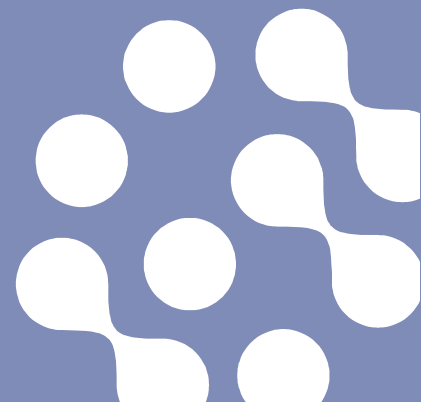


TERRAFAME OY POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023



TERRAFAME OY, POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
2.	TARKKAILUPISTEET SEKÄ SÄÄHAVAINNOT	2
2.1	HAVAINTOPISTEET.....	2
2.2	METEOROLOGISET OLOSUHTEET.....	3
3.	TARKKAILUTULOKSET	4
3.1	SIVUKIVALUE KL2.....	4
3.2	TEHDASALUE JA PRIMÄÄRIKENTTÄ.....	10
3.3	KORTELAMMEN ALUE.....	17
3.4	KIPSISAKKA-ALTAIDEN YMPÄRISTÖ.....	22
3.5	SEKUNDÄÄRIKENTÄN YMPÄRISTÖ.....	25
3.6	RIMPILÄNNIEMI.....	30
3.7	TALOUSVESIKAIVOT.....	31
4.	YHTEENVETO	33

LIITTEET

Liite 1. Tarkkailupistekartta

Liite 2. Tarkkailutulokset kuvaajina

Liite 3. Tarkkailutulokset

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo
Ympäristöasiantuntija

Tina Härmä
Tuotantoyksikön päällikkö

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Terrafamen kaivospiiri sijaitsee Sotkamon ja Kajaanin kuntien alueella, noin 23 km Sotkamon keskustasta lounaaseen. Kaivospiirin pinta-ala on noin 60 km². Terrafamen alue on Kainuun vaaramaisemalle tyypillistä metsien, soiden, lampien ja järvien vuorottelua. Alueen maapeite on ohut, keskimäärin vain noin 1,8 m ja yleisesti moreenipeitteistä. Alavilla alueilla maapeite on pääosin turvetta. Kaivospiirin alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole suojelualueita. Lähimmät asuinrakennukset ja kesämökkit sijaitsevat noin kilometrin etäisyydellä kaivosalueelta koilliseen. Lähin kylä, Tuhkakylä, sijaitsee noin seitsemän kilometrin päässä louhoksen pohjoispuolella.

Terrafamen kaivospiiri kuuluu Kainuun liuskekivijaksona tunnetun geologisen vyöhykkeen eteläosaan, missä vallitsevina kivilajeina ovat kvartsiitit sekä musta- ja kiilleliuskeet. Kivilajien päämineraaleina ovat kvartsi, vaalea biotiitti, hienorakeinen grafiitti ja rikki- sekä magneetikiisu. Kaivoksella louhittava sulfidinen nikkelimalmi on mustaliusketta, joka sisältää nikkeliä (0,25-0,27 %), kuparia (0,13-0,15 %), sinkkiä (0,52-0,56 %) sekä kobolttia (0,02 %). Malmi sisältää rikkiä keskimäärin 9,1 %. Alueen esiintymissä mustaliusketta esiintyy myös sivukivenä, mikä eroaa hyödynnettävästä mustaliuskeesta alhaisempien metallipitoisuuksien perusteella. Muita sivukivilajeja on metakarbonaattikivi, kiilleliuske ja kvartsiitti. (Pöyry 2014; Pöyry 2017)

Pohjaveden laatuun vaikuttavat merkittävästi alueen geologiset olosuhteet, kuten maa- ja kallioperän koostumus. Mustaliuskejaksojen yhteydessä pinta- ja pohjavesien pH-arvot ovat tyypillisesti alhaisia ja metallipitoisuudet ovat mustaliuskejakson ulkopuolisia taustapitoisuuksia korkeampia. Näin on myös Terrafamen alueella. Alueen pohjavesipurkaumien sekä pienten purojen ja lampien pH-arvot sekä puskurikyky ovat alhaisia ja metallipitoisuudet mediaanipitoisuuksia suurempia. Mustaliuskeen rapautuessa ympäristön pintavedet ja maaperä happamoituvat, mikä edesauttaa metallien liukenemistä maa- ja kallioperästä paikalliseen pohjaveteen.

Pohjaveden päävirtaussuunta alueella on eteläisen Kuusilammen eteläpuolelta sijaitsevalta vedenjakajalta pohjoiseen. Kuusilammen ja Kolmisopen avolouhosten kuivatusvaikutuksen alue on arvioitu olevan noin 900–1300 metriä louhosten ympäristössä. Kuusilammen louhoksen osalta vaikutusalue on suhteellisen rajattu, sillä pohjavesien valuma-alue ulottuu louhoksen itä- ja länsipuolella vain noin 100–200 metrin päähän louhoksen reunasta. Isot ruhjevyyhykkeet kallioperässä ovat pääasiallisesti malmivyöhykkeen suuntaiset, eivätkä ne johda kalliopohjavettä laajemmalla alueella idästä tai lännestä. (Ramboll 2020)

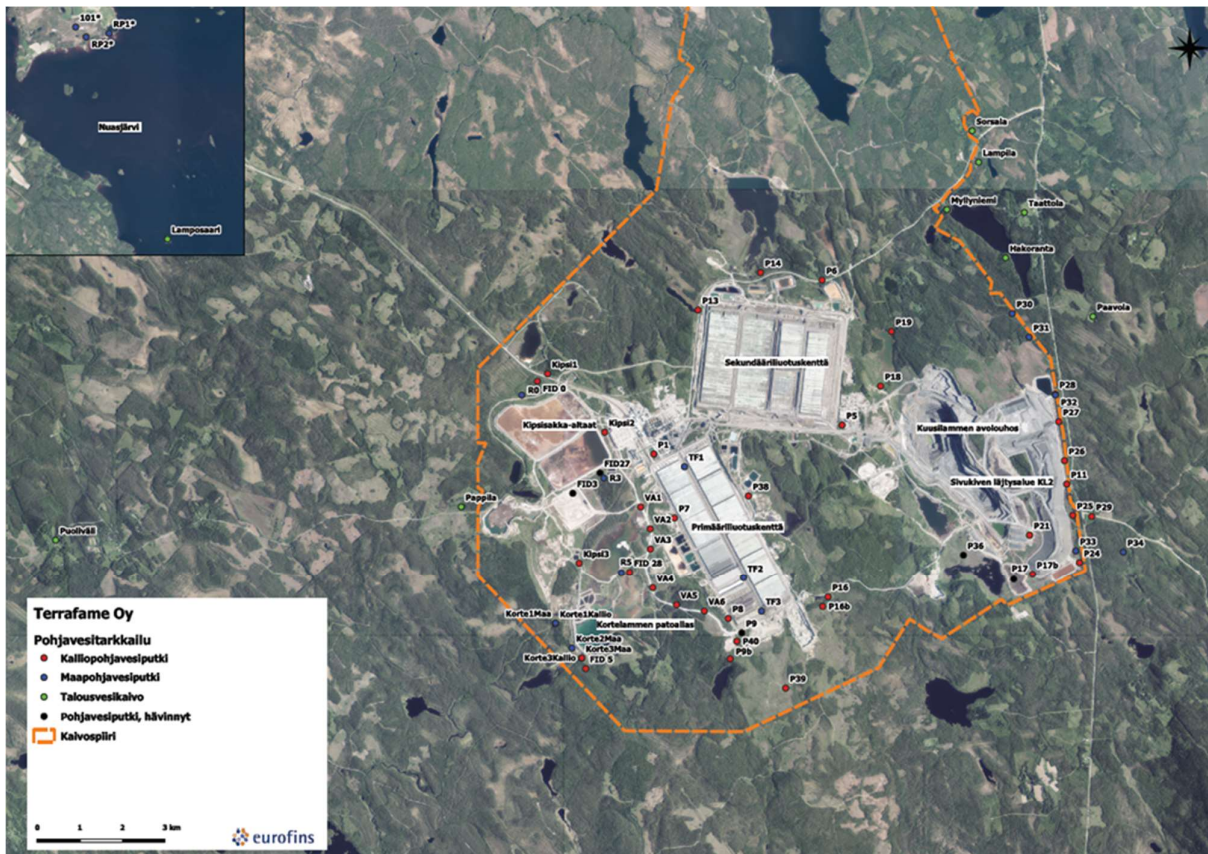
Pohjavesitarkkailua toteutetaan Ramboll Finland Oy:n 18.12.2019 (täydennetty 26.5.2020) laatiman tarkkailuohjelman mukaisesti, sekä kesäkuusta 2021 alkaen akkukemikaalitehtaan tarkkailusuunnitelman (15.6.2021) mukaisesti. Tarkkailua on myös täydennetty lisäämällä kaivospiirin alueelle veloitettarkkailuun kuulumattomia pohjavesiputkia. Tässä tarkkailuraportissa esitellään vuoden 2023 tammi-huhtikuun pohjavesitarkkailun tulokset verraten niitä historiatietoihin.

2. TARKKAILUPISTEET SEKÄ SÄÄHAVAINNOT

2.1 Havaintopisteet

Pohjavesitarkkailun tavoitteena on saada tietoa pohjavesipinnan korkeuden sekä pohjaveden laadun mahdollisista muutoksista. Velvoitetarkkailussa on tällä hetkellä kaivosalueelle asennettuja pohjavesiputkia/kaivoja yhteensä 52 kappaletta. Näiden lisäksi tarkkailuun kuuluu 3 Nuasjärven rannalle Rimpilänniemeen asennettua pohjavesiputkea, sekä 9 talousvesikaivoa, että kerran vuodessa otettava talousvesinäyte Heterannan vedenottamolta. Vuonna 2022 asennettiin kolme uutta pohjaveden tarkkailuputkea (TF3, P39 ja P40). Putki TF3 asennettiin primääriliuotuskentän keskikaistan eteläosaan, putket P39 ja P40 primääriliuotuskentän länsi- ja eteläpuolelle. (Kuva 2-1).

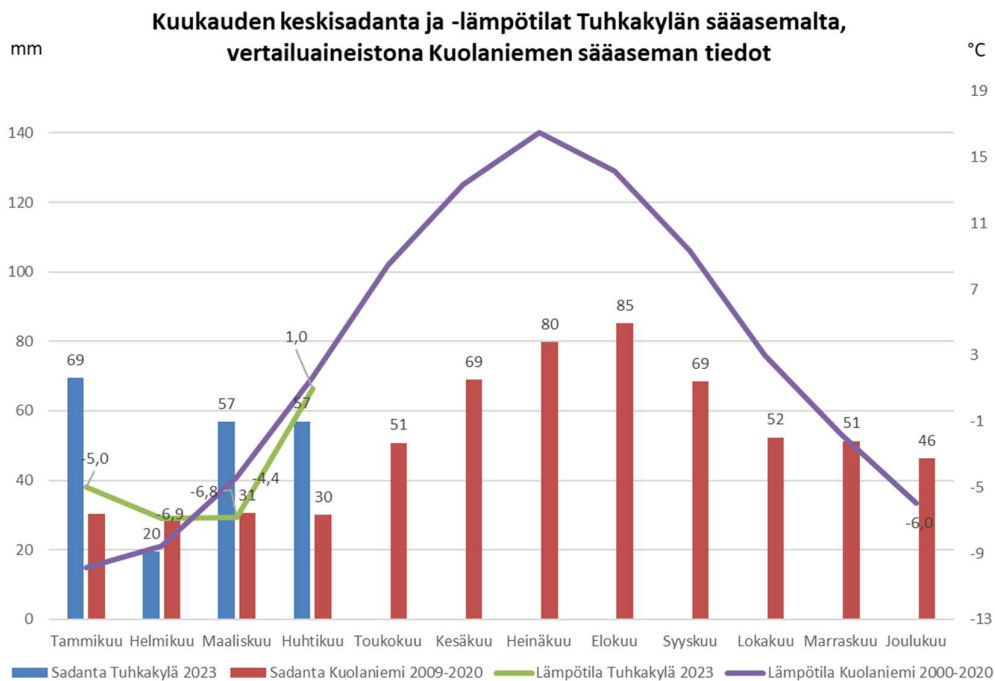
Tarkkailun näytteenottotiheydet ja näytteistä tehtävät analyysit on esitetty tarkemmin tarkkailuohjelmassa.



Kuva 2-1. Alueella sijaitsevat pohjaveden tarkkailupisteet. Suurempi kuva liitteellä 1.

2.2 Meteorologiset olosuhteet

Vuonna 2023 ensimmäisellä kvartaalilla, helmikuuta lukuun ottamatta, sateisuus oli selvästi pitkänajan keskiarvojen yläpuolella. Tammi- ja helmikuu olivat vertailuaineistoa lämpimämpiä, kun taas maaliskuu ja huhtikuu kylmempiä. (Kuva 2-2)



Kuva 2-1. Meteorologiset tiedot Tuhkakylän ja Kuolaniemen asemilta. (Ilmatieteen laitos, avoin data 5/2023)

3. TARKKAILUTULOKSET

3.1 Sivukivialue KL2

Sivukivialueen pohjavesitarkkailussa on tällä hetkellä yhteensä 14 tarkkailuputkea. Keväällä 2021 alueen eteläosaan asennettiin putki P17b, joka korvasi tuhoutuneen putken P17. Tarkkailuputki P36 tuhoutui kevättalvella 2022 jäätyään läjityksen alle. (Kuva 3-1)

Näytteitä alueen putkilta haetaan pääsääntöisesti 4 krt/a, tarkkailuputkilta P30, P31 ja P34 näytteitä haetaan vain kahdesti vuoden aikana. Tarkkailuputki P32 on ollut kuiva huhtikuun 2022 jälkeen. Alueen tuloksia tarkastellaan vuoden 2018 huhtikuusta alkaen, jolloin alueelle asennettiin suurin osa nykyisessä tarkkailussa olevista pohjavesiputkista.

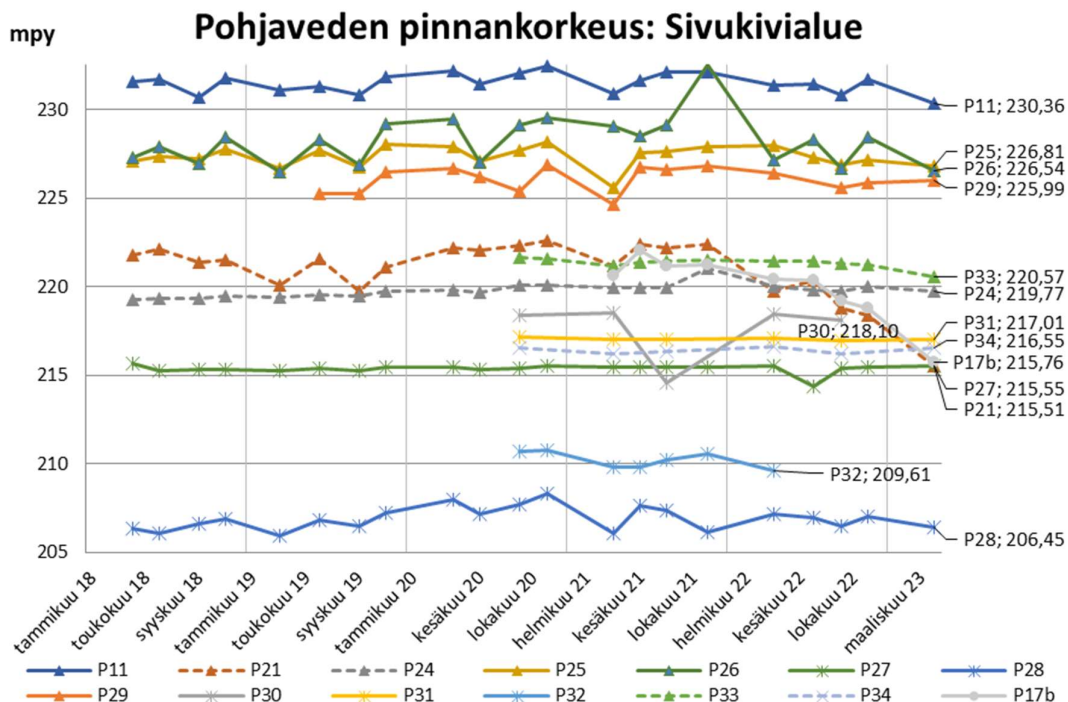


Kuva 3-1. Alueella sijaitsevat pohjaveden tarkkailupisteet, sivukivialue KL2.

Pohjaveden pinnankorkeudet

Vuonna 2022 havaittiin pohjaveden keskimääräisten pinnankorkeuksien laskeneen noin 1,6-2,6 metriä tarkkailuputkilla P17b ja P21. Vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla laskevat trendit vahvistuivat. Huhtikuussa 2023 pohjaveden pinnankorkeus tarkkailuputkella P17b oli 4,7 metriä alempana kuin vuoden 2022 huhtikuussa, tarkkailuputkella P21 vastaava muutos oli -4,25 metriä. Edellä mainitut tarkkailuputket sijaitsevat saman, avolouhokseen päin suuntautuvan kallioperän ruhjeen läheisyydessä. Muilla alueen tarkkailupisteillä pohjaveden pinnankorkeudet olivat luontaisen vaihteluvälin sisällä vuoden ensimmäisellä kvartaalilla. (Kuva 3-2)

Lisääntynyt sivukiven määrä alueella voi nostaa paikallisesti hydrostaattista painetta, jolloin pohjaveden pinnankorkeus nousee varsinkin ruhjeiden suunnissa paineellisen veden vaikutuksesta. Toisaalta Kuusilammen avolouhos voi kuivattaa lähimpiä tarkkailupisteitä.



Kuva 3-2. Sivukivialueen tarkkailupisteiden pohjaveden pinnankorkeudet vuodesta 2018 alkaen. Kuvaajassa alueen pohjoisosien pohjavesiputkien tulokset on esitetty yhtenäisellä viivalla ja symbolilla, itäpuolen pohjavesiputkien tulokset yhtenäisellä viivalla sekä eteläosien pohjavesiputkien tulokset katkoviivalla.

Analyysitulokset

Lähimpänä Kuusilammen avolouhosta, geotuubien vierellä pintamaan läjitysalueella sijaitsevalla pohjavesiputkella **P21** pitoisuustasot nousivat sulfaatin, sähkönjohtavuuden sekä metallien osalta kesällä 2020, jolloin putken ympäristöön tehtiin koekuoppia maaperätutkimuksia varten. Vuoden 2022 tulosten mukaan nousevat trendit vahvistuivat, varsinkin nikkelin (10698 µg/l), alumiinin (16020 µg/l) ja sulfaatin (4450 mg/l) keskimääräisten pitoisuuksien osalta. Vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla edellä mainitut pitoisuudet laskivat, ollen alle huhtikuun 2022 tulosten, joten trendit ovat kääntymässä laskuun. Tarkkailuputkella pohjaveden pinnankorkeus on laskenut marraskuusta 2021 huhtikuuhun 2023 noin 7 metriä ja tämän johdosta vesien kertymisolosuhteet tarkkailuputkeen ovat muuttuneet. (Kuva 3-3, Liite 2)

Edellisessä kappaleessa esitettyjä vastaavia muutoksia on havaittavissa myös edelliseltä tarkkailupisteeltä etelään sijaitsevalla tarkkailupisteellä **P17b**, joskin vuoden 2023 ensimmäisen kvartaalilla keskeiset pitoisuudet (sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) olivat edelleen nousussa. Pohjaveden pinnankorkeus on laskenut tällä pisteellä noin 5,5 metriä marraskuun 2021 tasosta. Tarkkailuputket P17b ja P21 sijaitsevat kallioperän ruhjeiden välittömässä läheisyydessä, joiden veden johtavuuden gradientti on avolouhokseen päin. Näyttäisi siltä, että avolouhoksella on kuivattavaa vaikutusta kyseisten tarkkailupisteiden alueella ja pohjavesien kertymisolosuhteet ovat muuttumassa. (Kuva 3-3, Liite 2)

Putkella **P24** mm. sähkönjohtavuudessa, sekä sulfaatti-, nikkeli-, mangaani-, rauta-, kalsium- ja magnesiumipitoisuuksissa oli havaittavissa nousevaa trendiä vuonna 2022. Vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla metallipitoisuudet lähtivät laskuun, mutta sulfaattipitoisuus ja sitä kautta sähkönjohtavuus olivat edelleen nousussa. (Kuva 3-3, Liite 2)

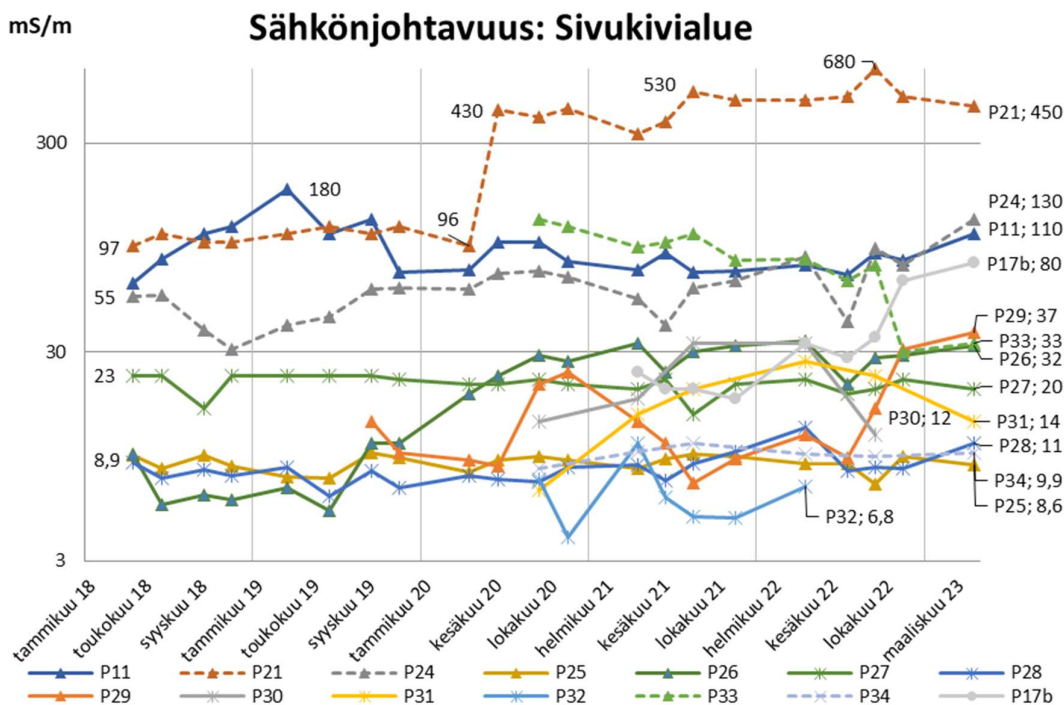
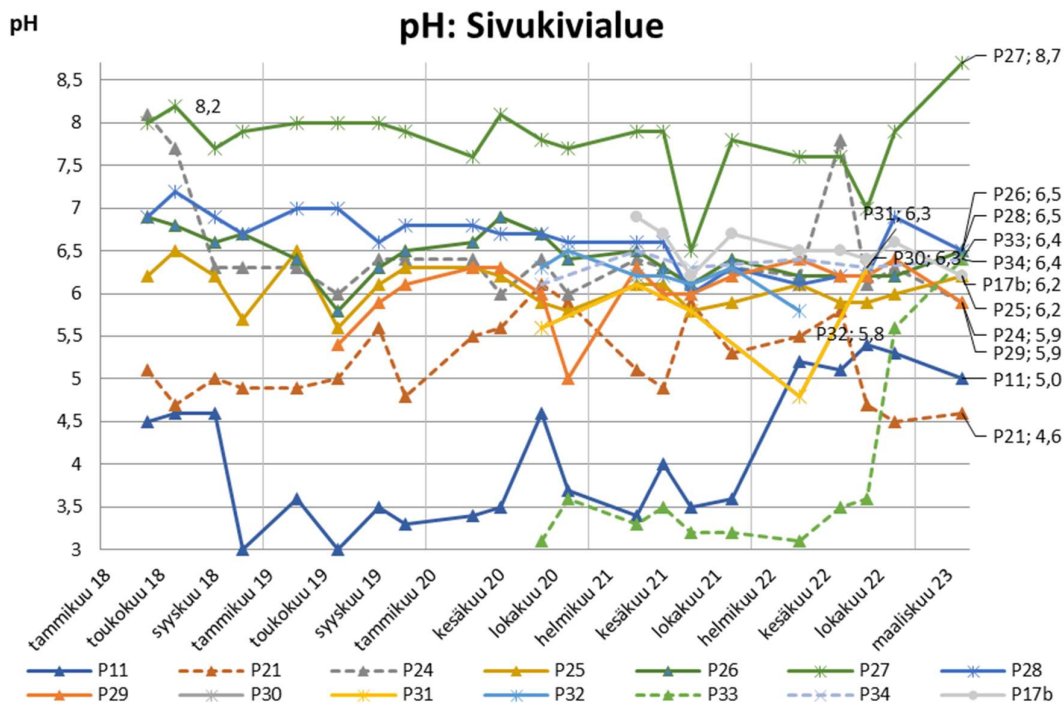
Tarkkailuputkella **P29** kloridi- ja sulfaattipitoisuudet sekä metalleista kadmium-, koboltti-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet olivat nousussa loppuvuodesta 2022. Vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla jyrkin nousu oli taittunut, mutta pidempiaikainen trendi kyseisissä parametreissa on edelleen nouseva. Lähempänä sivukivialuetta sijaitsevalla tarkkailuputkella P25 vastaavia muutoksia ei ole havaittavissa. (Kuva 3-3, Liite 2)

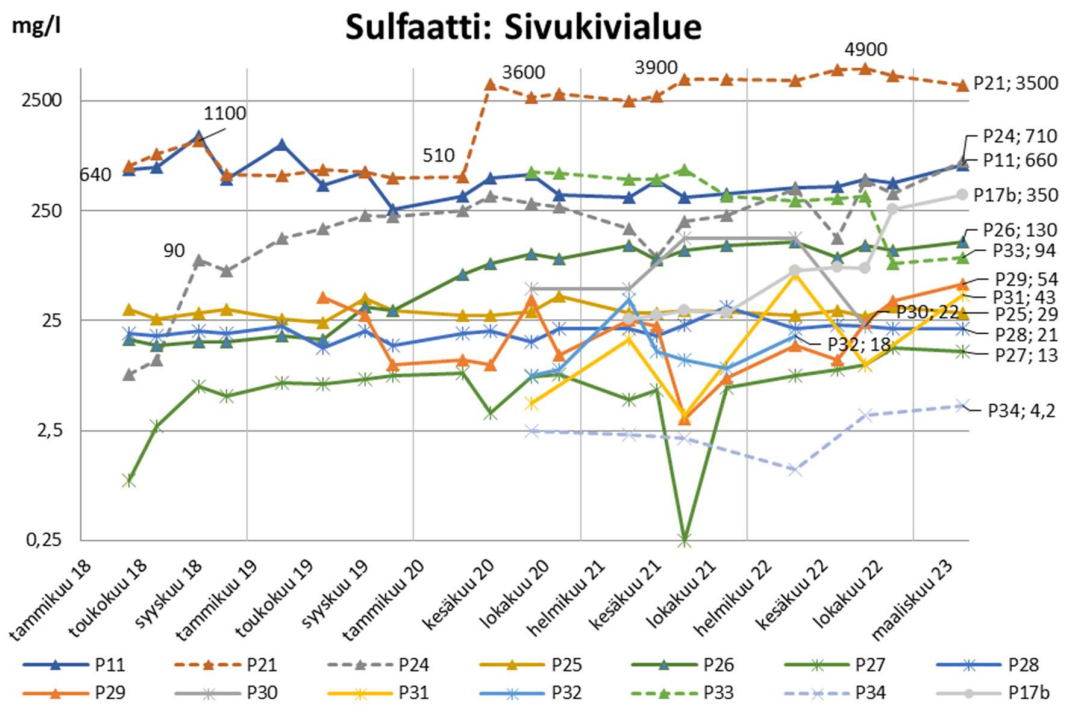
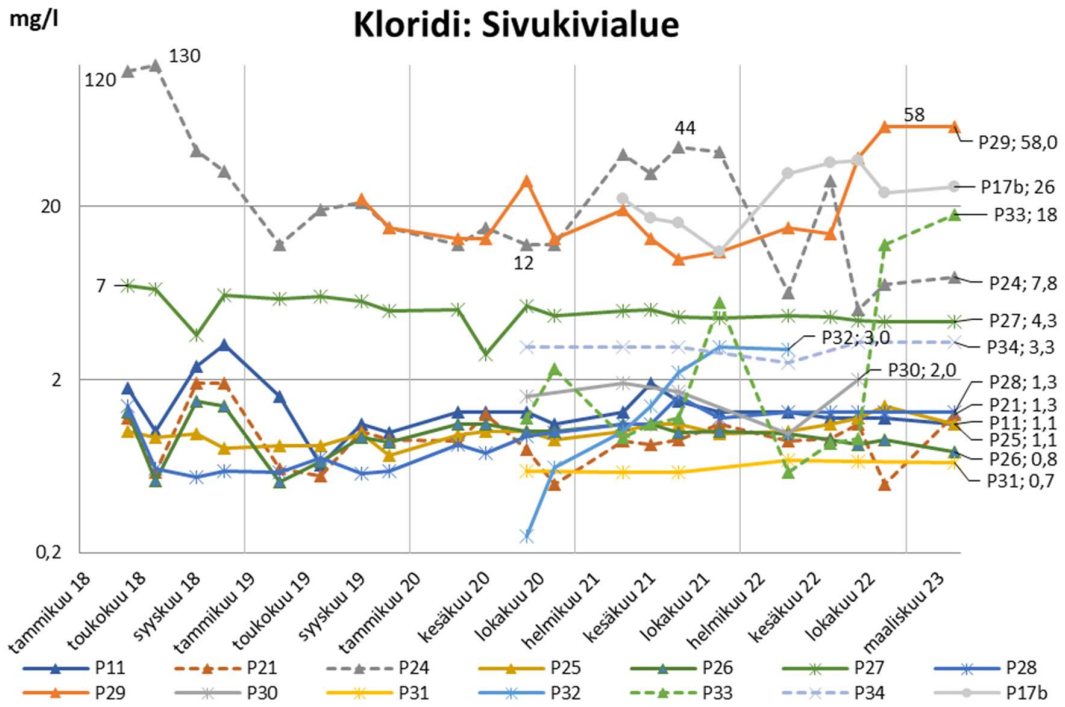
Maapohjavesiputkella **P33** marraskuun 2022 ja huhtikuun 2023 tulokset ovat poikenneet aikaisemmista tuloksista. Vesinäytteiden pH-arvot ovat nousseet kesän 2022 tasolta noin 3,5 huhtikuuhun 2023 mennessä tasolle 6,4. Vastaavana aikana kloridipitoisuudet ovat nousseet, mutta pääsääntöisesti kaikkien muiden

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

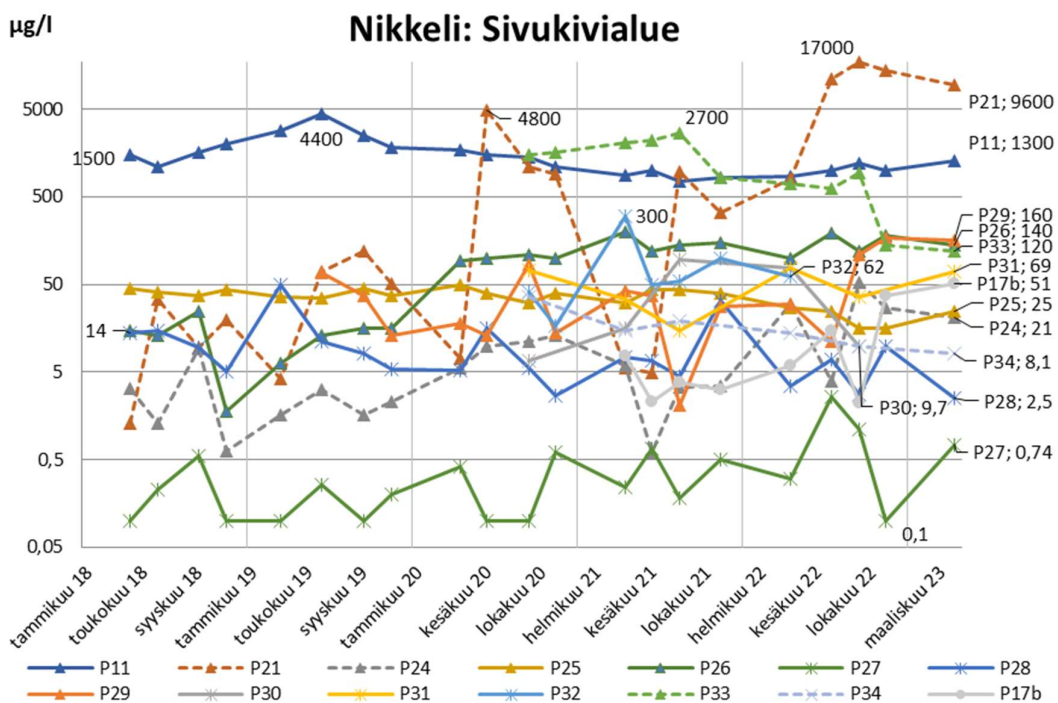
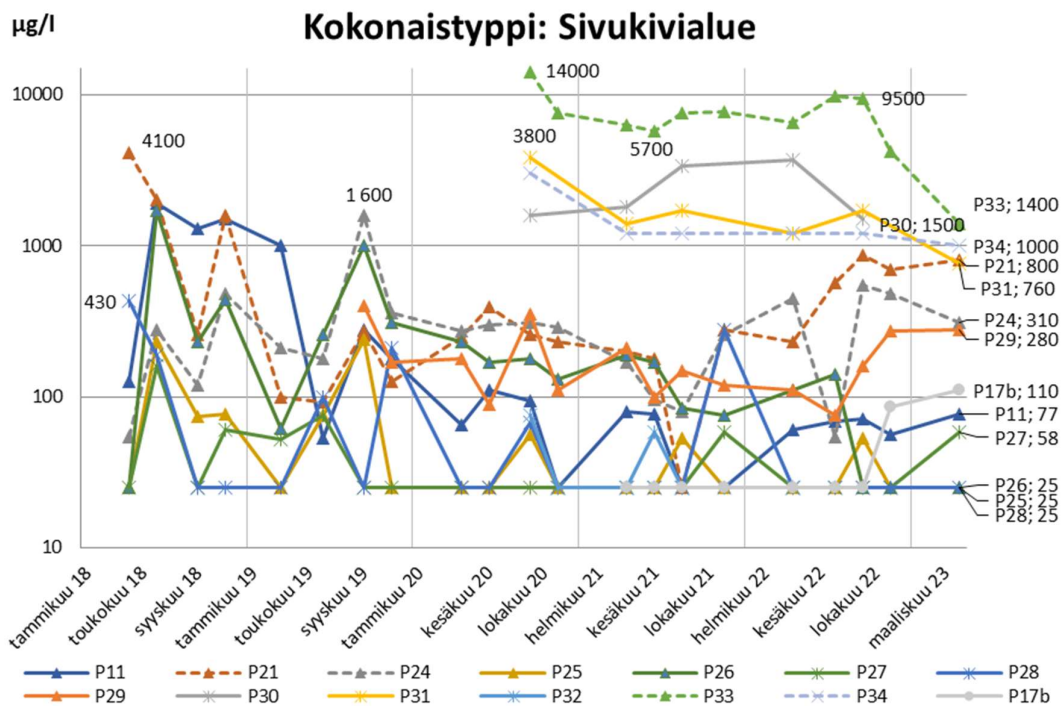
parametrien pitoisuudet laskeneet. Putken siiviläosuus alkaa heti turvekerroksesta, näin ollen putkelle voi kerääntyä alueen hulevesiä. Marraskuun 2022 kierroksen aikaan oli suojasää ja huhtikuussa 2023 kevään sulamiskausi oli jo käynnistynyt, jotka voivat olla poikkeavien havaintojen taustalla. Seuraava näytteenottokierros pisteellä toteutetaan kesä-heinäkuussa. (Kuva 3-3, Liite 2)

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin kierroksiin. Uusilla putkilla on vielä havaittavissa vaihtelua pitoisuuksissa, varsinkin metallien osalta. Tuloksissa on havaittavissa myös luontaista, näytteenoton ajankohdasta johtuvaa hajontaa.





TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

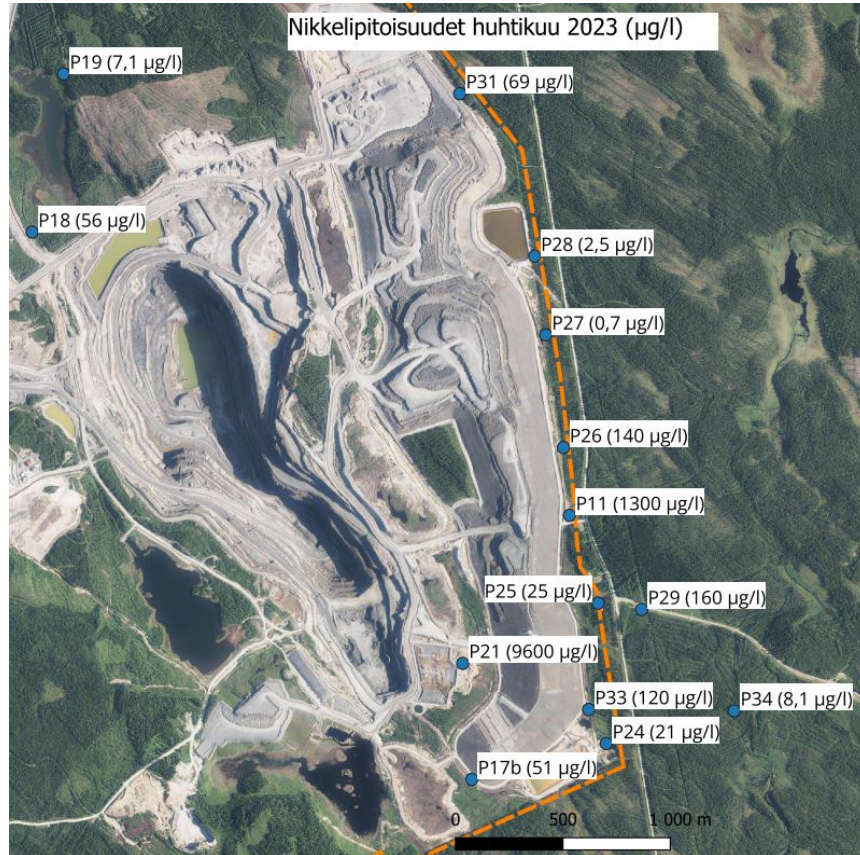


Kuva 3-3. Sivukivialueen KL2 tarkkailupisteiden pohjavesinäytteiden analyysituloksia vuodesta 2018 alkaen (huom. logaritminen asteikko). Kuvaajissa alueen pohjoisosien pohjavesiputkien tulokset on esitetty yhtenäisellä viivalla ja symbolilla, itäpuolen pohjavesiputkien tulokset yhtenäisellä viivalla sekä eteläosien pohjavesiputkien tulokset katkoviivalla.

Kuvakokoelmassa 3-4 on esitetty sähkönjohtavuuden, sulfaatin ja nikkelin huhtikuussa havaitut pitoisuudet alueen tarkkailupisteillä ilmakehävapohjalla.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023





Kuva 3-4. Sivukivialueen tarkkailupisteiden sähköjohtavuudet, sulfaatti- sekä nikkelipitoisuudet huhtikuussa 2023.

3.2 Tehdasalue ja primäärikenttä

Tehdas- ja primäärikentän alueella tarkkailussa on mukana kaikkiaan yhteensä 18 pohjavesiputkea (Kuva 3-5). Keväällä 2021 alueelle asennettiin 3 uutta pohjavesiputkea (**P9b**, **P16b**, **P38**). P9b korvasi aiemmin tuhoutuneen putken P9, ja P16b tulee korvaamaan putken P16, jonka arvioidaan jäävän läjitysalueen KL1 työmaan alle. Toistaiseksi myös vanha putki P16 on edelleen tarkkailussa. P38 on tulevan sivukivialueen KL1 tarkkailua varten asennettu putki, mutta toistaiseksi putki on pelkästään yhtiön omassa tarkkailussa. Alkuvuodesta 2022 primäärikentän alueelle asennettiin kolme uutta pohjaveden tarkkailuputkea (**TF3**, **P39** ja **P40**). Putki TF3 asennettiin primääriiutusentän keskikaistan eteläosaan, putki P39 primääriiutusentän eteläpuolelle ja P40 primääriiutusentän viereen, sen länsipuolelle.

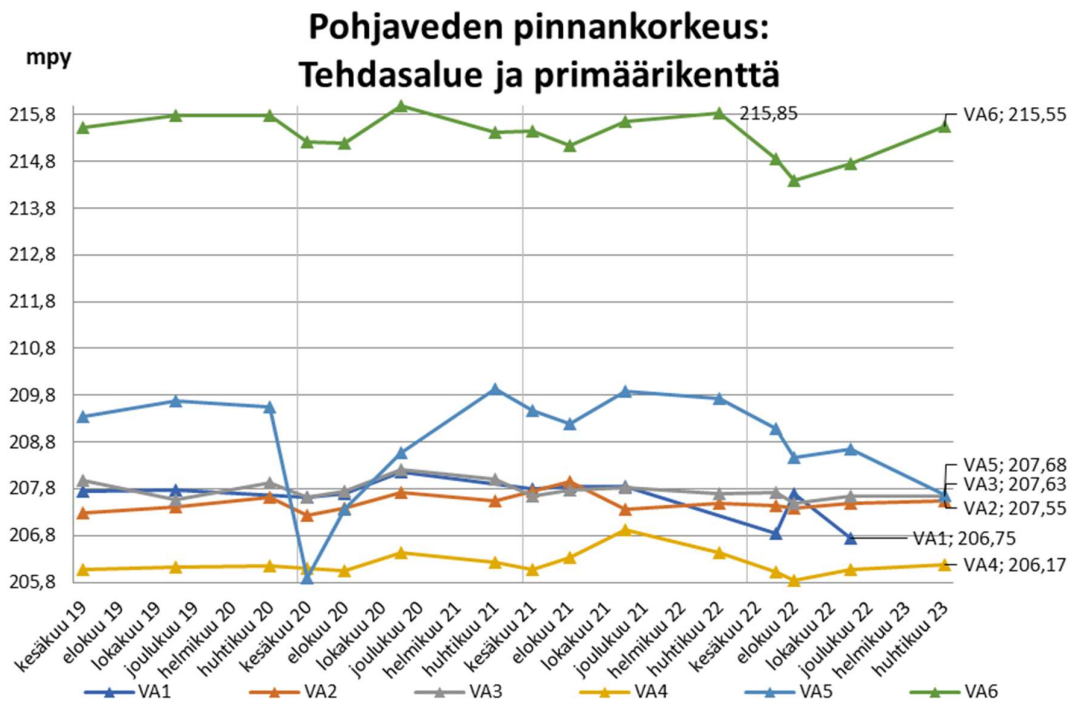
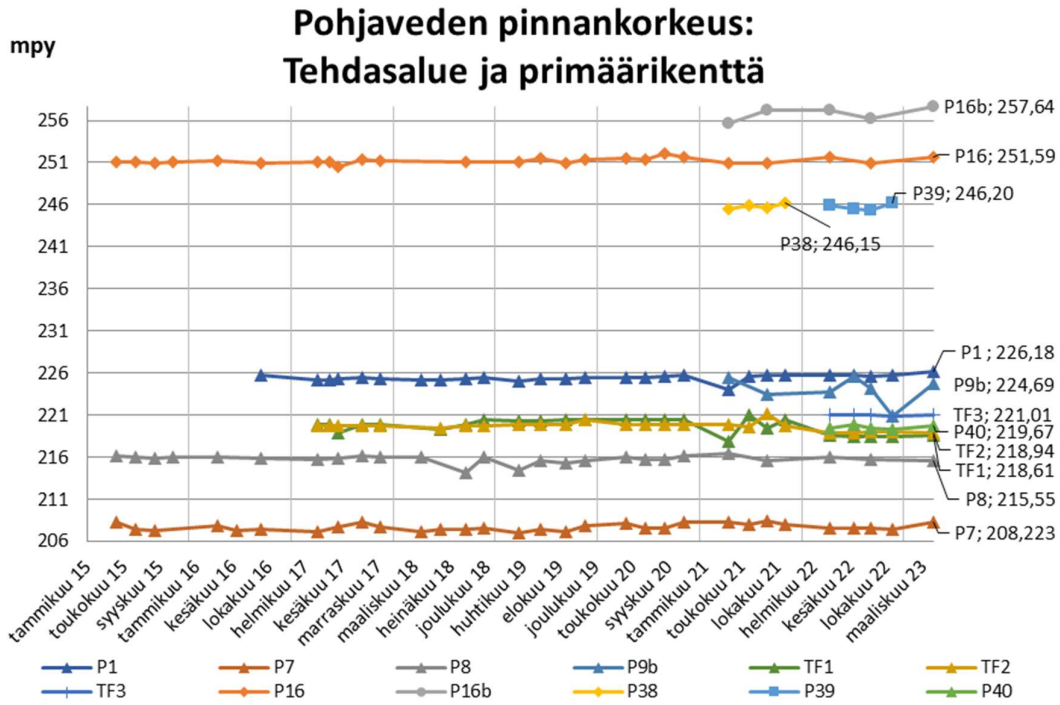
Alueen pohjavesiputkilla näytteenottoiheydet ja näytteistä tehtävät analyysit vaihtelevat hieman. Pohjavesiputkilta P1, P7, P39, P40 TF1, TF2, TF3 ja VA1-VA6 vesinäytteet otetaan neljästi vuodessa ja pohjavesiputkilta P8, P9b, P16 ja P16b kahdesti vuodessa. Vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalin näytteet tarkkailuputkilta P39 ja VA1 saatiin otettua vasta toukokuun loppupuolella, nämä tulokset esitetään seuraavassa kvartaaliraportissa.



Kuva 3-5. Tehdasalueen ja primäärilentän pohjaveden tarkkailupisteet.

Pohjaveden pinnankorkeudet

Primäärilentän alueella pohjaveden pinnankorkeudet ovat pysytelleet tarkkailun aikana keskimäärin luontaisen vaihtelun rajoissa, eikä systemaattista toimintojen aiheuttamaa pohjaveden alenemaa tai toisaalta kohoamista ole ollut alueella havaittavissa (Kuva 3-5).



Kuva 3-6. Primäärkentän ja täydentävien tarkkailupisteiden pohjaveden pinnankorkeudet. Huomaa kuvaajien eri skaalaus.

Analyysitulokset

Primäärkentän keskikaistan tarkkailuputkien TF1 ja TF2, sekä uuden tarkkailuputken TF3 näytteiden analyysitulokset erottuvat alueen muista tarkkailupisteistä pitoisuustasojensa vuoksi. Esimerkiksi näiden näytteiden pH:t ovat alaisempia (3,0-4,1 pH) ja metallipitoisuudet yli kymmenkertaisia muihin alueen pohjavesiputkiin verrattaessa. Yhtiö suorittaa myös veloitettutarkkailua täydentävää tarkkailua edellä mainituilla tarkkailupisteillä, sekä putkilta P7 ja P8 niinä kuukausina, kun kyseisillä pohjavesiputkilla ei ole

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

velvoitetarkkailun näytteenottoa. Yhtiön omat näytteet analysoidaan Terrafamen omassa akkreditoimattomassa laboratoriossa. Yhtiön ottamien näytteiden tulokset olivat tasoiltaan ja trendeiltään yhteneväisiä velvoitetarkkailun tuloksiin.

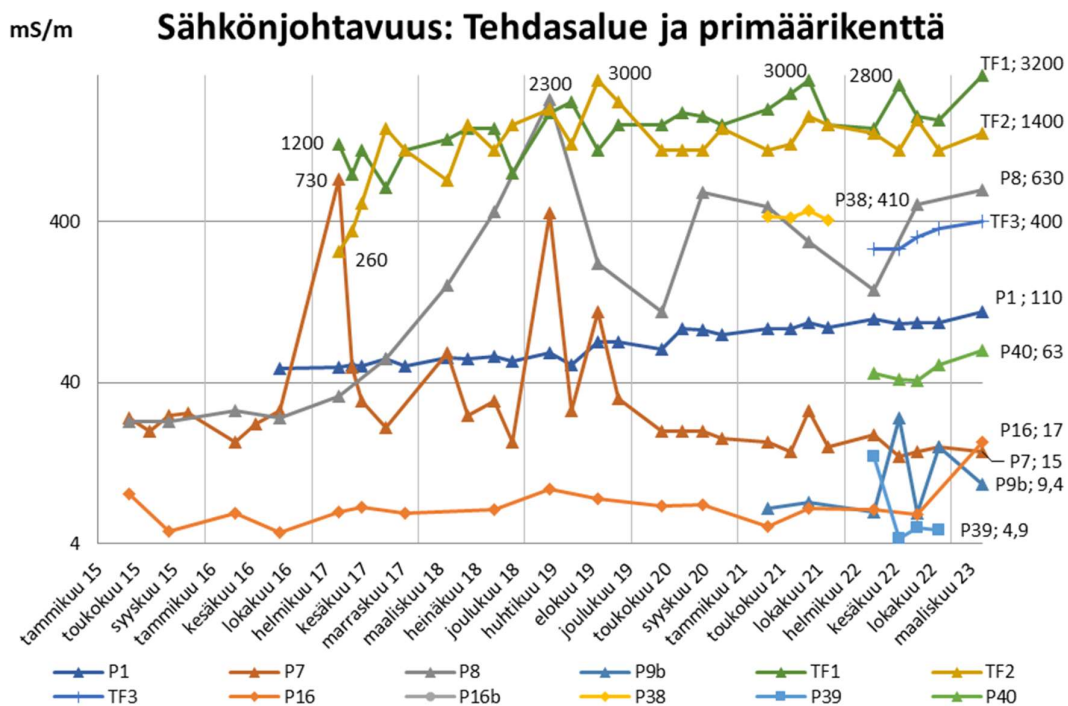
Tarkkailupisteellä **P16** havaittiin huhtikuun kierroksella sulfaattipitoisuus 62 mg/l, kun aikaisempi taso on ollut <3,0 mg/l. Samalla myös sähkönjohtavuus nousi tulokseen 17 mS/m, keskimääräinen johtavuustaso tarkkailuputkella on ollut aikaisemmin noin 6,5 mS/m. Muissa määritetyissä parametreissa ei havaittu muutoksia ja viereisen tarkkailupisteen P16b pitoisuudet olivat huhtikuun kierroksella tavanomaisen pieniä (SO₄ 2,6 mg/l ja sähkönjohtavuus 2,4 mS/m), joten mahdollinen kuormitus oli erittäin paikallinen. Seuraava näyte tarkkailupisteeltä haetaan syyskuussa. (Kuva 3-7, Liite 2)

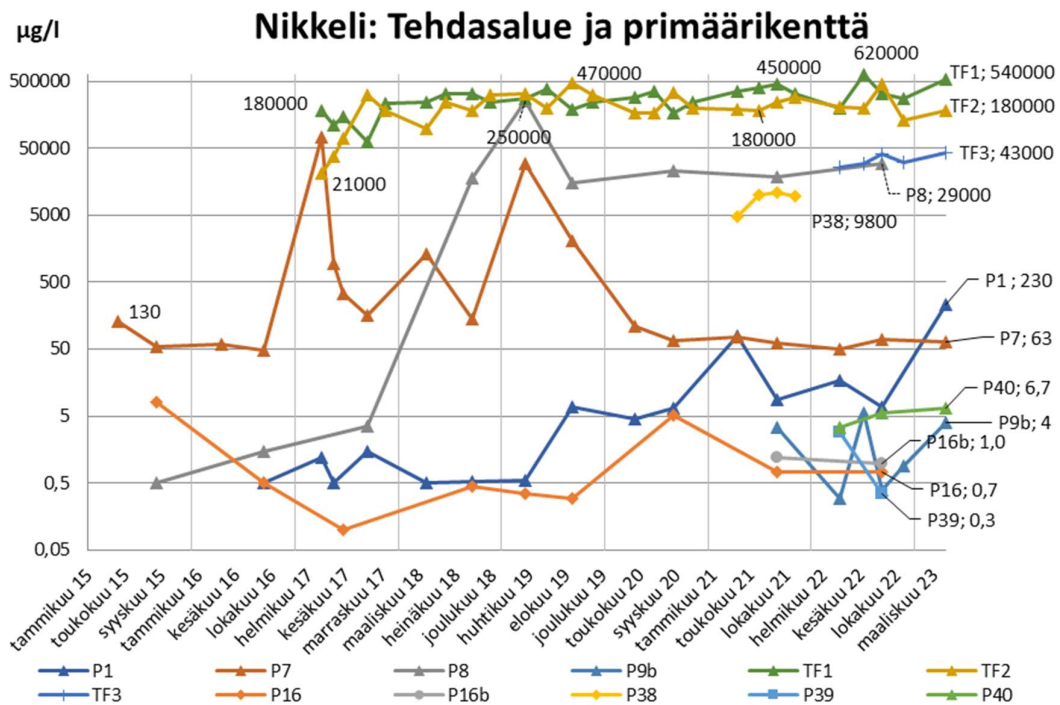
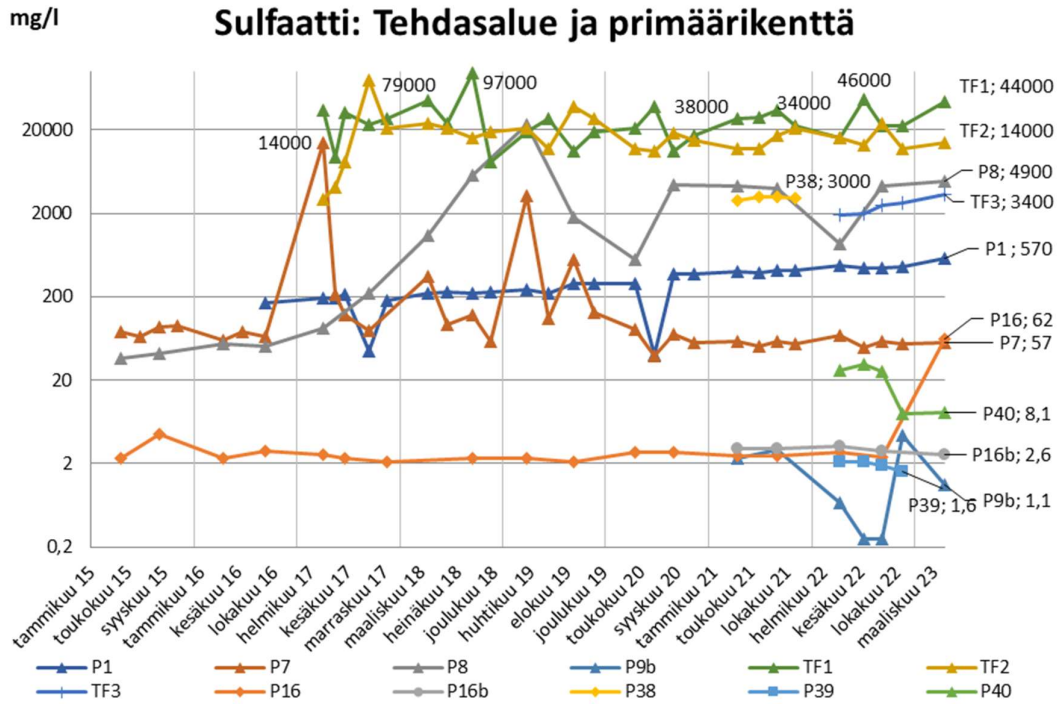
Alueen TF-pisteistä, primäärikentän pohjoispään tarkkailupisteellä **TF1** on havaittavissa edelleen useiden parametrien, sulfaatin, sähkönjohtavuuden ja metallien (Al, Co, Ni ja U) pitoisuuksissa nouseva suuntaus. Nouseva suuntaus pitoisuuksissa on havaittavissa myös uusimmalla, kentän eteläpään **TF3**-pisteellä, tosin pitoisuustasot ovat kertaluokkaan pienempiä kuin tarkkailupisteellä TF1. Edellä mainittujen pisteiden välissä sijaitsevalla tarkkailupisteellä **TF2** keskeiset pitoisuudet ovat pysytelleet melko tasaisina vuodesta 2017 lähtien. (Kuva 3-7, Liite 2)

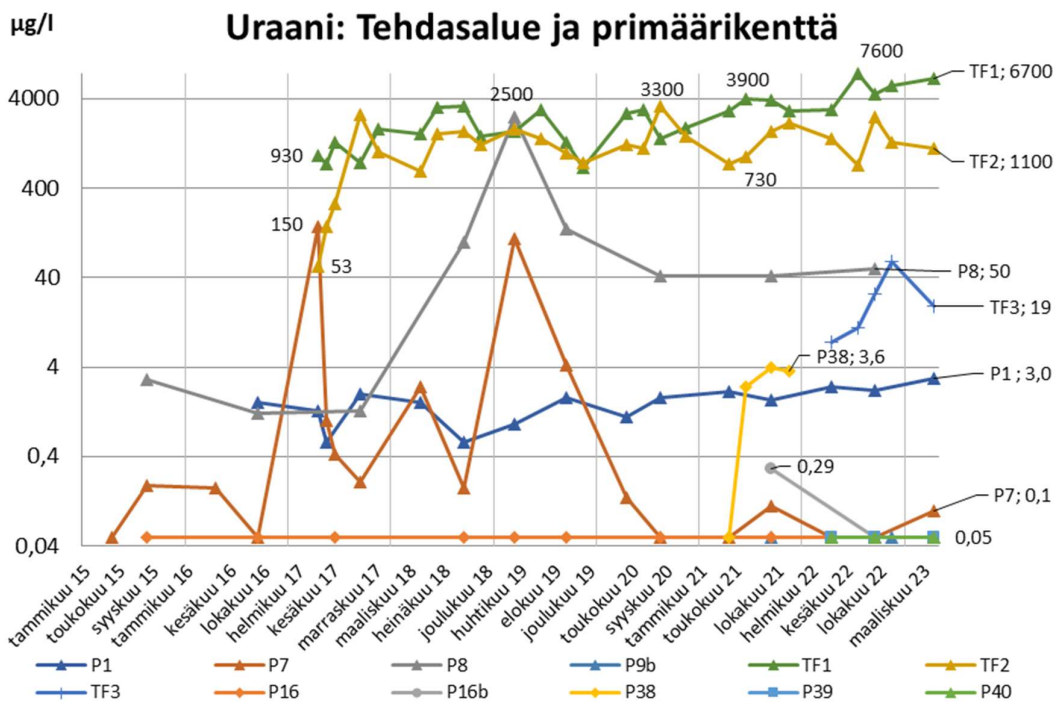
Pohjavesiputkella **P1** sähkönjohtavuudessa, kuten myös sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa n. 10 % vuosittaista nousua vuodesta 2017 alkaen. Vuoden 2023 ensimmäisellä kierroksella edellä mainitut trendit jatkuivat ja myös nikkelpitoisuus pisteellä oli 230 µg/l, mikä on putken tarkkailuhistorian suurin pitoisuus. (Kuva 3-7, Liite 2).

Tarkkailupiste P1 sijaitsee keskellä toimintoja, tehdasalueen ja primääriulotuskenttien välissä ja tarkkailupiste kuuluu myös akkukemikaalitehtaan tarkkailuun. Akkukemikaalitehtaan tarkkailuun liittyen pisteen näytteistä määritetään TOC- (orgaanisen kokonaishiilen määrä), TVOC- (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) pitoisuudet sekä kokonaisfosforipitoisuus, joiden perusteella voidaan havaita mahdolliset prosessikemikaaleista pohjaveteen aiheutuvat vaikutukset. Huhtikuun 2023 näytteestä ei havaittu TOC- tai TVOC-pitoisuuksia, tulosten jäädessä alle määrittärajajen.

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin (Kuva 3-7, Liite 2).





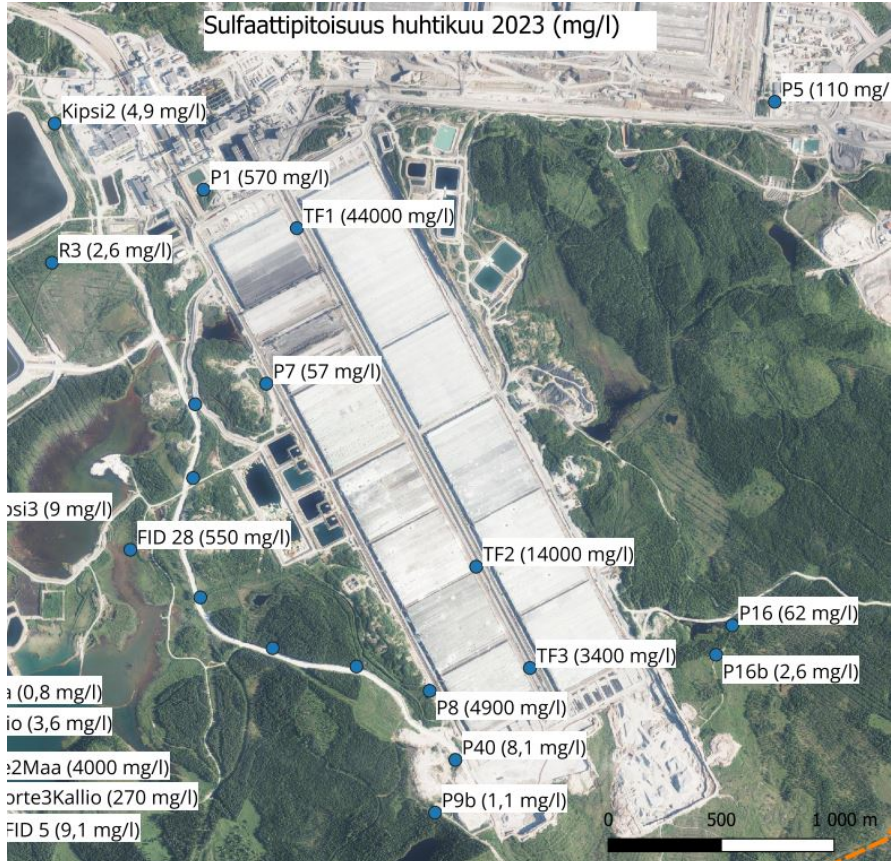


Kuva 3-7. Tehdas- ja primäärkenttäalueen tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2015 alkaen. (huom. kuvaajien logaritminen asteikko.)

Analyysitulokset tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta

Primäärkentän länsipuolelle kesällä 2019 asennetuilta, tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta **VA1-VA6** näytteet otetaan 4 kertaa vuodessa ja analyysipaketti on suppeampi kuin muilla tarkkailupisteillä. Vuoden 2023 ensimmäisen kierroksen tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin (Liite 2).

Kuvakokoelmassa 3-8 on esitetty ilmakuvapohjalla huhtikuussa havaitut sähkönjohtavuudet sekä sulfaatti- ja nikkelpitoisuudet alueen tarkkailupisteillä.

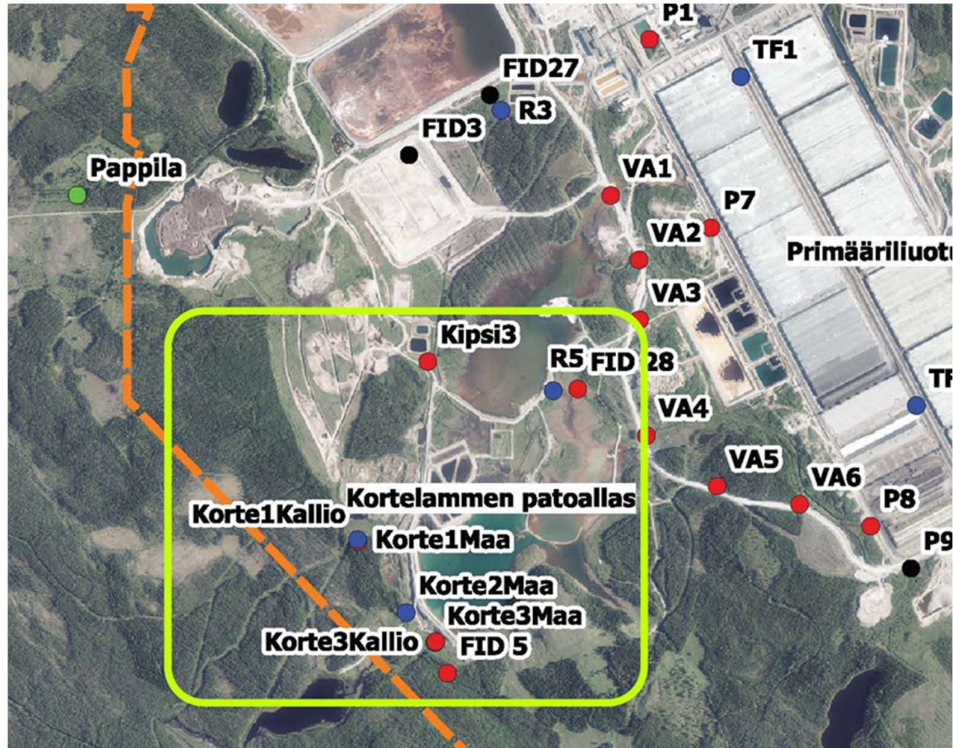




Kuva 3-8. Primäärilentän tarkkailupisteiden sähköjohtavuudet, sulfaatti- sekä nikkelipitoisuudet huhtikuussa 2023.

3.3 Kortelammen alue

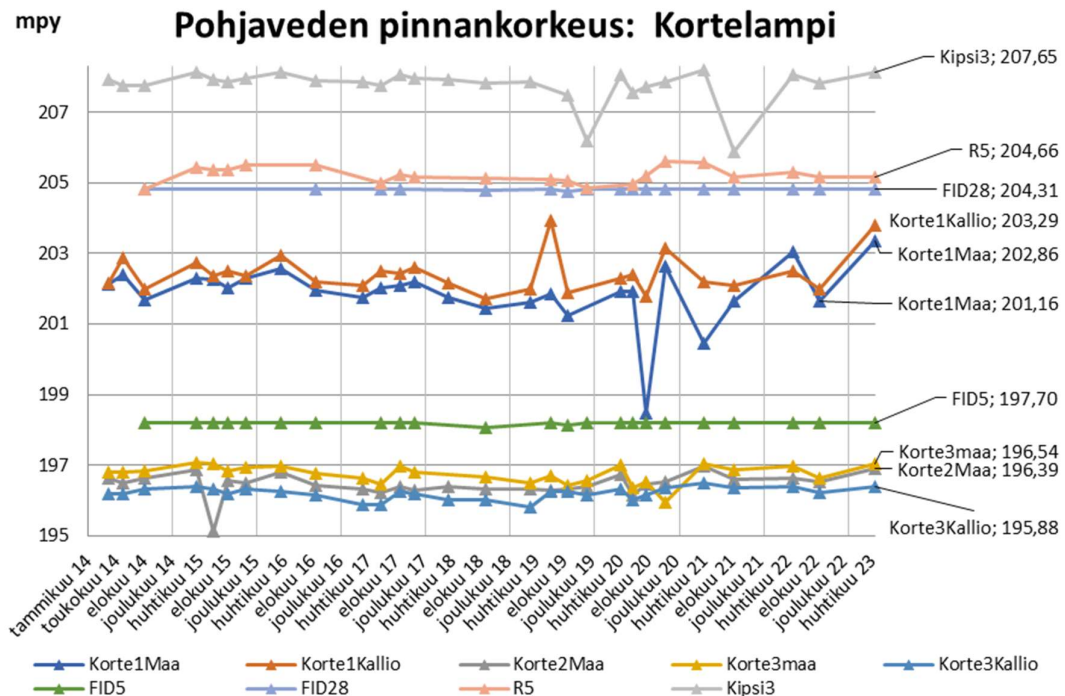
Kortelammen patoaltaan ympäristössä on yhdeksän pohjavesiputkea: Korte1Maa, Korte1Kallio, Korte2Maa, Korte3Maa, Korte3Kallio, FID5, R5, FID28 sekä Kipsi3 (Kuva 3-9). Alueelta näytteet otetaan pääsääntöisesti kahdesti vuodessa, ensimmäisellä ja kolmannella kvartaalilla. Tarkkailuputkelta R5 näyte otetaan vain kolmannella kvartaalilla, mutta pohjaveden pinnankorkeus mitataan jokaisella kvartaalilla.



Kuva 3-9. Kortelammen ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

Pohjaveden pinnankorkeudet

Alueen tarkkailuputkien pohjaveden pinnankorkeudet olivat tavanomaisia vuoden 2023 ensimmäisellä kierroksella. Tarkkailupisteiden **Korte1** ja **Kipsi3** ympäristön maaperä on hyvin vettä johtavaa ja suurikin pinnankorkeuksien vaihtelu näyttäisi olevan näillä alueilla luontaista. (Kuva 3-10, Liite 2)



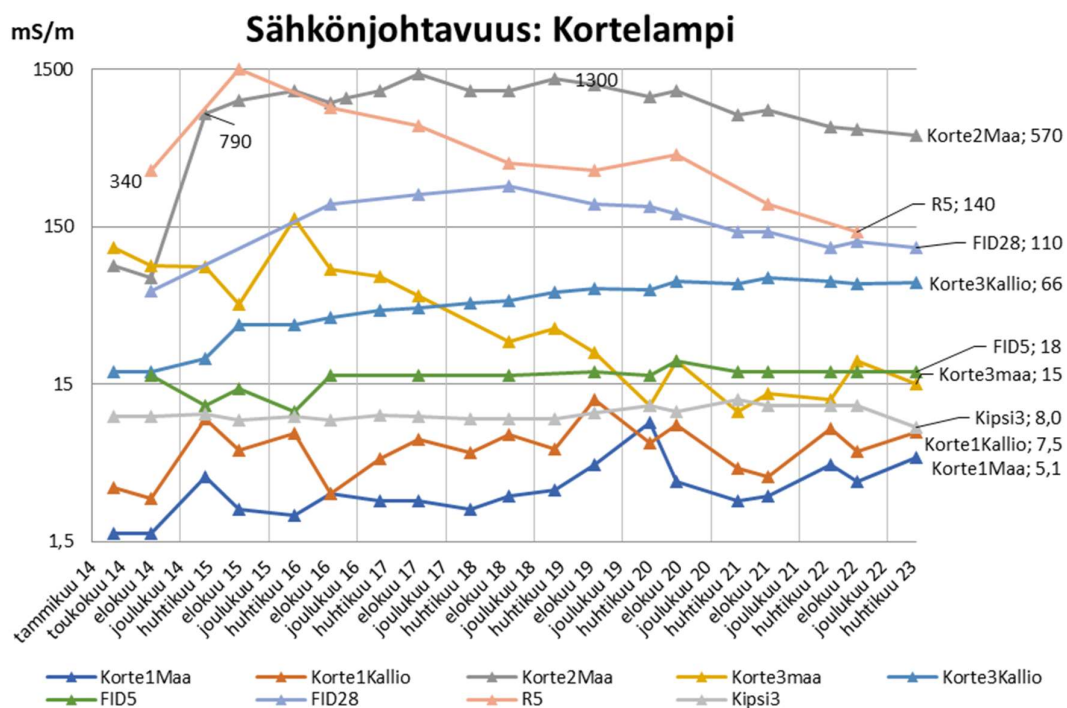
Kuva 3-10. Kortelammen ympäristön pohjaveden tarkkailupisteiden pinnankorkeudet vuodesta 2014 alkaen.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

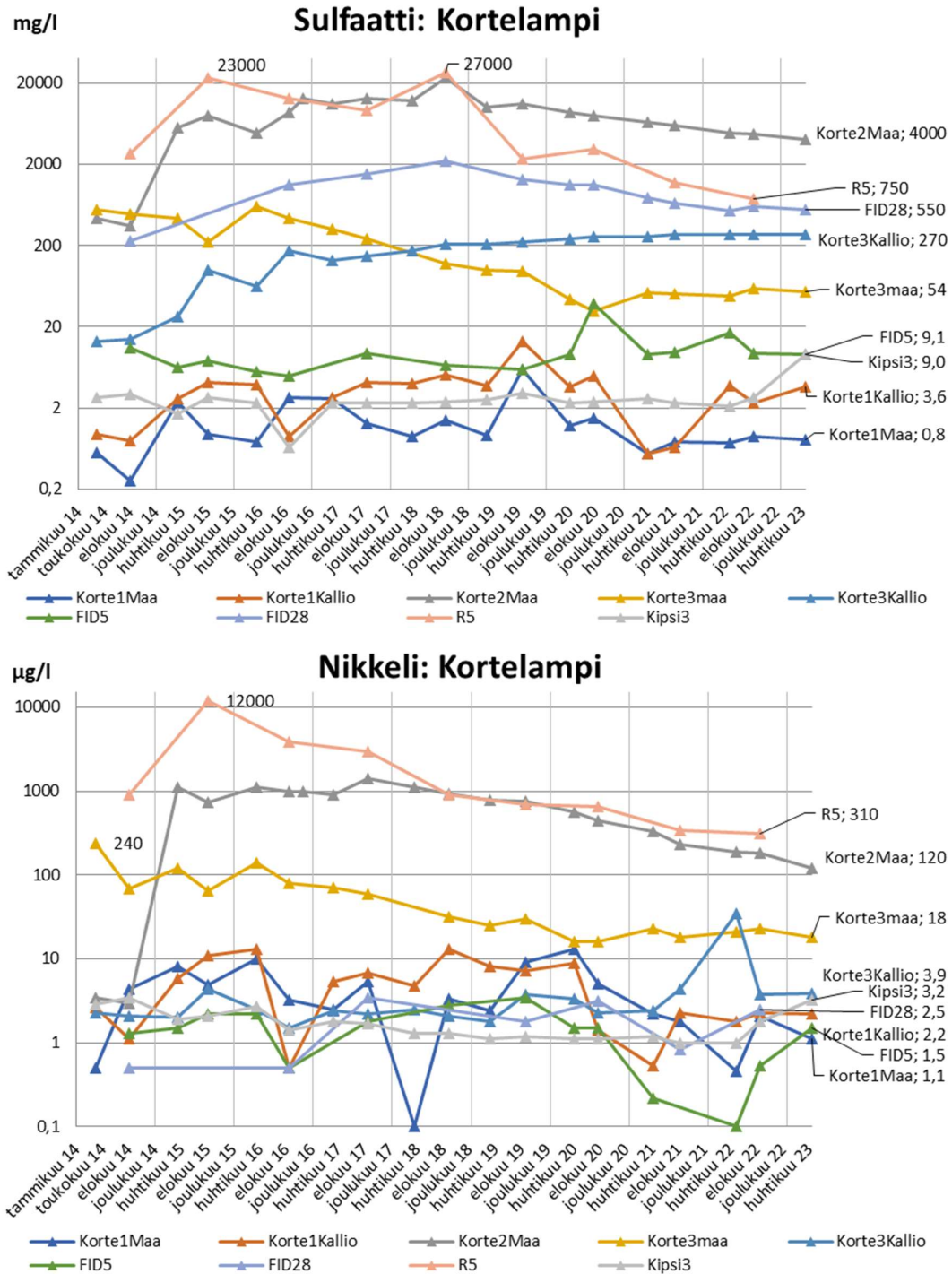
Analyysitulokset

Yleisesti alueen tarkkailupisteillä **FID5**, **Kipsi3**, **Korte1Maa** ja **Korte1Kallio** keskeiset pitoisuudet ovat olleet viime vuodet tasaisen pieniä, luonnehtien alueen taustapitoisuuksia. Tarkkailuputkien **R5** ja **Korte2Maa** vesinäytteiden tulosten mukaan keskeisissä (sähkönjohtavuus, sulfaatti, nikkeli, natrium ja koboltti) pitoisuuksissa on edelleen laskeva suuntaus, suuntaus on alkanut vuonna 2018. Näiden kahden putken pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin muiden alueen tarkkailupisteiden, mutta laskeva suuntaus on huomattava ja systemaattinen. (Kuva 3-11, Liite 2)

Tarkkailupisteellä **Korte3Maa** keskeiset pitoisuudet ovat olleet vuodet 2020-2023 selvästi alle vuosien 2014-2018 tulosten. Viereisellä kallioperäputkella **Korte3Kallio** sen sijaan sulfaattipitoisuudet ja sen kautta sähkönjohtavuudet ovat olleet pienoisessa nousussa viime vuodet. Vuonna 2022 ja edelleen vuoden 2023 ensimmäisellä tarkkailukierroksella mitatut sulfaattipitoisuudet olivat tasaisesti 270 mg/l, joten nouseva trendi näyttäisi taantuneen (Kuva 3-11, Liite 2).

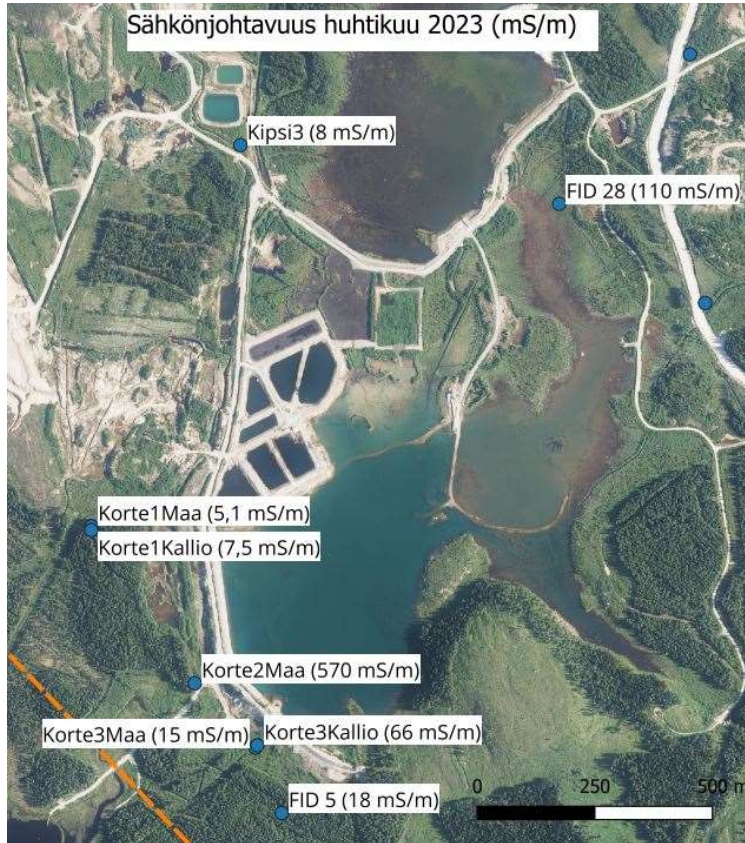


TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023



Kuva 3-11. Kortelammen alueen tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen. (huomaa kuvaajien logaritminen asteikko.)

Kuvakokoelmassa 3-12 on esitetty ilmakevypohjalla sähkönjohtavuudet sekä sulfaatin ja nikkelin huhtikuussa havaitut pitoisuudet alueen tarkkailupisteillä.





Kuva 3-12. Kortelammen alueen tarkkailupisteiden sähköjohtavuudet, sulfaatti- sekä nikkelpitoisuudet huhtikuussa 2023.

3.4 Kipsisakka-altaiden ympäristö

Kipsisakka-altaiden ympäristössä on viisi pohjavesiputkea: Kipsi1, Kipsi2, FID0, R0 ja R3 (Kuva 3-13). Putkelta FID0 näytteitä otetaan tarkkailuohjelman mukaisesti vain kerran vuodessa, elo-syyskuussa. Muilta alueen pohjavesiputkilta näytteitä otetaan kahdesti vuodessa: maaliskuu- ja huhtikuussa ja elokuussa. Pohjavedenpinnan korkeus mitataan kesä- ja marraskuussa.

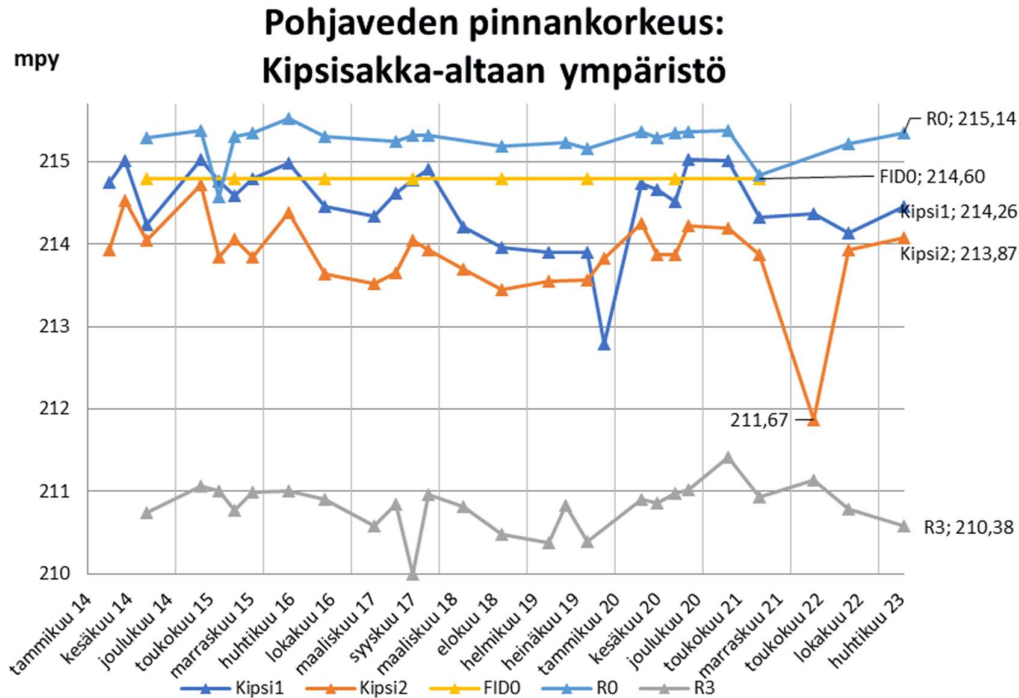


Kuva 3-13. Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

Pohjaveden pinnankorkeudet

Alueen pohjaveden pinnankorkeudet olivat tavanomaisilla tasoillaan vuoden 2023 ensimmäisellä tarkkailukierroksella. Vuoden 2022 huhtikuussa havaittiin tarkkailuputkella **Kipsi2** pohjaveden pinnankorkeuden olevan 2,31 metriä alemmalla tasolla kuin aikaisemmin, syyskuun 2022 vaihteessa pinnankorkeus oli palautunut normaalitasoonsa. (Kuva 3-14, Liite 2)



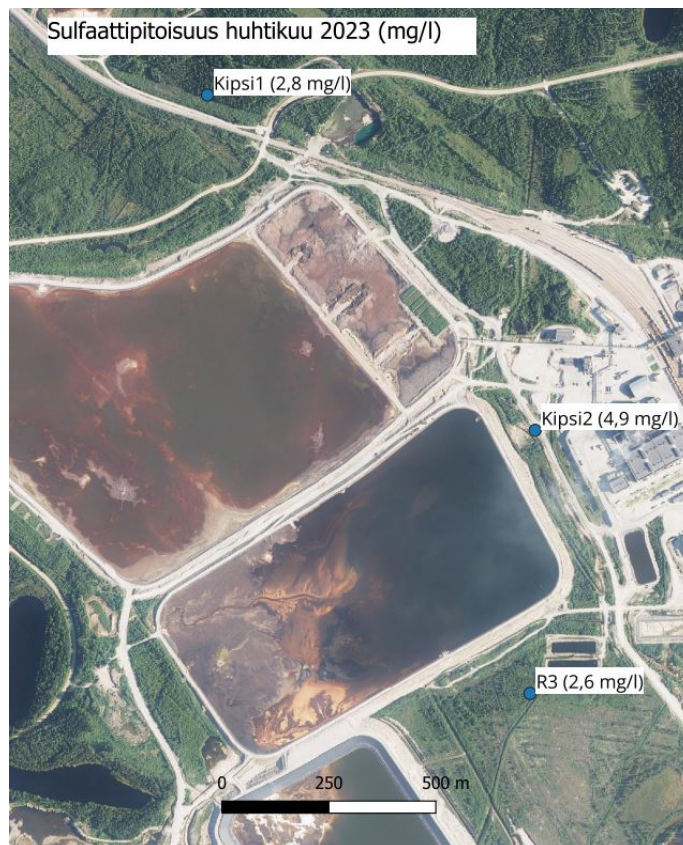
Kuva 3-14. Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden pinnankorkeudet vuodesta 2014 alkaen.

Analyysitulokset

Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteiden keskeiset pitoisuudet olivat vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla yhteneväisiä aikaisempiin tuloksiin. Ainoana poikkeuksena oli nähtävissä tarkkailupisteen **Kipsi2** alumiini- (690 µg/l) ja kuparipitoisuudet (21 µg/l), jotka olivat noin kaksinkertaisia verrattuna aikaisempiin huippupitoisuuksiin. Huhtikuun 19. päivä haetun näyte oli erittäin samea (130 NTU), joten näytteeseen on mahdollisesti sekoittunut putkessa ollutta hienoainesta. (Liite 2)

Putkelta **Kipsi2** tehdään TOC- (orgaanisen kokonaishiilen määrä) ja TVOC- (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) analyysit akkukemikaalitehtaan tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuun kuuluu myös kokonaisfosfori, joka tehdään pohjavesien veloitettarkkailun yhteydessä. TVOC-pitoisuus alitti huhtikuun kierroksella laboratorion määrittäjärajaa <0,05 mg/l, kuten on tehnyt myös aikaisemmin. TOC-pitoisuudeksi mitattiin 6,5 mg/l, mikä tulos on korkeampi kuin Suomessa keskimäärin (2,21 mg/l, Soveri ym. 2001), mutta yhteneväinen aikaisempiin tuloksiin (5,3-7,1 mg/l). Fosforipitoisuus oli huhtikuussa 190 µg/l, mikä on hieman yli pisteen viime vuosien keskimääräisen tason (noin 144 µg/l), mutta näytteen sameudesta johtuen odotettu tulos.

Kuvakokoelmassa 3-15 on esitetty ilmakuvapohjalla sähkönjohtavuudet sekä sulfaatin ja nikkelin huhtikuussa havaitut pitoisuudet alueen tarkkailupisteillä.





Kuva 3-15. Kipsisakka-alueen tarkkailupisteiden sähköjohtavuudet, sulfaatti- sekä nikkelipitoisuudet huhtikuussa 2023, niiden pisteiden osalta miltä näyte on nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti haettu.

3.5 Sekundäärilentän ympäristö

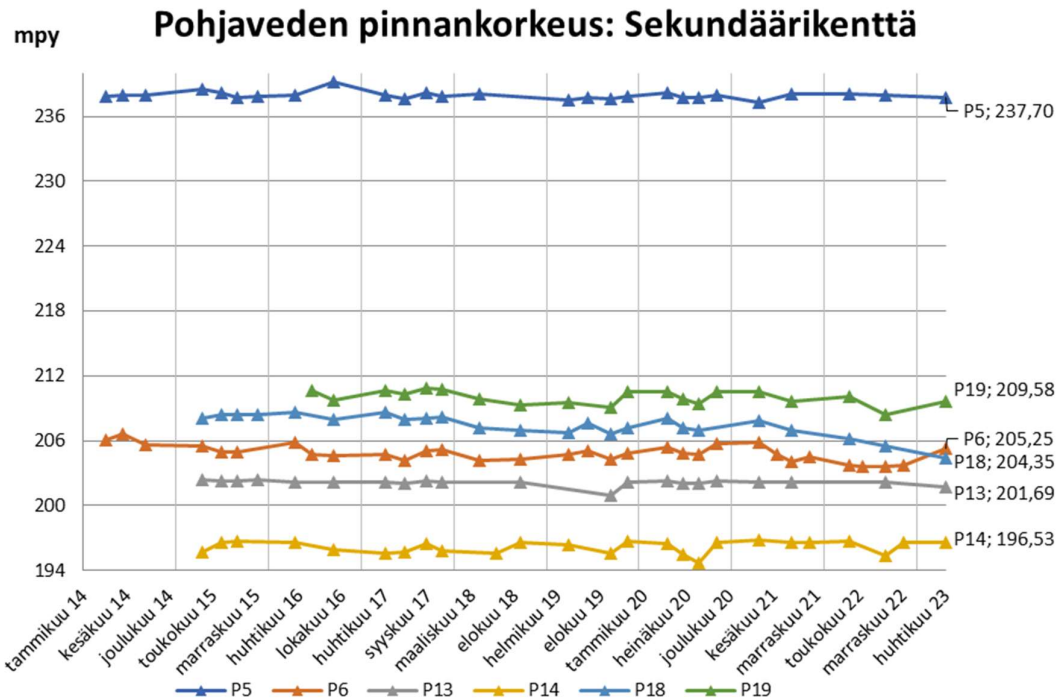
Sekundäärilentän ympäristössä on kuusi pohjavesiputkea (Kuva 3-16). Pohjavesiputkilta otetaan näytteitä vaihtelevalla analyysipaketeilla pääsääntöisesti kahdesti vuodessa: maaliskuussa sekä elokuussa.



Kuva 3-16. Sekundäärilentän ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet. Pohjaveden pinnankorkeudet

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

Alueen itäpuolella, lähimpänä Kuusilammen avolouhosta sijaitsevalla tarkkailupisteellä **P18** pohjaveden pinnankorkeudessa on havaittavissa laskeva suuntaus. Huhtikuussa 2023 pinnankorkeudeksi mitattiin 204,35 mpy, kun huhtikuussa 2022 vedenpinta oli tasolla 206,20 mpy. Muilla tarkkailupisteillä pohjaveden pinnankorkeudet olivat tavanomaisilla tasoillaan. (Kuva 3-17, Liite 2)



Kuva 3-17. Sekundäärkentän ympäristön pohjaveden pinnankorkeudet vuodesta 2014 alkaen.

Analyysitulokset

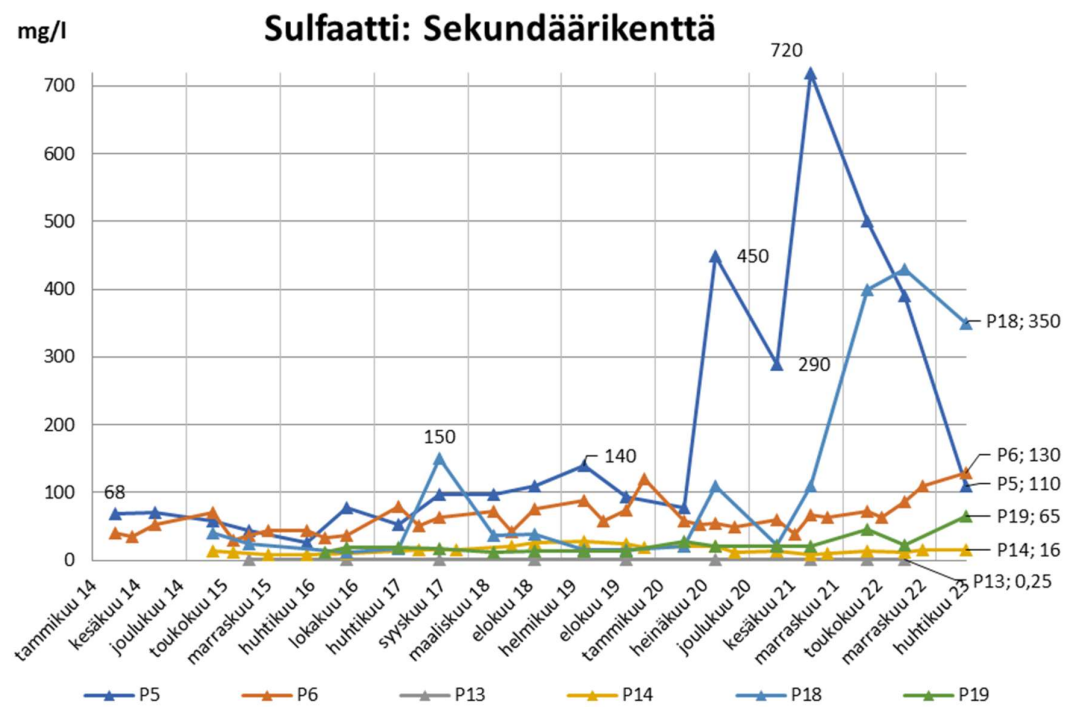
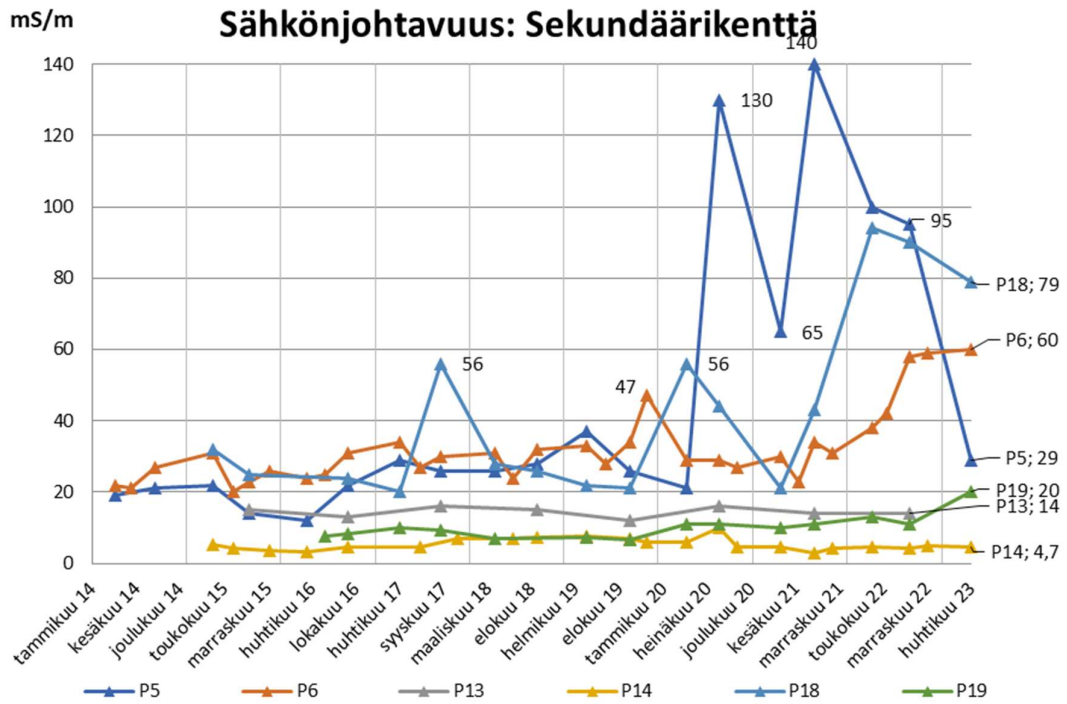
Sekundäärkentän kaakkoiskulmalla sijaitsevalla putkella **P5** havaittiin syyskuussa 2020 muista alueen pohjavesiputkista, sekä historiatiedoista poikkeavia tuloksia mm. sulfaattipitoisuuksissa ja sähkönjohtavuudessa. Vastaava ja hieman korkeampi nousu havaittiin myös elo-syyskuussa 2021. Vuonna 2022 edellä mainitut pitoisuudet olivat edelleen korkeampia kuin ennen vuotta 2020, mutta systemaattisesti laskussa. Vuoden 2023 ensimmäisten näytteiden tuloksista on havaittavissa, että sulfaattipitoisuudet ja sitä kautta sähkönjohtavuus ovat laskeneet jyrkästi ja huhtikuun tulokset ovat yhteneväisiä vuosien 2017-2019 tuloksiin. Putken läheisyydessä tehtiin syksyllä 2020 kaukolämpölinjan kaivuutöitä, mikä oli todennäköisin syy väliaikaisiin pitoisuusnousuihin. (Kuva 3-18, Liite 2)

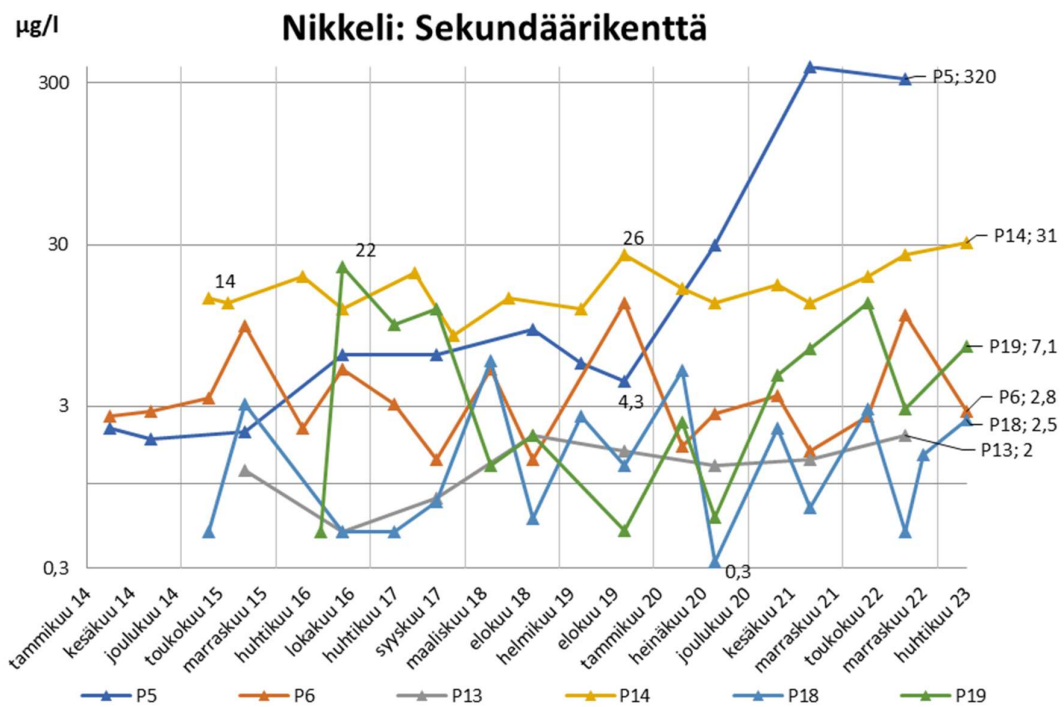
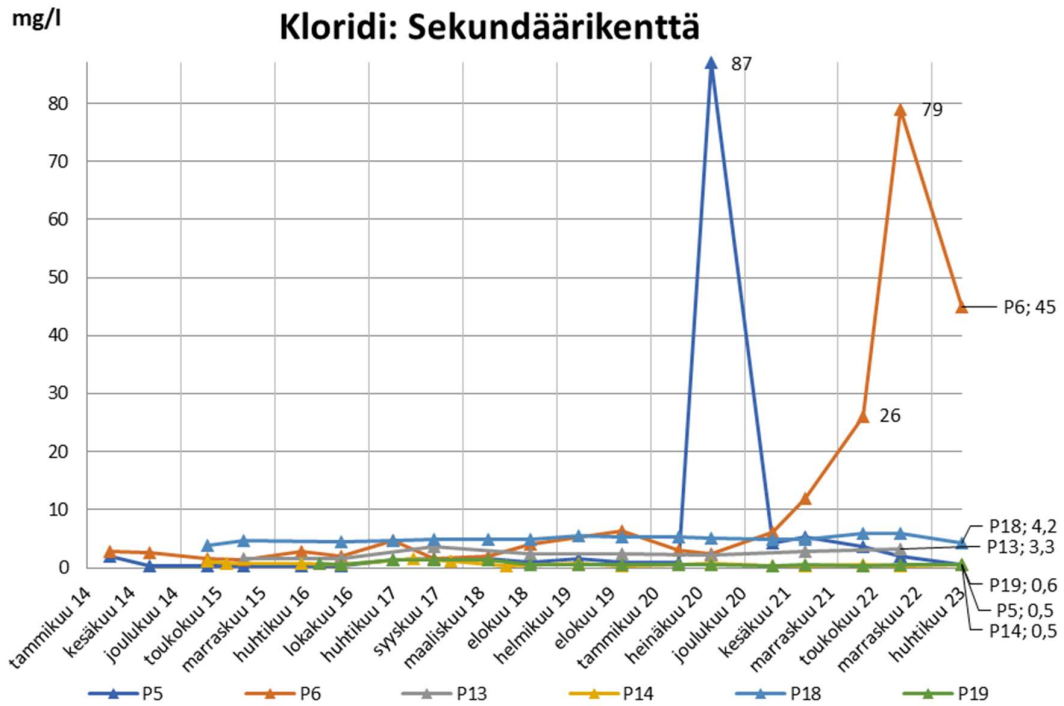
Tarkkailuputken **P6** kloridipitoisuuksissa oli voimassa nouseva trendi syyskuun vaihteeseen 2022 asti, jolloin mitattiin tarkkailupisteen huippupitoisuus 79 mg/l. Huhtikuussa 2023 kloridipitoisuudet olivat lähteneet jyrkkään laskuun (45 mg/l), mutta sulfaattipitoisuudet ja sähkönjohtavuus olivat vielä pienoisessa nousussa. Tuloksiin voi vaikuttaa putken läheisyydessä sijaitsevalla raffinaattialtaan työmaalla tehdyt kaivuutyöt vuonna 2021 ja läheisen Malmtien suolaus. (Kuva 3-18, Liite 2)

Putkella **P18** oli havaittavissa vuosina 2021 ja 2022 mm. sulfaattipitoisuuden nousua ja pH-arvon laskua. Putken lähetyville on rakennettu uusi tieyhteys (Rahvaantie), jonka rakenteissa on käytetty alle 0,3 % rikkiä sisältävää kiilleliusketta. Kiilleliusketta oli tien rakentamisen yhteydessä levitetty myös pohjavesiputken ympärille, joka poistettiin putken ympäriltä marraskuussa 2021. Kiilleliuskeesta voi liueta metalleja ja sulfaattia, mutta yleensä vähemmän kuin mustaliuskeesta. Vuoden 2023 ensimmäisistä tuloksista on havaittavissa, että edellä mainitut pitoisuudet ovat lähteneet laskuun. (Kuva 3-18, Liite 2)

Tarkkailupisteellä **P19** on havaittavissa hienoinen pidempiaikainen sulfaattipitoisuuksien nouseva trendi, kun taas fosforissa ja kokonaistypessä pidempiaikainen suuntaus on laskeva. (Liite 2)

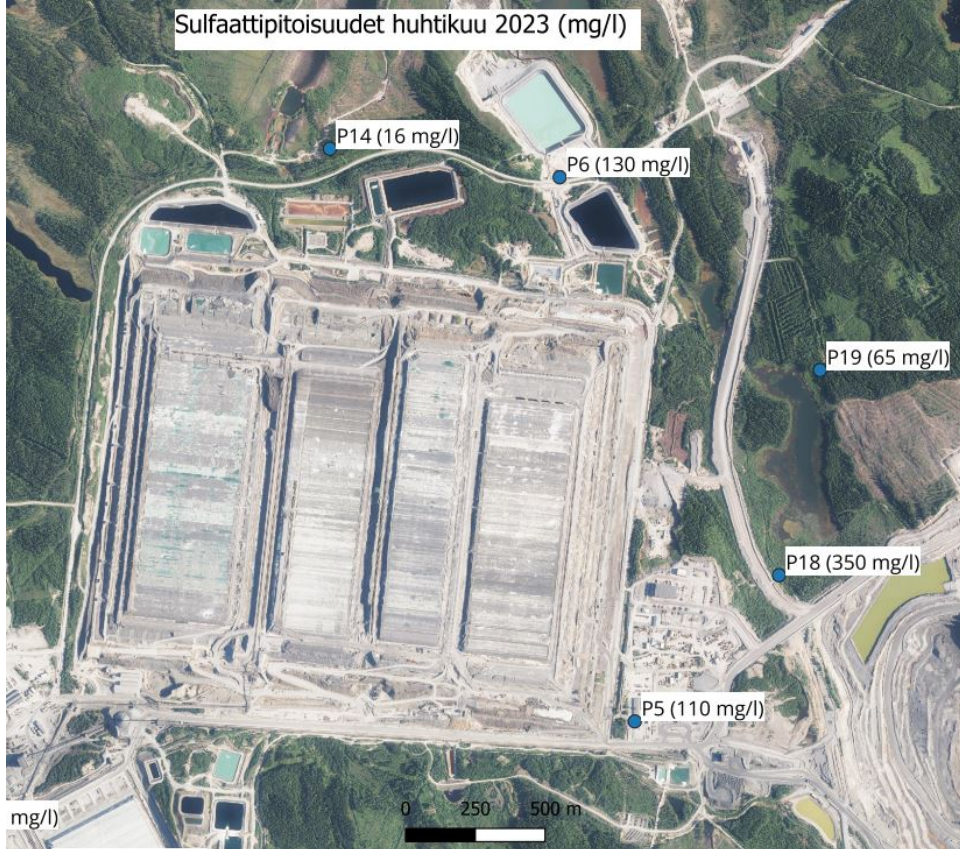
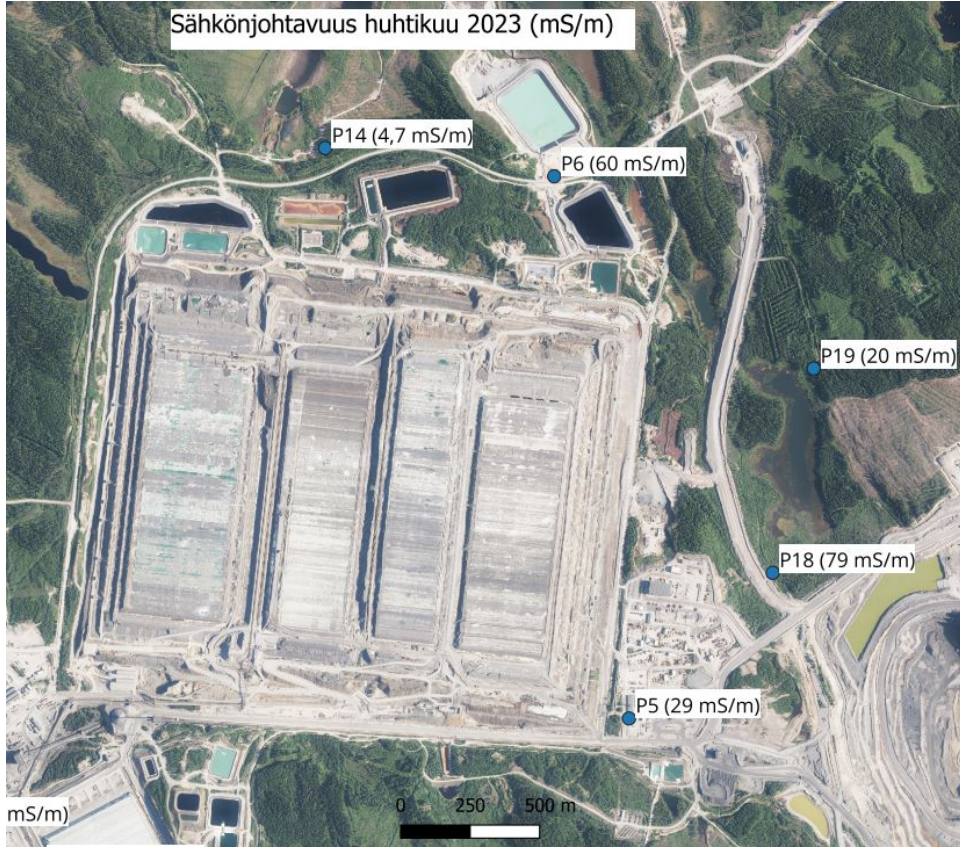
TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

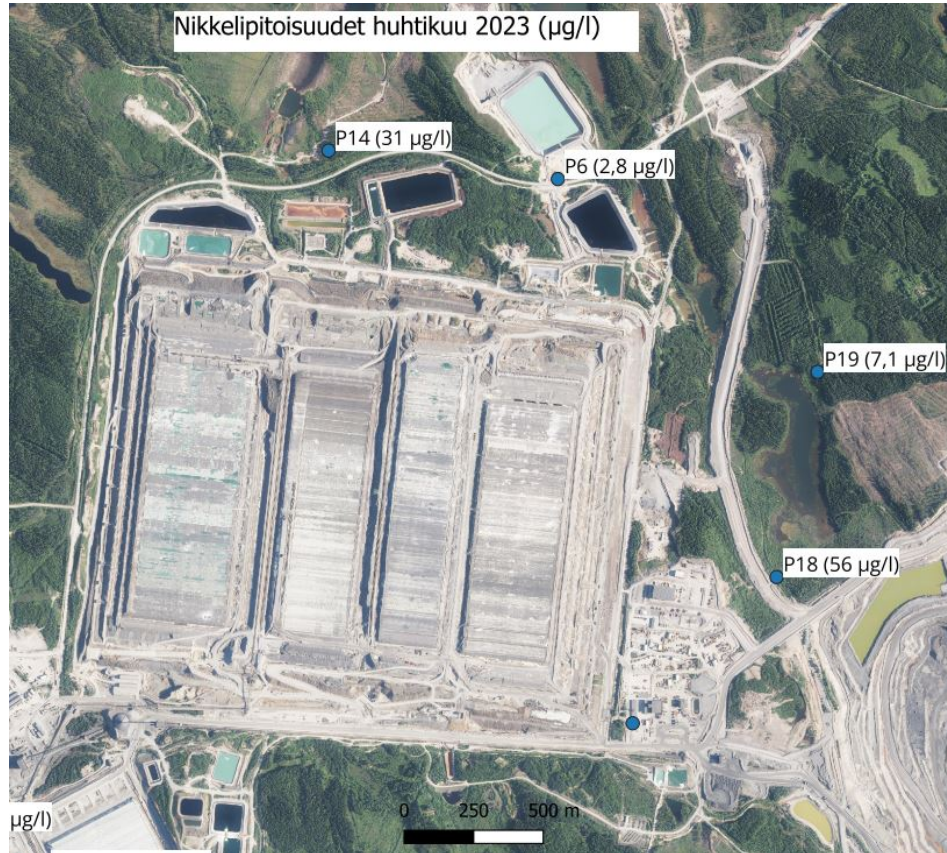




Kuva 3-18. Sekundäärkentän ympäristön tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen. (huomaa nikkelikuvaajan logaritminen asteikko.)

Kuvakokoelmassa 3-19 on esitetty ilmakuvapohjalla sähkönjohtavuudet sekä sulfaatin ja nikkelin huhtikuussa havaitut pitoisuudet alueen tarkkailupisteillä.



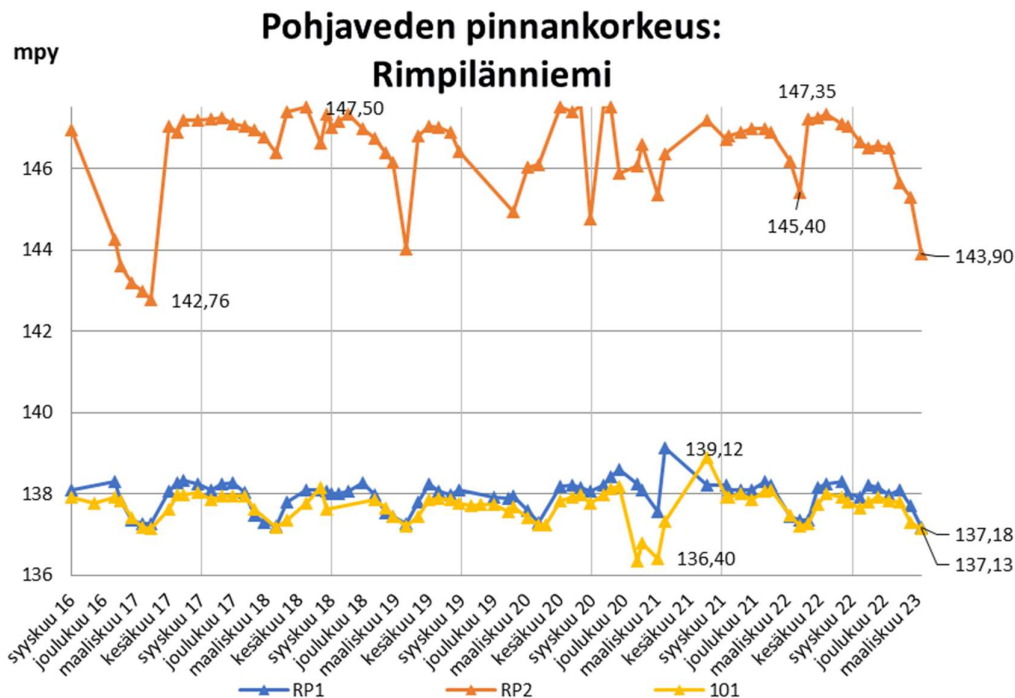


Kuva 3-19. Sekundäärikentän alueen tarkkailupisteiden sähkönjohtavuudet, sulfaatti- sekä nikkelipitoisuudet huhtikuussa 2023, niiden pisteiden osalta miltä näyte on nykyisen tarkkailuohjelman mukaisesti haettu.

3.6 Rimpilänniemi

Rimpilänniemen pohjavesialueella pohjaveden pinnankorkeudet mitataan vuonna 2016 asennetuista RP1- ja RP2 pohjavesiputkista, sekä jo alueella olevasta Rimpilänniemen vedenottamon tarkkailua varten asennetusta 101-pohjavesiputkesta kerran kuukaudessa. Rimpilänniemi sijaitsee Nuasjärven luoteisosassa.

Vedenlaatua on tarkkailtu RP1- ja RP2 putkilta, sekä vedenottamolta kerran vuodessa otettavilla vesinäytteillä, vuoden kolmannella kvartaalilla. Pohjaveden pinnankorkeudet alueella ovat pysyneet keskimäärin tasaisina, vaikkakin vaihteluväli voi olla useita metrejä kierrosten välillä. Suuret pinnankorkeuden vaihtelut ovat tyypillisiä hyvin vettä johtavilla alueilla ja kertovat lähinnä mittausajankohtien, sekä sitä kautta vuodenkierron ja vuosien eroavaisuuksista. Tarkkailupisteiden tuloksissa ei ole ollut havaittavissa Nuasjärven pintavesien vaikutusta. (Kuva 3-20)



Kuva 3-20. Rimpilänniemen pohjavesiputkien pinnankorkeudet

3.7 Talousvesikaivot

Talousvesinäytteitä otetaan Terrafamen lähialueen talouksista toiminnan ympäristövaikutusten arvioimiseksi. Tarkkailussa on mukana kymmenen eri kohdetta: Paavola, Taattola, Lampila, Myllyniemi, Sorsala, Hakoranta, Puoliväli, Pappila, Heteranta ja Lamposaari. Näytteet otetaan lähtökohtaisesti kahdesti vuodessa, mutta Lamposaaren ja Heterannan tarkkailutiheys on kerran vuodessa. Kaivoista mitataan pohjaveden pinnankorkeus mahdollisuuksien mukaan näytteenoton yhteydessä ja tehdään tarkkailuohjelman mukaiset analyysit veden laadusta.

Vuoden 2023 huhtikuussa näytteet saatiin kuudelta (Paavola, Taattola, Lampila, Myllyniemi, Sorsala ja Pappila) kaivolta. Näytettä ei saatu kohteen Puoliväli kaivolta ja Hakorannalta näyte saatiin toukokuun lopussa ja näytteen analytiikka oli kesken raportoinnin aikaan. Heterannalta näyte haetaan suunnitelman mukaisesti syyskuussa ja Lamposaarelta näytettä ei ole saatu vuoden 2018 jälkeen.

Analyysitulokset

Paavolan talousvesinäytteiden nikkelpitoisuudet ovat ylittäneet talousvesisasetuksen (STM 1352/2015) laatuvaatimustason 20 µg/l yleisesti läpi tarkkailun. Huhtikuussa 2023 mitattiin pitoisuus 19 µg/l, mikä jäi alle edellä mainitun raja-arvon. Nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2008-2023 välillä 17-54 µg/l ja pitoisuuksissa on havaittavissa lievää laskevaa trendiä vuositasolla. Huhtikuun kierroksella mitattiin sameudeksi 1,1 NTU (suositus 1,0 NTU) ja pH-arvoksi 6,2 (suositustaso 6,5-9,5), muiden parametrien osalta laatuvaatimukset ja -suositukset täyttyivät. (Liite 2)

Taattolan talousvesikaivolta mitattiin huhtikuussa nikkelpitoisuus 27 µg/l, mikä ylittää (STM 1352/2015) laatuvaatimuksen (20 µg/l) tason. Kaivon nikkelpitoisuuksissa on havaittavissa nousevaa trendiä, kehitys alkoi vuoden 2022 huhtikuussa. Muilta osin kaivon tulokset täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset (STM 1352/2015), ollen yhteneväisiä edellisiin tarkkailuvuosiin. (Liite 2)

Lampilan talousvesinäytteen väriluku on yleisesti ollut tarkkailun aikana yli laatusuosituksen 5,0 mg Pt/l tason, huhtikuussa väriluvuksi mitattiin tulos 6,0 mg Pt/l. Muuten vesinäytteestä määritetyt pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset. (Liite 2)

Myllyniemen näytteiden nikkelpitoisuudet ovat olleet, muutamaa yksittäistä näytettä lukuun ottamatta, tarkkailun aikana yli laatuvaatimustason (20 µg/l). Väriluvut ovat olleet yli suositustason (5 mg Pt/l) läpi

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

tarkkailun ja pH-arvot yleisesti alle suositustason (6,5-9,5). Kaivo on niin sanottu hetekaivo, jolloin varsinkin keväisin kaivolle kerääntyy sulamisvesien myötä havumetsäalueelle tyypillisiä happamia ja humuspitoisia pintavaluntoja. Huhtikuun 2023 kierroksella vesinäytteen pH-arvoksi mitattiin 7,2, väriluvuksi 13 mg Pt/l ja nikkelpitoisuudeksi 20 µg/l. Muut parametrit olivat huhtikuun kierroksella yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin. (Liite 2)

Sorsalan talousvesinäytteet täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset (STM 1352/2015) huhtikuussa 2023. (Liite 2)

Pappilan talousvesinäytteen pH-arvot ovat olleet tarkkailun aikana yleisesti alle laatusuosituksen (pH 6,5-9,5) tason, huhtikuussa mitattiin pH-arvo 6,3. Muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset. (Liite 2)

4. YHTEENVETO

Pohjaveden pinnankorkeudet

Lähimpänä Kuusilammen avolouhosta sijaitsevilla tarkkailuputkilla P21 ja P17b pohjaveden pinnankorkeuksissa on havaittavissa luontaisesta vaihtelusta ja muista tarkkailupisteistä poikkeavaa laskua. Edellä mainitut tarkkailupisteet sijaitsevat kallioperän ruhjeiden välittömässä läheisyydessä, joiden veden johtavuuden gradientti on avolouhokseen päin. Avolouhoksen ja sekundäärikentän välillä sijaitsevalla tarkkailuputkella P18 pohjaveden pinnankorkeudessa oli havaittavissa luontaista vaihtelua suurempaa laskua.

Analyysitulokset:

Sivukivialue

Lähimpänä Kuusilammen avolouhosta, geotuubien vierellä pintamaan läjitysalueella sijaitsevalla pohjavesiputkella P21 pitoisuustasot nousivat sulfaatin, sähkönjohtavuuden sekä metallien osalta kesällä 2020, jolloin putken ympäristöön tehtiin koekuoppia maaperätutkimuksia varten. Vuoden 2022 tulosten mukaan nousevat trendit vahvistuivat, mutta vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla edellä mainitut pitoisuudet laskivat ja olivat alle huhtikuun 2022 tulosten, joten myös pidempiaikaiset trendit ovat kääntymässä laskuun. Tarkkailuputkella pohjaveden pinnankorkeus on laskenut marraskuusta 2021 huhtikuuhun 2023 noin 7 metriä ja tämän johdosta vesien kertymisolosuhteet tarkkailuputkeen ovat muuttuneet.

Edellisessä kappaleessa esitettyjä vastaavia muutoksia on havaittavissa myös edelliseltä tarkkailupisteeltä etelään sijaitsevalla tarkkailupisteellä P17b, joskin vuoden 2023 ensimmäisen kvartaalilla keskeiset pitoisuudet (sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) olivat edelleen nousussa. Pohjaveden pinnankorkeus on laskenut tällä pisteellä noin 5,5 metriä marraskuun 2021 tasosta.

Maapohjavesiputkella P33 marraskuun 2022 ja huhtikuun 2023 tulokset ovat poikenneet aikaisemmista tuloksista. Vesinäytteiden pH-arvot ovat nousseet kesän 2022 tasolta noin 3,5 huhtikuuhun 2023 mennessä tasolle 6,4. Vastaavan aikana kloridipitoisuudet ovat nousseet, mutta pääsääntöisesti kaikkien muiden parametrien pitoisuudet laskeneet. Putken siiviläosuus alkaa heti turvekerroksesta, näin ollen putkelle voi kerääntyä alueen pintavesiä.

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin kierroksiin. Uusilla putkilla on vielä havaittavissa vaihtelua pitoisuuksissa, varsinkin metallien osalta. Tuloksissa on havaittavissa myös luontaista, näytteenoton ajankohdasta johtuvaa hajontaa.

Tehdasalue ja primäärilentä

Tarkkailupisteellä P16 havaittiin huhtikuun kierroksella sulfaattipitoisuus 62 mg/l, kun aikaisempi taso on ollut <3,0 mg/l, samalla myös sähkönjohtavuus nousi tulokseen 17 mS/m. Muissa määritetyissä parametreissa ei havaittu muutoksia ja viereisen tarkkailupisteen P16b pitoisuudet olivat huhtikuun kierroksella tavanomaisen pieniä (SO₄ 2,6 mg/l ja sähkönjohtavuus 2,4 mS/m), joten mahdollinen kuormitus oli erittäin paikallinen.

Alueen TF-pisteistä, primäärilentän pohjoispään tarkkailupisteellä TF1 on havaittavissa edelleen useiden parametrien, sulfaatin, sähkönjohtavuuden ja metallien (Al, Co, Ni ja U) pitoisuuksissa nouseva suuntaus. Nouseva suuntaus pitoisuuksissa on havaittavissa myös uusimmalla, kentän eteläpään TF3-pisteellä, tosin pitoisuustasot ovat kertaluokkaan pienempiä kuin tarkkailupisteellä TF1.

Pohjavesiputkella P1 sähkönjohtavuudessa, kuten myös sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa n. 10 % vuosittaista nousua vuodesta 2017 alkaen. Vuoden 2023 ensimmäisellä kierroksella edellä mainitut trendit jatkuivat ja nikkelipitoisuus 230 µg/l oli putken tarkkailuhistorian suurin. Tarkkailupiste P1 sijaitsee keskellä toimintoja, tehdasalueen ja primääriliuotuskenttien välissä ja tarkkailupiste kuuluu myös akkukemikaalitehtaan tarkkailuun.

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

Analyysitulokset primäärilentän tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta

Primäärilentän länsipuolelle kesällä 2019 asennetuilta, tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta VA1-VA6 huhtikuun 2023 tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin.

Kortelampi

Yleisesti alueen tarkkailupisteillä FID5, Kipsi3, Korte1Maa ja Korte1Kallio keskeiset pitoisuudet ovat olleet viime vuodet tasaisen pieniä, luonnehtien alueen taustapitoisuuksia. Tarkkailuputkien R5 ja Korte2Maa vesinäytteiden tulosten mukaan keskeisissä (sähkönjohtavuus, sulfaatti, nikkeli, natrium ja koboltti)

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

pitoisuuksissa on edelleen laskeva suuntaus, suuntaus on alkanut vuonna 2018. Näiden kahden putken pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin muiden alueen tarkkailupisteiden, mutta laskeva suuntaus on huomattava ja systemaattinen.

Tarkkailupisteellä Korte3Maa keskeiset pitoisuudet ovat olleet vuodet 2020-2023 selvästi alle vuosien 2014-2018 tulosten. Viereisellä kallioperäputkella Korte3Kallio sen sijaan sulfaattipitoisuudet ja sen kautta sähköjohtavuudet ovat olleet pienoisessa nousussa, mutta loppuvuoden 2022 ja huhtikuun 2023 tarkkailukierrosten tulosten mukaan sulfaattipitoisuudet ovat olleet tasaisia ja nouseva trendi taantumassa.

Kipsisakka-altaat

Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteiden keskeiset pitoisuudet olivat vuoden 2023 ensimmäisellä kvartaalilla yhteneväisiä aikaisempiin tuloksiin. Ainoana poikkeuksena oli nähtävissä tarkkailupisteen Kipsi2 alumiini- (690 µg/l) ja kuparipitoisuudet (21 µg/l), jotka olivat noin kaksinkertaisia aikaisempiin huipputuloksiin verrattuna. Huhtikuun 19. päivä haettu näyte oli erittäin samea (130 NTU), joten näytteeseen on mahdollisesti sekoittunut putkessa ollutta hienoaainesta.

Sekundäärilentä

Sekundäärilentän kaakkoiskulmalla sijaitsevalla putkella P5 havaittiin syyskuussa 2020 muista alueen pohjavesiputkista, sekä historiatiedoista poikkeavia tuloksia mm. sulfaattipitoisuuksissa ja sähköjohtavuudessa. Vastaava ja hieman korkeampi nousu havaittiin myös elo-syyskuussa 2021. Vuonna 2022 edellä mainitut pitoisuudet olivat edelleen korkeampia kuin ennen vuotta 2020, mutta systemaattisesti laskussa. Vuoden 2023 ensimmäisten näytteiden tuloksista on havaittavissa, että sulfaattipitoisuudet ja sitä kautta sähköjohtavuus ovat laskeneet jyrkästi ja huhtikuun tulokset ovat yhteneväisiä vuosien 2017-2019 tuloksiin. Putken läheisyydessä tehtiin syksyllä 2020 kaukolämpölinjan kaivuutöitä, mikä oli todennäköisin syy väliaikaisiin pitoisuusnousuihin.

Tarkkailuputken P6 kloridipitoisuuksissa oli voimassa nouseva trendi syyskuun vaihteeseen 2022 asti, jolloin mitattiin tarkkailupisteen huippupitoisuus 79 mg/l. Huhtikuussa 2023 kloridipitoisuudet olivat lähteneet jyrkkään laskuun (45 mg/l), mutta sulfaattipitoisuudet ja sähköjohtavuus olivat vielä pienoisessa nousussa. Tuloksiin voi vaikuttaa putken läheisyydessä sijaitsevalla raffinaattialtaan työmaalla tehdyt kaivuutyöt vuonna 2021 ja läheisen Malmittien suolaus.

Putkella P18 oli havaittavissa vuosina 2021 ja 2022 mm. sulfaattipitoisuuden nousua ja pH-arvon laskua. Putken lähetyville on rakennettu uusi tieyhteys (Rahvaantie), jonka rakenteissa on käytetty alle 0,3 % rikkiä sisältävää kiilleliusketta. Vuoden 2023 ensimmäisistä tuloksista on havaittavissa, että edellä mainitut pitoisuudet ovat lähteneet laskuun.

Tarkkailupisteellä P19 on havaittavissa hienoinen pidempiaikainen sulfaattipitoisuuksien nouseva trendi, kun taas fosforissa ja kokonaistypessä pidempiaikainen suuntaus on laskeva.

Rimpilänniemi

Pohjaveden pinnankorkeudet alueella ovat pysyneet keskimäärin tasaisina, vaikkakin vaihteluväli voi olla useita metrejä kierrosten välillä. Suuret pinnankorkeuden vaihtelut ovat tyypillisiä hyvin vettä johtavilla alueilla ja kertovat lähinnä mittausajankohtien, sekä sitä kautta vuodenkierron ja vuosien eroavaisuuksista.

Talousvesikaivot

Paavolan talousvesinäytteiden nikkelpitoisuudet ovat ylittäneet talousvesisasetuksen (STM 1352/2015) laatuvaatimustason 20 µg/l yleisesti läpi tarkkailun. Huhtikuussa 2023 mitattiin pitoisuus 19 µg/l, mikä jäi alle edellä mainitun raja-arvon ja pitoisuuksissa on havaittavissa lievää laskevaa trendiä vuositasolla. Huhtikuun kierroksella mitattiin sameudeksi 1,1 NTU (suositus 1,0 NTU) ja pH-arvoksi 6,2 (suositustaso 6,5-9,5), muiden parametrien osalta laatuvaatimukset ja -suositukset täyttyivät. Tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin.

Taattolan talousvesikaivolta mitattiin huhtikuussa nikkelpitoisuus 27 µg/l, mikä ylittää (STM 1352/2015) laatuvaatimuksen (20 µg/l) tason. Kaivon nikkelpitoisuuksissa on havaittavissa nousevaa trendiä, kehitys alkoi vuoden 2022 huhtikuussa. Muilta osin kaivon tulokset täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset (STM 1352/2015), ollen yhteneväisiä edellisiin tarkkailuvuosiin.

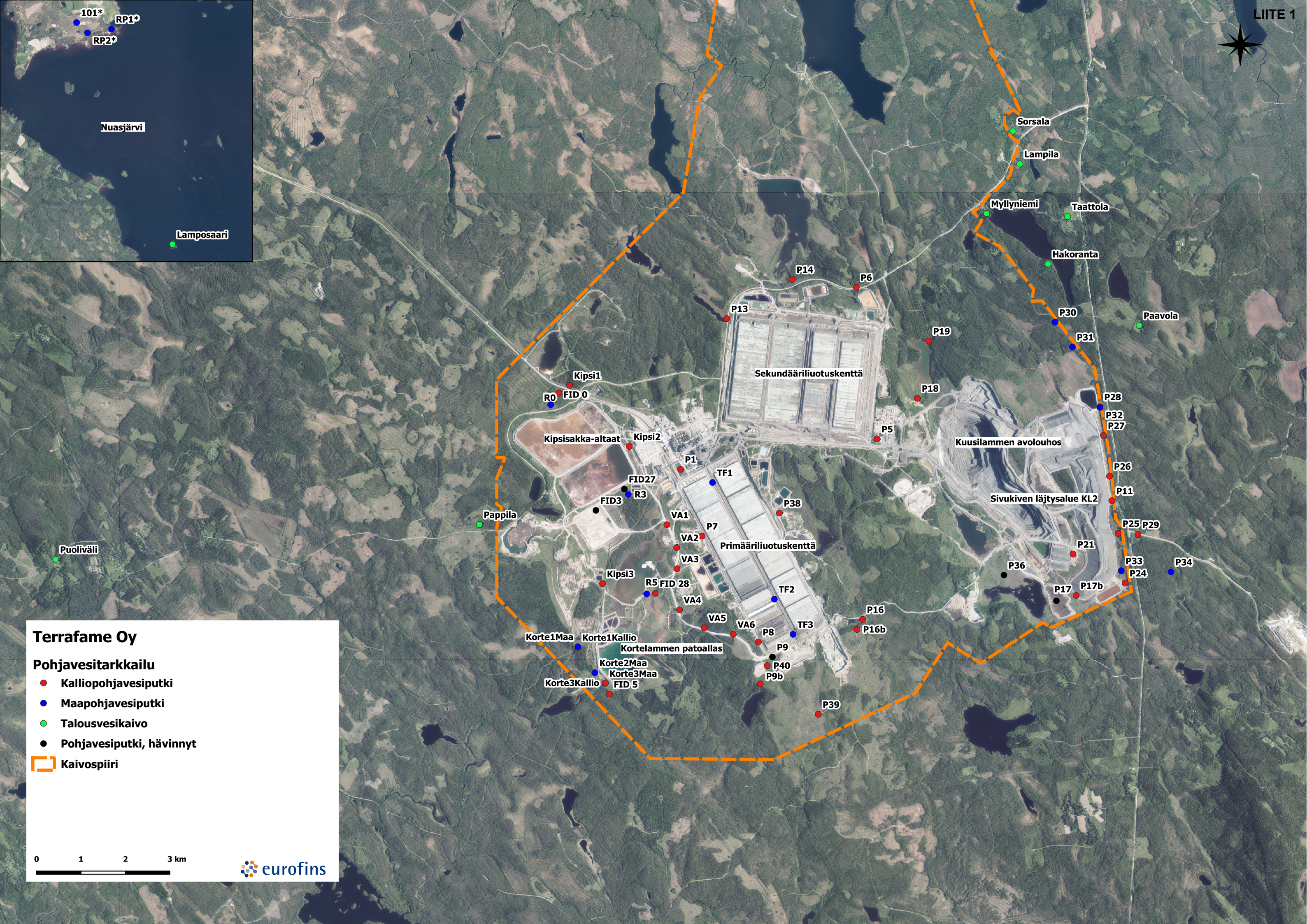
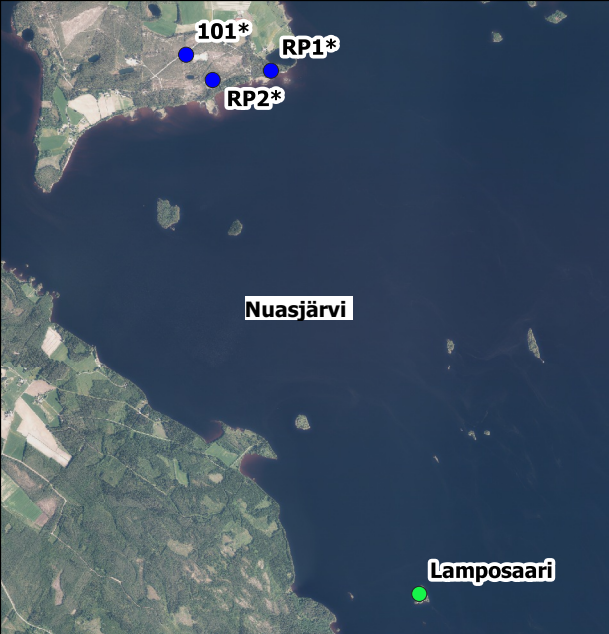
Lampilan talousvesinäytteen väriluku on yleisesti ollut tarkkailun aikana yli laatusuosituksen 5,0 mg Pt/l tason, huhtikuussa väriluvuksi mitattiin tulos 6,0 mg Pt/l. Muuten vesinäytteestä määritetyt pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q1-Q2 2023

Myllyniemen näytteiden nikkelpitoisuudet ovat olleet, muutamaa yksittäistä näytettä lukuun ottamatta, tarkkailun aikana yli laatuvaatimustason (20 µg/l). Väriluvut ovat olleet myös yli suositustason (5 mg Pt/l) läpi tarkkailun ja pH-arvot yleisesti alle suositustason (6,5-9,5). Kaivo on niin sanottu hetekaivo, jolloin varsinkin keväisin kaivolle kerääntyy sulamisvesien myötä havumetsäalueelle tyypillisiä happamia ja humuspitoisia pintavaluntoja. Huhtikuun 2023 kierroksella vesinäytteen pH-arvoksi mitattiin 7,2, väriluvuksi 13 mg Pt/l ja nikkelpitoisuudeksi 20 µg/l. Muut parametrit olivat huhtikuun kierroksella yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

Sorsalan talousvesinäytteet täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset (STM 1352/2015) huhtikuussa 2023.

Pappilan talousvesinäytteen pH-arvot ovat olleet tarkkailun aikana yleisesti alle laatusuosituksen (pH 6,5-9,5) tason, huhtikuussa mitattiin pH-arvo 6,3. Muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset, ollen tavanomaisia.

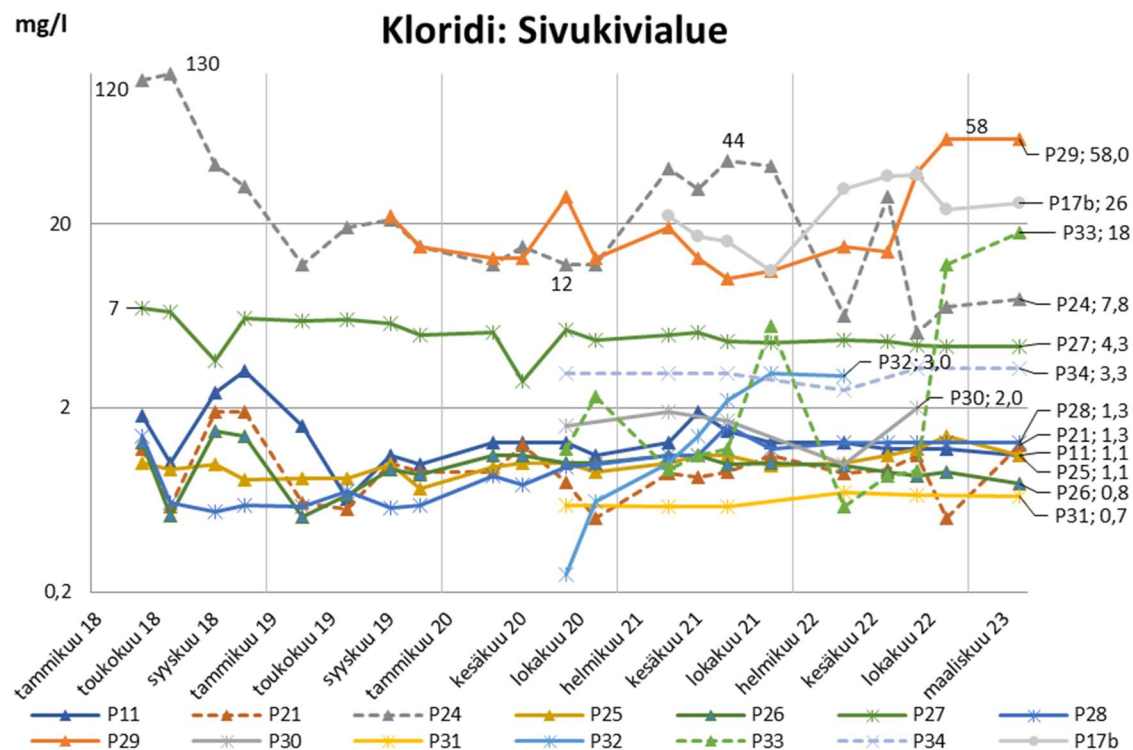
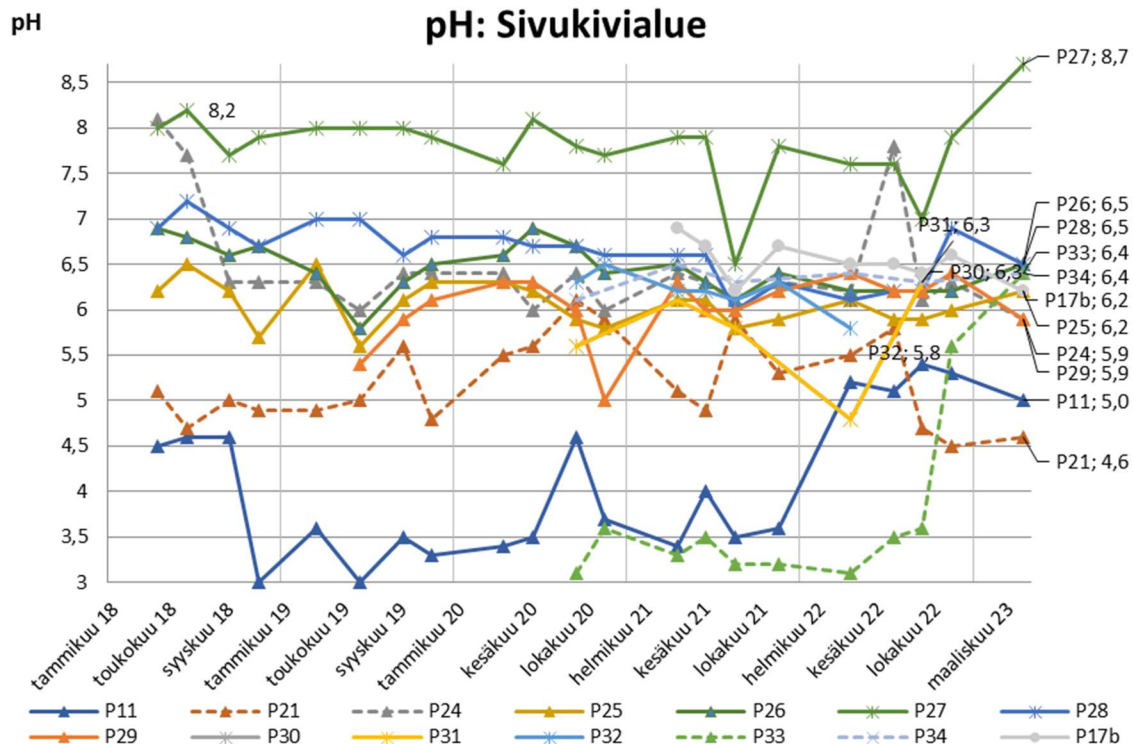


Terrafame Oy

Pohjavesitarkkailu

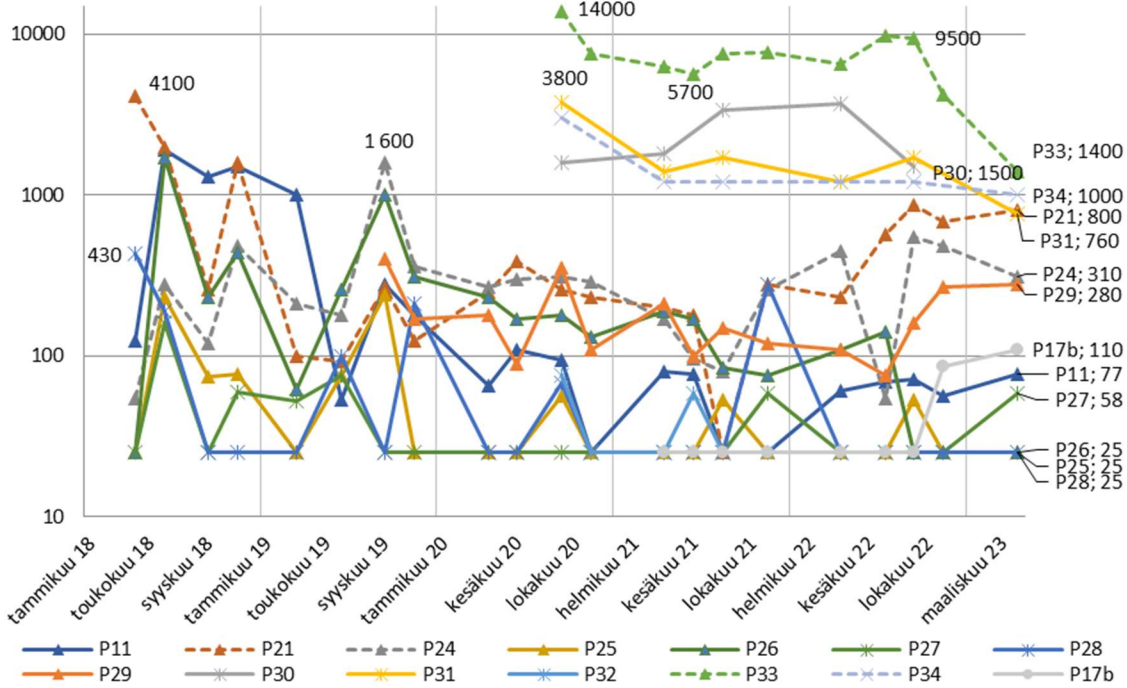
- Kalliopohjavesiputki
- Maapohjavesiputki
- Talousvesikaivo
- Pohjavesiputki, hävinnyt
- Kaivospiiri

0 1 2 3 km



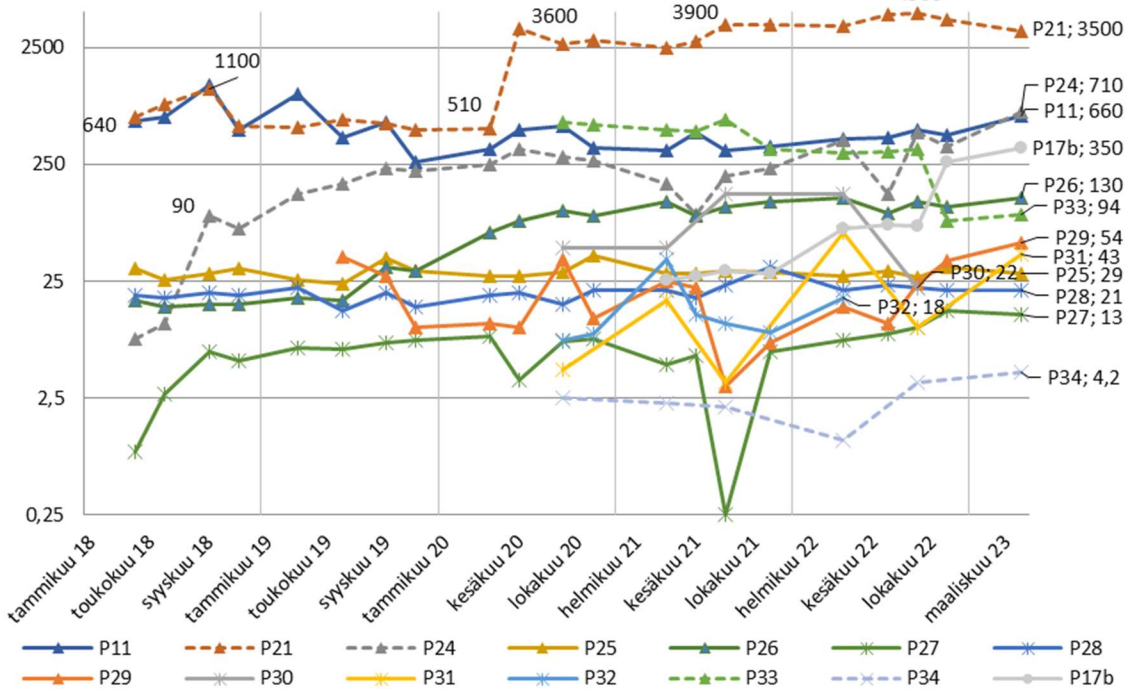
µg/l

Kokonaistyyppi: Sivukivialue



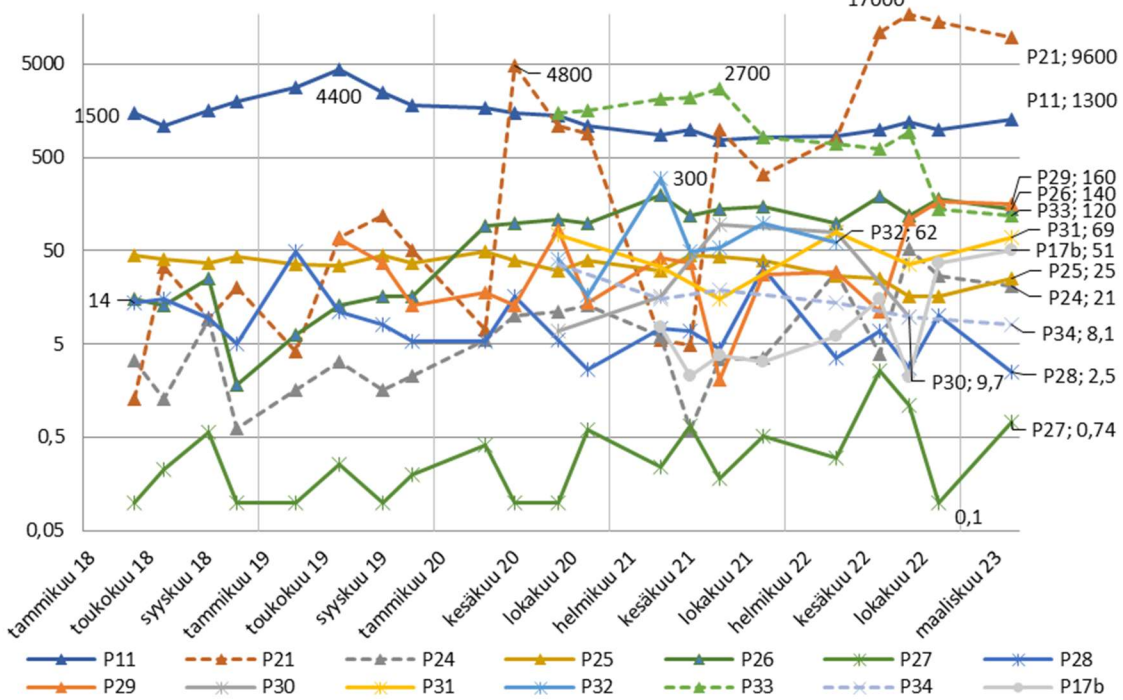
mg/l

Sulfaatti: Sivukivialue



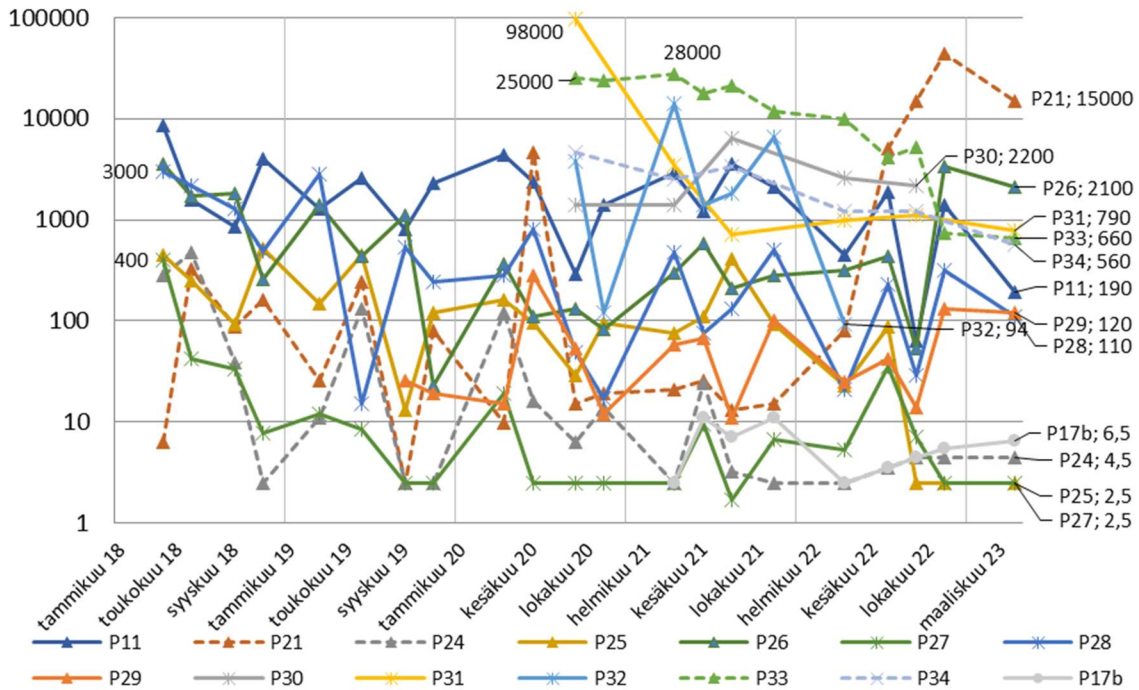
µg/l

Nikkeli: Sivukivialue



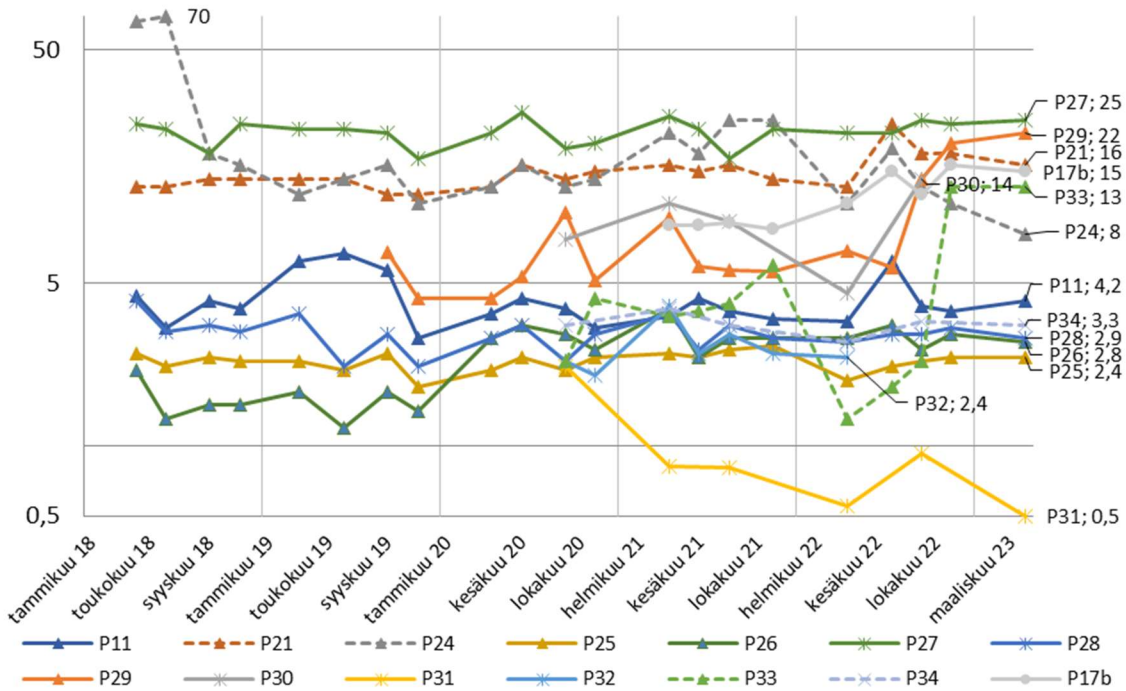
µg/l

Alumiini: Sivukivialue



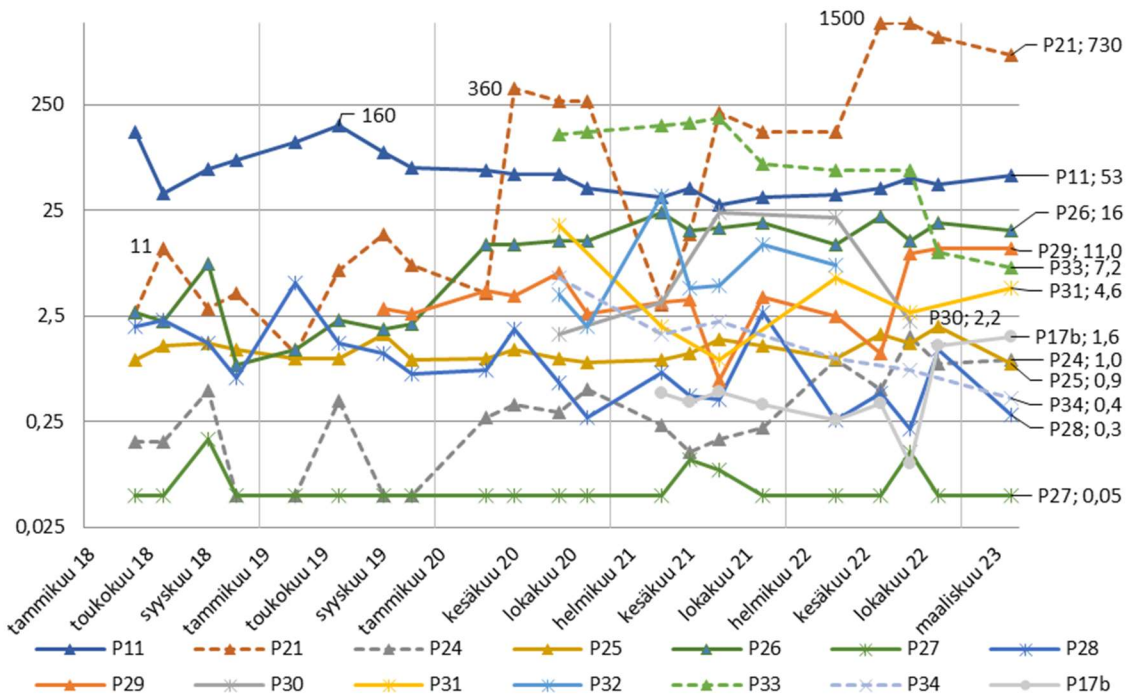
mg/l

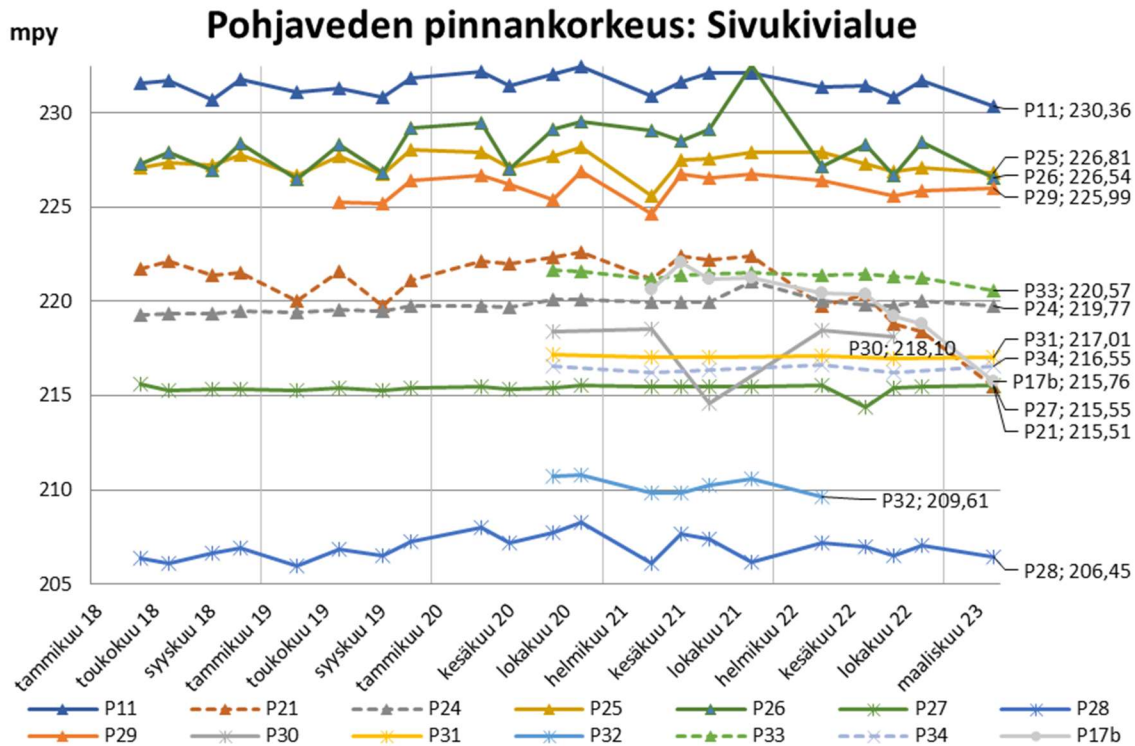
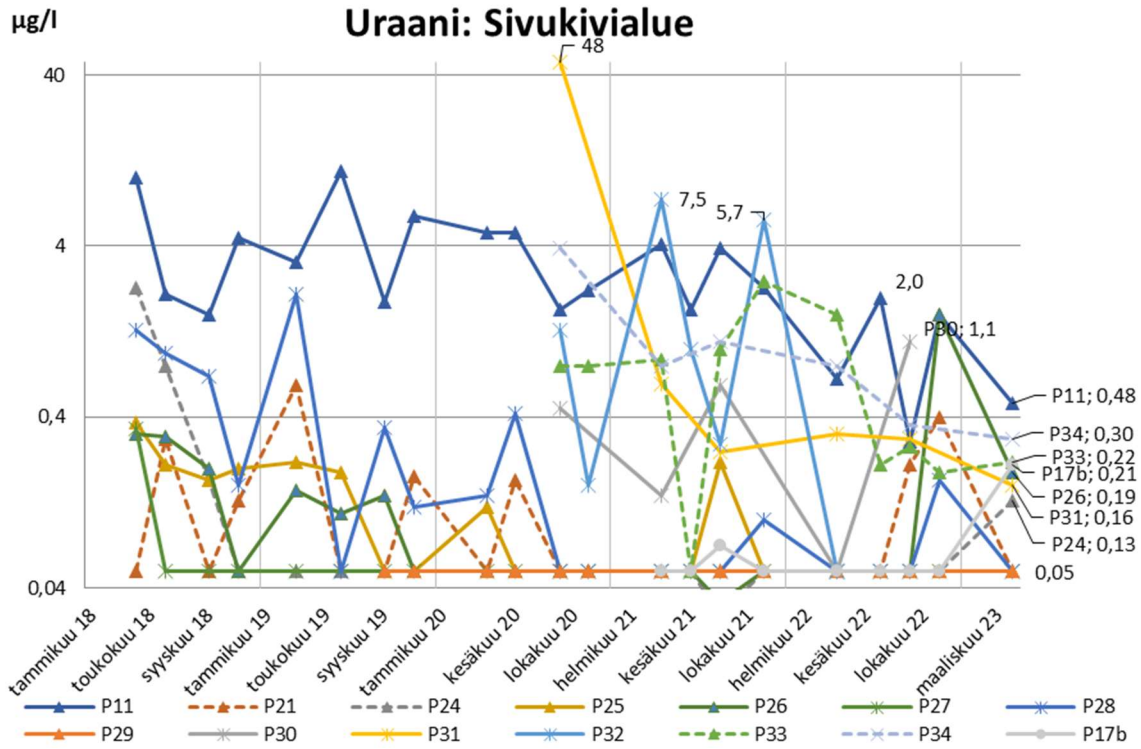
Natrium: Sivukivialue

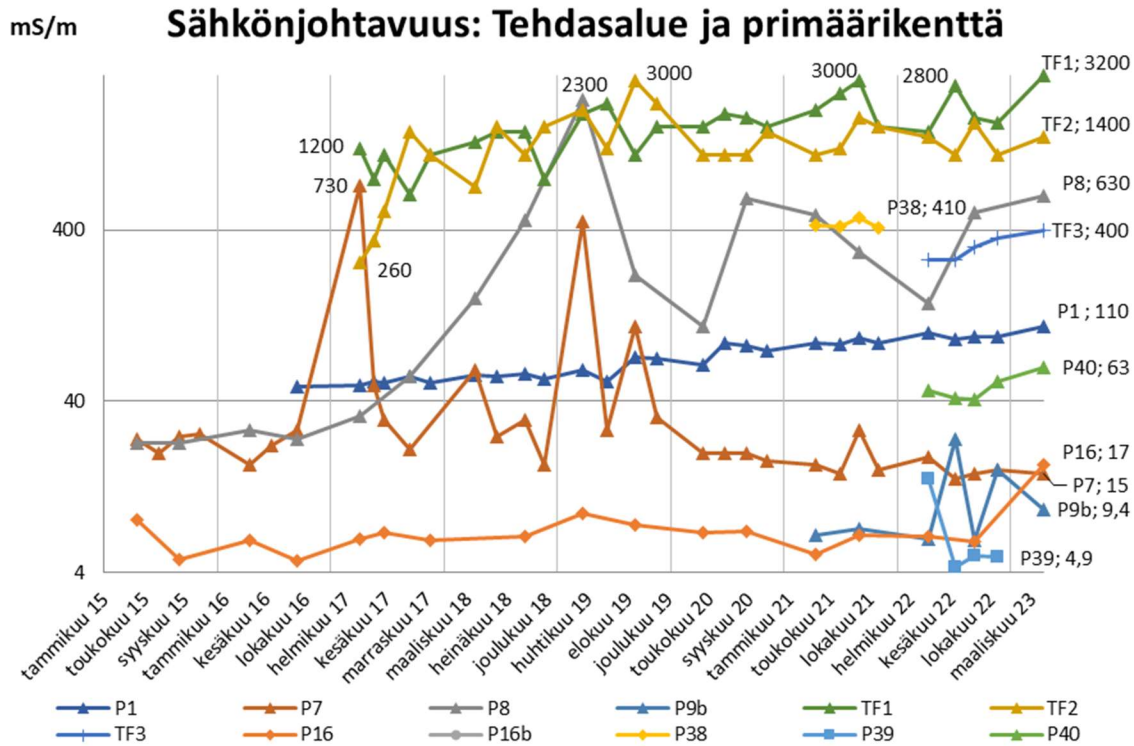
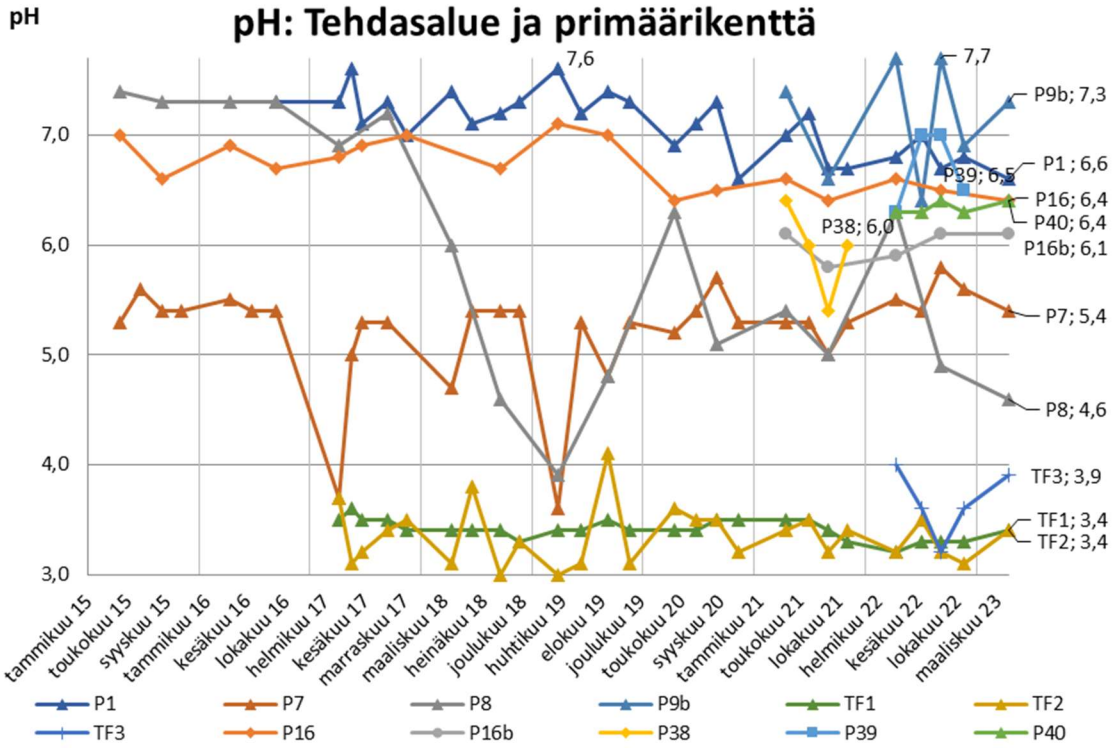


µg/l

Koboltti: Sivukivialue

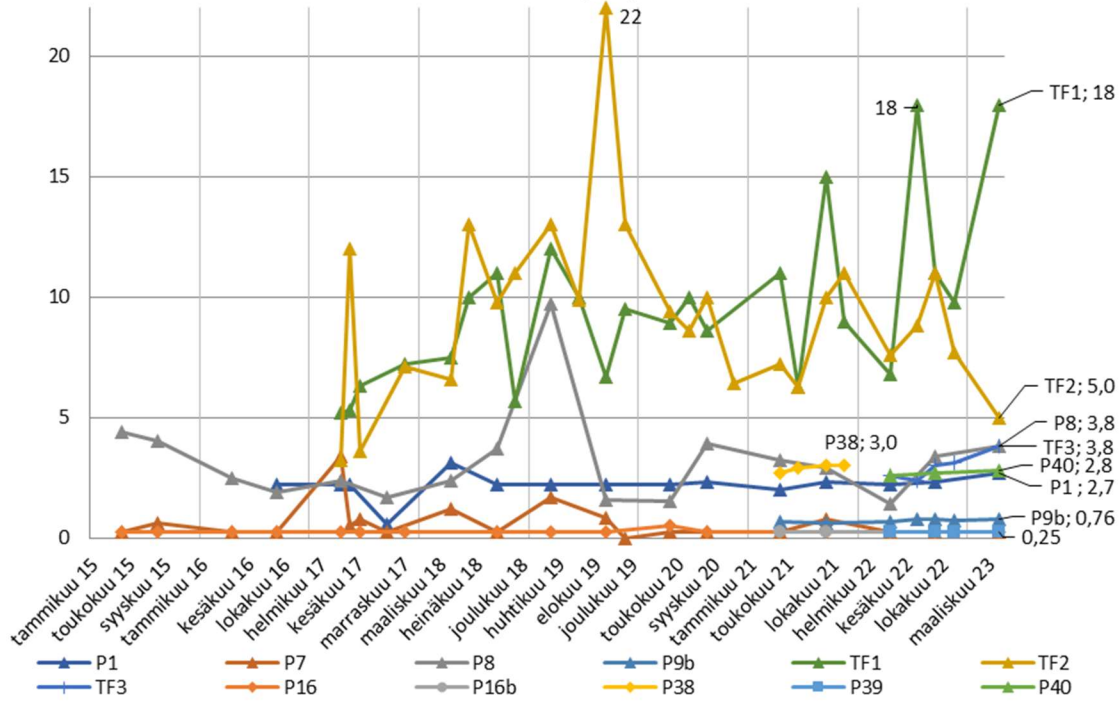






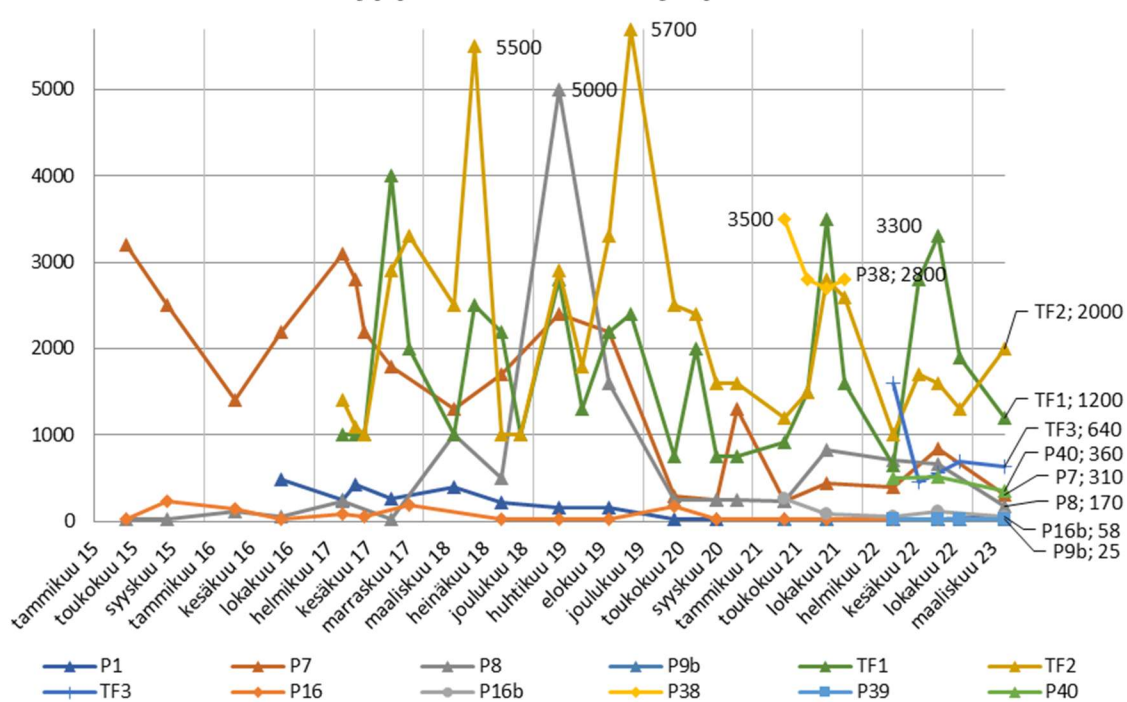
mg/l

Kloridi: Tehdasalue ja primäärkenttä



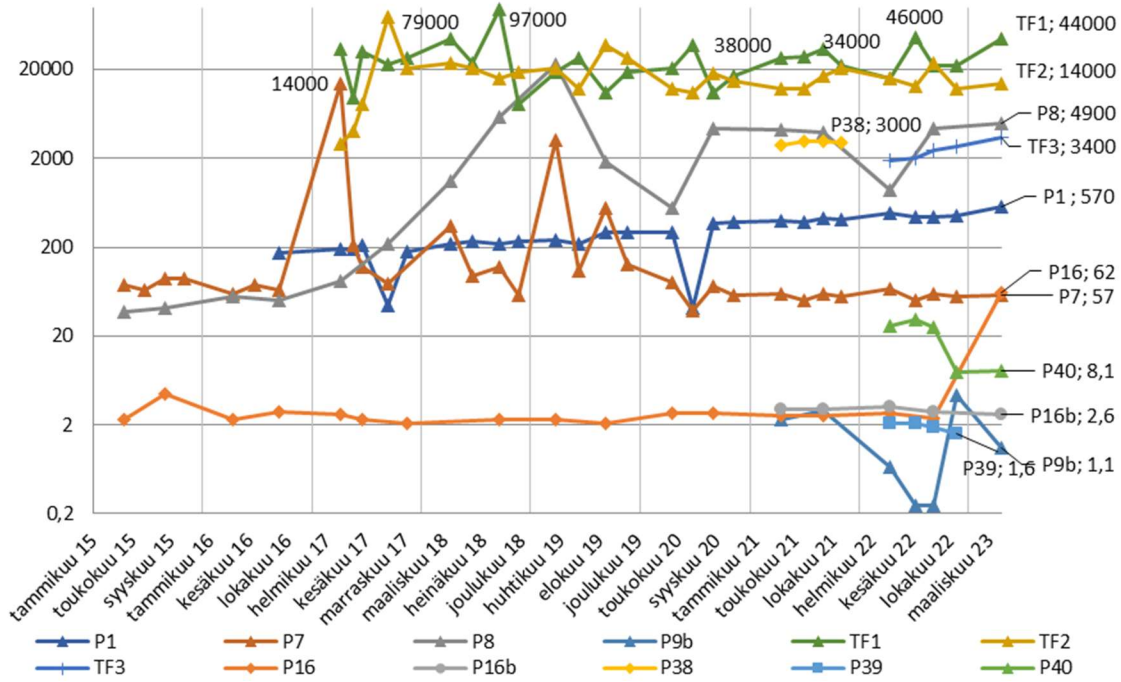
µg/l

Kokonaistyyppi: Tehdasalue ja primäärkenttä



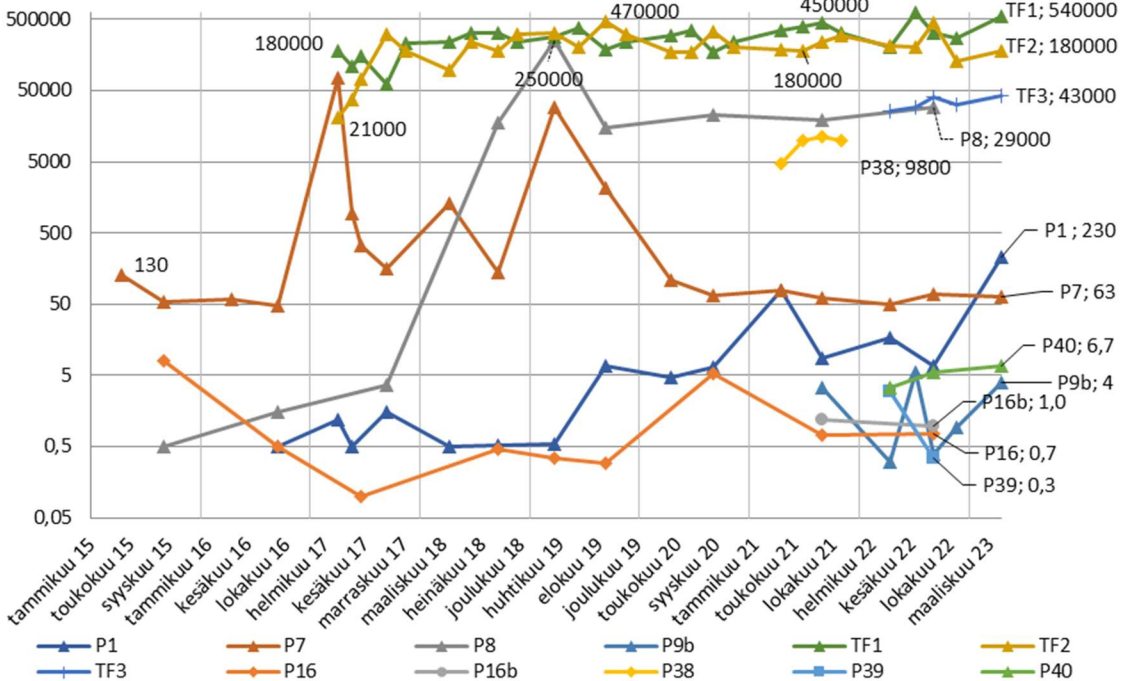
mg/l

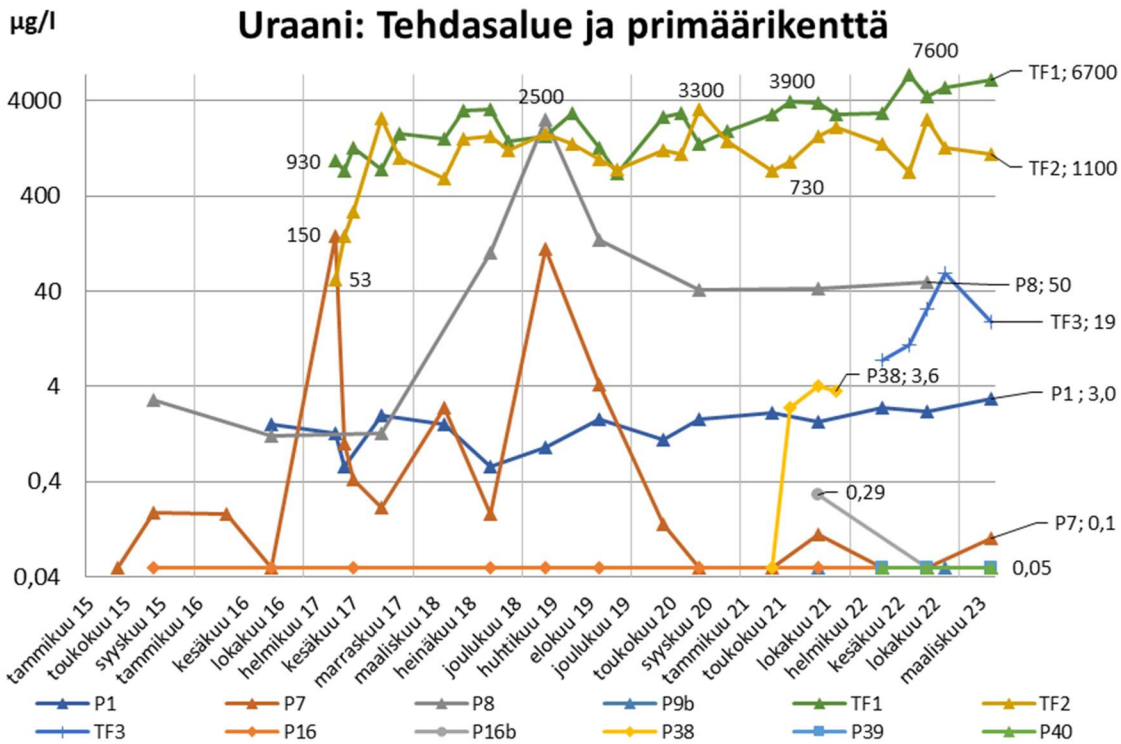
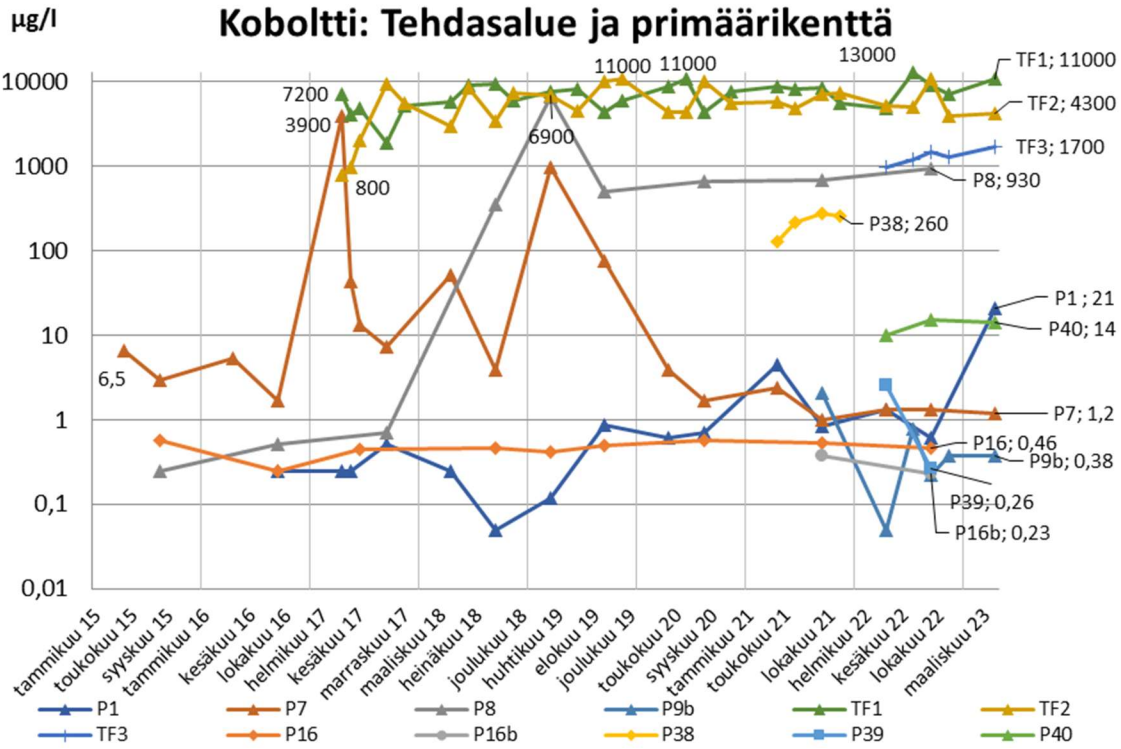
Sulfaatti: Tehdasalue ja primäärkenttä



µg/l

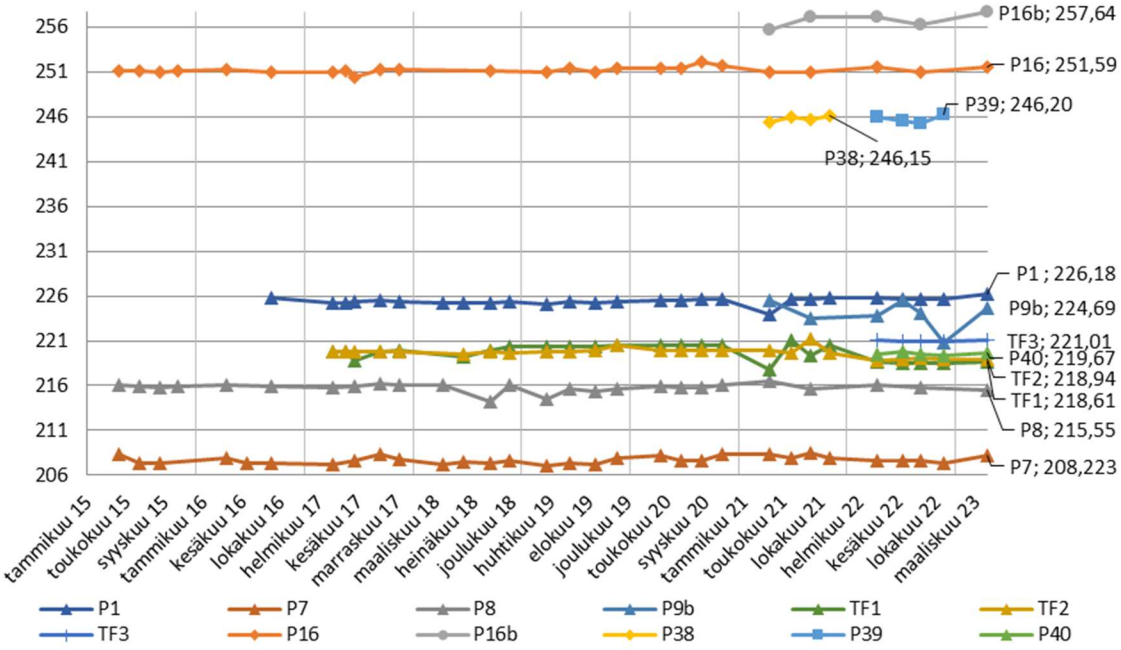
Nikkeli: Tehdasalue ja primäärkenttä





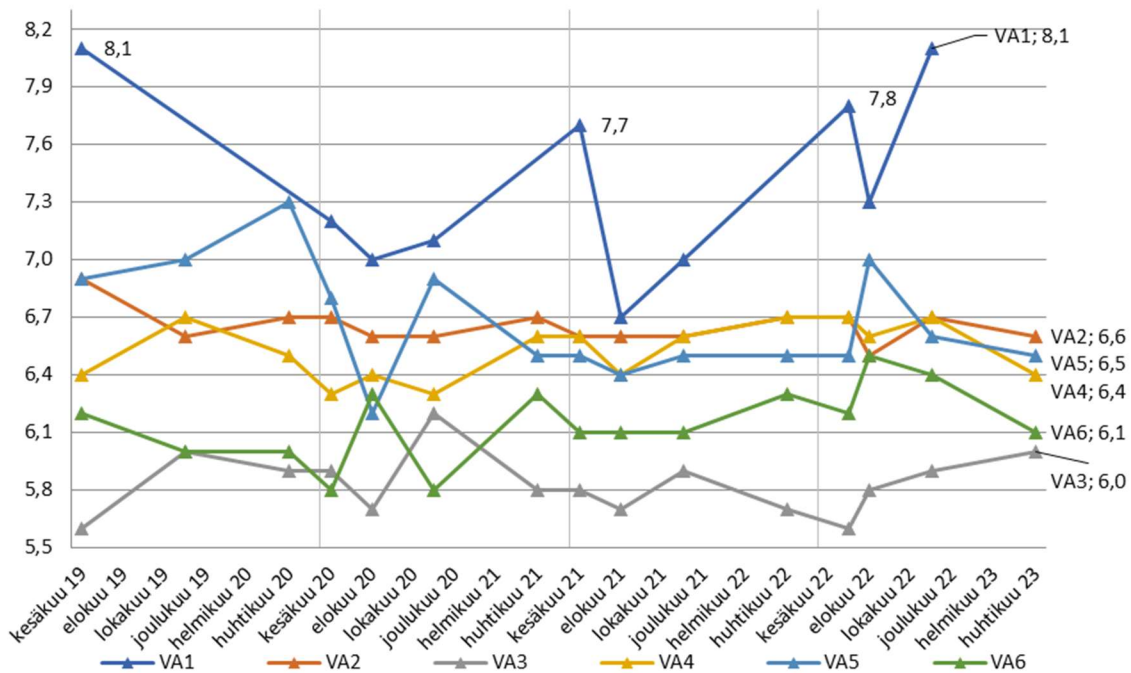
Pohjaveden pinnankorkeus: Tehdasalue ja primääririkentä

mpy

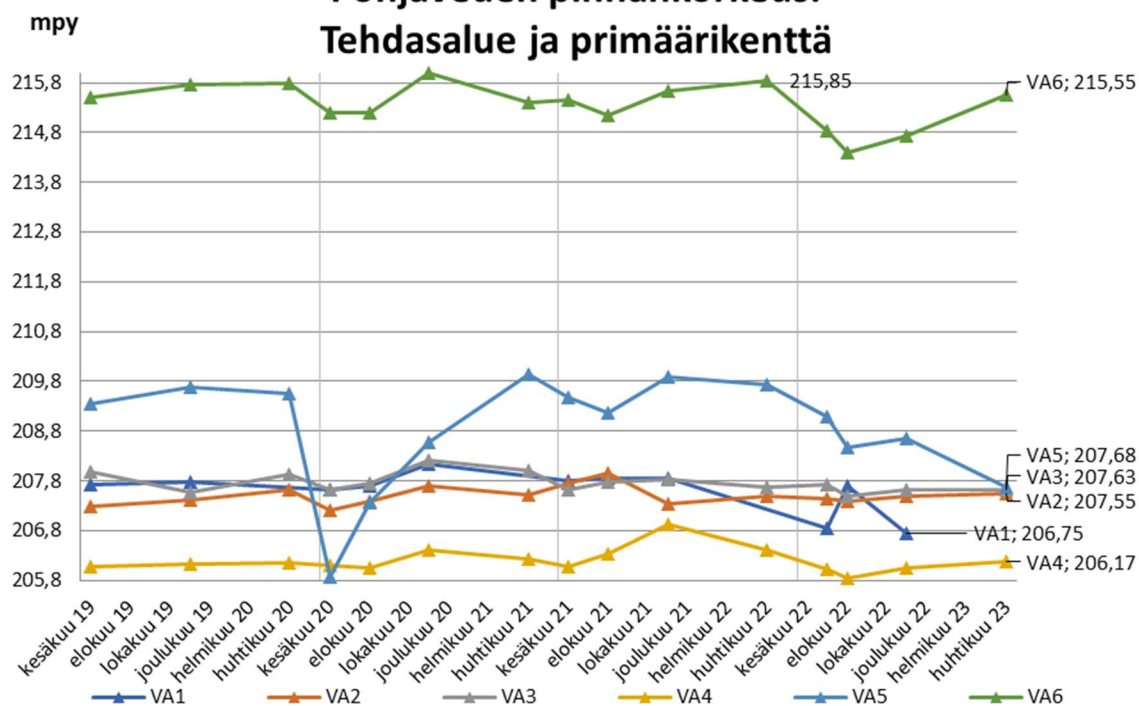


pH: Tehdasalue ja primääririkentä

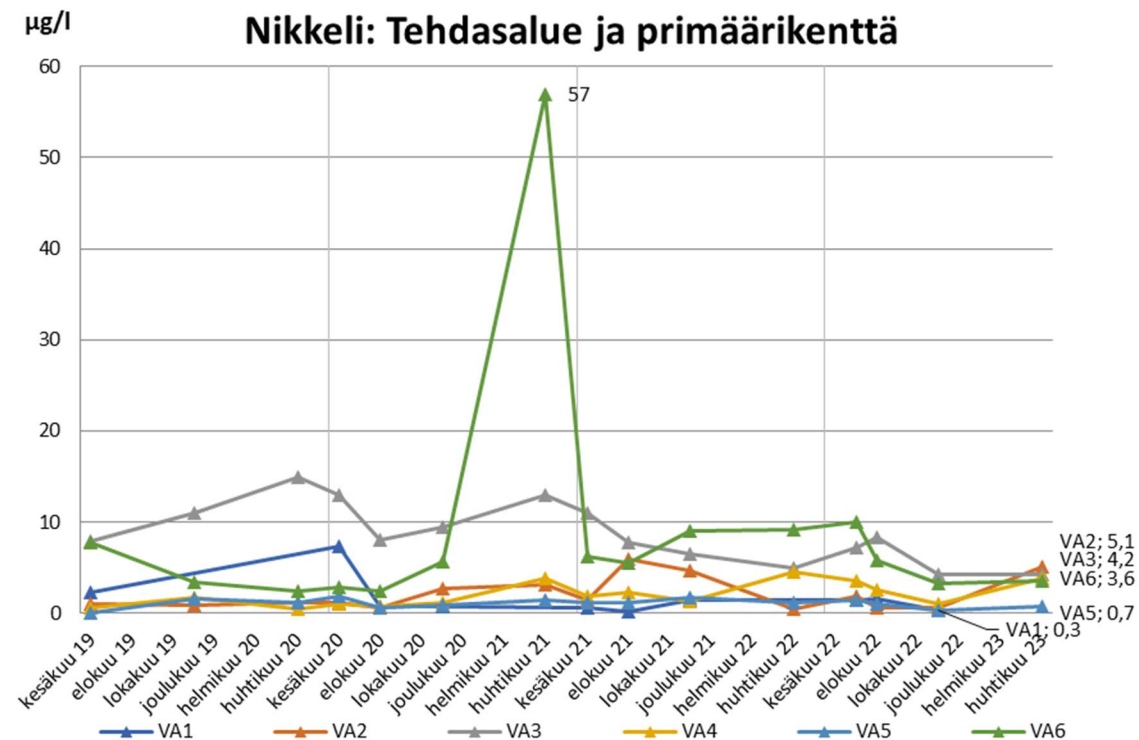
pH



Pohjaveden pinnankorkeus: Tehdasalue ja primäärिकenttä

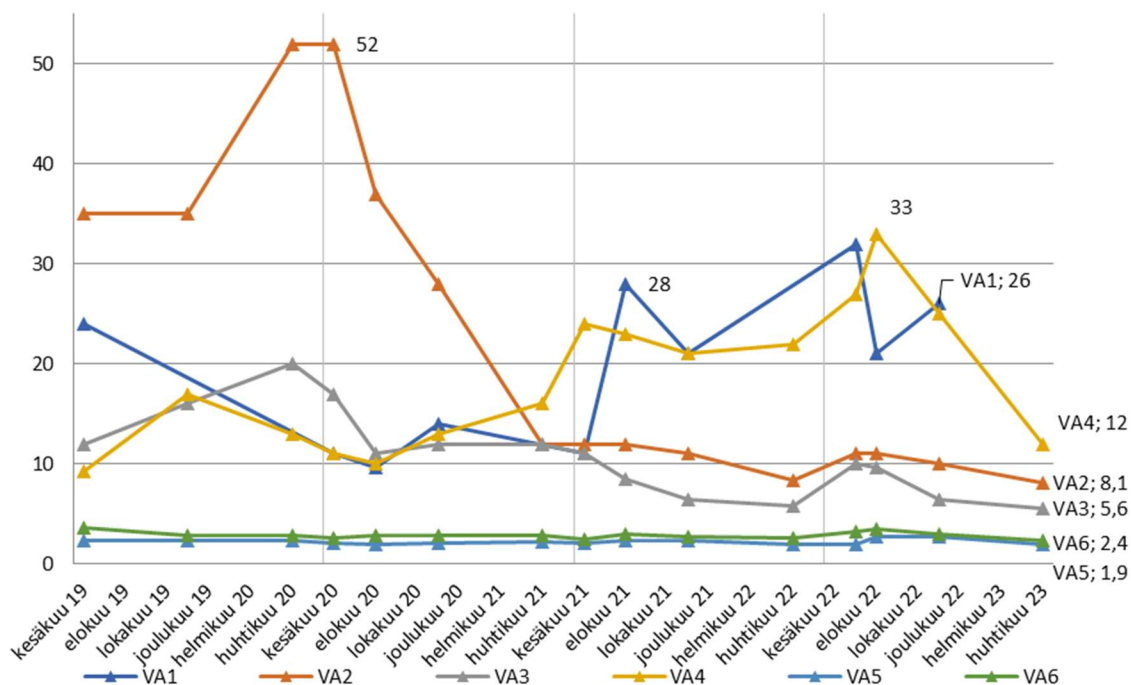


Nikkeli: Tehdasalue ja primäärिकenttä



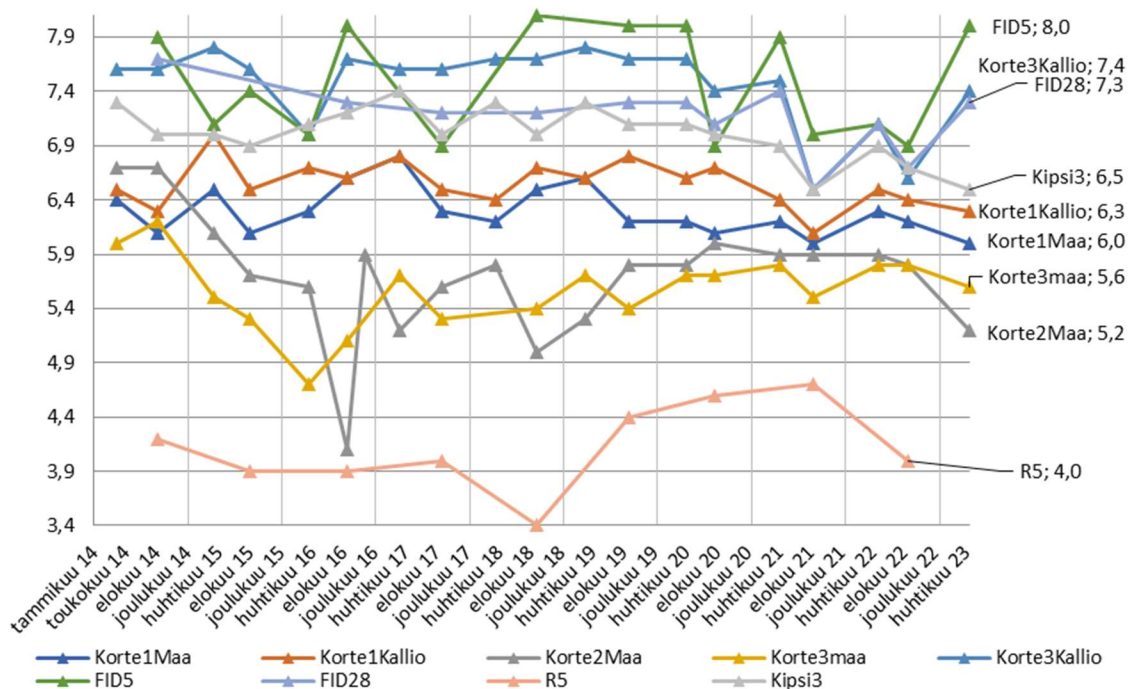
mg/l

Kalsium: Tehdasalue ja primäärkenttä



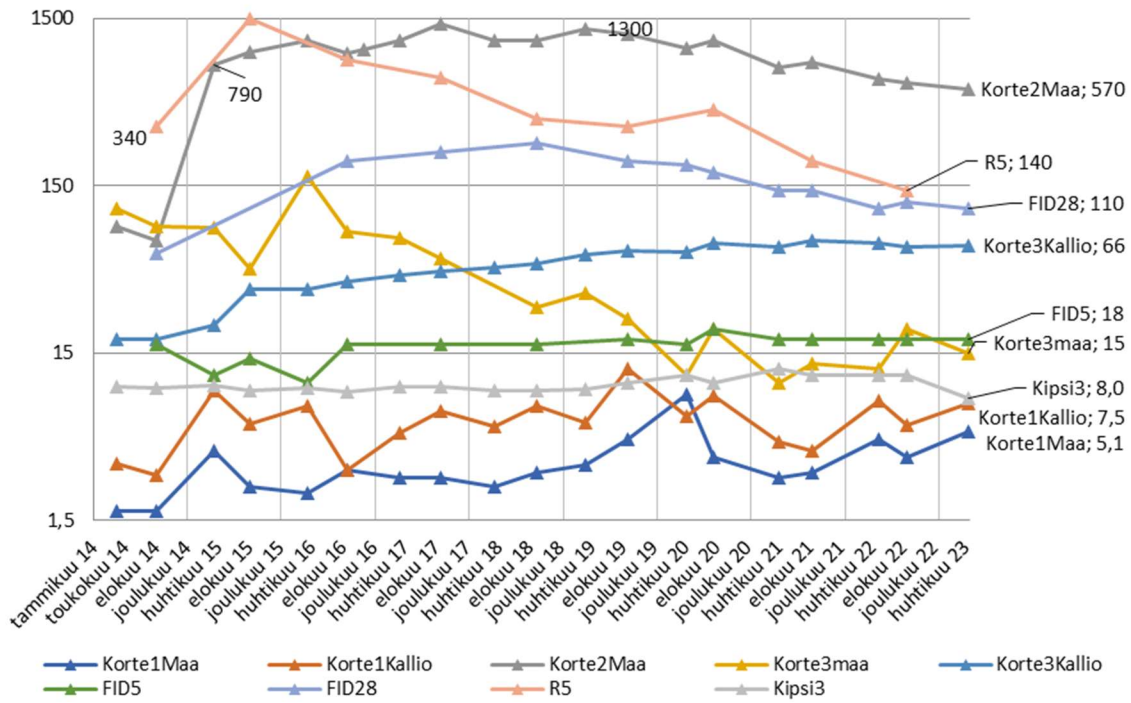
pH

pH: Kortelampi



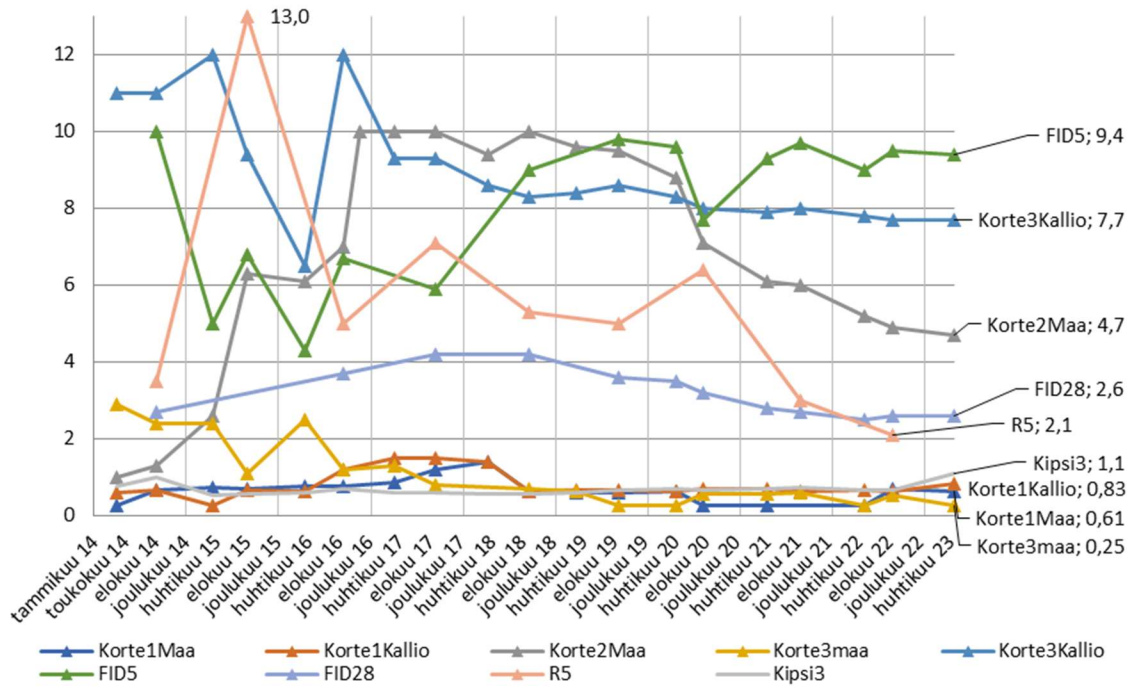
ms/m

Sähkönjohtavuus: Kortelampi



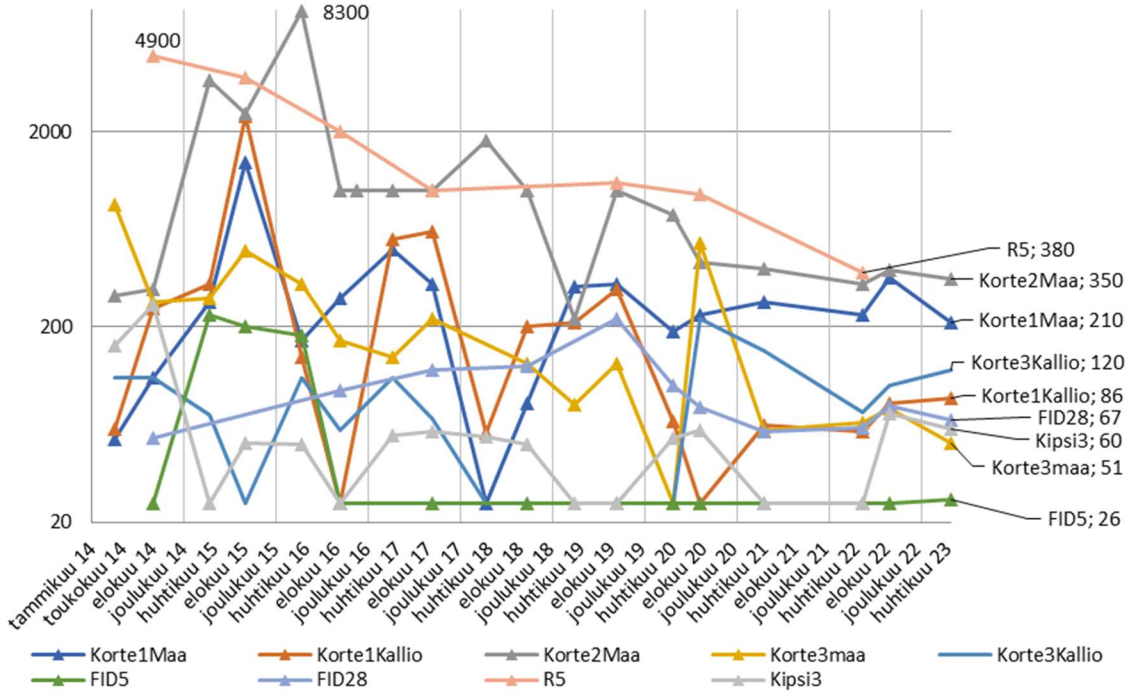
mg/l

Kloridi: Kortelampi



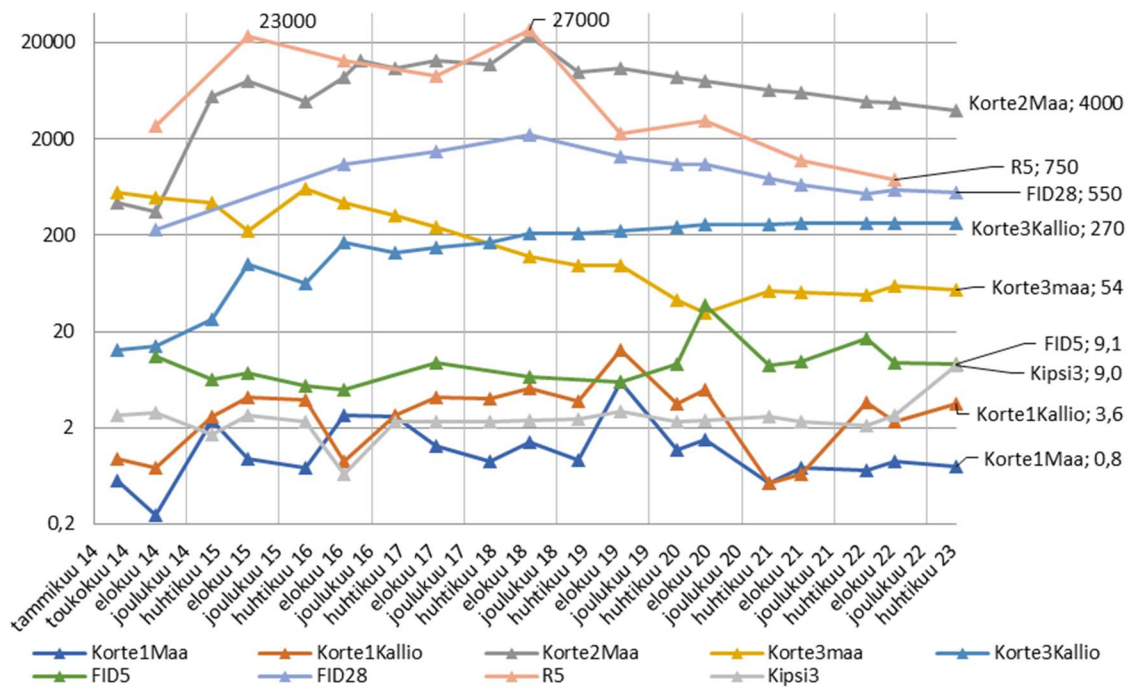
µg/l

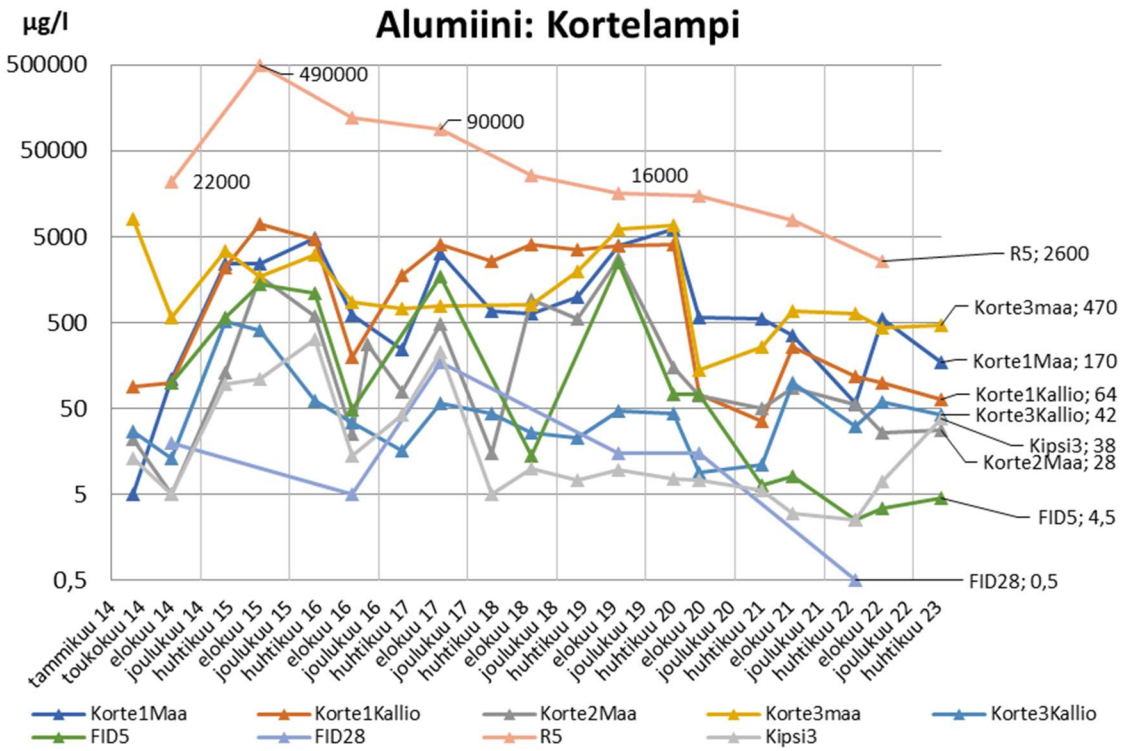
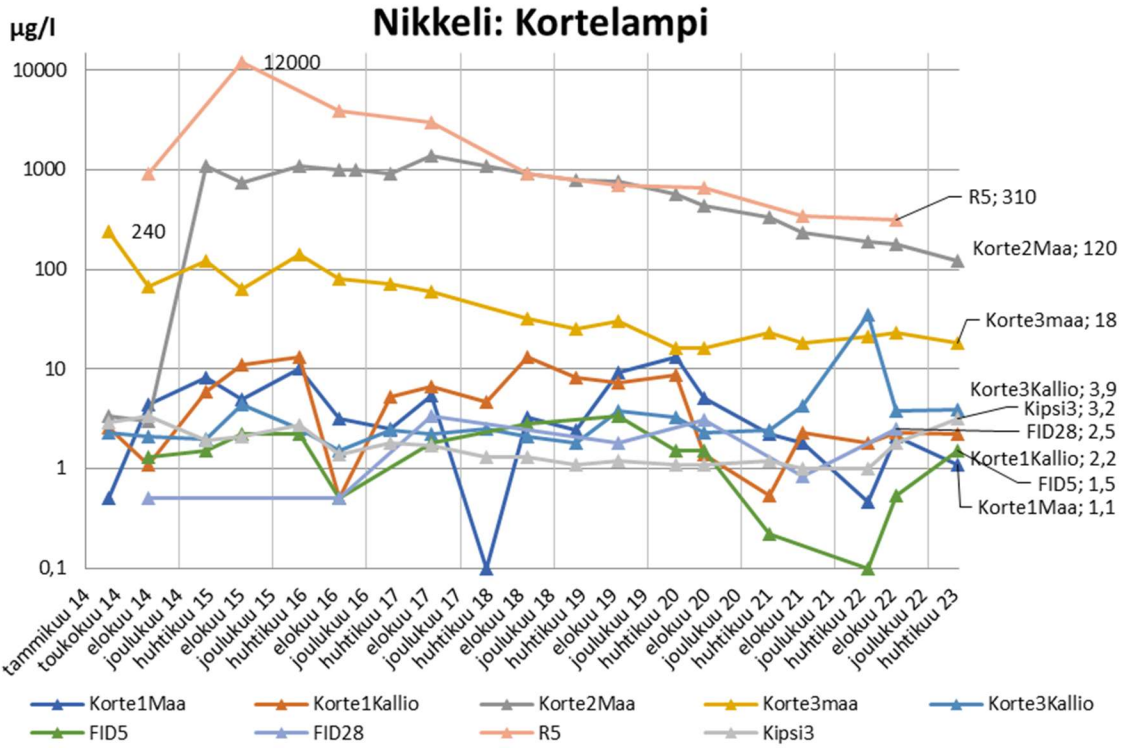
Kokonaistyyppi: Kortelampi

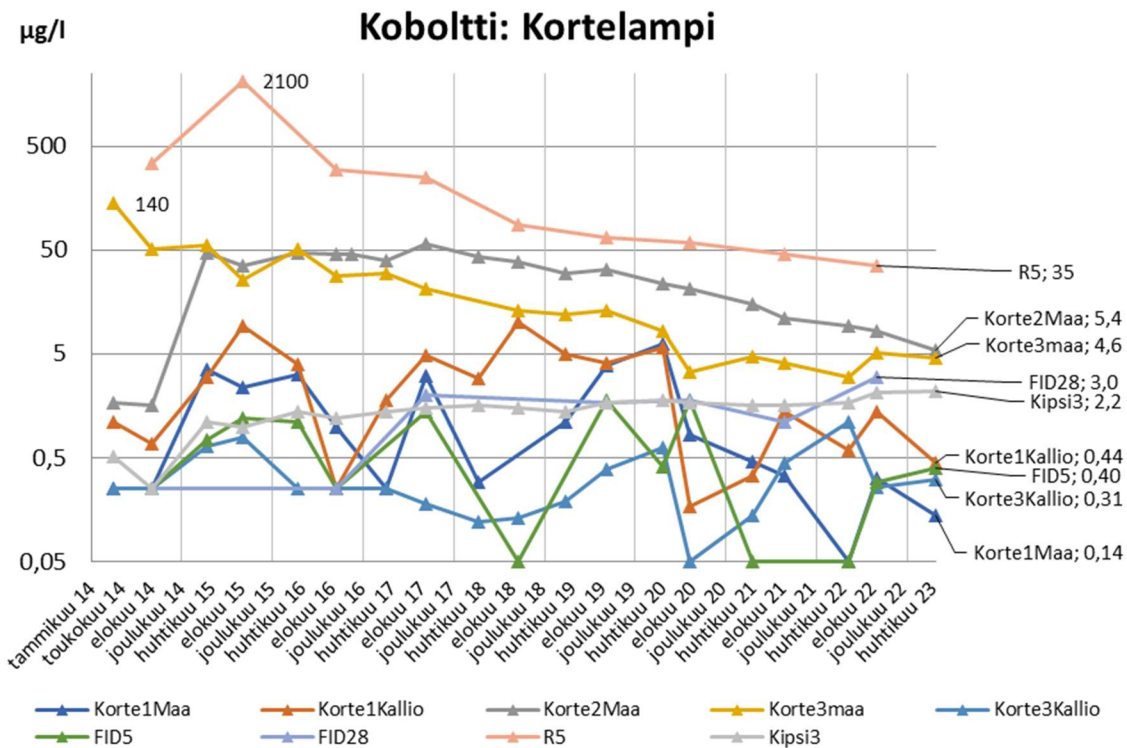
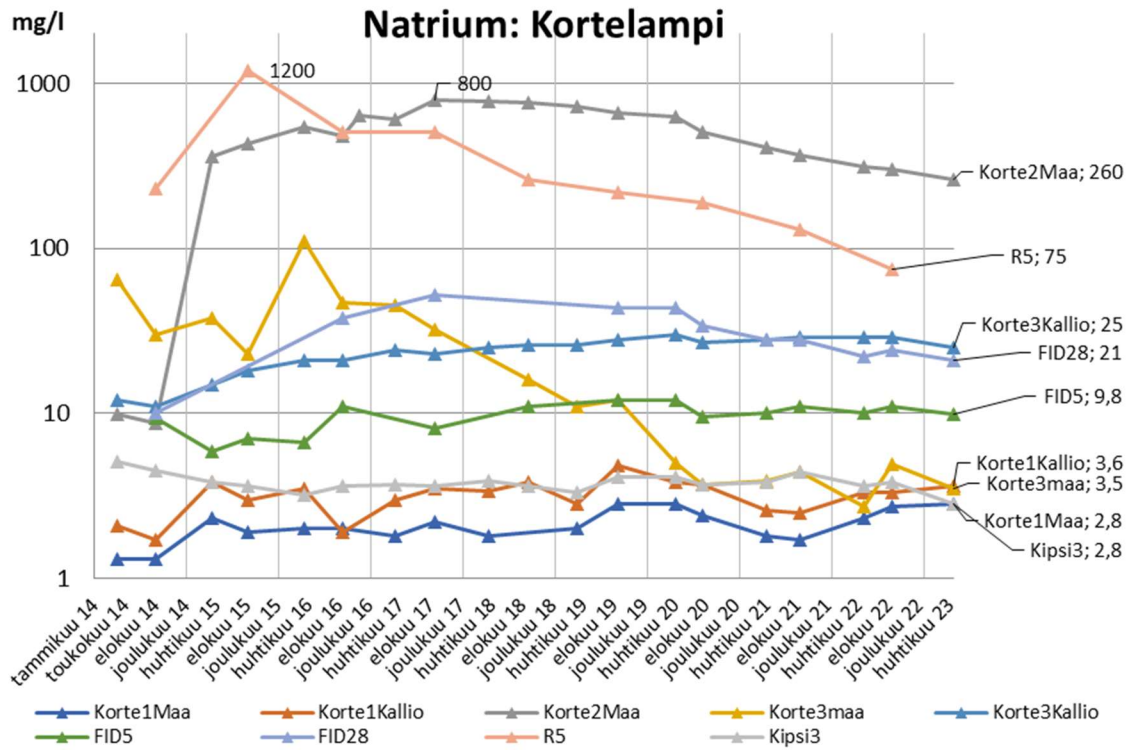


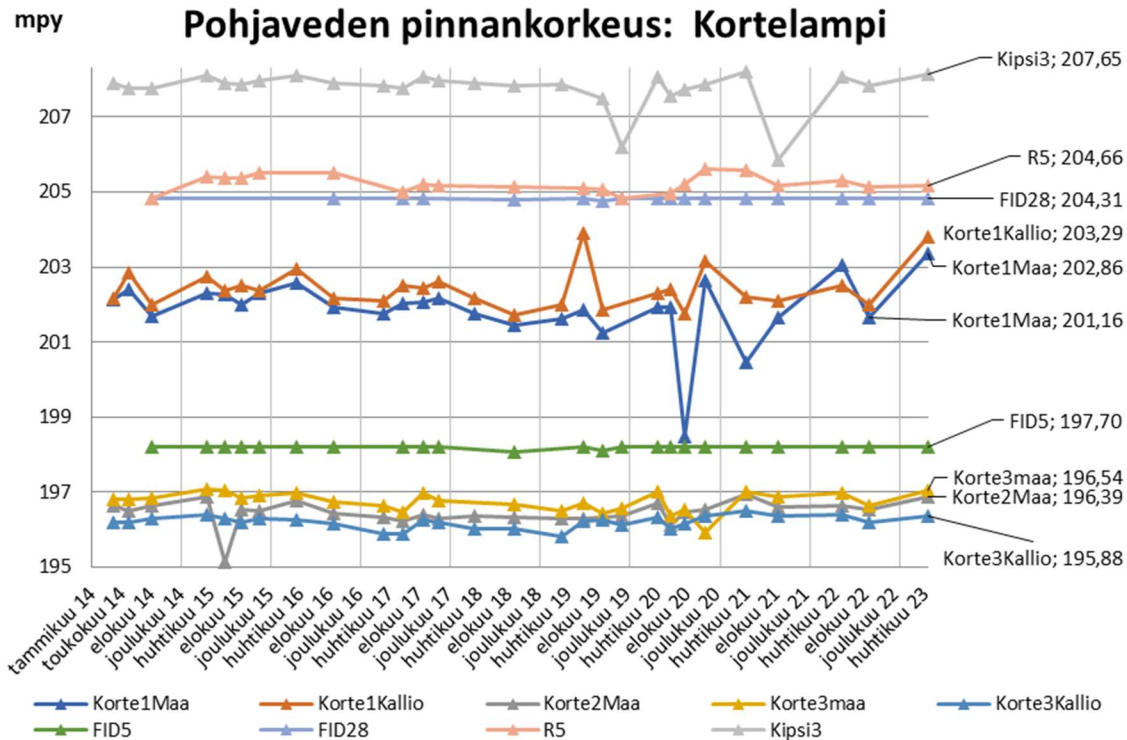
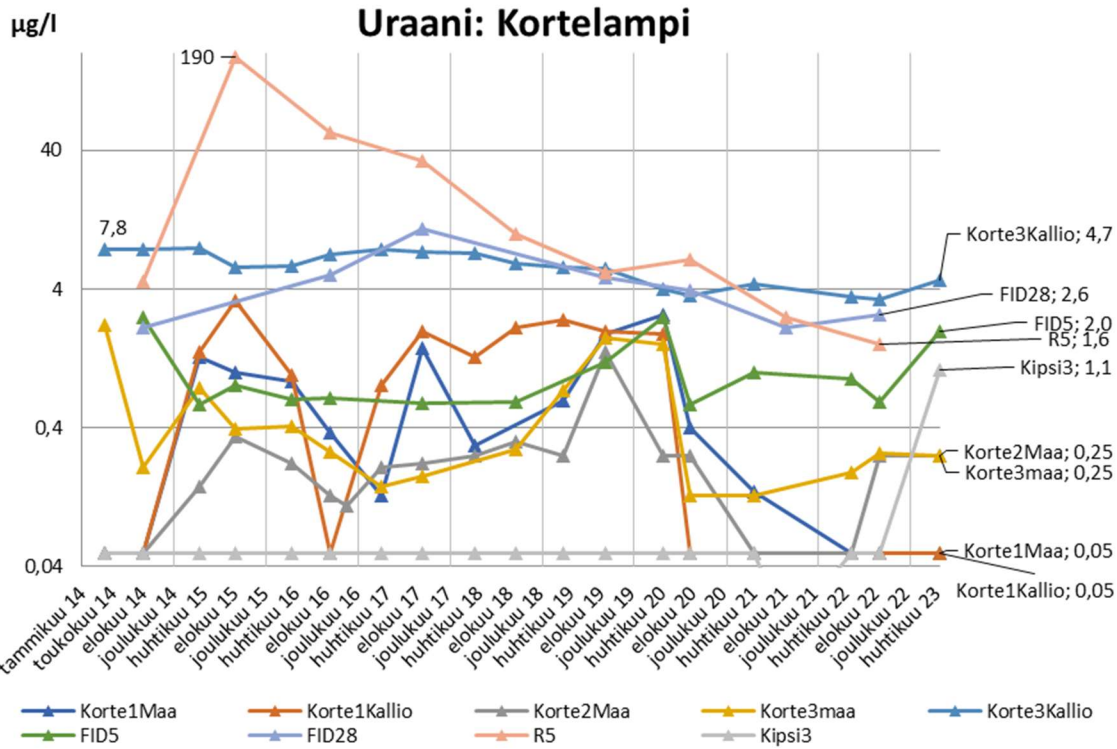
mg/l

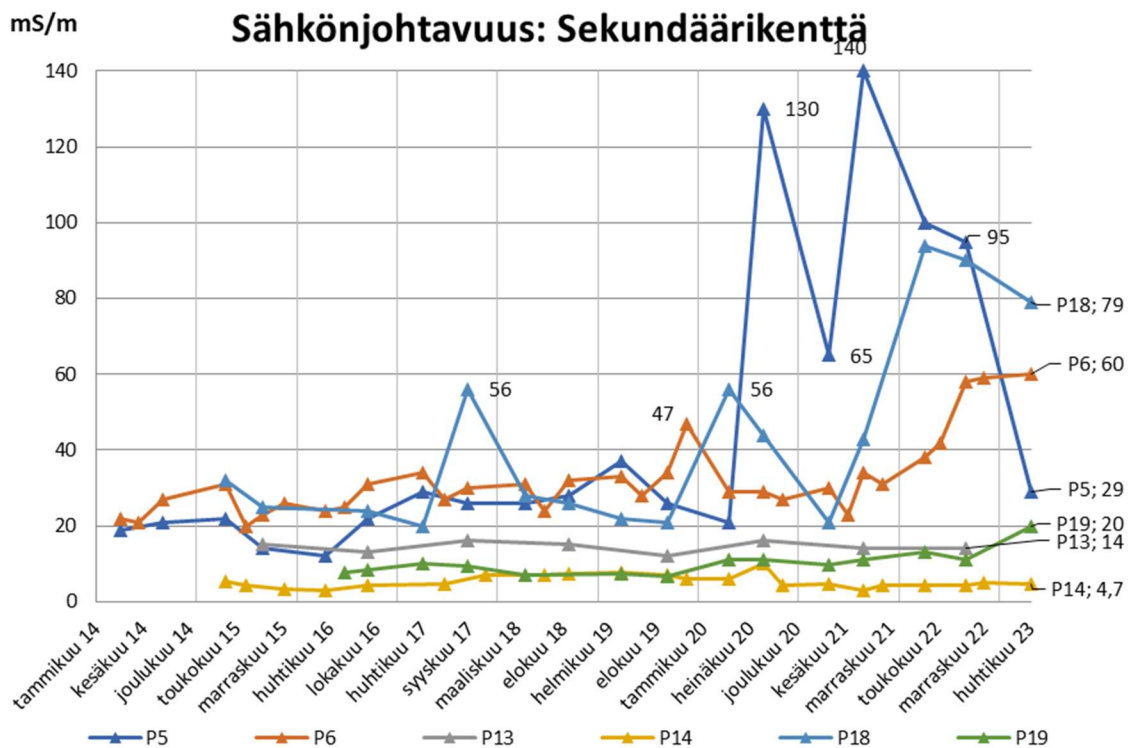
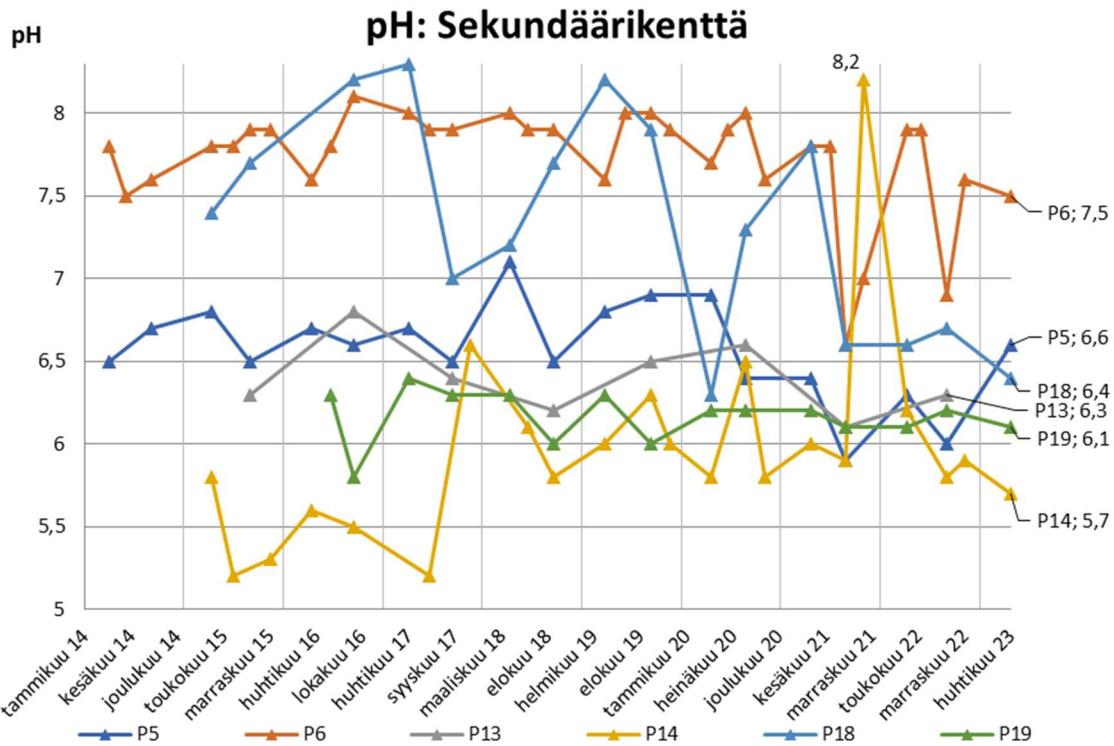
Sulfaatti: Kortelampi





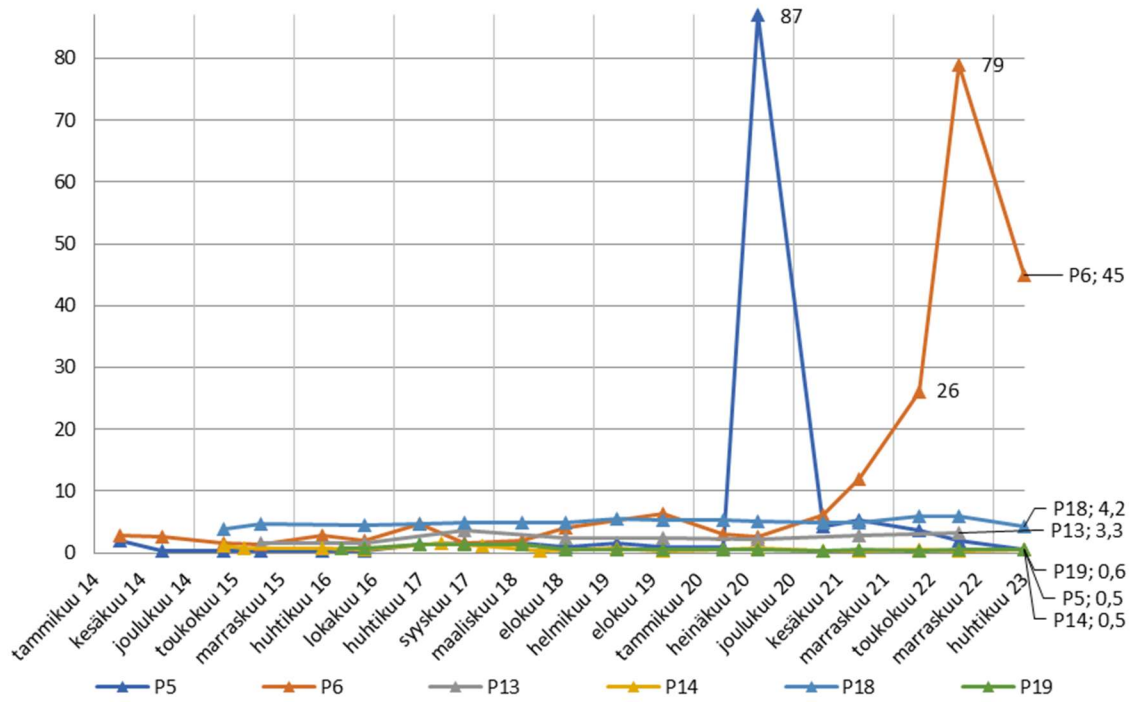






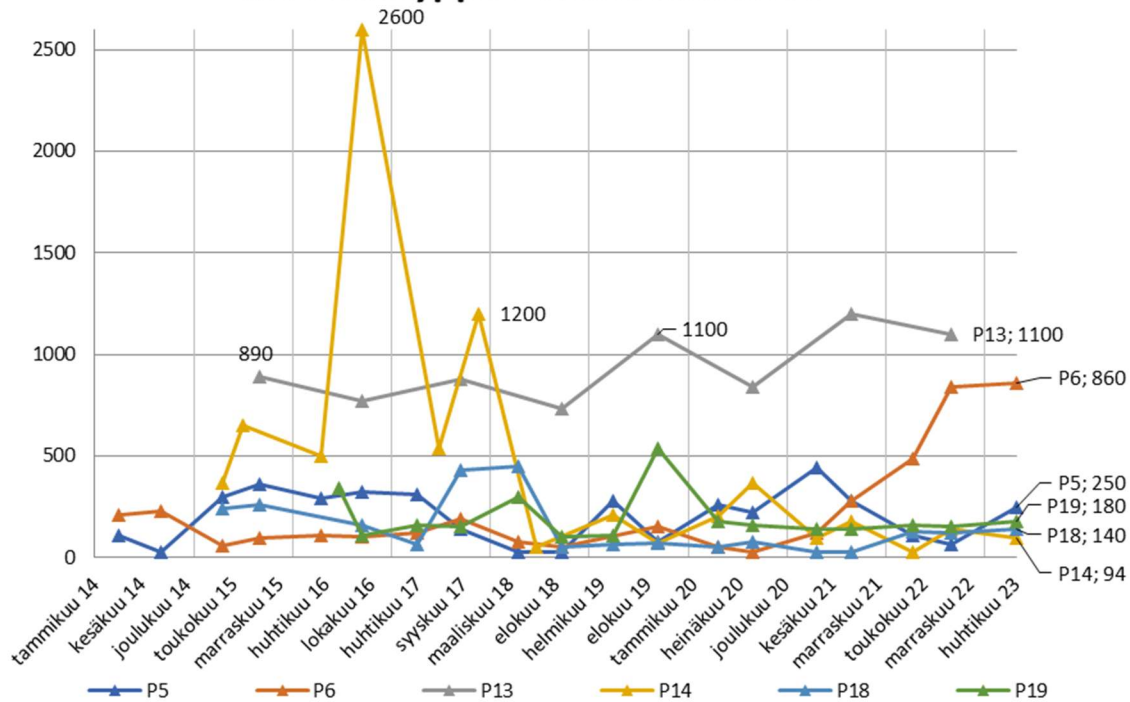
mg/l

Kloridi: Sekundäärikenttä



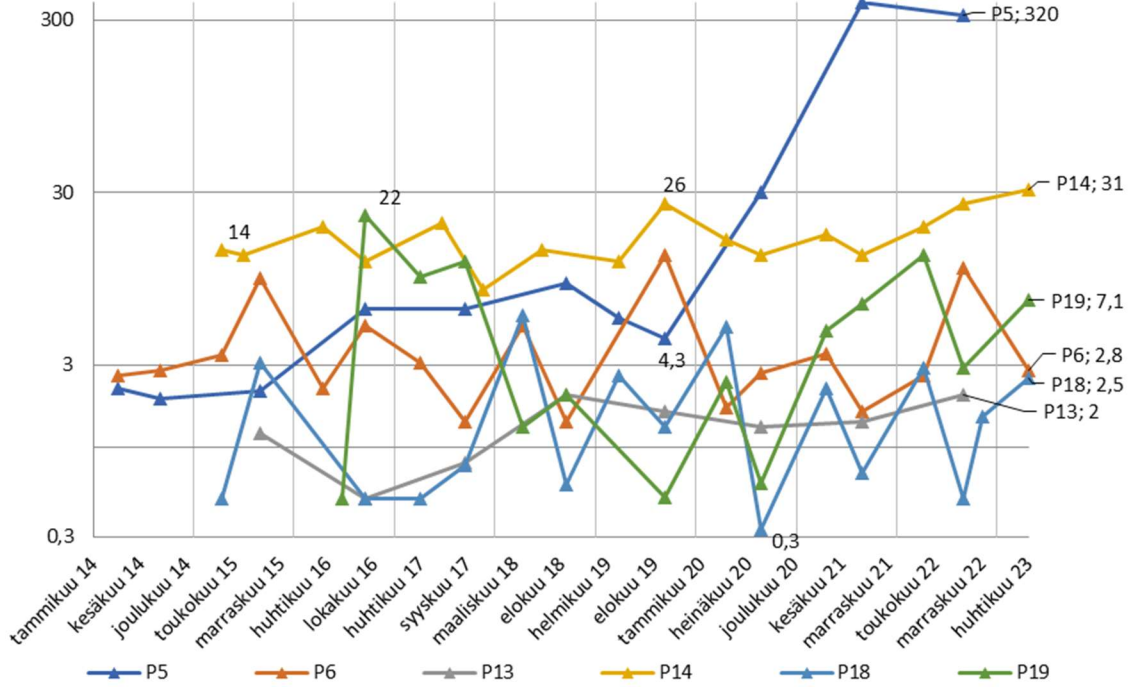
µg/l

Kokonaistyyppi: Sekundäärikenttä



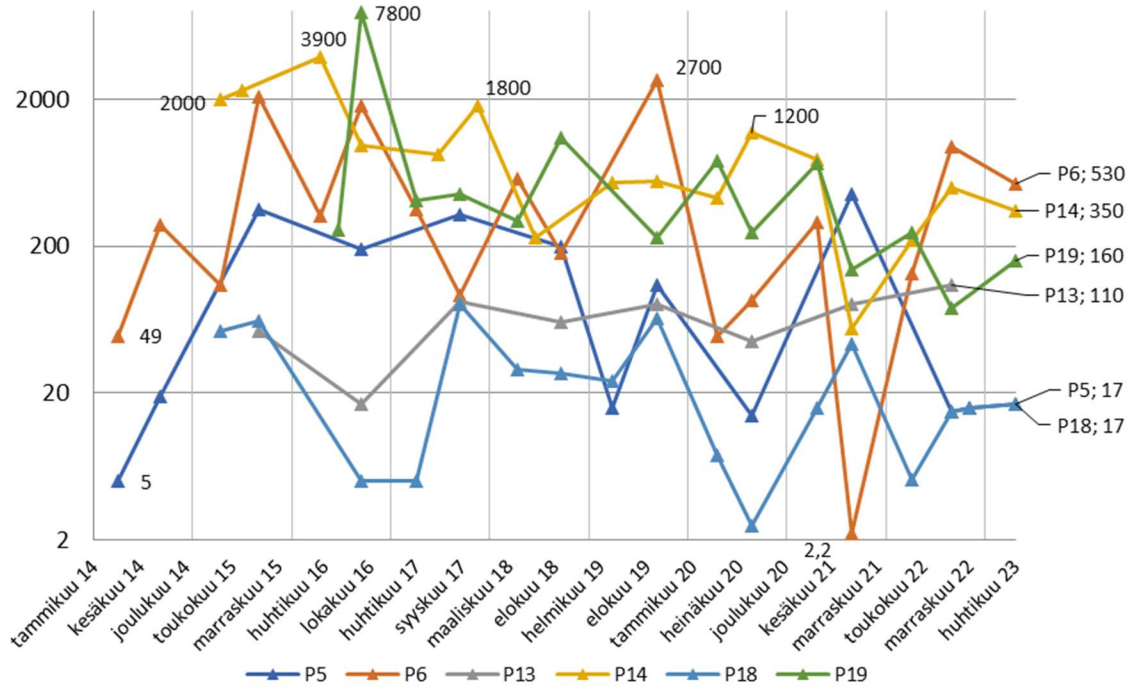
µg/l

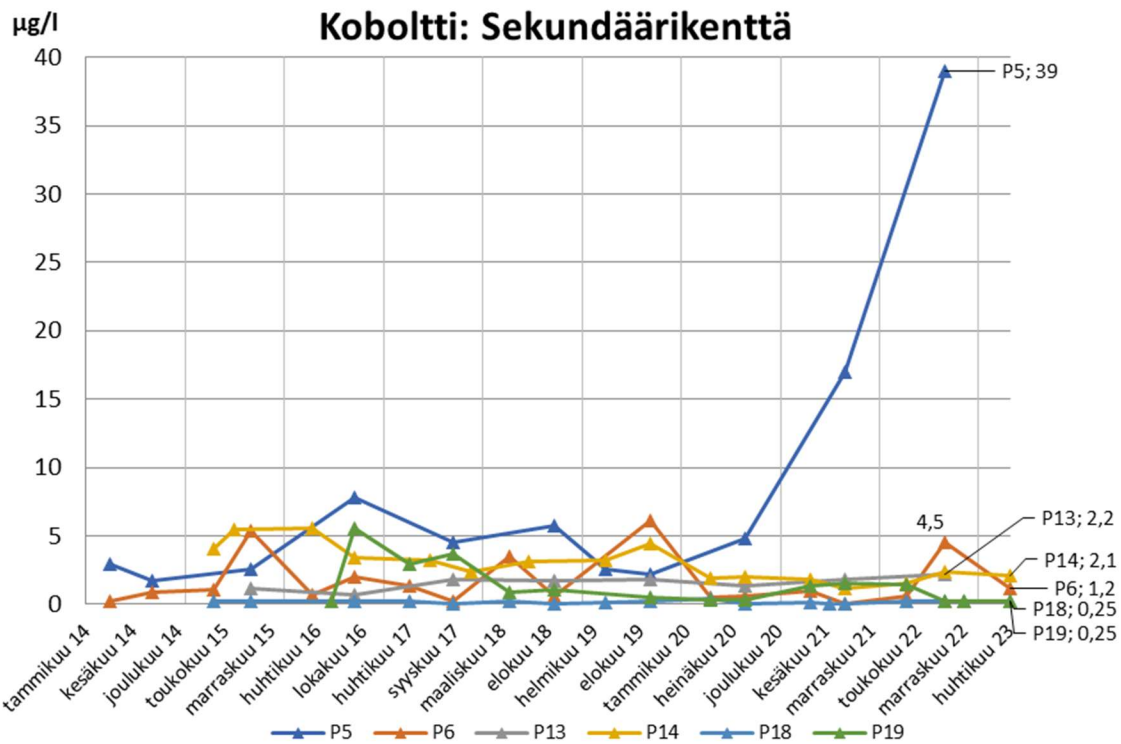
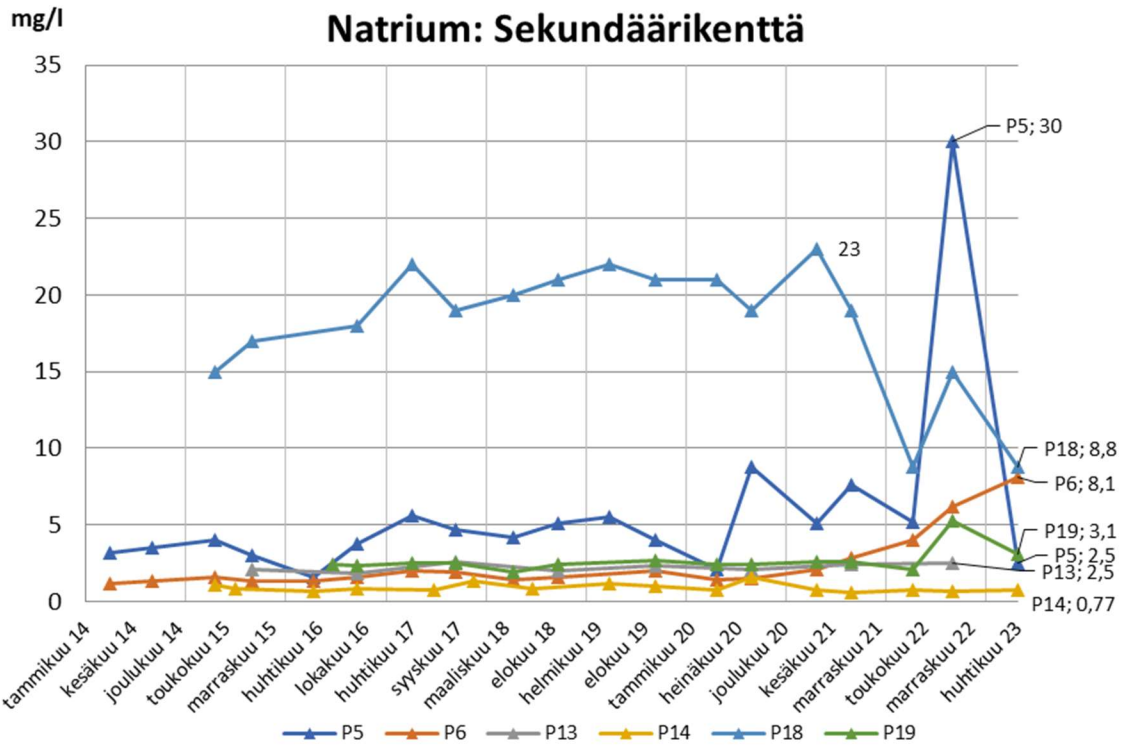
Nikkeli: Sekundäärikenttä



µg/l

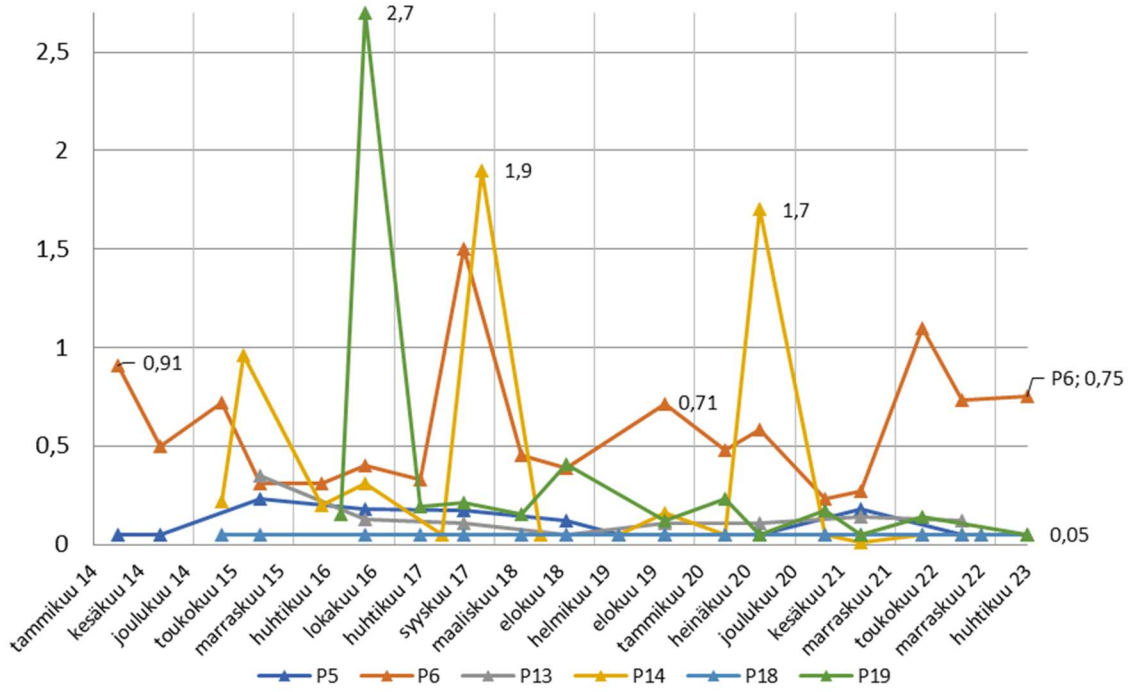
Alumiini: Sekundäärikenttä





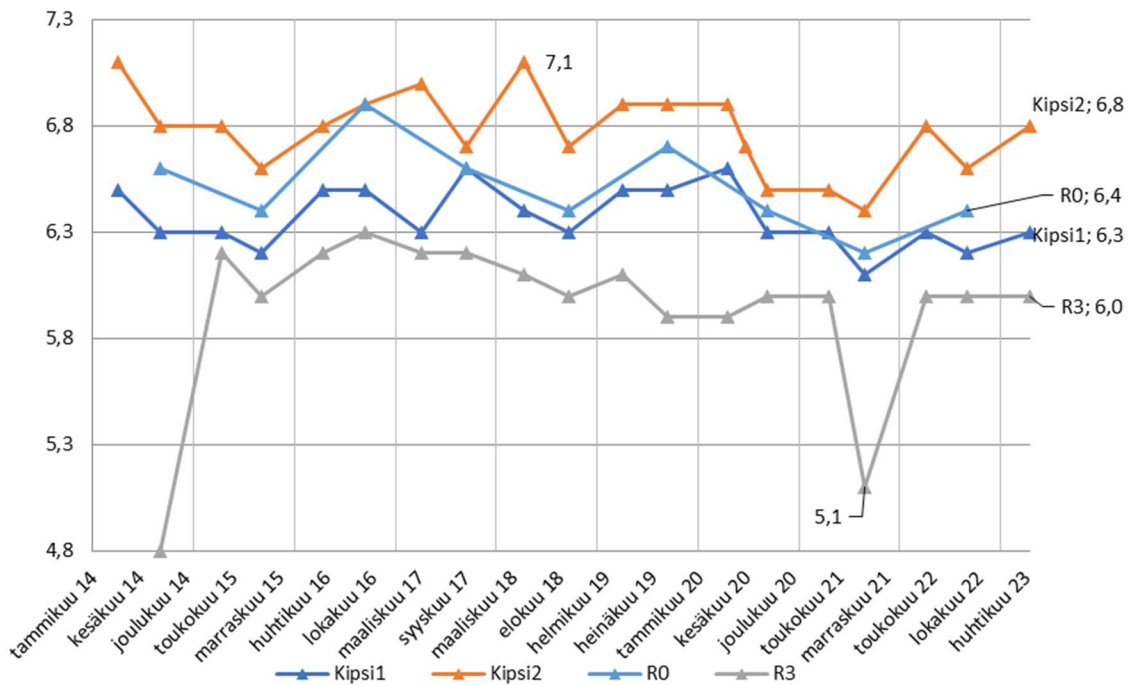
µg/l

Uraani: Sekundäärikenttä

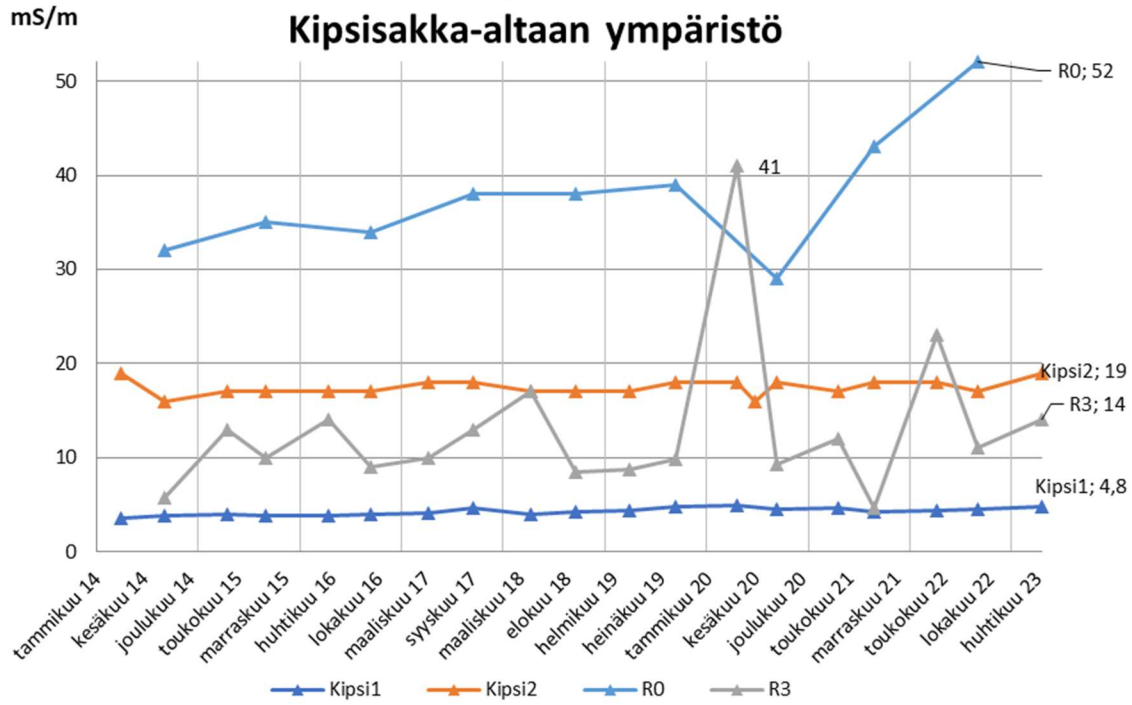


pH

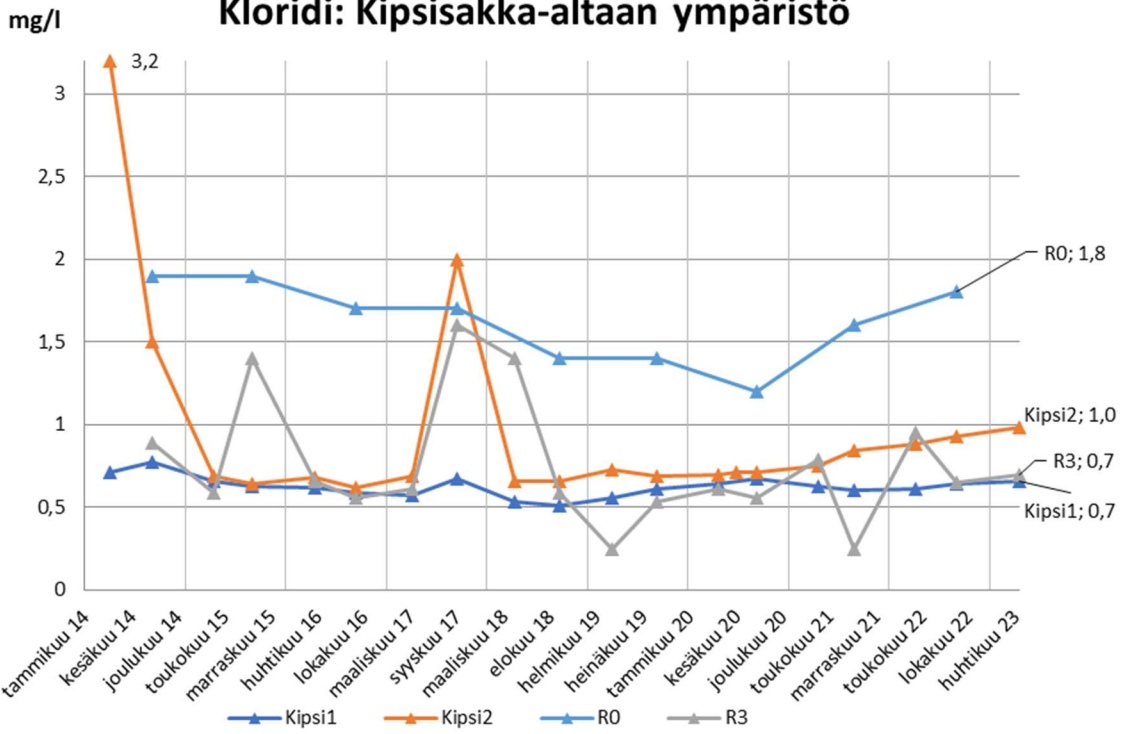
pH: Kipsisakka-altaan ympäristö



Sähkönjohtavuus: Kipsisakka-altaan ympäristö

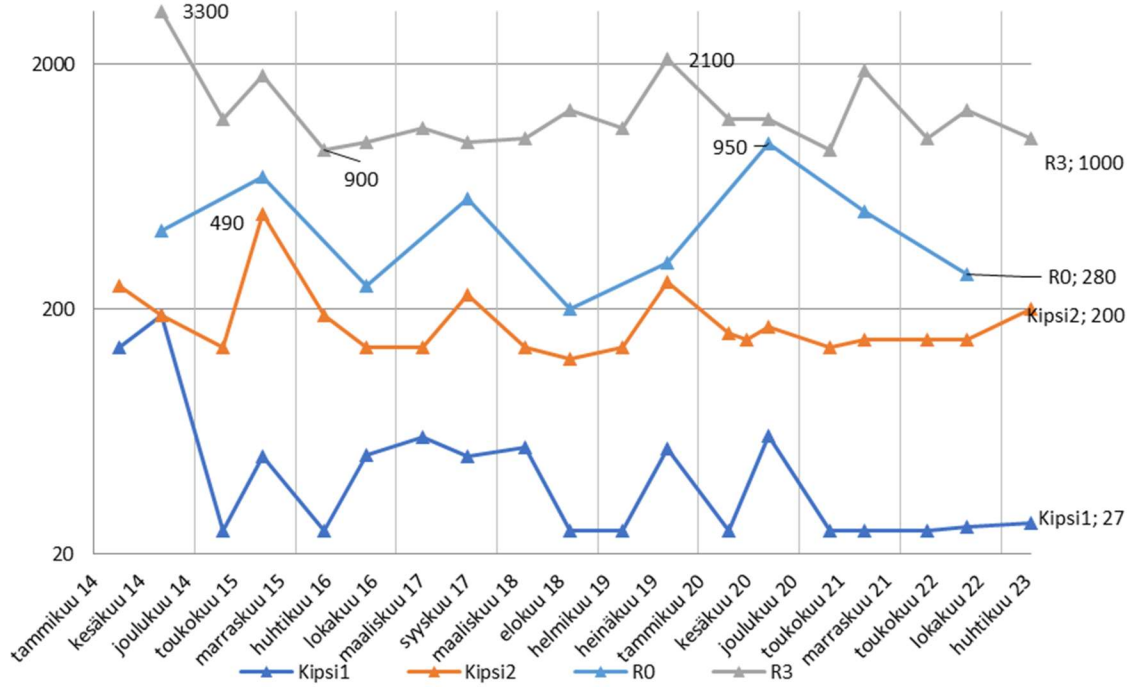


Kloridi: Kipsisakka-altaan ympäristö



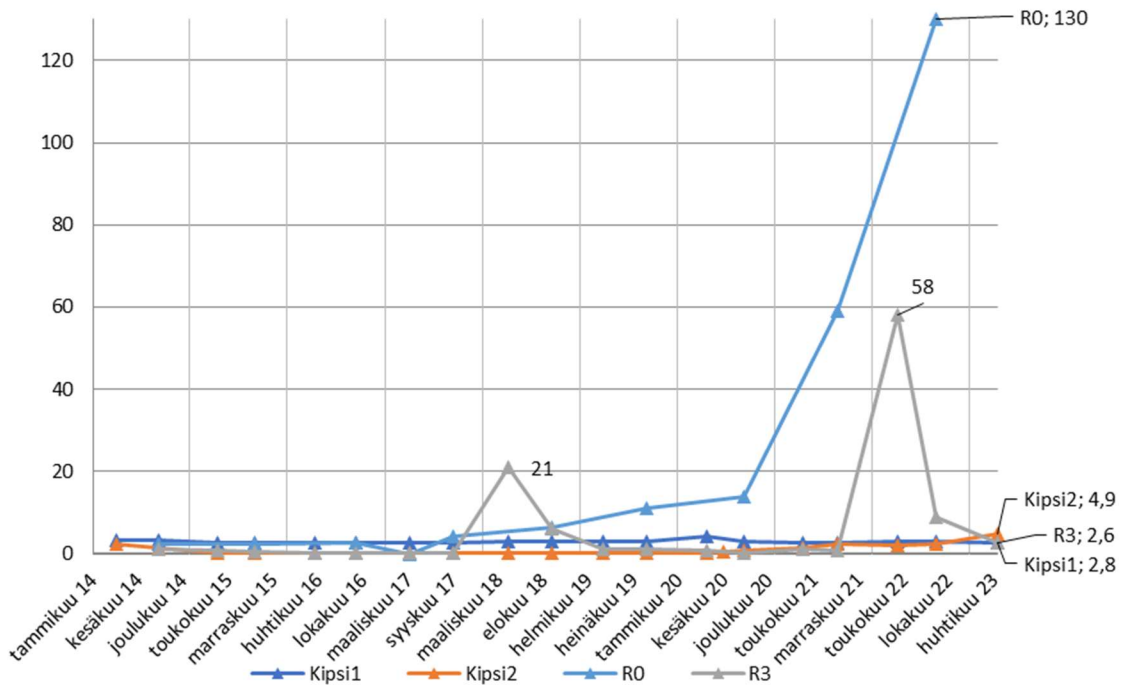
µg/l

Kokonaistyyppi: Kipsisakka-altaan ympäristö



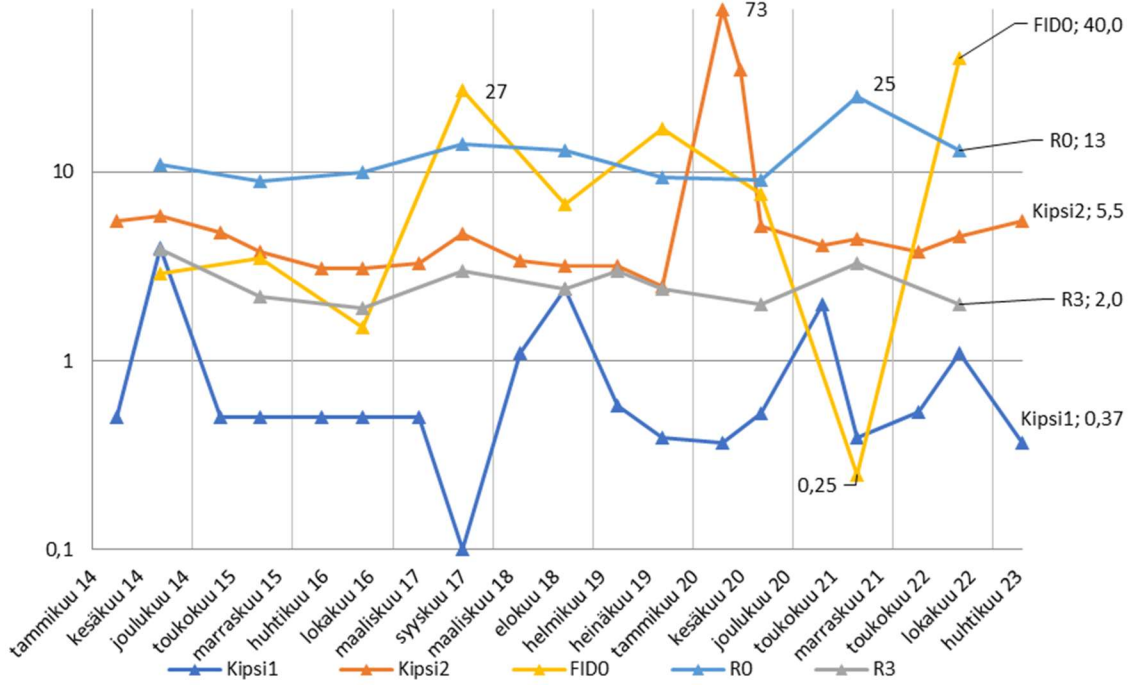
mg/l

Sulfaatti: Kipsisakka-altaan ympäristö



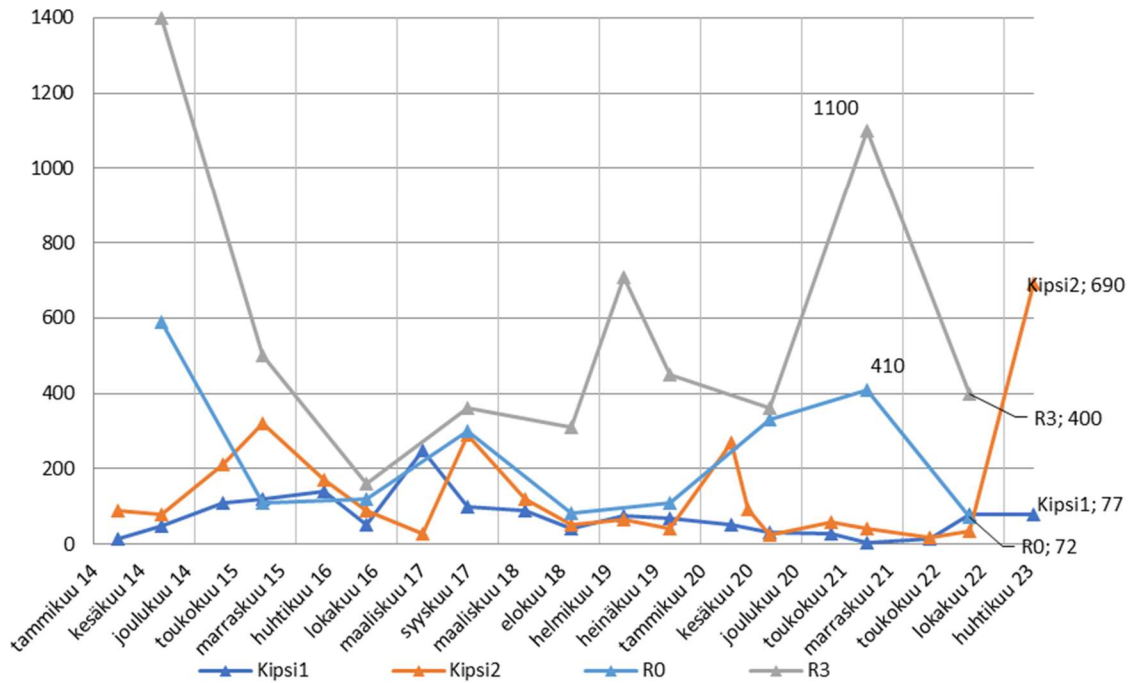
µg/l

Nikkeli: Kipsisakka-altaan ympäristö



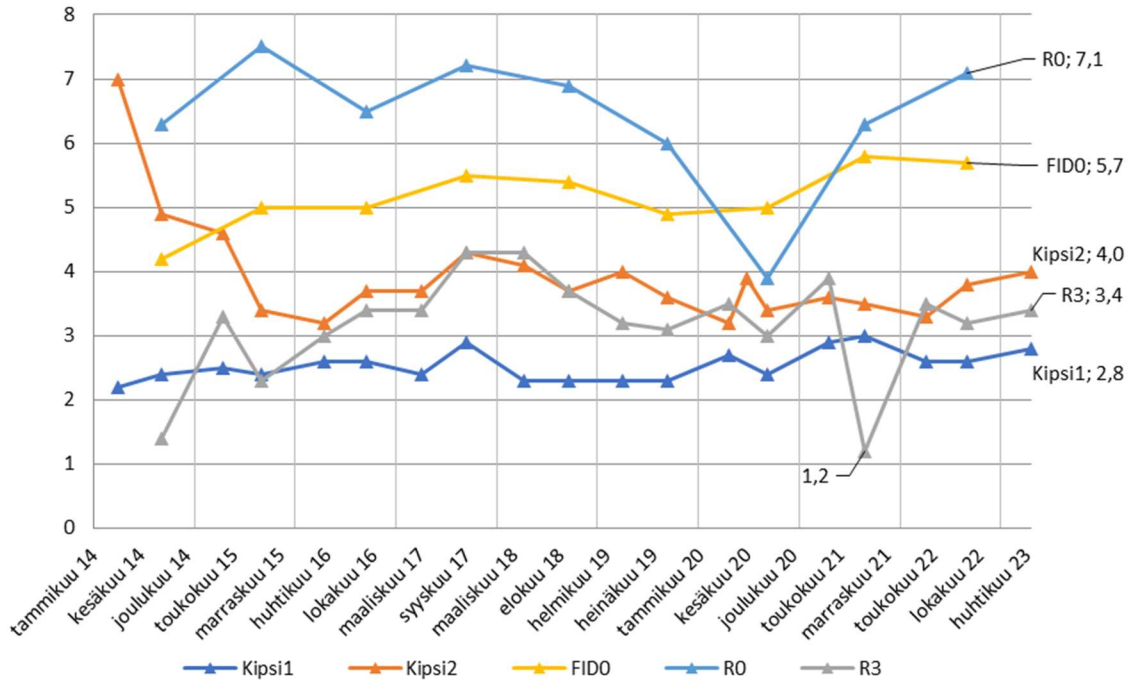
µg/l

Alumiini: Kipsisakka-altaan ympäristö



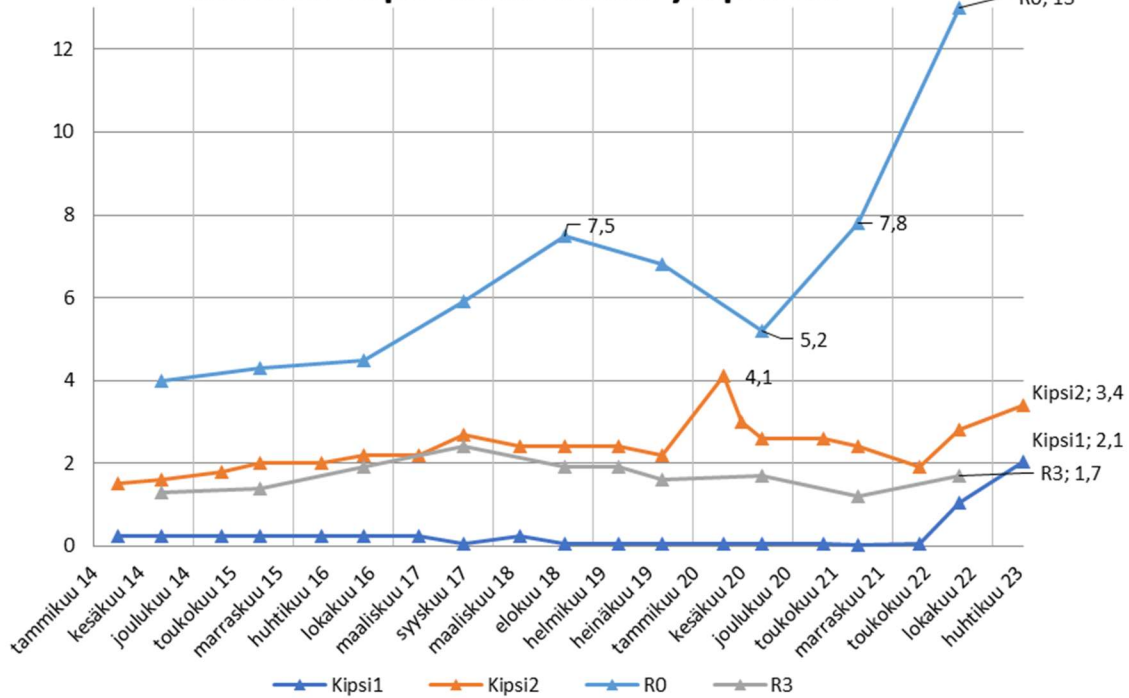
mg/l

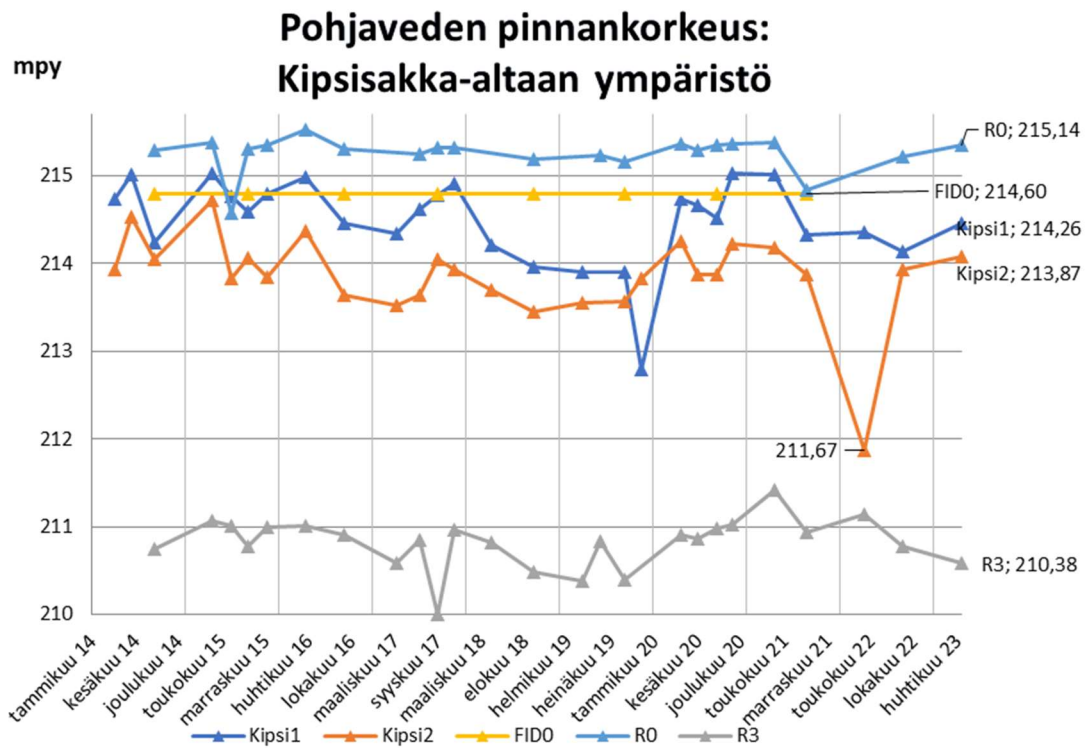
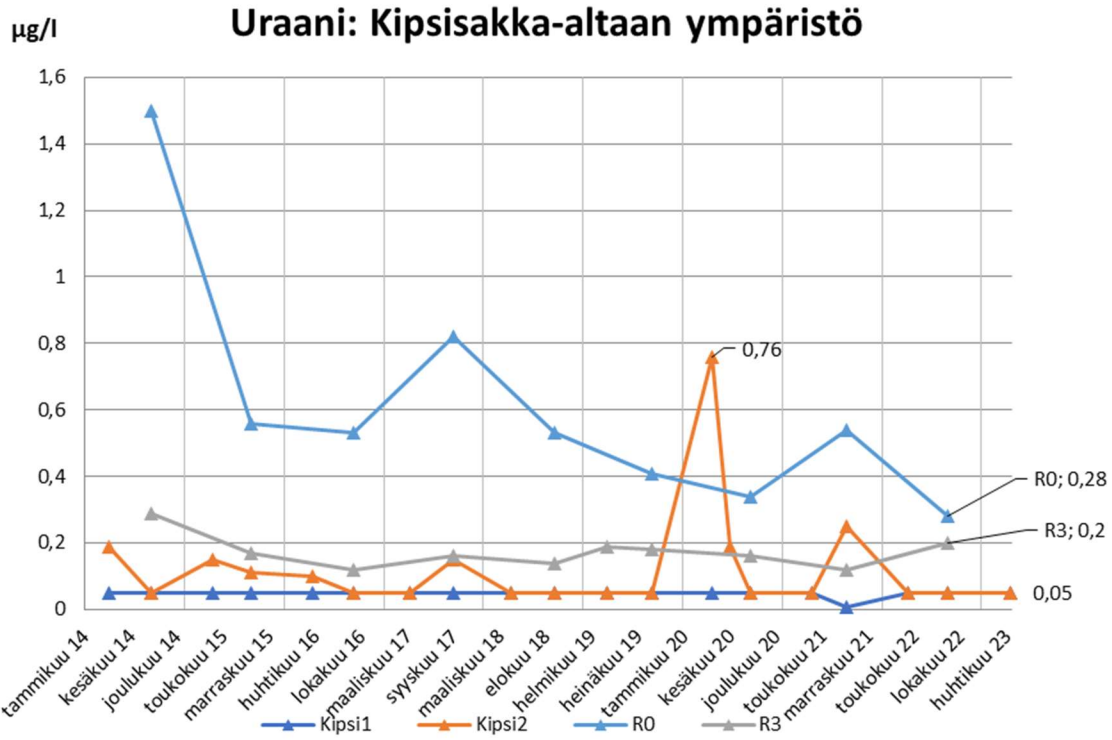
Natrium: Kipsisakka-altaan ympäristö



µg/l

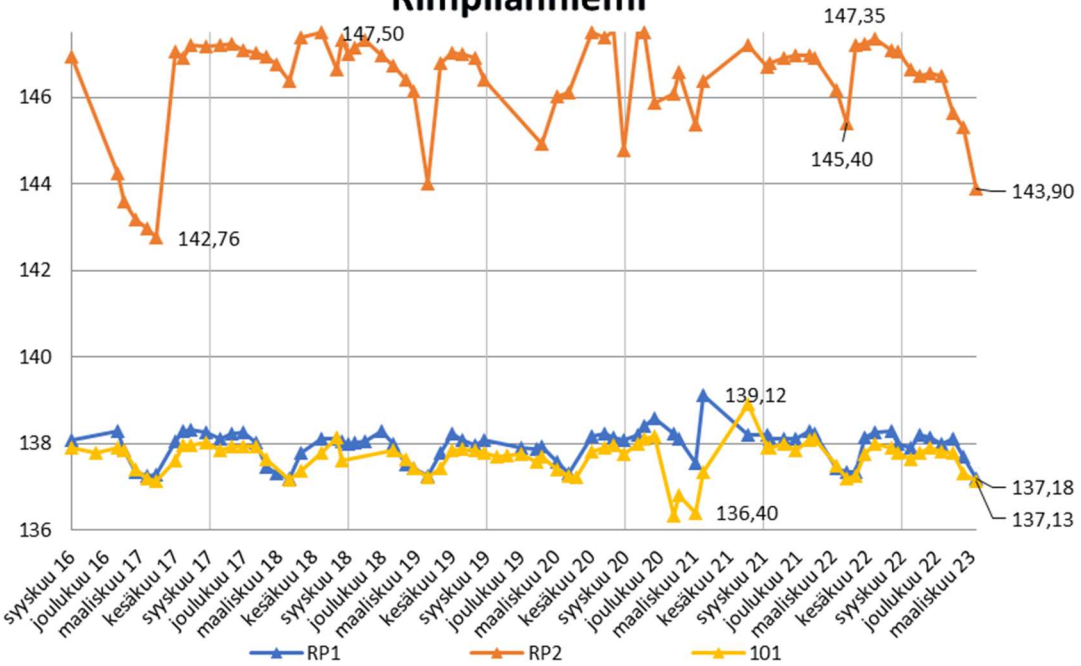
Koboltti: Kipsisakka-altaan ympäristö





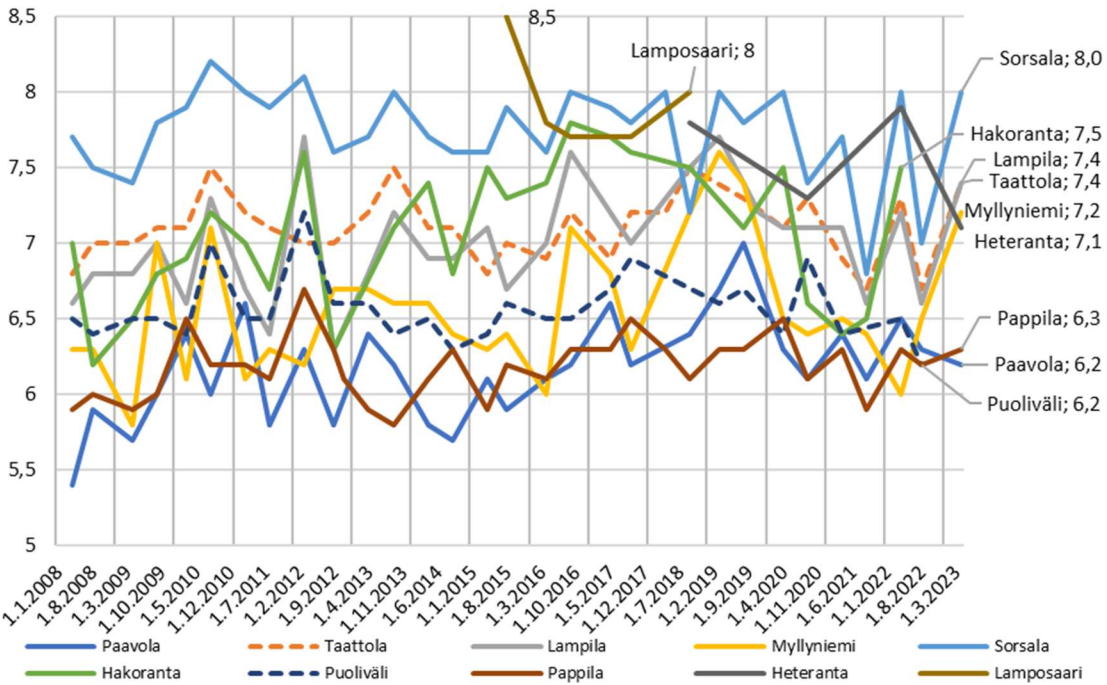
Pohjaveden pinnankorkeus: Rimpilänniemi

mpy



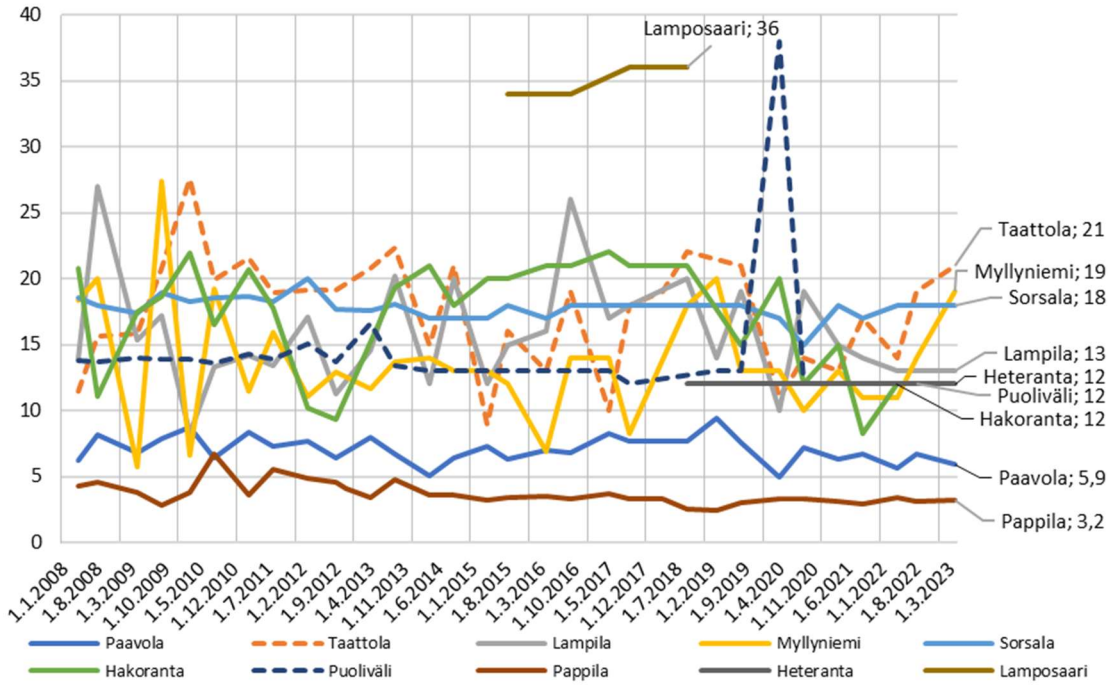
pH: talousvesikaivot

pH



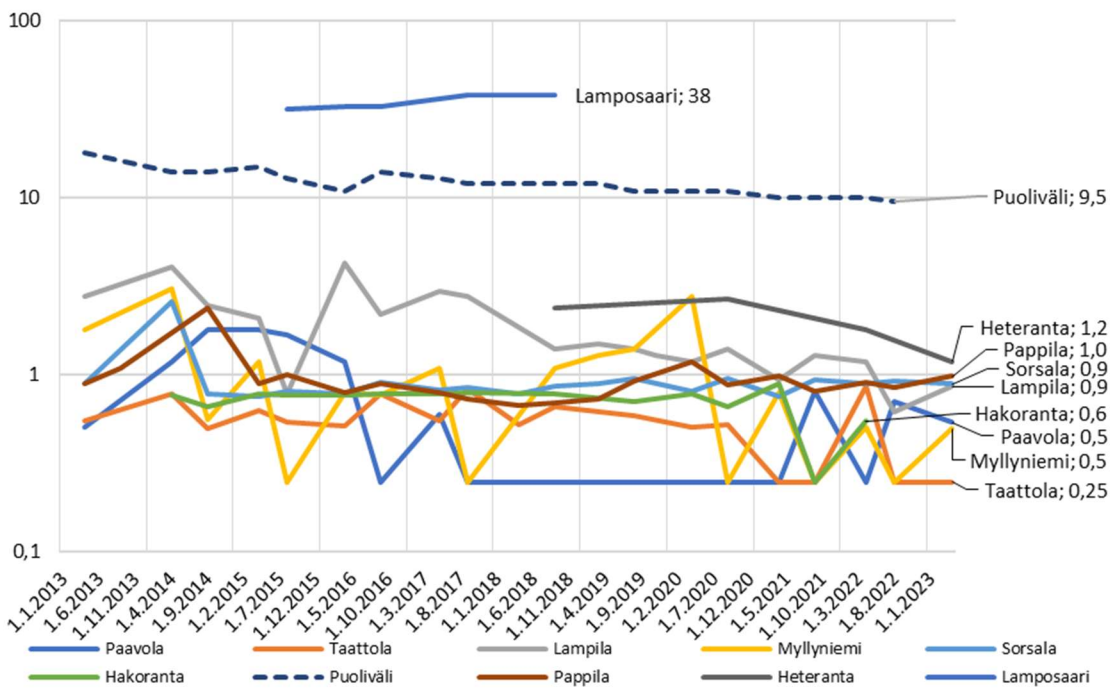
mS/m

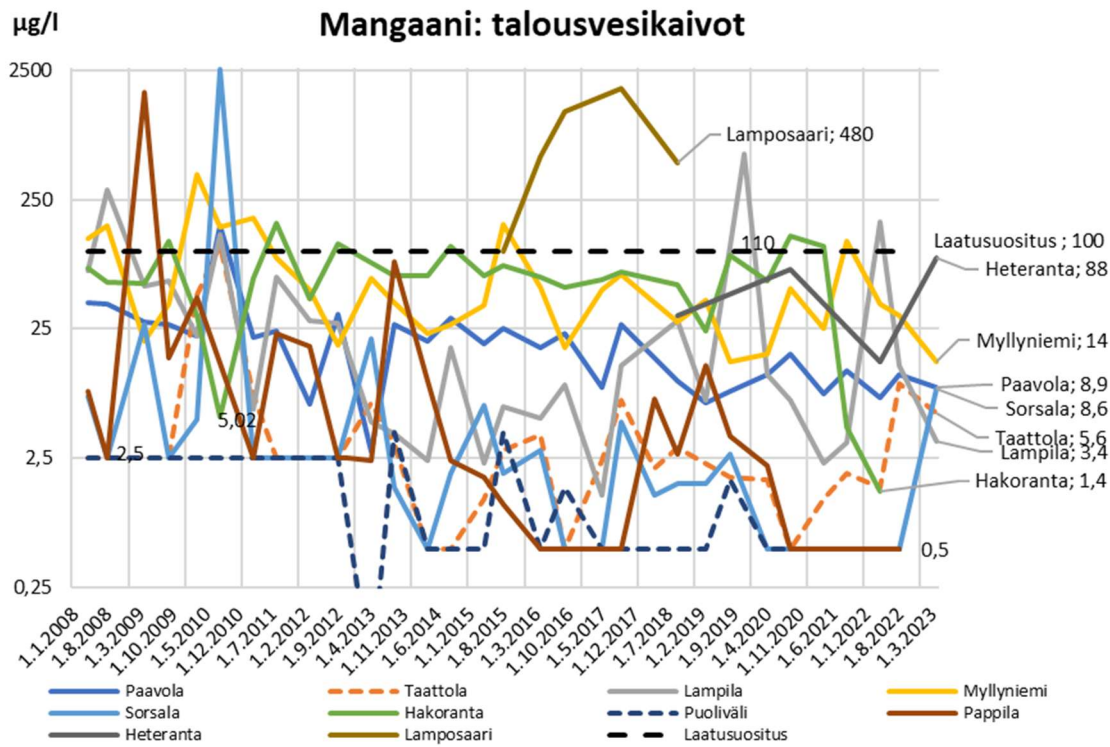
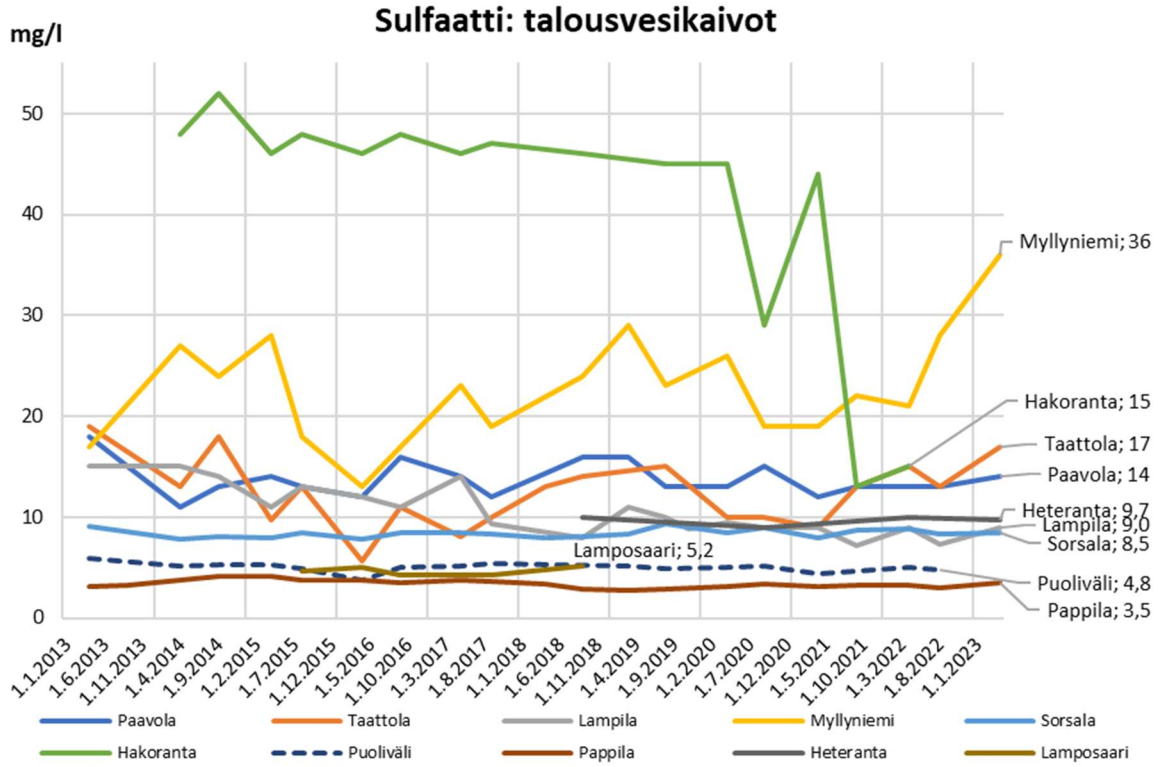
Sähkönjohtavuus: talousvesikaivot

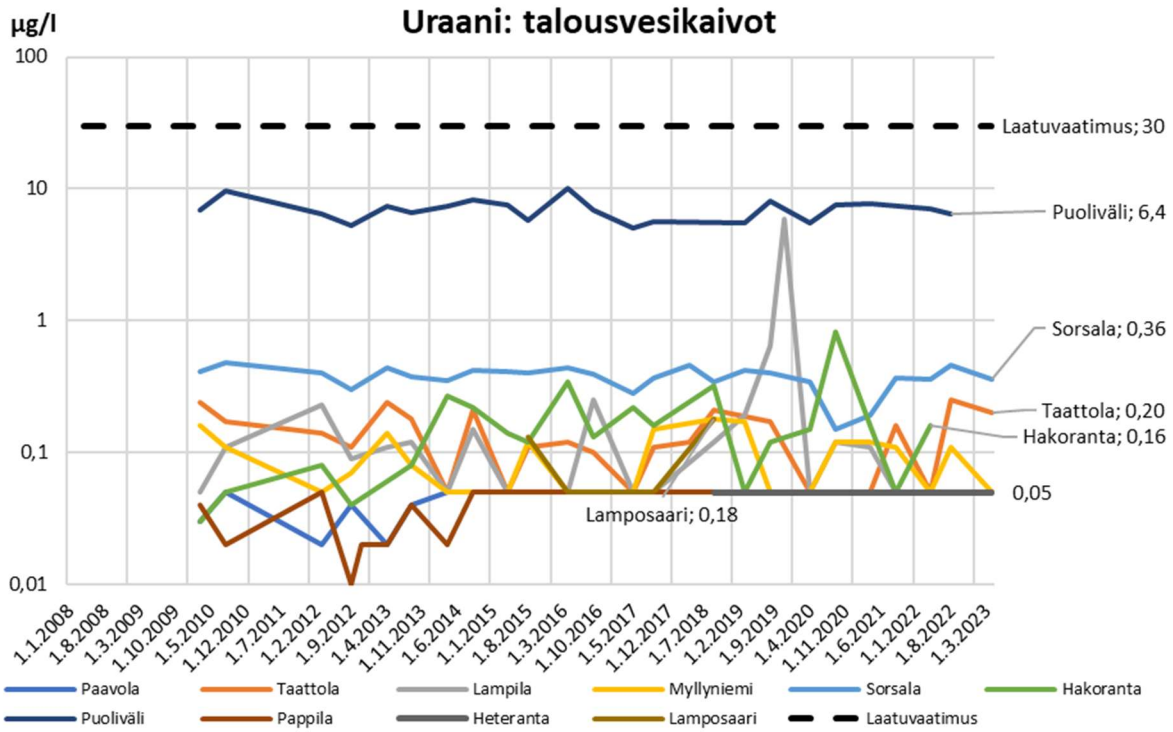
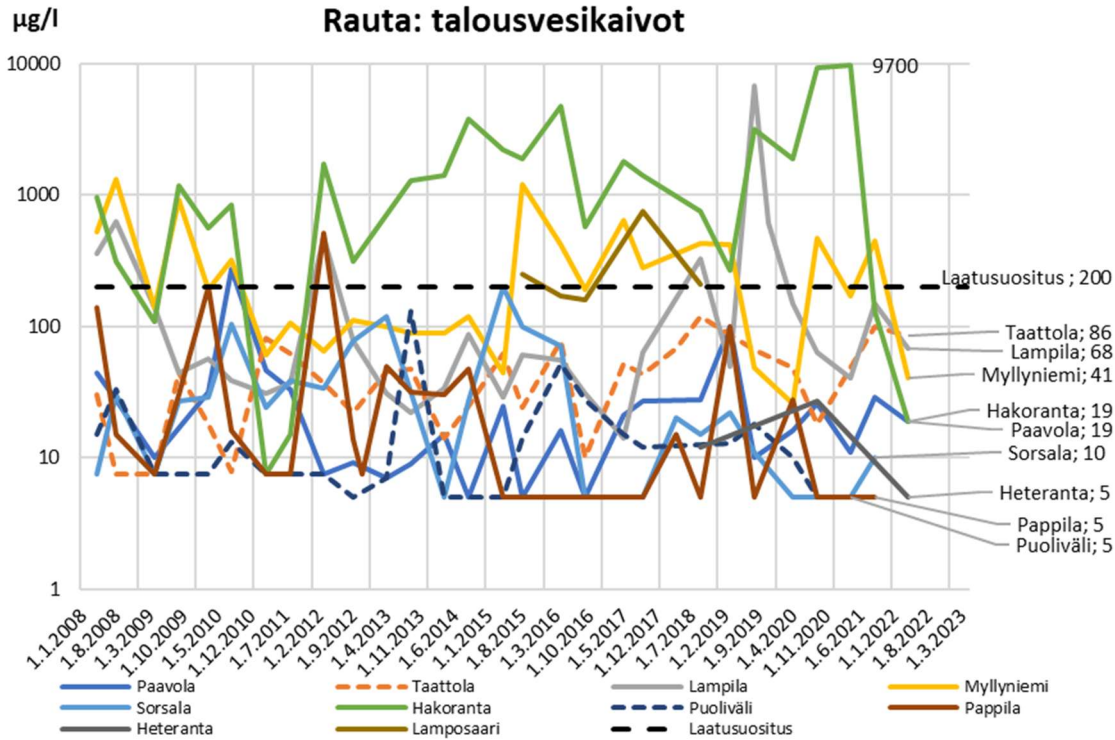


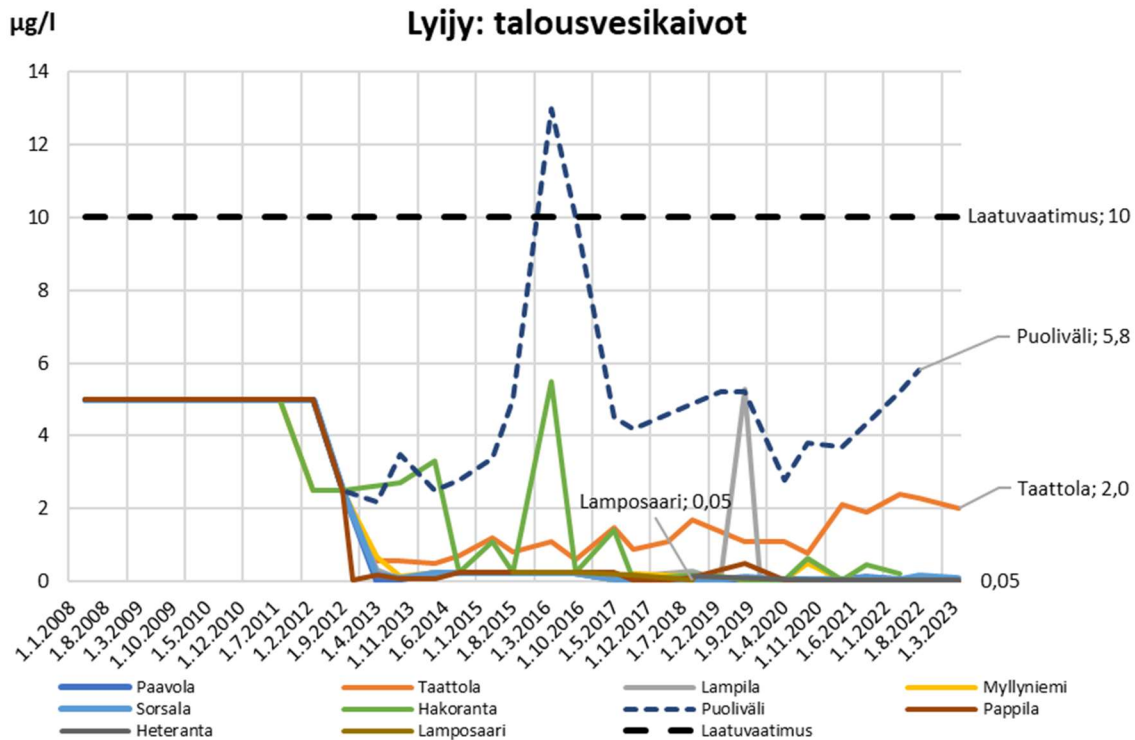
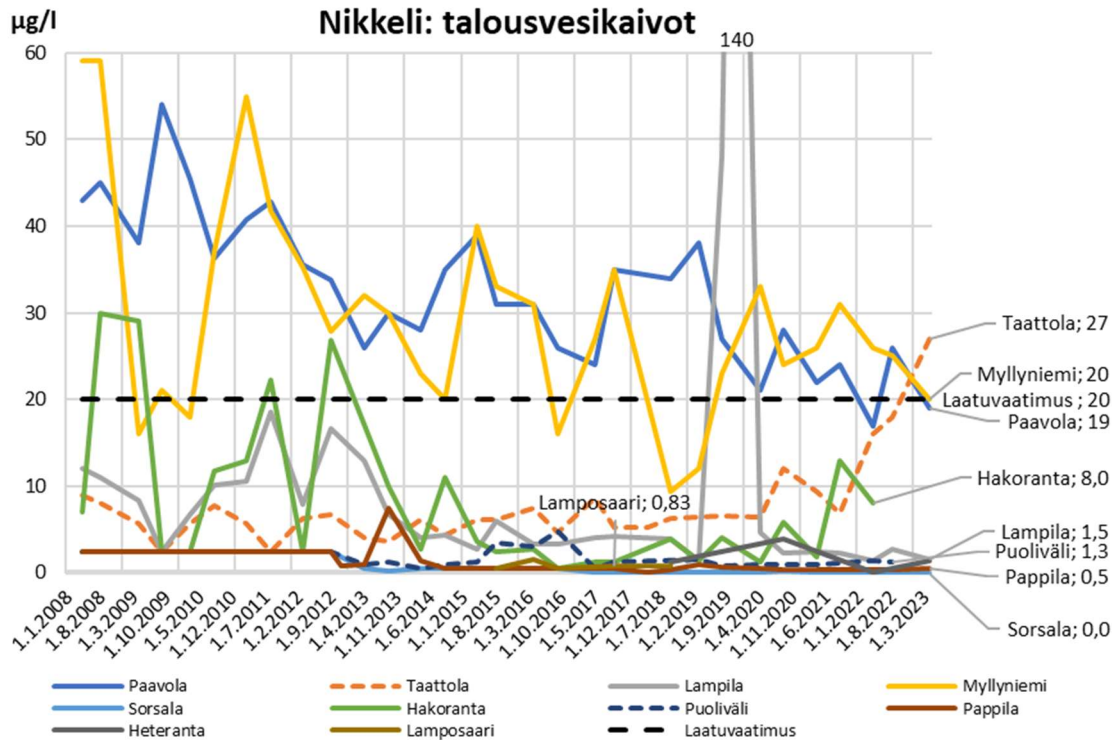
mg/l

Kloridi: talousvesikaivot



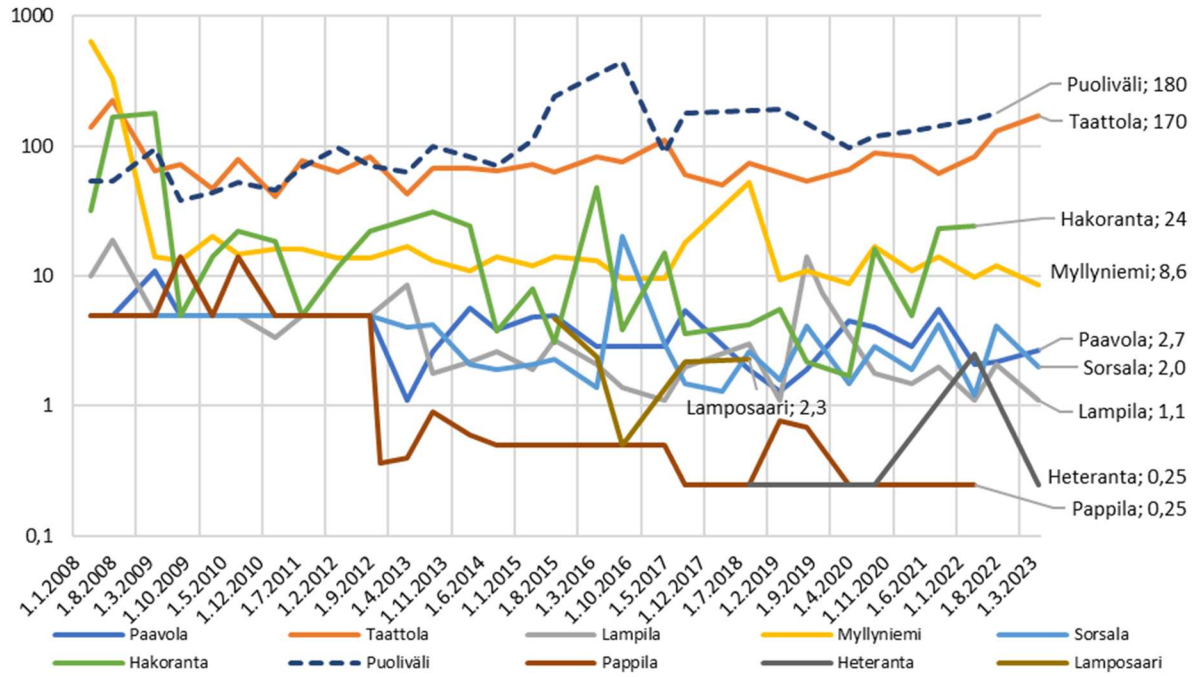


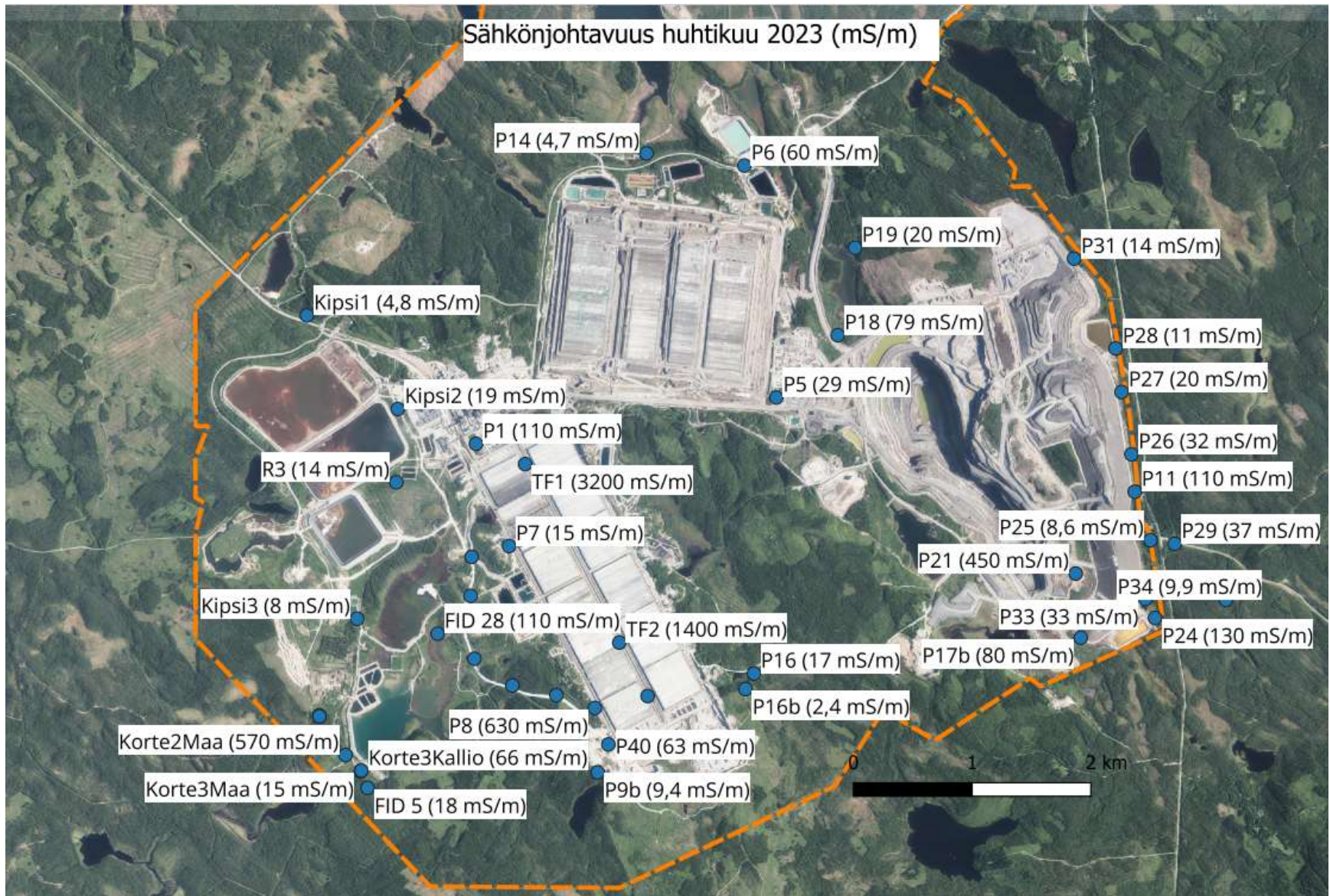




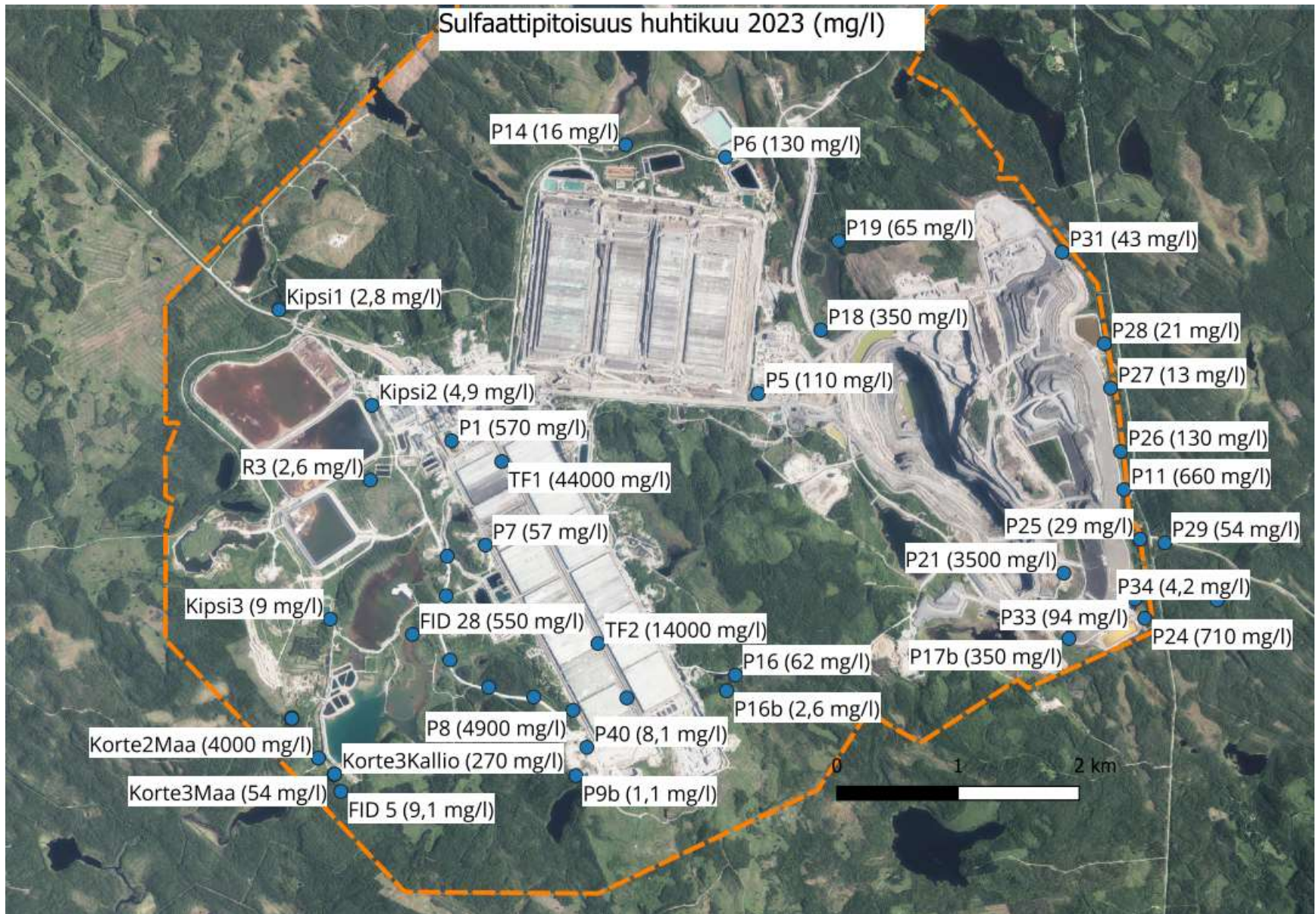
µg/l

Kupari: talousvesikaivot

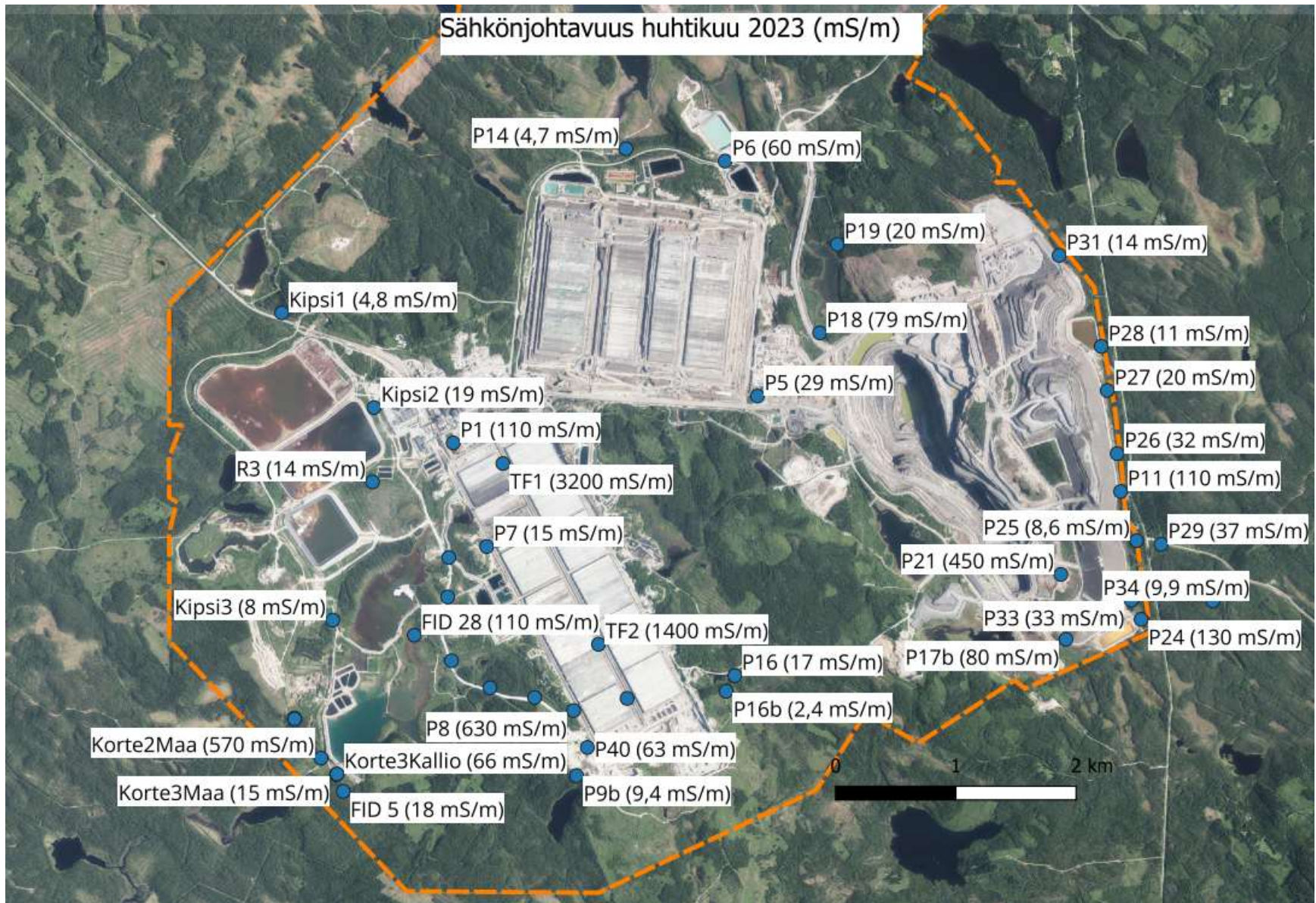




Sulfaattipitoisuus huhtikuu 2023 (mg/l)



Sähkönjohtavuus huhtikuu 2023 (mS/m)



Ottopaikka	Ottopäivä	Pinnan korkeus	Vedenpinnan taso (N60)	Ulkonäkö	Haju	Lämpötila	Redox mV	Sameus	Väriarvo	pH	Sähkönjohtavuus	Alkaliteetti	Happi (O2)	Happi (O2)	CODMn	Kloridi (Cl)	Sulfaatti (SO4)	Typpi (N)	Nitriitti (NO2)	Nitraatti (NO3)	Ammonium (NH4)	Fosfori (P, kok.)	KMnO4-luku	Fluoridi (F)	Kovuus (Ca + Mg)	Kalsium (Ca)	Magnesium (Mg)	Kalium (K)	Natrium (Na)	Alumiini (Al)	Arseeni (As)	Kadmium (Cd)	Koboltti (Co)	Kupari (Cu)	Mangaani (Mn)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)	TOC	TVOC	Lämpötila redox (mittausketkellä)	Näytteenotto-olosuhteet	
		m	m	Kentät	Kentät	Kenttä	NTU	mg P/l	mg P/l	mS/cm	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	°C	m	
TF1	20.11.2018	6,2	220,37		lievä hajuvirhe	13,4	490	31	193	3,3	803	<0,02	3,2	30	2,5	5,7	820	<200	<7	3400	30	320	12	73	220	1900	27	23	780000	<1,0	1100	6000	4900	730000	24000	24000	200000	280000	560000	570000	1700	3,11		
TF1	26.3.2019	6,24	220,37		lievä hajuvirhe	13,4	270	41	400	3,4	1900	<0,020	0,5	67	2,4	12	19000	2800	<70	<200	24	340	41	85	220	1900	26	18	860000	1,3	1200	7600	4300	1000000	280000	560000	570000	1700						
TF1	11.6.2019	6,23	220,38		hajuvirhe	12	280	2,1	110	3,4	2200	<0,020	<0,2	<2,0	300	10	27000	1300	<350	<4000	2900	750	33	130	250	2900	28	60	1100000	150	1600	8200	6000	1500000	380000	2300000	810000	3000						
TF1	17.10.2019	6,22	220,39		hajuvirhe	14,4	290	26	50	3,5	1100	<0,02	4,8	46	30	6,7	11000	2200	<35	<4000	<2000		16	67	250	1500	30	22	5100000	99	820	4400	4200	750000	190000	280000	400000	1300						
TF1	19.11.2019	6,18	220,43		lievä hajuvirhe	12,2	350	74	89	3,4	1600	<0,02	2,7	25	13	9,5	19000	2400	<7	190	2600	450	35	84	220	1900	27	21	1100000	0,92	1300	6000	3900	1100000	240000	660000	530000	680						
TF1	20.4.2020	6,16	220,45		hajuvirhe	13	300	12	88	3,4	1600	<0,02	0,5	52	49	8,9	21000	<1500	<38	260	1700	400	30	110	230	2500	28	24	870000	1,30	1500	8700	7500	1200000	290000	300000	600000	2700						
TF1	23.6.2020	6,18	220,43		hajuton	13,8	290	5,5	100	3,4	1500	<0,02	0,6	5,8	51	10	38000	2000	<66	<220	2300	750	13	150	230	3600	29	27	1400000	130	1700	11000	8900	1400000	300000	300000	690000	3000						
TF1	2.9.2020	6,18	220,43		lievä hajuvirhe	14	180	11	100	3,5	1800	<0,02	<0,2	<2,0	53	8,6	11000	1500	100	290	2000	170	25	60	220	1300	15	21	300000	<1,0	450	4400	3800	730000	170000	350000	330000	1400						
TF1	2.12.2020	6,13	220,48		lievä hajuvirhe	13,4	260	26	67	3,5	1600	<0,02	0,6	5,6	33	11	17000	1500	100	1600	350	50	95	220	2100	27	18	540000	<1,0	1100	7800	6400	1100000	240000	200000	480000	1900							
TF1	14.4.2021	8,8	217,81			13	220	11	98	3,5	2000	<0,020	0,3	3,2	78	11	27000	920	<70	580	1700	530	27	150	220	3600	29	22	860000	150	1300	8700	6500	1800000	350000	500000	700000	2900						
TF1	15.6.2021	5,6	221,01		LMT	14,2	190	49	93	3,5	2500	<0,020	0,8	8	81	<12,5	28000	1500	91	650	1600	450	35	150	220	3600	23	22	860000	<1,0	1500	8200	7000	2100000	400000	580000	790000	3900						
TF1	9.9.2021	7,2	219,41		lievä hajuvirhe	15	260	90	110	3,4	3000	<0,020	0,3	3,2	110	15	34000	3500	69	730	2200	650	41	180	220	4400	25	19	960000	2,5	1700	8600	6200	2400000	450000	830000	840000	3800	25			-8		
TF1	8.12.2021	6,1	220,51		hajuton	14	290	55	80	3,3	1600	<0,020	11,1	110	63	9	22000	1600	230	2900	1300	110	110	24	120	230	2600	13	14	860000	0,56	1300	5500	5900	1700000	320000	560000	580000	2500	22,7			-7	
TF1	28.4.2022	8	218,61		hajuton	14,8	210	42	95	3,2	1500	<0,020	4,5	44	6	6,8	16000	650	<330	<4000	1400	66	24	86	170	2000	11	15	410000	<1,0	850	4800	4300	1100000	200000	150000	360000	3000						
TF1	11.7.2022	8,13	218,48		lievä hajuvirhe	15	270	9,4	140	3,3	2800	<0,020	<0,2	2	140	18	46000	2800	37	510	2900	1200	53	280	290	6600	19	30	1400000	<1,0	2400	13000	7000	3400000	620000	1000000	1100000	7600						
TF1	8.16.2022	8,16	218,45		lievä hajuvirhe	15,4	250	44	72	3,3	1800	<0,020	1,7	17	35	11	22000	3300	160	9300	1800	2200	35	160	390	3600	37	50	720000	<1,0	1400	9000	6700	2000000	320000	290000	560000	4400						
TF1	21.11.2022	8,12	218,49		lievä hajuvirhe	16,4	300	41	79	3,3	1700	<0,02	1,2	12	21	9,8	22000	1900	20	2100	2200	2800	16	130	290	3100	17	18	590000	0,38	1200	7200	6500	1500000	270000	160000	530000	5500						
TF1	18.4.2023	8	218,61		hajuton	11,4	260	36	150	3,4	3200	<0,020	<0,2	1,8	130	18	44000	1200	19	850	2600	1400	12	240	290	5700	17	21	1200000	110	1900	11000	4900	2800000	540000	840000	990000	6700						
TF2	6.4.2017	6,94	219,75		lievä hajuvirhe	7,2	320	46	140	3,7	260	<0,020	4,2	35	1,5	3,2	2900	1400	<7	1800	120	15	2,7	12	170	190	18	16	45000	12	75	800	990	91000	21000	73000	49000	53						
TF2	19.6.2017	6,9	219,79		hajuton	8,6	320	39	450	3,1	350	<0,020	4,2	36	1,5	12	4100	1100	<23	2500	570	2,9	2,8	12	140	200	14	12	70000	<1,0	150	980	1700	130000	38000	93000	81000	150						
TF2	12.9.2017	6,9	219,79		hajuton	10,7	350	18	200	3,2	520	<0,020	5,6	50	20	3,6	8200	<2000	<7	3800	430	160	15	23	230	420	20	17	130000	35	270	2000	3300	210000	71000	250000	150000	270						
TF2	15.11.2017	6,8	219,79		lievä hajuvirhe	10,3	340	57	230	3,4	1500	<0,020	4,9	44	270	<25	79000	2900	<370	<1100	2700	880	59	98	410	2100	16	23	870000	1,00	9600	9600	10000	1700000	310000	660000	2800							
TF2	10.4.2018	6,9	219,79		hajuton	10,9	310	810	80	3,5	1100	<0,020	5	45	61	7,1	21000	3300	<35	3800	480	1700	34	67	300	1400	25	29	370000	25	320	5500	3700	900000	180000	1000000	350000	1000						
TF2	19.6.2018	6,9	219,79		hajuvirhe	10,9	420	46	400	3,1	720	<0,020	4,7	42	6,6	24000	2500	<7	1200	1600	210	160	29	35	160	740	16	18	220000	<1,0	380	3000	2400	460000	98000	180000	200000	610						
TF2	20.8.2018	7,25	219,44		hajuvirhe	12,9	170	69	200	3,8	1600	<0,020	8,5	80	270	13	21000	5500	<7	<200	150	210	160	100	420	2300	39	48	500000	170	330	8400	43	1400000	240000	1900000	530000	1600						
TF2	20.9.2018	6,95	219,74		lievä hajuvirhe	14,9	370	15	700	3	1100	<0,020	3,6	35	9,2	9,8	16000	<2000	<28	<780	150	320	59	17	59	220	17	17	340000	66	660	3400	2500	820000	180000	83000	40000	1700						
TF2	20.11.2018	7	219,69		lievä hajuvirhe	14	380	9,4	100	3,3	1600	<0,020	7,7	75	50	11	19000	<2000	9	590	<8	320	24	100	280	2300	18	30	680000	6,2	750	7500	3600	1300000	310000	1800000	660000	1200						
TF2	26.3.2019	6,87	219,82		hajuvirhe	13,1	360	73	3	2000	<0,020	7	67	3,5	13	21000	2900	<7	<200	27	680	200	39	97	260	2200	8,4	23	470000	<1,0	950	6900	3800	1200000	320000	1300000	640000	1800						
TF2	11.6.2019	6,84	219,8																																									

Talousvesikaivot	Pvm	Kallioerän laatu	Alkaliniteetti	Kaivotyyppi	Alumiini, Al	Ammonium, mg/l	Antimoni, Sb	Arseeni, As	Elohopea, Hg	Haju	Happi (pitoisuus (Metrohm) mg/l)	Kadmium (Cd) / RZF02	Kalium (K) / RZF01	Kalsium (Ca) / RZF01	Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	Kloridi	Koboltti (Co) / RZF02	Kovuus (Ca + Mg)	Kromi (Cr) / RZF02	Kupari, Cu	Lyijy, Pb	Lämpötila	Magnesium (Mg) / RZF01	Mangaani, Mn	Natrium (Na) / RZF01	Nikkeli, Ni	Nitraatti, mg/l	Nitriitti, mg/l	Rauta, Fe	Sameus NTU	Seleenin (Se) / RZF02	Sinkki, Zn	Sulfaatti	Sähköjohtavuus	Uraani (U) / RZF02	Vanadiini (V) / RZF02	Vesipinta putken päästä	Veden pinnan taso	Väri	pH	
			mmol/l		µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	No unit	mg/l	µg	mg	mg	mg/l	mg/l	µg	mmol	µg	µg/l	µg/l	°C	mg	µg/l	mg	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	NTU	µg	µg/l	mg/l	mS/m	µg	µg	m	N60	mg Pt/l	suositus 6,5-9,5	
Mylyniemi	3.5.2011	Killieluske	0,17	hetekaivo		23	<15	<10	<10		7,8	<2	4,35	11,6			10,1	0,36	<10	16,3	<10		2,37	179	0,966	54,9	14000	<0,0070	61,3	0,77	<8	281			11,42		<6		20	6,1	
Mylyniemi	25.8.2011	Killieluske	0,65	hetekaivo		19	<15	<10	<10		3,6	<2	6,12	24,1			3	0,66	<10	16,1	<10		2,39	89	2,25	41,8	3300	<0,0070	106	1,1	<8	165			15,88		<6	210,635	25	6,3	
Mylyniemi	12.6.2012	Killieluske	0,44	hetekaivo		8	<15	<10	<0,1		5,9	<2	3,89	12,1			3,1	0,38	<10	13,9	<5		1,71	50,1	1,07	35,2	6100	<0,0070	65,3	0,68	<5	142			11,12	0,05	<6		20	6,2	
Mylyniemi	5.9.2012	Killieluske	0,66	hetekaivo		45	<15	<10	<10		5,4	<2	3,19	18,2			<3	0,56	<10	13,8	<5		1,45	18,9	1,36	27,8	540	<0,0070	111	0,63	<8	91			12,91	0,07	<6		210,635	25	6,7
Mylyniemi	6.6.2013	Killieluske	0,45	hetekaivo	280	20	0,59	0,24	<0,05		6,8	0,65	4,7	14		1,8	3,4	0,7	17	0,68		1,5	61	1,6	32	9084	<0,0070	100	0,83	0,6	160	17		11,7	0,14	0,43		210,425	15	6,7	
Mylyniemi	27.8.2013	Killieluske	0,66	hetekaivo		30	0,23	0,14	<0,05		3,9	0,48	4,5	18			1,5	0,54	2,1	13	0,15		1,6	40	2,2	30	2000	<0,0070	90	0,89	0,4	87			13,7	0,08	0,33		210,495	20	6,6
Mylyniemi	1.4.2014	Killieluske	0,71	hetekaivo	92	<6	<0,50	<1,0	<0,050		4,5	0,45	4,2	20			1,1		<1,0	11	<0,50	1,4	1,7	23	2,1	23	5400	<0,0070	89	0,8	<1,0	110	27	14	<0,10	<1,0		210,62	15	6,6	
Mylyniemi	2.9.2014	Killieluske	0,65	hetekaivo	110	7,9	<0,50	<1,0	<0,020		4,1	0,4	5	19			5,1	0,56	1,3	<1,0	14	<0,50	1,0	1,4	27	2,1	20	2300	<0,0070	120	0,58	<1,0	83	24	13	<0,10	<1,0		20	6,4	
Mylyniemi	16.4.2015	Killieluske	0,38	hetekaivo	150	<6	<0,50	<1,0	<0,020	hajuton	8,4	0,75	1,9	16			4,3	1,2	4,1	<1,0	12	<0,50	0,5	2	38	2,2	40	8900	<0,0070	44	0,45	<1,0	170	28	13	<0,10	<1,0		15	6,3	
Mylyniemi	31.8.2015	Killieluske	0,65	hetekaivo	190	39	<0,50	<1,0	<0,020	hajuvirhe	1,4	0,52	3,6	15	6,5	<0,50	7,1	<1,0	14	<0,50	10,6	1,3	160	1,3	33	850	0,015	1200	1,8	<1,0	100	18	12	0,12	<1,0	0,78	210,66	45	6,4		
Mylyniemi	13.4.2016	Killieluske	0,21	hetekaivo	220	13	<0,50	<1,0	<0,020	maamainen	4,7	0,78	3,4	15	5	<0,8	4,3	<1,0	13	<0,50	0,5	53	1,7	31	2500	<0,0070	420	0,97	<1,0	160	13	6,9	<0,10	<1,0				25	6,8		
Mylyniemi	21.9.2016	Killieluske	0,82	hetekaivo	76	<6	<0,50	<1,0	<0,020	lievä hajuvirhe	6,2	0,22	3,4	16	4,8	0,77	0,77	<1,0	9,6	<0,50	8,7	0,87	18	1,5	16	72	<0,0070	190	0,77	<1,0	44	17	14	<0,10	<1,0		25	7,1			
Mylyniemi	9.5.2017	Killieluske	0,47	hetekaivo	130	<6	<0,20	<0,20	<0,020	hajuvirhe, humus	7	0,31	3,5	21	4,6	1,1	3,1	<1,0	9,6	<0,10	0,6	1,8	50	2,7	27	9000	<0,0070	640	1,6	<0,20	100	23	14	<0,10	0,69			25	6,8		
Mylyniemi	12.9.2017	Killieluske	0,28	hetekaivo	330	<6	<0,20	<0,20	<0,020	lievä hajuvirhe	5,7	0,58	2,9	10	10	<0,50	4,6	0,53	18	0,22	9,9	1,3	66	1,6	35	280	<0,0070	280	3,8	0,28	120	19	8,3	0,15	0,64	0,54	210,9	70	7,2		
Mylyniemi	18.9.2018	Killieluske	1,1	hetekaivo	43	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	lievä hajuvirhe	0,9	0,069	4,8	30	4,1	1,1	4,2	<0,50	52	0,16	8,7	1	28	3,2	9,4	0,22	<0,0070	430	2,1	<0,20	13	24	18	0,18	0,7			25	6,3		
Mylyniemi	28.3.2019	Killieluske	1,2	hetekaivo	84	0,0071	<0,20	<0,20	<0,02	hajuton	5,1	0,12	4,5	30	4	1,3	2,2	0,81	<0,50	9,3	0,16	2,1	1,2	42	3,4	12	0,044	<0,0070	420	1,1	<0,2	26	29	20	0,17	0,75			12	7,6	
Mylyniemi	29.8.2019	Killieluske	0,57	hetekaivo	110	0,0071	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	7,9	0,32	3,2	16	5,3	1,4	0,93		<0,50	11	0,05	1,5	14	2,1	23	1,8	<0,0070	49	0,75	<0,20	77	23	13	0,05	0,4			16	7,4		
Mylyniemi	21.4.2020	Killieluske	0,43	hetekaivo	120	0,017	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	3,7	0,75	1,8	15	3,8	2,8	2		<0,50	8,8	0,05	1,7	16	2,5	33	0,88	<0,0066	26	<0,20	<0,20	140	26	13	0,05	<0,20	0,61	210,83	11	6,5		
Mylyniemi	28.9.2020	Killieluske	0,47	hetekaivo	190	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	5,1	0,49	1,7	9,6	8,1	0,25	3,7		0,69	17	0,5	8	0,95	51	1,4	24	0,3	<0,0066	470	1,8	0,3	77	19	10	0,12	0,41	0,64	210,8	35	6,4	
Mylyniemi	21.4.2021	Killieluske	0,53	hetekaivo	160	<0,006	<0,20	<0,20	<0,020	lievä hajuvirhe	7,2	0,47	2,3	14	4,5	0,8	2,6		<0,50	11	<0,10	1,7	1,3	25	2	26	6,1	<0,0066	170	0,46	0,24	110	19	13	0,12	0,36			18	6,5	
Mylyniemi	2.9.2021	Killieluske	0,55	hetekaivo	210	<0,006	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	7,4	0,48	2,5	14	6,6	<0,5	7,6		0,52	14	<0,10	10,3	1,3	120	1,9	31	0,2	<0,0066	450	0,63	0,2	95	22	11	0,11	0,55	0,85	210,59	22	6,4	
Mylyniemi	26.4.2022	Killieluske	0,15	hetekaivo	180	<0,006	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	7,8	0,63	3,1	12	4,5	0,51	3,1		<0,50	9,8	<0,10	1	1,7	39	1,9	26	17	<0,0066	41	0,54	0,24	100	21	11	<0,10	0,37	0,47	210,97	15	6	
Mylyniemi	29.8.2022	Killieluske	0,72	hetekaivo	140	<0,006	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	1,3	0,52	2,8	21	4,5	<0,5	2		<0,50	12	0,12	11,5	1,6	32	2,2	25	2,2	<0,0066	290	1,3	<0,20	77	28	14	0,11	0,28	0,83	210,61	14	6,5	
Mylyniemi	20.4.2023	Killieluske	0,98	hetekaivo	94	<0,006	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	5,5	0,27	2,1	22	4,1	<0,5	1,1		<0,50	8,6	<0,10	1,8	1,4	14	2,6	20	0,75	<0,0066	30	0,23	<0,20	49	36	19	<0,10	0,58	0,6	210,84	13	7,2	
Sorsala	24.4.2008	Killieluske	1,5	kulukaivo		<7	<15	<10	<10		4,5	<2	3,63	27			<3	0,84	<10	<10	<10		3,69	7,5	2,79	2,5	4100	<0,0070	<15	0,15	<8	25			18,5		<6		<10	7,7	
Sorsala	21.8.2008	Killieluske	1,5	kulukaivo		19	<15	<10	<10		4,5	<2	2,8	28			<3	0,75	<10	<10	<10		3,8	<5	2,3	2,5	4400	<0,0070	30	0,07	<8	<10			18		<6		<10	7,5	
Sorsala	27.4.2009	Killieluske	1,4	kulukaivo		17	<15	<10	<10		5	<2	2,5	26			<3	0,75	<10	<10	<10		3,7	27	2,1	2,5	4000	<0,0070	<15	0,16	<8	<10			17,4		<6		<5	7,4	
Sorsala	2.9.2009	Killieluske	1,6	kulukaivo		22	<15	<10	<10		5,1	<2	3	30			<3	0,72	<10	<10	<10		4	<5	1,5	2,5	2400	<0,0070	27	0,62	<8	<10			18,9		<6		<5	7,8	
Sorsala	24.3.2010	Killieluske	1,6	kulukaivo		4	<15	<10	<10		4	<2	2,83	27,8			<3	0,75	<10	<10	<10		3,8	5,02	2,87	2,5	2300	<0,0070	29,2	<0,25	<8	7,9			18,3	0,41	<6		<5	7,9	
Sorsala	18.8.2010	Killieluske	1,7	kulukaivo		7	<15	<10	<10		6	<2	2,81	28,2			<3	0,83	<10	<10	<10		3,84	2530	2,74	2,5	2000	<0,0070	105	0,26	<8	15,8			18,5						

Talousohje	Pvm	Kalliojärven laatu	Alkaliniteetti	Kaivotyyppi	Alumiini, Al	Ammonium, mg/l	Antimoni, Sb	Arseeni, As	Elohopea, Hg	Haju	Happipitoisuus (Metrohm)	Kadmium (Cd) / RZF02	Kalium (K) / RZF01	Kalsium (Ca) / RZF01	Kemiallinen hapenkulutus, CODMn	Kloridi	Koboltti (Co) / RZF02	Kovuus (Ca + Mg)	Kromi (Cr) / RZF02	Kupari, Cu	Lyijy, Pb	Lämpötila	Magnesium (Mg) / RZF01	Mangaani, Mn	Natrium (Na) / RZF01	Nikkeli, Ni	Nitraatti, mg/l	Nitriitti, mg/l	Rauta, Fe	Sameus NTU	Seleen (Se) / RZF02	Sinkki, Zn	Sulfaatti	Sähkönjohtavuus	Uraani (U) / RZF02	Vanadiini (V) / RZF02	Vesipinta putken päästä	Veden pinnan taso	Väri	pH		
			mmol/l		suositus <200	suositus 0,5	laatuvuoritus <5	Laatuvaatimus <10	Laatuvaatimus <1,0	No unit	mg/l	µg	mg	mg	mg/l	mg/l	µg	mmol	µg	µg/l	µg/l	°C	mg	µg/l	mg	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	NTU	µg	µg/l	mg/l	mS/m	µg	µg	m	N60	mg Pt/l	suositus 5	suositus 6,5-9,5	
Puoliväli	2.9.2014	Arkeinen	0,59	porakaivo	130	<6	<0,50	<1,0	<0,020		5,8	<0,030	1,7	6,6	<0,50	14	<0,50		<1,0	71	2,8	6,7	6,6	<1,0	5,7	1	8100	<0,0070	<10	<0,20	<1,0	46	5,3	13		8,3	<1,0		<5	6,3		
Puoliväli	16.4.2015	Arkeinen	0,59	porakaivo	100	<6	<0,50	<1,0	<0,020	hajuton	5,2	<0,030	1,7	6,6	<0,50	15	<0,50		<1,0	110	3,4	6,8	6,5	<1,0	5,7	1,3	7800	<0,0070	<10	<0,20	<1,0	63	5,3	13		7,5	<1,0		<5	6,4		
Puoliväli	2.9.2015	Arkeinen	0,6	porakaivo	87	7	<0,50	<1,0	<0,020	hajuton	8	<0,030	1,6	5,8	<0,50	13	<0,50		<1,0	240	5	9,6	5,8	4	5	3,5	7800	<0,0070	14	<0,20	<1,0	210	4,9	13		5,8	<1,0		<5	6,6		
Puoliväli	13.4.2016	Arkeinen	0,6	porakaivo	290	<6	<0,50	<1,0	<0,020	hajuton	5,3	0,035	1,6	6,9	<0,50	11	<0,50		<1,0	350	13	6,2	6,1	<1,0	5,6	3	7300	<0,0070	52	0,52	<1,0	210	3,7	13		10	<1,0		<5	6,5		
Puoliväli	10.10.2016	Arkeinen	0,6	porakaivo	160	<6	<0,50	<1,0	<0,020	hajuton	5	0,049	1,6	6,8	<0,50	14	<0,50		<1,0	440	10	5	6,3	1,5	5,4	4,8	7200	<0,0070	28	0,41	<1,0	430	5	13		6,9	<1,0		<5	6,5		
Puoliväli	17.5.2017	Arkeinen	0,59	porakaivo	38	<6	0,36	<1,0	<0,020	hajuton	5,9	<0,030	1,6	6,2	<0,50	13	<0,50		<1,0	89	4,5	7,5	6,5	<1,0	5,6	0,5	6300	<0,0070	15	0,44	<1,0	100	5,2	13		5	<1,0		<5	6,7		
Puoliväli	5.9.2018	Arkeinen	0,56	porakaivo	120	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	5,7	<0,030	1,7	6,1	<0,50	12	<0,10		<0,50	180	4,2		6,2	<1,0	5,7	1,2	6,2	<0,0070	12	<0,20	<0,20	100	5,4	12		5,7	0,24		<5,0	6,9		
Puoliväli	17.7.2019	Arkeinen	0,59	porakaivo	110	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	5,1	<0,030	1,7	6	<0,50	12	<0,10		<0,50	190	5,2		6,3	<1,0	5,8	1,6	5,5	<0,0070	13	0,21	<0,20	110	5,2	13		5,5	0,26		<5,0	6,6		
Puoliväli	12.9.2019	Arkeinen	0,61	porakaivo	170	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	5,6	<0,030	1,7	6,2	<0,50	11	<0,10		<0,50	150	5,2		6,2	1,7	5,6	0,84	5,8	<0,0070	18	0,23	<0,20	90	4,9	13		8,1	0,3		<5,0	6,7		
Puoliväli	21.4.2020	Arkeinen	0,33	porakaivo	86	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	8,3	<0,030	1,5	5,7	<0,5	11	<0,10		<0,50	97	2,8	7	5,9	<1,0	5,1	0,94	5,1	<0,0066	10	<0,20	<0,20	63	5	38		5,5	0,29		3,1	6,4		
Puoliväli	29.9.2020	Arkeinen	0,58	porakaivo	93	<0,0060	<0,20	<0,20	<0,020	hajuton	5,8	<0,030	1,7	6,4	<0,5	11	<0,10		<0,50	120	3,8	7	5,8	<1,0	5,5	0,96	5,6	<0,0066	<10	0,52	<0,20	51	5,1	12		7,5	0,28		<2,0	6,9		
Puoliväli	24.5.2021	Arkeinen	0,56	porakaivo	130	<0,006	<0,20	<0,20	<0,020		5,2	<0,030	1,8	5,8	<0,5	10	<0,10		<0,50	130	3,7	6,5	6,3	0,5	5,8	0,92	5,2	<0,0066	5	<0,20	<0,20	75	4,4	12		7,7	0,3		<2,0	6,4		
Puoliväli	25.4.2022	Arkeinen	0,6	porakaivo	92	<0,006	<0,2	<0,2	<0,02		5,3	<0,03	1,6	5,7	<0,5	10	<0,1		<0,50	160	5,2	7,4	5,6	<1,0	5	1,4	5,4	<0,0066	<10	0,5	<0,20	120	5	12		7	0,35		<2,0	6,5		
Puoliväli	6.9.2022	Arkeinen	0,58	porakaivo	84	<0,006	<0,2	<0,2	<0,02	hajuton	5,2	<0,03	1,6	5,6	0,62	9,5	<0,10		<0,50	180	5,8	8	5,9	<1,0	5,4	1,3	5,7	<0,0066	<10	<0,20	<0,20	92	4,8	12		6,4	0,31		<2,0	6,2		
Puoliväli		huhtikuu ei näytetty																																								
Pappila	28.4.2008	Arkeinen	0,19	porakaivo	32	<15	<10	<10			10	<2	1,56	2,95					<10		<10		1,44	8,2	1,92	2,5	2500	<0,0070	141	<0,05	<8	27					4,3	<6		<10	5,9	
Pappila	27.8.2008	Arkeinen	0,21	porakaivo	57	<15	<10	<10			7,8	<2	1,4	3					<3	0,11	<10	<10	1,6	<5	1,6	2,5	2600	<0,0070	15	0,09	<8	<10					4,6	<6		<10	6	
Pappila	27.4.2009	Arkeinen	0,18	hetekaivo	8	<15	<10	<10			8,3	<2	0,89	2,6					<3	0,12	<10	<10	1,1	1700	1,3	2,5	1700	<0,0070	<15	0,24	<8	13					3,8	<6		<5	5,9	
Pappila	2.9.2009	Arkeinen	0,14	hetekaivo	52	<15	<10	<10			7,8	<2	0,64	2,1					<3	0,06	<10	<10	0,74	15	0,7	2,5	490	<0,0070	30	0,61	<8	<10					2,8	<6		<5	6	
Pappila	27.4.2010	Arkeinen	0,23	hetekaivo	43	<15	<10	<10			8,8	<2	0,9	3,5					<3	0,18	<10	14	<10	0,83	43,5	1,2	2,5	1500	<0,0070	200	4,6	<8	<10					3,8	0,04		<5	6,5
Pappila	19.8.2010	Arkeinen	0,34	hetekaivo	<7	<15	<10	<10			6,8	<2	1,82	4,42					<3	0,33	<10	<10	2,33	2,22	2,5	7100	<0,0070	16,3	<0,25	<8	10,8				6,7	0,02			224,851	<5	6,2	
Pappila	3.5.2011	Arkeinen	0,16	hetekaivo	12	<15	<10	<10			10,8	<2	1,08	2,14					<3	0,17	<10	14	<10	1,16	<5	1,44	2,5	2700	<0,0070	<15	<0,25	<8	<10					3,63	<6		<5	6,2
Pappila	25.8.2011	Arkeinen	0,24	hetekaivo	<7	<15	<10	<10			7,2	<2	1,61	3,39					<3	0,17	<10	<10	1,8	23	2	2,5	6500	<0,0070	<15	<0,25	<8	<10					5,49	<6		225,071	<5	6,1
Pappila	21.3.2012	Arkeinen	0,26	hetekaivo	22	<15	<10	<10			8	<2	1,31	3,58					<3	0,17	<10	<10	1,62	18,2	1,64	2,5	4700	<0,0070	518	1,3	<8	24,8				4,85	0,05		225,071	<5	6,7	
Pappila	5.9.2012	Arkeinen	0,22	hetekaivo	7	<15	<10	<10			8,7	<2	1,14	2,78					<3	0,27	<10	<10	1,37	<5	1,62	2,5	3600	<0,0070	13,8	<0,25	<8	<10					4,57	0,01	<6	225,321	<5	6,3
Pappila	19.11.2012	Arkeinen	0,21	hetekaivo	<30	<7	0,1	<0,05	<0,1		8,8	0,02	1,5	2,19					<0,05	0,21	0,25	<10	<0,05	1,31	<5	2,11	0,87	2300	<0,0070	<15	<0,25	<0,1	0,5	4,05	0,02			0,16	<5	6,1		
Pappila	5.3.2013	Arkeinen	0,17	hetekaivo	71	0,09	<0,05	<0,05			7,4	0,01	1,1	2,2		0,89	0,09	0,14	0,2	0,36	0,17	2,2	1	2,4	1,7	1	1600	<0,0070	50	<0,25	<0,2	1,7	3,1	3,38	0,02		0,15	<5	5,9			
Pappila	4.4.2013	Arkeinen	0,18	hetekaivo	80	26	0,26	<0,05	<0,05		8,3	0,02	0,79	2,3		1,1	0,3	0,14	0,4	0,4	0,08	0,69	83	1,5	7,5	250	<0,0070	32	0,51	<0,2	19	3,2	4,74	0,04		0,26	224,851	<5	5,8			
Pappila	5.9.2013	Arkeinen	0,18	hetekaivo	47	0,1	<0,05	<0,05			7,9	0,01	1,2	2,3					0,1	0,9	0,9	0,08	1	10	0,7	1,4	1700	<0,0070	30	<0,25	0,4	4,2				3,6	0,02		0,13	224,871	<5	6,1
Pappila	1.4.2014	Arkeinen	0,19	hetekaivo	69	<6	<0,50	<1,0	<0,050		10,3	<0,030	1,3	2	1,6	2,4	<0,50		<1,0	0,6	<0,50	3	1,1	2,4	1,7	0,5	2200	<0,0070	48	2,5	<1,0	6,4	4,1	3,6	<0,10	<1,0		<5	6,3			
Pappila	2.9.201																																									