sitä kautta johtavuudet laskivat. (Kuva 4-2).



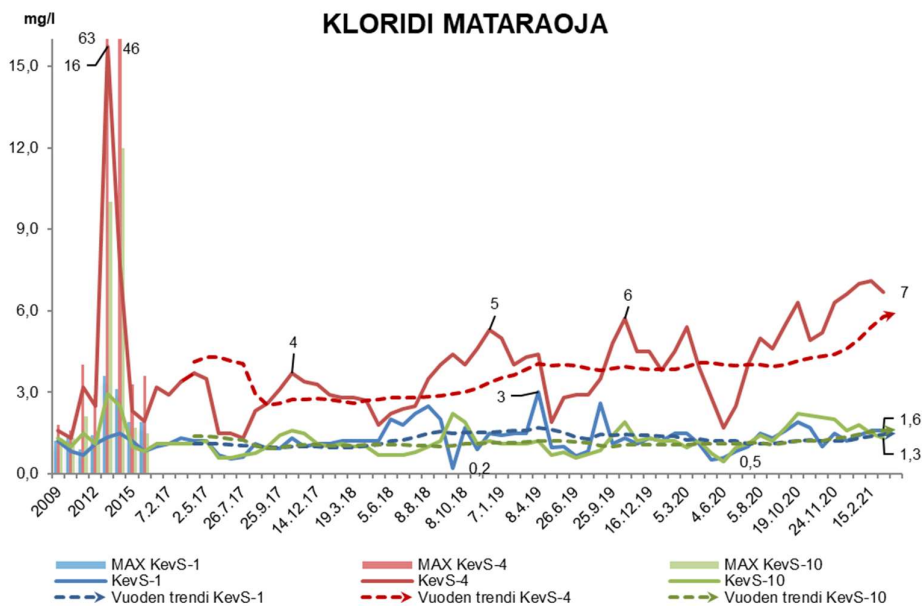
Kuva 0-2. Sähkönjohtavuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty myös vuoden laskennalliset trendit 12 kuukauden liukuvan keskiarvon avulla.

Sulfaattipitoisuus pisteellä KevS-1 vaihteli välillä 0,9–5,5 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,3–12,0 mg/l ja pisteellä KevS-10 5,2–39 mg/l. Pitoisuudet olivat pääsääntöisesti tavanomaisia. Ylitevesilinjan rikkoutumisten jälkeen eli 9.11. ja siitä eteenpäin pisteellä KevS-4 mitattiin sulfaattia 10–12 mg/l, mitkä olivat noin kaksinkertaisia normaalitasoon verrattaessa. Sulfaatin taustapitoisuudeksi Kevitsan alueella on esitetty 1,5–3 mg/l (Lahermo ym. 1996), mikä vastaa pisteeltä KevS-1 havaittua tasoa. Pisteillä KevS-4 ja KevS-10 sulfaattipitoisuutta voidaan pitää alueelliseen taustapitoisuuteen nähden korkeana. Pisteellä KevS-10 luontaiset pitoisuudet ovat olleet keskimäärin yli 24 mg/l koko tarkkailuhistorian ajan eli vuodesta 2009 lähtien. Loppuvuoden 2020 tulokset käänisivät pisteen KevS-10 vuoden trendin laskuun, mutta alkuvuodesta 2021 pitoisuudet jälleen kasvoivat. (Kuva 4-3)

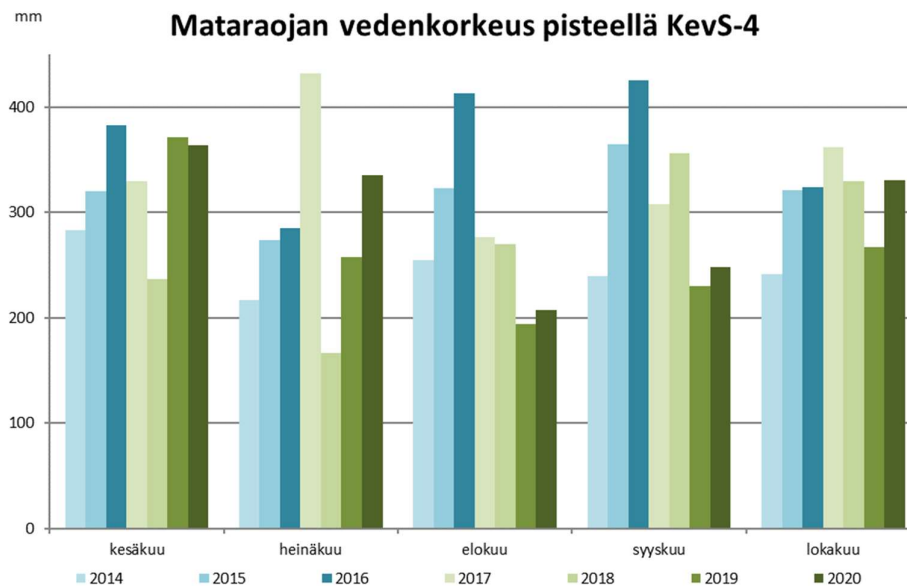


Kuva 0-3. Sulfaattipitoisuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty myös vuoden laskennalliset trendit 12 kuukauden liukuvan keskiarvon avulla.

Kloridipitoisuuksien taustapitoisuudet ovat Lahermon ym. (1996) mukaan <1 mg/l. Pisteellä KevS-1 pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2019 välillä 0,5–1,9 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 1,7–6,6 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,5–2,2 mg/l. Pisteellä KevS-4 kloridipitoisuudet ovat olleet keskimääräisesti vuosissa vuodesta 2016 alkaen, nousu on pientä ja tulokset ovat edelleen selvästi alle vuosien 2013 ja 2014 (Kuva 4-4). Pitoisuuksien nousun taustalla on todennäköisesti ojan vesimäärän pienentyminen ja sitä kautta konsentraation kasvu viime vuosina. Ojan eteläisen haaran latvat ovat jääneet kaivospiirin sisäpuolelle ja sieltä kertyvät vedet ohjataan kaivoksen vesienhallintaan. Vuonna 2020 kesä-, heinä- ja lokakuun keskivertoa suuremmat sateet nostivat pinnankorkeuksia eli ojalla olevaa vesimäärää ja laskivat sitä kautta konsentraatioita. (Kuva 4-5)



Kuva 0-4. Kloridipitoisuus Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty myös vuoden laskennalliset trendit 12 kuukauden liukuvan keskiarvon avulla.



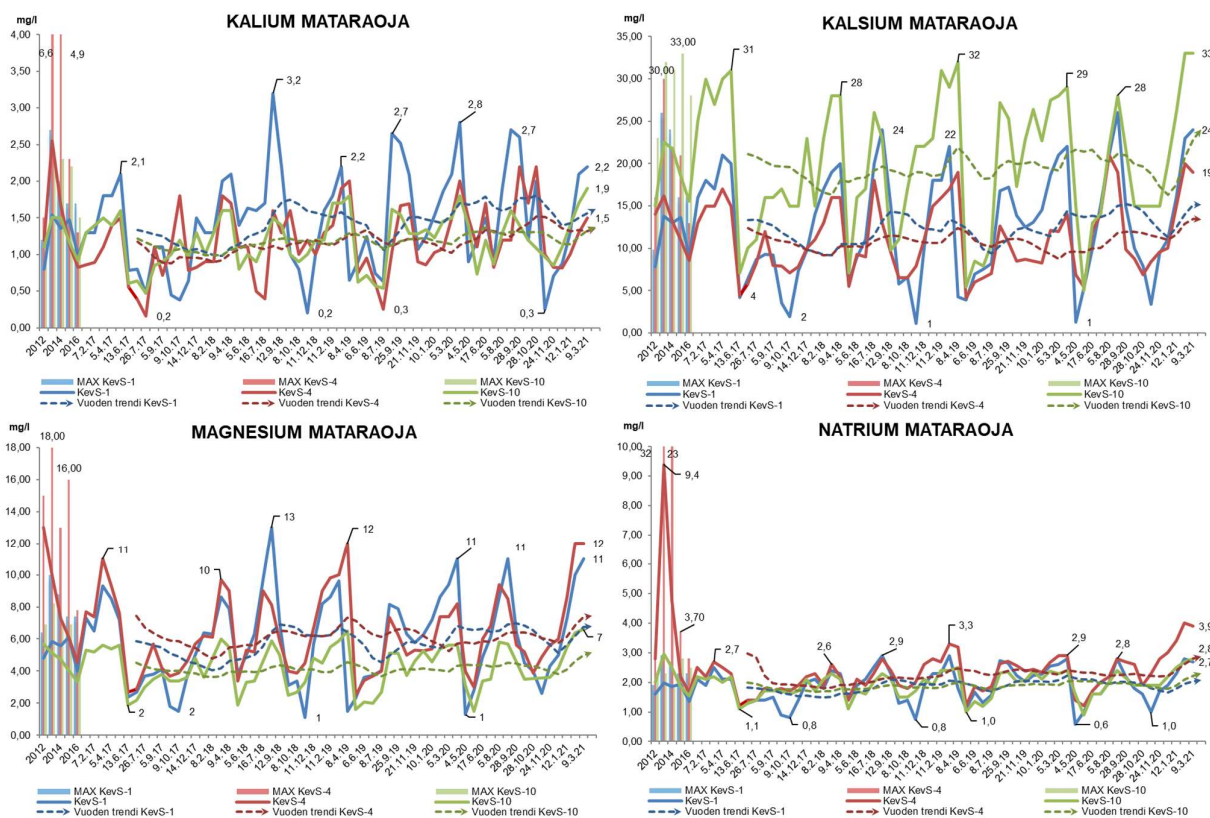
Kuva 0-5. Mataraojan vedenkorkeus pisteeltä KevS-4 sulan veden aikaan vuosina 2014–2020 (EHP-data).

Mangaanipitoisuudet pisteellä KevS-1 vaihtelivat välillä 0,014–0,46 mg/l, pisteellä KevS-4 välillä 0,039–4,58 mg/l ja pisteellä KevS-10 välillä 0,011–0,310 mg/l. Purovesissä mangaania on yleensä 0,002–0,145 mg/l (Lahermo ym. 1996). Mataraojan alueelta havaitut mangaanipitoisuudet selittyvät humukseen sitoutuneella mangaanilla. Suurimmat pitoisuudet (2,6-4,5 mg/l) mitattiin pisteeltä KevS-4 elo- ja syyskuun kierroksilla, jolloin mitattiin myös humukseen viittaavat vuoden suurimmat sameudet ja väriluvut. Kun ojan vesitulavuus on pieni ja kasvillisuus runsasta, näytteenoton yhteydessä seisova vesi häiriintyy ja kasvien/rakenteiden pinnoille kerääntynyt humus irtoaa veteen ja sitä kautta näytteeseen. Humuksen mukana liikkuu myös **rauta** (vuonna 2020 pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,15-26 mg/l). Suurin pitoisuus 26 mg/l mitattiin elokuun kierrokselta pisteeltä KevS-4, jolloin mitattiin myös korkein mangaanipitoisuus. Ylitevesinlinjan ensimmäisen putkikirkon aikaan 28.10. rautapitoisuus kävi tuloksessa 22 mg/l ja mangaanipitoisuus tasolla 0,38 mg/l. Pitoisuudet palautuivat heti seuraavalla kierroksella, rautapitoisuudet vaihtelivat loppuvuoden kierroksilla välillä 0,91-1,0 mg/l ja mangaanipitoisuudet välillä 0,084-0,21 mg/l. Edellä mainittuja yksittäisiä havaintoja lukuun ottamatta tulokset olivat Mataraojalla tavanomaisia, lokakuun lämpöisyys ja sateisuus nosti keskimääräisiä pitoisuuksia hieman kaikilla tarkkailupisteillä.

Kaliumpitoisuudet vaihtelivat Mataraojalla vuonna 2020 välillä 0,3–2,7 mg/l. Pitoisuudet olivat tavanomaisia ja trendit ovat olleet tasaisia vuodesta 2018 alkaen. Keskimääräiset pitoisuudet ovat malmion anomalisen luonteen vuoksi noin kaksinkertaisia verrattuna alueen luontaiseen taustapitoisuuksiin (0,3-1,0 mg/l, Lahermo ym. 1996). **Kalsiumpitoisuudet** vaihtelivat pisteillä välillä 1,3–29 mg/l ja trendit tasaisia. Luontainen taustapitoisuus alueella on noin 3-10 mg/l. (Kuva 4-6)

Magnesiumpitoisuudet vaihtelivat Mataraojalla vuonna 2020 välillä 1,3–11,0 mg/l. Myös magnesiumin osalta trendit ovat olleet tasaisia vuodesta 2018, joskin pitoisuudet ovat malmiosta johtuen suurempia kuin alueelle esitetyt luontaiset taustapitoisuudet (1-3,5 mg/l, Lahermo ym.1996). Magnesiumia päätyy vesistöihin liuskeisista kivilajeista, dolomiittisista kalkkikivistä tai moreenin hienoaineksen mukana. (Kuva 4-6)

Natriumpitoisuudet vaihtelivat Mataraojalla vuonna 2020 välillä 0,6–3,0 mg/l, keskipitoisuuksien ollessa yhteneväisiä alueelle esitettyjen taustapitoisuuksien kanssa (1–2 mg/l, Lahermo ym. 1996). (Kuva 4-6)



Kuva 0-6. Alkalimetallipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10 vuosina 2009–2020. Vuosilta 2009–2016 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2017 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

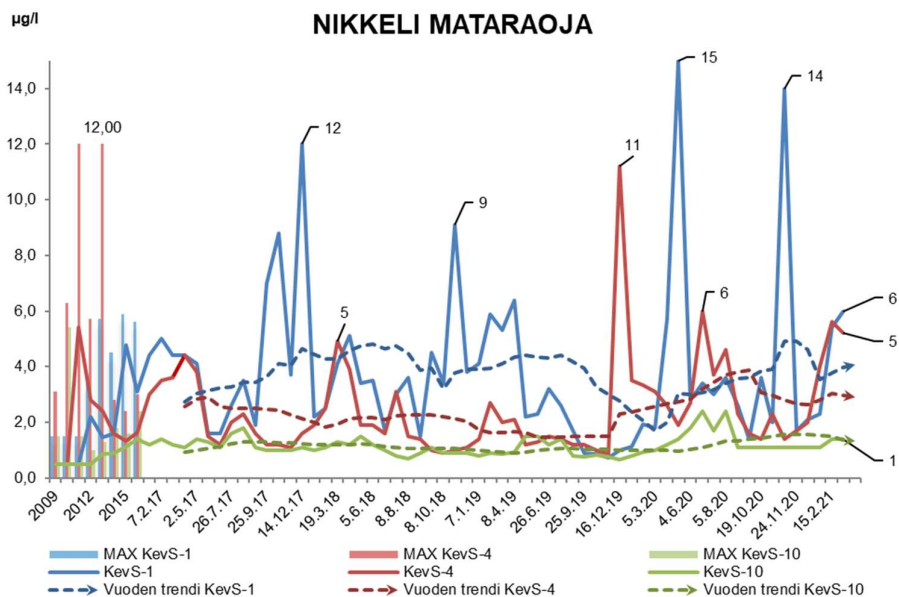
Raskasmetalleista nikkeliä oli Mataraojalla havaittavissa läpi vuoden, yleisesti pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,8-6,0 µg/l. Ylimmäisellä pisteellä KevS-1 havaittiin kahdesti perustasosta poikkeavat kokonaispitoisuudet, sulamiskaudella 11.5. (15 µg/l) ja ylitesilinjan rikkoutumisen johdosta haetussa näytteessä 9.11. (14 µg/l). Marraskuun alun näytteen tuloksen taustalla on myös läheiset hulevedet eikä ylitesilinjan rikkoutuminen alajuoksulla. Pisteellä KevS-1 keskimääräisesti pitoisuudet ovat hienoisessa nousussa, kehitys on noin 1 µg/l vuodessa. Keskimääräistä pitoisuutta nostavat sulamisvedet ja pintavalunnat, joiden perusteella nikkelin lähde on suolle saapuva ilmaskeuma, mikä kerääntyy ojaan sulamisvesien tai sateiden jälkeen pintavaluntoina. (Kuva 4-7)

Tarkkailupisteellä KevS-4 nikkelin kokonaispitoisuudet vaihtelivat vuoden 2020 aikana välillä 1,4-6,0 µg/l. Keskimäärin pitoisuudet ovat olleet pienoisisessä nousussa viime vuodet, muutos vuoteen 2019 oli 0,6 µg/l. Vuoden 2020 keskipitoisuus 2,8 µg/l on samaa tasoa, mitä pisteeltä on mitattu vuonna 2012. Ylitesilinjan putkirikon vaikutukset näkyivät 28.10. otetussa näytteessä, tällöin kokonaispitoisuus nousi arvoon 2,3 µg/l liukoisen pitoisuuden ollessa 0,9 µg/l. Muilla tarkkailukierroksilla nikkeli oli käytännössä kokonaan liuenneessa muodossa. (Kuva 4-7)

Mataraojan alimmaisella tarkkailupisteellä KevS-10 oli myös havaittavissa keskimääräisten pitoisuuksien nousseen vuodesta 2019, mutta vuoden 2020 kokonaisnikkelin keskiarvopitoisuus 1,4 µg/l on samaa tasoa kuin vuonna 2017. (Kuva 4-7)

Liukoisen nikkelin biosaatavaa osuutta voidaan arvioida käyttäen BioMet -mallia (<http://bio-met.net/>). Biosaatavan nikkelin pitoisuudelle on asetettu ympäristölaatunormit (VNa 1090/2016) suurimman sallitun yksittäisen pitoisuuden osalta (MAC-EQS 34 µg/l) sekä vuosikeskiarvona (AA-EQS 4 µg/l + taustapitoisuus 1 µg/l) tarkasteltaessa. Ympäristölaatunormit eivät ylittyneet liukoisen yksityispitoisuuden eikä

vuosikeskiarvojen osalta pitoisuuksien jäädessä alle raja-arvojen. Näin ollen myöskään biosaatavan nikkelin pitoisuus ei ylitä ympäristölaatumnormia. Pisteelle KevS-1 tehdyn, vuosikeskiarvon laskennan biosaatavuudeksi saatiin tulos 0,45 µg/l.



Kuva 0-7. Nikkelipitoisuudet Mataraojan pisteillä KevS-1, KevS-4 ja KevS-10. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty myös vuoden laskennalliset trendit 12 kuukauden liukuvan keskiarvon avulla.

Sisäisten vesien pisteellä KevP-103 nikkelpitoisuudet ovat olleet muita Mataraojan pisteitä korkeammat läpi tarkkailun, vaihdellen pääsääntöisesti kokonaisnikkelin osalta välillä 10–50 µg/l vuodesta 2016 lähtien. Keskimääräisten kokonaispitoisuuksien kehitys on ollut vuodesta 2016 alkaen 35→30→23→19→23 (44) µg/l. Ylitevesilinjan rikkoutuminen 28.10. aiheutti hetkellisesti vesien purkautumisen pisteen KevP-103 ympäristöön, tällöin mitattiin kokonaisnikkelipitoisuus 310 µg/l, liukoisen pitoisuuden jäädessä arvoon 49 µg/l. Sekä kokonais- että liukoiset pitoisuudet laskivat heti seuraavan näytteenoton yhteydessä arvoon 29 µg/l, mikä on pisteen normaalitaso. Ylitevesilinjan uudelleen rikkoutuminen 9.11. ei näkynyt tämän pisteen nikkelpitoisuuksissa, kuten ei myöskään seuraavalla alajuoksun suuntaan olevalla pisteellä KevS-4. Tarkemmin pisteen KevP-103 tuloksia on käsitelty sisäisten vesien raportissa.

Kromin ja kuparin pitoisuudet olivat Mataraojalla tavanomaisen pieniä, yleisesti alle määrittärajän (<0,5 µg/l). Suurin kokonaiskromi- (4,9 µg/l) ja kokonaiskuparipitoisuus (6,6 µg/l) mitattiin toukokuun sulamisvesi kierroksella pisteeltä KevS-1. Myös lokakuun kierroksella, pintavaluntojen vuoksi pitoisuudet olivat kyseisellä pisteellä koholla, kokonaiskromin pitoisuudeksi mitattiin 4,4 µg/l ja kokonaiskuparin pitoisuudeksi 3,6 µg/l. Muilla kierroksilla ja pisteillä kokonaiskromipitoisuudet jäivät alle 1,5 µg/l. Kuparia havaittiin keväällä ja kesällä pisteeltä KevS-4 pitoisuudet 1,1-4,2 µg/l, muuten pitoisuudet olivat alle 1,0 µg/l. Keskipitoisuus oli 1,0 µg/l, mikä on pisteen tavanomainen taso. Alimmalla Mataraojan pisteellä KevS-10 kuparipitoisuudet olivat pieniä läpi vuoden.

Liijyn liukoiset pitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle määrittärajöjen. Toukokuussa havaittiin pisteellä KevS-1 pitoisuus 0,24 µg/l ja lokakuussa pitoisuus 0,094 µg/l. Muut määrittärajän ylittävät pitoisuudet (pisteellä KevS-1 4 kpl, pisteellä KevS-4 1 kpl ja pisteellä KevS-10 2 kpl) vaihtelivat välillä 0,02-0,047 µg/l, määrittärajän ollessa 0,02 µg/l. **Elohopean ja hopean** pitoisuudet jäivät alle määrittärajöjen (0,02 µg/l) jokaisella tarkkailukierroksella. **Liukoisen kadmiumin** tulos 0,011 µg/l 7.4. pisteeltä KevS-1 ylitti ainoana tuloksena määrittärajän (0,01 µg/l). **Uraania** oli havaittavissa alimmalla pisteellä pieniä määriä 0,02-0,054 µg/l käytännössä jokaisella kierroksella, pisteellä KevS-4 sen sijaan uraania ei havaittu vuonna 2020 lainkaan. Ylimmäisellä pisteellä KevS-1 uraania havaittiin vain sulamisvesien yhteydessä toukokuussa juuri määrittärajän

(0,01 µg/l) ylittävä pitoisuus (0,013 µg/l) ja toisen kerran lokakuun pintavaluntujen yhteydessä pitoisuus 0,016 µg/l. **Liukoista sinkkiä** havaitaan yleisesti pieniä määriä (0,5-6,6 µg/l) pisteellä KevS-1, toukokuun poikkeavan kierroksen aikaan mitattiin pitoisuus 24 µg/l. Pisteillä KevS-4 ja KevS-10 sinkkiä oli havaittavissa pieniä pitoisuuksia <0,2 (määrityraja)-2,0 µg/l jokaisella tarkkailukierroksella, mutta pitoisuudet olivat selvästi pienempiä kuin ylimmällä pisteellä KevS-1.

Yhteenveto

Mataraojalla määritetyt pitoisuudet vastasivat pääsääntöisesti edellisinä vuosina havaittuja pitoisuuksia. Nikkelipitoisuudet ovat pienoisessa nousussa (0,5 µg/l/a) koko ojan pituudelta, nikkeliä päätyy ojaan todennäköisesti pintavaikutteiden esimerkiksi hule- ja sulamisvesien kautta. Ylitevesilinjan rikkoutuminen 28.10. oli havaittavissa hulevesiin korreloivissa pitoisuuksissa (sameus, fosfori ja rauta) ja nikkelin kokonaispitoisuudessa pisteellä KevS-4. Edellä mainitut pitoisuudet palautuivat normaalitasoilleen heti marraskuun alussa toisen putkirikon yhteydessä haettujen näytteiden perusteella. Pisteeseen KevS-4 sulfaattipitoisuudet sen sijaan reagoi viiveellä putkirikkojen aiheuttamiin muutoksiin, sulfaattia mitattiin pisteeltä marras-joulukuussa pitoisuuksia 10-12 mg/l, mitkä ovat noin kaksinkertaisia aikaisempiin syystalviin verrattaessa. Alimmalla tarkkailupisteellä KevS-10 ylitevesilinjan rikkoutuminen ei ollut havaittavissa.

Mataraojan vesimäärä on ollut pienoisessa laskussa vuodesta 2016, joskin vuonna 2020 kokonaisvesimäärät nousivat runsaslumisen kevään ja sateisen syksyn johdosta. Vesimäärän pienentyminen vaikeuttaa näytteenottoa varsinkin pisteellä KevS-4. Pisteellä on kesäisin runsaasti kasvillisuutta ja virtaamat pieniä. Näytteenoton yhteydessä kasvien pinnoilta irtoaa helposti humusta, joka päätyy näytteeseen. Talvisin pisteen vesisyvyys on noin 20 cm, jolloin näytteenottoreiän kairaamisen yhteydessä kiintoainesta irtoaa herkästi veden mukaan.

4.2 Kitinen

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

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

Vajusen altaan **veden happitilanne** pysyi pääsääntöisesti hyvällä/kiitettävällä tasolla ympäri vuoden. Pieni notkahdus happitilanteessa oli edellisvuosien tapaan kevättalvella, jolloin altaan jääpeite oli laajimmillaan. Hapen kyllästysaste käväisi tuolloin tyydyttävällä tasolla. Veden **pH-arvot** olivat neutraalin tuntumassa, vaihdellen välillä 6,4–7,9. Alhaisimmat arvot mitattiin edellisvuosien tapaan loppukeväästä, jolloin happamat kevään sulamisvedet laskivat arvoja. Veden puskurikyky eli **alkaliteetti** oli hyvällä tasolla, keskipitoisuus 0,2 mmol/l.

Humuspitoisuuden indikaattoreista päällysvesissä (KevS-6 1m, KevS-14 ja KevS-16) **väriluku** vaihteli välillä 41–96 mg/l Pt ja **COD_{Mn}** välillä 5,9–15 mg/l, arvot olivat tyypillisiä Kitiselle. Suurimmat arvot mitattiin, myöhäisen sulamiskauden vuoksi, vasta 17.6. kierroksella. Alusvesinäytteiden (KevS-6 10m) arvot olivat yhteneväisiä pintavesinäytteisiin. Vajusen altaan vesi hyvin sekoittunutta, mitä tukee myös kesä- ja syyskuussa toteutetut kenttämittaukset.

Moniparametrimittaukset suoritettiin kesä- ja syyskuussa pisteiltä KevS-14 ja KevS-16. Sekoittumisvyöhykkeen ulkopuolella sijaitsevalla pisteellä KevS-14 Vajusen altaan vesipatsas oli tasalaatuista eikä ylivesien vaikutusta ollut havaittavissa, kuten ei ole havaittu aikaisempinakaan mittauskertoina. Metrin mittaustulokset ja metrin vesinäytteen tulokset olivat yhteneväisiä, kuten myös pisteellä KevS-16.

Sekoittumisvyöhykkeen sisällä sijaitsevalla pisteellä KevS-16 ylivesien vaikutus on yleisesti havaittavissa sähkönjohtavuuksissa. Vuonna 2020 kesäkuun ensimmäisellä kierroksella 2.6. neljän metrin syvyydeltä mitattiin johtavuus 2,9 mS/m (muilla syvyyksillä johtavuudet vaihtelivat välillä 1,5-1,8 mS/m). Samalla syvyydellä oli myös lämpötilassa pieni harppauskerros, joten johtavuuden nousu voi olla myös seurausta alkukesän lämpökerrostumisesta. Kesäkuun toisella kierroksella 17.6. johtavuudet olivat tasaisesti 1,8 mS/m kuuden metrin syvyydelle asti. Seitsemän metrin syvyydellä johtavuus nousi arvoon 4,3 mS/m, pysytellen kahdeksan ja yhdeksän metrin syvyyksillä tasoilla 2,7-2,9 mS/m. Veden lämpötilat olivat tällöin melko yhteneväisiä 4-8 metrin syvyyksillä, joten lämpötilakerrostuminen ei ollut syynä havaintoihin.

Syyskuun moniparametrimittauksissa 1. ja 29.9. ei havaittu johtavuuksissa muutoksia syvyyden funktiona, ensimmäisen kierroksen aikaan johtavuudet vaihtelivat välillä 2,95-2,98 mS/m ja toisella kierroksella välillä 3,40-3,75 mS/m. Myös veden lämpötilat olivat tasaisia syyskuussa, kuun toisella kierroksella lämpötila oli 7,2 °C läpi vesipatsaan, joten syyskierto ja juoksutukset tasoittavat altaan vettä tehokkaasti.

Kiintoainepitoisuudet olivat pieniä, pääsääntöisesti alle määritysrajan (<1,0 µg/l). Jonkin verran kiintoainesta (1,0-2,2 mg/l) oli liikkeellä lähinnä loppusyksystä sateiden jälkeen. **Sameus** vaihteli näytteissä välillä 0,4–2,3 FTU eli vedet olivat kirkkaita, korkeintaan lievästi sameita kevättulvien ja sateiden jälkeen.

Mangaanipitoisuudet vaihtelivat Vajusen altaan välillä 2,7–140 µg/l, suurimmat pitoisuudet mitattiin kaivoksen yläpuoliselta pisteeltä KevS-6 11.8. kierroksella. Tällöin mitattiin normaalia (keskiarvopitoisuudet Kitisellä noin 20-30 µg/l) korkeammat pitoisuudet kaikilla tarkkailupisteillä. **Rautapitoisuus** vaihteli altaalla välillä 320–930 µg/l, suurimmat pitoisuudet mitattiin edellä mainitun elokuun kierroksen aikaan. Kitisen juoksutusmäärät nousivat heinäkuun määrästä ja vaihtelivat päivätasolla paljon, juoksutusolosuhteiden vaihtelu on todennäköisesti havaittujen pitoisuuksien taustalla. Pitoisuudet olivat kumminkin tavanomaisia sisävesien pitoisuuksia.

Kokonaistypipitoisuudet vaihtelivat Vajusen altaalla välillä 230–480 (960) µg/l (Kuva 4-8), vastaten pääosin karujen vesien pitoisuuksia (<400 µg/l). Joulukuun kierrokselle mitattiin muista kierroksista ja pisteistä poikkeava pitoisuus 960 µg/l pisteeltä KevS-14, pisteen keskimääräinen taso on n. 300 µg/l. Myös ammoniumtyppeä havaittiin noin kaksinkertainen määrä normaalitasoon verrattaessa, sekä jonkin verran kiintoainesta ja mangaania, jotka viittaavat hulevesiin tai pohja-ainekseen. Nitraattimuotoisena typpeä esiintyi runsaammin keväällä (enimmillään 140 µg/l). Nitriittityppipitoisuudet olivat käytännössä alle määritysrajan (<2,0 µg/l) koko vuoden, muutamia määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia 2,2-3,8 µg/l mitattiin silloin tällöin vuoden aikana. **Ammoniumintyppeä** havaittiin vähäisesti vuoden aikana, pitoisuudet vaihtelivat pisteillä välillä <3,0 (määritysraja)-27 µg/l, joulukuun pisteen KevS-14 poikkeava pitoisuus oli 52 µg/l.

Kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat altaalla välillä 6,4–16 µg/l ja fosfaattifosforipitoisuudet välillä <2-5,5 µg/l. Pitoisuudet olivat pieniä ja yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin. Päällysveden **klorofyllipitoisuus** kuvastaa yhteyttävien levien määrää. Klorofylli määritetään Kitisellä kesä-elokuun välisenä aikana pisteeltä KevS-6. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 3,7–9,4 µg/l, ollen tavanomaisia. Myöhäisen kevään vuoksi klorofylliä ei havaittu kesäkuun ensimmäisellä kierroksella olleenkaan. Ravinnepitoisuuksien ja klorofylli-a:n perusteella Vajusen altaan vesi on karua/lievästi rehevää ja niukka-/keskiravinteista (mesotrofista).

Sähkönjohtavuus vaihteli vuoden aikana Vajusen altaalla välillä 1,5–4,3 mS/m (Kuva 4-9). Veden **sulfaattipitoisuudet** olivat välillä 0,5–3,9 mg/l (Kuva 4-10) ja **kloridipitoisuudet** välillä <0,5 (määritysraja)–1,5 mg/l (Kuva 4-11). Kaivoksen purkuvesien sekoittumisvyöhykkeen tuntumassa sijaitsevan pisteen KevS-14, sekä vyöhykkeen sisällä sijaitsevan pisteen KevS-16 pitoisuudet olivat yhteneväisiä taustapisteen KevS-6 tulosten kanssa, eikä ylitevesien vaikutus ollut havaittavissa metrin syvyydeltä otettujen vesinäytteiden tuloksissa näiltä osin.

Kaliumpitoisuudet vaihtelivat altaan näytteissä välillä <0,5–0,9 mg/l, **kalsiumpitoisuudet** välillä 1,4–4,4 (11,0) mg/l, **magnesiumpitoisuudet** välillä 0,5–1,6 (4,3) mg/l ja **natrumpitoisuudet** välillä 0,6–1,6 (2,9) mg/l. Pisteeltä KevS-16 mitattiin 5.8. kierroksella muista kierroksista ja historiasta poikkeavat pitoisuudet Ca 11 mg/l, Mg 4,3 mg/l ja Na 2,9 mg/l, muissa pitoisuuksissa ei ollut muutoksia kyseisellä kierroksella. Näytteenoton aikaan pisteellä oli navakka pohjoistuuli, jolloin aallot suuntautuvat suoraan näytteenottopistettä kohden ja irroittivat ainesta pohjasta sekä padon pengerryksestä. Muuten pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin ja vastasivat alueellisia purovesien taustapitoisuuksia (Lahermo ym. 1996).

Nikkeli- ja kromipitoisuudet olivat Vajusen altaalla <1,0 µg/l, mikä on ollut aikaisempina vuosina määritysrajana. Pitoisuudet olivat erittäin pieniä ja suurimmaksi osaksi epävarmuusrajojen sisällä. Pintaveden liukoisen nikkelin ympäristölaatonormi ei ylittynyt. Myös **kuparipitoisuudet** olivat pääosin alle 1 µg/l. Muutamia yksittäisiä, yli 1 µg/l pitoisuuksia havaittiin eri aikoina eri pisteiltä. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 1,2-3,8 µg/l, joten pitoisuudet olivat pieniä ja trendejä ei ollut havaittavissa.

Kadmium-, ja pisteeltä KevS-6 määritettävät **hopea- ja elohopeapitoisuudet** jäivät alle määritysrajojen (<0,01 ja <0,02 µg/l) läpi vuoden. **Lyijyn** määritysraja pieneni loppuvuonna 2019 tasolle <0,02 µg/l, edellisen määritysrajan ollessa <0,1 µg/l. Vuonna 2020 lyijyä havaittiin pääsääntöisesti pieniä, juuri määritysrajan tuntumassa olevia pitoisuuksia (0,02-0,04 µg/l) kaikilla tarkkailukierroksilla ja -pisteillä. Vuoden aikana havaittiin kahdesti aikaisemman määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia, pisteen KevS-6 10 metrin näytteestä 11.8. mitattiin pitoisuus 0,13 µg/l ja pisteeltä KevS-16 7.4. pitoisuus 0,45 µg/l. Havaitut pitoisuudet olivat yksittäisiä ja palautuivat heti seuraavilla kierroksella.

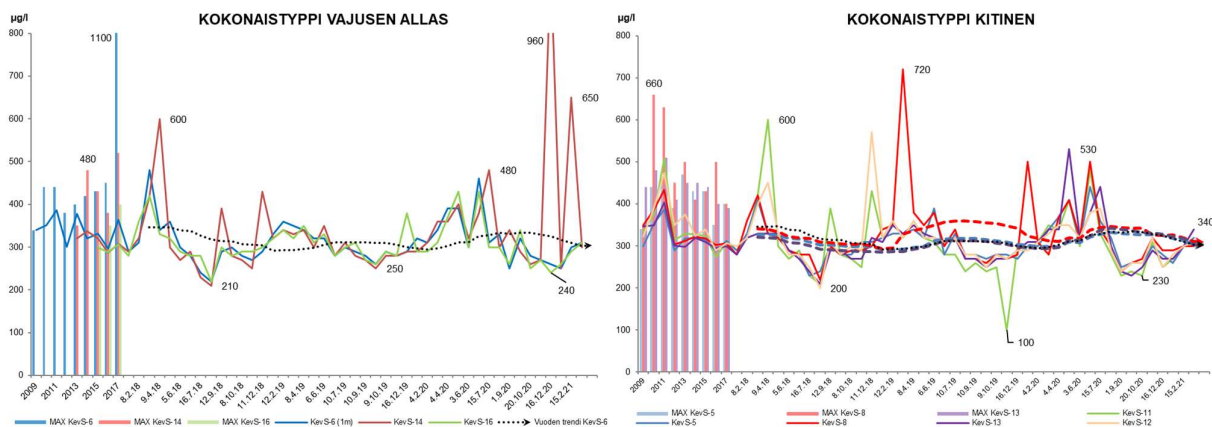
Pisteeltä KevS-6 erikseen määritettävät alkuainepitoisuudet olivat tavanomaisia.

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

Kaivoksen purkupisteen alapuolisilla Kitisen pisteillä veden pH-arvot olivat tasaisia, vaihdellen välillä 6,5–7,4. **Kiintoainepitoisuus** oli pääsääntöisesti pieniä, alle 2 mg/l. Yli 2,0 mg/l pitoisuuksia mitattiin kahdesti, 12.5. pisteeltä KevS-11 pitoisuus 8,2 mg/l ja pisteeltä KevS-12 pitoisuus 2,2 mg/l.

Kitisellä veden **väri** vaihteli vuonna 2020 otettujen näytteiden perusteella välillä 41–100 mg Pt /l, **COD_{Mn}**-pitoisuudet vaihtelivat välillä 5,9–15 mg O₂/l ja **sameuden** arvot välillä 0,6–1,7 (4,1) FTU. Suurin sameus 4,1 FTU mitattiin samalta kierrokselta kuin suurin kiintoainepitoisuus. Väri, kuten muutkin humusta indikoivat pitoisuudet vaihtelevat jokijaksolla juokсутusten mukaan. Tulosten perusteella Kitisen veden luokittelu muuttuu juokсутusolosuhteiden mukaan karusta ja kirrkaasta aina humusvesiin asti. Humuksen vaikutus on havaittavissa mm. **mangaani-** (17-290 µg/l) ja **rautapitoisuuksissa** (400-1400 µg/l), joissa hetkellisesti mitataan korkeahkoja pitoisuuksia.

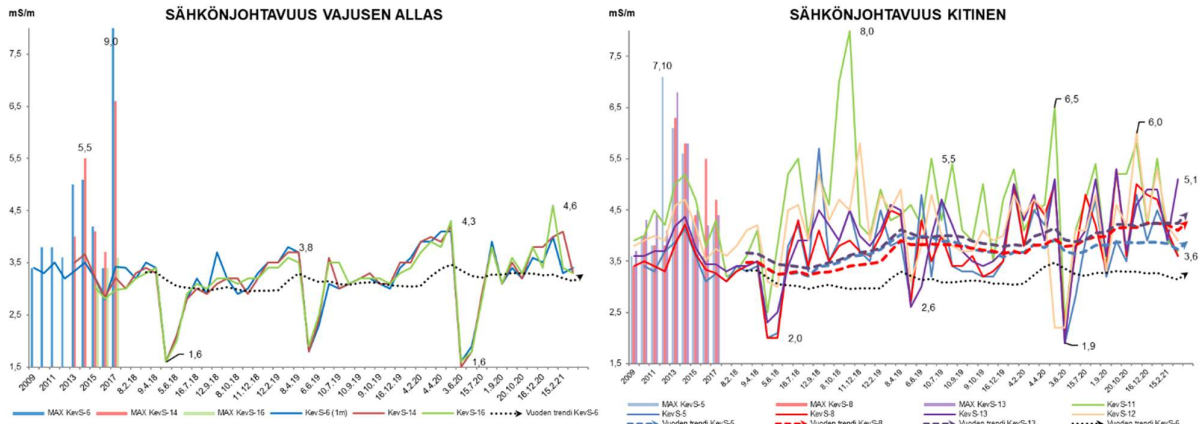
Kokonaistyyppipitoisuus alapuolisilla pisteillä vaihteli välillä 230–530 µg/l (Kuva 4-8) ja **kokonaisfosforipitoisuus** välillä 8,3–23 µg/l. Korkein yksittäinen kokonaisfosforipitoisuus 23 µg/l mitattiin pisteeltä KevS-11 12.5., muilla kierroksilla ja pisteillä pitoisuudet olivat alle 15 µg/l. Ravinnepitoisuudet ovat olleet tasaisia viime vuodet ja trendit ovat tällä hetkellä pienoisisessa laskussa. Ravinnepitoisuudet viittaavat pääsääntöisesti niukka- tai keskiravinteisiin vesiin (oligo/mesotrofia). Kitiseen kohdistuva kaivoksen ravinnekuormitus on alhaista ja peittyä vesistön muihin kuormituslähteisiin.



Kuva 0-8. Kokonaistyyppipitoisuudet Kitisellä. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen myös noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

Sähkönjohtavuudet vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 1,9–6,5 mS/m, ollen tavanomaisen pieniä. Keskimääräiset trendit ovat Vajusen altaan pisteillä olleet tasaisia keväästä 2019 lähtien ja alapuolisilla pisteillä pienoisisessa nousussa. Vuoden 2020 aikana Kitiseen pumpattiin käsiteltyjä vesiä yhteensä 4 864 115 m³, mikä oli huomattavasti edellisvuosia runsaammin (2019: 3,4 Mm³, 2018: 3,3 Mm³, 2017: 2,4 Mm³, 2016: 3,8 Mm³, 2015: 3,7 Mm³). Ylitevesien pumppaus Kitiseen aloitettiin vuonna 2013, jolloin sähkönjohtavuudet nousivat purkupisteen alapuolisilla pisteillä suhteellisesti n. 7-17% eli muutamia kymmeniä perustasosta. (Kuva 4-9)

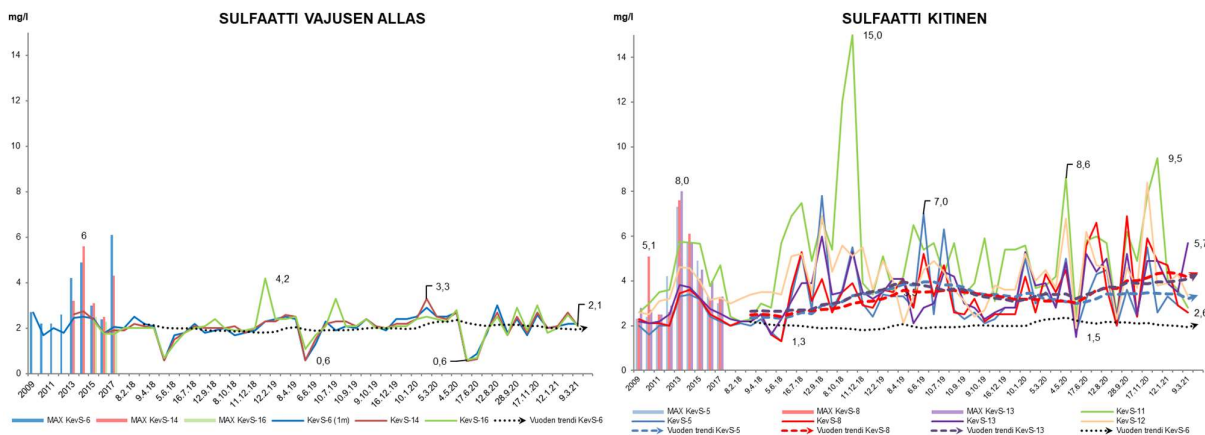
Pisteeltä KevS-12 on havaittu silloin tällöin Mataraojan vesien vaikutus. Piste sijaitsee Mataraojan laskupaikan alapuolella ja Mataraojan vedessä mm. alkalimetalli- ja sulfaattipitoisuudet ovat luonnostaan korkeammat kuin Kitisellä, jonka vuoksi Mataraojan sähkönjohtavuus on korkeampi. Mataraojan vesien vaikutus pisteellä KevS-12 oli mahdollisesti havaittavissa joulukuun johtavuudessa 6,0 mS/m. Muulloin vesien sekoittuminen Kitiselle oli tehokasta ja Mataraojan vaikutusta ei ollut havaittavissa. Suurimmat johtavuuden edellisvuosien tapaan mitattiin Mataraojan yläpuoliselta pisteeltä KevS-11. (Kuva 4-9)



Kuva 0-9. Sähkönjohtavuus Kitisellä. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen myös noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

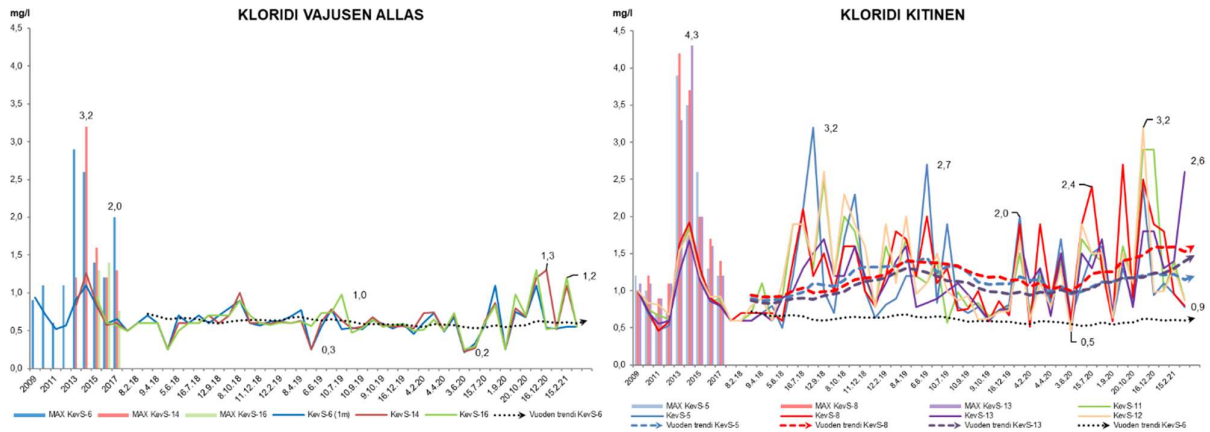
Sulfaattipitoisuudet vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 1,7–9,5 mg/l (Kuva 4-10). Vuonna 2020 sulfaattipitoisuudet olivat yhteneväisiä vuosiin 2018-2019. Keskimääräiset pitoisuudet ja sitä kautta trendit olivat nousussa loppuvuodesta 2020 kaivoksen alapuolisilla pisteillä, muutosten taustalla on myös Kitisen pienet virtaamat loppuvuodesta.

Pisteen KevS-5 sulfaattipitoisuudet indikoivat ylitevesien osuutta Vajukosken virtaamista (Kuvat 5-2 ja 5-3), vaihtelut ovat pieniä mutta havaittavissa.



Kuva 4-10. Sulfaattipitoisuus Kitisellä. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuna maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen myös noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

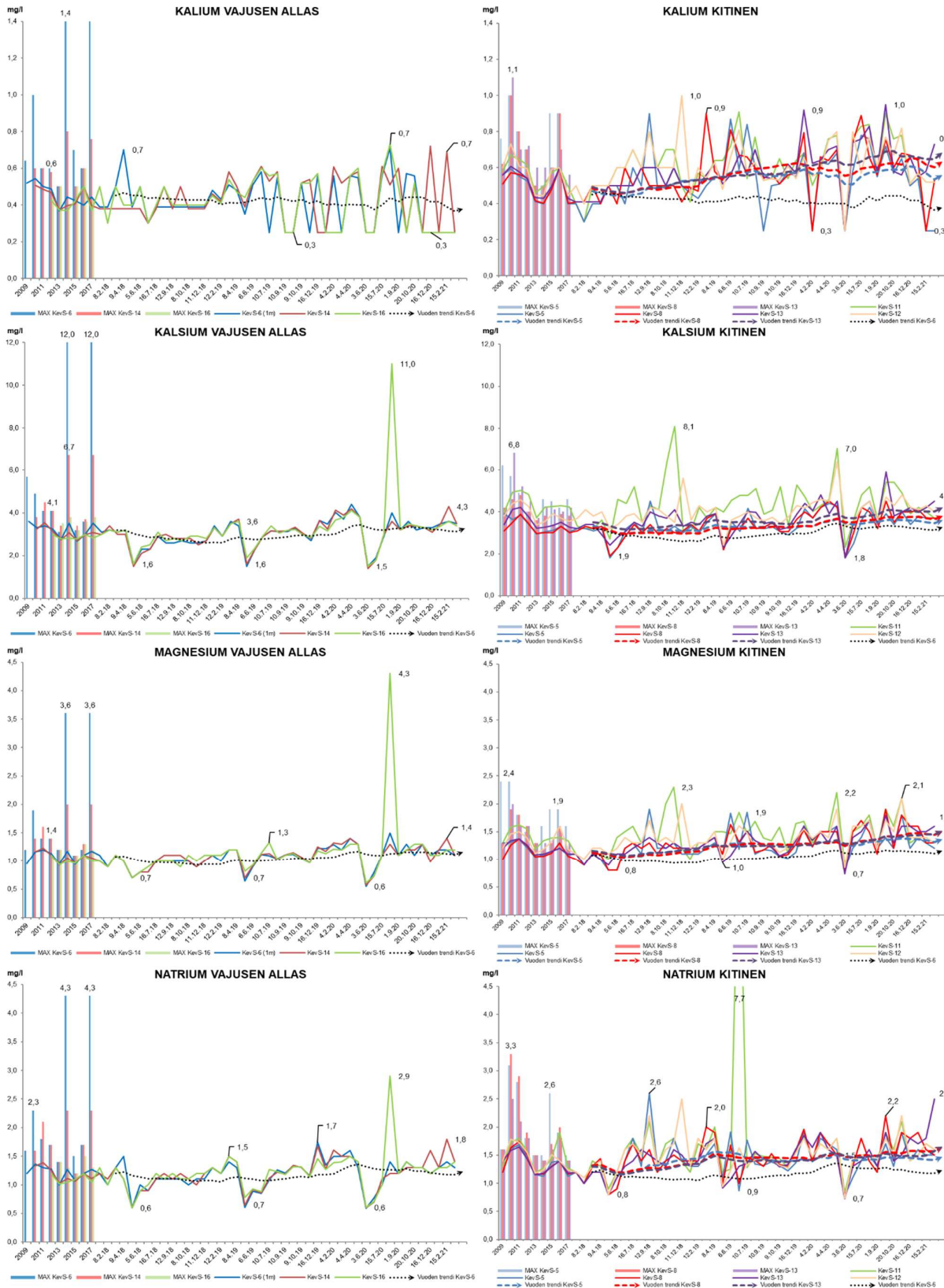
Kloridipitoisuudet vaihtelivat Vajukosken alapuolisilla pisteillä välillä 0,5–3,2 mg/l. Pitoisuudet ovat yleisesti pieniä, mutta vuoden 2020 suuremmat Kitiseen johdettavat ylitevesimäärät käänsvät kloridipitoisuuksien kehityksen nousuun. Ylitevesien johtamisen aloittaminen Kitiseen vuonna 2013 oli havaittavissa kloridipitoisuuksissa Vajukosken alapuolisilla pisteillä. Kloridipitoisuudet olivat keskimäärin ennen vuotta 2013 <1 mg/l. Vuonna 2014 mitattiin tarkkailuhistorian korkeimmat keskipitoisuudet 1,8-1,9 mg/l, joskin vuonna 2014 havaittiin myös kaivoksen yläpuolisella pisteellä kloridipitoisuuksien nousseen keskimäärin 0,2 mg/l. Vaikka kloridipitoisuuksien trendi on tällä hetkellä nousevat alapuolisilla pisteillä, keskipitoisuudet olivat alle vuoden 2014 tulosten vaihdellen välillä 1,3-1,5 mg/l. Vajusen altaan pisteiden keskimääräiset kloridipitoisuudet olivat vuonna 2020 0,61-0,68 mg/l. (Kuva 4-11)



Kuva 0-11. Kloridipitoisuus Kitisellä. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailuluukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen myös noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

Alkalimetallipitoisuuksista, kalium vaihteli välillä 0,3–1,0 mg/l, **kalsium** välillä 1,8–11,0 mg/l, **magnesium** välillä 0,7–4,3 mg/l ja **natrium** välillä 0,7–2,9 mg/l. Kalsium-, magnesium- ja natriumkuvaajissa on havaittavissa 12.8. pisteen KevS-16 muista tarkkailupisteistä poikkeavat tulokset, tällöin näytteeseen oli todennäköisesti sekoittunut kiintoainesta olosuhteista johtuen. Muuten pitoisuudet olivat tavanomaisia vuonna 2020. Pitkääjan trendien mukaan kalsium-, magnesium- ja natriumpitoisuudet ovat olleet tasaisia läpi tarkkailun, pieni tasoero pitoisuuksissa on kumminkin purkupisteen ylä- ja alapuolisten pisteiden välillä. Kaliumpitoisuuksissa on havaittavissa pientä nousevaa kehitystä purkupisteen alapuolisilla pisteillä. Samalla trendistä voi havaita myös keskimääräisten pitoisuuksien nousevan alajuoksulle päin, eli kaliumia päätyy Kitisen myös muualta kuin vain ylitevesien mukana. (Kuva 4-12)

Pitoisuuksia on määritetty vuodesta 2012 alkaen ja Kitisen pitoisuudet vastaavat pääosin alueellisia purovesien taustapitoisuuksia (K 0,6-1,3 mg/l, Ca 4-7 mg/l, Mg 1,3–2,7 mg/l ja Na 0-3,5 mg/l) (Lahermo ym. 1996). Kevitsan malmin sijaitsee laajemmassa alkalimetalli-anomaliassa ja alkalimetalleja saapuu Kitisen luonnonojien kautta, esimerkiksi Mataraojan kautta.

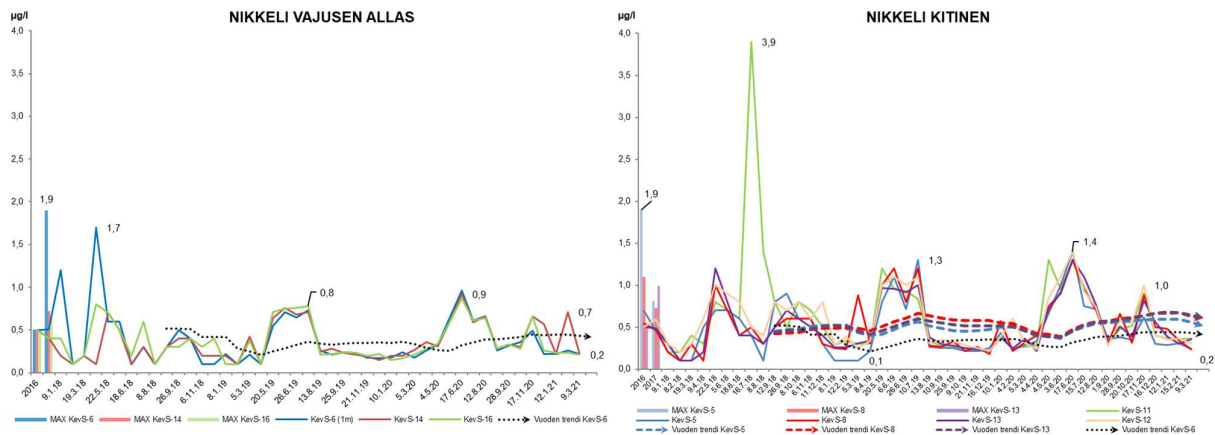


Kuva 0-12. Alkalimetallipitoisuudet Kitisellä. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen myös noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

Kadmiumpitoisuudet olivat alle määritysrajan (<0,01 µg/l) kaikilla tarkkailukierroksilla. **Kromi-, kupari- ja lyijypitoisuudet** olivat myös pieniä ja pääsääntöisesti alle vuoteen 2019 voimassa olleiden määritysrajojen (Cr <0,5 µg/l, Cu <0,5 µg/l ja Pb <0,1 µg/l). Edellä mainittujen rajojen ylittäviä pitoisuuksia (1,7-3,2 µg/l) havaittiin kuparin osalta satunnaisesti lähinnä sulamiskauden aikaan. Vastaavia yksittäisiä kuparipitoisuuksia on havaittu myös aikaisempina vuosina. Määritysrajojen pientyessä esimerkiksi liukoista lyijyä on havaittavissa kaikilla pisteillä, vuonna 2020 pitoisuudet vaihtelivat välillä <0,02 (määritysraja)-0,55 µg/l.

Kokonaisnikkelipitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle edellisvuosien määritysrajan (<1 µg/l), vuonna 2019 määritysraja laski kesäkuusta alkaen arvoon 0,2 µg/l. Vuonna 2020 nikkeliä oli havaittavissa pieniä määriä (0,2-1,4 µg/l) kaikilla Kitisen tarkkailupisteillä eli myös kaivoksen ylitevesien vaikutusalueen ulkopuolella olevilla pisteillä. Kitiseen näyttäisi näin päätyvän pieniä määriä nikkeliä luonnostaan alueen geologiasta johtuen tai muiden prosessien, esimerkiksi ilmalaskeuman kautta. Alueen purovesien nikkelin taustapitoisuutena voidaan pitää tasoa 0,8-2,0 µg/l (Lahermo ym. 1996). (Kuva 4-13)

Ylitevesien vaikutus oli havaittavissa muutaman kymmenyksen nousuna nikkelpitoisuuksissa taustapisteiden tuloksiin verrattaessa aikoina, jolloin ylitevesien suhteellinen osuus Kitisen (Vajukosken) virtaamasta oli suurinta. Pitoisuudet ovat erittäin pieniä ja edellisvuosina peittyneet suuremman määritysrajan alle. (Kuva 4-13 ja Kuva 5-1)



Kuva 0-13. Nikkelipitoisuudet Kitisellä. Vuosilta 2009–2017 on esitetty vertailulukuina maksimit (pylväinä) ja keskiarvot, vuodesta 2018 eteenpäin kaikkien näytteenottojen tulokset. Kuvaajissa on esitetty vuodesta 2017 alkaen myös noin vuoden laskennalliset trendit liukuvan keskiarvon avulla.

Laajempien analyysien, jotka määritetään pisteiltä KevS-5 ja KevS-8, tulokset olivat pääsääntöisesti yhteneväisiä edellisvuosiin. Havumetsävyöhekkeen happamien sulamis- ja hulevesien mukana yleisesti liikkuvaa alumiinia havaittiin keskimäärin edellisvuosia runsaammin, runsasluminen kevät ja sateinen loppuvuosi nostivat pitoisuuksia. Rikkipitoisuudet vaihtelivat pisteellä KevS-8 välillä 0,68-2,7 mg/l. Pitoisuuksissa on havaittavissa hienoista nousua, tosin rikkiä on määritetty järjestelmälliset kuukausittain pisteeltä KevS-8 vasta elokuusta 2019 lähtien, joten trendi voi olla myös luontainen.

Kaivoksen ylitevesien vaikutus Kitisen veteen voitiin havaita lähinnä sähkönjohtavuudessa sekä sulfaatti- ja kloridipitoisuuksissa, jotka olivat Vajukosken alapuolisilla tarkkailupisteillä keskimäärin hieman korkeammalla kuin Vajusen altaan taustapisteellä. Kitisen vesimassa on suuri, monituhattainen ylitevesimääriin verrattaessa, johon ylitevedet sekoittuvat tehokkaasti. Kevitsan malmio sijaitsee suuremmissa Keski-Lapin anomalioissa, jolloin luontaiset taustapitoisuudet metallien osalta ovat korkeampia ja luonnonojien kautta tulevat kuormitukset verrokialueita suurempia.

Ravinnepitoisuuksissa (typpi- ja fosfori) ei ollut havaittavissa ylitevesien vaikutuksia vuonna 2020, kuten ei ole havaittavissa aikaisemminkaan. Normaalista vuodenkierrosta aiheutuneet ilmiöt, esim. sulamisvesien vaikutus, peittävät alleen mahdolliset ylitevesien vaikutukset.

4.3 Saiveljärven suunta (KevS-7 ja KevS-17), Satojärven suunta (KevS-2 ja KevS-3) ja Viivajoki KevS-9

Saiveljärvi (KevS-7) ja Satojärvi (KevS-3) ovat pinta-alaansa nähden erittäin matalia. Järvien vedenlaatua luonnehtii talviaikainen hapettomuus ja kesällä selvät leväkukinnat. Talvisin Satojärvi jäätyy osittain pohjaan saakka ja vapaata vettä on jään alla niukalti. Järvien vedet laskevat Viivajoen kautta Moskujärviin ja edelleen Kitiseen. Humuksisuutta ja orgaanisten aineiden määrää kuvaavien suureiden perusteella (**väri, kiintoaine, COD_{Mn}, rauta, ammoniumtyppi**) järvet ovat runsashumuksisia. Kesäaikaan **klorofyllipitoisuudet** ovat korkeita etenkin Saiveljärvellä, esimerkiksi vuonna 2018 järvellä havaittiin mm. laajoilla alueilla *Anabaena* – lajin sinilevää. Vuosina 2019 ja 2020 edellä mainitut parametrit, kuten myös **kiintoainepitoisuudet** ja **sameus** olivat alle vuoden 2018 tulosten kummallakin järvellä. Vuosien 2019 ja 2020 kasvukauden lämpösumma olivat alle vuoden 2018 tulosten, mikä laskee mm. järvien klorofyllipitoisuuksia.

Viivajoen tulokset edellisissä kappaleessa mainittujen parametrien osalta mukailivat järvien tuloksia, ollen tavanomaisia ja pääsääntöisesti alle vuoden 2018 tulosten todennäköisesti suurempien vesimäärien johdosta. Sen sijaan pienemmällä ojapisteillä KevS-17 ja KevS-2 humukseen viittaavat pitoisuudet olivat osittain nousussa vuodesta 2019 ja yli vuoden 2018 tulosten, mutta edelleen alle vuoden 2017 tulosten. Pitoisuudet vaihtelevat paljon riippuen näytteenottohetken sääolosuhteista, mutta pitoisuudet olivat kumminkin pisteille tavanomaisia.

Happitilanne oli sulan veden aikaan hyvä tai erinomainen (kyllästysprosentti >80%) Sato- ja Saiveljärvillä. Satojärveen laskevan ojan KevS-2 happitilanne ei sen sijaan noussut syksylläkään välttävää tasoa (40-55%) korkeammalle, samankaltaisia tuloksia on havaittu myös edellisinä vuosina. Viivajoki pysyy virtaamansa ansiosta osittain sulana läpi vuoden, jolloin happiolosuhteet pysyvät hyvällä tasolla läpi vuoden. Saiveljärveen laskevan ojan KevS-17 happitilanne oli erinomainen kesäajan, laskien marras-joulukuussa kyllästysprosentteihin 34-35%.

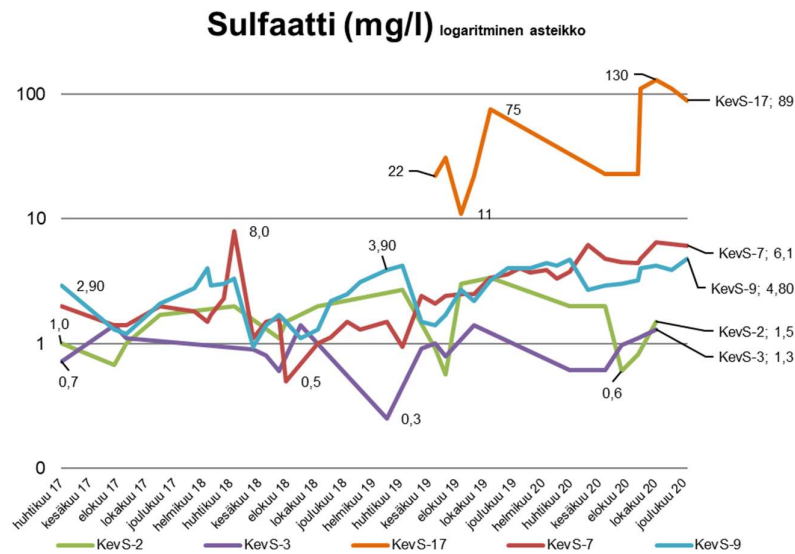
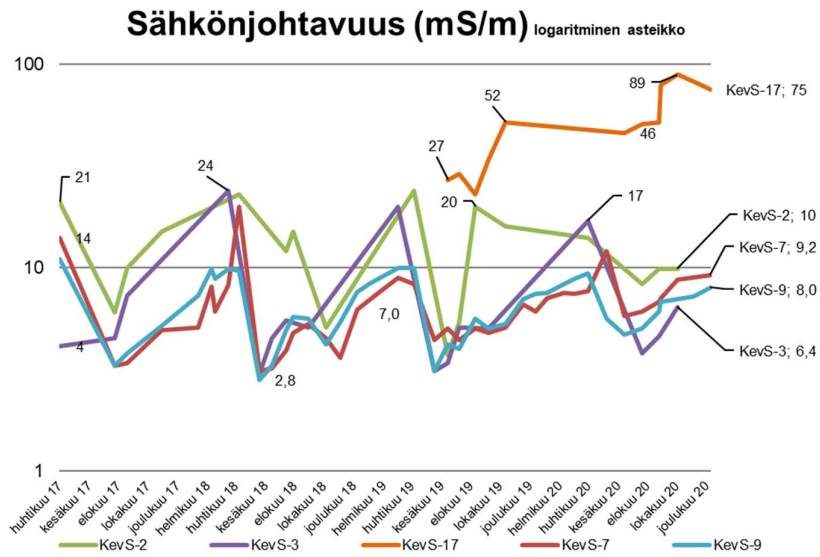
Veden **pH** on yleisesti ollut Saiveljärvellä hieman alhaisempi kuin Satojärvellä. Vuonna 2020 Saiveljärven pH-arvot vaihtelivat välillä 6,6-7,2 (ka 6,9) ja Satojärven 6,8-7,7 (ka 7,4). Saiveljärven pohjoispuolen suolla on mahdollisesti useita pohjavesipurkaumia, joiden vedet laskevat Saiveljärven pohjoisosiin. Yhtä lähteestä lähtevää maanpäällistä ojaa tarkkaillaan pisteeltä KevS-17. Ojalta otettujen vesinäytteiden pH-arvot ovat vaihdelleet tarkkailun aikana välillä 3,9-4,4, mitkä ovat tavanomaisia happaman suomaaston arvoja. Satojärveen laskevan ojan KevS-2 pH-arvot vaihtelivat välillä 6,7-6,9 (ka 6,9) ja Viivajoen KevS-9 välillä 6,8-7,2 (ka 7,0), arvot olivat tavanomaisia.

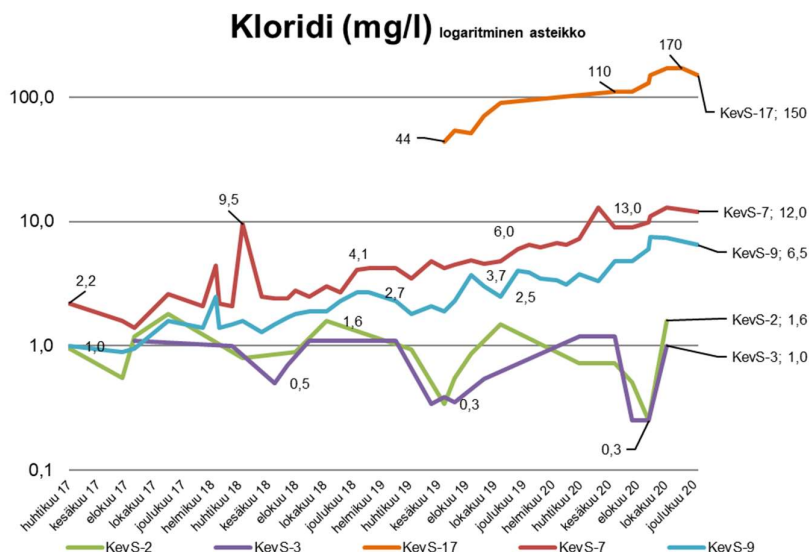
Ravinnepitoisuuksien (**kokonaistyyppi ja –fosfori**) pitoisuudet ja trendit vaihtelivat eri pisteillä vuonna 2020, mutta olivat tavanomaisia edellisvuosiin verrattaessa. Saiveljärvellä pitoisuudet laskivat vuoden 2019 pitoisuuksista, kokonaistyyppiä havaittiin keskimäärin 513 µg/l (vuonna 2019 732 µg/l) ja kokonaisfosforia keskimäärin 15,9 µg/l (vuonna 2019 27,1 µg/l). Saiveljärveen laskevalla ojalla KevS-17 edellä mainitut pitoisuudet olivat sen sijaan nousussa vuoteen 2019 verrattaessa, joskin näytteenotto aloitettiin vasta kesäkuussa -19 ja talvella 19/20 ojalta ei saatu näytteitä. Kokonaistyyppiä ojalta havaittiin vuonna 2020 keskimäärin 447 µg/l (2019 224 µg/l) ja kokonaisfosforia 6,5 µg/l (2019 2,7 µg/l).

Satojärven suunnan pisteiden keskimääräiset pitoisuudet nousivat vuodesta 2019, mutta olivat tavanomaisia pitemmän jakson tarkastelussa. Satojärvellä huhtikuun pitoisuudet ovat yleisesti noin kolminkertaisia avoveden aikaan otettuihin näytteisiin verrattessa, joten vuoden keskiarvopitoisuuksia nostaa tai laskee yksittäisen näytteen pitoisuudet suhteettomasti. Satojärveltä (KevS-3) kokonaistyyppiä havaittiin vuonna 2020 keskimäärin 868 µg/l (2019 814 µg/l) ja kokonaisfosforia 25 µg/l (2019 102 µg/l). Satojärveen laskevalla ojalla (KevS-2) vastaavat pitoisuudet olivat kokonaistyyppi 435 µg/l (2019 250 µg/l) ja kokonaisfosfori 18,8 µg/l (2019 9,4 µg/l). Viivajoella kokonaistyyppiä oli liikkeellä keskimäärin vuonna 2020 460 µg/l (2019 520 µg/l) ja

kokonaisfosforia 18,2 µg/l (2019 19,2 µg/l). Pitoisuudet ovat olleet laskussa vuodesta 2018, jolloin Viivajoen pisteen läheisyydessä suoritettiin metsän hakkuutöitä.

Sähkönjohtavuudet vaihtelevat pisteillä vuoden ajan mukaan, korkeimmillaan johtavuudet ovat yleensä keväällä. Yleisesti johtavuudet olivat edellisvuosien tasoilla, uudella pisteellä KevS-17 johtavuudet ovat luontaisesti korkeammat kuin muilla pisteillä. Suuremmat johtavuudet ovat seurausta ojan vesien suuremmista sulfaatti- ja kloridipitoisuuksista. (Kuva 4-14)





Kuva 0-14. Järvien (KevS-3 ja KevS-7), niihin laskevien ojien (KevS-2 ja KevS-17) sekä Viivajoen (KevS-9) sähköjohtavuudet, sulfaatti- ja kloridipitoisuudet vuosina 2016-2020. Huomaa kuvaajien logaritmiset asteikot.

Sulfaatti- ja kloridipitoisuuksissa on havaittavissa viime vuosina nousevaa trendiä Saiveljärvellä (KevS-7) ja Viivajoella (KevS-9) (Kuva 4-14). Kyseisiltä pisteiltä on haettu kuukausittain näytteitä vuodesta 2018 alkaen, vuonna 2018 keskimääräinen kloridipitoisuus Saiveljärvellä oli 3,2 mg/l, vuonna 2019 4,7 mg/l ja edelleen vuonna 2020 9,4 mg/l. Viivajoella vastaava kehitys on ollut 1,8 mg/l → 2,7 mg/l → 5,1 mg/l, joten trendit voimistuivat vuonna 2020. Satojärven suunnalla pitoisuudet ovat olleet tasaisia viime vuodet.

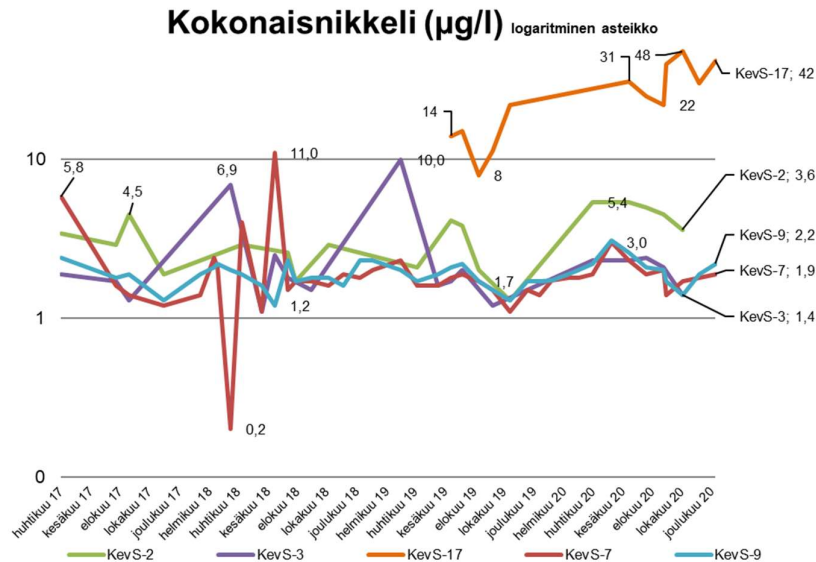
Nikkeliä on havaittu vuosien saatossa jokaiselta tarkkailupisteellä. Vuonna 2020 Saiveljärvellä kokonaispitoisuudet vaihtelivat välillä 1,4-3,0 µg/l keskiarvon ollessa 1,95 µg/l (2019 1,1-2,4 µg/l ja ka 1,73 µg/l), Satojärvellä välillä 1,4-2,4 µg/l, ka 2,1 µg/l (2019 1,3-2,0 (10) µg/l ja ka 3,3 (1,6) µg/l, huhtikuussa -19 mitattiin tulos 10 µg/l). Satojärven laskevassa ojassa pitoisuudet olivat välillä 3,6-5,4 µg/l, ka 4,6 µg/l (1,3-4,1 µg/l, ka 2,7 µg/l) ja Viivajoella välillä 1,4-3,1 µg/l, ka 2,1 µg/l (2019 1,3-2,3 µg/l, ka 1,9 µg/l).

Saivel- ja Satojärvellä nikkelpitoisuudet olivat tavanomaisia, nousten vuoden 2019 tuloksista mutta ollen alle vuoden 2018 tulosten. Saiveljärvellä suurimmat nikkelpitoisuudet on mitattu yleisesti kevättalvesta ennen sulamiskautta. Järveen saapuu todennäköisesti maaperän sisällä nikkelpitoisia luonnonvesiä malmion suunnalta. Vuonna 2020 suurimmat nikkelpitoisuudet mitattiin aikaisemmista vuosista poiketen myös Saiveljärvellä sulamiskaudella ja heti sen jälkeen, Satojärvellä suurimmat pitoisuudet on mitattu läpi tarkkailun, huhtikuun kiintoainesrunsaita näytteitä huomioimatta, kesäkuussa.

Sulamiskauden jälkeisten nikkelpitoisuuksien taustalla on kaivosalueelta kantautuva laskeuma, joka päättyy vesistöihin pintavaluntojen kautta. Varsinkin Satojärven laskeva oja kerää vesiä laajalta alueelta, ja pitoisuusvaihtelut ovat siinä selkeämmät kuin itse järvessä. Satojärven valuma-alueella on luonnostaan taustapitoisuuksia suuremmat nikkelpitoisuudet läheisen malmion johdosta, mutta myös näytteenoton yhteydessä huomioitu ojan vesimäärän vähentyminen viime vuosina nostaa konsentraatiota ojalla. Viivajoella nikkelpitoisuudet ovat pysytelleet tasaisina, analytiikan parantuessa ja näytteenoton tiheydessä joella on nähtävissä korrelaatio varsinkin Saiveljärven pitoisuuksiin. (Kuva 4-15)

Uudella tarkkailupisteellä KevS-17 pitoisuudet ovat luonnostaan korkeammat, ojan vedet heijastelevat malmion suunnalta kertyviä pohjavesiä sekä mahdollisia rikastushiekka-altaan suotovesiä, eikä niinkään alueen pintavesiä. Talven edistytessä, vesimäärien pienentyessä ojalla useat pitoisuudet olivat nousussa. Liukaisen nikkelin pitoisuudet vaihtelivat pisteellä vuoden aikana välillä 37-48 µg/l, keskiarvon ollessa 34,6 µg/l. (Kuva 4-15)

Pintavesille säädettyjen ympäristölaatuunormeihin (Vna 1308/2015) verrattaessa pisteen pitoisuudet ylittävät yksittäisten näytteiden osalta MAC-EQS arvon 34 µg/l. Biosaatavuuden vuosikeskiarvolle on määritetty raja-arvo 4 µg/l, johon lisätään yleisesti taustapitoisuus 1 µg/l. Kevitsan malmion alueella taustapitoisuudet ovat geologisesti syistä korkeampia, mutta raja-arvo tarkastelussa käytettiin yhteissummaa 5 µg/l. Pistelle KevS-17 laskettu biosaatavuus vuositasolla oli 7,5 µg/l.



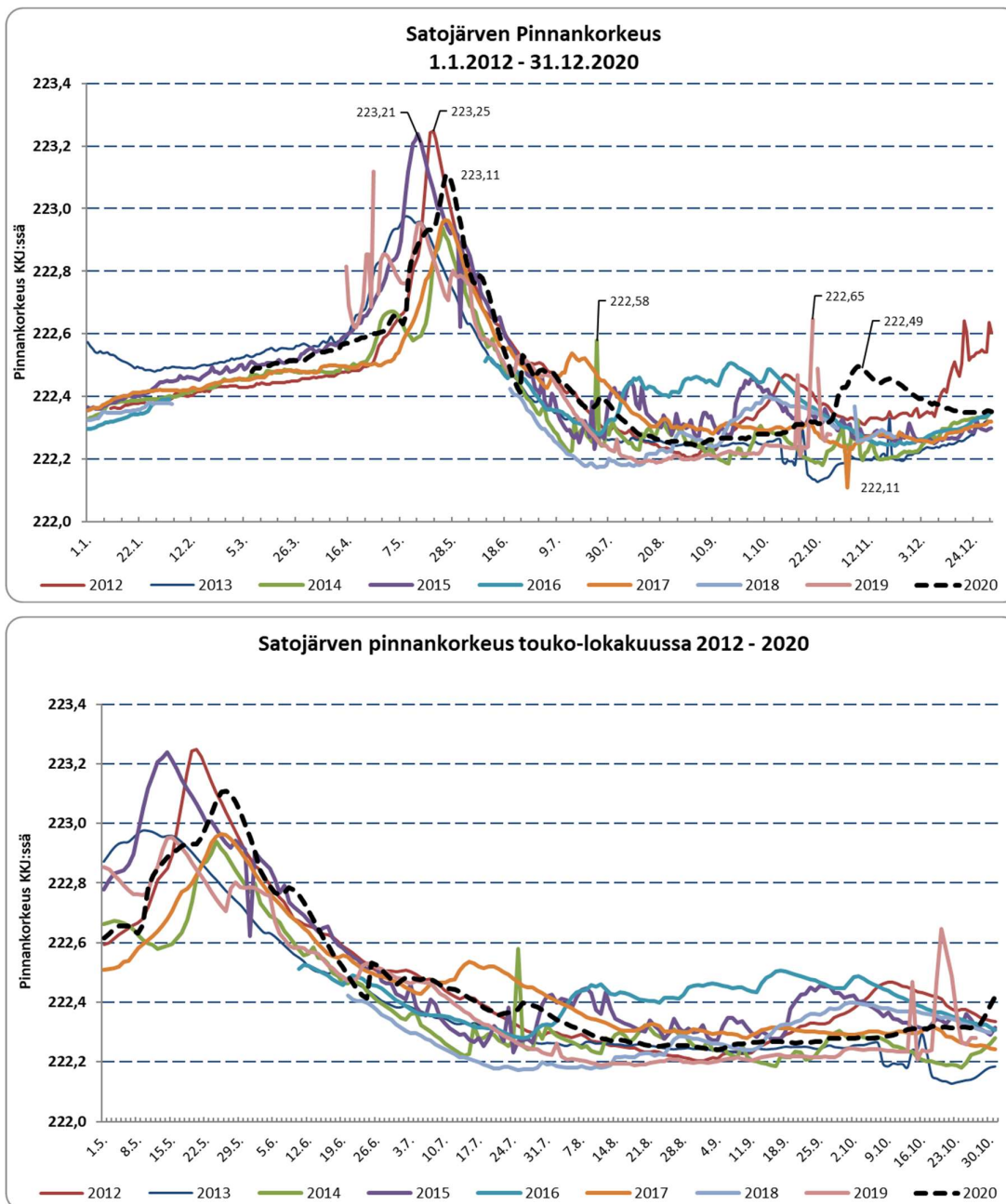
Kuva 0-15. Järvien (KevS-3 ja KevS-7), niihin laskevien ojen (KevS-2 ja KevS-17) sekä Viivajoen (KevS-9) nikkelpitoisuudet vuosina 2016-2020.

Muut Satojärveen suunnalta sekä Viivajoelta määritetyt pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailukierroksiin. Saiveljärveen laskevan ojan KevS-17 pitoisuuksista ei ole vielä käytettävissä kattavia tarkkailutietoja vuodenkierron osalta. Vuoden 2020 alkutalven tulosten mukaan humusvaikutukseen viittavat pitoisuudet ja todennäköisesti sen kautta myös kaikki metallipitoisuudet olivat nousussa, pitoisuuksien trendit tarkentuvat uusien näytteiden myötä.

Saiveljärvellä määritetään muita pisteitä laajemmat alkuainemääritykset, sekä DOC ja fluoridi. DOC-pitoisuudet olivat tavanomaisia, vaihdellen välillä 6,1-9,2 mg/l. Fluoridia havaittiin huhtikuun kierroksella 0,22 mg/l, muilla kierroksilla pitoisuudet olivat alle määrittärajän (<0,01 mg/l). Pohjavesissä fluoridia on yleensä alle 0,1 mg/l, suurin sallittu juomavetenä käytettävän veden pitoisuus saa olla 1,5 mg/l. Metalleista antimoni, beryllium, hopea, kadmium, seleeni, tallium, tina, titaani sekä uraani jäivät alle määrittärajöjen. Elohopeaa havaittiin huhtikuun kierroksella 0,04 µg/l, muilla kierroksilla pitoisuudet jäivät alle määrittärajöjen (<0,02 µg/l). Molybdeenä havaittiin muutama määrittärajöjen (0,05 µg/l) ylittävä pitoisuus 0,06-0,09 µg/l. Muita määrittettyjä alkuaineita (Al, As, Ba, B, Cr, Pb, Si, Zn, Sr ja V) oli pisteellä havaittavissa läpi vuoden, pitoisuudet olivat yhteneväisiä vuoden 2019 tuloksiin eikä selkeitä trendejä ole näiden osalta havaittavissa. Laajemmat määritykset on aloitettu Saiveljärvellä toukokuussa -19 sekä muutama parametri lisättiin vielä vuonna 2020, joten pitoisuuksien tasot tarkentuvat uusien näytteiden myötä.

Satojärven pinnankorkeutta seurataan, jotta tiedetään, aiheuttaako kaivoksen toiminta vedenpinnan korkeuden alenemista järvellä. Vedenkorkeuden seuranta toteutetaan EHP Environment Ltd automaattisella mittalaitteistolla. Satojärvi jäätyy talvisin pohjaan myöten ja vedenpinnan korkeustiedot eivät ole luotettavia talvisin. Vuonna 2020 pinnankorkeusmittari vaihdettiin uuteen 24.6. tulvavesien laskiessa, koska vanha mittari alkoi olla käyttöikänsä päässä. Sulamiskauden huippu sijoittui toukokuun loppuun vuonna 2020. Muuten vuoden tulokset olivat sulan veden aikaan keskimääräisiä, marraskuun alun vesisateet nostivat järven pinnankorkeutta noin 10 cm normaalitasosta. Satojärven pinnankorkeuden yleistä alenemista ei ole aineistossa havaittavissa. Satojärveen laskevan ojan KevS-2 vesimäärät ovat näytteenoton yhteydessä

tehtyjen havaintojen perusteella pienentyneet yläjuoksun osalta vuosina 2019-2020, mutta tämä ei näyttäisi vaikuttavan itse järveen. (Kuva 4-16)



Kuva 0-16. Satojärven pinnankorkeudet vuosina 2012–2019 (EHP-tekniikka Oy).

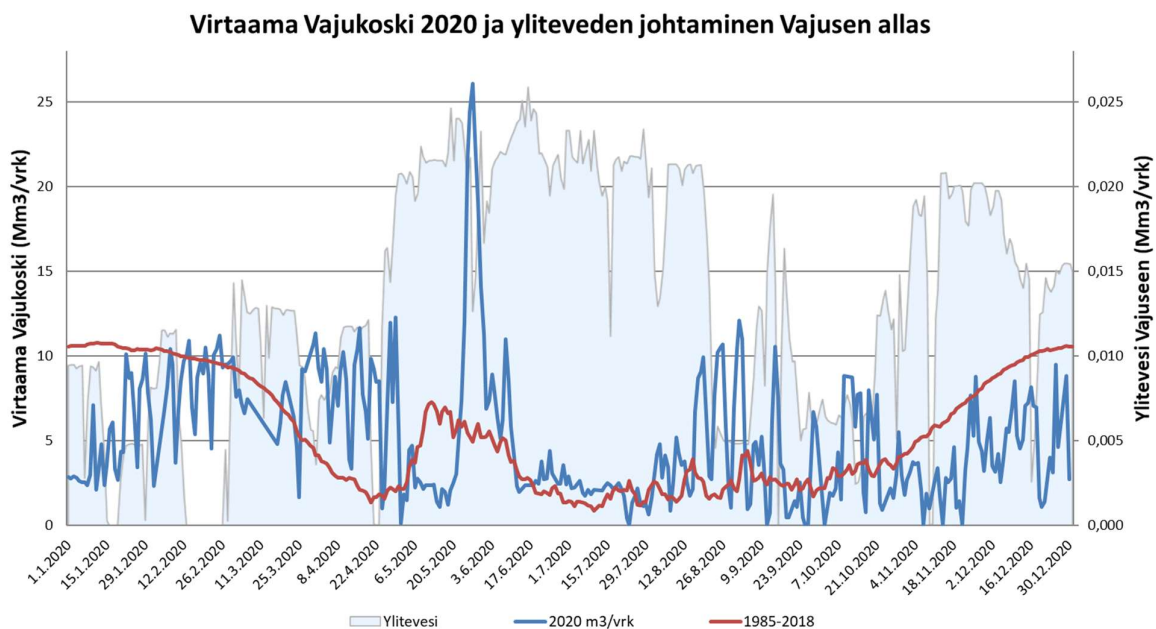
Yhteenveto

Kloridipitoisuuksissa on havaittavissa pientä nousevaa trendiä Saiveljärven ja Viivajoen tuloksista. Nikkelpitoisuuksissa on havaittavissa hienoinen nousu Satojärven suunnalla kaivoksen täysimääräisen toiminnan aloittamisen eli vuoden 2013 jälkeen, todennäköisin syy havainnoille on kaivosalueelta saapuva pölylaskeuma. Vuonna 2020 nikkeliä havaittiin hieman vuotta 2019 runsaammin, mutta vähemmän kuin vuonna 2018. Satojärven vedenpinnan korkeudessa ei ole havaittavissa kaivoksen vaikutusta tai mahdolliset vaikutukset peittyvät suurempien vuodenaikaisvaihtelujen alle.

5. KITISEEN JOHDETTU YLITEVESI

Voimassa olevan ympäristöluvan (PSAVI/144/04.08/2011) mukaisesti Vajukosken voimalaitoksen yläaltaaseen pumpattavan veden määrä saa olla enintään 990 m³/h eli 23 760 m³/vrk. Pumpaus tulee tapahtua aikaan, jolloin voimalaitokselta tai sen tulvaluukuista juoksetetaan vettä. Voimalaitoksen yläaltaaseen voidaan myös johtaa vettä enintään 72 tuntia kestävä juoksetusseinokin ajan.

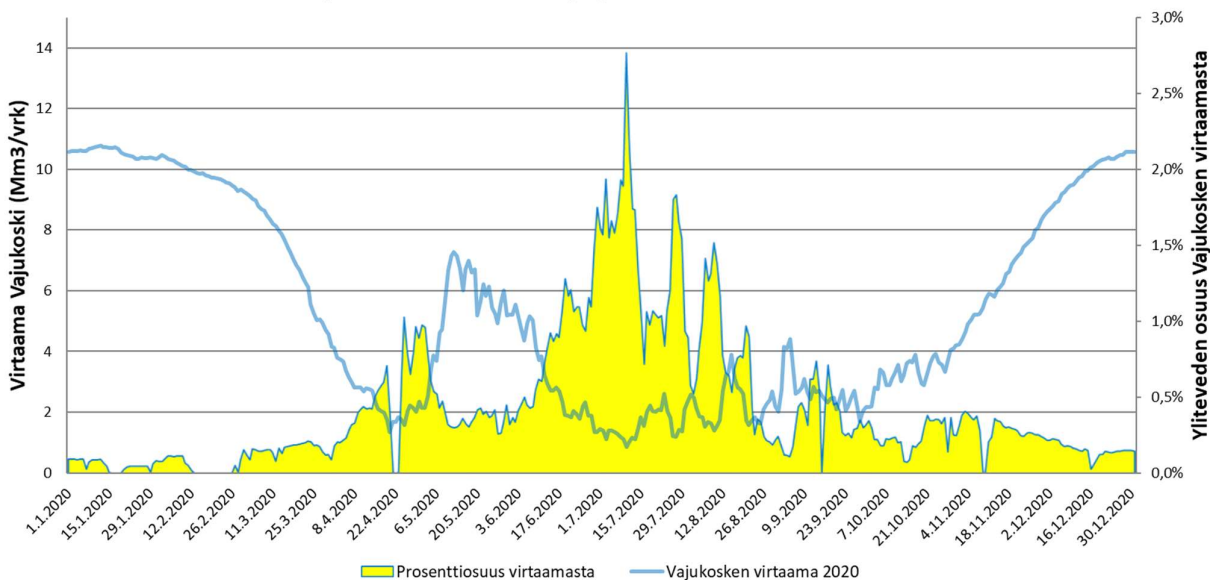
Vuoden 2020 aikana Kitiseen pumpattiin käsiteltyä vettä yhteensä 4.86 Mm³ mikä oli huomattavasti edellisvuosia runsaammin (2019: 3,4 Mm³, 2018: 3,3 Mm³, 2017: 2,4 Mm³, 2016: 3,8 Mm³, 2015: 3,7 Mm³). Vuorokaudessa johdetut vesimäärät olivat keskimäärin n. 13 290 m³. Ylitevesistä huomattava osa johdettiin touko-elokuun aikaan. (Kuva 5-1)



Kuva 0-1. Vajukosken virtaamien sekä johdettujen käsiteltyjen ylitevesien määrien vertailu vuonna 2020. Vajukosken ja ylitevesien virtaamien asteikoiden välinen kerroin on 1 000.

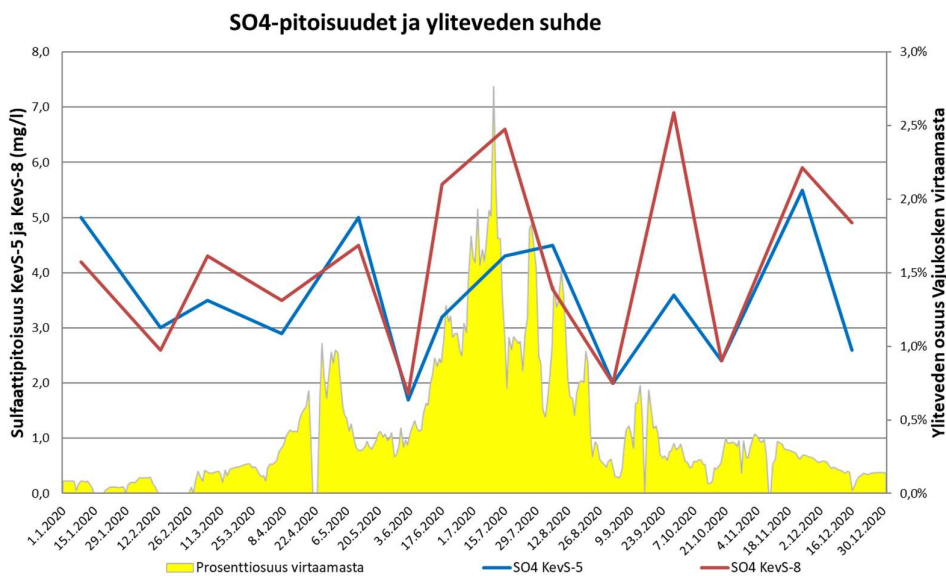
Ylitevedet johdetaan Vajusen altaaseen Vajukosken padon yläpuolella, josta vedet jatkavat Vajukosken voimalaitoksen kautta alavirtaan (Kuva 3-1). Ylitevesien osuus Vajukosken virtaamasta oli vuonna 2020 huomattavasti suurempi kuin aikaisempina vuosina, keskimäärin 0,43%, aikaisempina vuosina keskimääräinen osuus on vaihdellut välillä 0,1-0,3%. Suurimmillaan ylitevesien suhteellinen osuus oli heinäkuussa, vaihdellen päivätasolla välillä 0,7-2,7% koko Vajukosken kautta juoksetettavaan veteen suhteutettuna. Heinäkuussa Kitisen virtaamat pienenevät sähköntarpeen laskiessa ylitevesien määrien pysytellessä samoilla tasoilla. (Kuva 0-2)

Vajukosken virtaaman ja yliteveden suhde



Kuva 0-2. Vajukosken virtaaman ja Vajusen altaaseen johdetun yliteveden suhde.

Ylitevesien suurempi osuus Vajukosken kokonaisvesimäärästä on löyhästi havaittavissa lähimmissä Vajukosken alapuolisten tarkkailupisteiden KevS-5 ja KevS-8 sulfaattipitoisuuksissa. (Kuva 5-3)



Kuva 0-3. Sulfaattipitoisuus kaivoksen purkupisteen alapuolisen Kitisen havaintopisteillä ja Vajusen altaaseen johdettavien ylitevesien suhteellinen osuus Vajukosken virtaamiin vuonna 2020.

Kaivoksen ylitevesien vaikutus voidaan havaita Kitisellä, mutta vedet sekoittuvat hyvin ja vedenlaadun muutokset ovat pieniä. Esimerkiksi edellisessä kappaleessa mainittuja sulfaattipitoisuuksien muutoksia ei voida enää havaita seuraavilla Kitisen alapuolisilla pisteillä. Varsinkin pisteellä KevS-12 mahdolliset muutokset peittyvät mm. Mataraojan kautta saapuvien vesien aiheuttamien muutosten alle.

6. LAADUNVARMISTUS

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

Kokonaisepävarmuutta näytteenoton osalta on pyritty minimoimaan käyttämällä samoja sertifioituja, kokeneita näytteenottajia, jotka on perehdytetty kohteeseen. Näytteenottajat noudattavat työssään näytteenoton standardeja sekä ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näyteasiat ja näytteenottovälineet ovat ohjeiden mukaiset ja näytteenottajan muistiinpanot tallennetaan reaaliaikaisesti näytteenotto-organisaation järjestelmiin.

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

Edelleenkin on hyvä muistaa, että laboratorion antama pitoisuustieto ei ole absoluuttinen totuus vaan tietyn vaihteluvälin sisällä oleva arvio pitoisuuden tasosta. Vuoden 2020 tulosten pohjalta tämä vaihteluväli on maksimissaan $\pm 8\%$. Tekniikoiden kehittyessä pitää huolehtia myös tarpeettoman tiedon ehkäisemisestä. Tiettyjä parametrejä ei välttämättä ole mielekästä määrittää liian pienillä määritysrajoilla, näin vain kasvatetaan pienten, ei relevanttien epävarmuustekijöiden vaikutusta itse lopputulokseen.

Laadunvarmistuksessa tavoitteena on kattaa kaikkiaan noin 5-10% tarkkailunäytteiden kokonaismäärästä, tällöin laadunvarmistus painottuu näytteisiin, joita on määrällisesti paljon eli sisäisten vesien seurantaan. Pintavesien osalta laadunvarmistuksen periaatteena on kattaa kaikki pisteet kertaalleen vuoden aikana. Vuonna 2020 tavoitetta ei täysin saavutettu, laadunvarmistusnäytteistä rinnakkaisnäytteet jäivät saamatta Vajusen pisteeltä KevS-16, Saiveljärveltä KevS-7 ja Mataraojalta pisteeltä KevS-10. Pisteeltä KevS-16 rinnakkaisnäytteen sijaan oli otettu nollanäyte, Saiveljärvelle laadunvarmistus oli ajoitettu marraskuulle, mutta heikon jäätälanteen vuoksi näytteitä ei saatu. Mataraojalta laadunvarmistusnäyte jäi ottamatta inhimillisen virheen vuoksi.

Vuoden aikana nollanäytteitä tuli kaikkiaan 4 kpl ja rinnakkaisnäytettä 14 kpl. Rinnakkaisnäytteistä analysoitiin sähkönjohtavuus, kloridi, sulfaatti ja nikkeli. Pintavesipisteillä kyseiset pitoisuudet ovat lähtökohtaisesti pieniä, osin jopa alle määritysrajojen. Vuoden aikana otetut nollanäytteet olivat puhtaita, määritetyt pitoisuudet jäivät alle määritysrajojen.

Rinnakkaisnäytteiden vertailussa sähkönjohtavuuksien eroavaisuuksia havaittiin vain kahdesti, 1.9. pisteen KevS-13 ero oli 3% ja 21.10. pisteen KevS-2 ero oli 1%. Laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus on 5%. Muilla kierroksilla rinnakkaisten näytteiden sähkönjohtavuudet olivat yhteneväisiä. Sähkönjohtavuuksissa laadunvarmistusnäytteiden tulokset ovat olleet yhteneväisiä useamman vuoden ajan ja mahdolliset poikkeamat tuloksissa kertovat suoraan veden ominaisuuksien muutoksesta näytteenoton aikaan, analytiikan ollessa tasalaatuista. 1.9. havaittu ero 3% kytkeytyy suoraan näytteenottopisteen ominaisuuksiin, piste sijaitsee Matarakosken voimalaitoksen alakanavassa, jossa virtaamat olivat suuria näytteenoton aikaan.

Kloridipitoisuuksissa laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus on 10%. Vuonna 2020 noin puolet rinnakkaisten näytteiden määrittelyssä olivat täysin yhteneväisiä toisiinsa. Kuudesta näyteparista havaittiin eroavaisuuksia, erot vaihtelivat välillä 1-6%, mikä pitoisuuksina tarkoitti vaihteluväliä 0,01-0,1 mg/l.

Sulfaattipitoisuuksissa rinnakkaisnäytteiden erot olivat kuten kloridissa, noin puolet näytepareista olivat täysin yhteneväisiä ja kuuden näyteparin osalta havaittiin eroavaisuuksia. Erot vaihtelivat välillä 1-7% mitkä pitoisuuksina olivat 0,02-0,1 mg/l. Sulfaattipitoisuuksien osalta laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus on 10% (>4 mg/l) ja 12% (<4 mg/l).

Nikkelipitoisuudet ovat pintavesissä lähtökohtaisesti pieniä, pois lukien piste KevS-17 missä nikkeliä havaittiin >20 µg/l läpi vuoden. Laboratorion ilmoittama mittausepävarmuus nikkelipitoisuudelle on 10%. Kolmen näyteparin tulokset olivat täysin yhteneväisiä toisiinsa, seitsemän näyteparin osalta eroavaisuudet näytepareissa vaihtelivat välillä 3-10%, mitkä olivat pitoisuuksina välillä 0,01-0,4 µl. Neljä kertaa vuodessa mitattiin laboratorion ilmoittamaa mittausepävarmuutta korkeimmat eroavaisuudet näyteparien välillä. 1.9. pisteeltä KevS-12 suhteellinen eroavaisuus 15 % (näytteiden pitoisuudet 0,33 ja 0,28 µg/l) ja samana päivänä mitattiin pisteeltä KevS-13 eroavaisuus 11% (näytteiden pitoisuudet olivat 0,36 ja 0,32 µg/l). Lokakuun 19. päivä mitattiin suurin suhteellinen eroavaisuus (18 %) näyteparien välillä pisteeltä KevS-9 eli Viivajoelta. Pitoisuuksina eroavaisuus oli 0,3 µg/l (1,7 ja 1,4 µg/l), joki on matala ja virtaamat kohtalaisia, joten pitoisuudet voivat olla todellisia veden ominaisuuksista johtuvia. Pisteeltä kokonaisnikkeliä havaittiin keskimäärin 2,1 µg/l vuonna 2020. Neljäs huomattava, 17% eroavaisuus näytepareissa havaittiin 24.11. vähävetiseltä ojapisteeltä KevS-17. Pitoisuudet olivat näytteissä 36 ja 30 µg/l, mitkä ovat pisteelle tyypillisiä pitoisuuksia. Ojan vesitilavuus on erittäin pieni ja havaitut pitoisuudet todennäköisesti heijastelevat veden muutosta näytteenottojen välillä. Näytteet pyritään lähtökohtaisesti ottamaan suoraan näyteastiaan, jolloin minimoidaan näytteenottimista aiheutuvien kontaminaatioiden riski.

Jatkotoimet

Tulosten mukaan analytiikka on erittäin luotettavaa ja löydetyt eroavaisuudet selittyvät pääosin näytteenottopisteiden ominaisuuksilla. Pintavesipisteet ovat luonnonmukaisia näytteenottopisteitä, joiden olosuhteita ei voi täysin vakioida.

Tulosten perusteella laadunvarmistusta tulee jatkaa laadukkaan näytteenoton ja analytiikan varmistamiseksi myös jatkossa. Sähkönjohtavuustulokset ovat olleet yhteneväisiä viime vuodet ja niihin ei muiden tarkasteltavien parametrien pienet muutokset vaikuta. Kenttämittareiden luotettavuus on myös parantunut viime vuosina huomattavasti, jolloin kenttämittauksia voisi harkita sähkönjohtavuuden osalta rinnakkaisnäytteinä.

Rinnakkaisnäytteenotto on kumminkin perusteltua jatkossakin, näin saadaan paremmin kiinni mahdolliset näytteenotossa tai laboratoriossa näytteiden jakamisessa tapahtuvat kontaminaatiot tai käsittelyvirheet. Toisaalta rinnakkaisnäytteiden avulla voidaan myös arvioida pisteiden ominaisuuksia, esimerkiksi veden vaihtuvuutta.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Kevitsan kaivoksen pintavesivaikutuksia tarkkailtiin tarkkailuohjelman mukaisesti vuonna 2020 yhteensä 16 pisteeltä. Tarkkailutulosten perusteella voidaan yleisesti todeta, että kaivoksella on vain vähän vaikutusta veden laatuun Kitisessä, Mataraojassa, Satojärvässä tai Saiveljärvässä.

Kaivoksen purkuvedet johdetaan Kitisen Vajukosken altaaseen. Ylitevesien pumppaus aloitettiin 2013 ja vuonna 2020 ylitevesiä pumpattiin edellisvuosia runsaammin. Vuorokaudessa johdetut vesimäärät olivat keskimäärin n.13 290 m³ (vuonna 2019 n. 9 600 m³).

Ylitevesien vaikutus Kitisen vedenlaatuun oli havaittavissa lähinnä kesäaikaan, kun ylitevesien osuus Kitisen virtaamasta on suurimmillaan (n. 2%). Vaikutus on havaittavissa sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa, sekä sitä kautta sähköjohtavuudessa. Sen sijaan Kitisen raskasmetallipitoisuuksissa (mm. kupari, nikkeli) ei ollut havaittavissa selkeää ylitevesien vaikutusta. Tulosten perusteella esimerkiksi nikkelpitoisuuteen näyttäisi vaikuttavan enemmän keväinen valuma-alueelta peräisin olevan pintavalunnan kuormitus. Metallipitoisuuksissa, kuten muissakin parametreissa on nähtävissä Kitisen säännöstely. Eri vesijakeet sekoittuvat tehokkaasti, eikä ylitevesien mukana saapuva kuormitus näyttäisi aiheuttavan pitempiaikaista vesien kerrostumista. Väliaikaisesti vesikerrosten ominaisuuksissa on eroavaisuuksia purkupisteen välittömässä läheisyydessä, jotka voidaan havaita kenttämittauksin yli 5 metrin syvyydeltä. Kokonaisuudessaan pitoisuudet pysyivät alhaisilla tasoilla, eikä ympäristölaatumien ylityksiä tapahtunut Kitisellä.

Mataraojalla määritetyt pitoisuudet vastasivat pääsääntöisesti edellisinä vuosina havaittuja pitoisuuksia. Mataraojan vesimäärä on ollut pienoisessa laskussa vuodesta 2016, joskin vuoden 2020 runsasluminen talvi ja sateinen syksy nostivat Mataraojan vesimääriä hetkellisesti. Mataraojalla hulevaikutuksiin liittyvät parametrit hieman nousivat vuonna 2020 edellisvuosien laskevan kehityksen jälkeen. Ravinnepitoisuudet Mataraojassa ja Kitisessä olivat alhaisia ja pääosin karujen tai mesotrofisten vesien tasolla. Mataraojan vedessä on luonnostaan Kevitsan malmiosta sekä mahdollisesta laskeumasta johtuen pieniä pitoisuuksia nikkeliä. Yksittäisiä suurempia pitoisuuksia ojalla mitattiin vuoden aikana, normaalitasosta poikkeavat pitoisuudet osuivat ajanjaksoihin, jolloin oli sateista tai sulamiskaudelle.

Kitiseen johdettavan veden ylitevesilinjassa tapahtui putkirikko 28.10., jonka seurauksena puhdistettuja ylitevesiä pääsi purkautumaan myös pieni määrä (arviolta 30-40 m³) viereiselle Mataraojan eteläiseen haaraan. Ylitevesien pumppaus lopetettiin ja korjaustyöt aloitettiin heti, samalla haettiin ylimääräisiä näytteitä Mataraojan pisteiltä. Korjattu putki rikkoutui uudelleen 9.11., jolloin haettiin myös ylimääräisiä näytteitä. Ylitevesilinjan rikkoutuminen 28.10. oli havaittavissa hulevesiin korreloivissa pitoisuuksissa (sameus, fosfori ja rauta) ja nikkelin kokonaispitoisuudessa pisteellä KevS-4. Edellä mainitut pitoisuudet palautuivat normaalitasoilleen heti marraskuun alussa toisen putkirikon yhteydessä haettujen lisänäytteiden perusteella, eikä toinen putkirikko aiheuttanut vastaavia muutoksia. Pisteeseen sulfaattipitoisuudet sen sijaan näyttäisivät reagoivat viiveellä putkirikkojen aiheuttamiin muutoksiin, sulfaattia mitattiin pisteeltä KevS-4 marras-joulukuussa pitoisuuksia 10-12 mg/l, mitkä ovat noin kaksinkertaisia aikaisempiin syystalviin verrattaessa. Alimmalla tarkkailupisteellä KevS-10 ylitevesilinjan rikkoutuminen ei ollut havaittavissa vuoden 2020 tuloksissa.

Järvien, luonnonojien ja Viivajoen tarkkailussa ei ollut havaittavissa selkeitä nopeita muutoksia vedenlaadussa vuoden 2020 aikana. Kloridipitoisuuksien nouseva trendi jatkui Saiveljärvellä ja Viivajoella. Satojärven suunnalla nikkelpitoisuuksissa havaittiin hienoinen nousu kaivoksen täysimääräisen toiminnan aloittamisen eli vuoden 2013 jälkeen. Todennäköisin syy havainnoille on kaivosalueelta saapuva pölylaskeuma, joka päättyy pintavalunton kautta Satojärven suuntaan. Tehokkaan pölytorjunnan ansiosta nikkelpitoisuudet ovat pysyneet viime vuoden tasaisina, pitoisuudet ovat yleisesti pieniä vain muutamia mikrogrammoja litrassa. Satojärven vedenpinnan korkeudessa ei ole havaittavissa kaivoksen vaikutusta tai mahdolliset vaikutukset

peittyvät suurempien vuodenaikais- ja vuosivaihtelujen alle. Saiveljärveen laskevan ojan KevS-17, nikkelpitoisuudet ovat luontaistaan muita pisteitä korkeammat.

Vesistötarkkailu oli kattavaa vuonna 2020 ja tarkkailua tulee jatkaa vastaavalla laajuudella. Kenttä- ja in situ jatkuvatoimisten-mittareiden luotettavuus on parantunut viime vuosina huomattavasti, näiden hyödyntäminen perusparametrien seurannassa on perusteltua.

LÄHTEET

GTK 2021. Geologian tutkimuskeskus. Geo.fi –palvelu.

EHP Environment Ltd, 2021. Kevitsan alueen mittauksien käyttöliittymä.

Eurofins Ahma Oy, 2019. Kevitsan kaivoksen pintavesien tarkkailu vuonna 2018.

Eurofins Ahma Oy, 2020. Kevitsan kaivoksen pintavesien tarkkailu vuonna 2019.

Ilmatieteen laitos 2021. Ilmatieteen laitoksen internet-sivut.

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

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

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

PSAVI. 2014. Kevitsan kaivoksen käsiteltyjen ylivesien 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.

Ramboll Finland Oy. 2015. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. Hyväksytty 24.9.2015. Päivitetty 20.6.2017.

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

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

Valtioneuvosto, asetus 1090/2016. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen 1 muuttamisesta.

Suomen ympäristökeskus 2021. Ympäristöhallinnon Internet-sivut, <http://www.syke.fi/>

LIITE I: TARKKAILUPIISTEKARTTA

Pintavesien tarkkailu

- Tarkkailupiste
- Ylitevesien purkupuutki
- Raakavesi
- ▨ Sekoittumisvyöhyke
- - - Kaivospiirin raja



**LIITE II:
TARKKAILUTULOKSET
VUODELTA 2020**

		Laadunvarmistusnäytteet				Varsinaiset näytteet				Erotus %			
		Sähkönjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO4)	Nikkeli (Ni)	Sähkönjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO4)	Nikkeli (Ni)	Sähkönjohtavuus	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO4)	Nikkeli (Ni)
mittausepävarmuudet		5 % (>4 mS/m)	10 % >5,0 mg/l)	10 % (>4mg/l)	10 % (>0,5 µg/l)						erotus suurempi kuin mittausepävarmuus		
		0,2 mS/m (<4 mS/m)	10 % (<5,0 mg/l)	12 % (<4 mg/l)	0,05 µg/l (<0,5 µg/l)						erotus pienempi kuin mittausepävarmuus		
Ottopaikka	Ottopäivä	mS/m	mg/l	mg/l	µg/l	mS/m	mg/l	mg/l	µg/l	Ero %			
QKevS-5_LO	15.7.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
QKevS-5_LR	15.7.2020	3,9	1,6	4,4	0,68	3,9	1,5	4,3	0,75	0 %	6 %	2 %	-10 %
QKevS-16_LO	15.7.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
QKevS-16_LR	15.7.2020					2,8	0,61	1,9	0,61				
QKevS-14_LR	15.7.2020	2,9	0,62	1,9	0,59	2,9	0,63	1,9	0,59	0 %	0 %	0 %	0 %
QKevS-8_LR	15.7.2020	4,8	2,4	6,7	0,92	4,8	2,4	6,6	0,95	0 %	0 %	1 %	-3 %
QKevS-1_LO	5.8.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
QKevS-1_LR	5.8.2020	18	1,5	0,88	3,5	18	1,5	0,9	3,6	0 %	0 %	-2 %	-3 %
QKevS-4_LR	5.8.2020	20	5	<0,5	5	20	5	<0,5	4,6	0 %	0 %	0 %	8 %
QKevS-6_1_LR	1.9.2020	3,1	<0,5	1,7	0,26	3,1	<0,5	1,8	0,27	0 %	0 %	-6 %	-4 %
QKevS-6_10_LR	1.9.2020	3,1	<0,5	1,7	0,29	3,1	<0,5	1,7	0,28	0 %	0 %	0 %	0 %
QKevS-11_LO	1.9.2020	<1	<0,5	<0,5	<0,05								
QKevS-11_LR	1.9.2020	3,5	0,66	2,6	0,31	3,5	0,67	2,5	0,3	0 %	-2 %	4 %	3 %
QKevS-12_LR	1.9.2020	3,3	0,62	2,3	0,33	3,3	0,64	2,3	0,28	0 %	-3 %	0 %	15 %
QKevS-13_LR	1.9.2020	3,5	0,73	2,4	0,36	3,6	0,72	2,4	0,32	-3 %	1 %	0 %	11 %
QKevS-9_LR	19.10.2020	7	7,3	4,2	1,7	7	7,4	4,2	1,4	0 %	-1 %	0 %	18 %
QKevS-3_LR	21.10.2020	6,4	0,97	1,4	1,4	6,4	1	1,3	1,4	0 %	0 %	7 %	0 %
QKevS-2_LR	21.10.2020	10	1,7	1,5	3,4	9,9	1,6	1,5	3,6	1 %	6 %	0 %	-6 %
QKevS-17_LR	24.11.2020	82	160	110	36	82	160	110	30	0 %	0 %	0 %	17 %