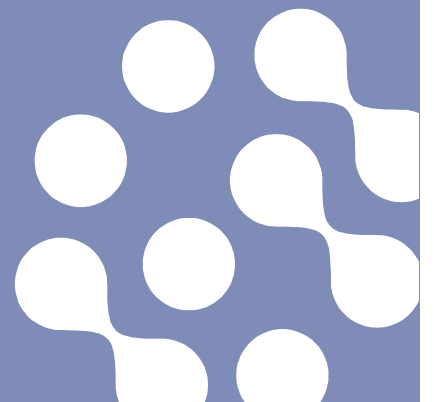


Eurofins Ahma Oy
13.10.2022

TERRAFAME OY POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3



TERRAFAME OY, POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

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.....	8
3.3	KORTELAMMEN ALUE.....	13
3.4	SEKUNDÄÄRIKENTÄN YMPÄRISTÖ.....	15
3.5	KIPSISAKKA-ALTAIDEN YMPÄRISTÖ.....	18
3.6	RIMPILÄNNIEMI.....	21
3.7	TALOUSVESIKAIVOT.....	22
4.	YHTEENVETO	24

LIITTEET

Liite 1. Tarkkailupistekartta

Liite 2. Tarkkailutulokset kuvaajina

Liite 3. Tarkkailutulokset

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo
Ympäristöasiantuntija

Tiina Härmä
Projektipäällikkö

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 2-3 kilometrin etäisyydellä Hakorannalla. 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 magneettikiisu. 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)

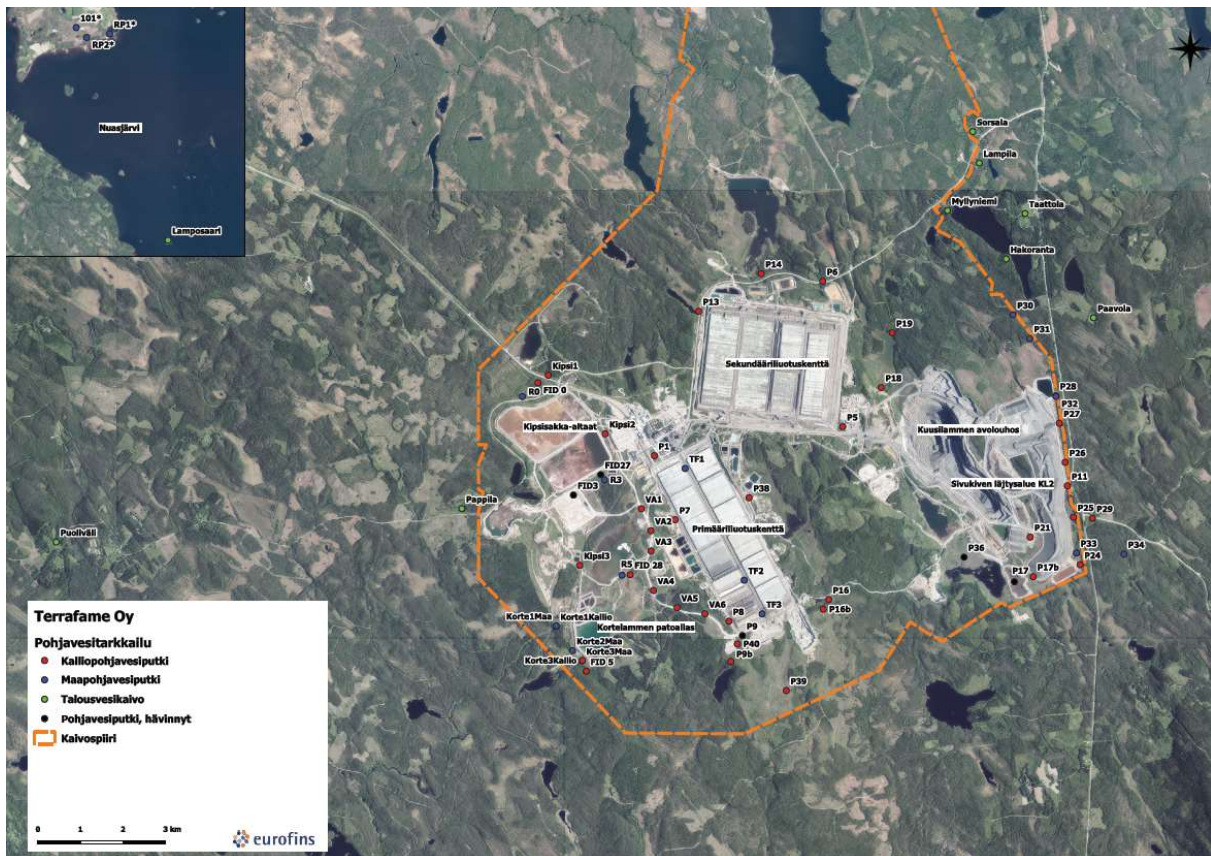
Pohjavesitarkkailua toteutetaan Ramboll Finland Oy:n 18.12.2019 (täydennetty 26.5.2020) laatiman tarkkailuohjelman mukaisesti, sekä kesäkuusta 2021 alkaen akkukemikaalitehtaan tarkkailusuunnitelman (15.6.2021) mukaisesti. Tarkkailua on myös täydennetty lisäämällä kaivospiirin alueelle veloitettarkkailuun kuulumattomia pohjavesiputkia. Tässä tarkkailuraportissa esitellään vuoden 2022 kolmannen kvartaalin pohjavesitarkkailun tulokset verraten niitä historiatietoihin.

2. TARKKAILUPISTEET SEKÄ SÄÄHAVAINNOT

2.1 Havaintopisteet

Pohjavesitarkkailun tavoitteena on saada tietoa pohjavesipinnan korkeuden sekä pohjaveden laadun mahdollisista muutoksista. Alueella on veloitetarkkailupisteitä 40 kappaletta. Näiden lisäksi on asennettu tarkkailua täydentäviä pohjavesiputkia primääriiutus Kentän lounaispuolelle 6 kappaletta, sekä sivukivialueen itä- ja pohjoispuolelle 6 kappaletta syksyn 2020 aikana. Keväällä 2021 asennettiin uudet putket (P9b, P16b ja P17b) aiemmin tuhoutuneiden tarkkailuputkien P9 ja P17 tilalle, sekä korvaamaan putkea P16, jonka arvioidaan jäävän läjitysalueen KL1 työmaan alle. Lisäksi läjitysalueen KL1 tarkkailua varten on asennettu uusi putki P38 alkuvuodesta 2021, mutta toistaiseksi putki on pelkästään yhtiön omassa tarkkailussa. Alkuvuodesta 2022 primääriiutus Kentän alueelle asennettiin kolme uutta pohjaveden tarkkailuputkea (TF3, P39 ja P40). Putki TF3 asennettiin primääriiutus Kentän keskikaistan eteläosaan ja putket P39 ja P40 primääriiutus Kentän länsi- ja eteläpuolelle. Purkuputkeen johdettavien vesien mahdollisia vaikutuksia pohjaveden laatuun tarkkaillaan Lamposaarella, Rimpilänniemen pohjavesialueella ja Heterannan vedenottamolla. (Kuva 2-1).

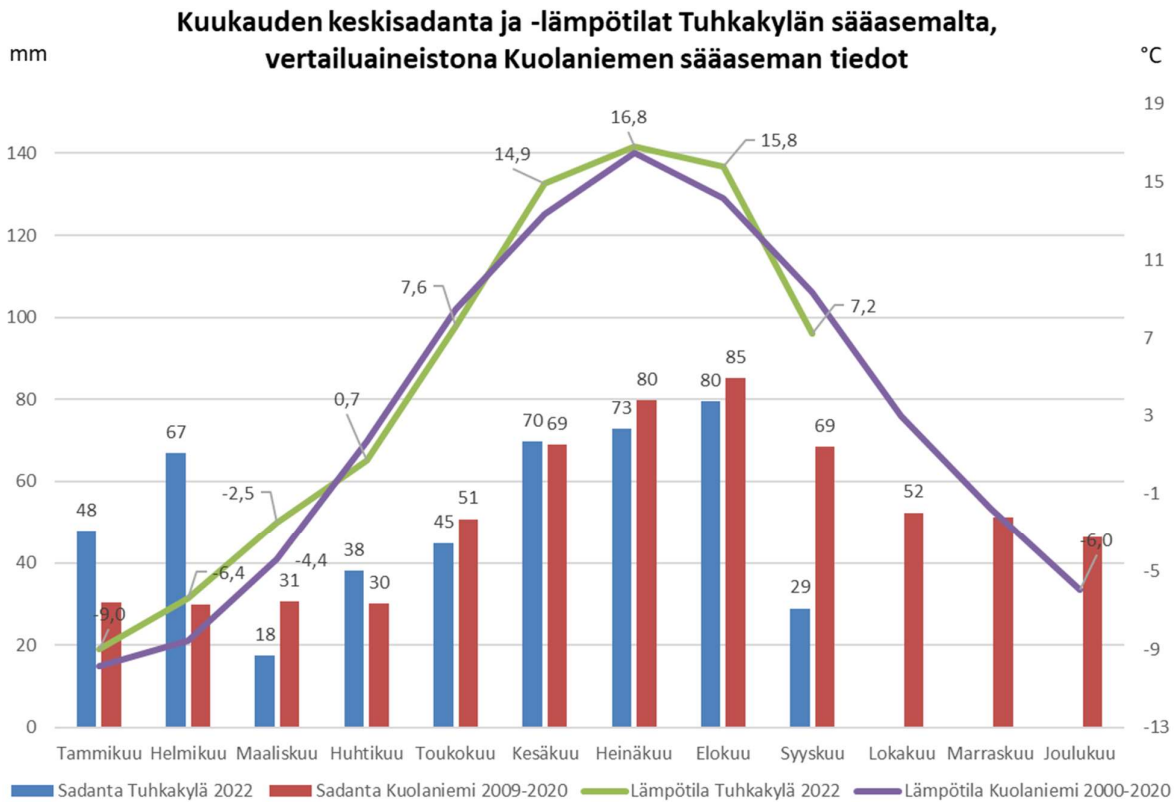
Tarkkailun näytteenottotiheydet ja näytteistä tehtävät analyysit on esitetty tarkemmin tarkkailuohjelmassa.



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

2.2 Meteorologiset olosuhteet

Sääolosuhteita kaivospiirillä kuvataan tässä raportissa Ilmatieteen laitoksen Tuhkakylän sekä Kuolaniemen sääasemien mittaustietojen perusteella. Tuhkakylän sääasema perustettiin loppuvuodesta 2019 ja se sijaitsee noin 5 kilometriä alueelta koilliseen. Kuolaniemen sääasema sijaitsee noin 18 kilometrin etäisyydellä alueelta koilliseen. (Kuva 2-2)



Kuva 2-2. Meteorologiset tiedot Tuhkakylän ja Kuolaniemen sääasemilta. Vertailutietoina Kuolaniemen keskimääräiset lämpötilatiedot esitetty vuosilta 2000-2020 ja sadantatiedot vuosilta 2000-2009 alkaen. (Ilmatieteen laitos, avoin data 2022)

Vuoden 2022 tammi- ja helmikuussa sateisuudet olivat noin kaksinkertaisia pitkänajan keskiarvoon verrattaessa. Maalis-elokuun sateisuuden summa oli yhteneväinen pitkänajan keskiarvoon, syyskuussa sateisuus jäi alle puoleen verrokista. Kolmannella kvartaalilla elokuun keskilämpötila oli noin 1,7 °C pitkänajan keskiarvon yläpuolella ja syyskuussa noin 2,1 °C alapuolella.

Alueen maaperä on suurimmaksi osaksi hyvin vettäläpäisevää sora/hiekkamoreenia, minkä vuoksi sulamisvedet sekä kesäiset sadannat suotautuvat tehokkaasti suoraan maaperään.

3. TARKKAILUTULOKSET

3.1 Sivukivialue KL2

Sivukivialueen pohjavesitarkkailussa on tällä hetkellä yhteensä 15 tarkkailuputkea. Keväällä 2021 alueen eteläosaan asennettiin putki P17b, joka korvasi aiemmin tuhoutuneen putken P17 (Kuva 3-1). Tarkkailuputki P36 tuhoutui keväällä 2022 jäätään läjityksen alle. Tarkkailuohjelman mukaisesti kaikilta alueen putkilta haettiin näytteet kolmannella kvartaalilla.

Alueen tuloksia tarkastellaan vuoden 2018 huhtikuusta alkaen, jolloin alueelle asennettiin suurin osa nykyisessä tarkkailussa olevista pohjavesiputkista.



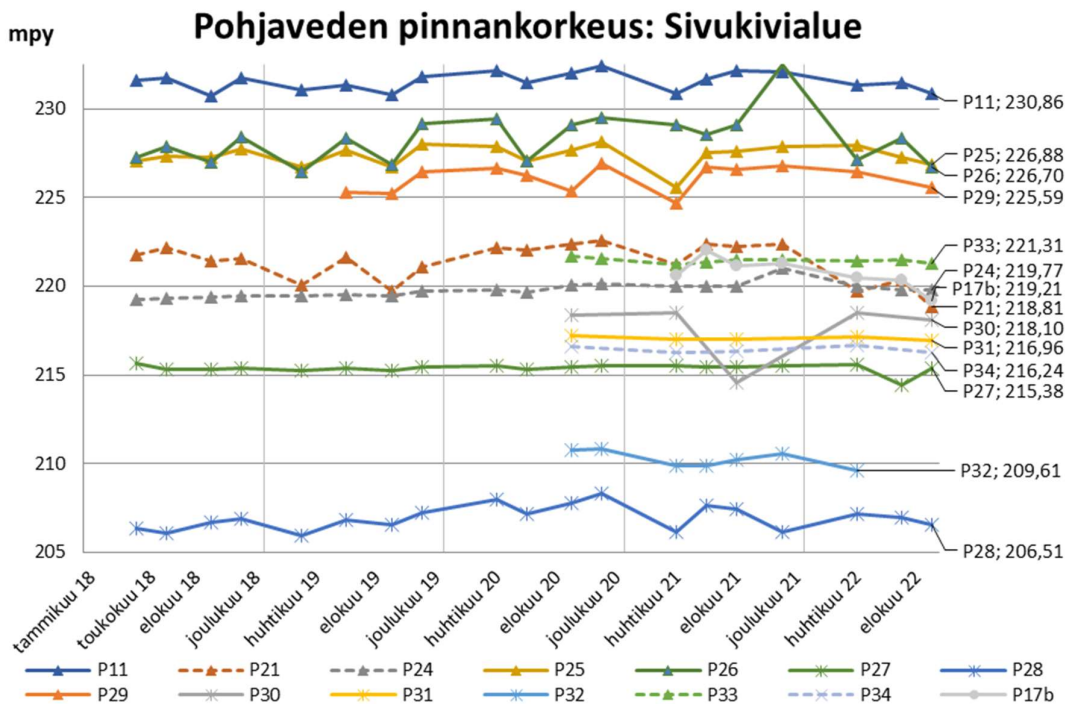
Kuva 3-1. Alueella sijaitsevat pohjaveden tarkkailupisteet, sivukivialue KL2.

Pohjaveden pinnankorkeudet

Vuoden 2022 pohjaveden pinnankorkeuksia on luonnehtinut pääsääntöisesti luontainen vuodenaikaisvaihtelu. Syyskuun vähäsateisuuden vuoksi pohjaveden pinnankorkeudet olivat pääsääntöisesti laskussa. Tarkkailuputkella **P27** pinnankorkeus kävi heinäkuun alussa noin metrin tavanomaisen tason alapuolella, pinnankorkeus palautui syyskuussa tarkkailuputken normaalille tasolle. Tarkkailuputkella **P21** on mitattu vuonna 2022 keskimäärin aikaisempia vuosia alempia (n. 1,5 m) pinnankorkeuksia. Tuloksissa on havaittavissa näytteenottoajankohdasta aiheutuvaa luontaista vaihtelua, mutta pinnankorkeudessa on myös laskevaa trendiä. (Kuva 3-2)

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

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 symboliilla, itäpuolen pohjavesiputkien tulokset yhtenäisellä viivalla sekä eteläosien pohjavesiputkien tulokset katkoviivalla.

Analyysitulokset

Sivukivialueen analyysitulokset pohjavesiputkilla olivat pääasiassa yhteneväisiä edellisiin tarkkailukierroksiin ja -vuosiin verrattuna. (Kuva 3-3).

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 toisella ja kolmannella kvartaalilla nousevat trendit ovat vahvistuneet, varsinkin nikkeli- (17000 µg/l), alumiini- (15000 µg/l) ja sulfaattipitoisuuksien (4900 mg/l) osalta. Mahdollisesti maaperän kautta tulevien vesien vaikutusta indikoivat rauta-, mangaani- ja sinkkipitoisuudet ovat nousseet kesällä 2022 uusiin huippupitoisuuksiin. Pohjavesiputken tarkempaa seuranta jatketaan ja syytä poikkeaville pitoisuuksille selvitetään. (Kuva 3-3, Liite 2)

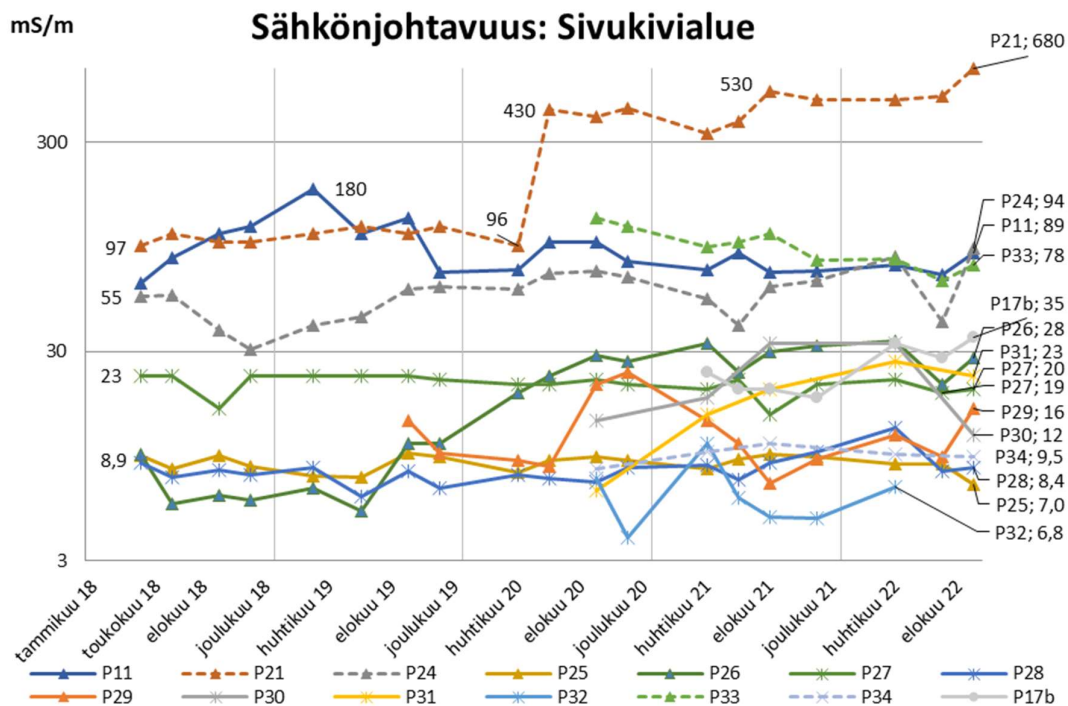
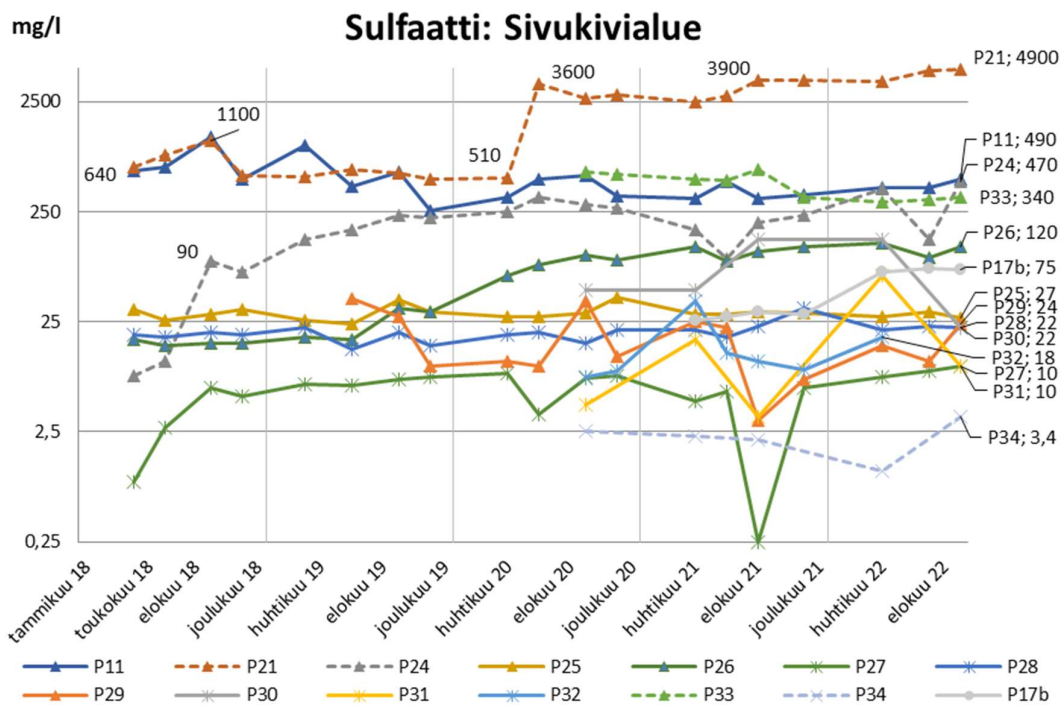
Putkella **P24** mm. sähkönjohtavuudessa, sekä sulfaatti-, mangaani- ja rautapitoisuuksissa on ollut havaittavissa pidempiäaikaisia nousevaa trendiä. Vuoden 2022 toisella kvartaalilla pitoisuudet, esimerkiksi sulfaatti ja nikkeli laskivat, mutta lähtivät uudelleen nousuun kolmannella kvartaalilla. (Kuva 3-3, Liite 2)

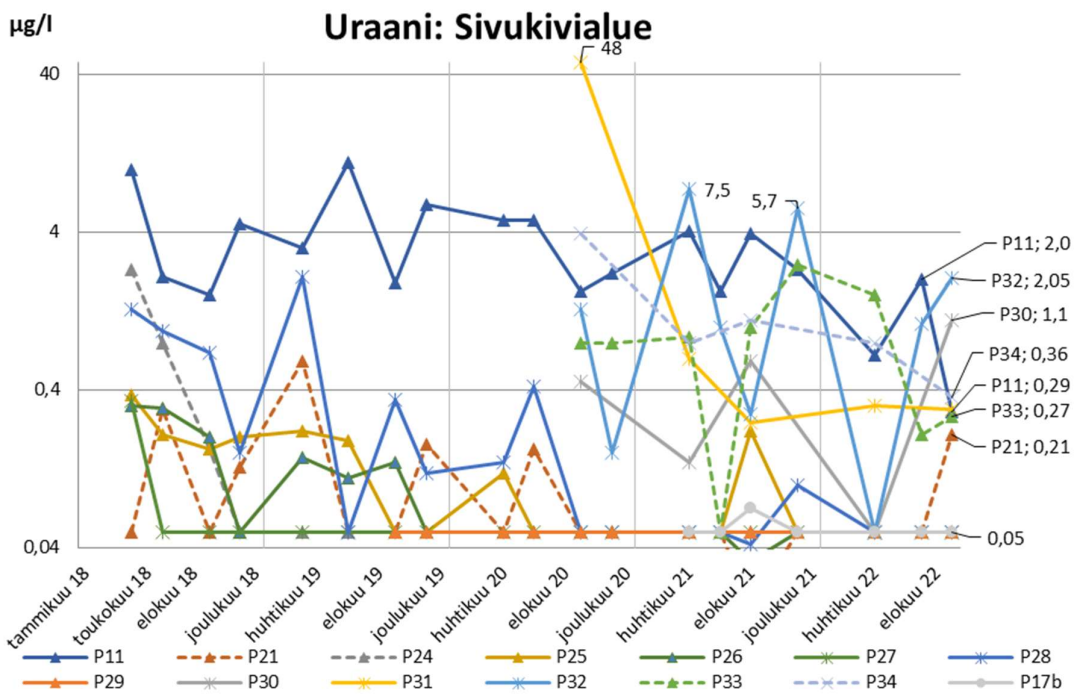
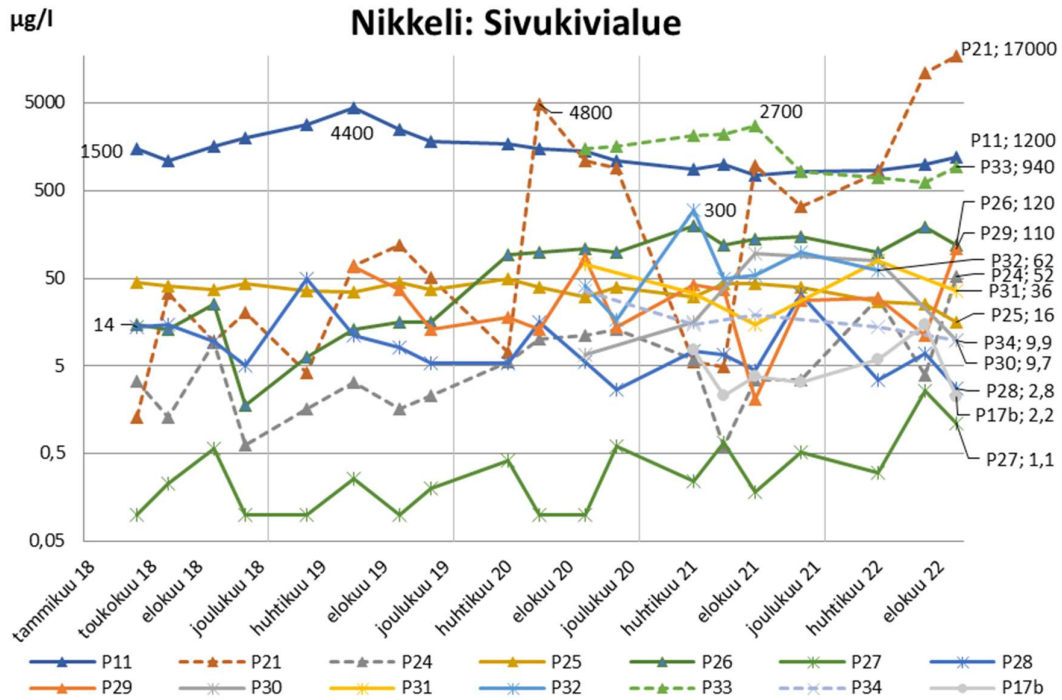
Putkella **P26** keskimääräiset sulfaattipitoisuudet ja sähkönjohtavuus ovat nousseet vuodesta 2018 alkaen, sekä metalleista kadmium, koboltti, kupari, mangaani, nikkeli ja sinkki vuoden 2019 jälkeen. Vuonna 2022 tulokset ovat olleet tasaisia, joten nousevat trendit näyttäisivät tasoittuneen. Pohjavesiputki P26 sijaitsee aivan sivukivialueen vieressä, alueen itäpuolella. (Kuva 3-3, Liite 2)

Muilla alueen tarkkailuputkilla tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin kierroksiin, uusilla putkilla on vielä havaittavissa vaihtelua pitoisuuksissa, varsinkin metallien osalta. Tuloksissa on havaittavissa myös luontaista

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

näytteenoton ajankohdasta johtuvaa hajontaa, vuonna 2022 toisen kvartaalin näytteet haettiin heinäkuun alussa, kun vuonna 2021 ne haettiin touko-kesäkuun vaihteessa.





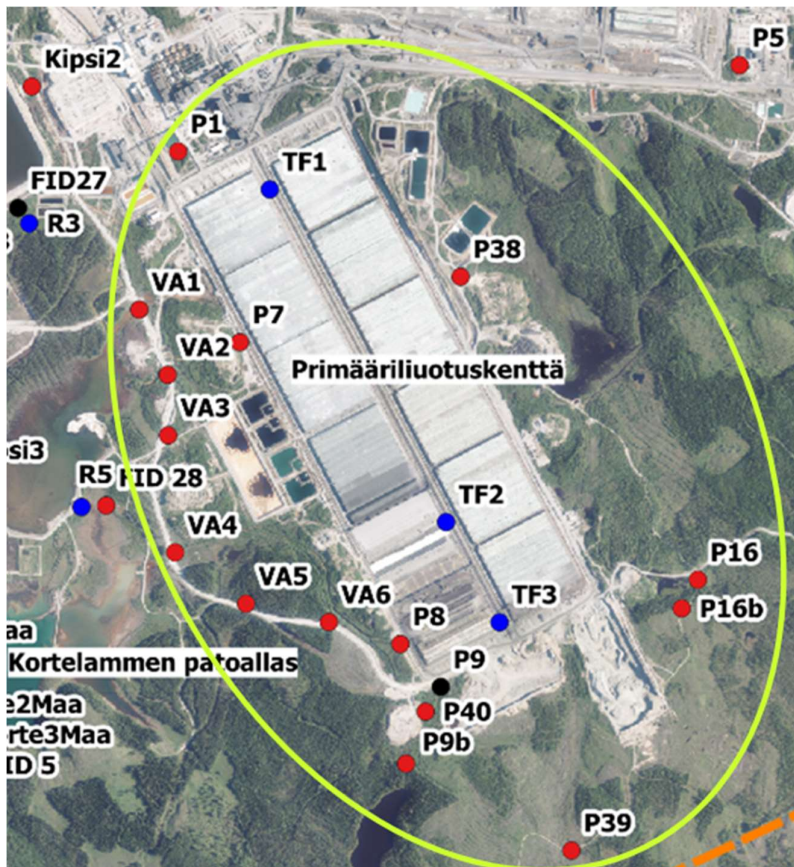
Kuva 3-3. Sivukivialueen KL2 tarkkailupisteiden pohjavesinäytteiden analyysituloksia vuodesta 2018 alkaen (huom. logaritminen asteikko). Kuvaajissa alueen pohjoisosien pohjavesiputkien tulokset on esitetty yhtenäisellä viivalla ja symbolilla, itäpuolen pohjavesiputkien tulokset yhtenäisellä viivalla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

3.2 Tehdasalue ja primäärilentä

Tehdas- ja primäärilentän alueella tarkkailussa on mukana kaikkiaan yhteensä 18 pohjavesiputkea (Kuva 3-4). 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 primäärilentän alueelle asennettiin kolme uutta pohjaveden tarkkailuputkea (**TF3**, **P39** ja **P40**). Putki TF3 asennettiin primääriliuotuskentän keskikaistan eteläosaan, putki P39 primääriliuotuskentän eteläpuolelle ja P40 primääriliuotuskentän viereen, sen länsipuolelle. Uusien tarkkailupisteiden tuloksia tarkastellaan tarkemmin, kun pisteiltä on kertynyt näytteitä koko vuodenkierron osalta.

Velvoitetarkkailun vanhoja pohjavesiputkia ovat **P1**, **P7**, **P8** ja **P16**. Näiden lisäksi primääriliuotusalueen keskikaistalle on sijoitettu 2 matalaa (n. 9 m) tarkkailuputkea **TF1** ja **TF2**, joiden avulla seurataan liuotuskasojen tiivisrakenteiden alapuolista vettä. Terrafame havaitsi 2019 primäärilentän loholla 2 tiivisrakenteen vaurioita, minkä vuoksi primäärilentän ympäristöstä tehtäviä suojapumppauksia tehostettiin kontaminaation leviämisen ehkäisemiseksi ja korjaustoimenpiteet aloitettiin. Samalla alueen lounais- ja länsipuolelle asennettiin pohjavesiputket (VA1-VA6) mahdollisen laajemman vaikutuksen havaitsemiseksi. (Kuva 3-4)

Alueen pohjavesiputkilla näytteenottotiheydet 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. Kesä- ja marraskuussa näiltä putkilta mitataan vain pinnankorkeudet. Kolmannella kvartaalilla kaikilta tarkkailupisteiltä haettiin näytteet.

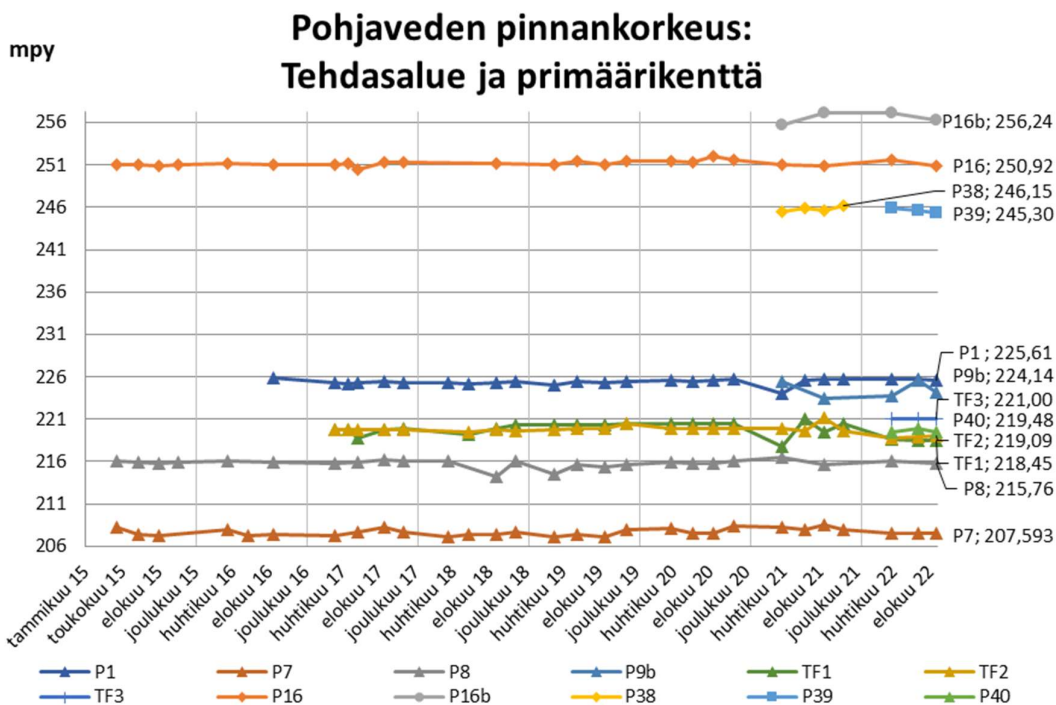


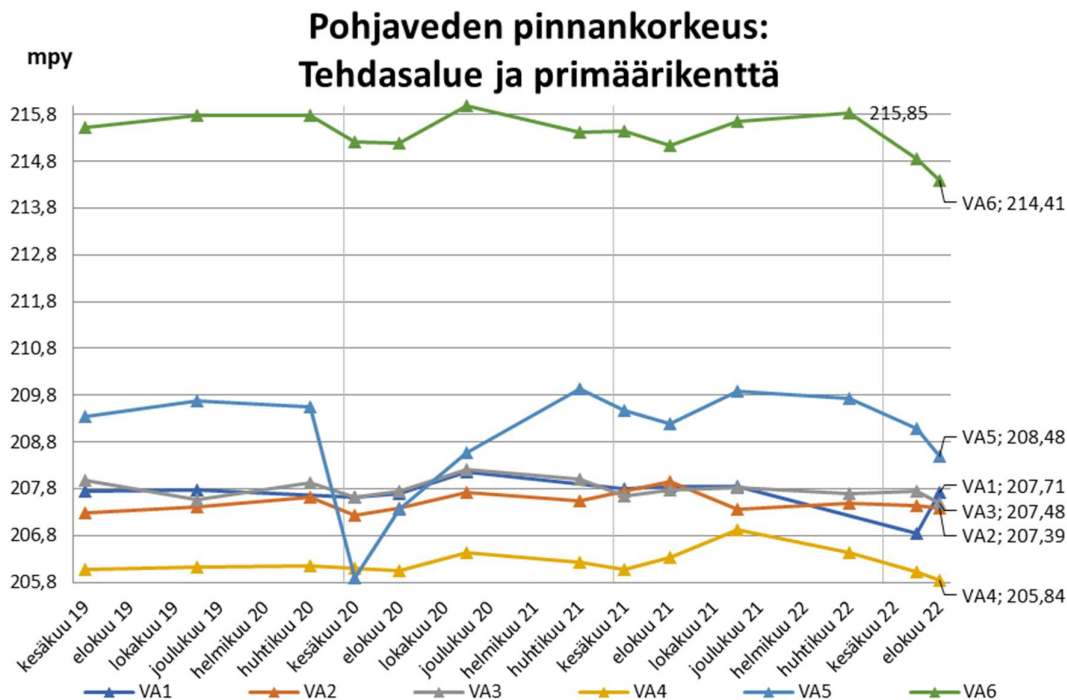
Kuva 3-4. Tehdasalueen ja primäärilentän pohjaveden tarkkailupisteet.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

Pohjaveden pinnankorkeudet

Primäärkentän alueella pohjaveden pinnankorkeudet ovat pysytelleet tarkkailun aikana melko tasaisina, eikä toimintojen aiheuttamaa pohjaveden alenemaa tai toisaalta kohoamista ole alueella havaittavissa. Mittausten mukaan pinnankorkeuden vaihtelut ovat pysytelleet näillä tarkkailupisteillä pääsääntöisesti luontaisissa vaihteluväleissä. Tarkkailuputkella VA6 pinnankorkeuden havaittiin laskeneen heinäkuun alussa ja lasku jatkui syyskuussa. Vuoden 2022 toisen kvartaalin näytteet haettiin heinäkuun 7.-11. päivä, kun esimerkiksi vuonna 2021 näytteet haettiin noin kuukautta aikaisemmin, jolloin pohjavesien pinnankorkeudet olivat edelleen korkeammalla kevään sulamiskauden jäljiltä. Syyskuussa pinnankorkeudet olivat yleisesti laskussa, vähäsateisuudesta johtuen. (Kuva 3-5)





Kuva 3-5. Primäärkentän ja täydentävien tarkkailupisteiden pohjaveden pinnankorkeudet.

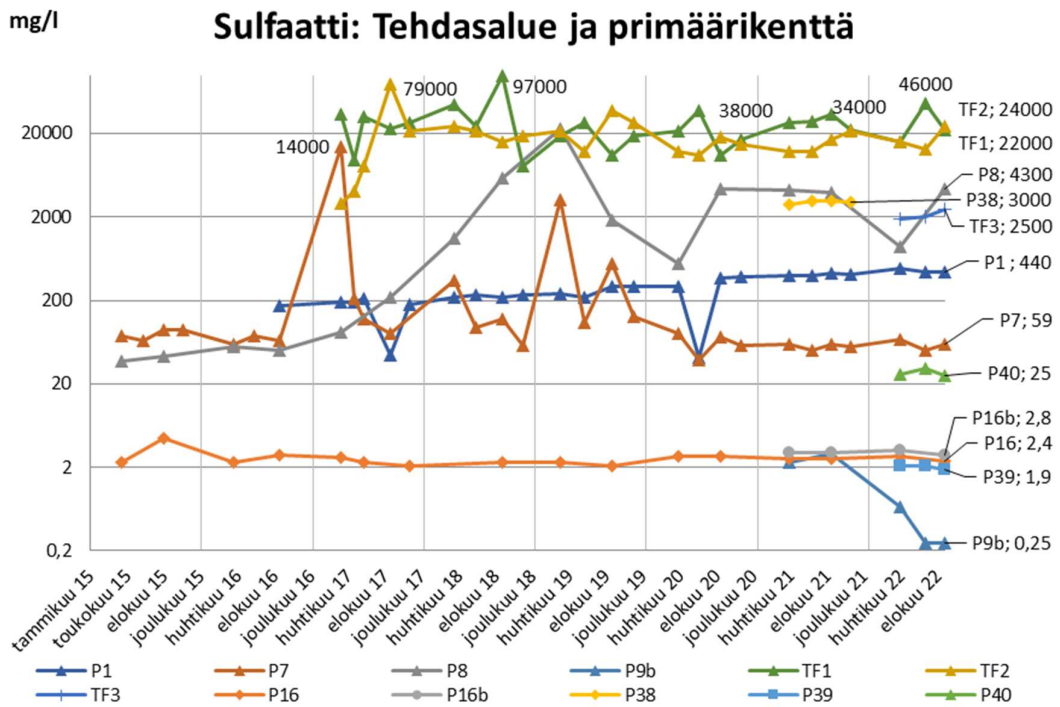
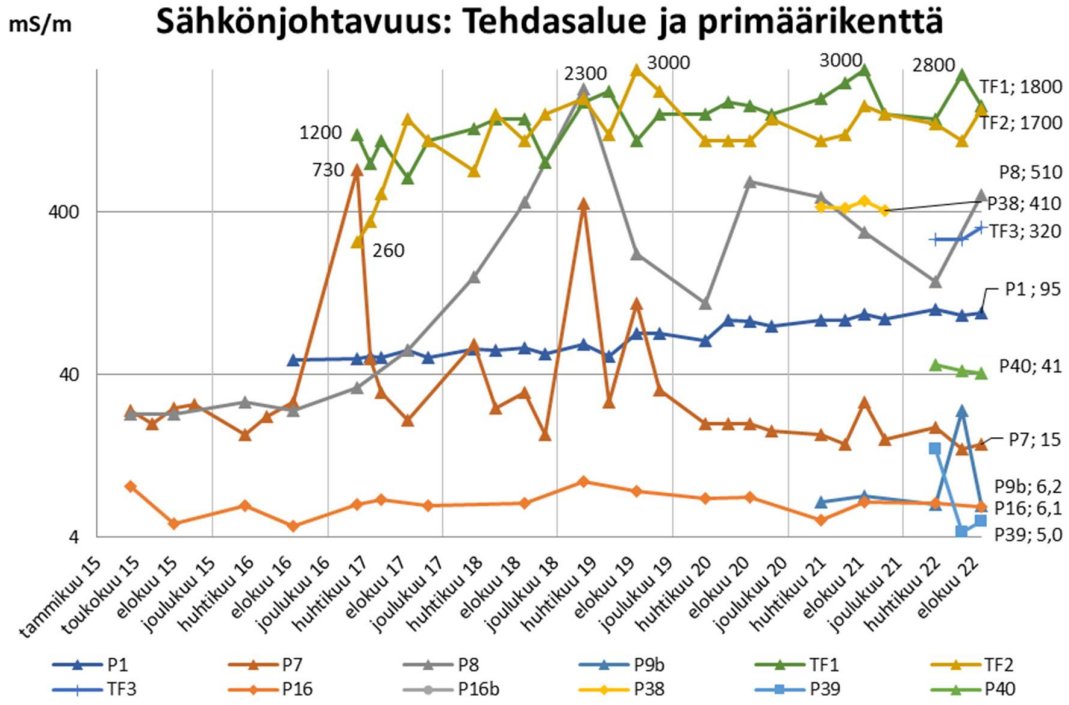
Analyysitulokset

Primäärkentän keskikaistan tarkkailuputkien **TF1** ja **TF2**, sekä uuden tarkkailuputken **TF3** näytteiden analyysitulokset erottuvat alueen muista tarkkailupisteistä suurten pitoisuustasojensa vuoksi. Esimerkiksi näiden näytteiden pH:t ovat alhaisempia (3,0-4,1 pH) ja metallipitoisuudet yli kymmenkertaisia muihin alueen pohjavesiputkiin verrattaessa. Yhtiö suorittaa myös velvoitetarkkailua täydentävää tarkkailua edellä mainituilla tarkkailupisteillä sekä putkilta P7 ja P8 niinä kuukausina, kun kyseisillä pohjavesiputkilla ei ole velvoitetarkkailun näytteenottoa. Yhtiön omat näytteet analysoidaan Terrafamen omassa akkreditoimattomassa laboratoriossa. Täydentävien näytteiden tuloksia tarkastellaan vuosiraportoinnin yhteydessä.

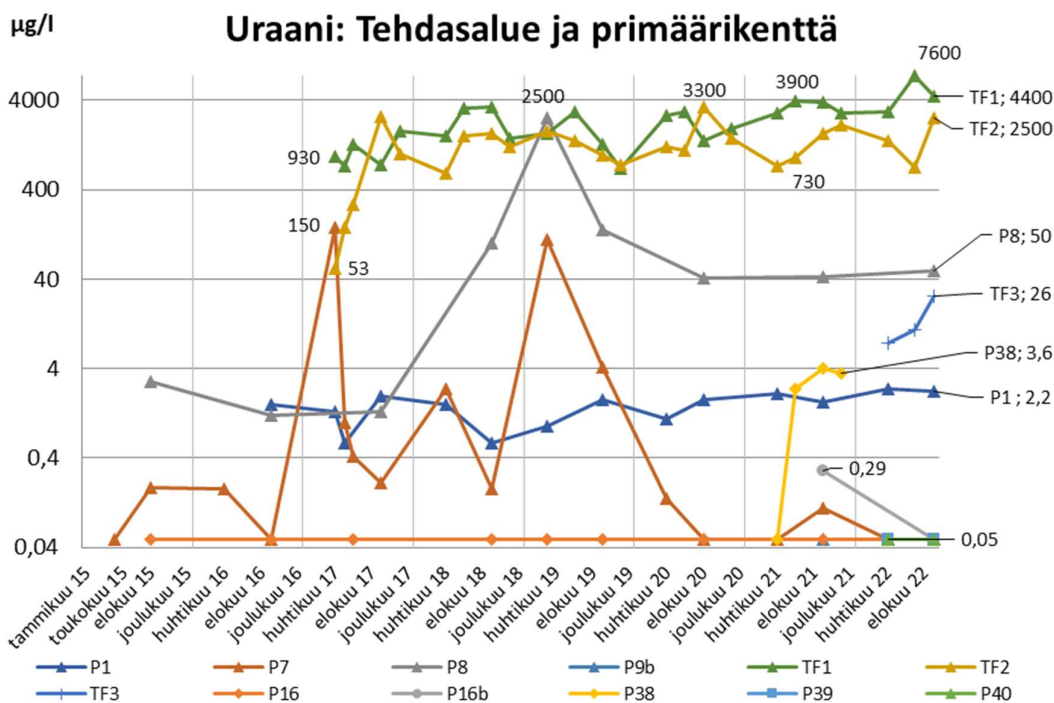
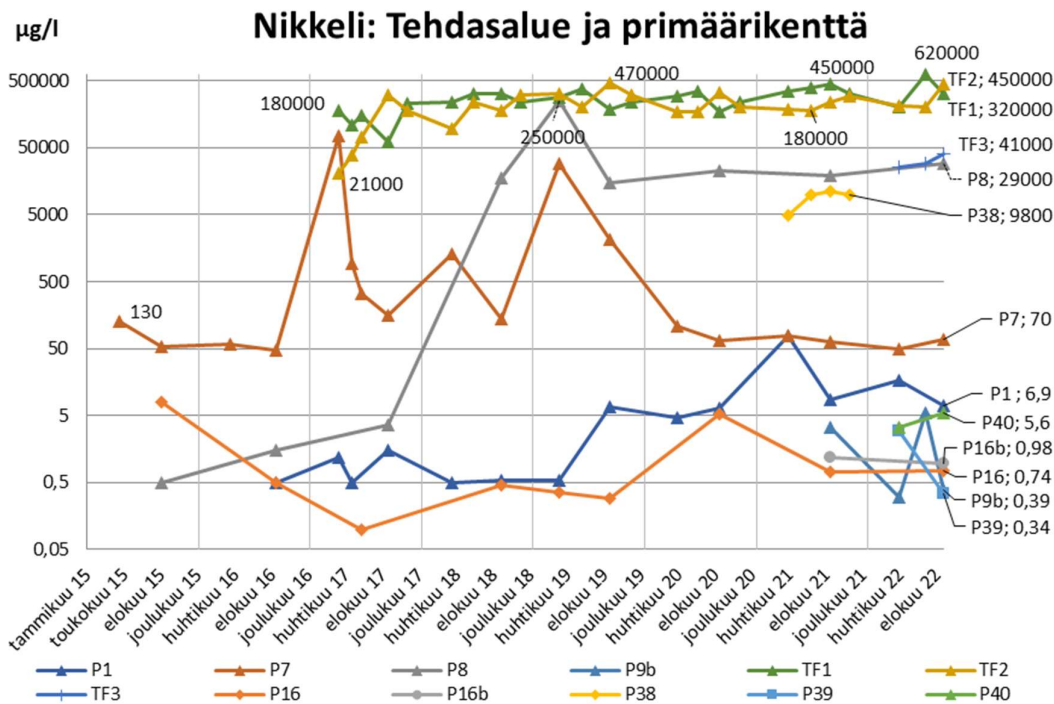
Vuoden 2022 toisella kvartaalilla tarkkailuputkella **TF1** havaittiin useiden parametrien, varsinkin metallien (alumiini, koboltti, nikkeli ja uraani) pitoisuuksien nousseen. Tarkkailupisteellä pohjaveden pinnankorkeus oli noin 1,0-2,5 metriä alempana kuin aikaisempina kesinä, johtuen myöhäisemmästä näytteenoton ajankohdasta, ja todennäköisesti konsentraatiot ovat kasvaneet. Kolmannella kvartaalilla pitoisuudet laskivat tarkkailupisteellä TF1, mutta nousivat tarkkailuputkella **TF2** kuten myös putkella **TF3**. (Kuva 3-6, Liite 2)

Pohjavesiputkella **P1** sähkönjohtavuudessa, kuten myös sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa lievää (n. 10 %) vuosittaista nousua vuodesta 2017 alkaen (Kuva 3-6). Vuoden 2022 toisella ja kolmannella kvartaalilla trendi on tasaantumassa mitattujen parametrien osalta. Tarkkailupiste sijaitsee tehdasalueen ja primääriliuotuskenttien välissä ja kuuluu myös akkukemikaalitehtaan tarkkailuun. Akkukemikaalitehtaan tarkkailussa pisteen näytteistä määritetään TOC- (orgaanisen kokonaishiilen määrä), TVOC- (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) pitoisuudet sekä kokonaisfosforipitoisuus, joiden perusteella voidaan havaita mahdolliset prosessikemikaaleista pohjaveteen aiheutuvat vaikutukset. Vuonna 2022, kuten myös vuonna 2021 TVOC-pitoisuudet ovat alittaneet laboratorion määrittämisen <0,05 mg/l. TOC-pitoisuus oli huhtikuussa 2022 juuri määrittämisen rajalla eli 1,0 mg/l, heinä- ja syyskuussa pitoisuus jäi alle määrittämisen (<1,0 mg/l), Suomen pohjavesissä TOC-pitoisuudet ovat keskimäärin 2,21 mg/l (Soveri ym. 2001). Kokonaisfosforipitoisuudet ovat jääneet vuonna 2022 alle määrittämisen (<20 µg/l, <10 µg/l ja <2 µg/l), Suomen luonnontilaisten pohjavesien keskimääräinen taso on 19,3 µg/l (Soveri ym. 2001).

Muilla tarkkailupisteillä tulokset olivat tavanomaisia, huomioiden näytteenoton ajankohdat. (Kuva 3-6, Liite 2)



TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3



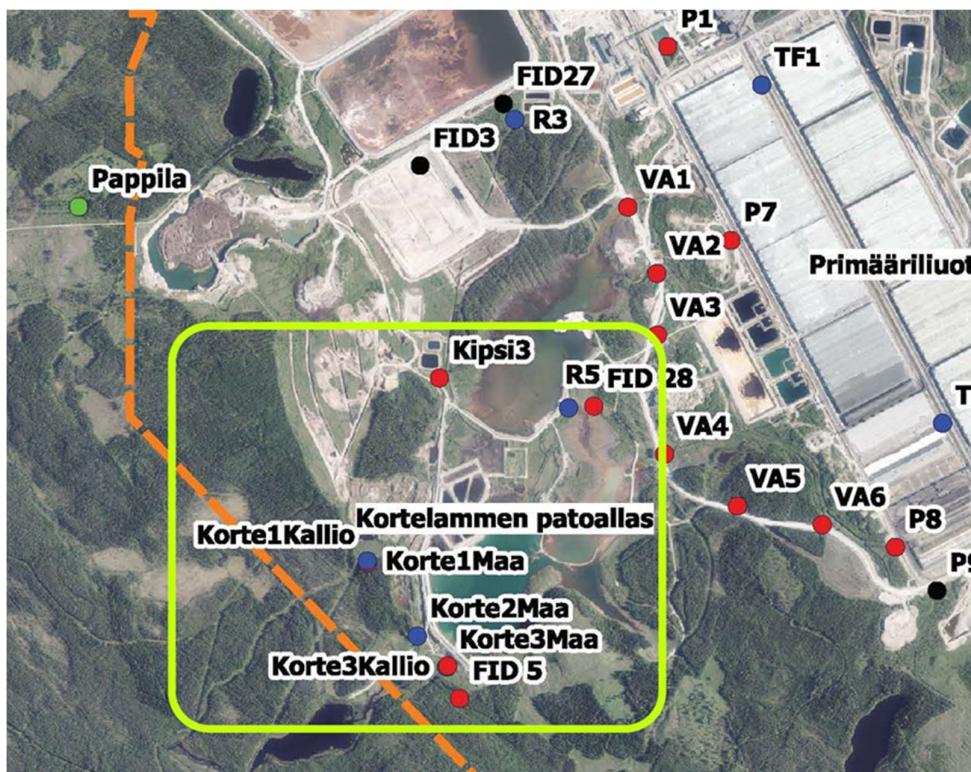
Kuva 3-6. Tehdas- ja primäärkenttäalueen tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2015 alkaen. (huom. kuvaajien logaritminen asteikko.)

Analyysitulokset tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta

Primäärikentän länsipuolelle kesällä 2019 asennetuilta, tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta **VA1-VA6** näytteet otetaan 4 kertaa vuodessa. Tulosten perusteella VA-pohjavesiputkilla pitoisuudet ovat suhteellisen pieniä, eikä mahdollisia primäärikentän vaikutuksia ole suoraan havaittavissa. (Liite 2)

3.3 Kortelammen alue

Kortelammen patoaltaan ympäristössä on yhdeksän pohjavesiputkea: Korte1Maa, Korte1Kallio, Korte2Maa, Korte3Maa, Korte3Kallio, FID5, R5, FID28 sekä Kipsi3 (Kuva 3-7). Alueelta näytteet otetaan pääsääntöisesti kahdesti vuodessa, ensimmäisellä ja kolmannella kvartaalilla. Tarkkailuputkelta R5 näyte otetaan vain kolmannella kvartaalilla, mutta pohjaveden pinnankorkeus mitataan jokaisella kvartaalilla.



Kuva 3-7. Kortelammen ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

Pohjaveden pinnankorkeudet

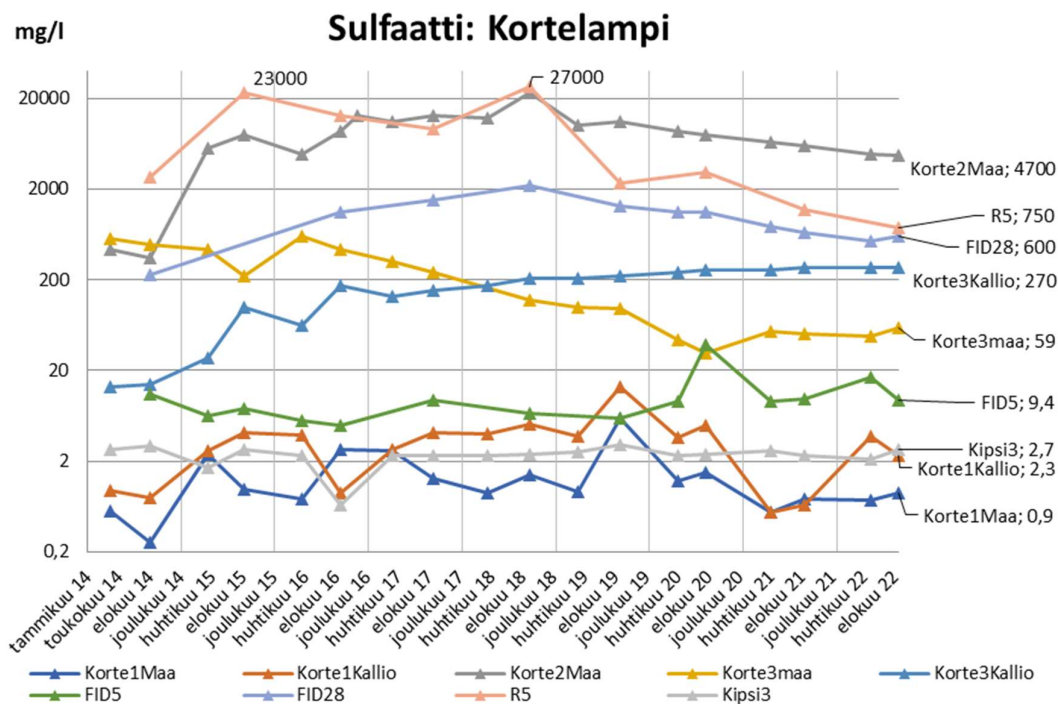
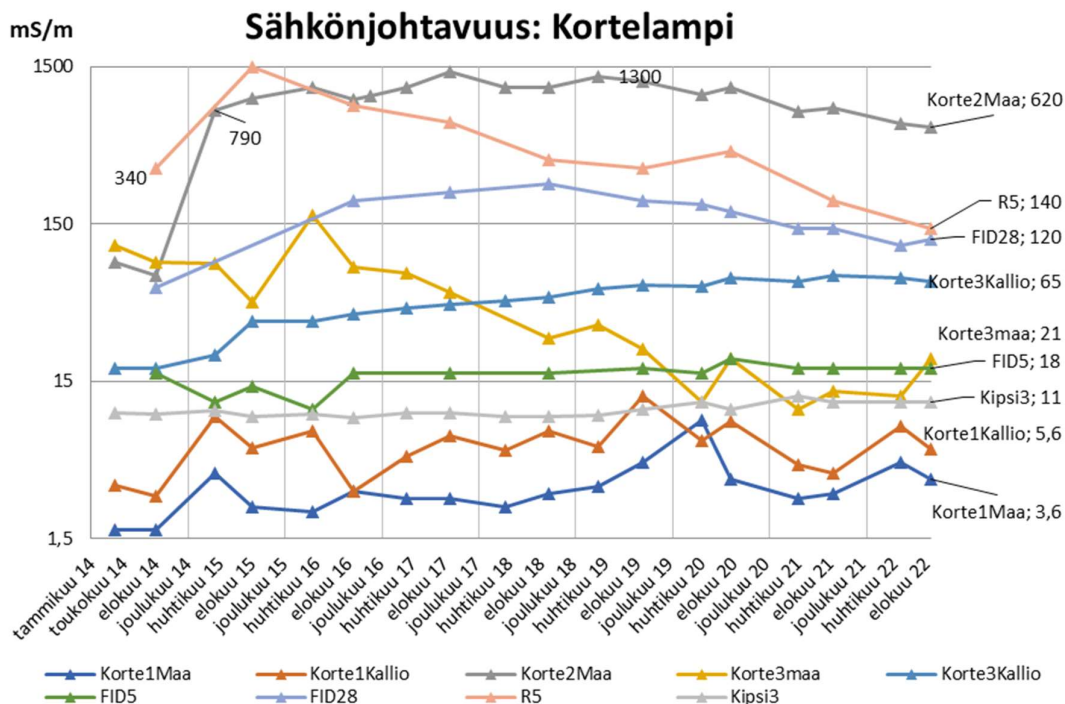
Alueen tarkkailuputkien pohjaveden pinnankorkeudet ovat olleet tavanomaisia vuonna 2022. Putkella **Korte1Maa** pohjaveden pinta kävi elokuussa 2020 ja uudelleen huhtikuussa 2021 mittausten mukaan useamman metrin (2-4 m) tavanomaista matalammalla. Putken ympäristön maaperä on hyvin vettä johtavaa ja vaihtelut näyttäisivät olevan tarkkailupisteelle tyypillisiä, kuten myös tarkkailupisteellä **Kipsi3**. (Liite 2)

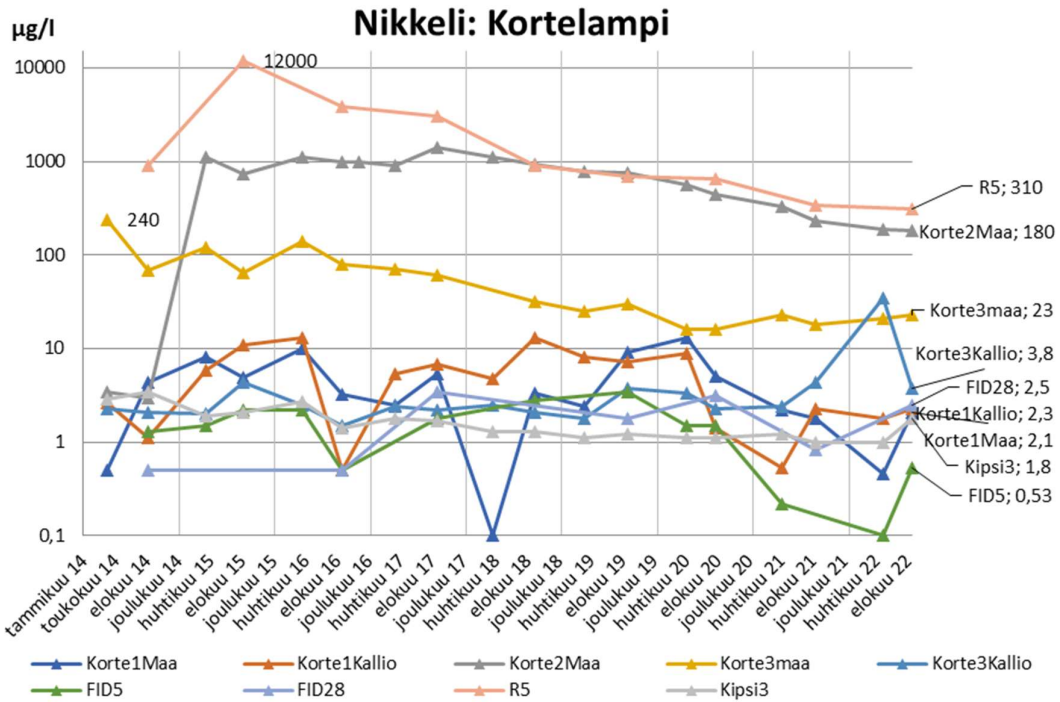
Analyysitulokset

Alueen vesinäytteiden tulosten mukaan keskeisissä (sähköjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) pitoisuuksissa on laskeva suuntaus tarkkailuputkilla **R5** ja **Korte2Maa**, suuntaus on alkanut vuonna 2018. Näiden kahden putken pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin muiden tarkkailupisteiden, mutta laskeva suuntaus on huomattava

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

ja systemaattinen. Myös tarkkailupisteellä **Korte3Maa** pitoisuudet ovat laskeneet vuosista 2014-2018. Tarkkailuputkella **Korte3Kallio** sen sijaan sulfaattipitoisuudet ja sen kautta sähköjohtavuudet ovat pienoisessa nousussa, joskin kolmen viimeisen tarkkailunäytteen sulfaattipitoisuudet ovat olleet tasaisesti 270 mg/l ja nouseva trendi näyttäisi olevan tasaantumassa. Muilla tarkkailupisteillä kolmannen kvartaalin tulokset olivat tavanomaisia (Kuva 3-8, Liite 2).

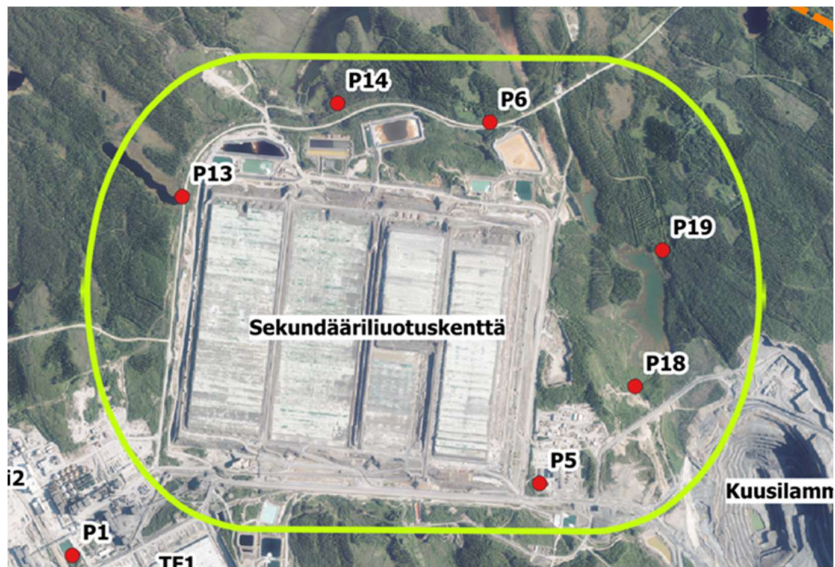




Kuva 3-8. Kortelammen alueen tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen. (huomaa kuvaajien logaritminen asteikko.)

3.4 Sekundäärikentän ympäristö

Sekundäärikentän ympäristössä on kuusi pohjavesiputkea (Kuva 3-9). Pohjavesiputkilta otetaan näytteitä vaihtelevalla analyysipaketeilla pääsääntöisesti kahdesti vuodessa: maaliskuussa sekä elokuussa.



Kuva 3-9. Sekundäärikentän ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

Pohjaveden pinnankorkeudet

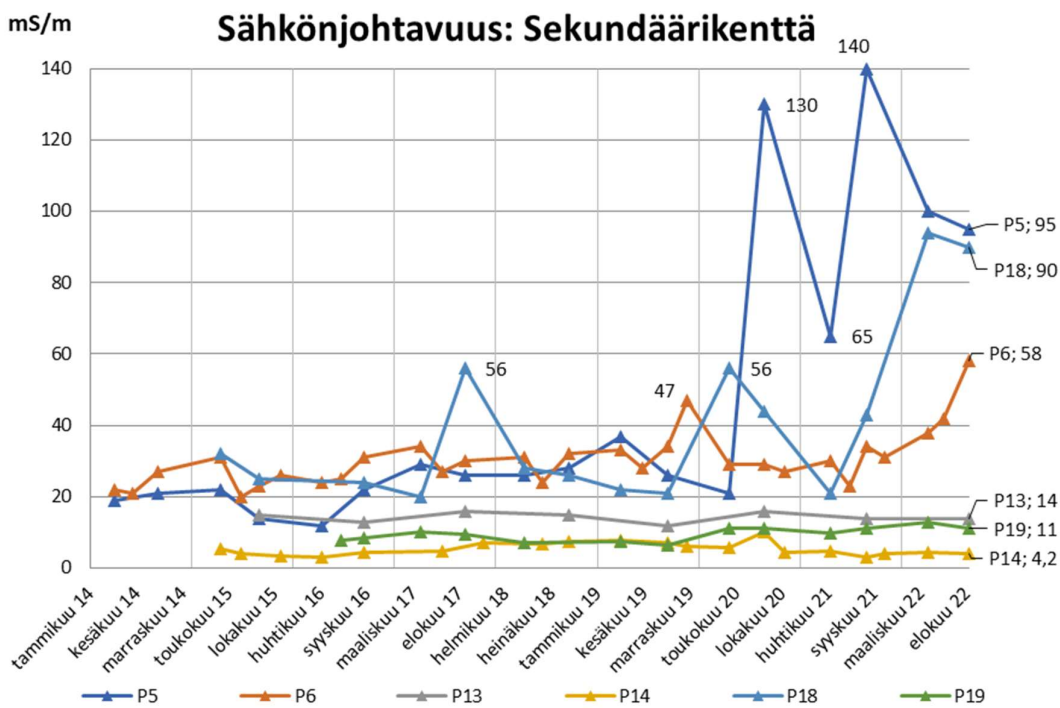
Sekundäärkentän alueen pohjaveden pinnankorkeudet ovat pysytelleet tasaisina koko tarkkailun ajan, vuodesta 2014 lähtien. (Liite 2)

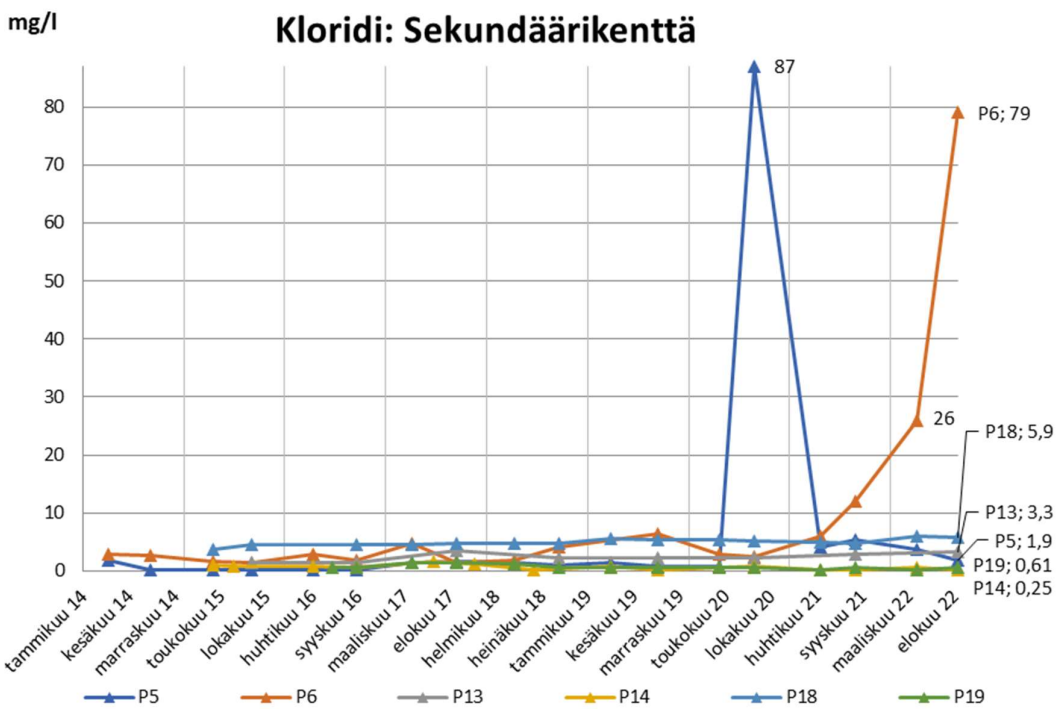
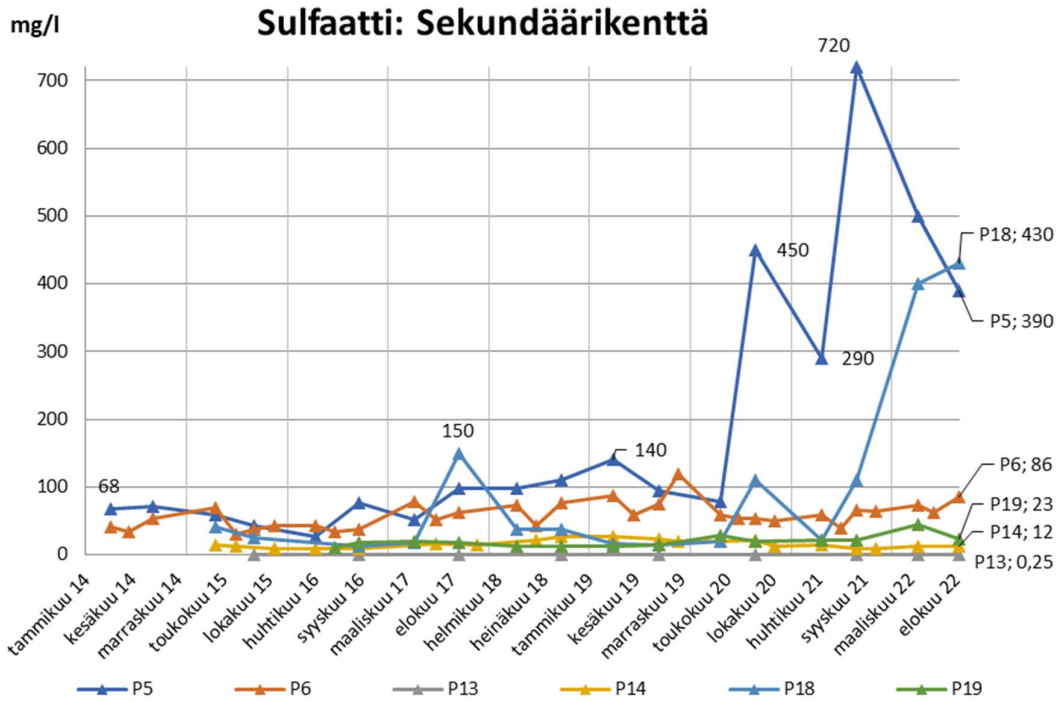
Analyysitulokset

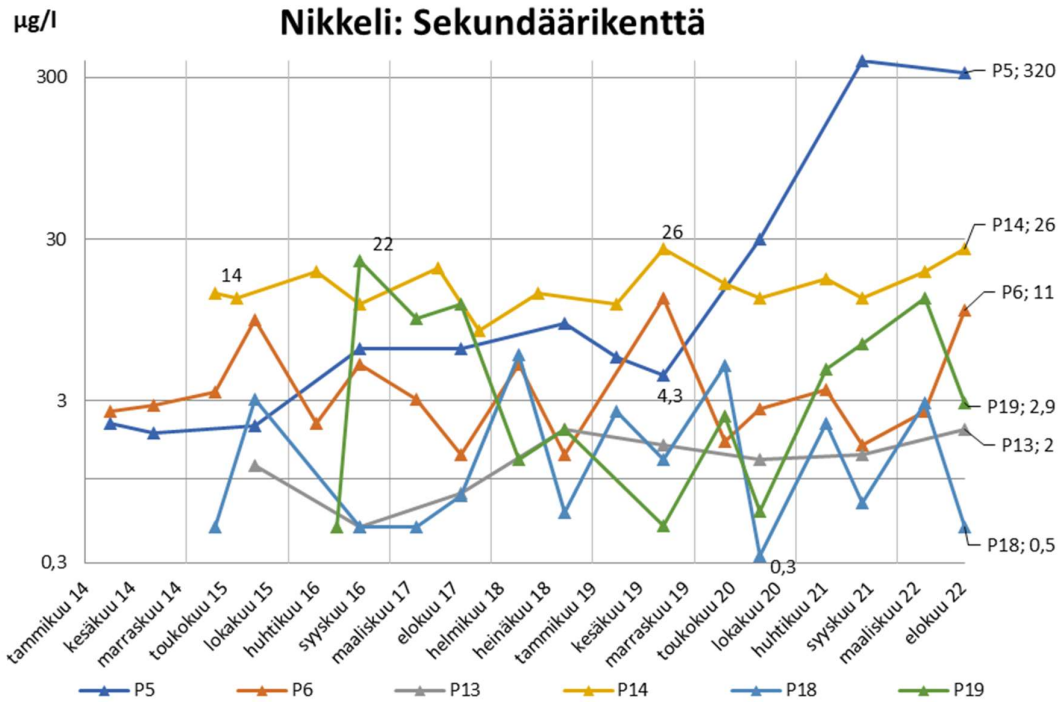
Sekundäärkentän kaakkoiskulmalla sijaitsevalla putkella **P5** havaittiin syyskuussa 2020 muista alueen pohjavesiputkista, sekä historiatiedoista poikkeavia tuloksia mm. sulfaattipitoisuuksissa, sekä sähkönjohtavuudessa, vastaava hieman korkeampi nousu havaittiin myös elo-syyskuussa 2021. Vuoden 2022 tulosten perusteella pitoisuudet ovat edelleen korkeampia kuin ennen vuotta 2020, mutta systemaattisesti laskussa sulfaatin ja sähkönjohtavuuden osalta. Sen sijaan esimerkiksi natrium- ja kobolttipitoisuudet nousivat kolmannella kvartaalilla jyrkästi, näitä parametreja määritetään kuitenkin vain kerran vuodessa, joten tämän hetkiset pitoisuustrendin eivät ole tiedossa. Putken läheisyydessä tehtiin syksyllä 2020 kaukolämpölinjan kaivuutöitä, mikä voi olla yksi syy väliaikaisiin pitoisuusnousuihin. Pitoisuuksien nousua voi selittää myös putken sijainti kaivosvarikon piha-alueella. (Kuva 3-10, Liite 2)

Tarkkailuputkella **P6** pH-arvot olivat loppuvuodesta 2021 6,6-7,0 eli alle tarkkailupisteen normaalitason (7,9), huhtikuussa 2022 pH-arvo palautui arvoon 7,9, mutta laski jälleen syyskuun vaihteessa arvoon 6,9. Kloridipitoisuuksissa on voimassa nouseva trendi, huhtikuussa 2021 mitattiin pitoisuus 6,1 mg/l, elokuussa 2021 12 mg/l, huhtikuussa 2022 26 mg/l ja edelleen syyskuun vaihteessa 2022 uusi huippupitoisuus 79 mg/l. Samaan aikaan pitoisuudet ovat nousseet myös ravinteiden (typpi ja fosfori) osalta, jotka näyttäisivät viittaavat hulevaikutusten lisääntymiseen. Tuloksiin voi vaikuttaa putken läheisyydessä sijaitsevalla raffinaattialtaan työmaalla tehdyt kaivuutöyt vuonna 2021. (Kuva 3-10, Liite 2)

Putkella **P18** on ollut havaittavissa viime vuosina 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. Kiviaines poistettiin putken ympäriltä marraskuussa 2021. Kiilleliuskeesta voi liueta metalleja ja sulfaattia, mutta yleensä vähemmän kuin mustaliuskeesta. Vuoden 2022 ensimmäisellä ja kolmannella kvartaalilla pohjavesinäytteiden sulfaattipitoisuudet sekä sähkönjohtavuudet olivat vielä nousussa, mutta nouseva suuntaus on taantumassa. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailukierroksiin. (Kuva 3-10, Liite 2)



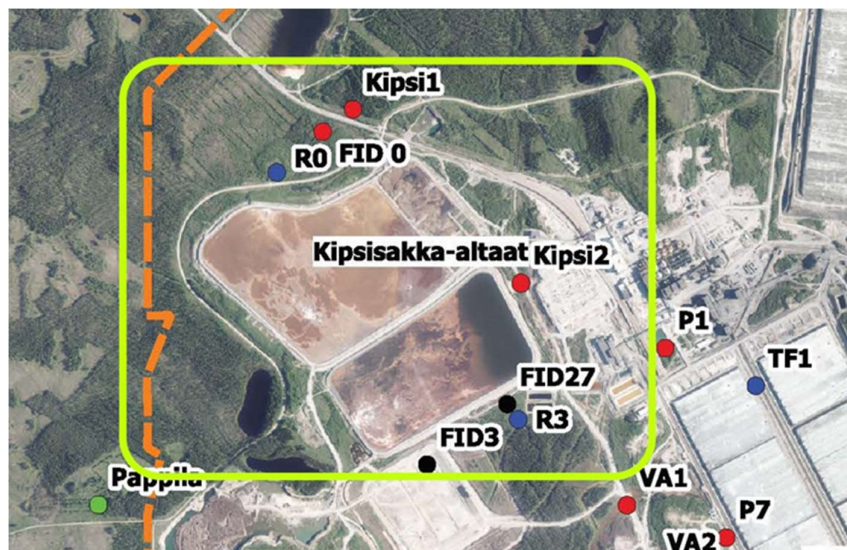




Kuva 3-10. Sekundäärkentän ympäristön tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen. (huomaa nikkelikuvaajan logaritminen asteikko.)

3.5 Kipsisakka-altaiden ympäristö

Kipsisakka-altaiden ympäristössä on viisi pohjavesiputkea: Kipsi1, Kipsi2, FID0, R0 ja R3 (Kuva 3-11). Putkelta FID0 näytteitä otetaan tarkkailuohjelman mukaisesti vain kerran vuodessa, elo-syyskuussa. Muilta alueen pohjavesiputkilta näytteitä otetaan kahdesti vuodessa: maaliskuu-huhtikuussa ja elokuussa. Pohjavedenpinnan korkeus mitataan kesä- ja marraskuussa.

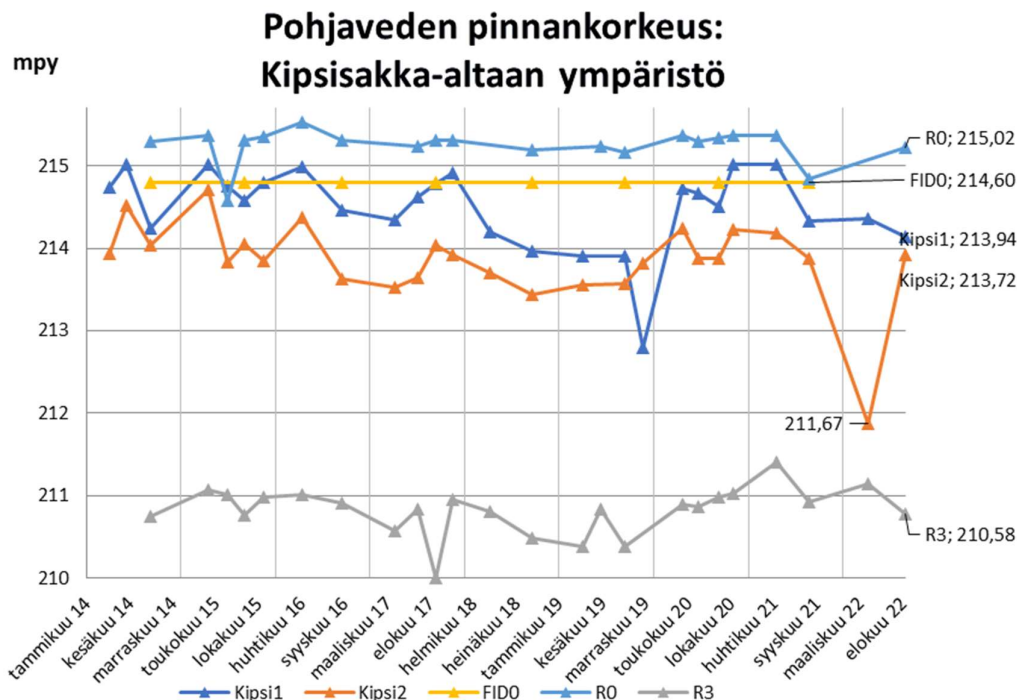


Kuva 3-11. Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

Pohjaveden pinnankorkeudet

Alueen pinnankorkeudet olivat vuoden 2022 kolmannella kvartaalilla luontaisilla tasoillaan. Huhtikuussa havaittiin tarkkailuputkella **Kipsi2** pohjaveden pinnankorkeuden olevan 2,31 metriä alemmalla tasolla kuin vuoden 2021 huhtikuussa, syyskuun vaihteessa pinnankorkeus oli palautunut vastaavaan tasoon kuin oli mitattu vuoden 2021 syyskuussa. Muilla tarkkailupisteillä pinnankorkeudet olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin. (Kuva 3-12, Liite 2)



Kuva 3-12. Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden pinnankorkeudet vuodesta 2014 alkaen.

Analyysitulokset

Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteiden keskeiset pitoisuudet ovat olleet matalia vertailtaessa muihin kaivospiirin tarkkailualueisiin. Yksittäisiä korkeampia pitoisuuksia on havaittu varsinkin tarkkailupisteillä **R0** ja **R3**. Tarkkailupisteeltä R0 näyte haetaan vain kerran vuodessa. Vuoden 2022 kolmannella kvartaalilla, syyskuun alussa, haetun näytteen mukaan putken sulfaatti- ja kobolttipitoisuudet olivat jyrkässä nousussa, kuten myös sähkönjohtavuus. Havaittujen muutoksien syytä selvitetään. (Kuva 3-13, Liite 2)

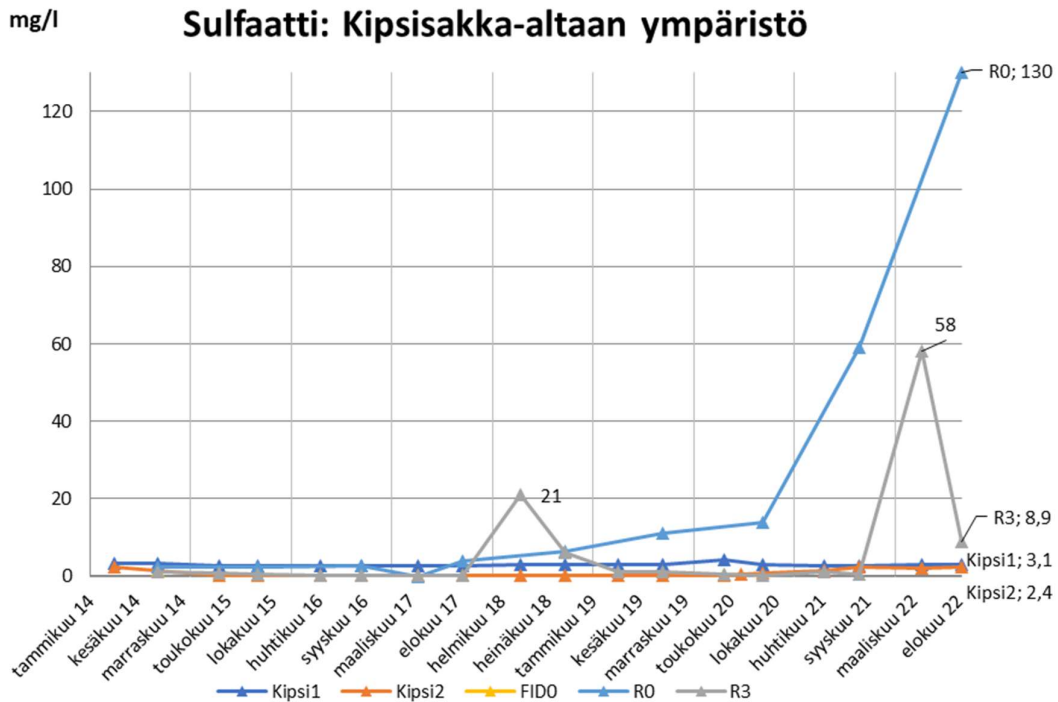
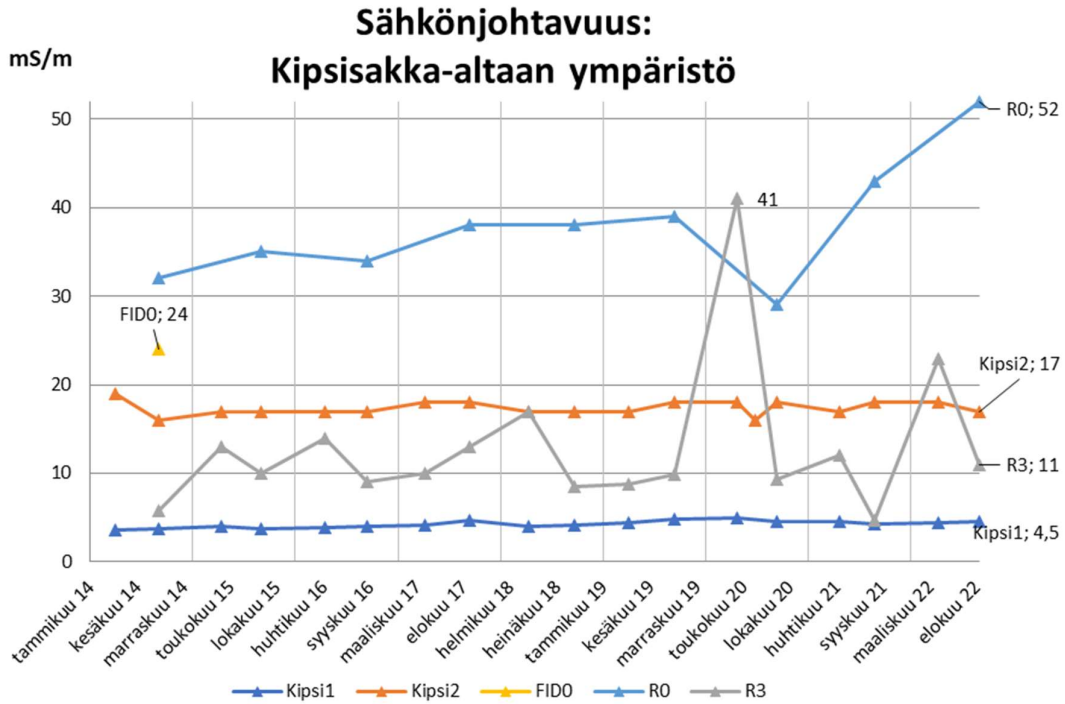
Tarkkailupisteeltä **R3** havaittiin huhtikuussa 2022 sulfaattipitoisuus 58 mg/l, syyskuussa pitoisuus oli laskenut tasoon 8,9 mg/l, joka on edelleen yli vuoden 2021 pitoisuuksien 0,7-1,0 mg/l. Sähkönjohtavuus reagoi myös muutokseen, mutta muissa parametreissa ei havaittu merkittäviä muutoksia, kuten ei ollut havaittavissa myöskään vuoden 2018 huhtikuussa, jolloin sulfaattipitoisuudeksi mitattiin 21 mg/l. Tarkkailupiste sijaitsee aivan Torvelansuolta tulevan ojan vierellä, jonka kautta juoksumiesiä purettiin alkuvuodesta. Juoksumiesiä loppuivat kesäkuussa. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat tavanomaisia. (Kuva 3-13, Liite 2)

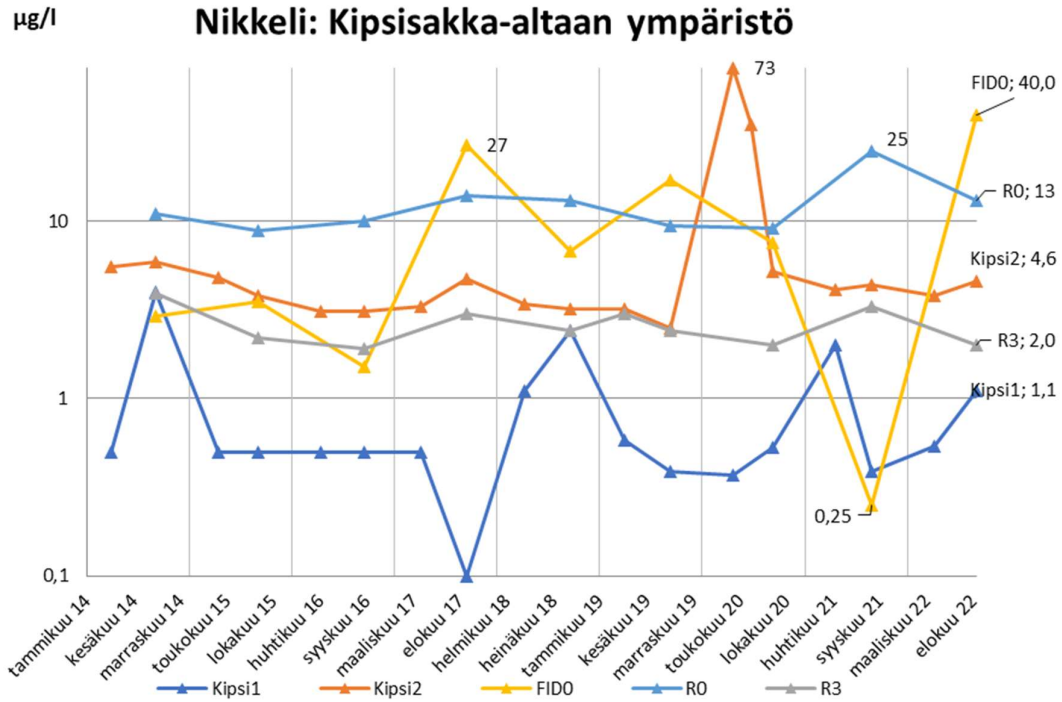
Tarkkailuputkella FIDO havaittiin syyskuun 2022 alussa nikkeliä 40 µg/l, kun elokuussa 2021 pitoisuus jäi alle määritysrajan. Nikkelipitoisuudet määritetään pisteeltä vain kerran vuodessa ja pitoisuuksien hajonta on ollut suurta myös aikaisemminkin. Muissa määritetyissä parametreissa ei ollut havaittavissa vastaavia muutoksia. (Kuva 3-13, Liite 2)

Putkelta **Kipsi2** tehdään TOC- (orgaanisen kokonaishiilen määrä) ja TVOC- (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) analyysit akkukemikaalitehtaan tarkkailuohjelman mukaisesti. TVOC-pitoisuus on alittanut joka kierroksella laboratorion määritysrajan <0,05 mg/l. TOC-pitoisuus oli syyskuussa 5,8 mg/l,

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

joka on korkeampi kuin Suomessa keskimäärin (2,21 mg/l, Soveri ym. 2001), mutta alle vuoden 2021 kolmannen kvartaalin tuloksen 7,1 mg/l.



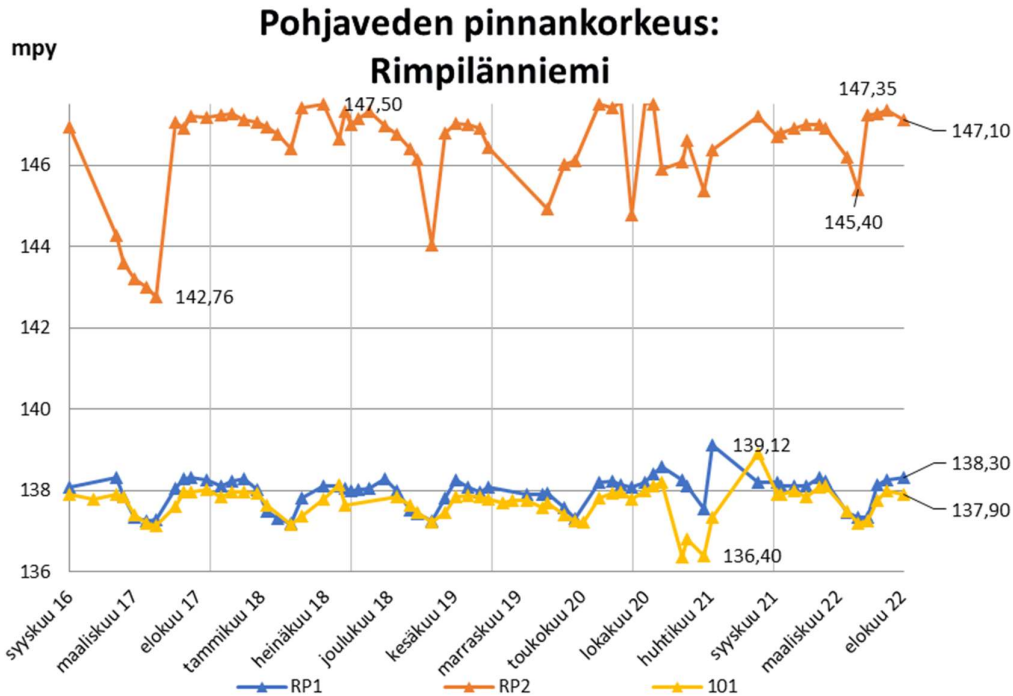


Kuva 3-13. Kipsisakka-altaan ympäristön tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2014 alkaen. (huomaa nikkelikuvaajan logaritminen asteikko.)

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. (Kuva 3-14)



Kuva 3-14. Rimpilänniemen pohjavesiputkien pinnankorkeudet

Vesinäytteistä määritetyt pitoisuudet olivat tavanomaisia ja pieniä. Ainoa poikkeava tulos oli tarkkailuputken 101 sähkönjohtavuus 160 mS/m. Tämä tulos on todennäköisesti virheellinen, muissa näytteen parametreissa ei ollut nähtävissä muutoksia. Laboratoriossa ei ollut enää näytettä jäljellä uusintamäärittystä varten.

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, Heterenta 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.

Talousvesinäytteitä otetaan Terrafamen lähialueen talouksista toiminnan ympäristövaikutusten arvioimiseksi. Tarkkailussa on mukana kymmenen eri kohdetta: Paavola, Taattola, Lampila, Myllyniemi, Sorsala, Hakoranta, Puoliväli, Pappila, **Heterenta** 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.

Analyysitulokset

Syyskuussa näytteitä ei saatu **Hakorannan** (kaivo kuiva) ja **Lamposaaren** pisteiltä, Lamposaarella edellinen näyte on saatu vuonna 2018.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

Taattolan, Heterannan ja Sorsalan talousvesinäytteet täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset (STM 1352/2015) syyskuun kierroksella.

Lampilan talousvesinäytteen väriluku oli syyskuussa 5,4 NTU (laatusuositus 5,0 NTU), muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

Pappilan talousvesinäytteen pH-arvot olivat huhtikuussa 6,3 ja edelleen syyskuussa 6,2, mitkä olivat hieman laatusuosituksen (pH 6,5-9,5) alapuolella, vastaavia arvoja on mitattu myös aikaisempina vuosina. Muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

Puolivälin talousvesinäytteen pH-arvo oli syyskuussa 6,2, mikä on hieman alle laatusuosituksen tason (6,5-9,5), vastaavia arvoja on mitattu myös aikaisempina vuosina. Muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

Paavolan talousvesinäytteiden nikkelpitoisuudet ovat ylittäneet talousvesisasetuksen laatuvaatimustason 20 µg/l läpi tarkkailun, syyskuussa mitattiin pitoisuus 26 µg/l. Nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2008-2022 välillä 17-54 µg/l, mutta pitoisuuksissa on havaittavissa lievää laskua vuositasolla. Syyskuun vesinäytteen pH-arvo 6,3 oli hieman alle suositustason (6,5-9,5), muiden parametrien osalta laatuvaatimukset ja -suositukset täyttyivät. (Liite 2)

Myllyniemen näytteiden nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet elokuusta 2019 alkaen välillä 23-33 µg/l, syyskuussa 2022 mitattiin pitoisuus 25 µg/l, joten pitoisuudet ovat yli laatuvaatimustason (20 µg/l). Tarkkailupisteen vesinäytteen pH-arvo oli huhtikuussa 6,0, syyskuussa 6,5 (suositus 6,5-9,5). Kaivo on niin sanottu hetekaivo ja vastaavia matalia pH-arvoja on mitattu myös aikaisemmin myöhäiskevällä. Kaivo sijaitsee havumetsävaltaisella alueella, jolloin kaivon kerääntyy keväisin sulamisvesien myötä havumetsäalueelle tyypillisiä happamia pintavaluntoja. Vesinäytteiden väriarvot ovat olleet vuonna 2020 15 ja NTU, mitkä ylittivät suositustason 5 NTU. Väriluvun ovat kaivolle tyypillisiä arvoja. Muut parametrit olivat tavanomaisia.

4. YHTEENVETO

Sivukivialue

Lähimpänä Kuusilammen avolouhosta, geotuubien vierellä pintamaan läjitysalueella sijaitsevalla pohjavesiputkella **P21** pitoisuustasot nousivat sulfaatin, sähköjohtavuuden sekä metallien osalta kesällä 2020, jolloin putken ympäristöön tehtiin koekuoppia maaperätutkimuksia varten. Vuoden 2022 toisella ja kolmannella kvartaalilla nousevat trendit ovat vahvistuneet. Maaperän kautta tulevien vesien vaikutusta indikoivat rauta-, mangaani- ja sinkkipitoisuudet ovat nousseet kesällä 2022 uusiin huippupitoisuuksiin. Pohjavesiputken tarkempaa seurantaa jatketaan ja syytä poikkeaville pitoisuuksille selvitetään.

Putkella **P24** mm. sähköjohtavuudessa, sekä sulfaatti-, mangaani- ja rautapitoisuuksissa on ollut havaittavissa pidempiaikaista nousevaa trendiä. Vuoden 2022 toisella kvartaalilla pitoisuudet, esimerkiksi sulfaatti ja nikkeli laskivat, mutta lähtivät uudelleen nousuun kolmannella kvartaalilla.

Putkella **P26** keskimääräiset sulfaattipitoisuudet ja sähköjohtavuus ovat nousseet vuodesta 2018 alkaen, sekä metalleista kadmium, koboltti, kupari, mangaani, nikkeli ja sinkki vuoden 2019 jälkeen. Vuonna 2022 tulokset ovat olleet tasaisia, joten nousevat trendit näyttäisivät tasoittuneet.

Muilla alueen tarkkailuputkilla tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin kierroksiin, uusilla putkilla on vielä havaittavissa vaihtelua pitoisuuksissa, varsinkin metallien osalta. Tuloksissa on havaittavissa myös luontaista näytteenoton ajankohdasta johtuvaa hajontaa, vuonna 2022 toisen kvartaalin näytteet haettiin heinäkuun alussa, kun vuonna 2021 ne haettiin touko-kesäkuun vaihteessa.

Tehdasalue ja primäärilentä

Primäärilentän keskikaistan tarkkailuputkien **TF1** ja **TF2**, sekä uuden tarkkailuputken **TF3** näytteiden analyysitulokset erottuvat alueen muista tarkkailupisteistä suurten pitoisuustasojensa vuoksi. Vuoden 2022 toisella kvartaalilla tarkkailuputkella TF1 havaittiin useiden parametrien, varsinkin metallien (alumiini, koboltti, nikkeli ja uraani) pitoisuuksien nousseen. Kolmannella kvartaalilla pitoisuudet laskivat tarkkailupisteellä TF1, mutta nousivat tarkkailuputkella TF2, kuten myös tarkkailupisteellä TF3.

Pohjavesiputkella **P1** sähköjohtavuudessa, kuten myös sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa lievää (n. 10 %) vuosittaista nousua vuodesta 2017 alkaen. Vuoden 2022 toisella ja kolmannella kvartaalilla trendi on tasaantumassa mitattujen parametrien osalta. Tarkkailupiste sijaitsee tehdasalueen ja primääriliuotuskenttien välissä ja kuuluu myös akkukemikaalitehtaan tarkkailuun. Pitoisuudet ovat olleet erittäin pieniä, yleisesti alle määritysrajojen, eikä prosessikemikaalien vaikutusta pohjaveteen ole havaittavissa tällä pisteellä.

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat tavanomaisia, huomioiden näytteenoton ajankohdat.

Kortelampi

Alueen vesinäytteiden tulosten mukaan keskeisissä (sähköjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) pitoisuuksissa on laskeva suuntaus tarkkailuputkilla **R5** ja **Korte2Maa**, suuntaus on alkanut vuonna 2018. Näiden kahden putken pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin muiden tarkkailupisteiden, mutta laskeva suuntaus on huomattava ja systemaattinen. Myös tarkkailupisteellä **Korte3Maa** pitoisuudet ovat laskeneet vuosista 2014-2018. Tarkkailuputkella **Korte3Kallio** sen sijaan sulfaattipitoisuudet ja sen kautta sähköjohtavuudet ovat pienoisessa nousussa, joskin kolmen viimeisen tarkkailunäytteen sulfaattipitoisuudet ovat olleet tasaisesti 270 mg/l ja nouseva trendi näyttäisi olevan tasaantumassa. Muilla tarkkailupisteillä kolmannen kvartaalin tulokset olivat tavanomaisia.

Sekundäärilentä

Sekundäärilentän kaakkoiskulmalla sijaitsevalla putkella **P5** havaittiin syyskuussa 2020 muista alueen pohjavesiputkista, sekä historiatiedoista poikkeavia pitoisuuksia mm. sulfaattipitoisuuksissa, sekä sähköjohtavuudessa, vastaava ja korkeampi nousu havaittiin myös elo-syyskuussa 2021. Vuoden 2022 tulosten perusteella pitoisuudet ovat edelleen korkeampia kuin ennen vuotta 2020, mutta systemaattisesti laskussa sulfaatin ja sähköjohtavuuden osalta. Putken läheisyydessä tehtiin syksyllä 2020 kaukolämpölinjan kaivuutöitä, mikä voi olla yksi syy väliaikaisiin pitoisuusnousuihin. Pitoisuuksien nousua voi selittää myös

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

putken sijainti kaivosvarikon piha-alueella, johon työkoneiden mukana kulkeutuu louhokselta metalli- ja sulfaattipitoista mustaliusketta.

Tarkkailuputkella **P6** pH-arvot olivat loppuvuodesta 2021 6,6-7,0 eli alle tarkkailupisteen normaalitason (7,9), huhtikuussa 2022 pH-arvo palautui arvoon 7,9, mutta laski jälleen syyskuun vaihteessa arvoon 6,9. Kloridipitoisuuksissa on voimassa nouseva trendi, syyskuun vaihteessa 2022 mitattiin uusi huippupitoisuus 79 mg/l. Samaan aikaan pitoisuudet ovat nousseet myös ravinteiden (typpi ja fosfori) osalta, jotka näyttäisivät viittaavat hulevaikutusten lisääntymiseen. Putken P6 läheisyydessä sijaitsevalla raffinaattialtaan työmaalla on tehty kaivuutyötä toukokuusta 2021 lähtien.

Putkella **P18** on ollut havaittavissa viime vuosina 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 2022 ensimmäisellä ja kolmannella kvartaalilla pohjavesinäytteiden sulfaattipitoisuudet sekä sähkönjohtavuudet olivat vielä nousussa, mutta nouseva suuntaus on taittumassa. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisiin tarkkailukierroksiin.

Kipsisakka-altaat

Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteiden keskeiset pitoisuudet ovat olleet matalia vertailtaessa muihin kaivospiirin tarkkailualueisiin. Yksittäisiä korkeampia pitoisuuksia on havaittu varsinkin tarkkailupisteillä **R0** ja **R3**. Vuoden 2022 kolmannella kvartaalilla, syyskuun alussa, haetun näytteen mukaan putken sulfaatti- ja kobolttipitoisuudet olivat jyrkässä nousussa, kuten myös sähkönjohtavuus.

Tarkkailupisteeltä **R3** havaittiin huhtikuussa 2022 sulfaattipitoisuus 58 mg/l, syyskuussa pitoisuus oli laskenut tasoon 8,9 mg/l, joka on edelleen yli vuoden 2021 pitoisuuksien 0,7-1,0 mg/l. Sähkönjohtavuus reagoi myös muutokseen, mutta muissa parametreissa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Tarkkailupiste sijaitsee aivan Torvelansuoita tulevan ojan vierellä, jonka kautta juoksumiesvesiä purettiin alkuvuodesta. Juoksumiesvesit loppuivat kesäkuussa. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat tavanomaisia.

Putkelta **Kipsi2** tehdään TOC- (orgaanisen kokonaishilen määrä) ja TVOC- (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) analyysit akkukemikaalitehtaan tarkkailuohjelman mukaisesti. TVOC-pitoisuus on alittanut joka kierroksella laboratorion määritysrajan <0,05 mg/l. TOC-pitoisuus oli syyskuussa 5,8 mg/l, joka on korkeampi kuin Suomessa keskimäärin (2,21 mg/l, Soveri ym. 2001), mutta alle vuoden 2021 kolmannen kvartaalin tuloksen 7,1 mg/l.

Rimpilänniemi

Pohjaveden pinnankorkeudet alueella olivat tavanomaisia ja määritetyt pitoisuudet pieniä sekä yhteneväisiä aikaisempiin tuloksiin. Tarkkailuputken 101 sähkönjohtavuustulos 160 mS/m on virheellinen, muissa näytteen parametreissa ei ollut nähtävissä muutoksia. Laboratoriossa ei ollut enää näytettä jäljellä uusintamääritystä varten.

Talousvesikaivot

Syyskuussa näytteitä ei saatu **Hakorannan** (kaivo kuiva) ja **Lamposaaren** pisteiltä, Lamposaarella edellinen näyte on saatu vuonna 2018.

Taattolan, Heterannan ja **Sorsalan** talousvesinäytteet täyttivät talousvesille määritetyt laatuvaatimukset ja -suositukset (STM 1352/2015) syyskuun kierroksella.

Lampilan talousvesinäytteen väriluku oli syyskuussa 5,4 NTU (laatusuositus 5,0 NTU), muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

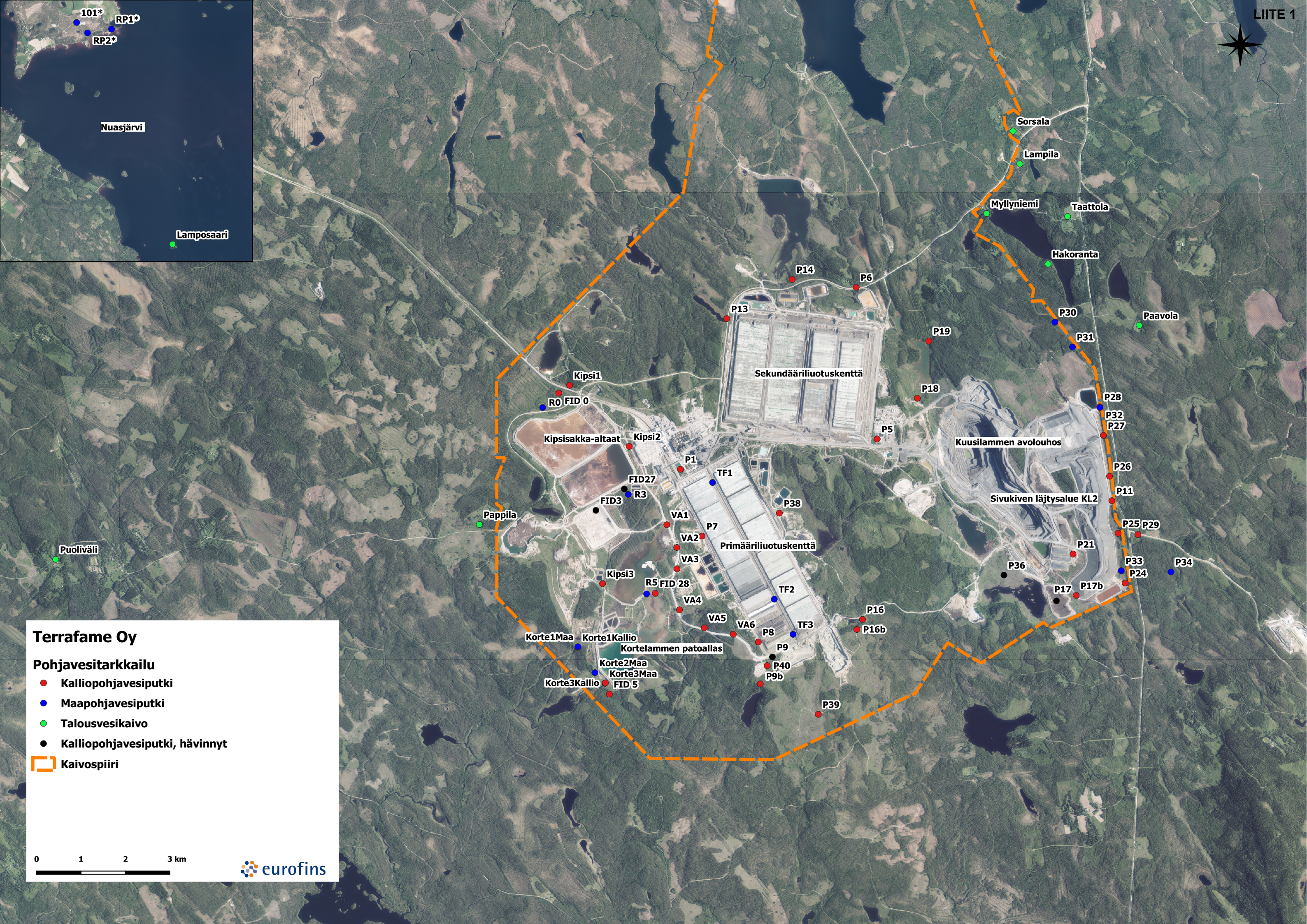
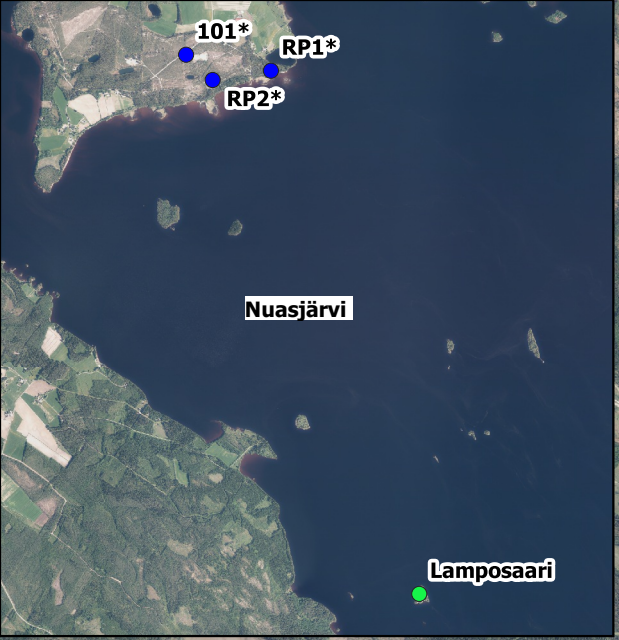
Pappilan talousvesinäytteen pH-arvot olivat huhtikuussa 6,3 ja edelleen syyskuussa 6,2, mitkä olivat hieman laatusuosituksen (pH 6,5-9,5) alapuolella, vastaavia arvoja on mitattu myös aikaisempina vuosina. Muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

Puolivälin talousvesinäytteen pH-arvo oli syyskuussa 6,2, mikä on hieman alle laatusuosituksen tason (6,5-9,5), vastaavia arvoja on mitattu myös aikaisempina vuosina. Muuten pitoisuudet täyttivät vaatimukset ja suositukset.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 2022 Q3

Paavolan talousvesinäytteiden nikkelpitoisuudet ovat ylittäneet talousvesiasetuksen laatuvaatimustason 20 µg/l läpi tarkkailun, syyskuussa mitattiin pitoisuus 26 µg/l. Nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet vuosina 2008-2022 välillä 17-54 µg/l, mutta pitoisuuksissa on havaittavissa lievää laskua vuositasona. Syyskuun vesinäytteen pH-arvo 6,3 oli hieman alle suositustason (6,5-9,5), muiden parametrien osalta laatuvaatimukset ja -suositukset täyttyivät. (Liite 2)

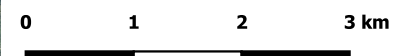
Myllyniemen näytteen nikkelpitoisuudet oli syyskuussa 2022 25 µg/l, joten pitoisuus ylitti laatuvaatimustason (20 µg/l), vastaavat pitoisuudet ovat kaivolle tyyppillisiä. Tarkkailupisteen vesinäytteen pH-arvo oli huhtikuussa 6,0, syyskuussa 6,5 (suositus 6,5-9,5). Kaivo on niin sanottu hetekaivo ja vastaavia matalia pH-arvoja on mitattu myös aikaisemmin myöhäiskevällä. Vesinäytteiden väriarvot ovat olleet vuonna 2022 15 ja 14 NTU, mitkä ylittivät suositustason 5 NTU. Muut parametrit olivat tavanomaisia.



Terrafame Oy

Pohjavesitarkkailu

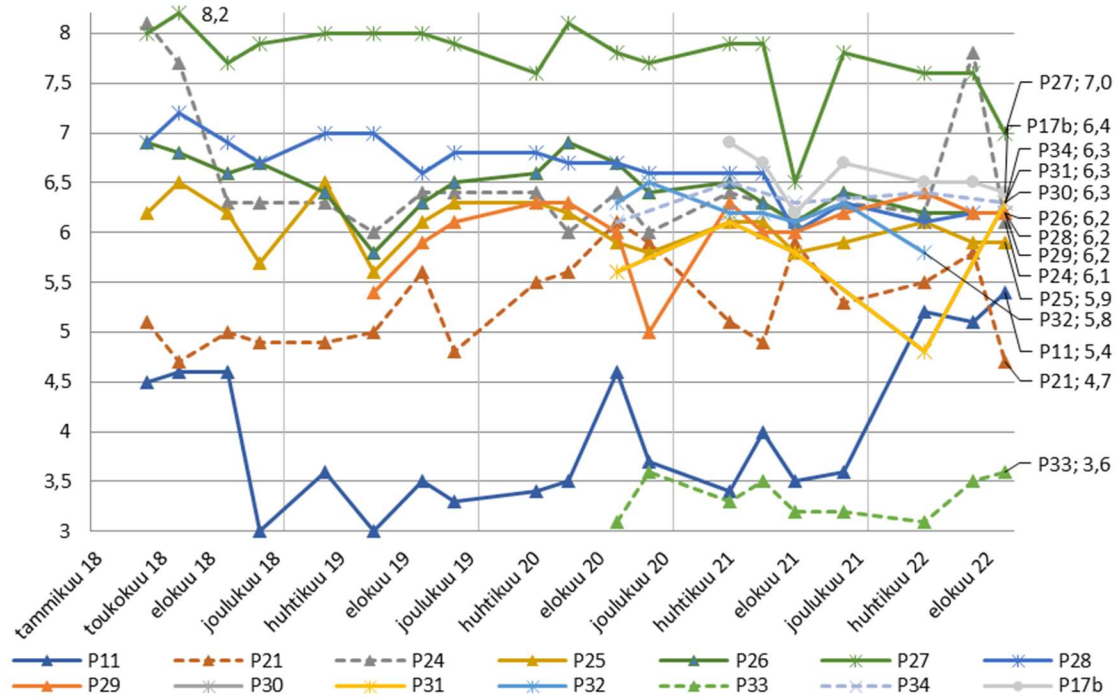
- Kalliopohjavesiputki
- Maapohjavesiputki
- Talousvesikaivo
- Kalliopohjavesiputki, hävinnyt
- Kaivospiiri



LIITE 2. Tulostuvaajat

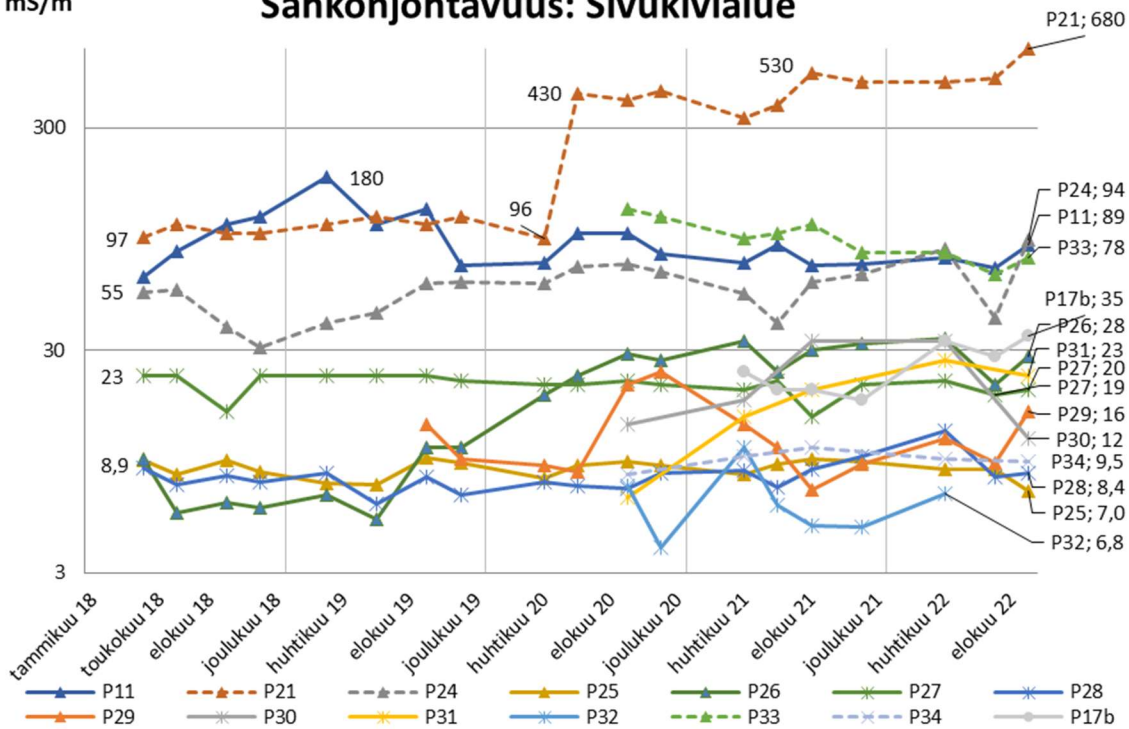
pH

pH: Sivukivialue



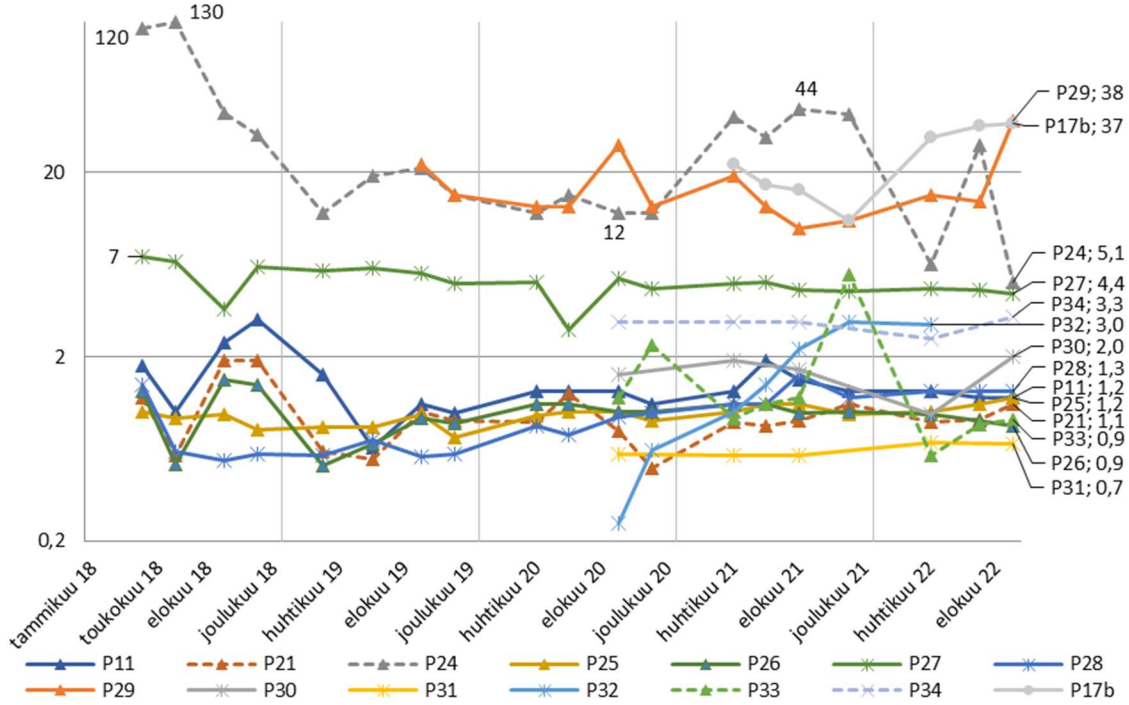
mS/m

Sähkönjohtavuus: Sivukivialue



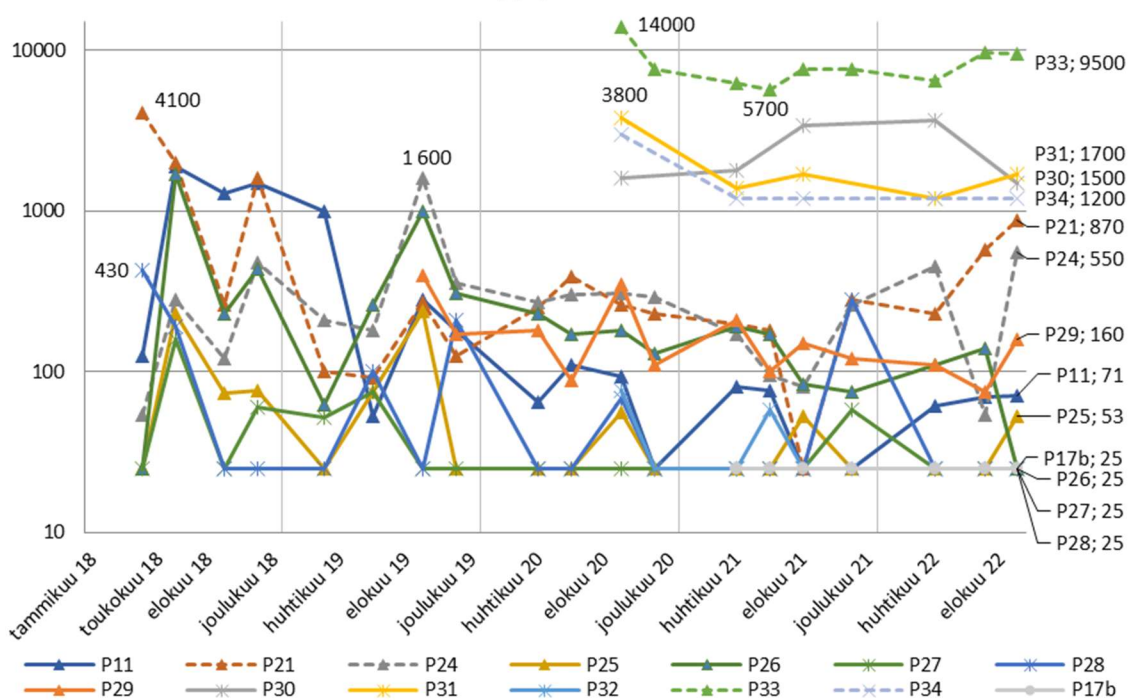
mg/l

Kloridi: Sivukivialue



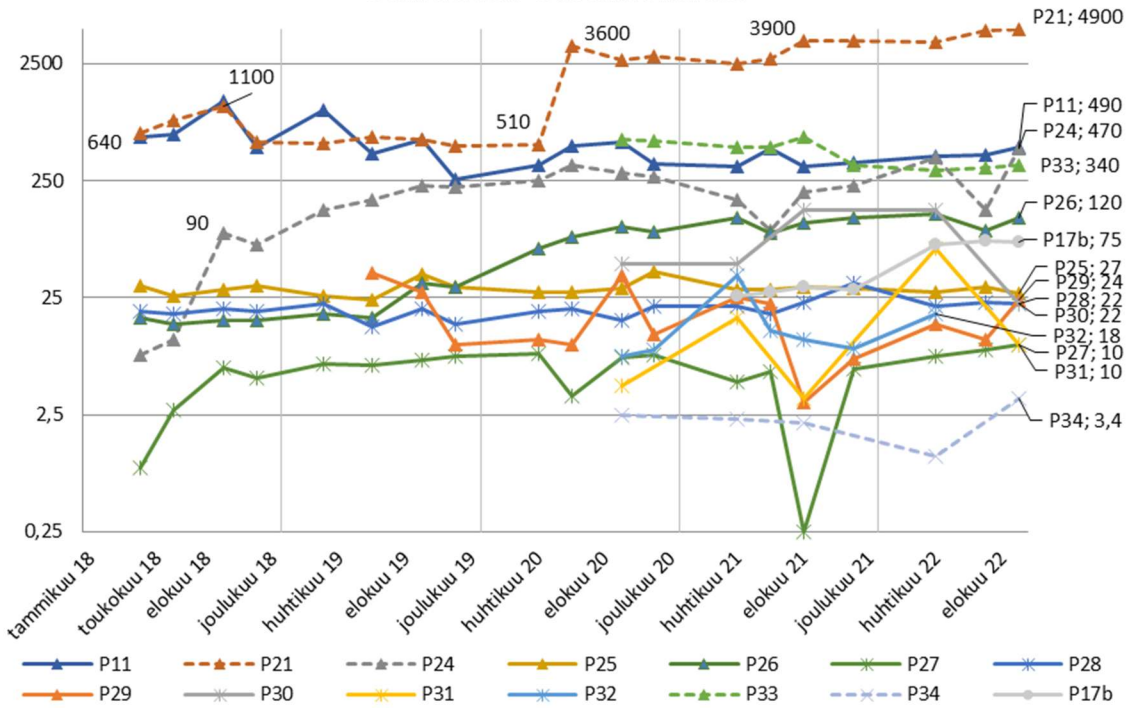
µg/l

Kokonaistyyppi: Sivukivialue



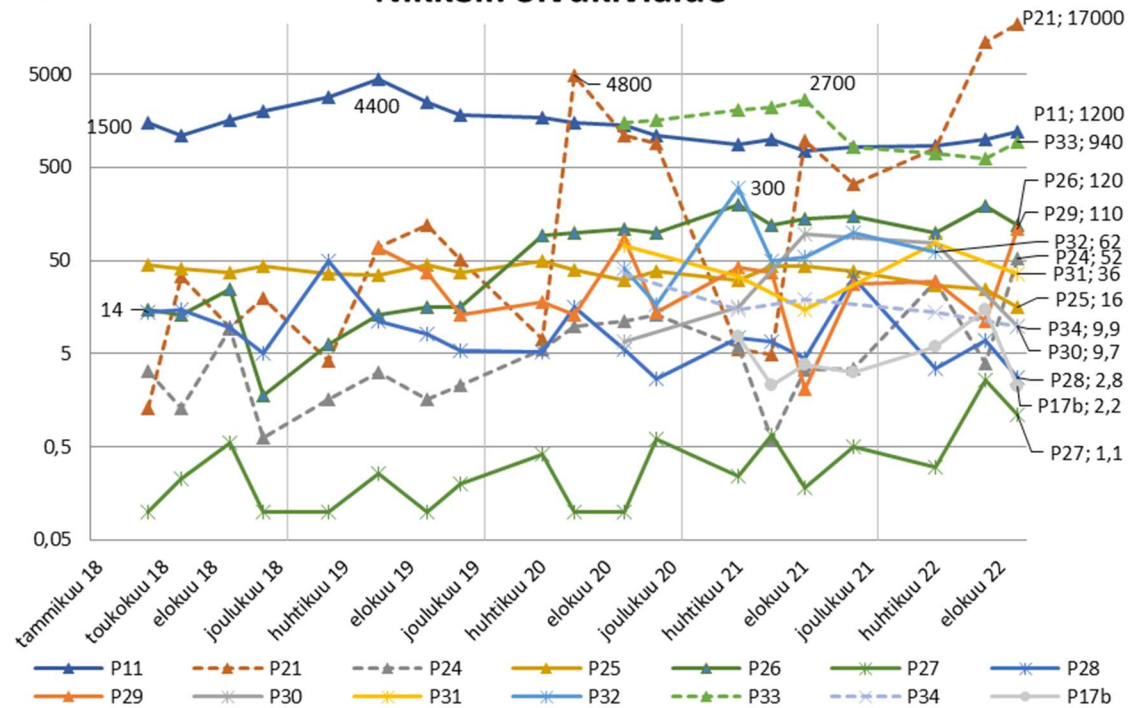
mg/l

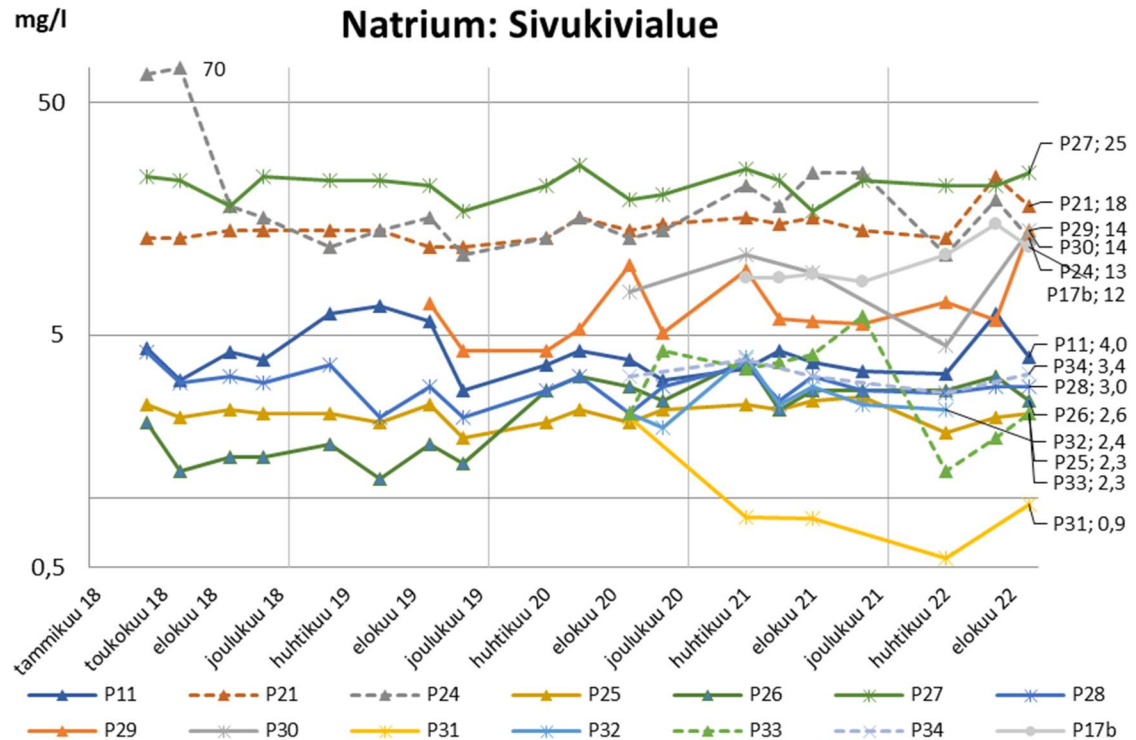
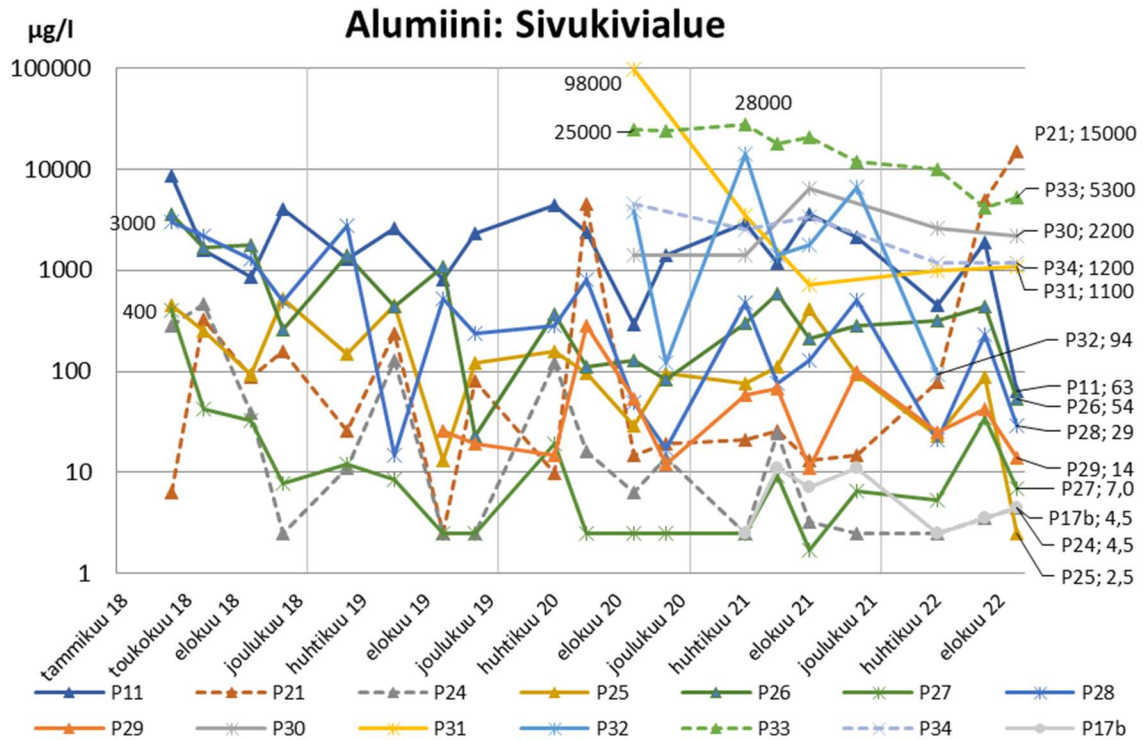
Sulfaatti: Sivukivialue



µg/l

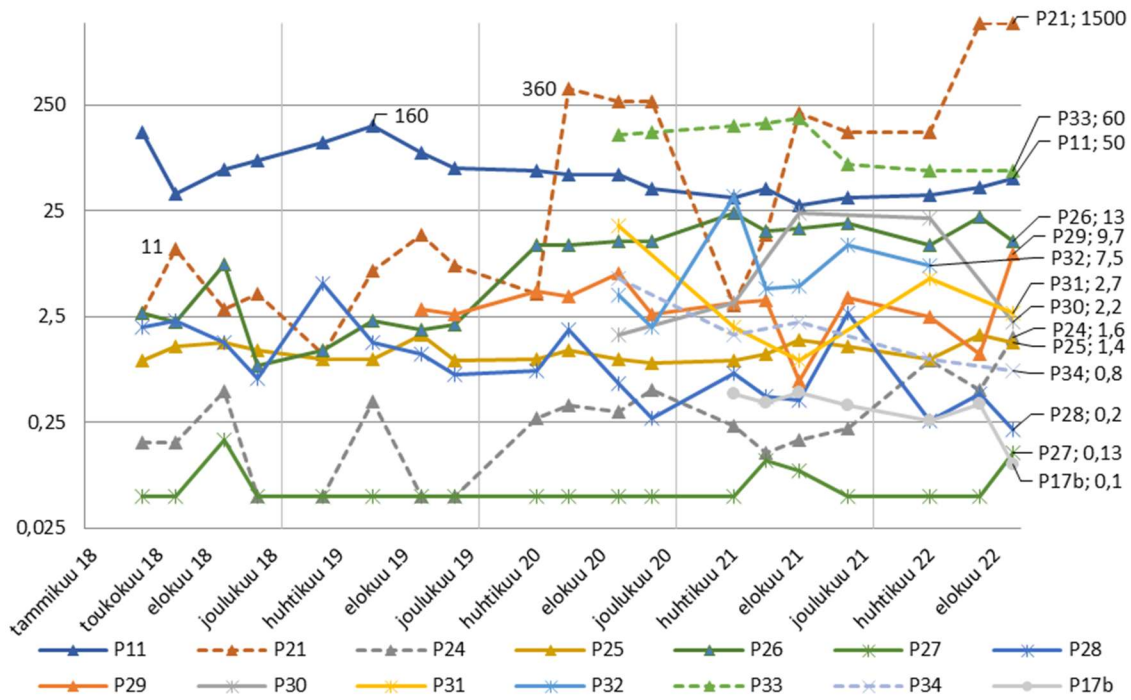
Nikkeli: Sivukivialue





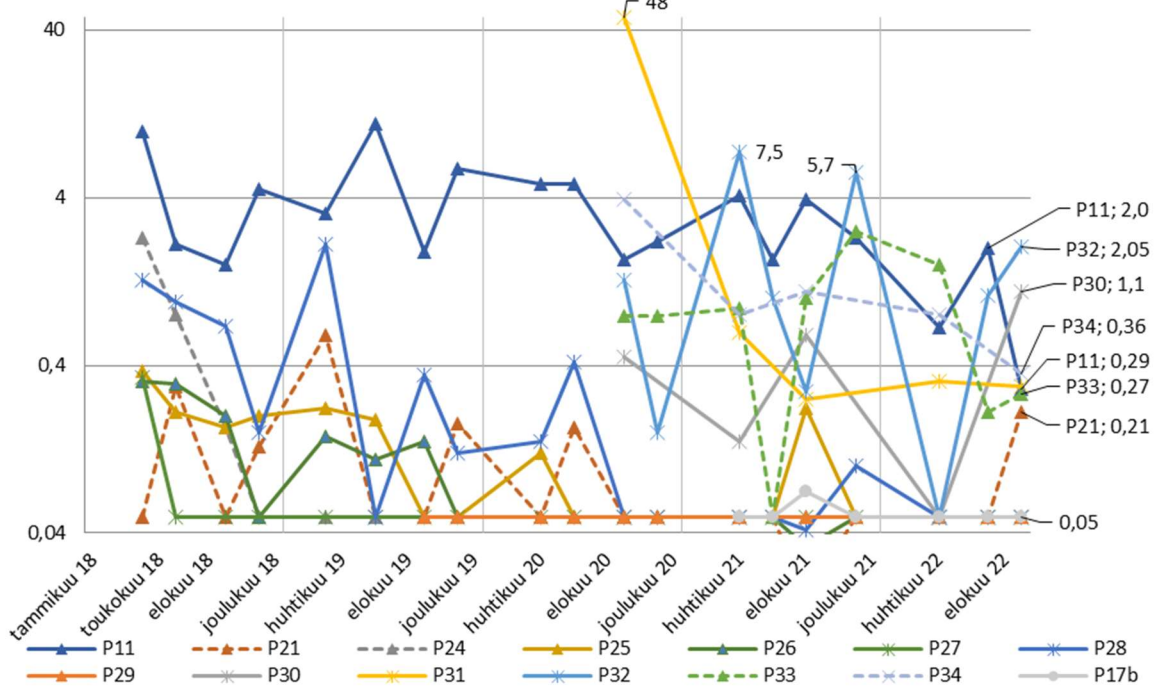
µg/l

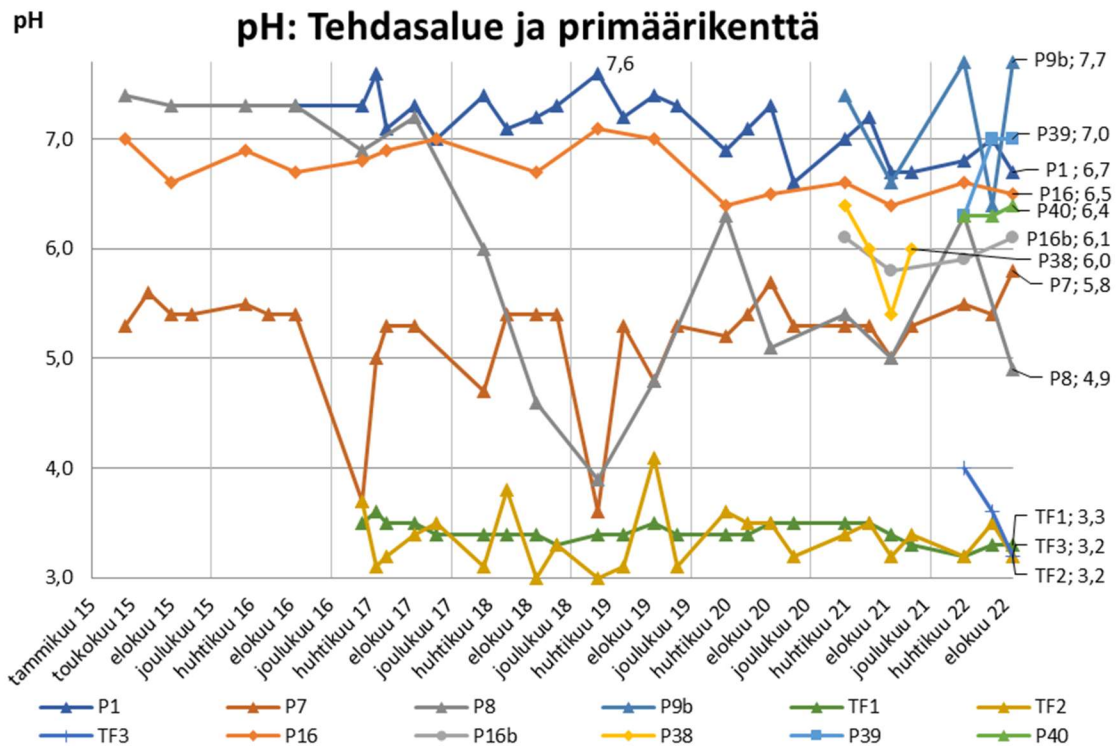
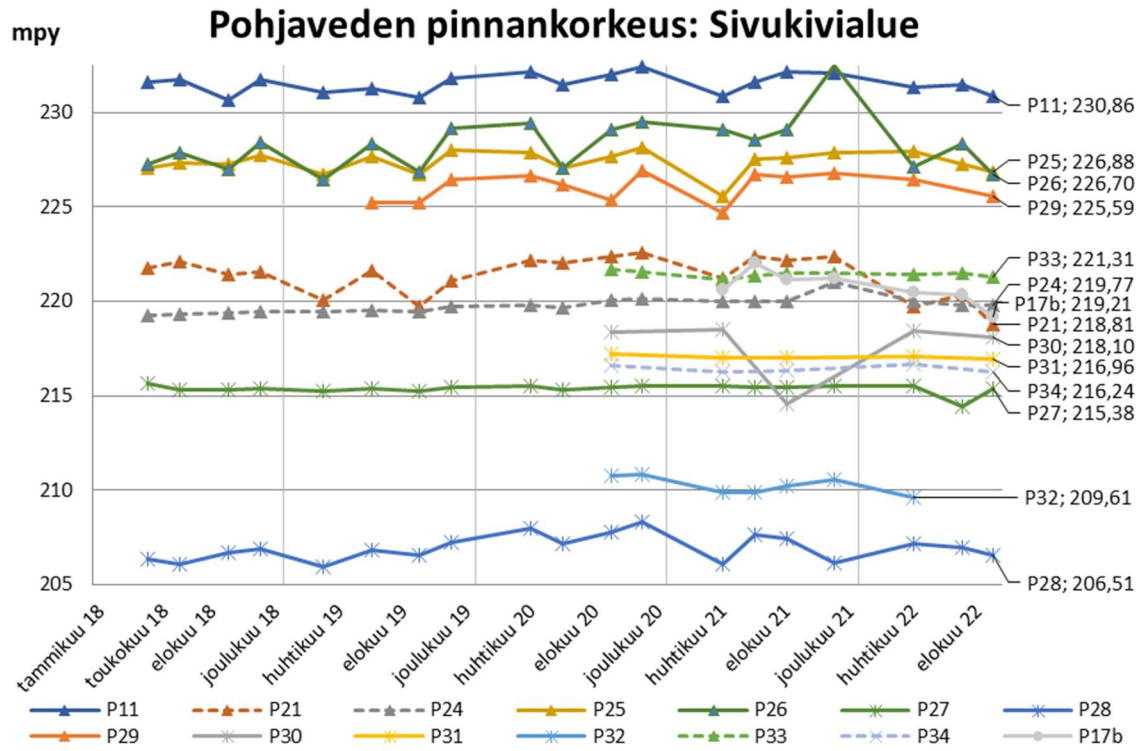
Koboltti: Sivukivialue



µg/l

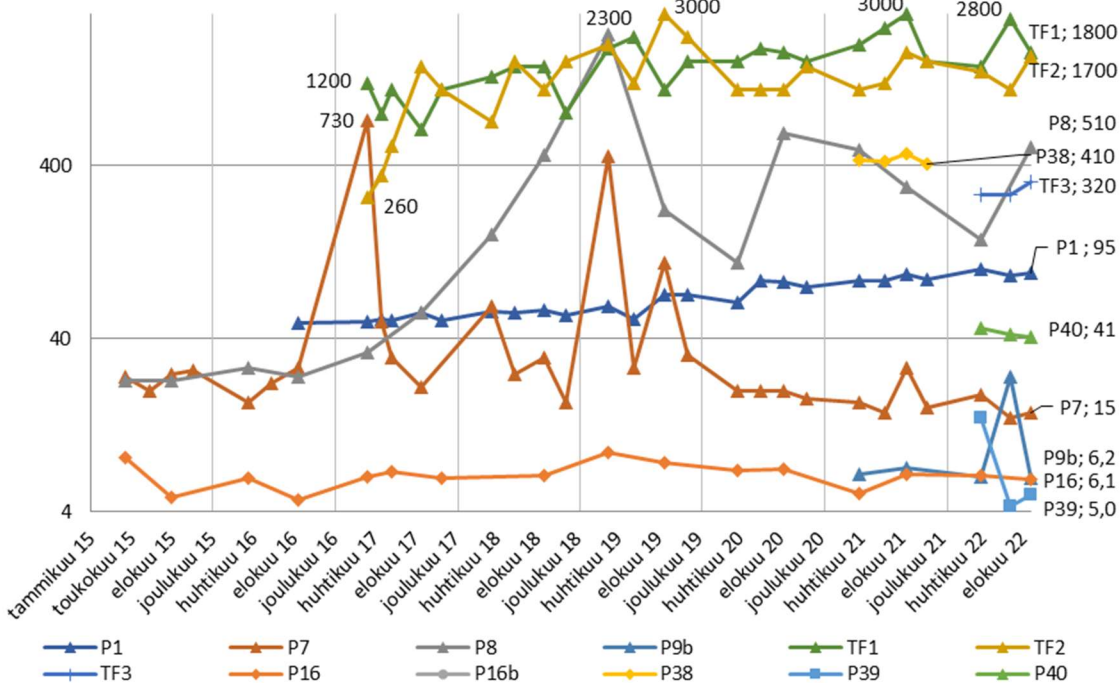
Uraani: Sivukivialue





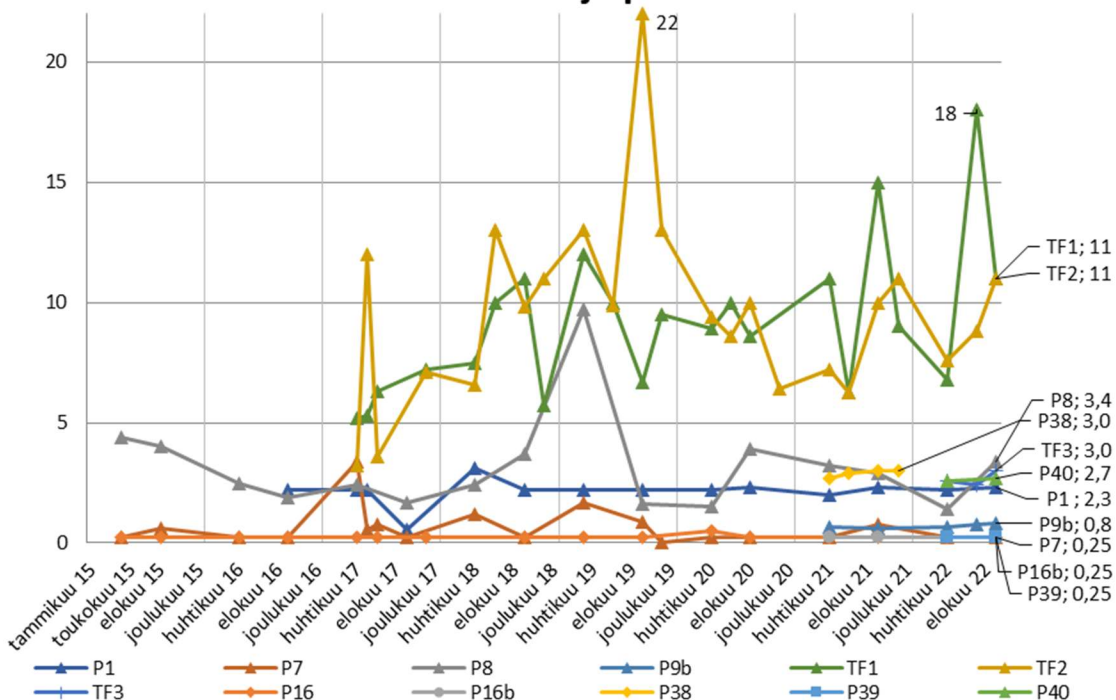
mS/m

Sähkönjohtavuus: Tehdasalue ja primäärिकenttä



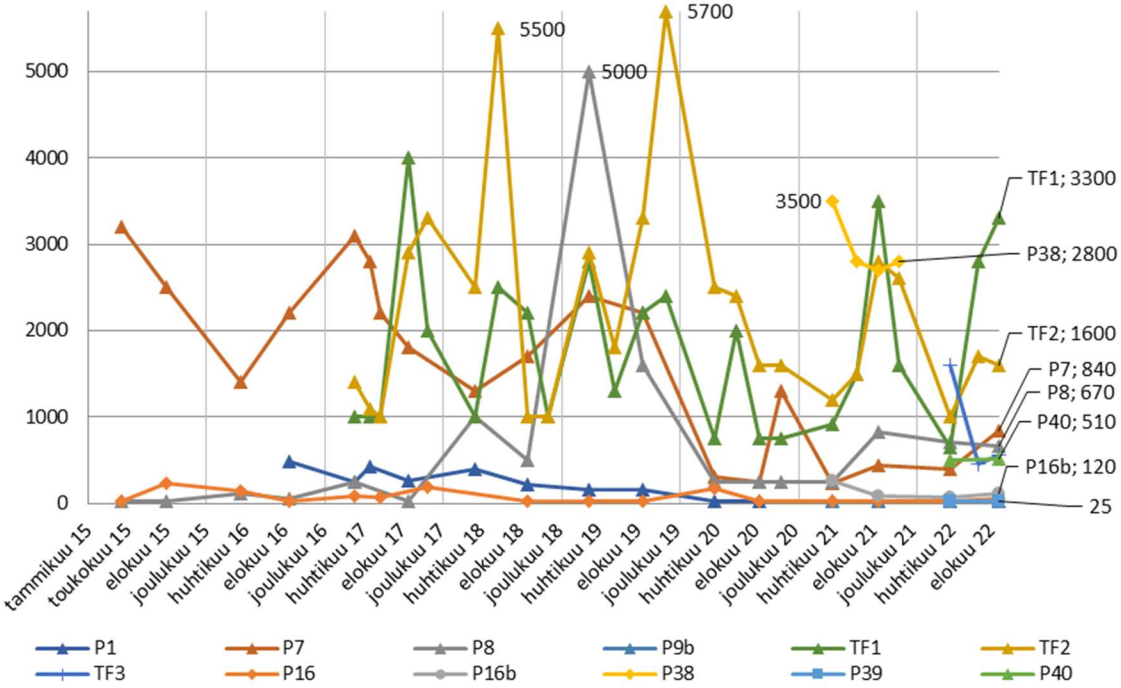
mg/l

Kloridi: Tehdasalue ja primäärिकenttä



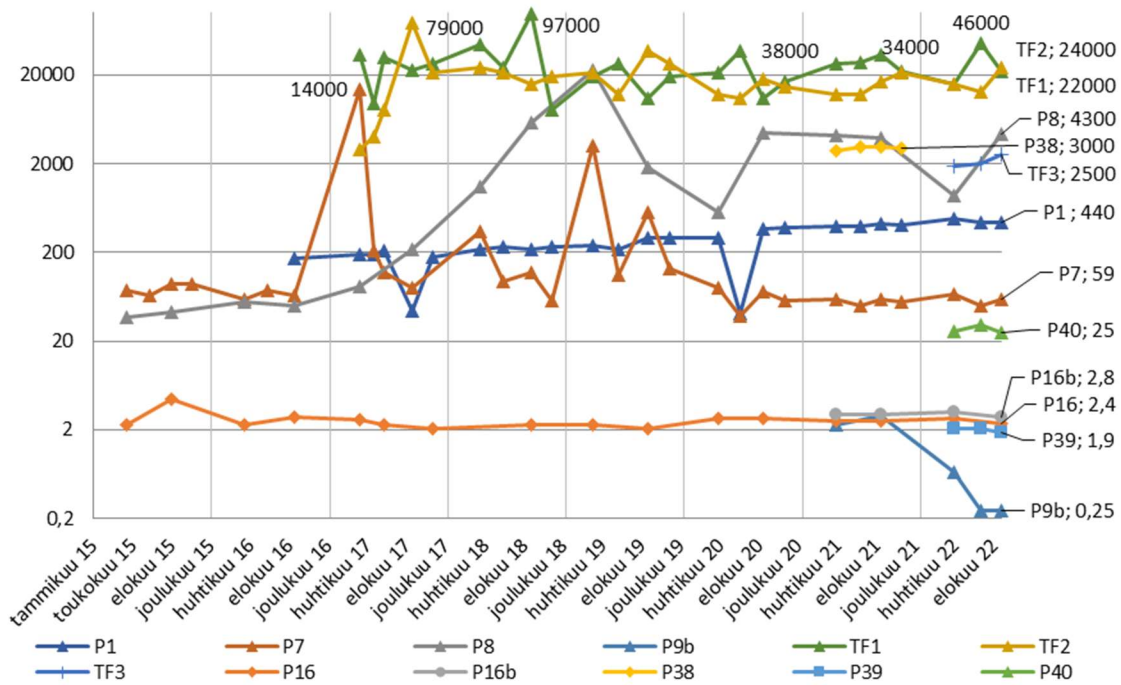
µg/l

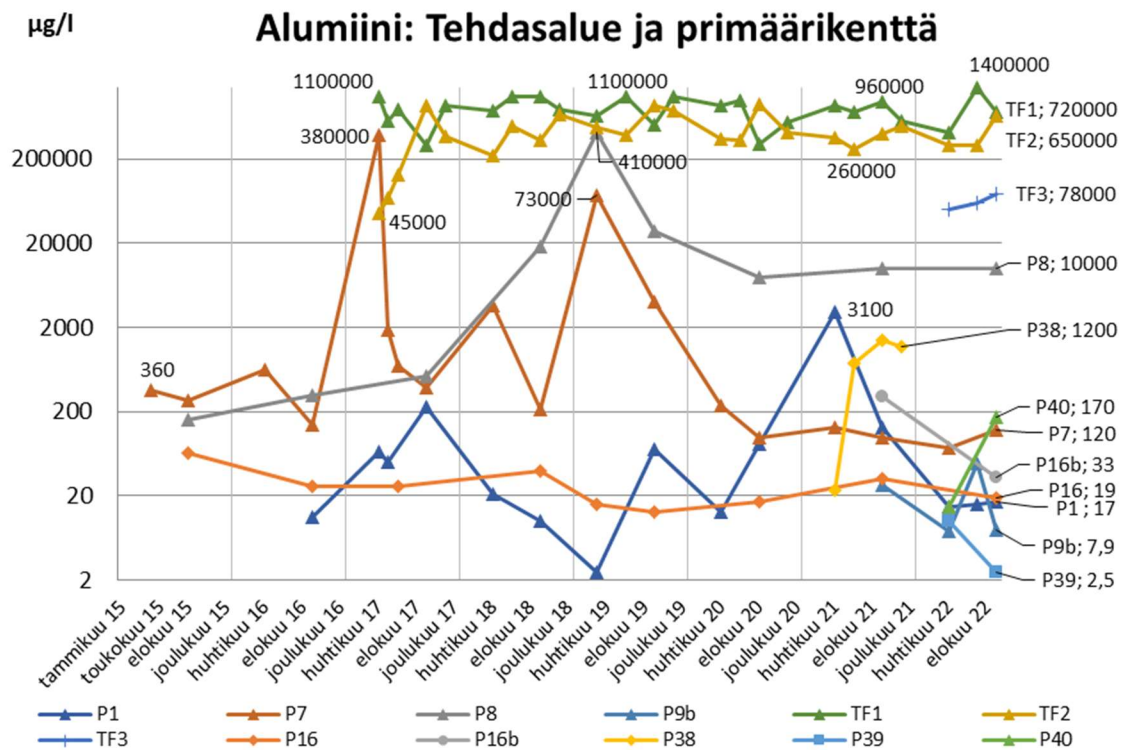
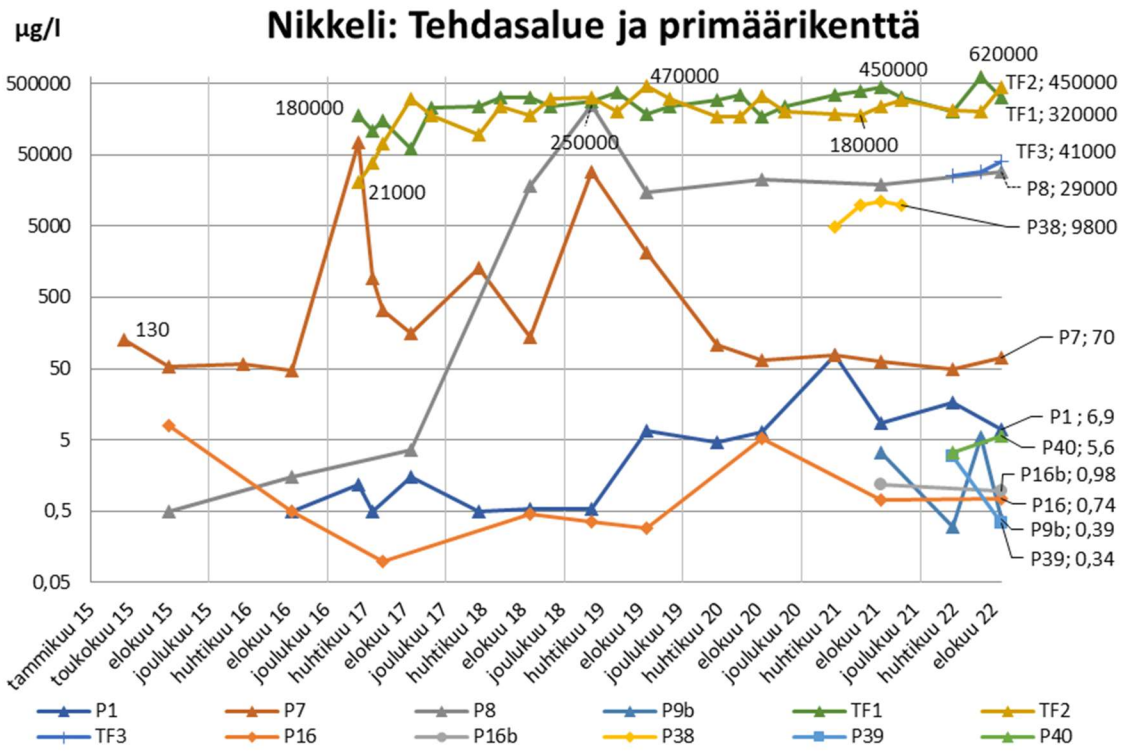
Kokonaistyyppi: Tehdasalue ja primäärkenttä



mg/l

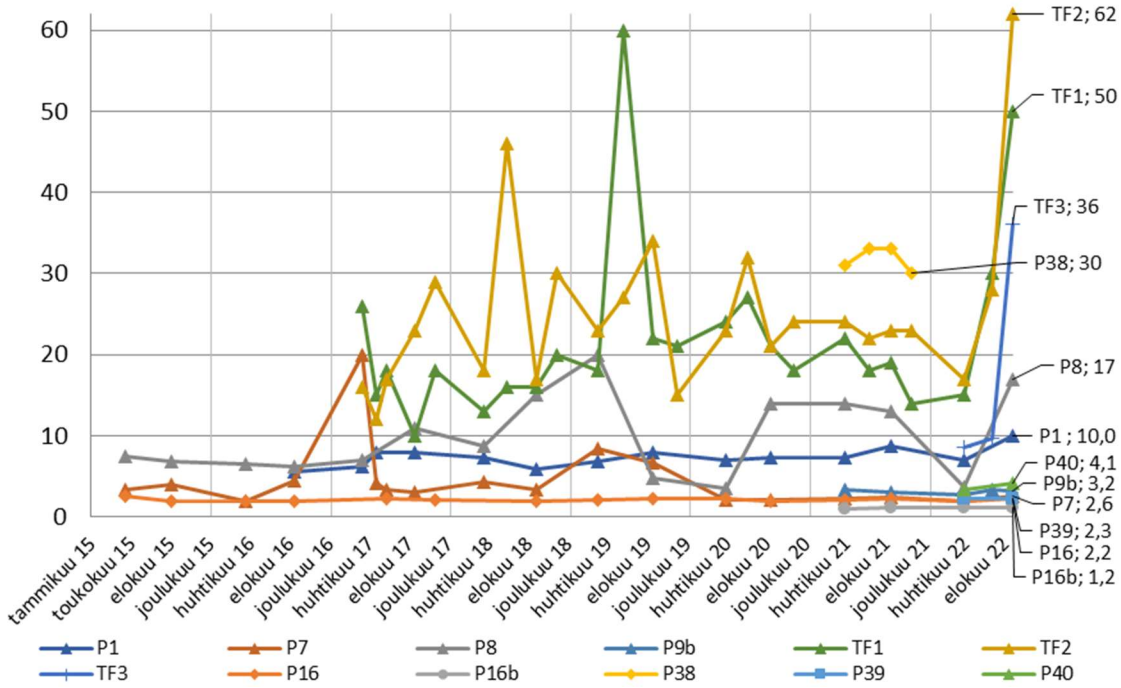
Sulfaatti: Tehdasalue ja primäärkenttä





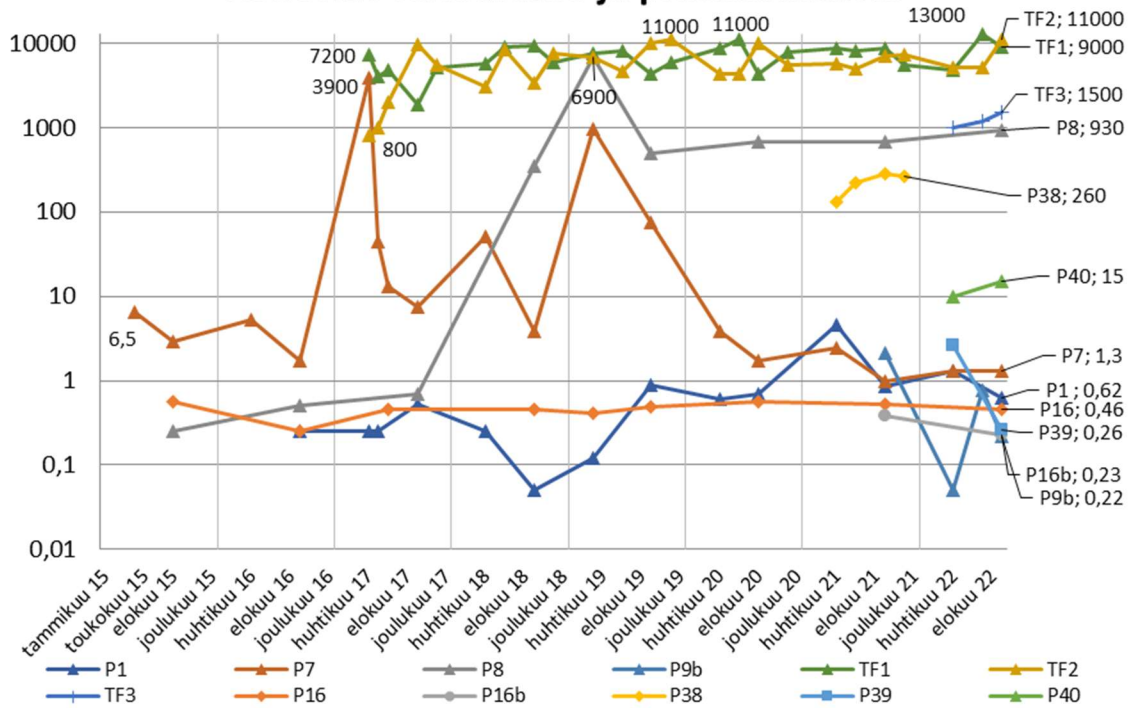
mg/l

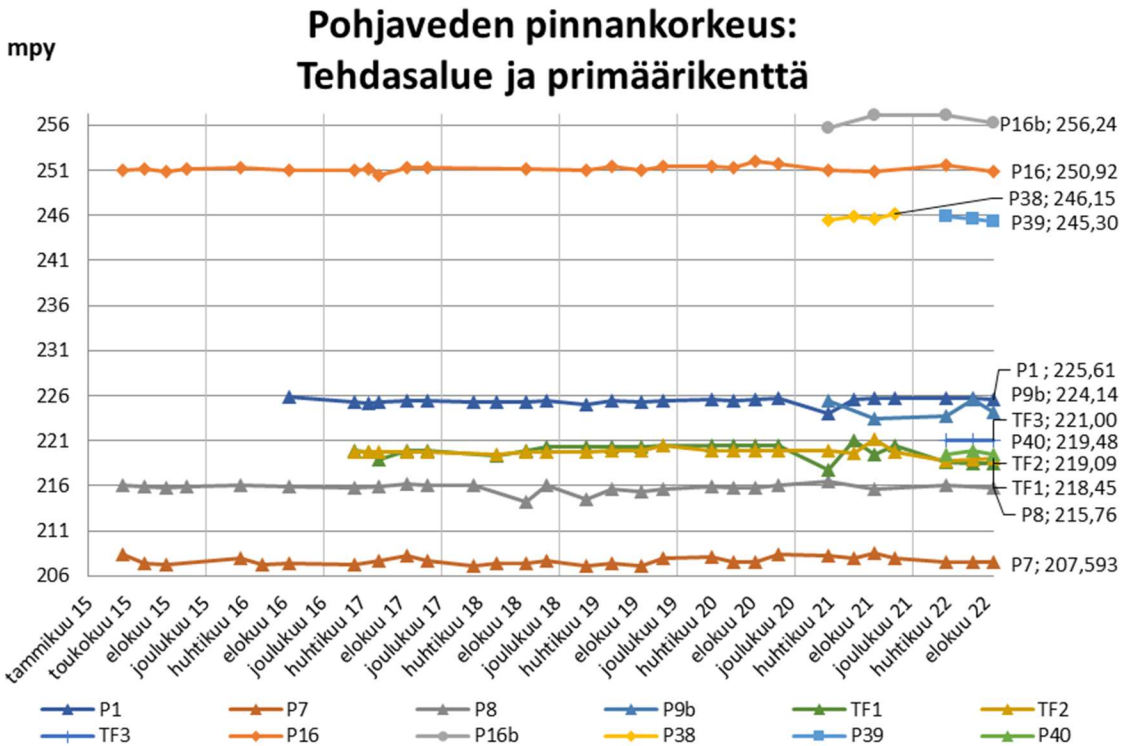
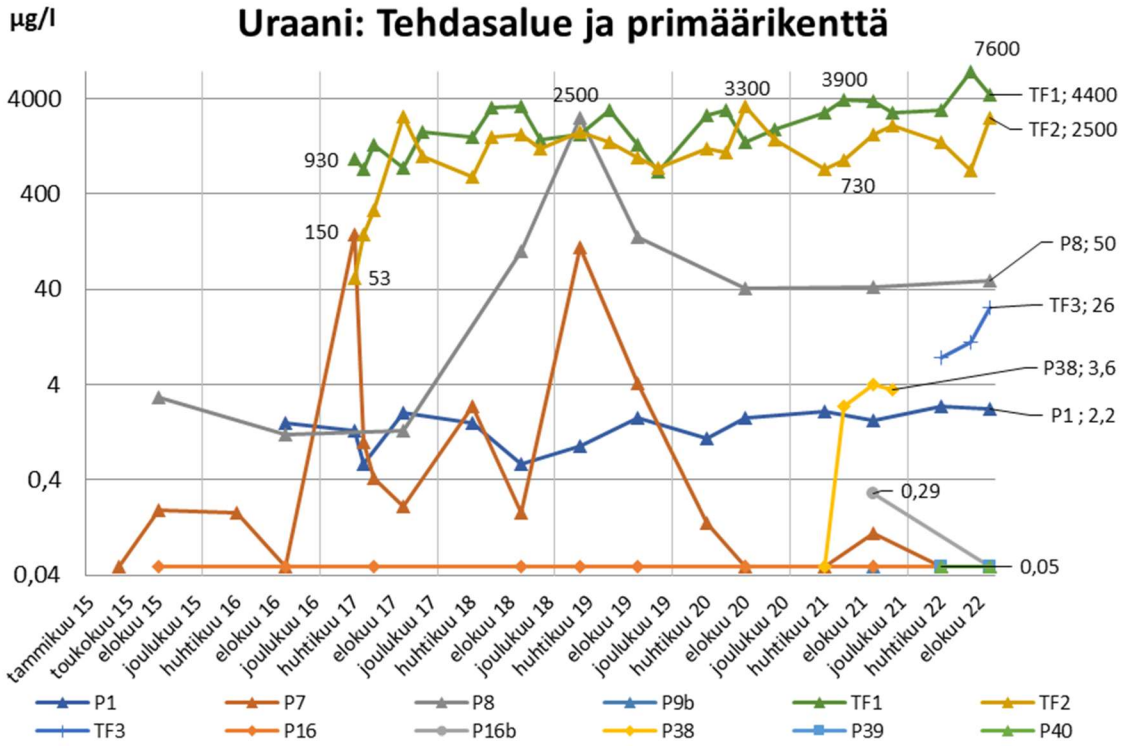
Natrium: Tehdasalue ja primäärkenttä



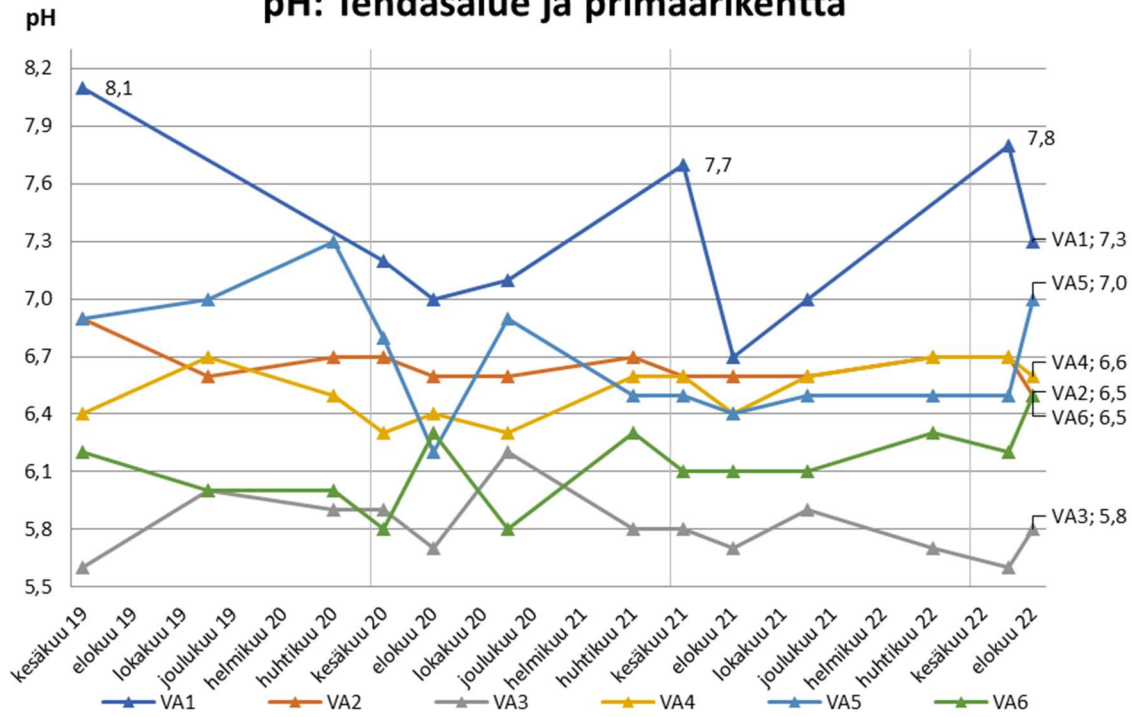
µg/l

Koboltti: Tehdasalue ja primäärkenttä

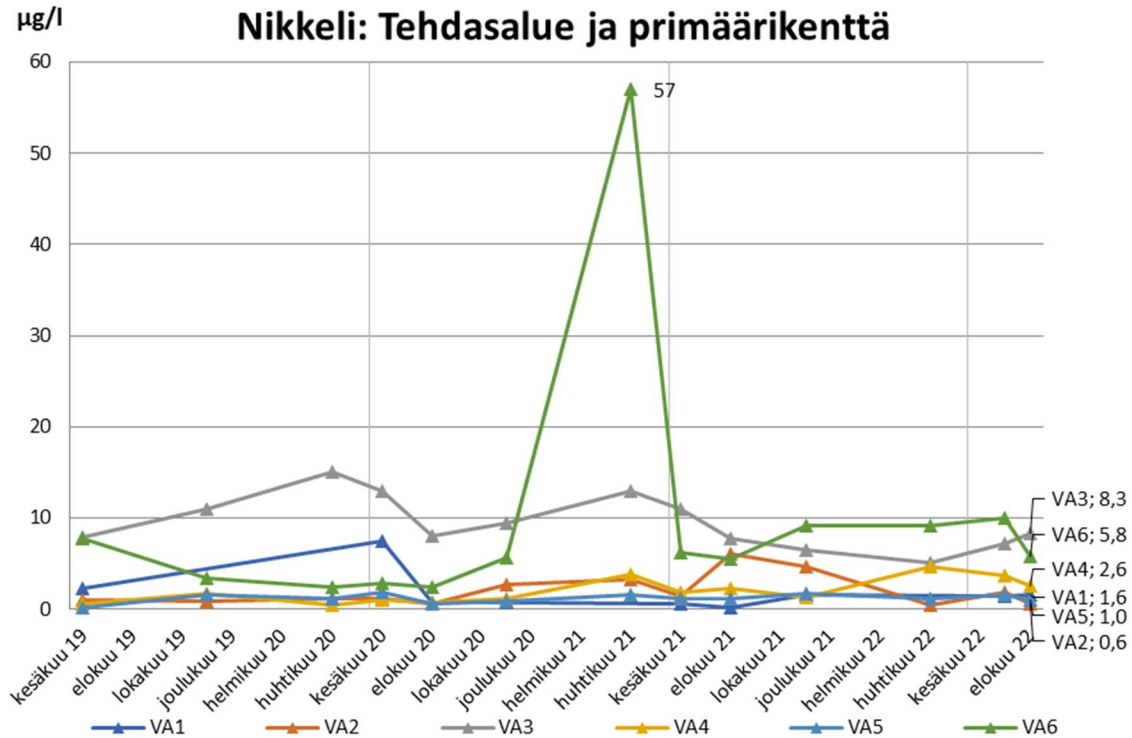




pH: Tehdasalue ja primäärkenttä

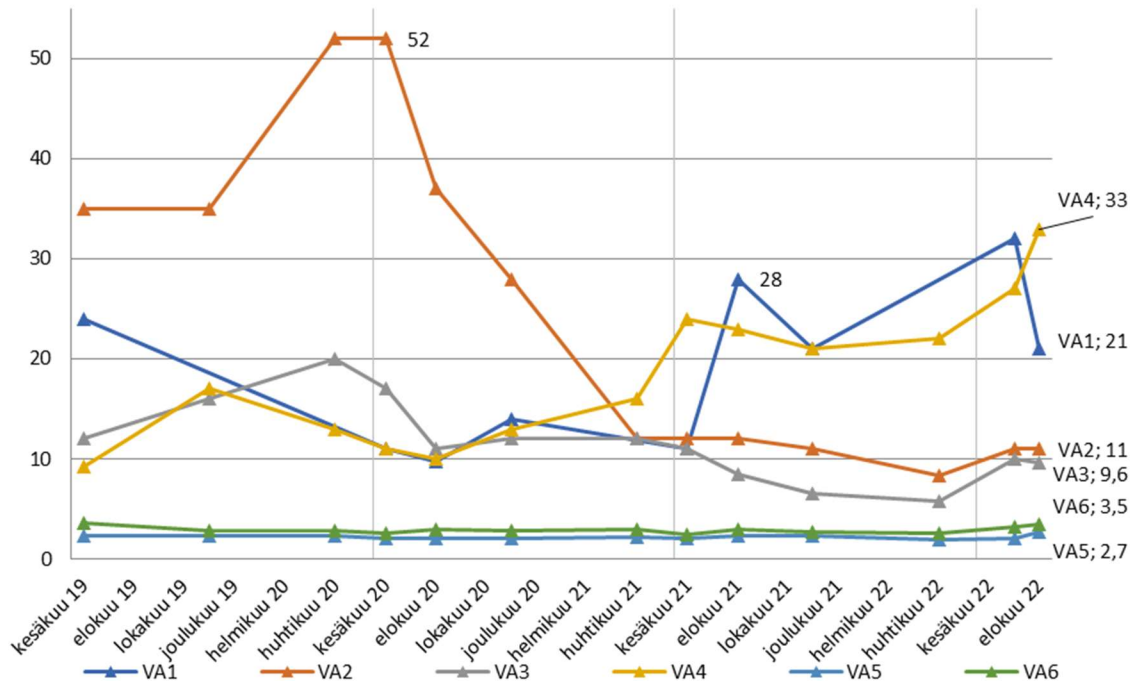


Nikkeli: Tehdasalue ja primäärkenttä

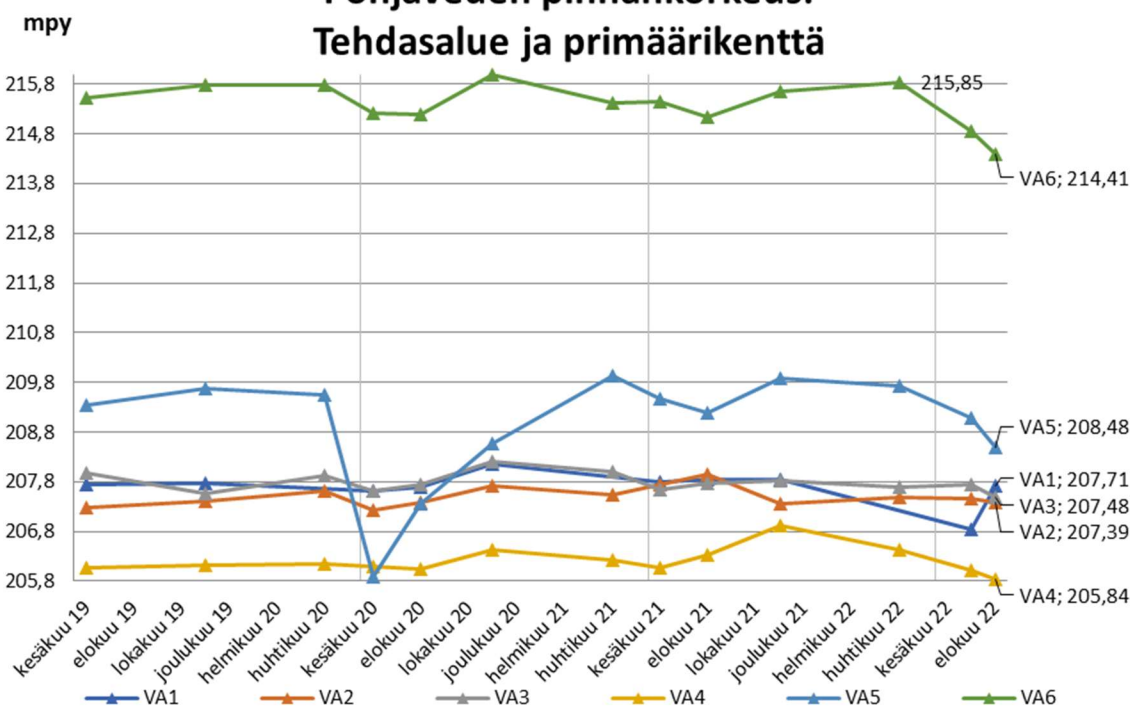


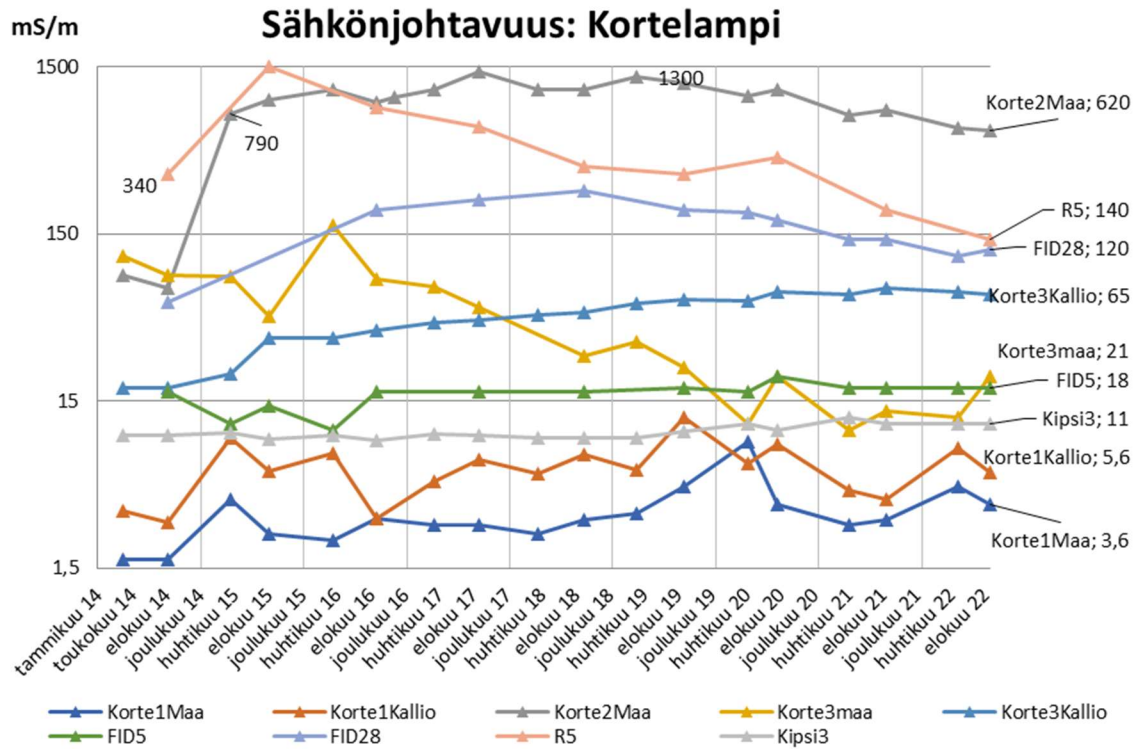
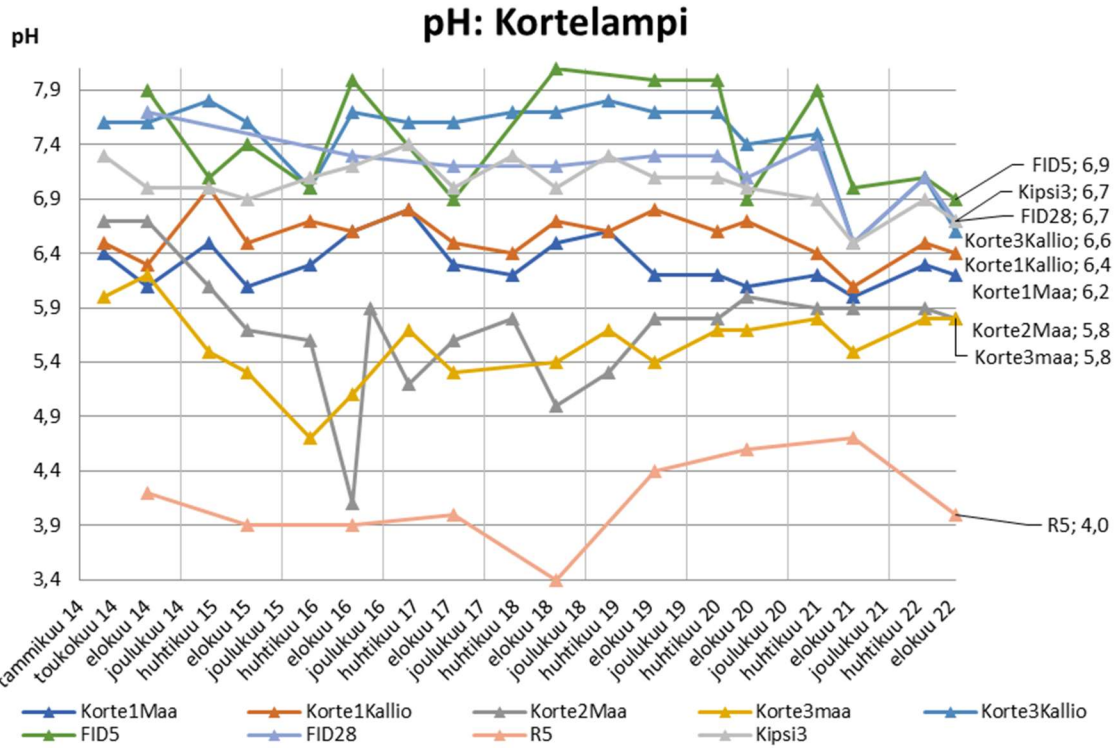
mg/l

Kalsium: Tehdasalue ja primäärkenttä



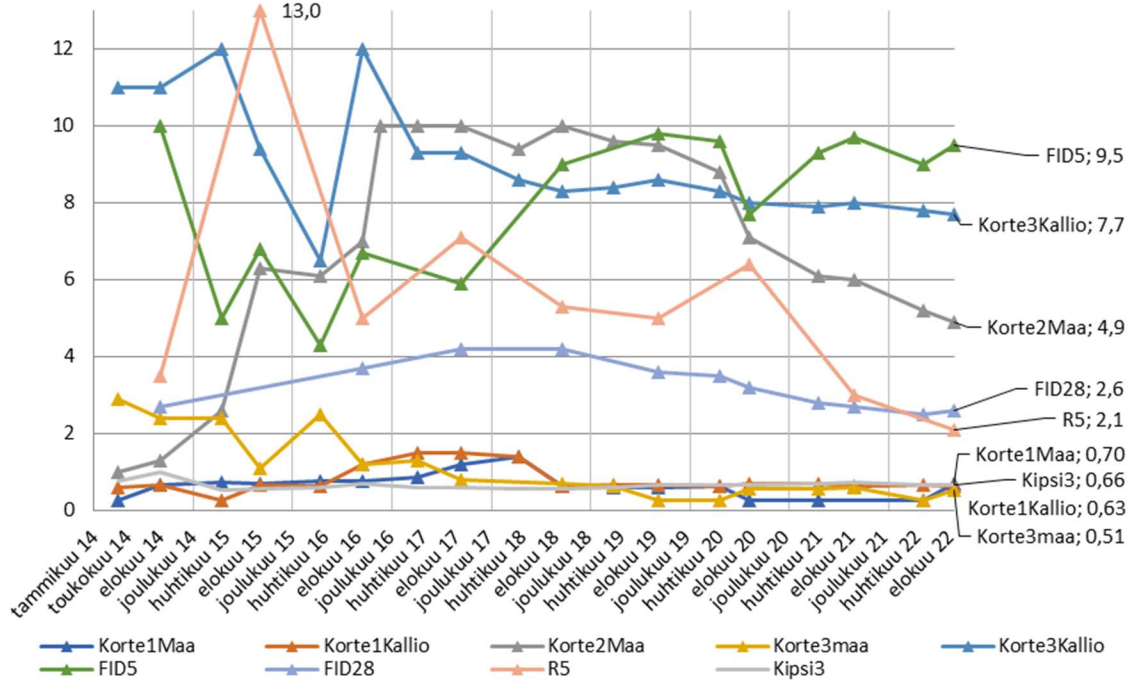
Pohjaveden pinnankorkeus: Tehdasalue ja primäärkenttä





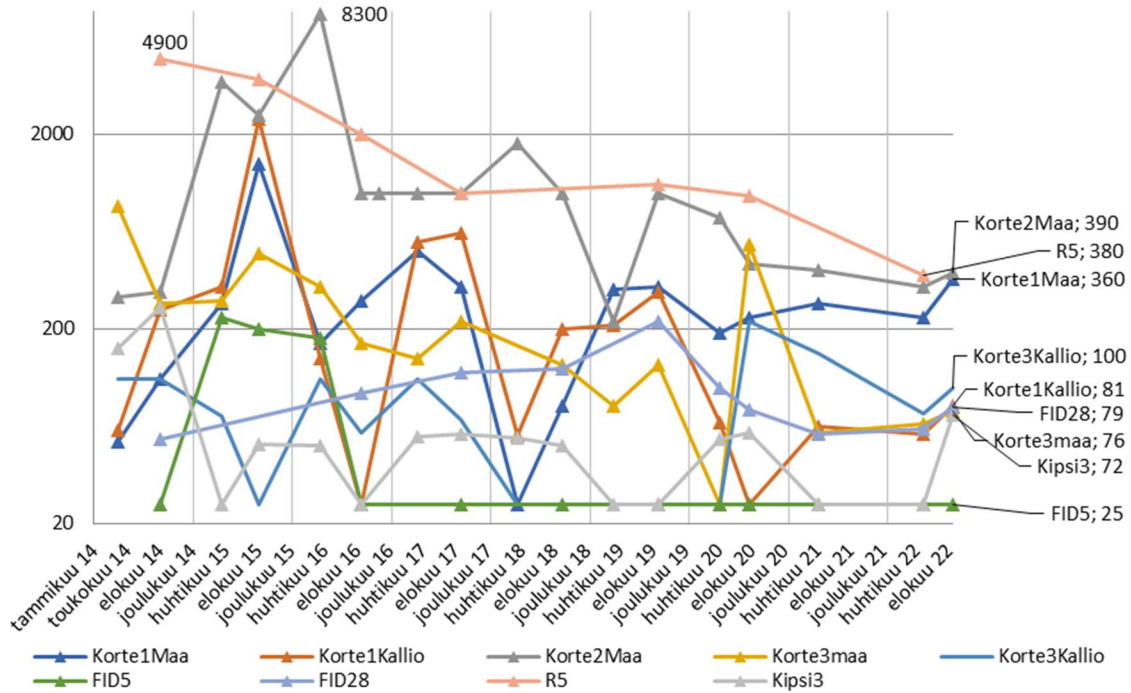
mg/l

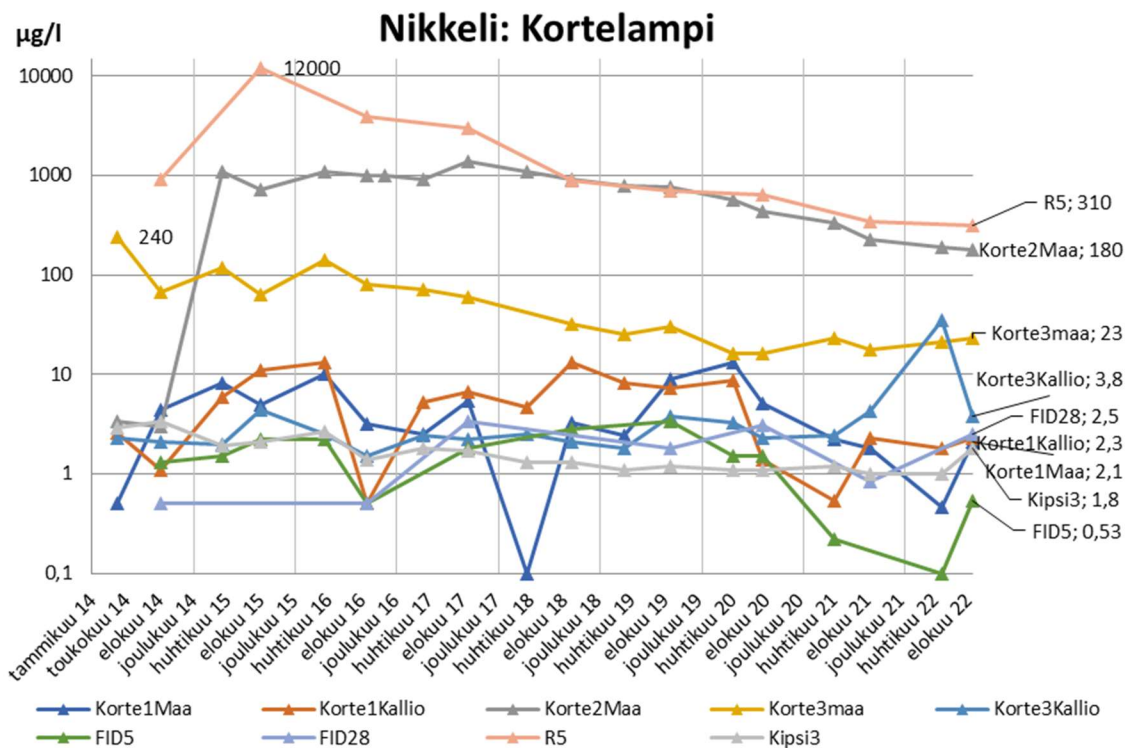
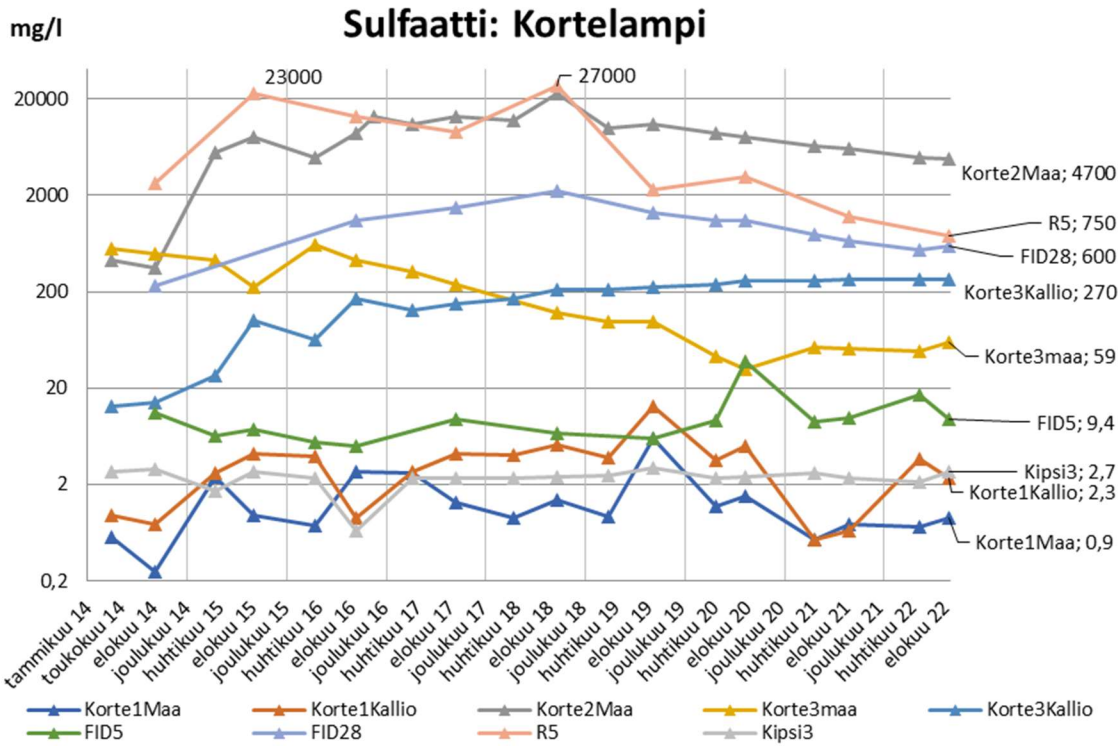
Kloridi: Kortelampi

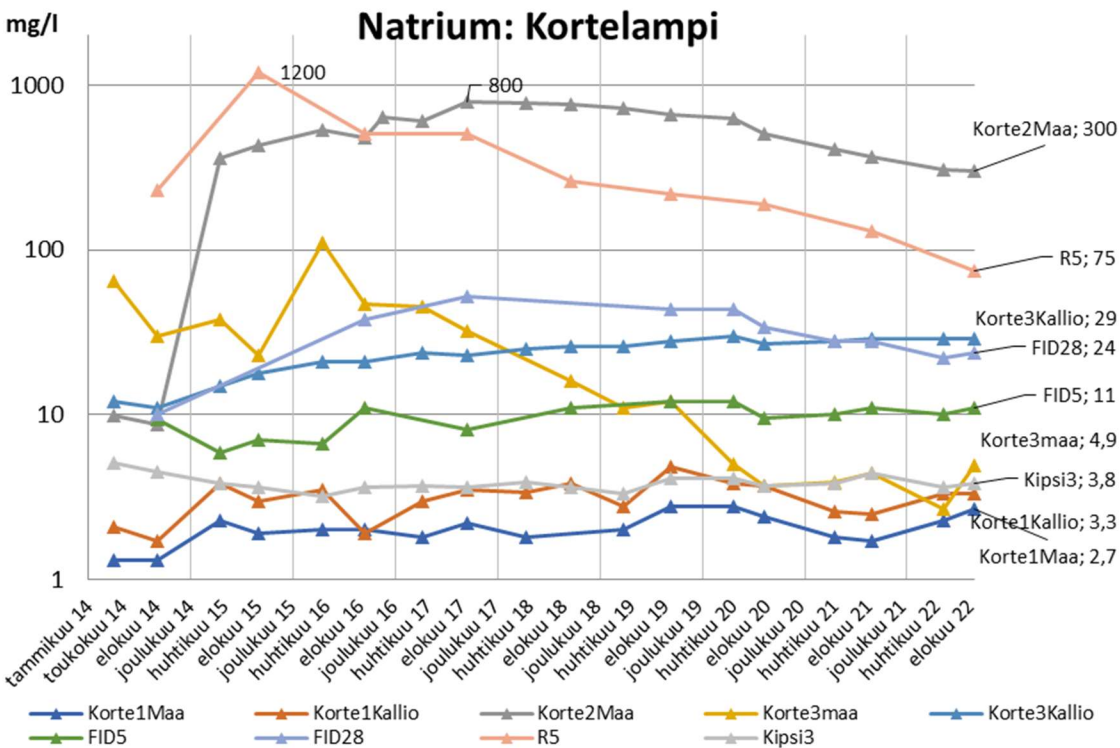
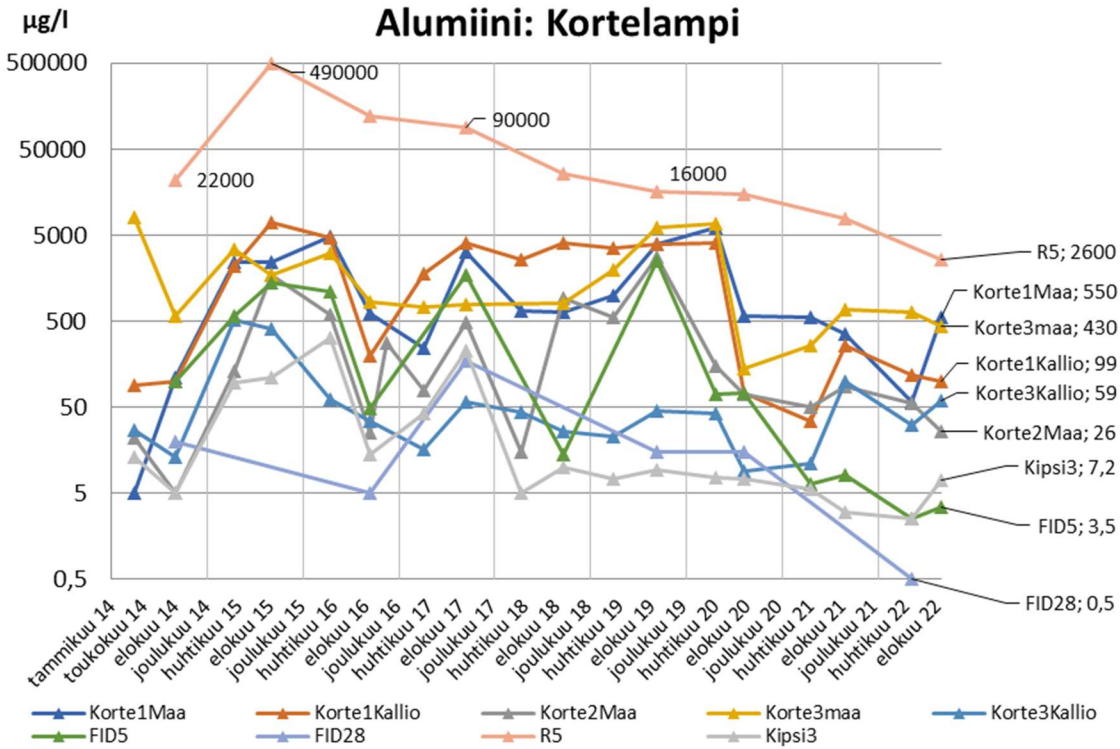


µg/l

Kokonaistyyppi: Kortelampi

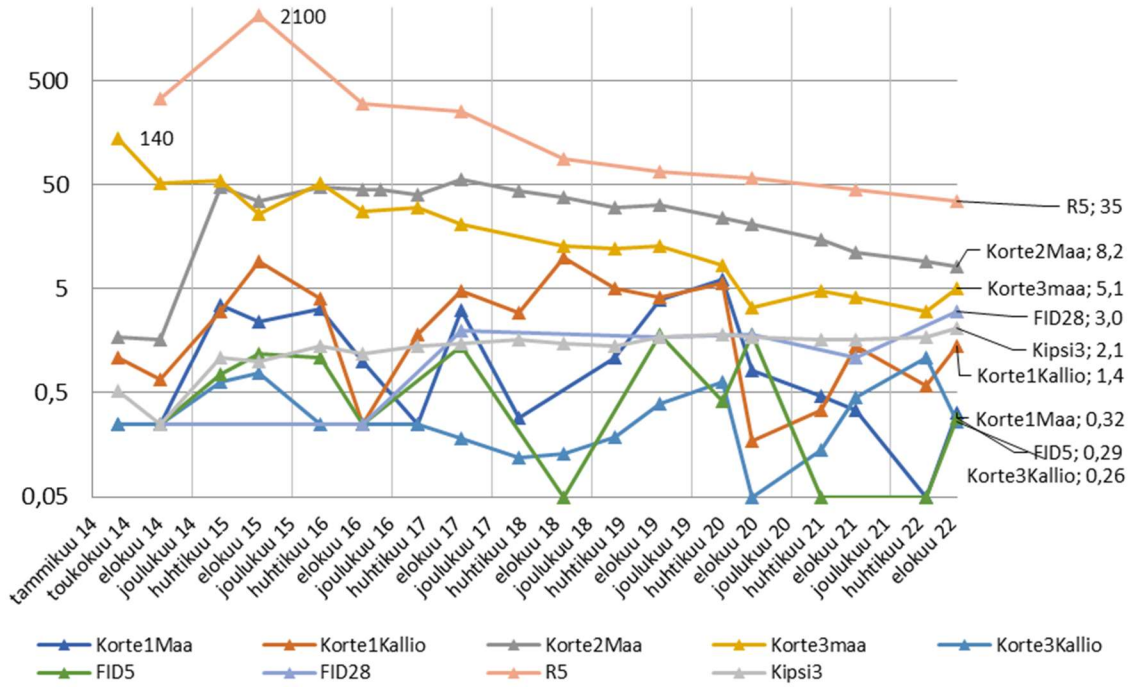






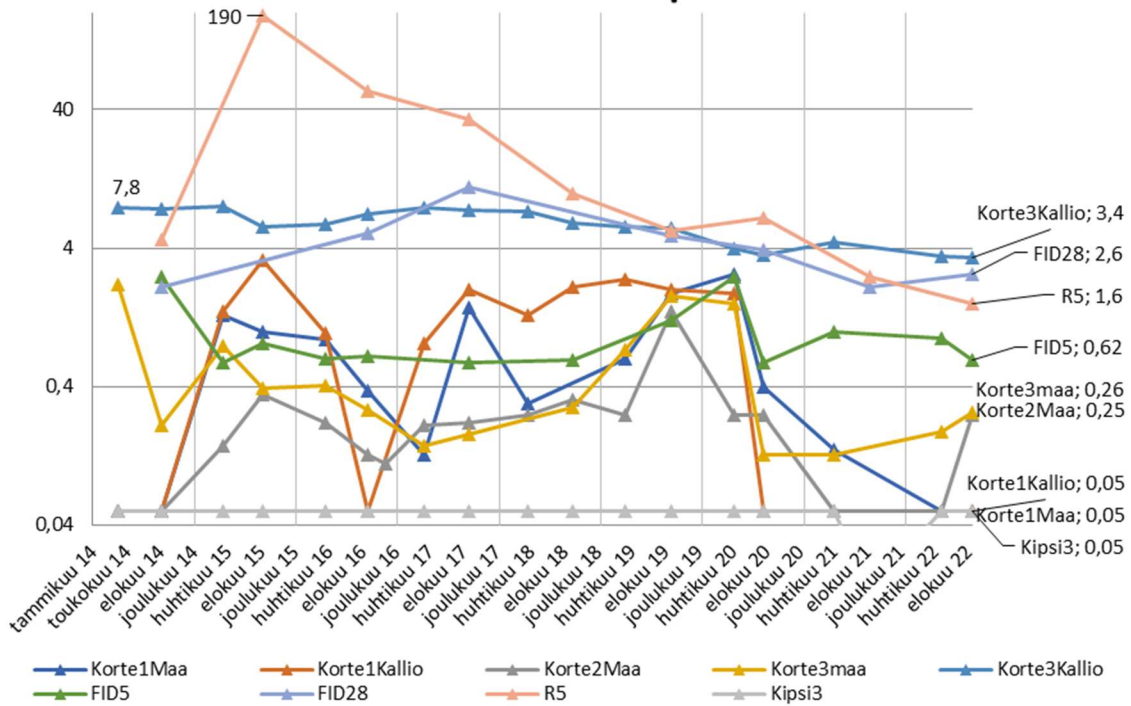
µg/l

Koboltti: Kortelampi



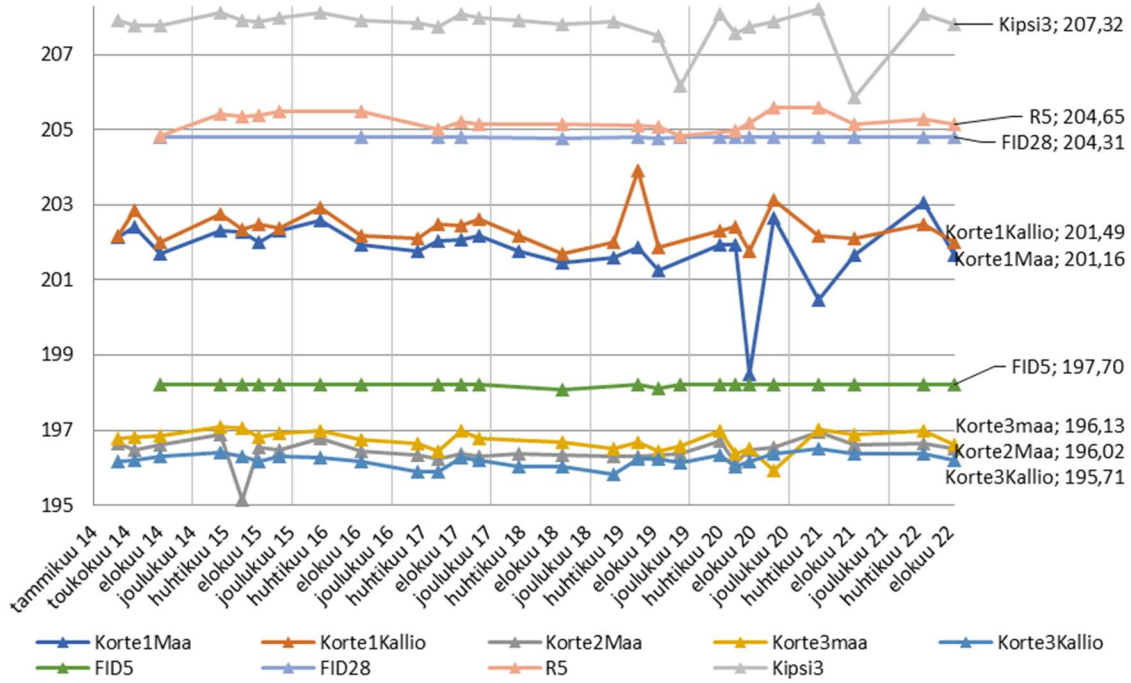
µg/l

Uraani: Kortelampi



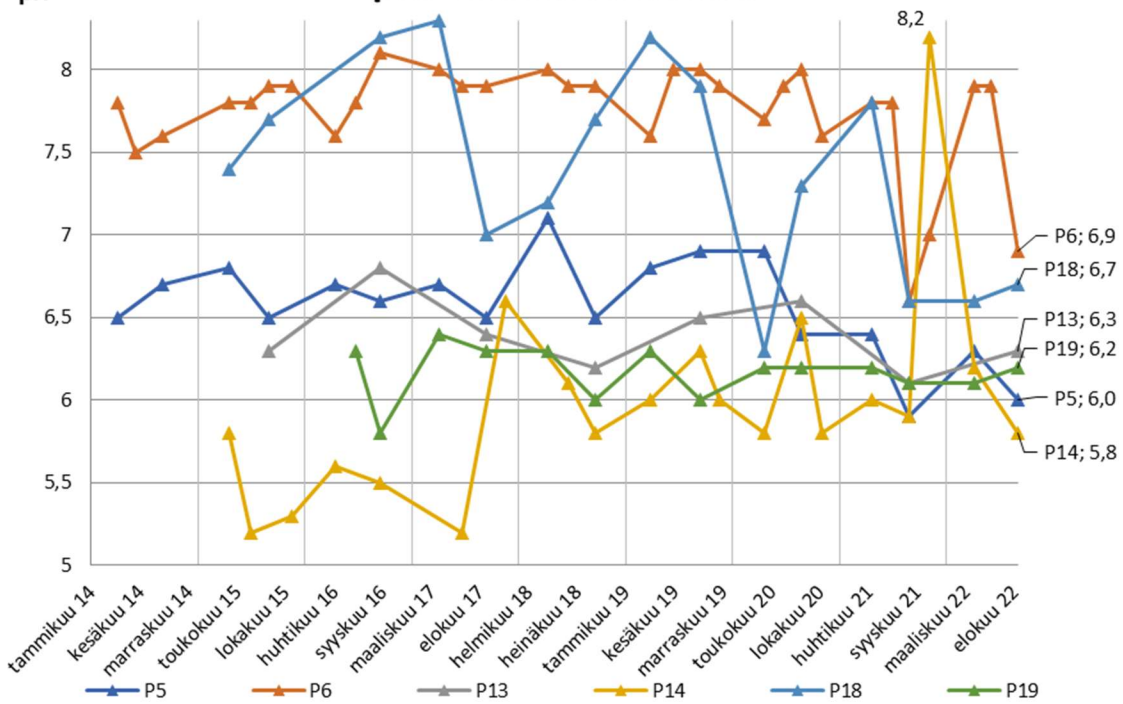
mpy

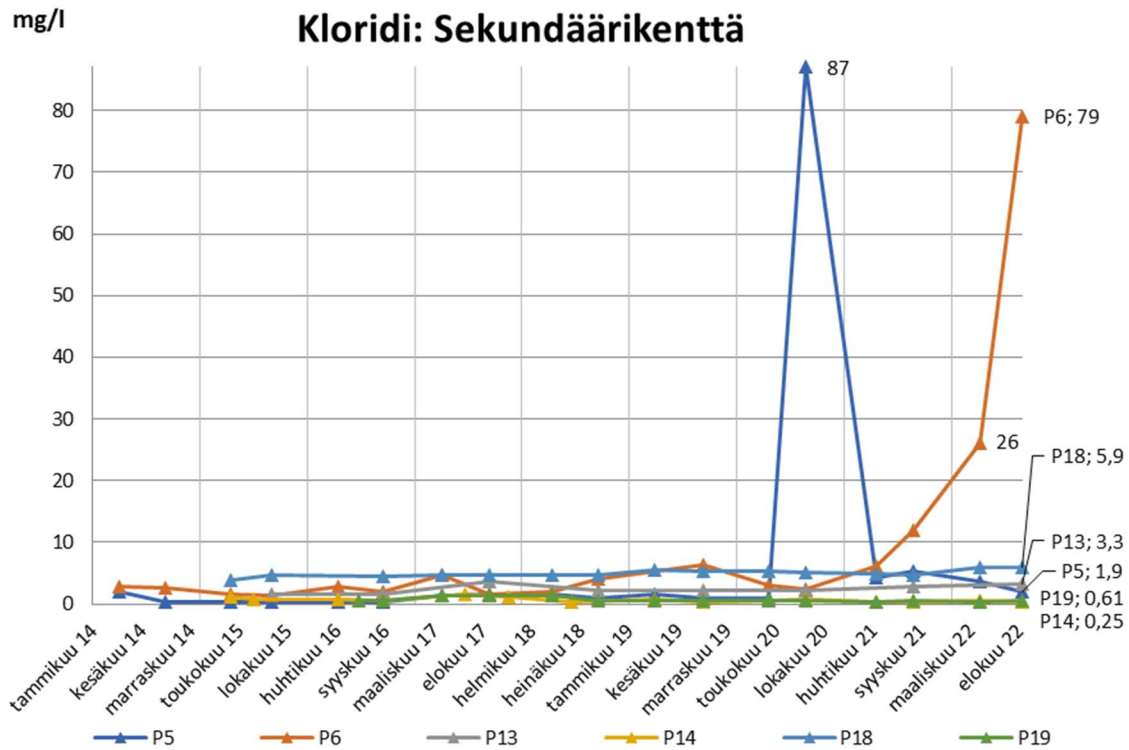
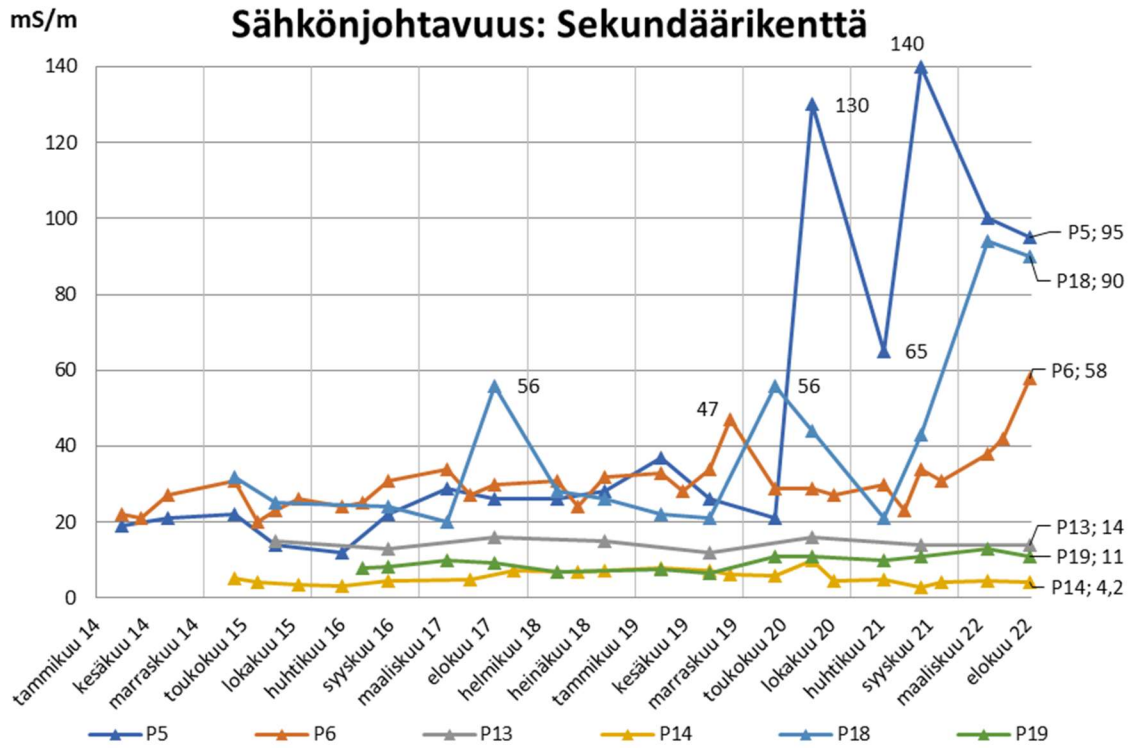
Pohjaveden pinnankorkeus: Kortelampi



pH

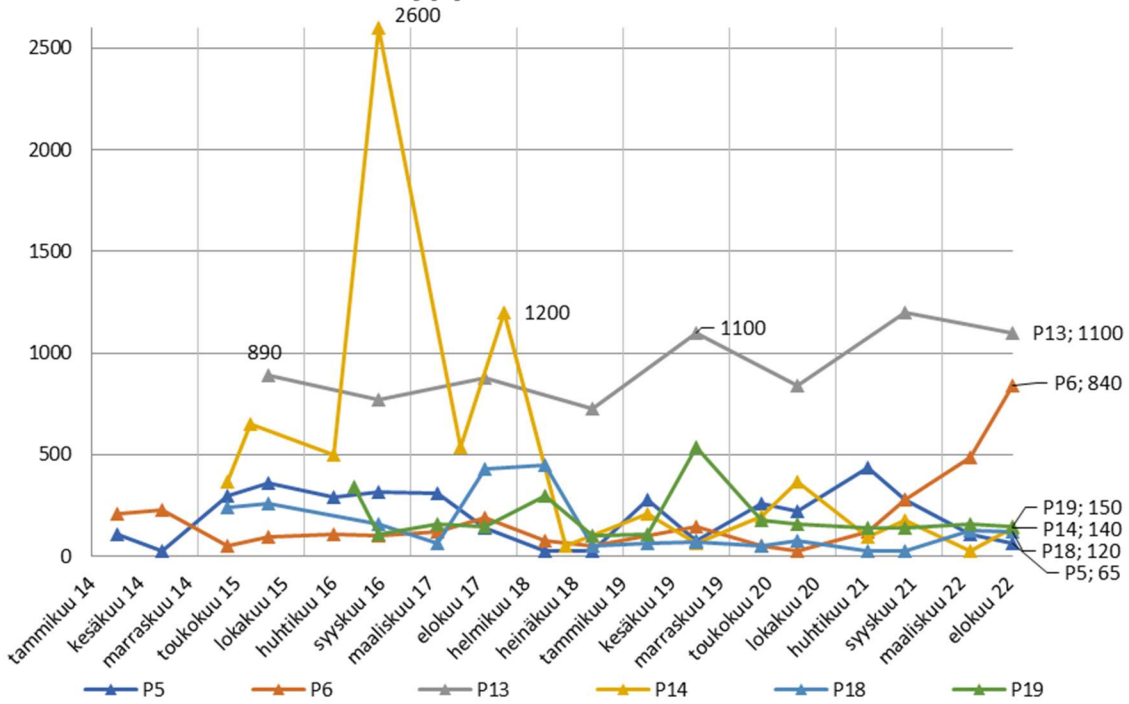
pH: Sekundäarikenttä





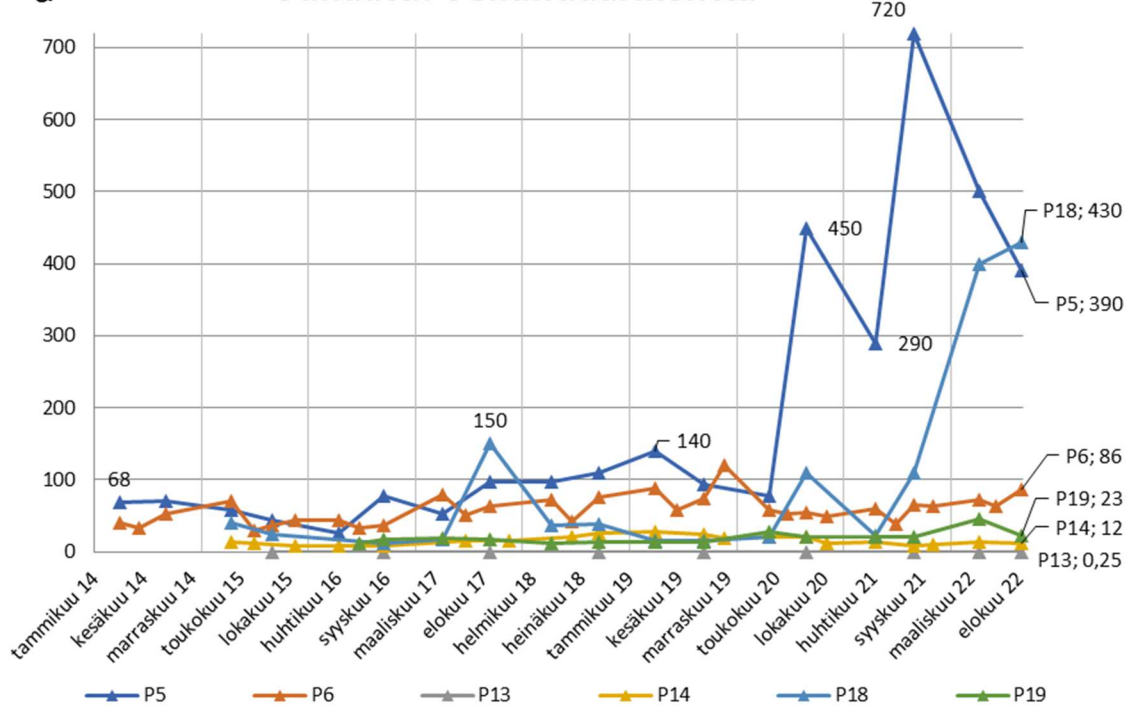
µg/l

Kokonaistyyppi: Sekundäärikenttä



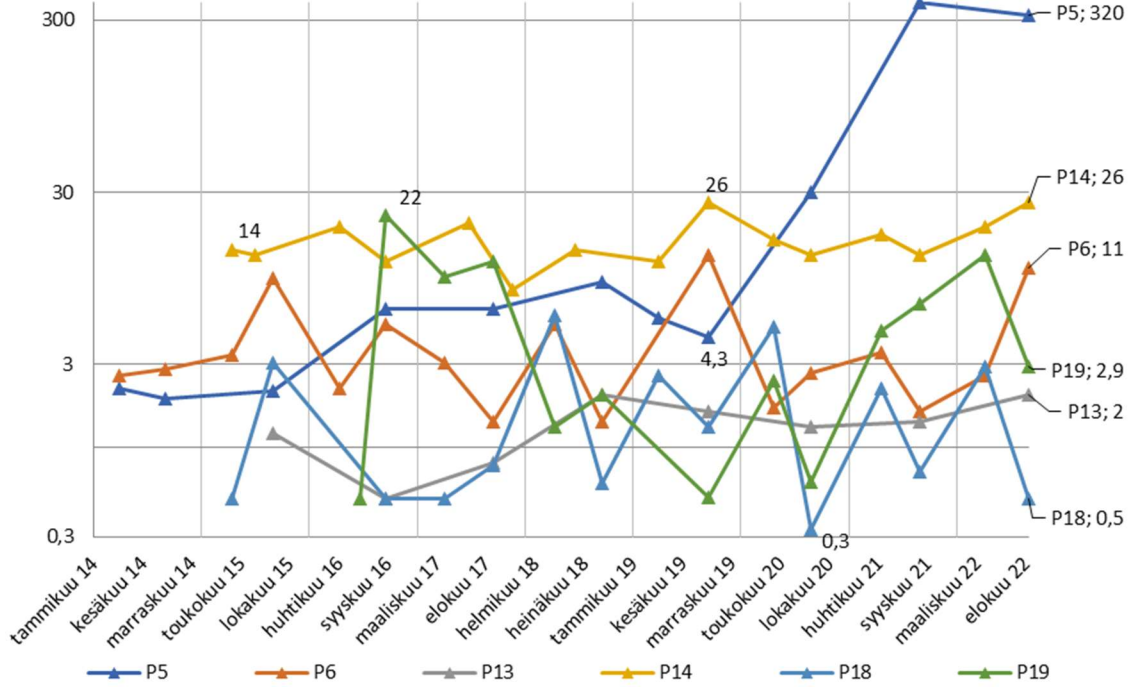
mg/l

Sulfaatti: Sekundäärikenttä



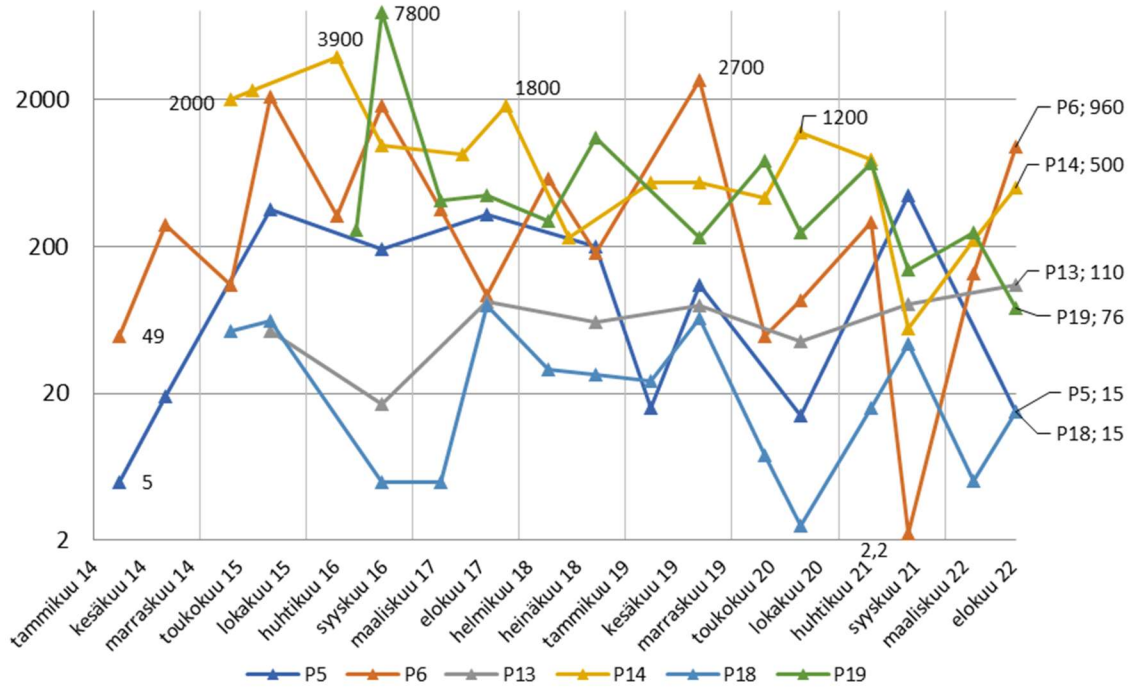
µg/l

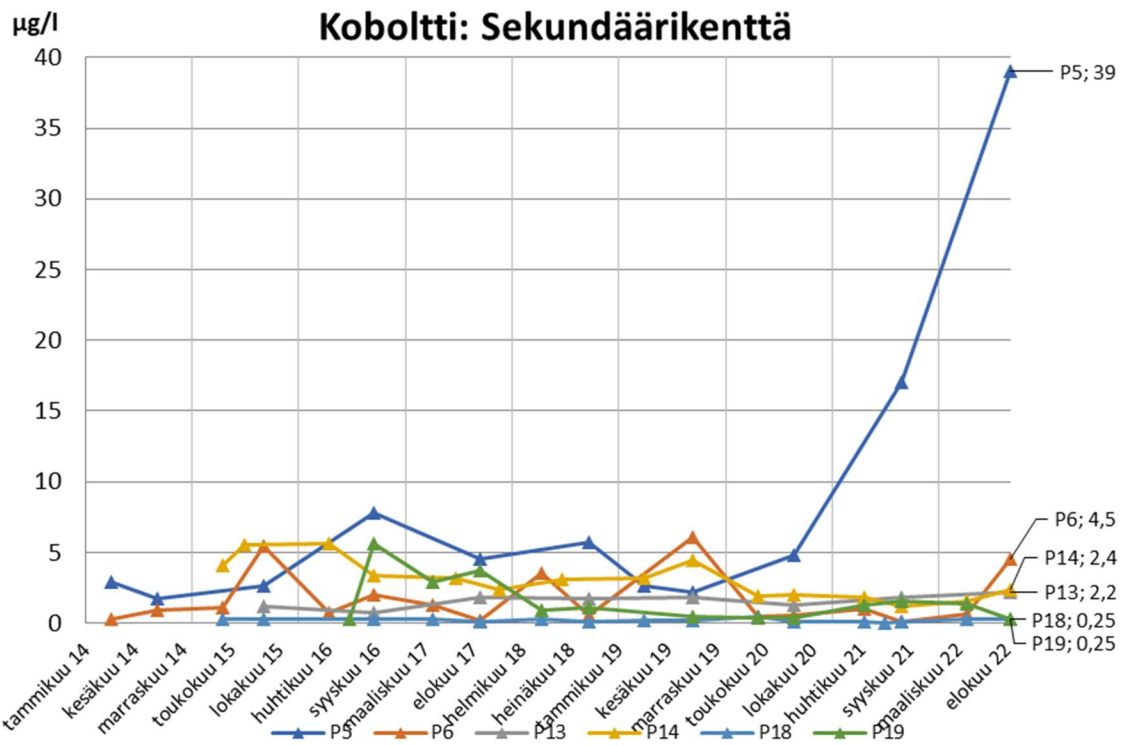
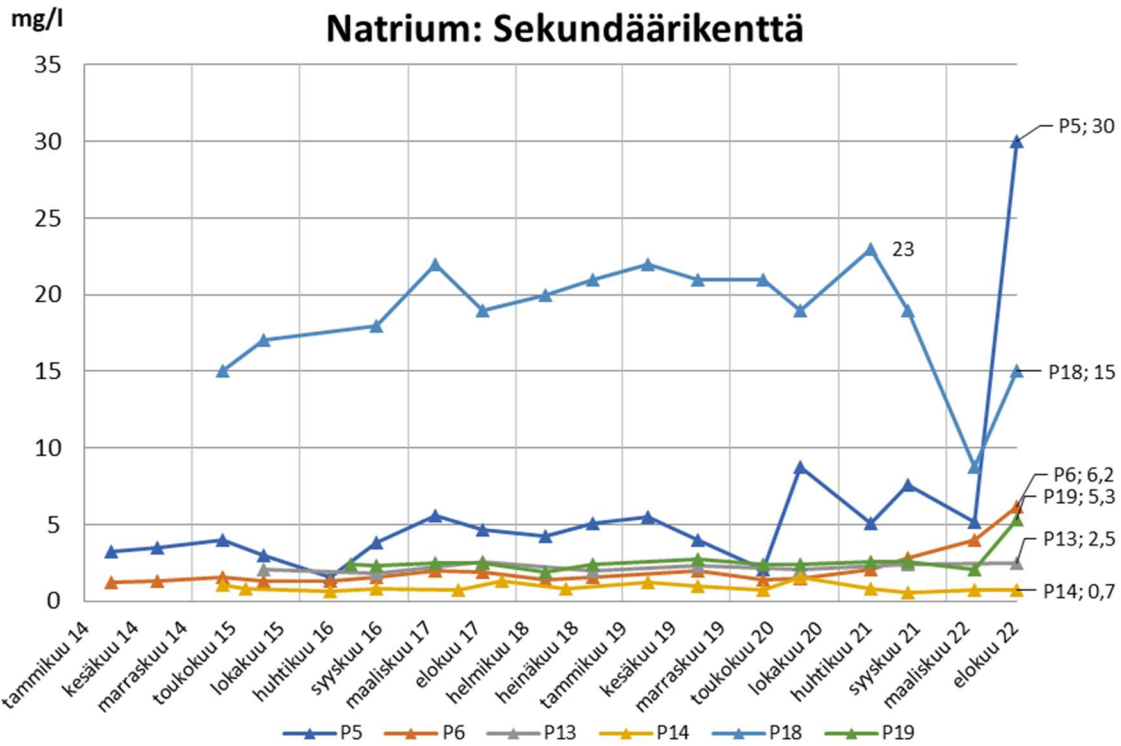
Nikkeli: Sekundäärikenttä



µg/l

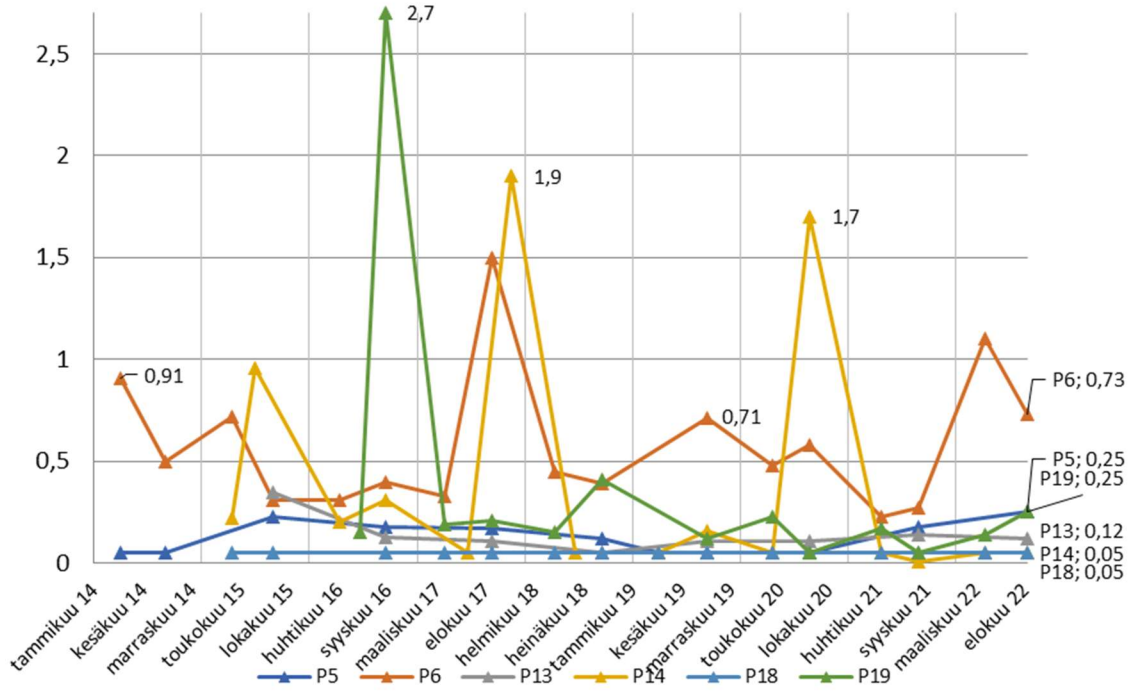
Alumiini: Sekundäärikenttä





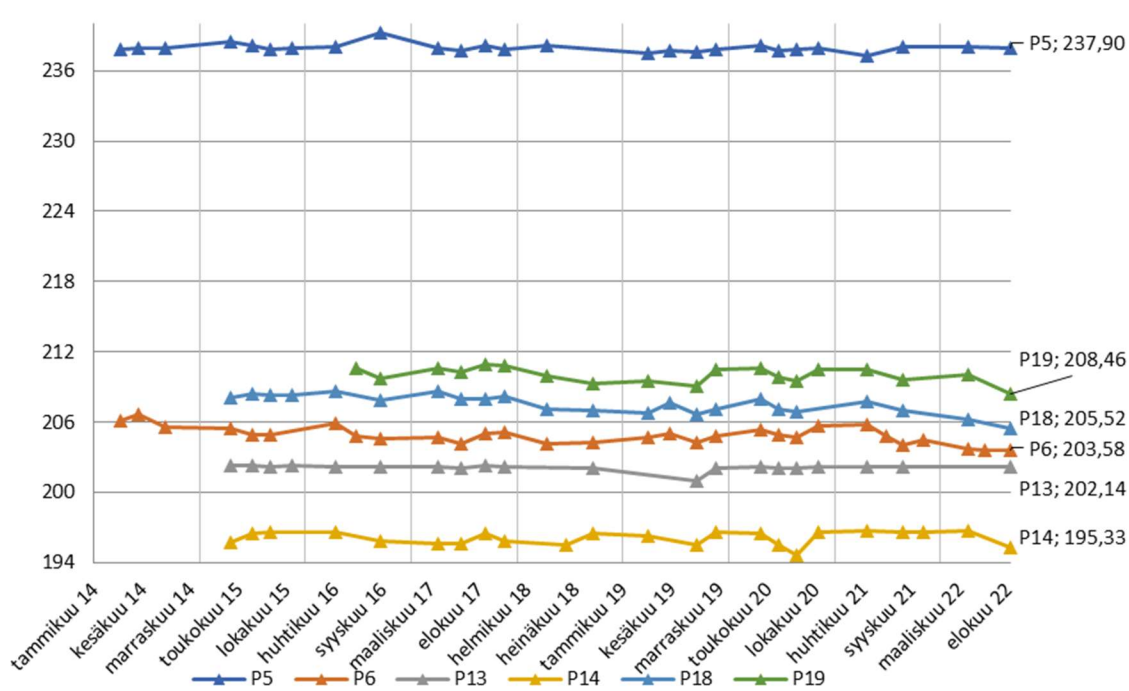
µg/l

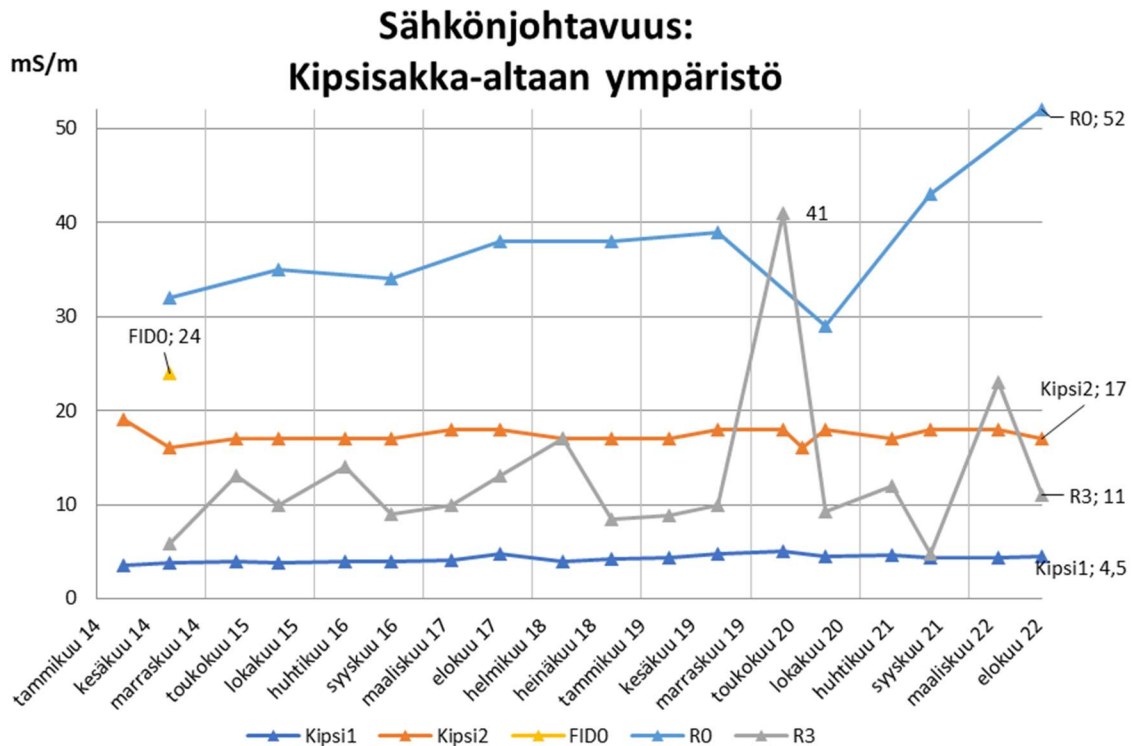
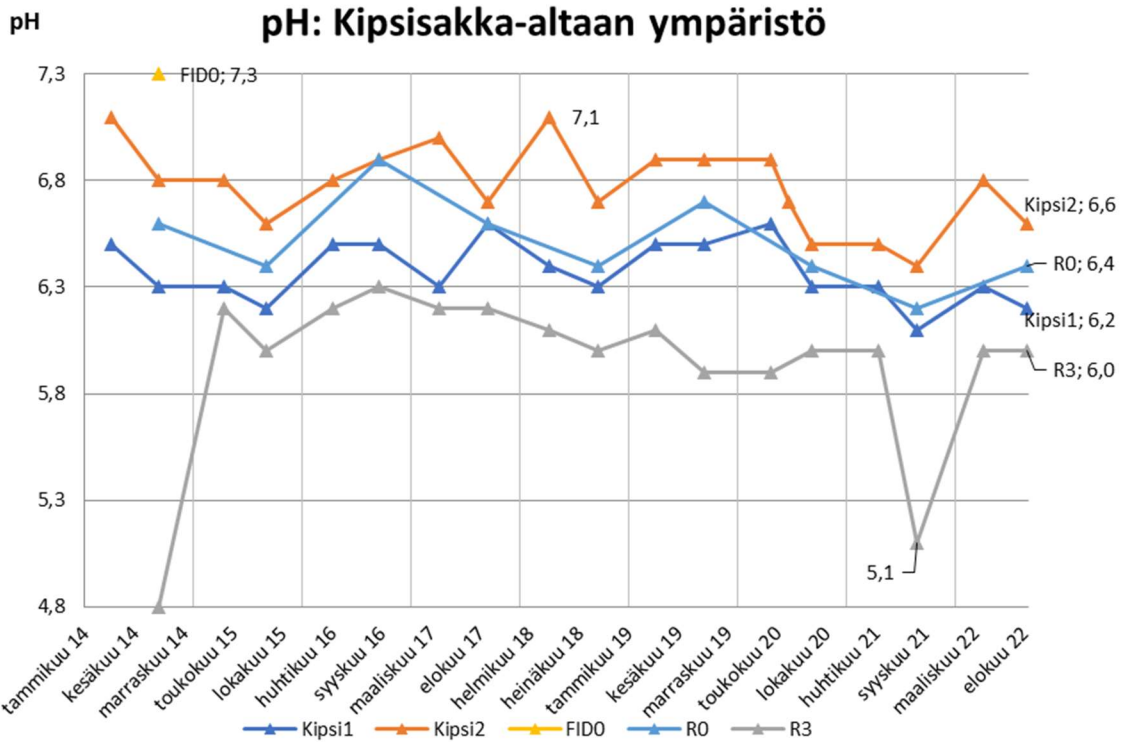
Uraani: Sekundäärikenttä

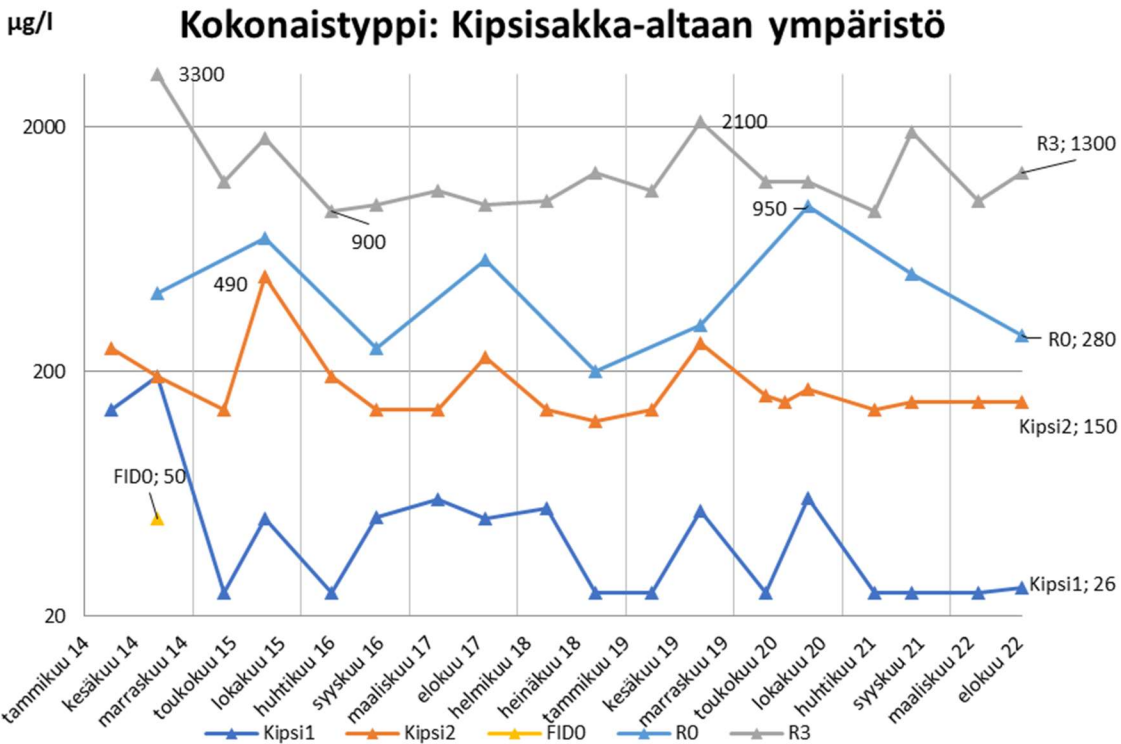
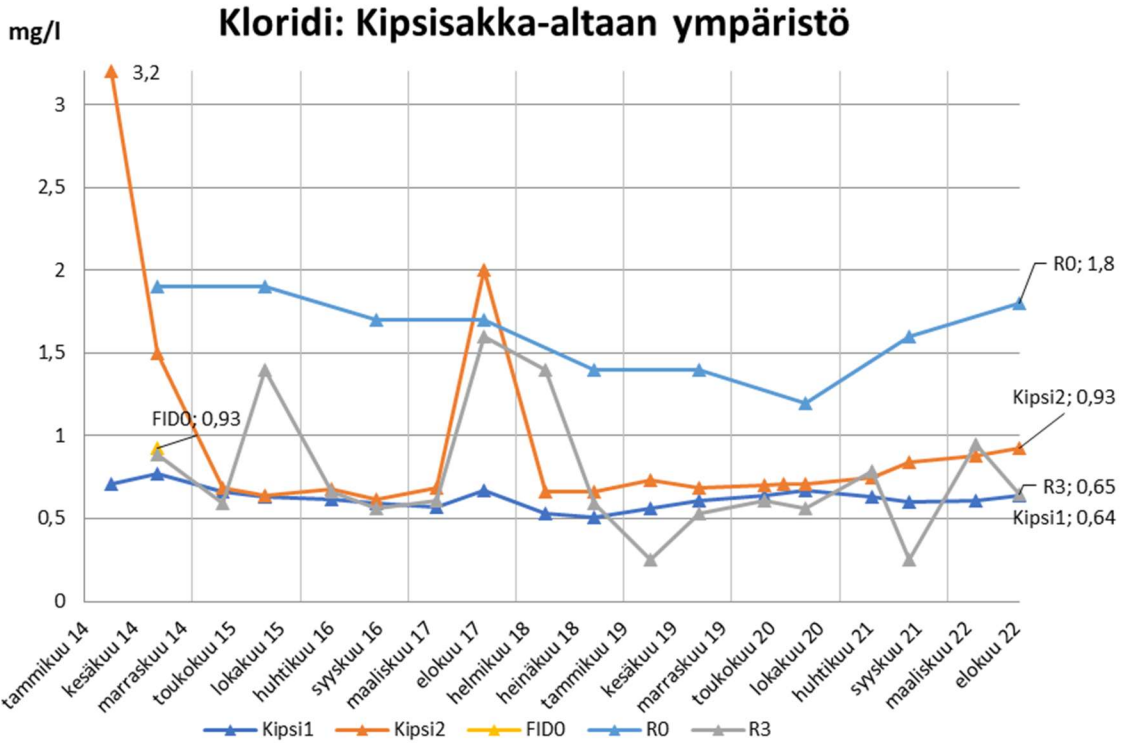


mpy

Pohjaveden pinnankorkeus: Sekundäärikenttä

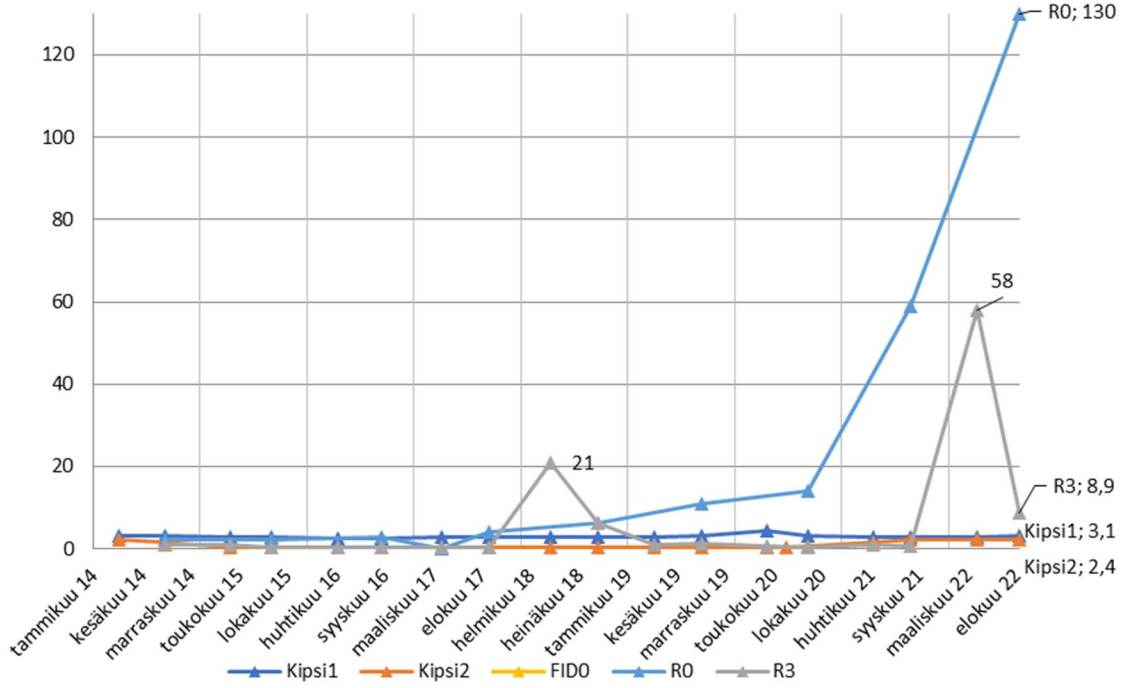






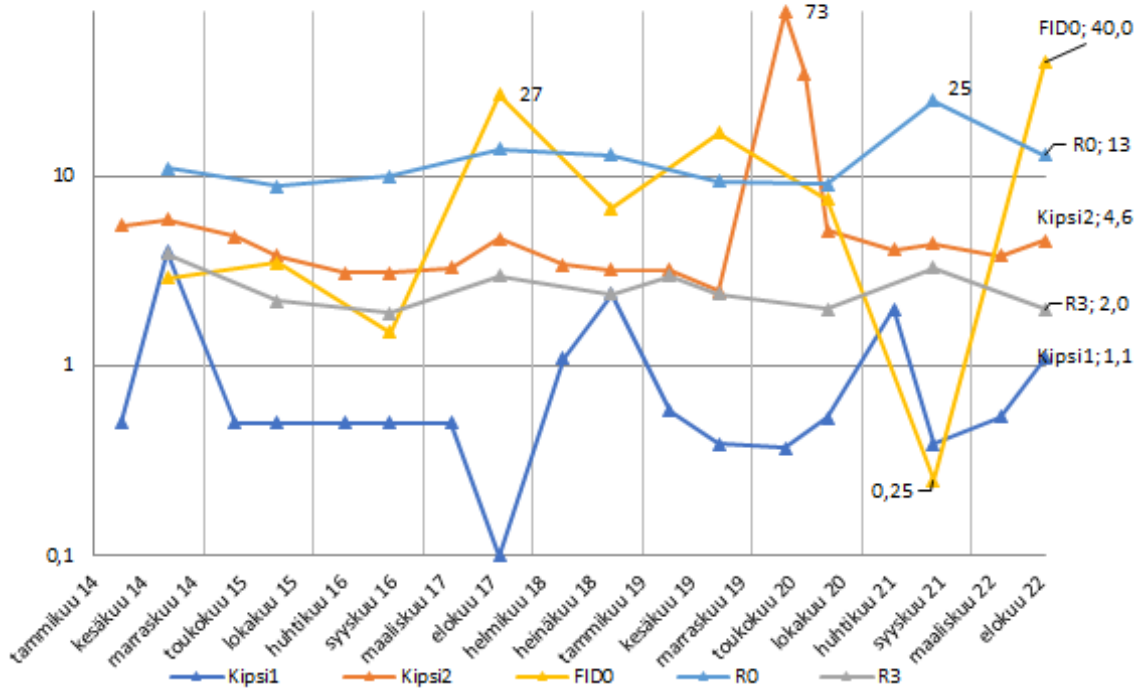
mg/l

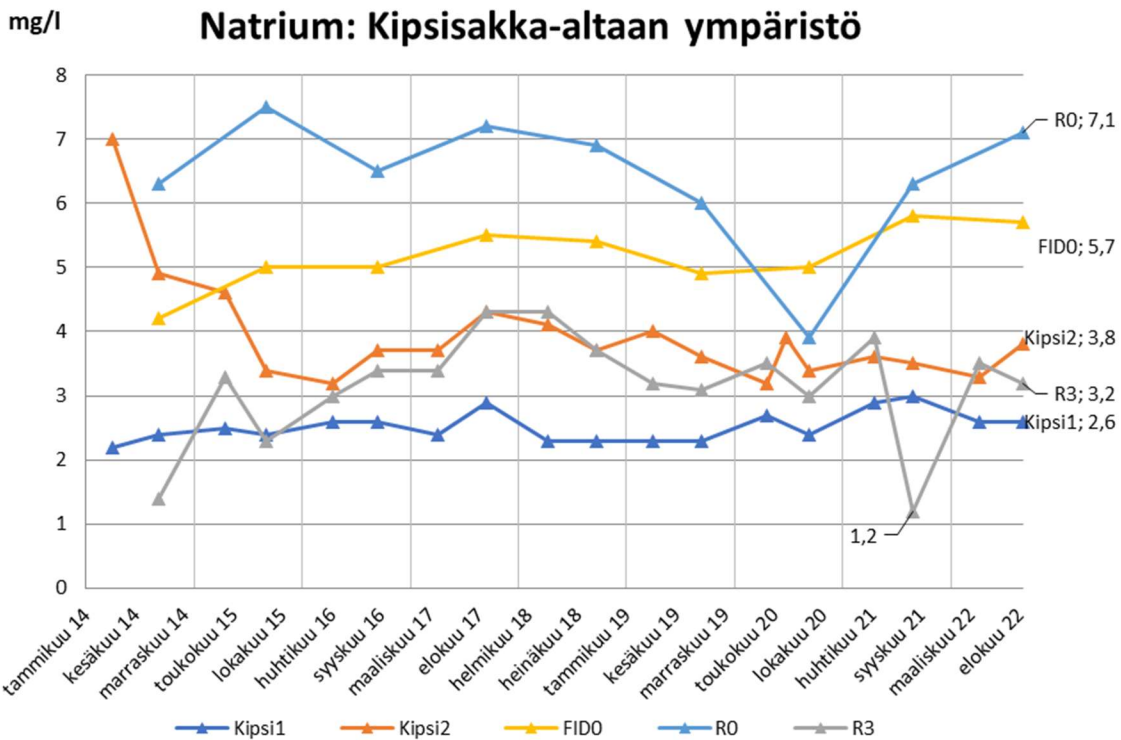
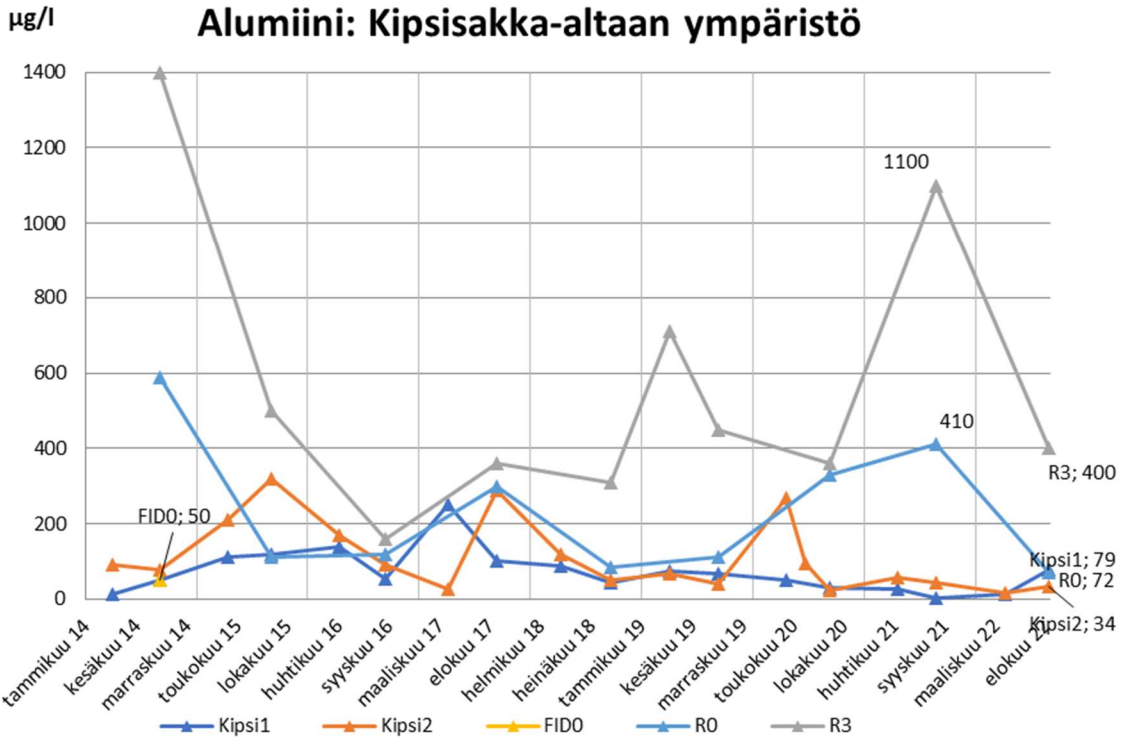
Sulfaatti: Kipsisakka-altaan ympäristö



µg/l

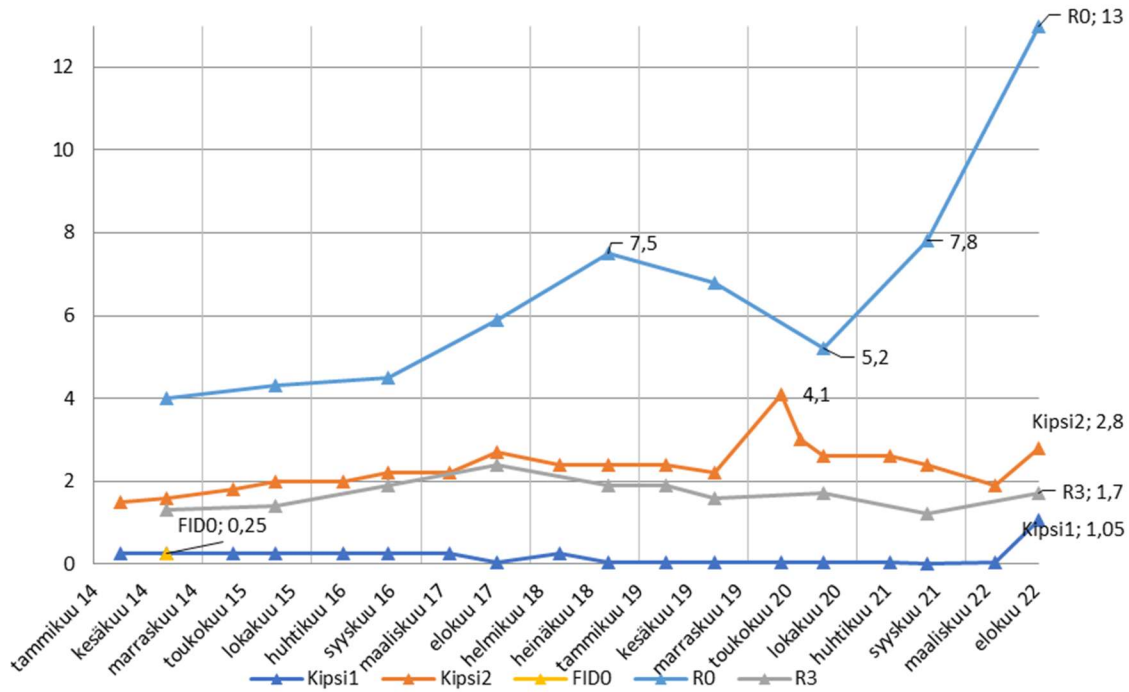
Nikkeli: Kipsisakka-altaan ympäristö





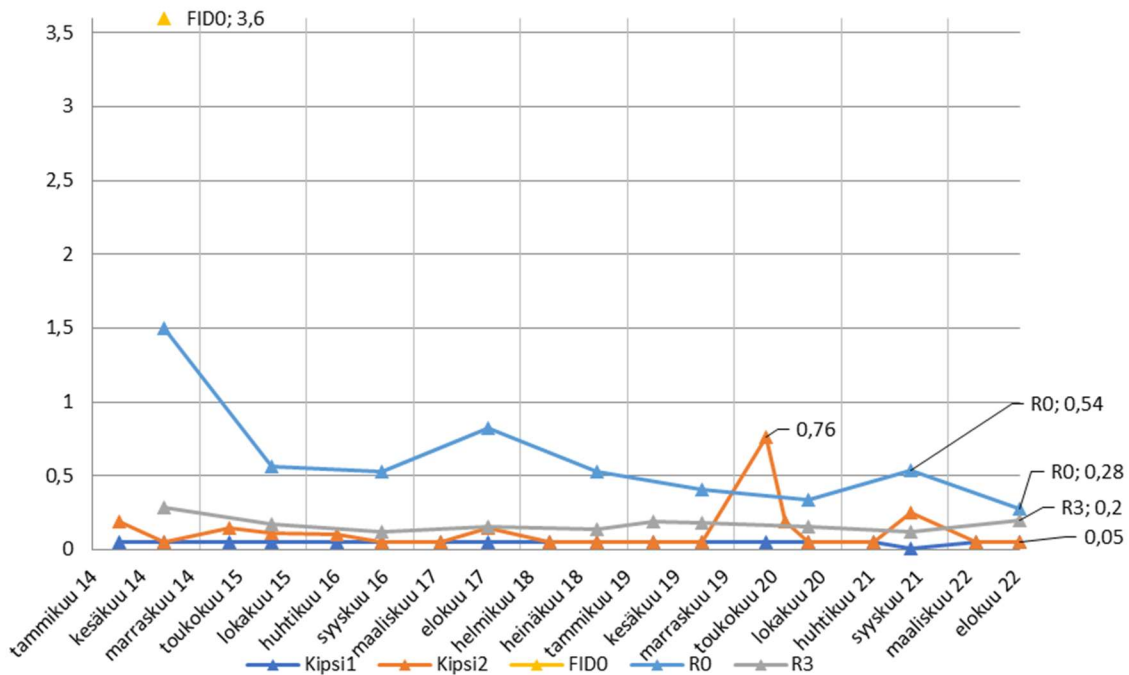
µg/l

Koboltti: Kipsisakka-altaan ympäristö



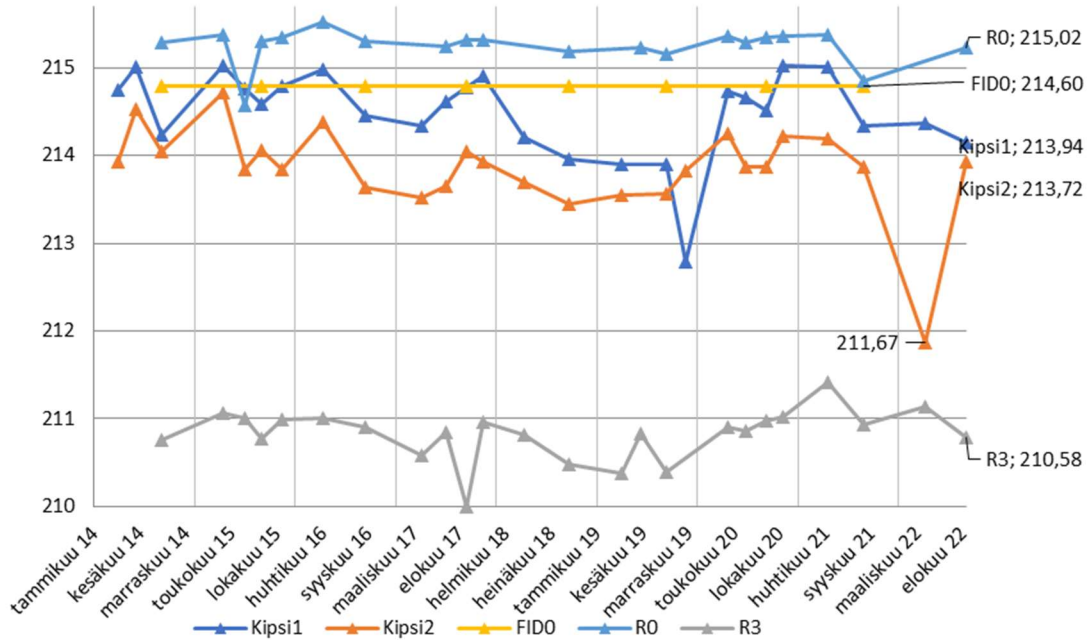
µg/l

Uraani: Kipsisakka-altaan ympäristö



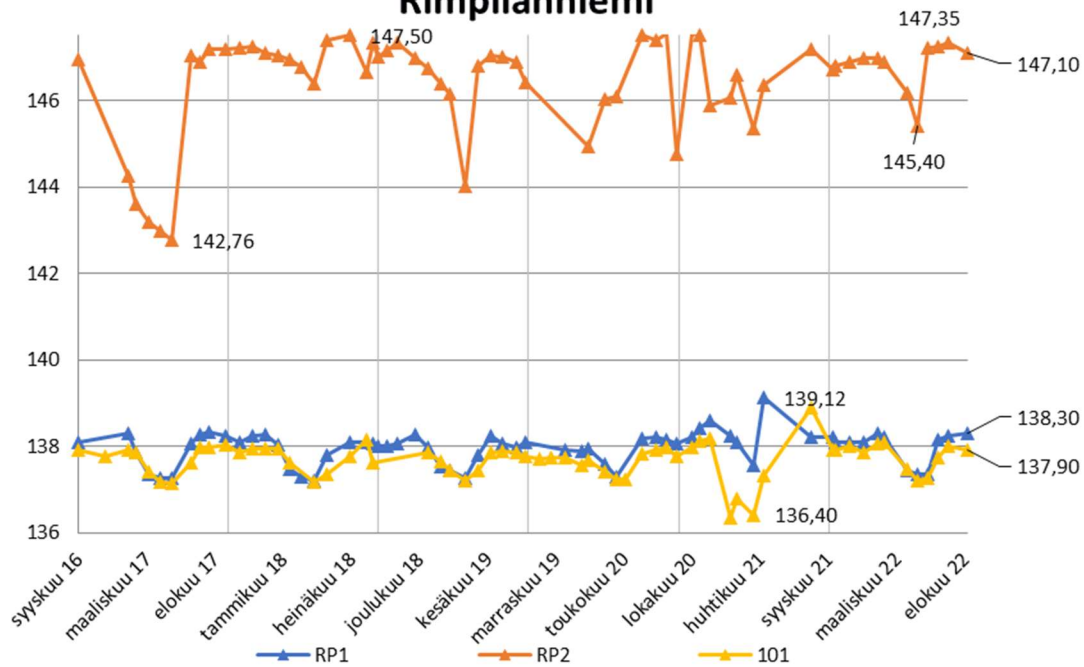
Pohjaveden pinnankorkeus: Kipsisakka-alaan ympäristö

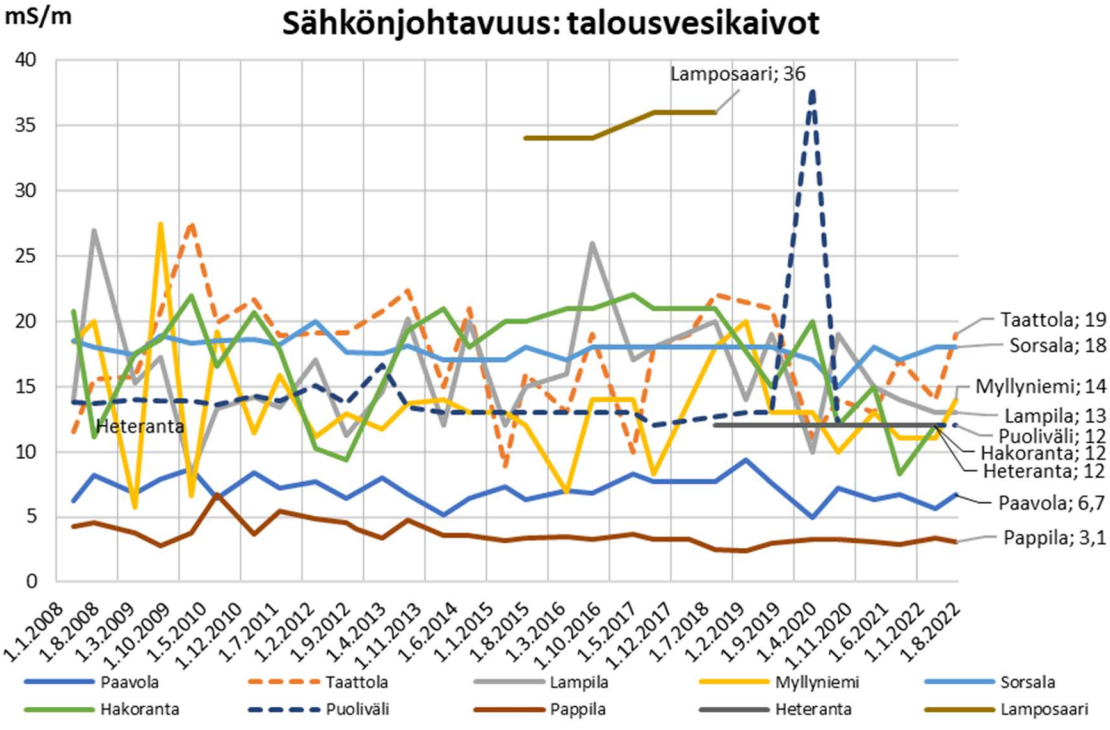
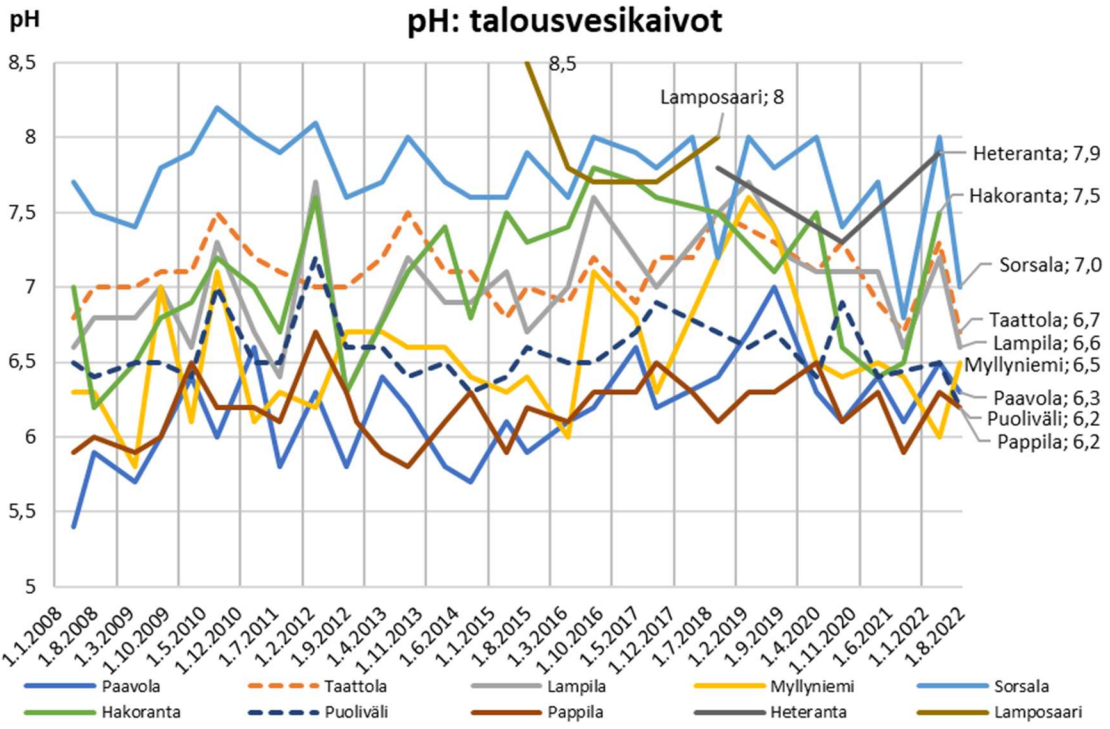
mpy

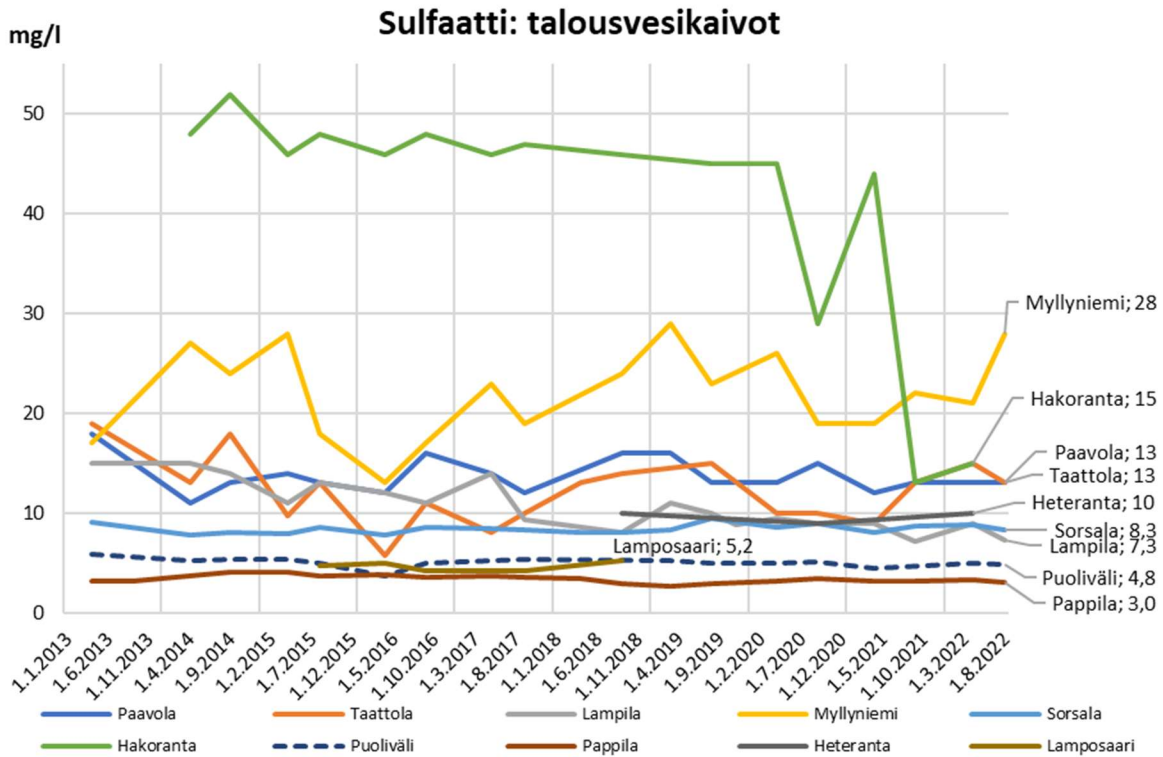
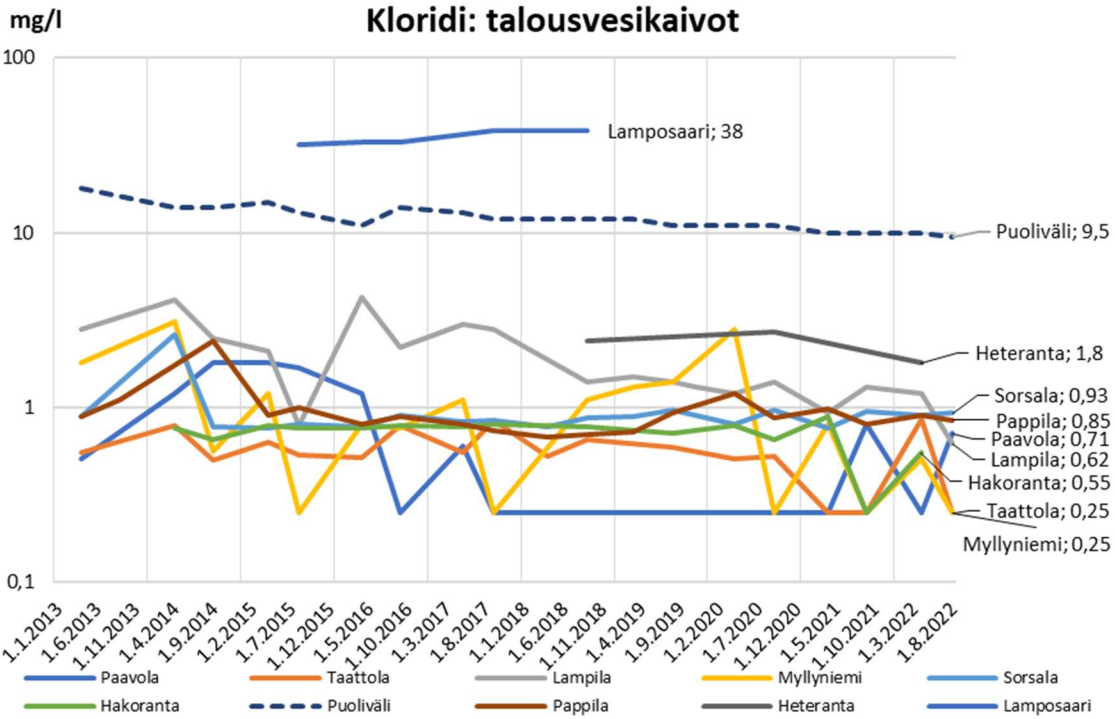


Pohjaveden pinnankorkeus: Rimpilänniemi

mpy

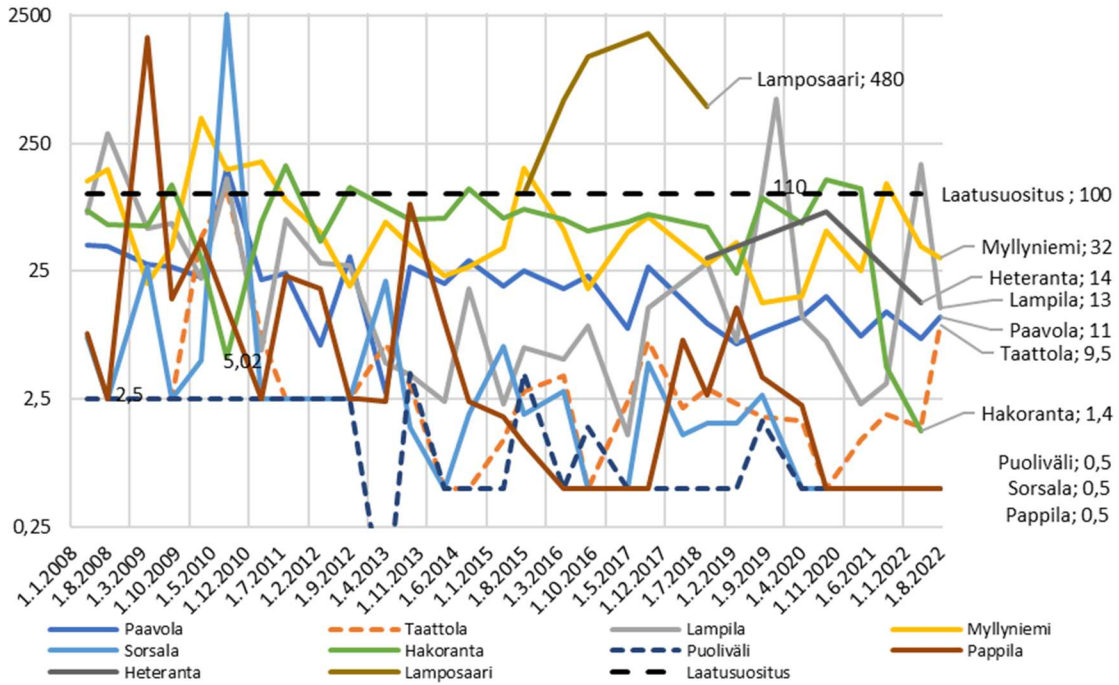






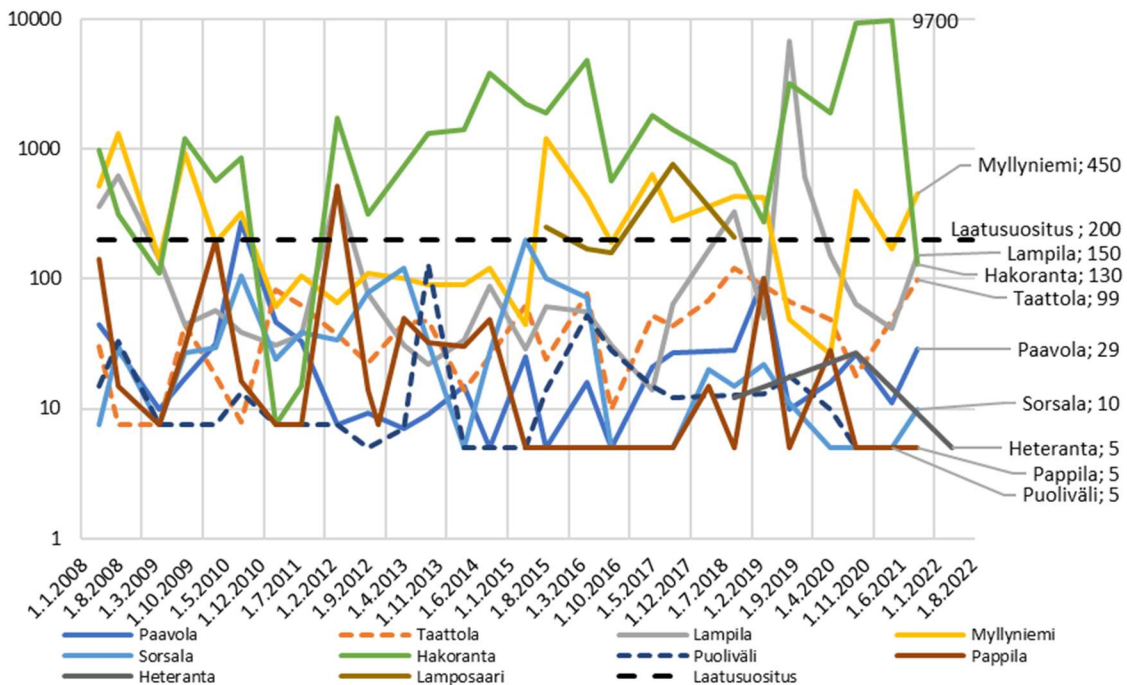
µg/l

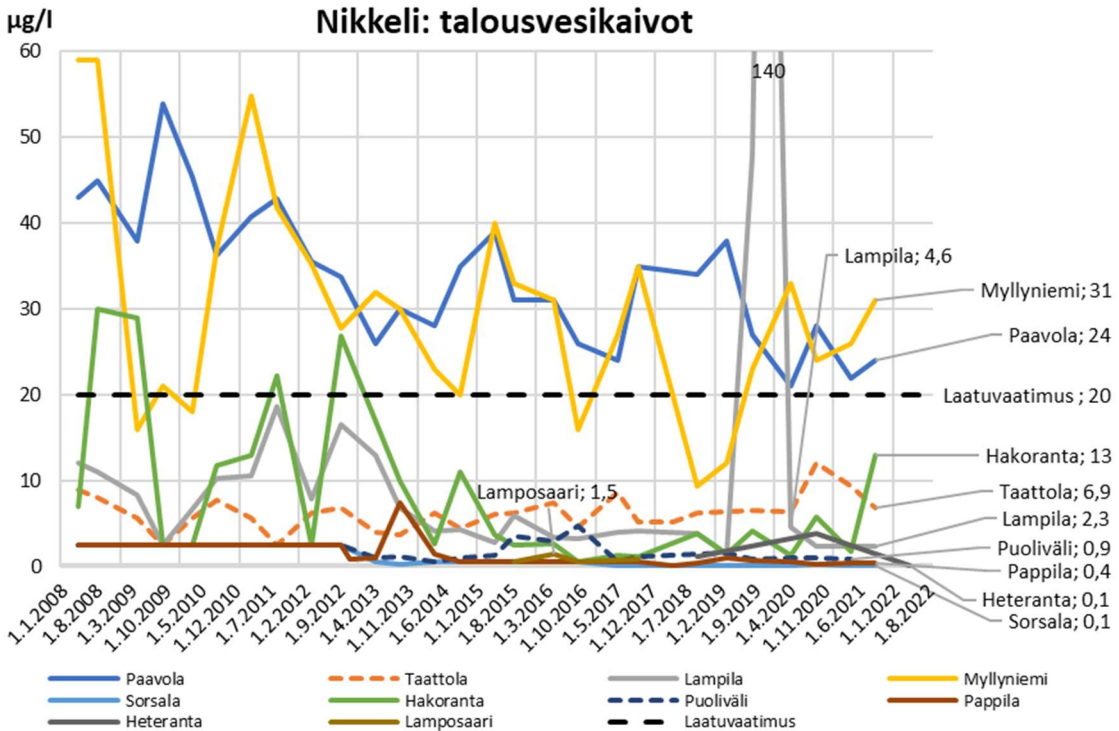
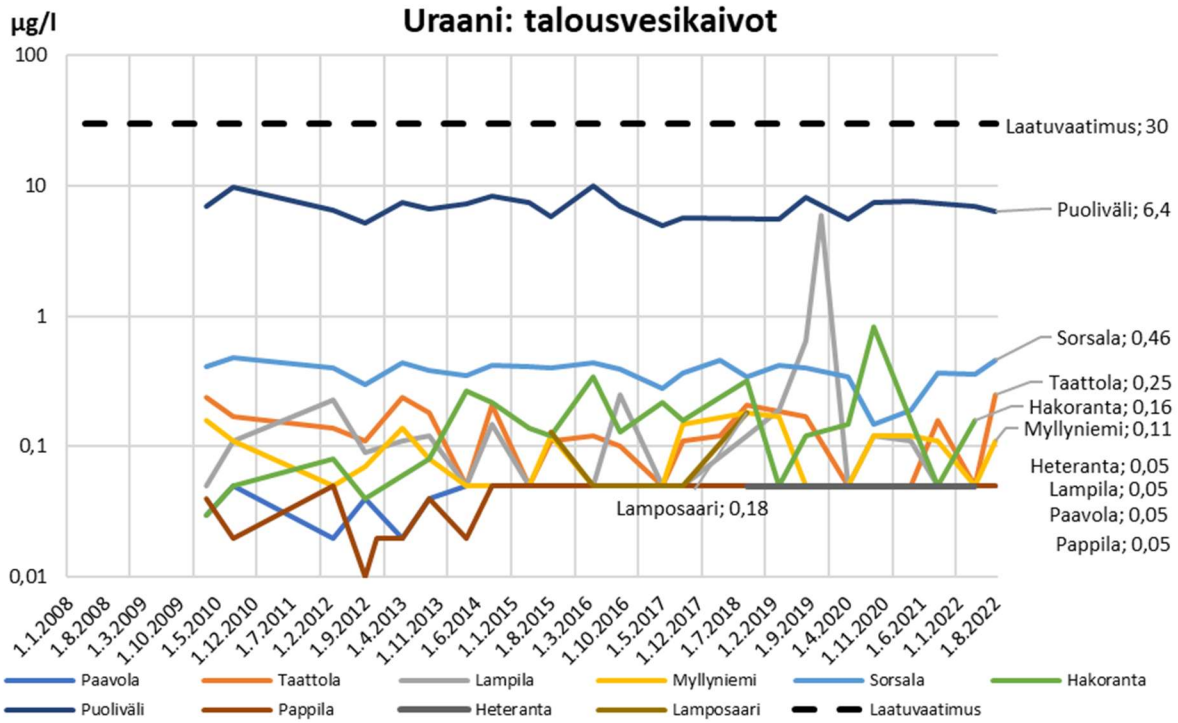
Mangaani: talousvesikaivot

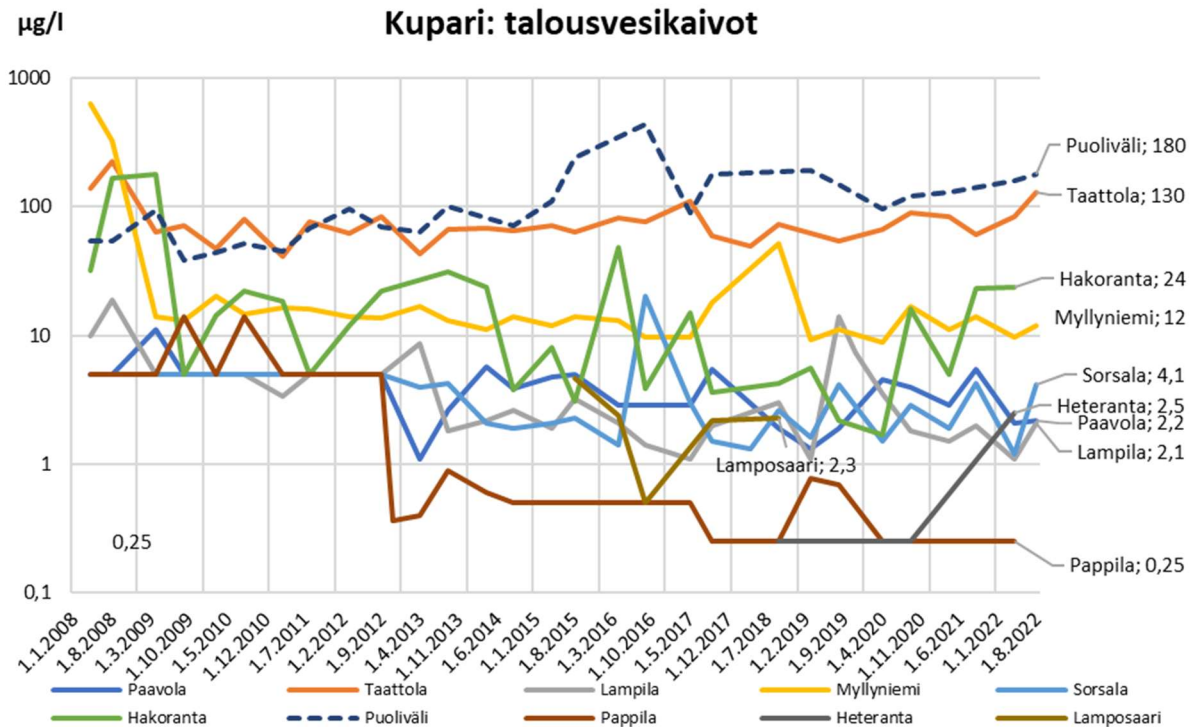
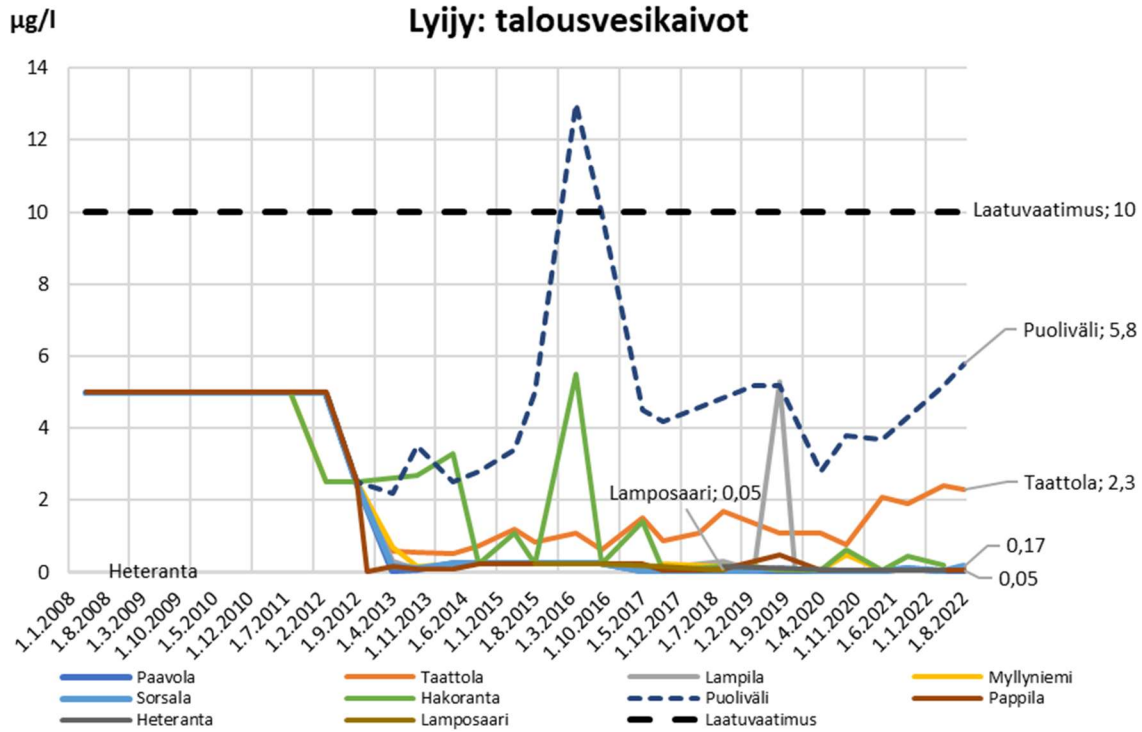


µg/l

Rauta: talousvesikaivot







LIITE 3. Analyysitulokset

Ottopaikka	Ottopäivä	Pinnan korkeus	Vedempinnan taso (N60)	Ulkonäkö	Haju	Lämpötila	Redox mV	Sameus	Väriuku	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)	Alumini (Al)	Arseni (As)	Kadmium (Cd)	Koboltti (Co)	Kupari (Cu)	Mangaani (Mn)	Nikkeli (Ni)	Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Uraani (U)	TOC	TVOC										
		m	m	Kentät.	Kentät.	Kenttäh. °C		NTU	mg Pt/l		mS/m	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mmol/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	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l						
Kipsisakka-altaan suunta																																																			
FID0	3.9.2014	0	214,60		I, metalli	5,9	-50	46	40	7,3	24	2,5	0,5	4	1,9	0,93	1,4	50	<7	<1000	9,2	82		0,14	0,86	17	11	3,6	4,2	50	<1,0	<0,030	<0,50	2,7	640	2,9	3800	88	3,6												
FID0	31.8.2015	0	214,60			5,1																																													
FID0	13.9.2016	0	214,60			6,3																																													
FID0	11.9.2017	0	214,60			5,6																																													
FID0	20.9.2018	0	214,60			9,8																																													
FID0	11.9.2019	0	214,60			9,9																																													
FID0	15.9.2020	0	214,60			6,2																																													
FID0	25.8.2021	0	214,60		H	6																																													
FID0	1.9.2022	0				5,8																																													
RO	3.9.2014	1,75	215,09		s. maa	6,5	53	280	450	6,6	32	3,4	2,1	17	25	1,9	2,3	420	<7	<1000	15	1600		0,1	1,2	24	14	4,6	6,3	590	3,7	0,084	4	54	530	11	16000	2200	1,5												
RO	15.4.2015	1,67	215,17																																																
RO	1.7.2015	2,47	214,37																																																
RO	31.8.2015	1,74	215,10		I hajuvirhe	5,6	-13	50	200	6,4	35	3,5	0,3	2	6	1,9	2,4	700	<7	<20	-6	100		0,14	1,5	29	20	4,6	7,5	110	<1,0	<0,030	4,3	7,2	600	8,9	7200	1300	0,56												
RO	17.11.2015	1,69	215,15																																																
RO	13.4.2016	1,52	215,32																																																
RO	13.9.2016	1,74	215,10		hajuvirhe, kemikaalim	6	23	17	160	6,9	34	3,5	0,9	6,9	4,8	1,7	2,8	250	<7	<20	210	50		0,13	1,5	29	19	4,4	6,5	120	<1,0	<0,030	4,5	<1,0	600	10	5400	340	0,53												
RO	21.6.2017	1,8	215,04																																																
RO	12.9.2017	1,73	215,11			6,4	6,2	85	300	6,6	38	3,7	0,2	<2,0	5,9	1,7	4,1	570	<7	<20	110	120																													
RO	15.11.2017	1,73	215,11																																																
RO	20.9.2018	1,85	214,99		hajuvirhe	6,4	-6	39	280	6,4	38	3,4	0,6	4,9	4,1	1,4	6,4	200	<7	<20	110	63		0,14	1,8	33	24	5	6,9	83	0,52		7,5	1,4	780	13	820	260	0,53												
RO	24.9.2019	1,81	215,03																																																
RO	11.9.2019	1,88	214,96		maamainen	5,7	10	35	7	6,7	39	3,7	3,1	25	4,9	1,4	11	310	<7	<20	250	3,7		0,12	1,7	33	22	4,8	6	110	0,42	<0,030	6,8	0,6	750	9,4	8400	21	0,41												
RO	21.4.2020	1,68	215,16																																																
RO	16.6.2020	1,75	215,09																																																
RO	17.9.2020	1,7	215,14		hajuton	5,7	61	22	460	6,4	29	2,5	0,2	<2,0	4,7	1,2	14	950	26	<22	110	50		<0,1	1,2	23	15	2,9	3,9	330	0,63	<0,030	5,2	1,5	550	9,1	6400	140	0,34												
RO	18.11.2020	1,68	215,16																																																
RO	14.4.2021	1,67	215,17																																																
RO	25.8.2021	2,2	214,64		hajuton	6,4	32	28	120	6,2	43	3	<0,2	<2,0	14	1,6	59	500	17	41	250	140		<0,1	1,8	35	23	4,9	6,3	410	0,67	0,026	7,8	3,6	1300	25	13000	510	0,54												
RO	5.9.2022	1,82	215,02		lievä hajuvirhe	5,3	180	9,5	240	6,4	52	2,6	0,2	1,6	5,8	1,8	130	280	36	53	0,23	60		<0,1	2,3	45	27	5,4	7,1	72	0,41	0,044	13	1,4	2400	13	24000	140	0,28												
R3	3.9.2014	2,73	210,55		I maa	7,5	81	8,4	650	4,8	5,8	0,022	<0,2	<2	130	0,89	1	3300	<7	<1000	1900	1000		<0,10	0,12	3,1	1,1	1,5	1,4	1400	1,2	0,08	1,3	7,2	84	3,9	10000	350	0,29												
R3	14.4.2015	2,41	210,87		lmt	4,7	24	3,1	350	6,2	13	1,2	<0,2	<2	40	0,59	0,88	1200	<7	<0,020	680	210		<0,10	0,29	6,8	1,1	0,99	3,3	500	1,2	0,08	1,3	7,2	84	3,9	10000	350	0,29												
R3	30.6.2015	2,47	210,81																																																
R3	1.9.2015	2,71	210,57		hajuvirhe	5	-6,9	76	650	6	10	0,73	<0,2	<2	72	1,4	0,53	1800	<7	<20	620	320		<0,10	0,2	4,7	2	0,92	2,3	500	<1,0	<0,030	1,4	1,9	200	2,2	18000	58	0,17												
R3	17.11.2015	2,49	210,79																																																
R3	14.4.2016	2,47	210,81		turkkalainen	4,4	-60	9,2	440	6,2	14	1,4	<0,2	<2,0	38	0,66	<0,50	900	<7	<20	500	180		<0,10	0,29	7,1	1,1	3	500	<1,0	<0,030	1,4	1,9	200	2,2	18000	58	0,													

Ottopaikka	Ottopäivä	Pinnan korkeus	Vedenpinnan taso (N60)	Ulkonäkö	Haju	Lämpötila	Redox mV	Sameus	Väriuku	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									
		m	m	Kenttät.	Kenttät.	Kenttät.	°C	NTU	mg Pt/l		mS/m	mmol/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	µg/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	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l					
VA1	21.4.2020	kuiva																																																
VA1	23.6.2020	2,73	207,62		hajuton	7,7	140			7,2					15										11	3,1																								
VA1	31.8.2020	2,65	207,70			6,5	220			7					13										9,7	2,7																								
VA1	3.11.2020	2,2	208,15			6,1	-15			7,1					3										14	5,1																								
VA1	15.4.2021	jäässä																																																
VA1	15.6.2021	2,55	207,80			4,2	190			7,7					0,66										11	3,9																								
VA1	25.8.2021	2,49	207,86		H	7,1	32			6,7					0,53										28	11																								
VA1	3.11.2021	2,5	207,85		H	6	-75			7					0,98										21	10																								
VA1	10.5.2022	jäässä																																																
VA1	7.7.2022	3,5	206,85		hajuton	5,1	140			7,8					0,89										32	11																								
VA1	24.8.2022	2,64	207,71			9,4	-100			7,3					-0,5										21	8																								
VA2	10.6.2019	4,07	207,28			5,5	170			6,9					2,8										35	23																								
VA2	20.11.2019	3,94	207,41			5,3	-3			6,6					2,1										35	24																								
VA2	21.4.2020	3,73	207,62			5,3	-140			6,7					11										52	33																								
VA2	23.6.2020	4,13	207,22		hajuton	5,1	-160			6,7					15										52	34																								
VA2	31.8.2020	3,97	207,38			5,4	-130			6,6					8,4										37	23																								
VA2	3.11.2020	3,64	207,71			6,5	-120			6,6					6,4										28	19																								
VA2	15.4.2021	3,62	207,53			4	-200			6,7					3,2										12	7,6																								
VA2	15.8.2021	3,6	207,75			4,8	-97			6,6					2,4										12	7																								
VA2	25.8.2021	3,4	207,95		H	5,1	-130			6,6					2,7										12	7,3																								
VA2	3.11.2021	4	207,35		L	6,4	-100			6,6					2,3										11	7,3																								
VA2	12.4.2022	3,85	207,50		H	4	-82			6,7					3										8,4	5,3																								
VA2	7.7.2022	3,9	207,45		hajuton	5,3	-110			6,7					1,9										11	6																								
VA2	24.8.2022	3,96	207,39			5,7	-80			6,5					1,2										11	7,2																								
VA3	10.6.2019	5,46	207,97			5,1	210			5,6					1,5										12	8,6																								
VA3	20.11.2019	5,87	207,56			5,5	150			6					1,1										16	11																								
VA3	21.4.2020	5,5	207,93			3,7	70			5,9					2,2										20	13																								
VA3	23.6.2020	5,81	207,62		hajuton	4,7	57			5,9					2,5										17	11																								
VA3	31.8.2020	5,68	207,75		oranssia mörnjää, Karin	6,1	170			5,7					1,2										11	6,5																								
VA3	3.11.2020	5,22	208,21			7	22			6,2					2,1										12	7,2																								
VA3	15.4.2021	5,43	208,00		L	4,1	-0,9			5,8					2										12	6,9																								
VA3	15.6.2021	5,8	207,63			2	77			5,8					2,3										11	6,3																								
VA3	25.8.2021	5,65	207,78		H	5,6	81			5,7					1,5										8,5	4,9																								
VA3	3.11.2021	5,6	207,83		L	6	58			5,9					0,83										6,5	4																								
VA3	12.4.2022	5,75	207,68		h	4,5	37			5,7					1,2										5,8	3,3																								
VA3	7.7.2022	5,7	207,73		hajuton	4	60			5,6					1,3										10	5,3																								
VA3	24.8.2022	5,95	207,48			6,3	210			5,8					0,95										9,6	6																								
VA4	10.6.2019	3,44	206,08			5,4	-68			6,4					3,7										9,3	4,7																								
VA4	20.11.2019	3,39	206,13			4,8																																												

Ottopaikka	Ottopäivä	Pinnan korkeus	Vedenpinnan taso (N60)	Ulkonäkö	Haju	Lämpötila	Redox mV	Sameus	Väriuku	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								
	m	m	m	Kentät.	Kentät.	Kenttäh. °C	NTU	mg Pt/l	mS/m	mmol/l	mg/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	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l				
Sivukivialue Kuusilampi																																																	
P11	2.9.2014	3,83	232,37		s. metalli	7,7	190	2800	1000	5,9	13	0,65	6	50	130	0,67	38	1200	<-7	<1000	<100	690	<-0,10	0,52	12	5,6	2,6	2,1	4600	8,3	1,5	10	100	420	180	100000	230	6,6											
P11	13.4.2015	5,49	233,67		hajuton	3,8	190	6,3	<5	5,9	1,9	0,061	12,4	94	0,83	0,77	3,2	<50	<-7	21	<-6	34	<-0,10	0,04	0,9	0,43	0,33	1,2	34	<1,0	0,078	<-0,50	<-1,0	4,8	2,5	64	5	<-10											
P11	30.6.2015	5,36	233,80																																														
P11	31.8.2015	5,49	233,67		hajuton	6,5	97	1,2	<5	5,8	2,3	0,083	7,5	61	0,6	0,97	4,2	<50	<-7	35	<-6	13	<-0,10	0,058	1,3	0,61	0,53	1,5	110	<1,0	0,12	<-0,50	2,3	6,7	2,6	260	9,2	<-10											
P11	17.11.2015	5,18	233,98																																														
P11	13.4.2016	5,02	234,14		levä hajuvirhe	3,6	160	2,7	<5	6,1	2,5	0,073	11,9	90	<0,50	0,72	6,2	<50	<-7	29	<-6	3,6	<-0,10	0,074	1,8	0,71	0,4	1,3	100	<1,0	0,11	<-0,50	<-1,0	15	4,9	270	6,6	<-10											
P11	19.9.2016	5,52	233,64		hajuton	9,4	170	1,2	<5	6,1	3,3	0,081	8	70	0,51	0,81	6,7	<50	<-7	44	<-6	7,7	<-0,10	0,069	1,7	0,66	0,44	1,5	29	<1,0	0,13	<-0,50	<-1,0	4,2	3,9	190	5,8	<-10											
P11	6.4.2017	5,9	233,26		hajuton	4,2	220	8,7	10	5,8	4,7	0,055	10,4	80	0,65	0,64	1,5	<50	<-7	48	<-6	2,7	<-0,10	0,13	3	1,4	0,51	1,8	77	<1,0	0,36	1,3	1,2	27	16	290	28	0,12											
P11	11.9.2017	5,6	233,56		hajuton	7,7	190	6,3	<5	5,7	6,3	0,047	10,1	84	0,63	0,77	2,1	51	<-7	54	<-6	13	<-0,10	0,18	4,2	1,9	0,64	1,9	170	0,23	0,82	3	2	64	50	470	120	0,23											
P11	15.11.2017	6,19	232,97																																														
P11	11.1.2018	7,56	231,50		levä hajuvirhe	4,4	180	80	75	4,5	64	<0,020	2	15	15	1,8	590	<250	<-7	91	<-6	260	0,4	1,1	25	10	6,3	4,4	8700	9,8	250	140	62	1700	1500	100000	5100	10											
P11	20.6.2018	7,41	231,75		metallimäinen	5,7	140	220	75	4,6	84	<0,020	0,4	3,6	26	1	630	1900	<-7	75	130	30	0,19	0,98	25	8,8	4,3	3,2	1600	20	0,8	36	2,3	750	1100	210000	5000	2,1											
P11	18.9.2018	8,45	230,71		levä hajuvirhe	5,1	2,7	220	100	4,6	110	<0,020	0,5	3,7	30	2,4	1200	1300	22	32	23	32	0,37	1,6	39	15	3,9	4,2	850	27	0,42	62	3,2	1200	1600	270000	5800	1,6											
P11	19.11.2018	7,4	231,76		metallimäinen	5,8	390	50	40	3	120	<0,02	1,1	1,2	5,4	3,2	490	1500	15	20	<-6	12	0,18	1,4	36	13	5,3	3,9	4000	3,3	26	75	11	1400	2000	170000	9700	4,5											
P11	28.3.2019	8,08	231,08		levä hajuvirhe	4,8	13	140	<5,0	3,6	180	<0,02	<0,5	2,2	4,5	1,6	1000	<2000	<-7	140	110	150	0,38	2,6	67	23	6,4	6,2	1300	55	7,7	110	30	2300	2800	430000	10000	3,2											
P11	11.6.2019	7,84	231,32		hasee mädälle	7,5	430	89	18	3	110	<0,02	0,4	5,4	<0,50	0,64	430	53	15	<1000	9,5	1500	0,13	2,3	63	19	8,3	6,7	2600	5	150	160	5,7	1900	4000	57000	2200	1,1											
P11	10.9.2019	8,34	230,82																																														
P11	20.11.2019	7,3	231,86	7,3	levä hajuvirhe	4,5	440	62	9,9	3,3	72	<0,02	2,4	18	4	0,99	260	180	<-7	28	<-6	<110	0,19	2,3	59	19	5,5	5,7	800	22	4,9	89	2,4	1700	2500	320000	12000	1,9											
P11	21.4.2020	6,96	232,20	6,96	levä hajuvirhe	4,7	340	36	8,5	3,4	74	<0,02	1,1	8,9	1,2	3	500	65	17	25	60	0,25	1,2	32	11	4,5	3,7	4400	1	32	60	6,2	1100	1700	120000	7500	4,8												
P11	24.6.2020	7,7	231,46		hajuton	6	67	230	<2,0	3,5	100	<0,02	<0,2	<2,0	24	1,3	340	110	13	60	110	0,12	1,3	32	12	4	4,3	2400	22	14	55	4,8	1000	1500	210000	7000	4,8												
P11	15.8.2020	7,19	232,66		hajuton	6	210	110	<2,0	4,6	100	<0,02	<0,2	<2,0	29	1,3	530	94	<6,6	120	3,3	94	<0,1	1,5	37	13	3	2,9	220	6,3	6,4	55	0,65	1200	1400	190000	6900	1,7											
P11	4.11.2020	6,72	232,44																																														
P11	6.4.2021	8,25	230,91																																														
P11	29.6.2021	7,5	231,66		hajuvirhe	5,8	-79	270	24	4	89	<0,020	0,3	2	23	1,9	470	77	<6,6	150	140	0,11	1,3	32	12	4,3	4,3	1200	16	8	40	2,3	1000	1000	180000	5300	1,7												
P11	23.8.2021	7	232,16		hajuton	7	290	110	<2,0	3,5	72	<0,020	0,3	2,1	12	1,5	330	<50	19	35	91	<30	0,31	1	27	9	3,6	3,8	3600	7,7	23	28	9,8	840	760	100000	5400	3,9											
P11	2.11.2021	7,05	232,11		hajuton	7	150	43	<2,0	3,6	73	<0,020	0,2	<2,0	15	1,3	360	<50	8,3	48	99	0,26	1,1	28	9,6	3,6	3,5	2100	5,4	13	33	1,7	820	830	120000	5400	2,3												
P11	11.4.2022	7,8	231,36		hajuton	5,3	-24	46	82	5,2	78	<0,020	0,4	3,2	20	1,3	410	610	6,7	110	180	0,16	1,3	31	12	3,3	3,4	450	7,2	4,2	35	0,67	1000	850	160000	4500	0,67												
P11	6.7.2022	7,7	231,46		levä hajuvirhe	5,5	140	140	31	5,1	70	<0,020	<0,2	1,6	21	1,2	420	69	<-6	220	170	0,19	1,4	34	13	4,8	6,2	1900	20	5,7	41	2,1	1100	1000	210000	5800	2												
P11	30.8.2022	8,3	230,86		levä hajuvirhe	5,9	-10	69	57	5,4	89	0,038	<0,2	1,6	28	1,2	490	57	<-6,1	130	460	0,16	1,5	38	14	4	4	63	6,4	0,42	50	<-0,50	1200	1200	210000	5500	0,29												
P21	10.4.2018	14,75	221,76		metallimäinen	4	-190	570	5,1	97	<0,020	<0,20	<2,0	13	1,2	640	4100	7	30	170	30	<-10	3,1	73	32	4,1	13	6,3	<-0,20	<-0,30	2,7	<-0,50	5000	1,3	160000	44	<-10												

