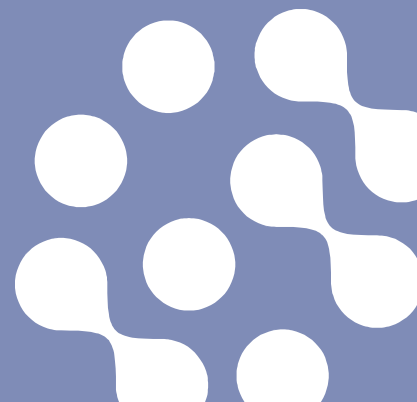


TERRAFAME OY POHJAVESITARKKAILU Q2 2023



TERRAFAME OY, POHJAVESITARKKAILU 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.....	9
3.3	KORTELAMMEN ALUE.....	14
3.4	KIPSISAKKA-ALTAIDEN YMPÄRISTÖ.....	15
3.5	SEKUNDÄÄRIKENTÄN YMPÄRISTÖ.....	16
3.6	RIMPILÄNNIEMI.....	17
3.7	TALOUSVESIKAIVOT.....	18
3.8	KESÄKUUN TULOKSET ILMAKUVAPOHJILLA.....	18
4.	YHTEENVETO	21

LIITTEET

Liite 1. Tarkkailupistekartta

Liite 2. Tarkkailutulokset kuvaajina

Liite 3. Tarkkailutulokset

Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo
Ympäristöasiantuntija

Tiina 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 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 ruhjevyöhykkeet kallioperässä ovat pääasiallisesti malmivyöhykkeen suuntaiset, eivätkä ne johda kalliopohjavettä laajemmalla alueella idästä tai lännestä. (Ramboll 2020)

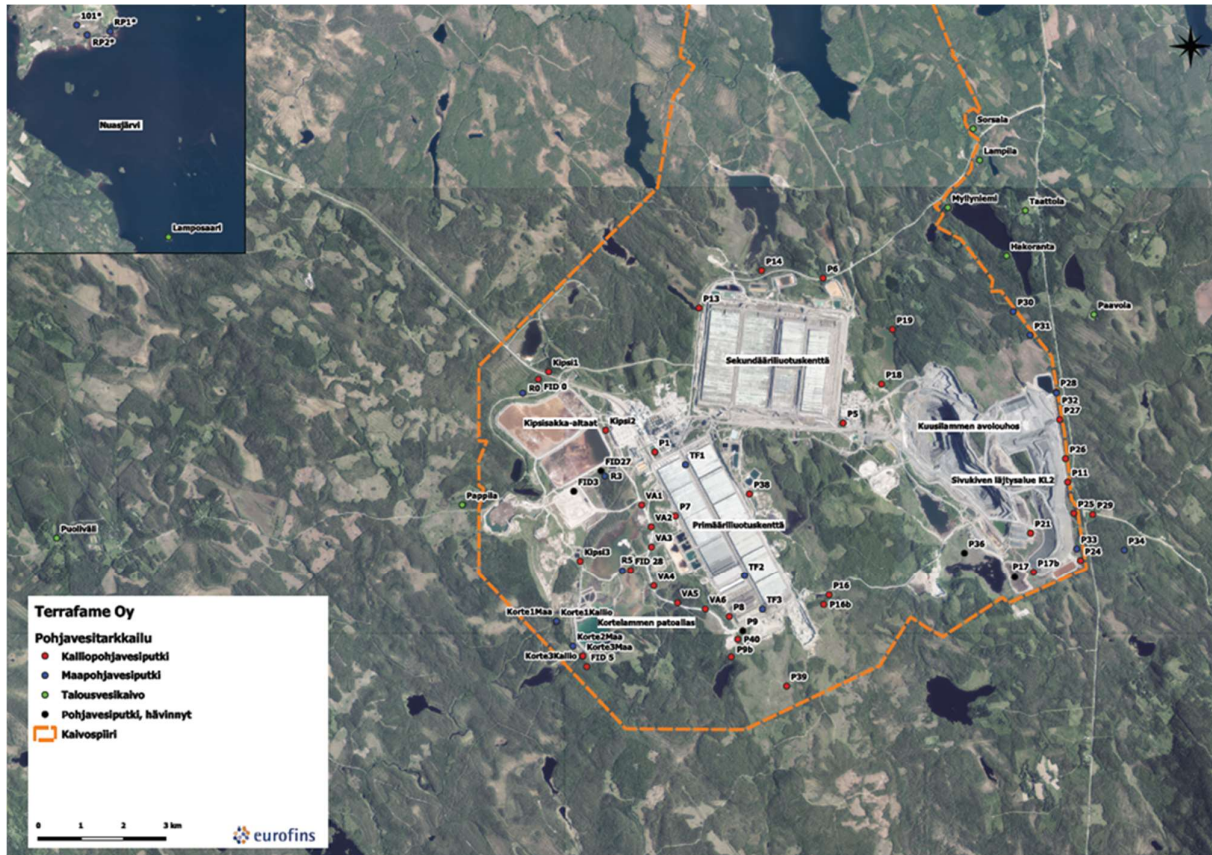
Pohjavesitarkkailua toteutetaan Ramboll Finland Oy:n 18.12.2019 (täydennetty 26.5.2020) laatiman tarkkailuohjelman mukaisesti, sekä kesäkuusta 2021 alkaen akkukemikaalitehtaan tarkkailusuunnitelman (15.6.2021) mukaisesti. Tarkkailua on myös täydennetty lisäämällä kaivospiirin alueelle veloitettarkkailuun kuulumattomia pohjavesiputkia. Tässä tarkkailuraportissa esitellään vuoden 2023 touko-kesäkuun 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 primääriiluotuskentän keskikaistan eteläosaan, putket P39 ja P40 primääriiluotuskentän länsi- ja eteläpuolelle. (Kuva 2-1).

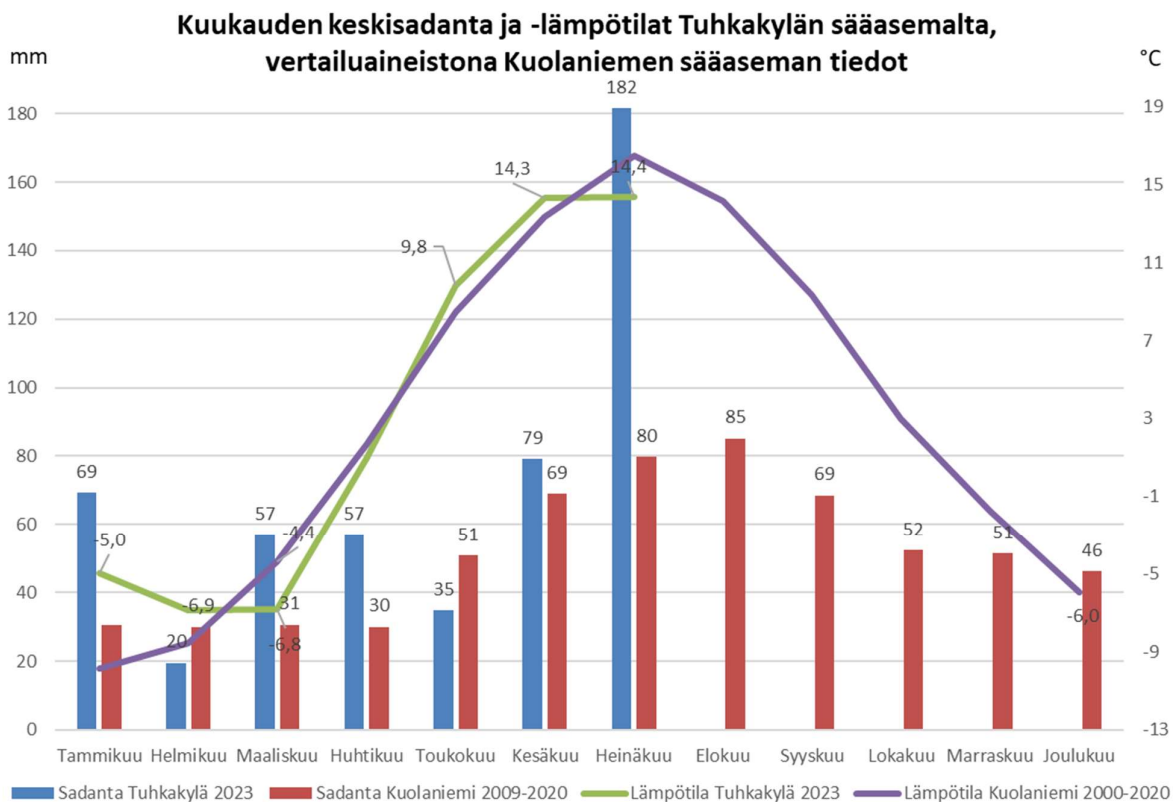
Tarkkailun näytteenottoitiheydet ja näytteistä tehtävät analyysit on esitetty tarkemmin tarkkailuohjelmassa.



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

2.2 Meteorologiset olosuhteet

Vuoden 2023 ensimmäisellä puoliskolla sateisuus on ollut, helmi- ja toukokuuta lukuun ottamatta, pitkänajan keskiarvojen yläpuolella. Myös heinäkuun sadekertymä 182 mm oli yli kaksinkertainen pitkän ajan keskiarvoon verrattaessa, sateisuuden painottuessa kuun loppupuolelle. Tammi- ja helmikuu olivat vertailuaineistoa lämpimämpiä, kuten myös touko- ja kesäkuu, muina kuukausina keskilämpötilat jäivät alle vertailuarvon. (Kuva 2-2)



Kuva 2-2. Meteorologiset tiedot Tuhkakylän ja Kuolaniemen asemilta. (Ilmatieteen laitos, avoin data 8/2023)

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.

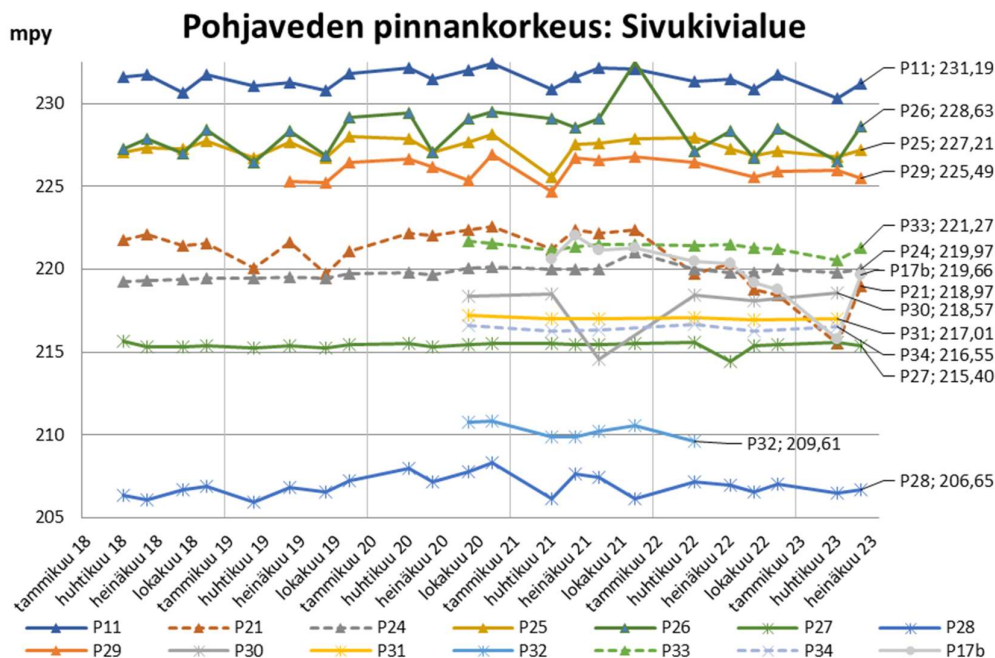


Kuva 3-1. Alueella sijaitsevat pohjaveden tarkkailupisteet, sivukivialue KL2.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023

Pohjaveden pinnankorkeudet

Vuonna 2022 havaittiin pohjaveden keskimääräisten pinnankorkeuksien laskeneen noin 1,6-2,6 metriä tarkkailuputkilla **P17b** ja **P21**. Vuoden 2023 ensimmäisellä ja toisella kvartaalilla laskevat trendit ovat jatkuneet, vaikka kevään sulamiskauden jälkeen pinnankorkeudet olivat luontaiseen tapaan nousussa. Huhtikuussa 2023 pohjaveden pinnankorkeus tarkkailuputkella P17b oli 4,7 metriä alempana kuin vuoden 2022 huhtikuussa ja kesäkuun kierroksella pinnankorkeus oli 0,7 metriä alempana kuin vuotta aikaisemmin. Vastaavasti tarkkailuputkella P21 huhtikuuden välinen muutos oli 4,25 metriä ja kesäkuuden 1,4 metriä. Edellä mainitut tarkkailuputket sijaitsevat saman, avolouhokseen päin suuntautuvan kallioperän ruhjeen läheisyydessä. Muilla alueen tarkkailupisteillä pohjaveden pinnankorkeudet olivat luontaisen vaihteluvälin sisällä vuoden ensimmäisellä puoliskolla. (Kuva 3-2)



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. Nouseva trendi jatkui vuoteen 2022, jolloin mitattiin keskimäärin nikkeliä (10698 µg/l), alumiinia (16020 µg/l) ja sulfaattia (4450 mg/l). Vuoden 2023 ensimmäisellä ja toisella kvartaalilla edellä mainitut pitoisuudet ovat laskeneet ja ovat olleet alle vuoden 2022 vastaavan ajankohdan tulosten, joten trendit ovat kääntyneet laskuun. Tarkkailuputkella pohjaveden keskimääräinen pinnankorkeus on laskenut marraskuusta 2021 useamman metrin 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**. Tällä tarkkailupisteellä keskeiset pitoisuudet (sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) ovat edelleen huomattavasti pienempiä kuin tarkkailupisteellä P21, mutta nousevat trendit ovat vahvistumassa. Tälläkin tarkkailupisteellä pohjaveden pinnankorkeus on laskenut useamman metrin 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 puoliskolla metallipitoisuudet ovat pysytelleet pääsääntöisesti vuoden 2022 tasoilla, mutta sulfaattipitoisuus ja

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023

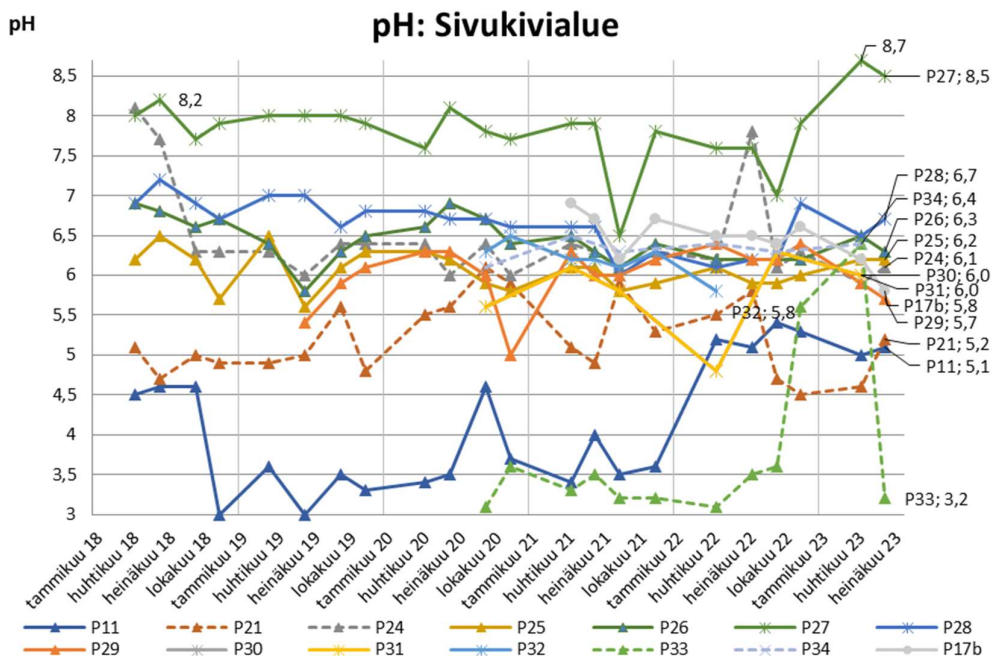
sitä kautta sähköjohtavuus ovat edelleen keskimäärin nousussa, vaikka kesäkuun kierroksella pitoisuudet laskivat selvästi huhtikuun tuloksista. (Kuva 3-3, Liite 2)

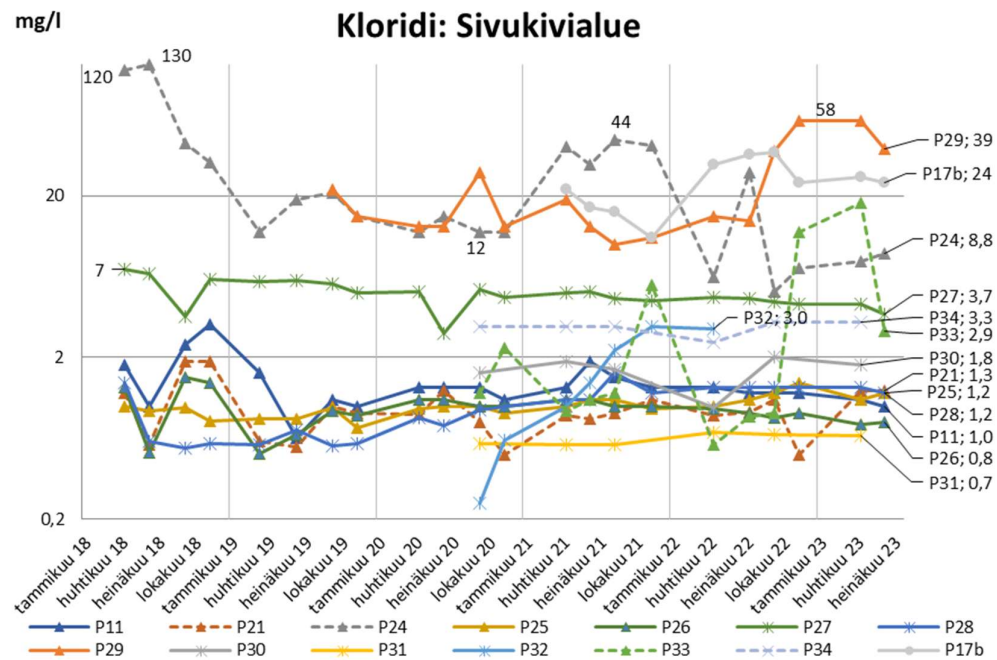
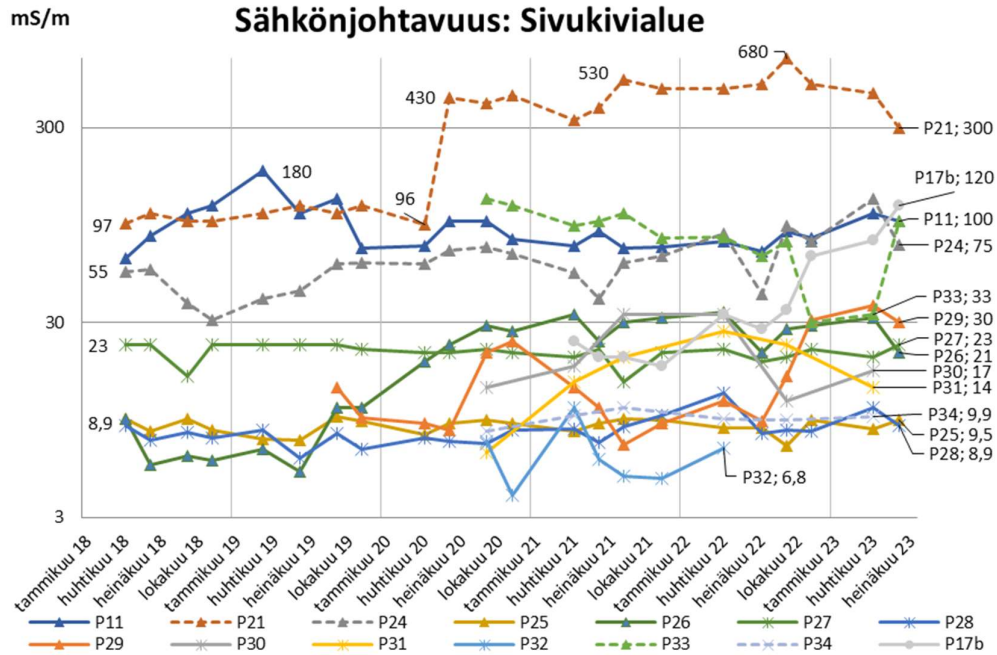
Tarkkailuputkella **P29** kloridi- ja sulfaattipitoisuudet sekä metalleista kadmium-, koboltti-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet olivat nousussa loppuvuodesta 2022. Vuoden 2023 ensimmäisellä ja toisella kvartaalilla jyrkin nousu oli taittunut, mutta pidempiaikainen trendi kyseisissä parametreissa on edelleen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

Maapohjavesiputkella **P33** havaittiin marraskuun 2022 ja huhtikuun 2023 tulosten perusteella vesinäytteiden pH-arvojen nousseen kesän 2022 tasolta noin 3,5 huhtikuuhun 2023 mennessä tasolle 6,4. Vastaavana aikana myös kloridipitoisuudet nousivat tasolta noin 2 mg/l tasolle 18 mg/l, mutta pääsääntöisesti kaikkien muiden parametrien pitoisuudet laskivat. Kesäkuun 2023 kierroksella pitoisuudet palautuivat kesän 2022 tasolle, pH-arvo laski tarkkailupisteelle tyypilliseen arvoon 3,2, kuten myös kloridi arvoon 2,9 mg/l.

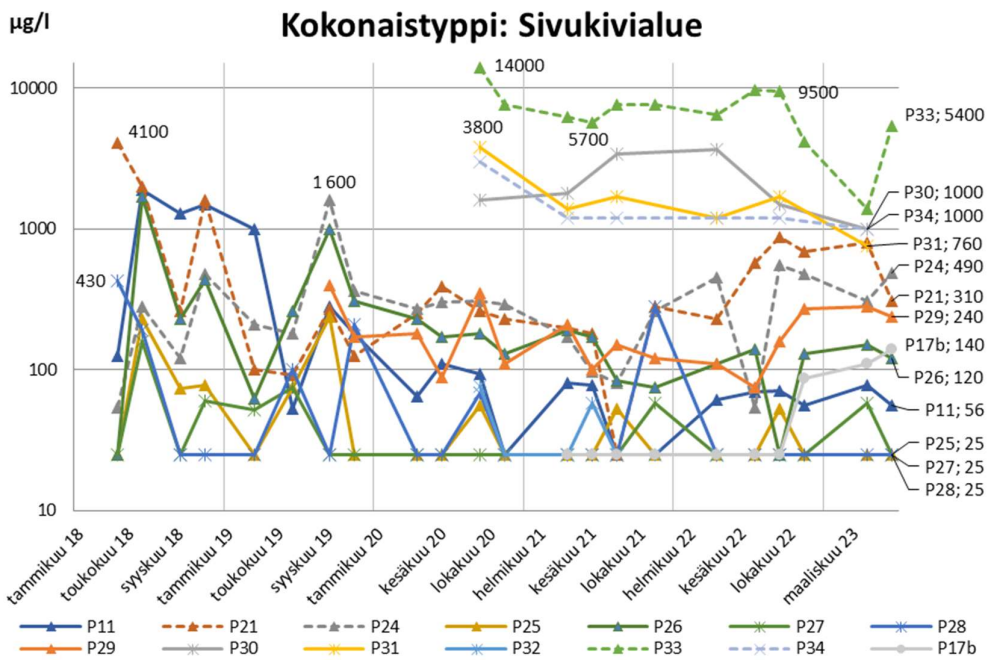
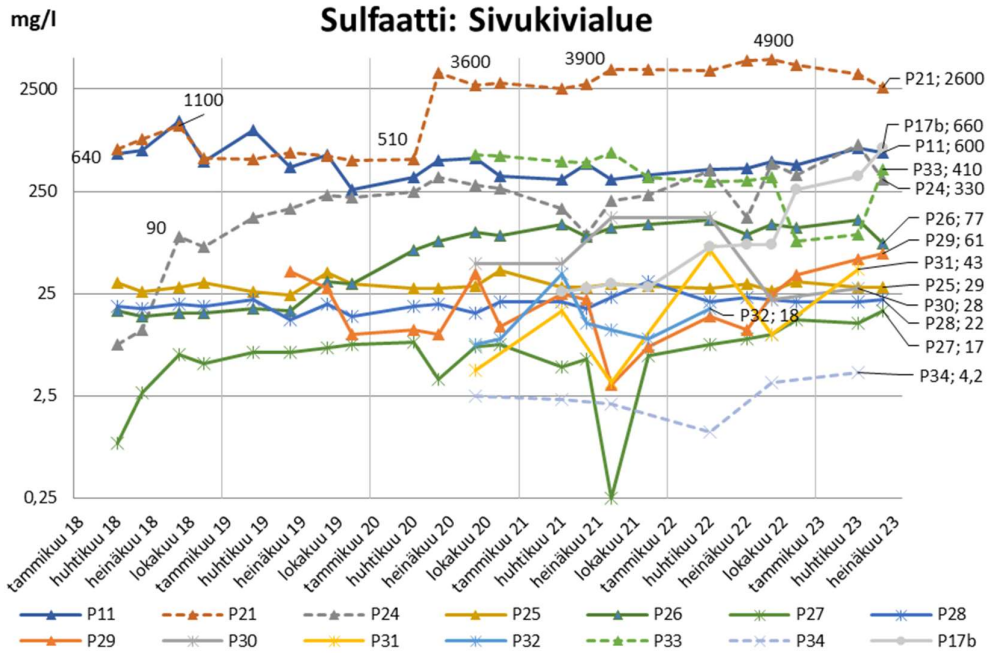
Putken siiviläosuus alkaa heti turvekerroksesta, näin ollen putkelle voi kerääntyä alueen hulevesiä. Marraskuun 2022 kierroksen aikaan oli suojasää ja huhtikuussa 2023 kevään sulamiskausi oli jo käynnistynyt, jotka voivat olla poikkeavien havaintojen taustalla. (Kuva 3-3, Liite 2)

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.

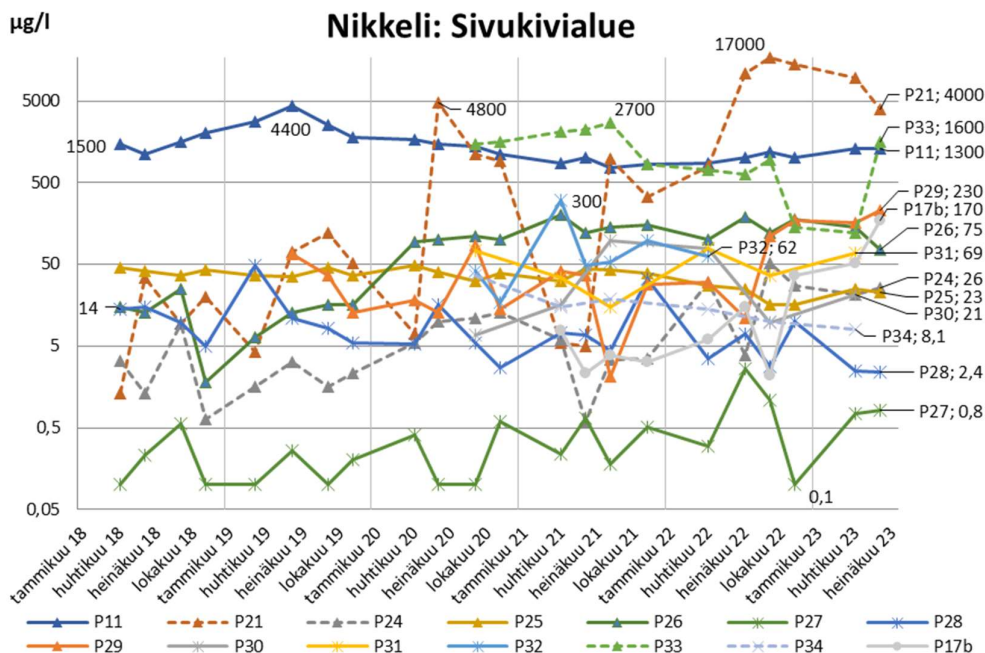




TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023



TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU 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 symboliilla, 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.

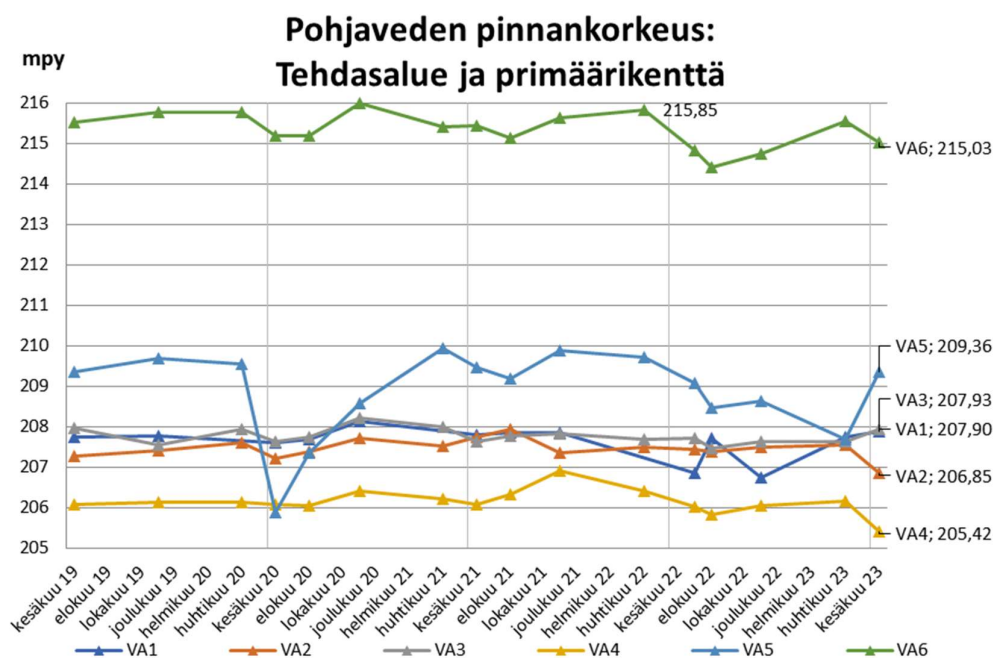
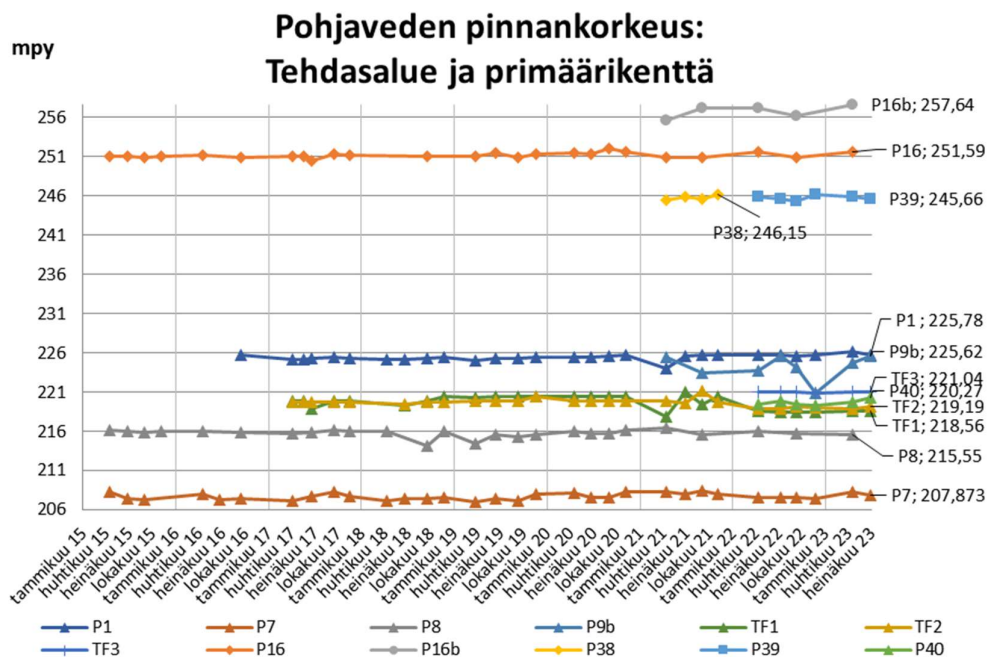
Alueen pohjavesiputkilla näytteenottotiheydet ja näytteistä tehtävät analyysit vaihtelevat hieman. Pohjavesiputkilta P1, P7, P39, P40 TF1, TF2, TF3 ja VA1-VA6 vesinäytteet otetaan neljästi vuodessa ja pohjavesiputkilta P8, P9b, P16 ja P16b kahdesti vuodessa. Vuoden 2023 toisella kvartaalilla näytteet haettiin neljä kertaa vuodessa syklissä olevilta tarkkailupisteiltä, tarkkailupisteillä P1, P7 ja P39 vesinäytteistä tehtiin suppeat määritykset.



Kuva 3-4. 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 3-5. 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 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 ja yhtiön omat näytteet analysoidaan Terrafamen akkreditoimattomassa laboratoriossa. Yhtiön ottamien näytteiden tulokset olivat tasoiltaan ja trendeiltään yhteneväisiä velvoitetarkkailun tuloksiin, tarkemmin analyysituloksia tarkastellaan vuosiraportoinnin yhteydessä.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023

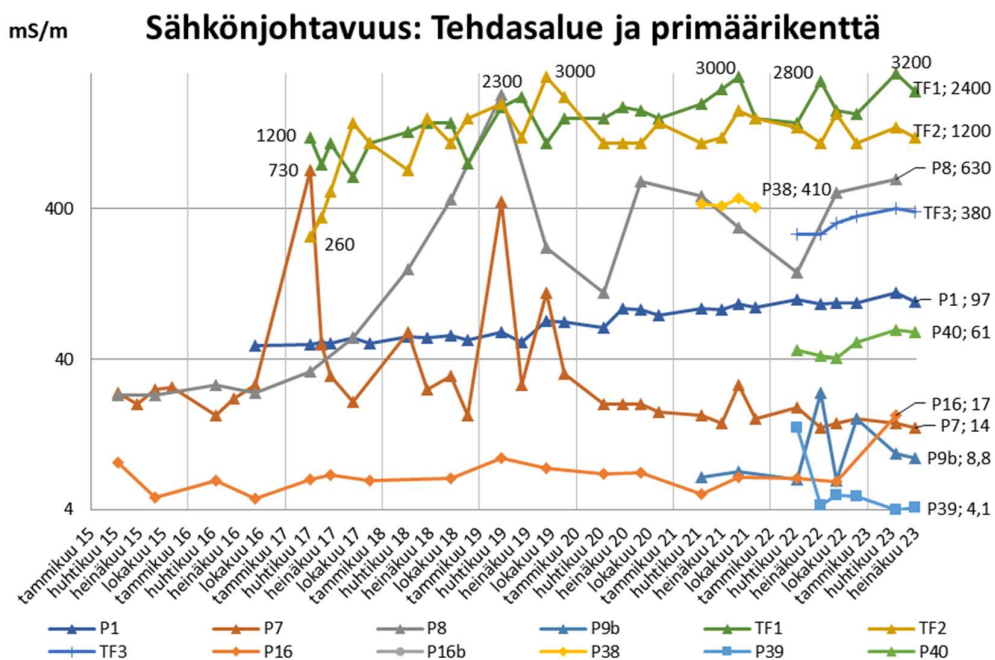
Alueen TF-pisteistä, primäärkentän pohjoispään tarkkailupisteellä **TF1** on havaittavissa edelleen useiden parametrien, sulfaatin, sähkönjohtavuuden ja metallien (Al, Co, Ni ja U) pitoisuuksissa nouseva suuntaus. Nouseva suuntaus pitoisuuksissa on havaittavissa myös uusimmalla, kentän eteläpään **TF3**-pisteellä, 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 3-6, Liite 2)

Pohjavesiputkella **P1** sähkönjohtavuudessa, kuten myös sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa n. 10 % vuosittaista nousua vuodesta 2017 alkaen. Vuonna 2023 edellä mainitut trendit ovat jatkuneet. (Kuva 3-6, Liite 2).

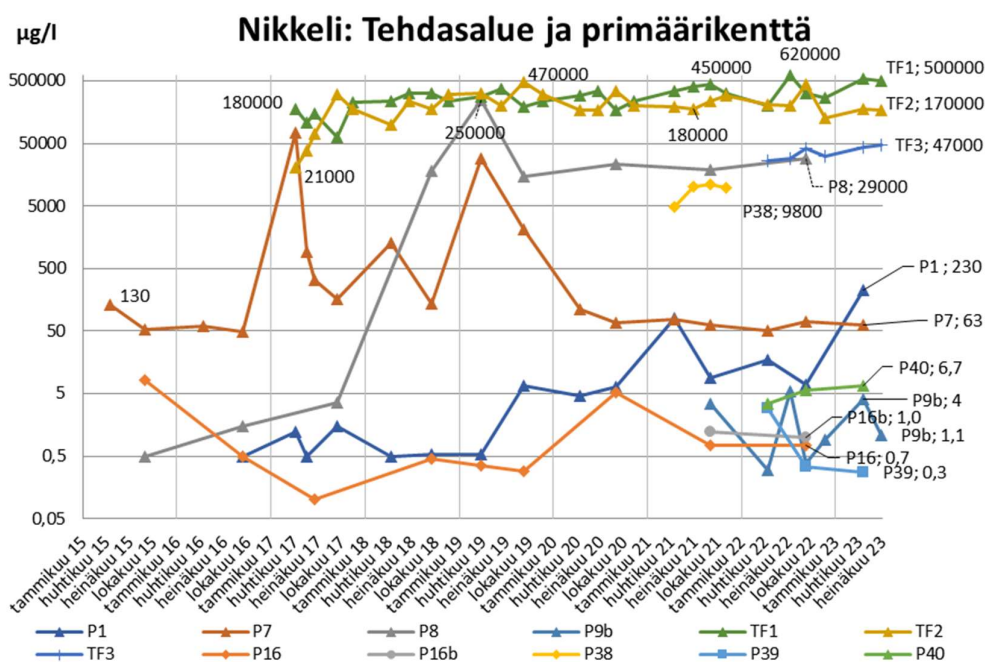
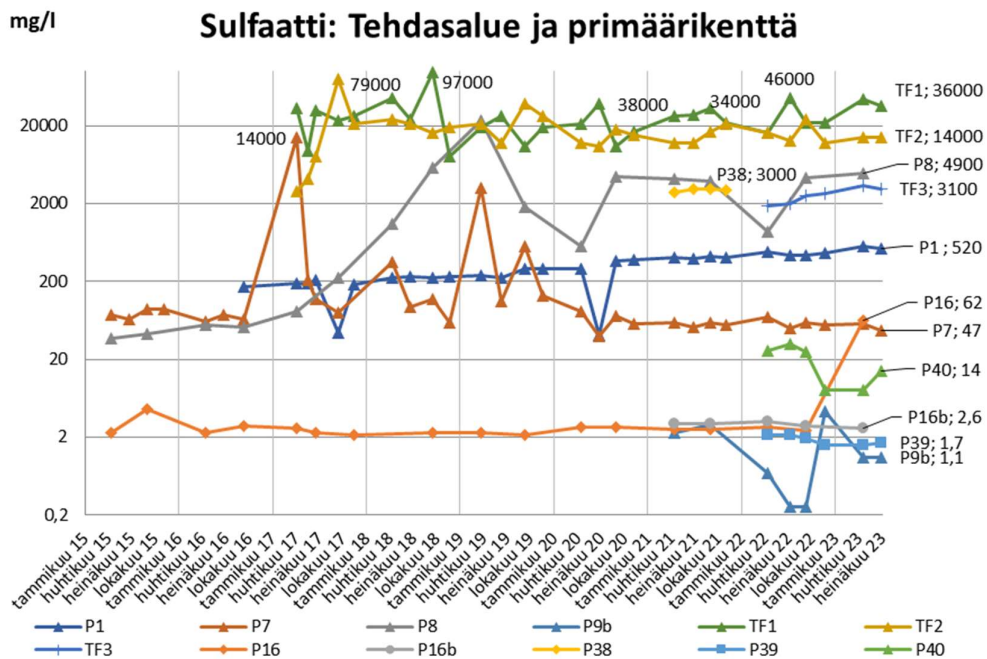
Tarkkailupiste P1 sijaitsee keskellä toimintoja, tehdasalueen ja primääriliuotuskenttien välissä ja tarkkailupiste kuuluu myös akkukemikaalitehtaan tarkkailuun. Akkukemikaalitehtaan tarkkailuun liittyen pisteen näytteistä määritetään TOC- (orgaanisen kokonaishiilen määrä), TVOC- (haihtuvien orgaanisten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

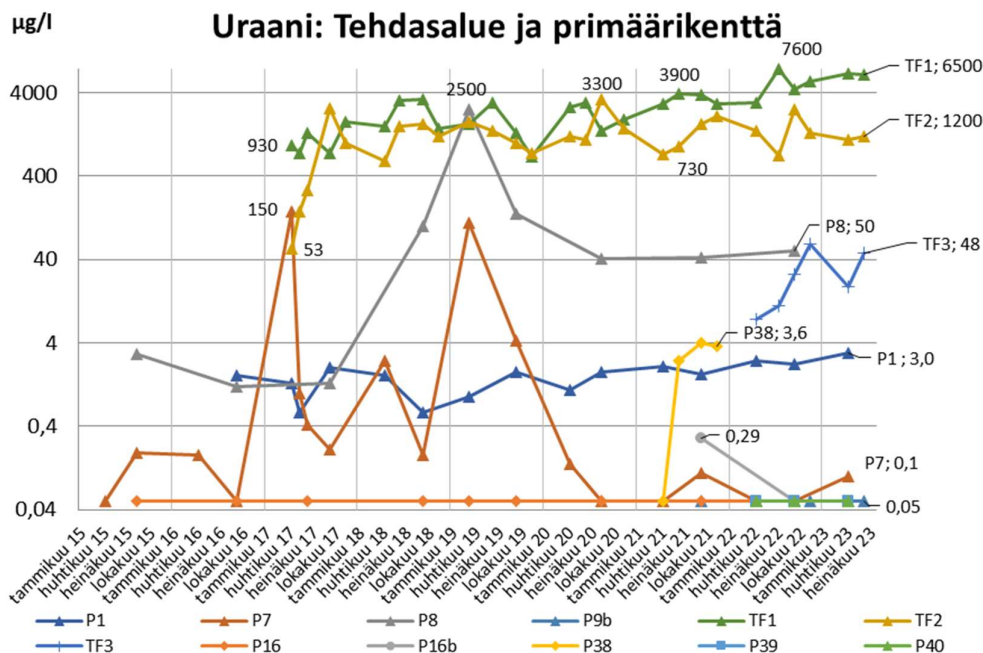
Tarkkailupisteellä **P16** havaittiin huhtikuun kierroksella sulfaattipitoisuus 62 mg/l, kun aikaisempi taso on ollut <3,0 mg/l, samalla myös sähkönjohtavuus nousi tasolle 17 mS/m. Muissa määritetyissä parametreissa ei havaittu muutoksia ja viereisen tarkkailupisteen P16b pitoisuudet olivat huhtikuun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

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin (Kuva 3-6, Liite 2).



TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023





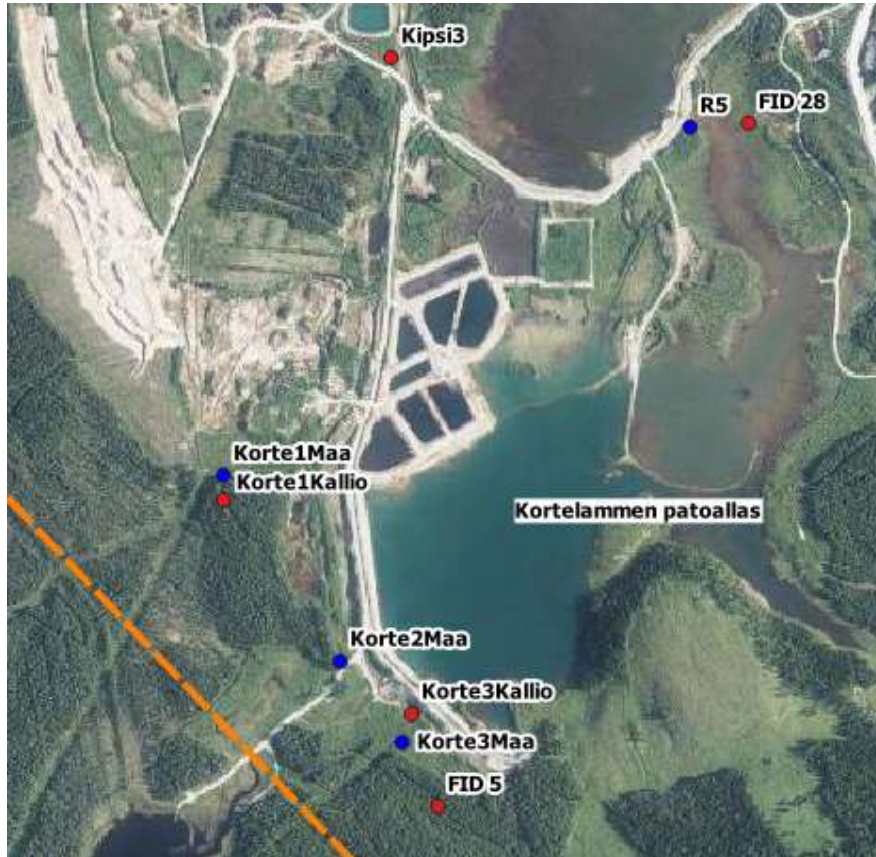
Kuva 3-6. Tehdas- ja primäärkenttäalueen tarkkailupisteiden tuloksia vuodesta 2015 alkaen. (huom. kuvaajien logaritminen asteikko.)

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 puoliskon tulokset olivat pääosin yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin. Tarkkailuputkella VA4 mitattiin kesäkuussa nikkelipitoisuus 15 µg/l, mikä oli yli tarkkailupisteen normaalitason (2,0 µg/l), muissa määritetyissä parametreissa ei havaittu vastaavia muutoksia. (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. Vuoden 2023 toisella kvartaalilla näytteitä alueelta ei täten haettu.



Kuva 3-7. Kortelammen ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

3.4 Kipsisakka-altaiden ympäristö

Kipsisakka-altaiden ympäristössä on viisi pohjavesiputkea: Kipsi1, Kipsi2, FID0, R0 ja R3 (Kuva 3-8). Putkelta FID0 näytteitä otetaan tarkkailuohjelman mukaisesti vain kerran vuodessa, elo-syyskuussa. Muilta alueen pohjavesiputkilta näytteitä otetaan kahdesti vuodessa: maaliskuussa ja elokuussa. Vuoden 2023 toisella kvartaalilla näytteitä alueelta ei täten haettu.



Kuva 3-8. Kipsisakka-altaan ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

3.5 Sekundäärikentän ympäristö

Sekundäärikentän ympäristössä on kuusi pohjavesiputkea (Kuva 3-9). Pohjavesiputkilta otetaan näytteitä vaihtelevilla analyysipaketeilla pääsääntöisesti kahdesti vuodessa: maaliskuussa sekä elokuussa. Tarkkailuputkea P6 näytteistetään jokaisella kvartaalilla, kesäkuussa näyte tältä pisteeltä haettiin 27.6. ja tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin (Liite 2).

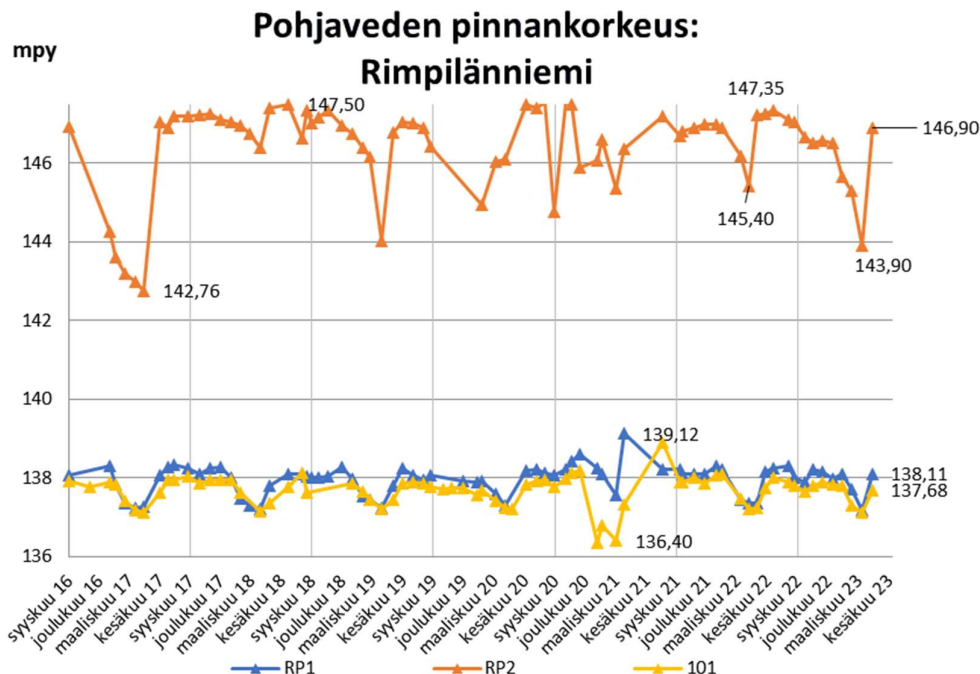


Kuva 3-9. Sekundäärii luotuskeskettä ympäristön pohjaveden tarkkailupisteet.

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 3-10)



Kuva 3-10. Rimpilänniemen pohjavesiputkien pinnankorkeudet

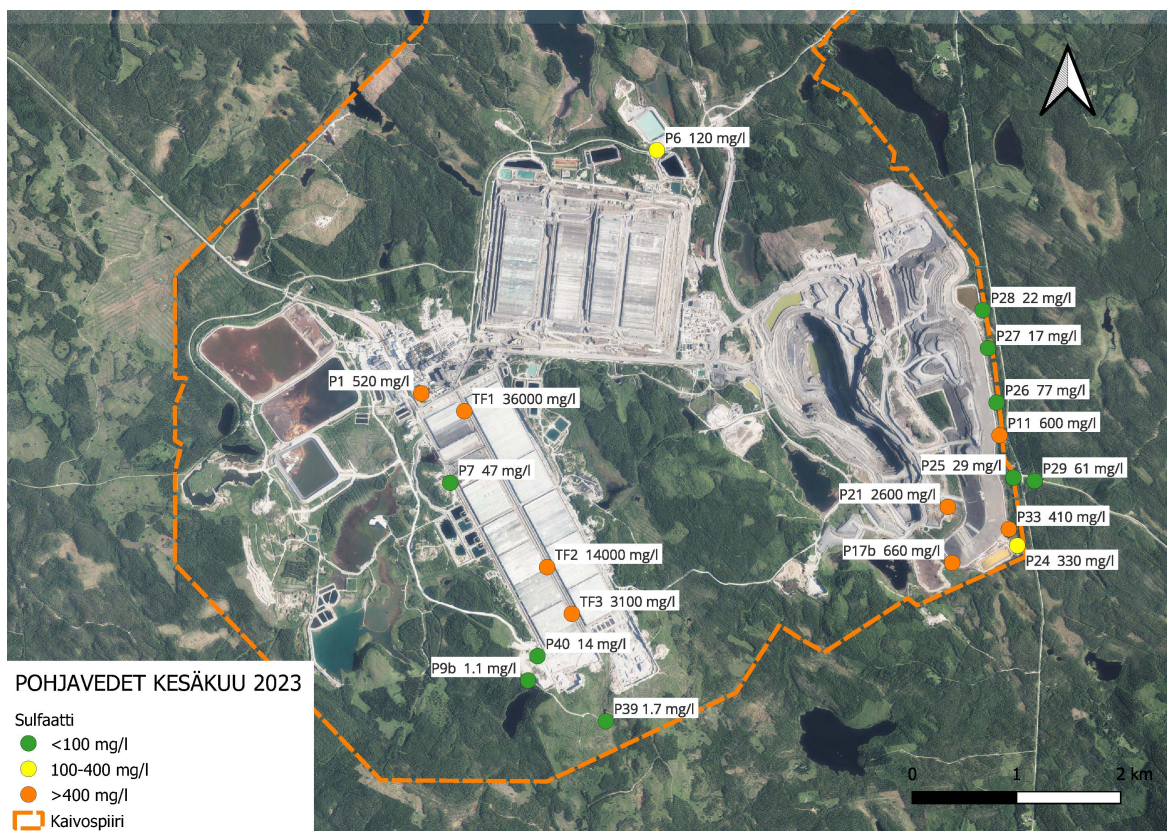
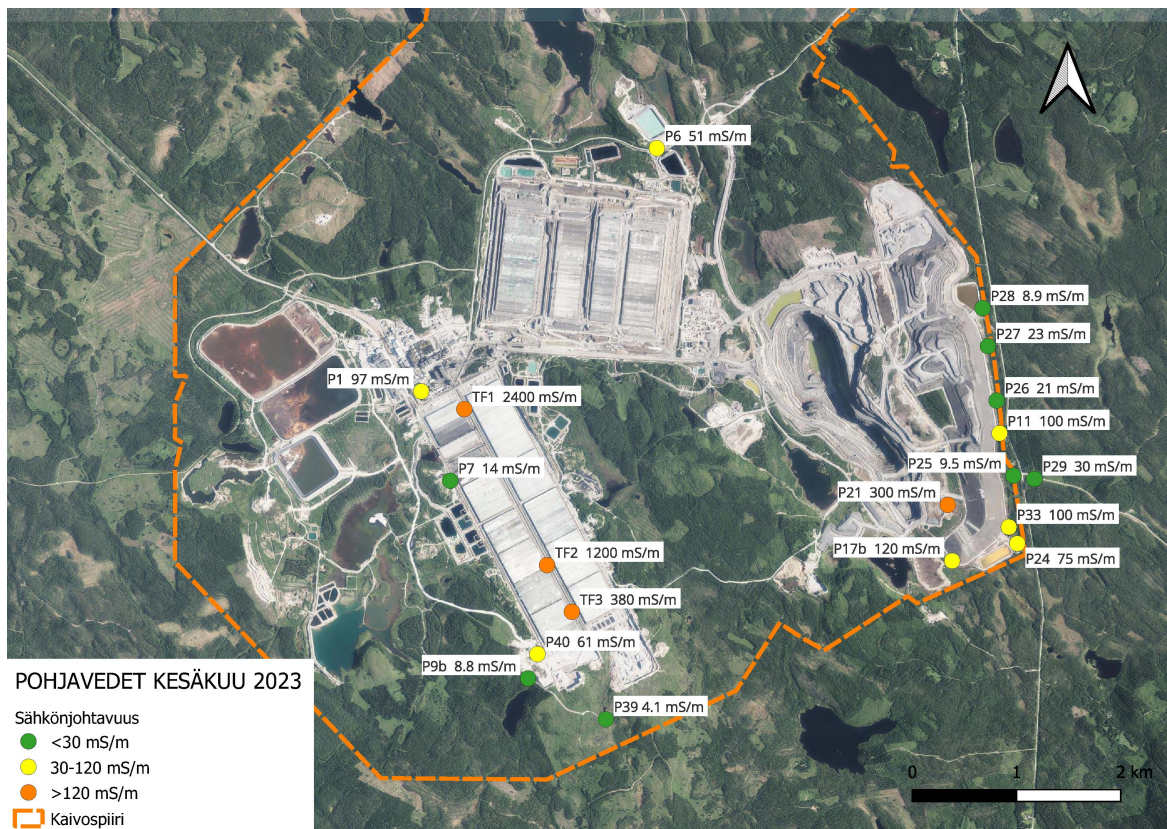
3.7 Talusvesikaivot

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. Vuoden 2023 toisella kvartaalilla näytteitä kaivoilta ei taten haettu.

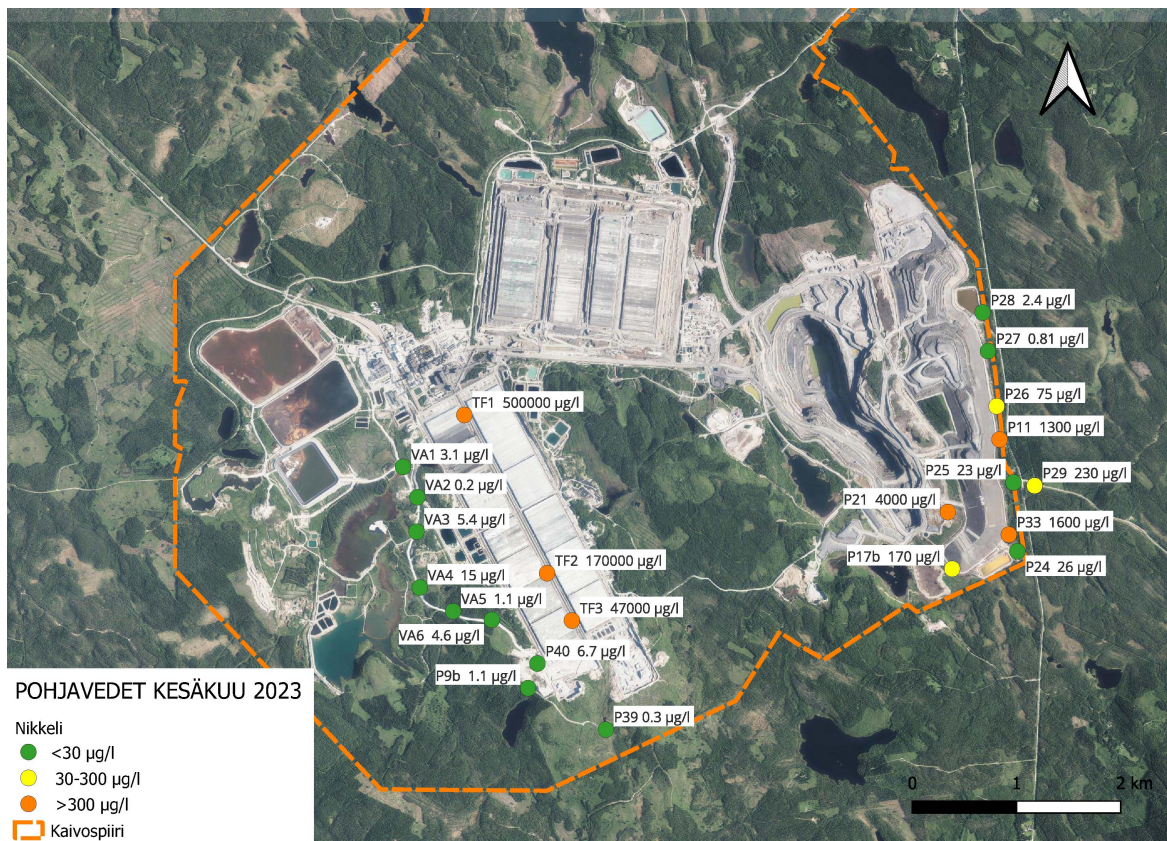
3.8 Kesäkuun tulokset ilmakuvapohjilla

Kuvakokoelmassa 3-11 on esitetty ilmakuvapohjilla sähkönjohtavuudet sekä sulfaatin ja nikkelin kesäkuussa havaitut pitoisuudet alueen tarkkailupisteillä.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023



TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023



Kuva 3-11. Sähkönjohtavuus, sulfaatti- ja nikkelpitoisuudet pohjavesiputkilla kesäkuussa 2023.

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 ja pohjavesien kertymisolosuhteet ovat muuttumassa.

Analyysitulokset:

Sivukivialue

Lähimpänä Kuusilammen avolouhosta, geotuubien vierellä pintamaan läjitysalueella sijaitsevalla pohjavesiputkella P21 pitoisuustasot nousivat sulfaatin, sähkönjohtavuuden sekä metallien osalta kesällä 2020. Nouseva trendi jatkui vuoteen 2022, jolloin mitattiin keskimäärin nikkeliä (10698 µg/l), alumiinia (16020 µg/l) ja sulfaattia (4450 mg/l). Vuoden 2023 ensimmäisellä ja toisella kvartaalilla edellä mainitut pitoisuudet ovat laskeneet ja ovat olleet alle vuoden 2022 vastaavan ajankohdan tulosten, joten trendit ovat kääntyneet laskuun. Tarkkailuputkella pohjaveden keskimääräinen pinnankorkeus on laskenut marraskuusta 2021 useamman metrin ja tämän johdosta vesien kertymisolosuhteet tarkkailuputkeen ovat muuttuneet.

Edellisessä kappaleessa esitetyt muutoksia on havaittavissa myös tarkkailupisteeltä P21 etelään sijaitsevalla tarkkailupisteellä P17b. Tällä tarkkailupisteellä keskeiset pitoisuudet (sähkönjohtavuus, sulfaatti ja nikkeli) ovat edelleen huomattavasti pienempiä kuin tarkkailupisteellä P21, mutta nousevat trendit ovat vahvistumassa. Tälläkin tarkkailupisteellä pohjaveden pinnankorkeus on laskenut useamman metrin marraskuun 2021 tasosta. Tarkkailuputket P17b ja P21 sijaitsevat kallioperän ruhjeiden välittömässä läheisyydessä, joiden veden johtavuuden gradientti on avolouhokseen päin.

Putkella P24 mm. sähkönjohtavuudessa, sekä sulfaatti-, nikkeli-, mangaani-, rauta-, kalsium- ja magnesiumipitoisuuksissa oli havaittavissa nousevaa trendiä vuonna 2022. Vuoden 2023 ensimmäisellä puoliskolla metallipitoisuudet ovat pysytelleet pääsääntöisesti vuoden 2022 tasoilla, mutta sulfaattipitoisuus ja sitä kautta sähkönjohtavuus ovat edelleen keskimäärin nousussa.

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

Maapohjavesiputkella P33 havaittiin marraskuun 2022 ja huhtikuun 2023 tulosten perusteella vesinäytteiden pH-arvojen nousseen kesän 2022 tasolta noin 3,5 huhtikuuhun 2023 mennessä tasolle 6,4. Vastaavana aikana myös kloridipitoisuudet nousivat tasolta noin 2 mg/l tasolle 18 mg/l, mutta pääsääntöisesti kaikkien muiden parametrien pitoisuudet laskivat. Kesäkuun 2023 kierroksella pitoisuudet palautuivat kesän 2022 tasolle, pH-arvo laski tarkkailupisteelle tyypilliseen arvoon 3,2, kuten myös kloridi arvoon 2,9 mg/l. Putken siiviläosuus alkaa heti turvekerroksesta, näin ollen putkelle voi kerääntyä alueen hulevesiä.

Muilla alueen tarkkailupisteillä tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin kierroksiin.

Tehdasalue ja primäärkenttä

Primäärkentän keskikaistan tarkkailuputkien TF1 ja TF2, sekä uuden tarkkailuputken TF3 näytteiden analyysitulokset erottuvat alueen muista tarkkailupisteistä pitoisuustasojensa vuoksi. Esimerkiksi näiden näytteiden pH:t ovat alhaisempia (3,0-4,1 pH) ja metallipitoisuudet yli kymmenkertaisia muihin alueen pohjavesiputkiin verrattaessa.

Primäärkentän 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.

Pohjavesiputkella P1 sähkönjohtavuudessa, kuten myös sulfaatti- ja alkalimetallipitoisuuksissa on ollut havaittavissa n. 10 % vuosittaista nousua vuodesta 2017 alkaen. Vuonna 2023 edellä mainitut trendit ovat jatkuneet.

TERRAFAMEN POHJAVESITARKKAILU Q2 2023

Tarkkailupiste P1 sijaitsee keskellä toimintoja, tehdasalueen ja primääriliuotuskenttien välissä ja tarkkailupiste kuuluu myös akkukemikaalitehtaan tarkkailuun. Akkukemikaalitehtaan tarkkailuun liittyen pisteen näytteistä määritetään TOC- ja TVOC- pitoisuudet sekä kokonaisfosforipitoisuus, joiden perusteella voidaan havaita mahdolliset prosessikemikaaleista pohjaveteen aiheutuvat vaikutukset. Kesäkuun 2023 näytteestä ei havaittu TVOC-pitoisuuksia eikä fosforia, tulosten jäädessä alle määrittämissä rajojen, TOC-pitoisuutta ei määritetty kesäkuussa.

Muilla alueen tarkkailupisteillä kesäkuun tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

Analyysitulokset primäärilentän tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta

Primäärilentän länsipuolelle kesällä 2019 asennetuilta, tarkkailua täydentäviltä pohjavesiputkilta VA1-VA6 kesäkuun 2023 tulokset olivat, pisteen VA4 nikkelpitoisuutta 15 µg/l (normaalitaso noin 2,0 µg/l) lukuun ottamatta, yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

Kortelampi

Vuoden 2023 toisella kvartaalilla alueelta ei haettu näytteitä.

Kipsisakka-altaat

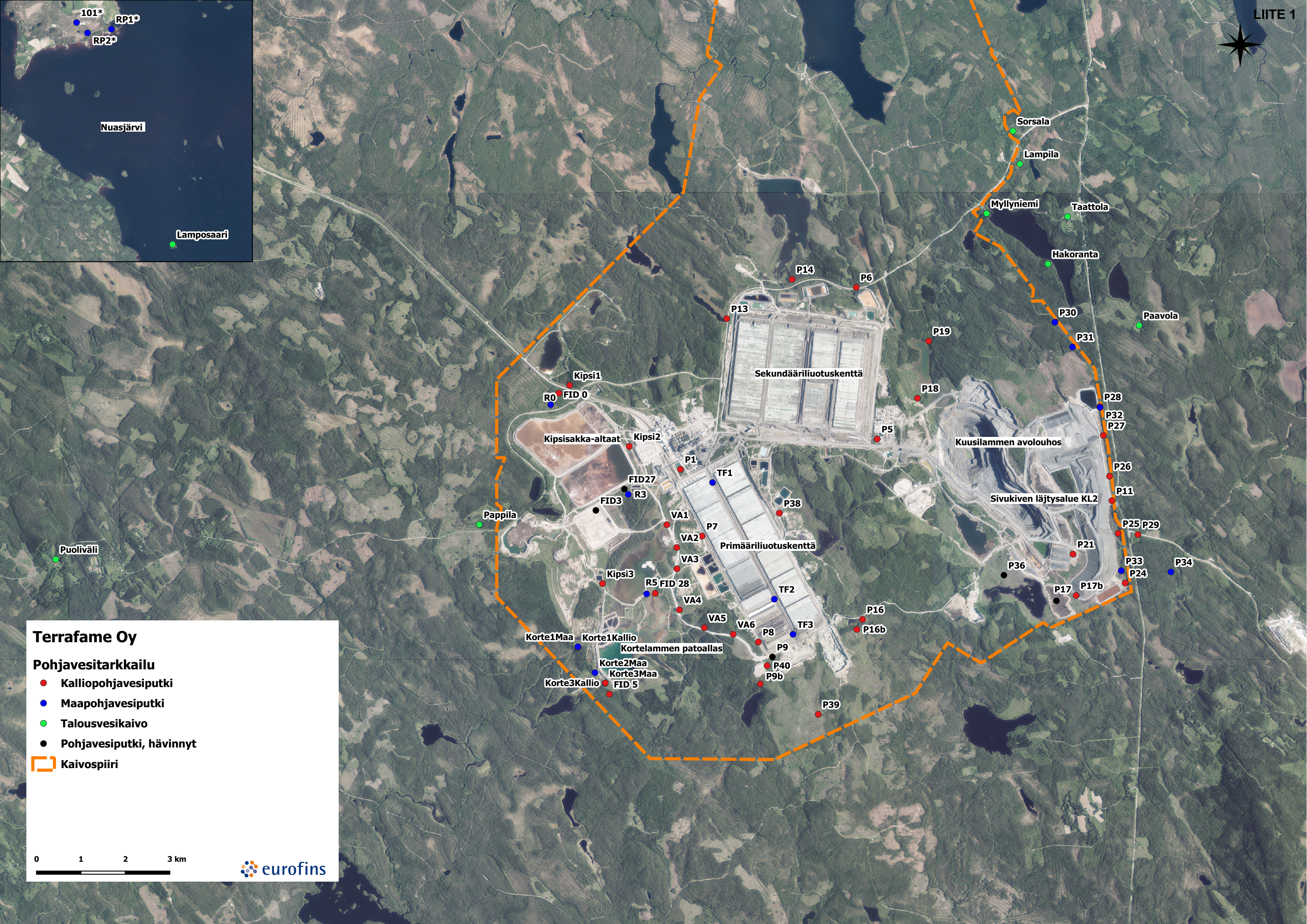
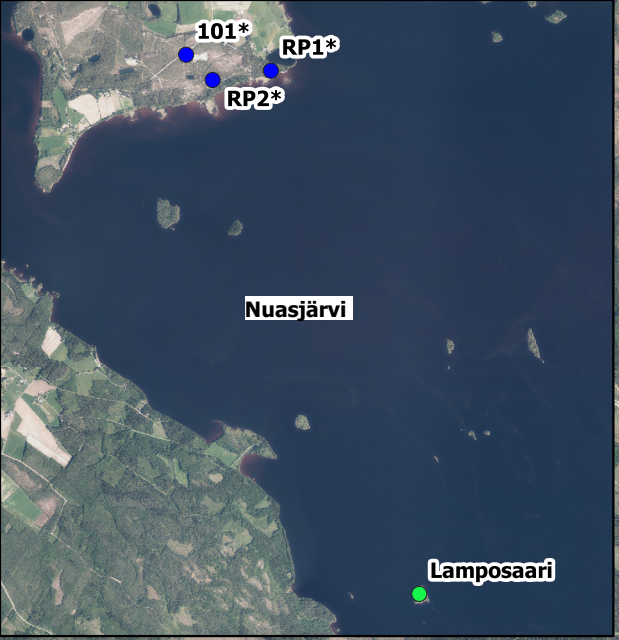
Vuoden 2023 toisella kvartaalilla alueelta ei haettu näytteitä.

Sekundäärilenttä

Vuoden 2023 toisella kvartaalilla alueelta haettiin näyte vain tarkkailuputkelta P6. Vesinäytteestä määritettiin suppea analyysipaketti ja tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin.

Rimpilänniemi

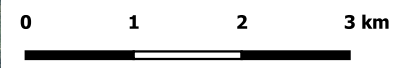
Pohjaveden pinnankorkeudet alueella ovat pysyneet keskimäärin tasaisina, vaikkakin vaihteluväli voi olla useita metrejä kierrosten välillä. Suuret pinnankorkeuden vaihtelut ovat tyyppisiä hyvin vettä johtavilla alueilla ja kertovat lähinnä mittausajankohtien, sekä sitä kautta vuodenkierron ja vuosien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



Terrafame Oy

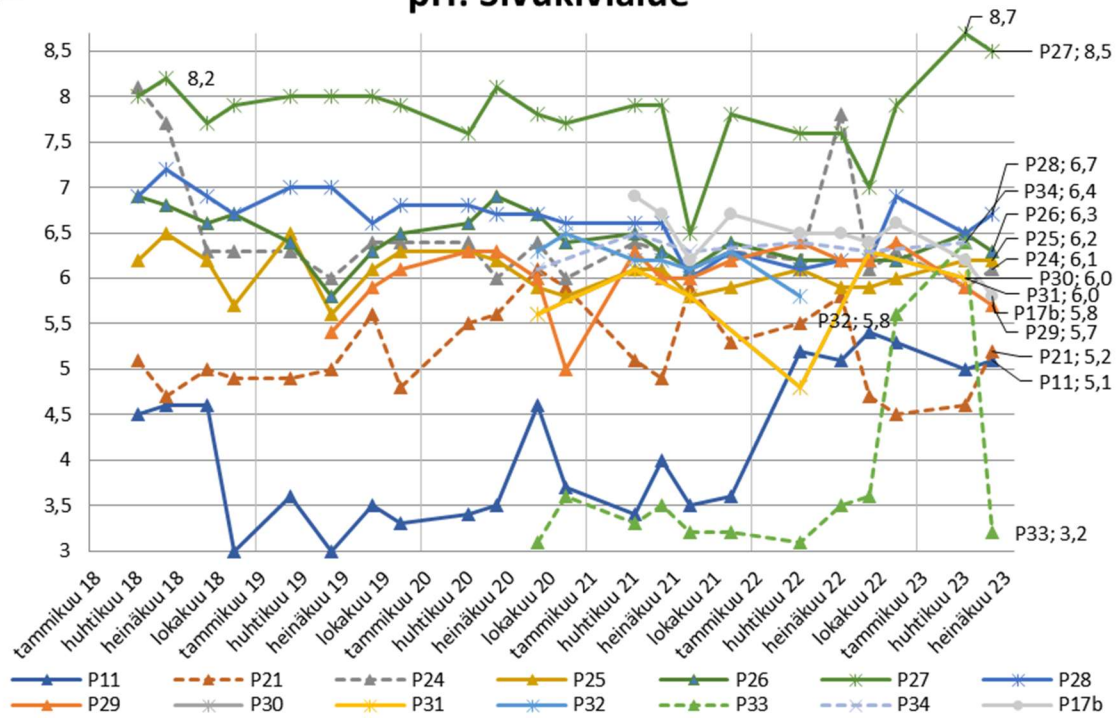
Pohjavesitarkkailu

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



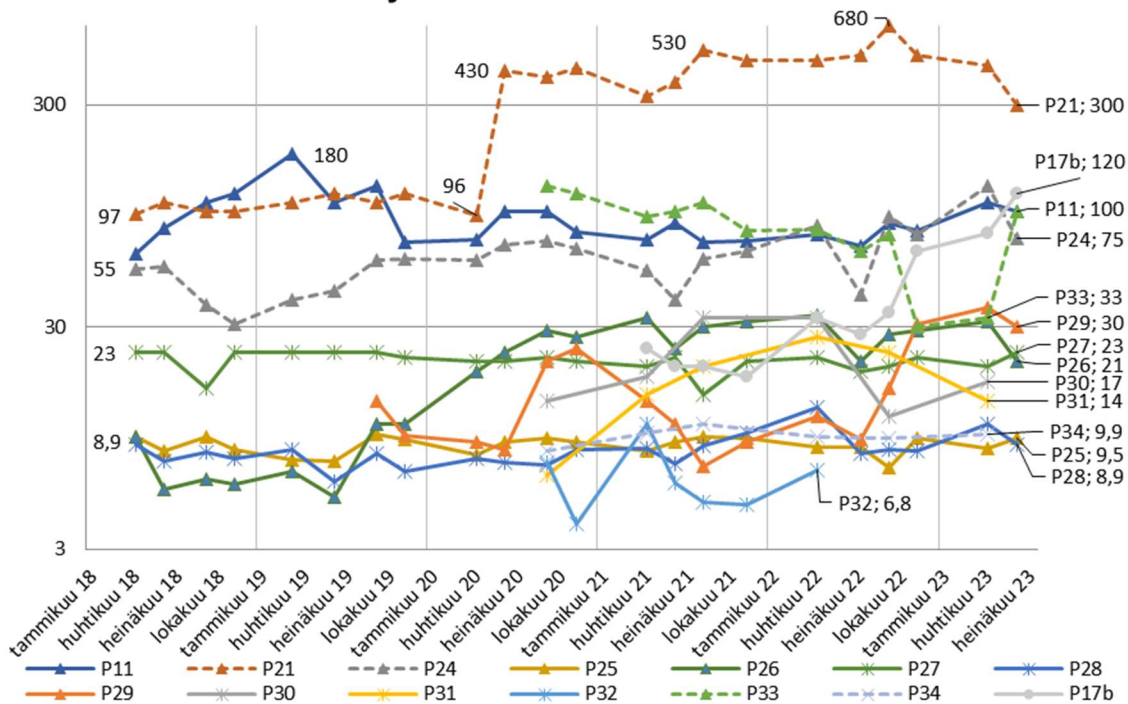
pH

pH: Sivukivialue



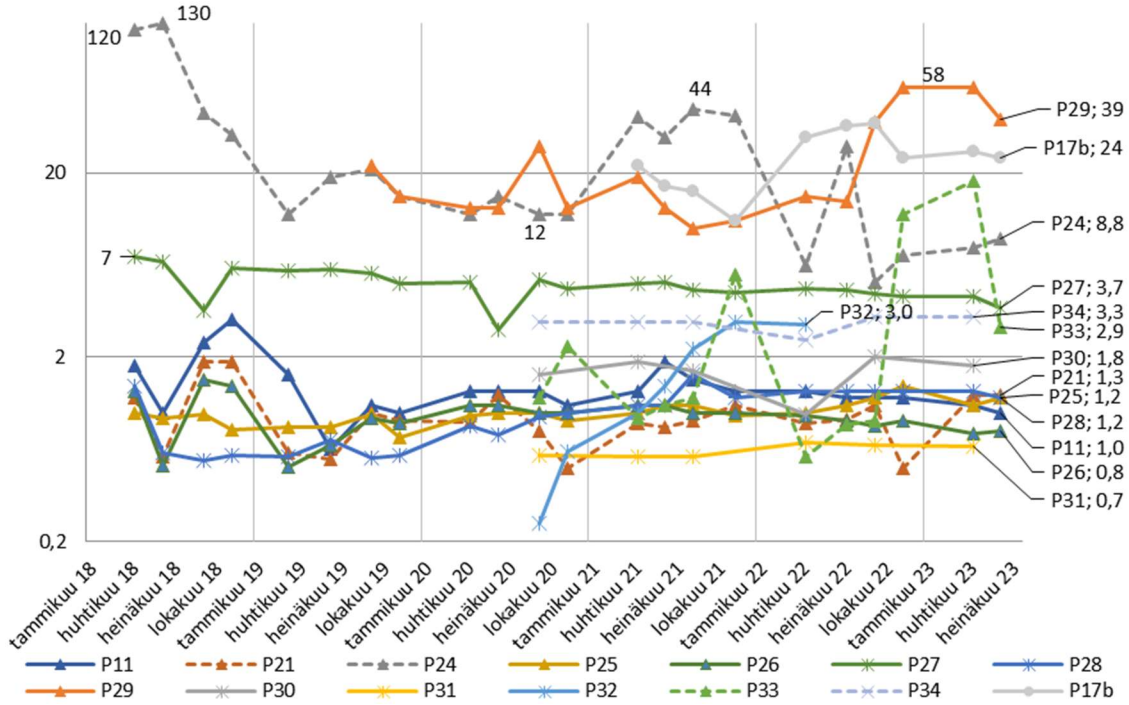
ms/m

Sähkönjohtavuus: Sivukivialue



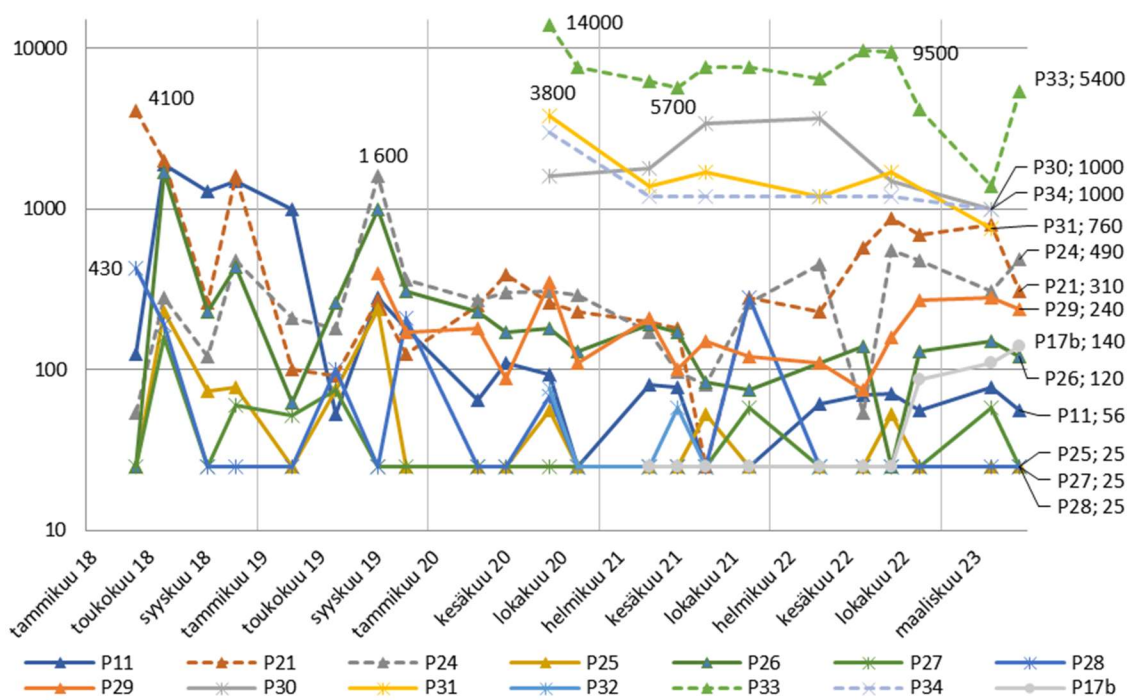
mg/l

Kloridi: Sivukivialue



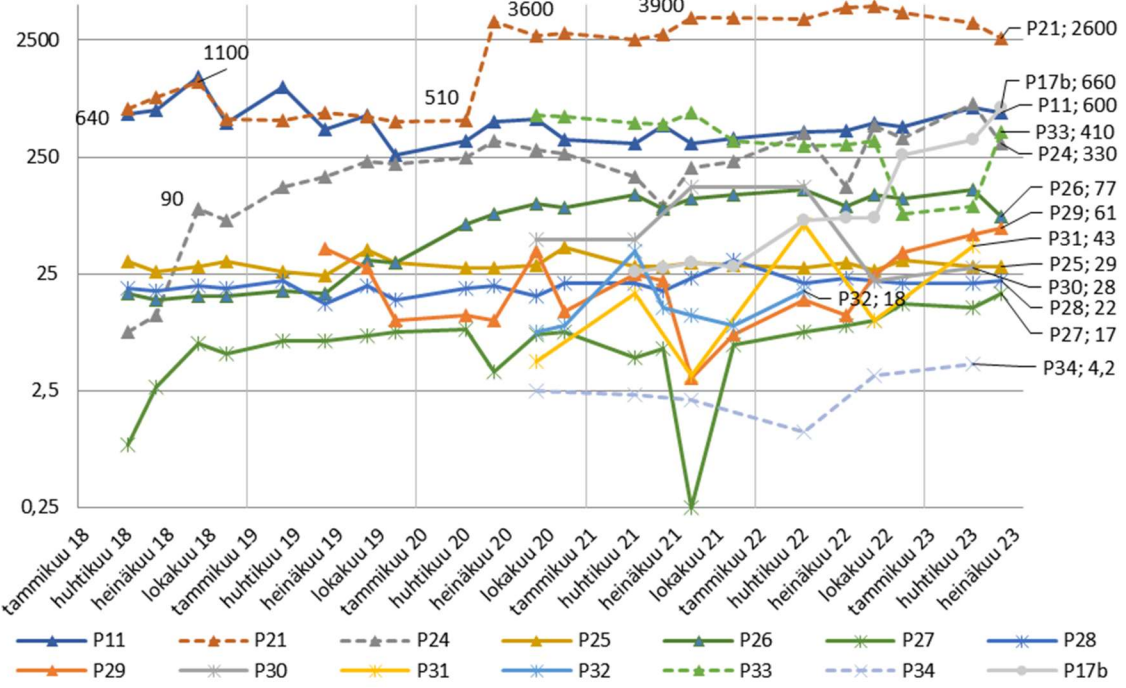
µg/l

Kokonaistyyppi: Sivukivialue



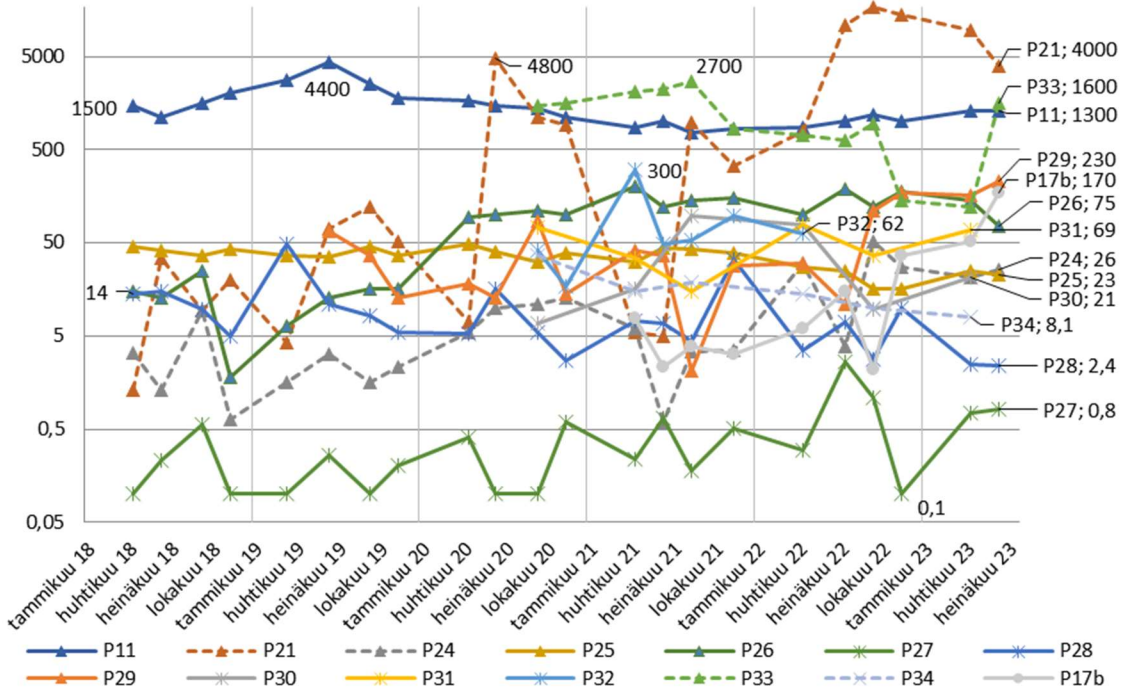
mg/l

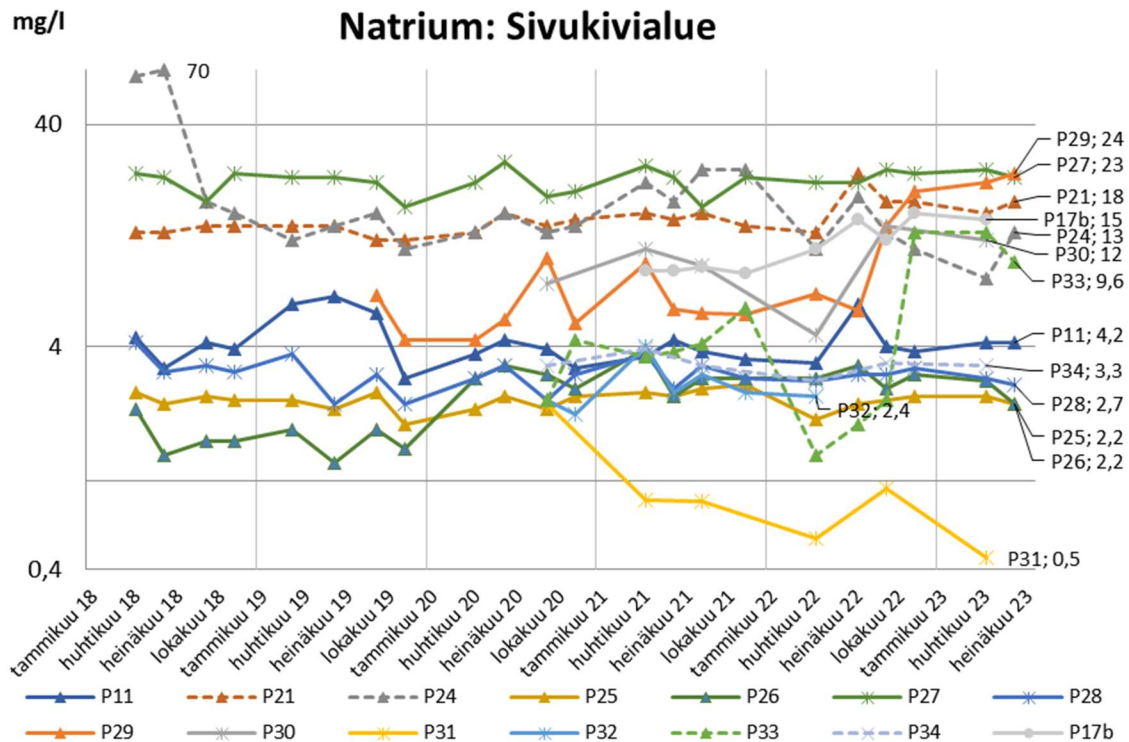
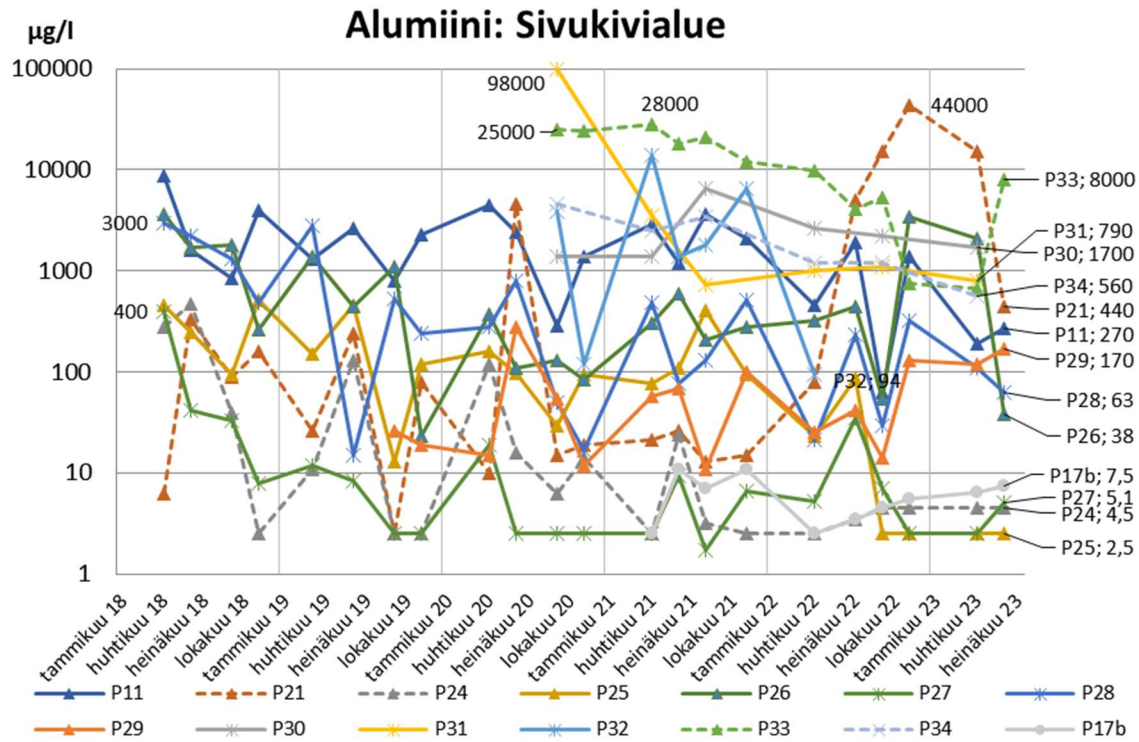
Sulfaatti: Sivukivialue



µg/l

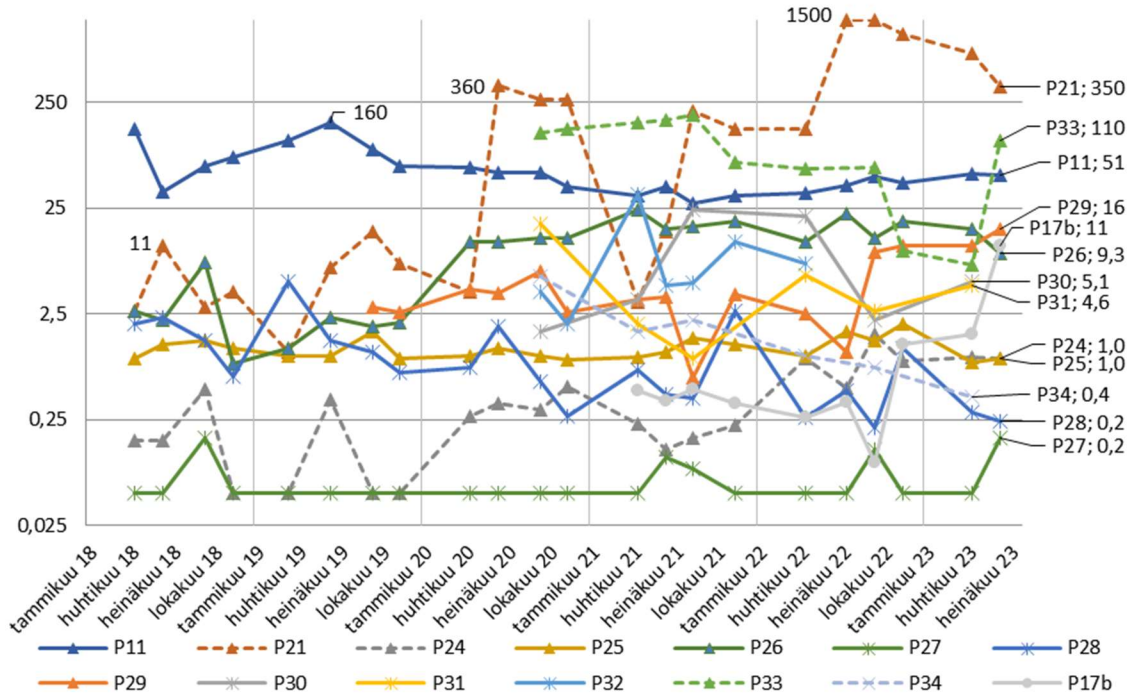
Nikkeli: Sivukivialue





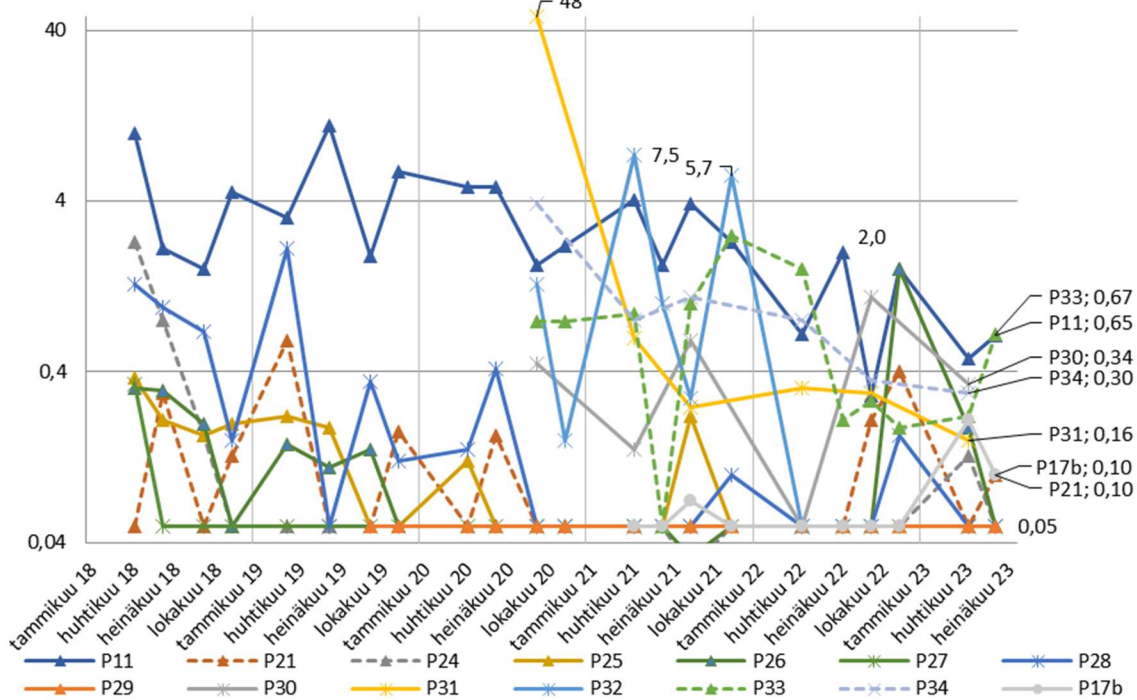
µg/l

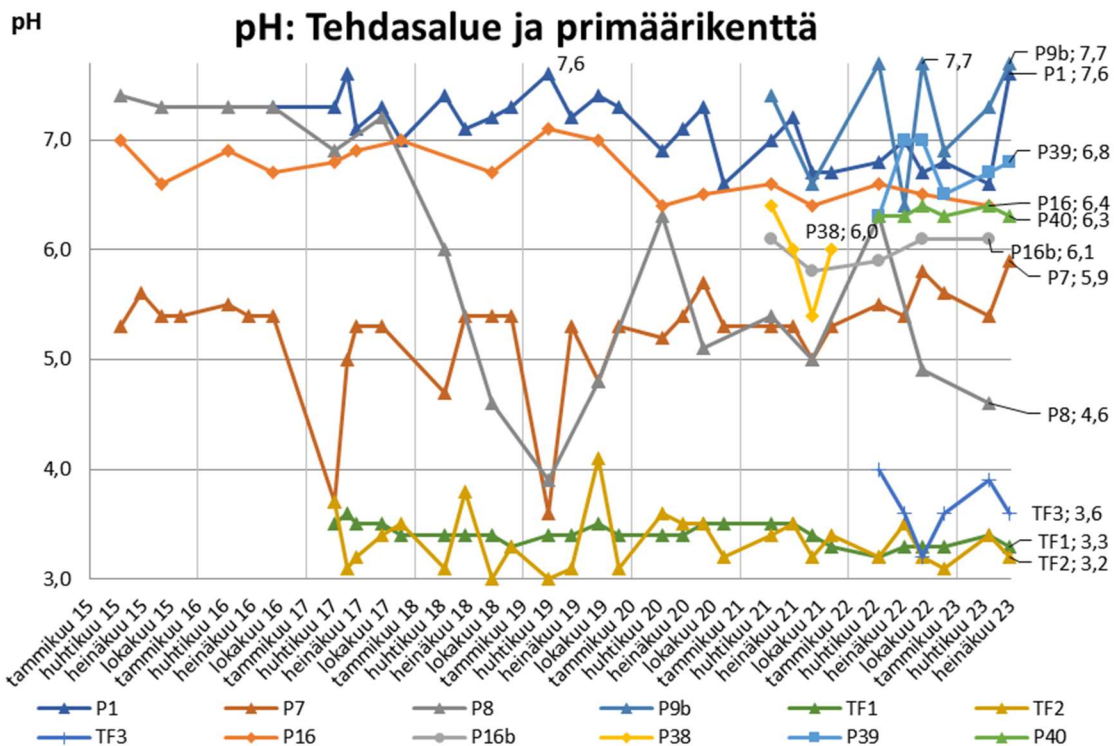
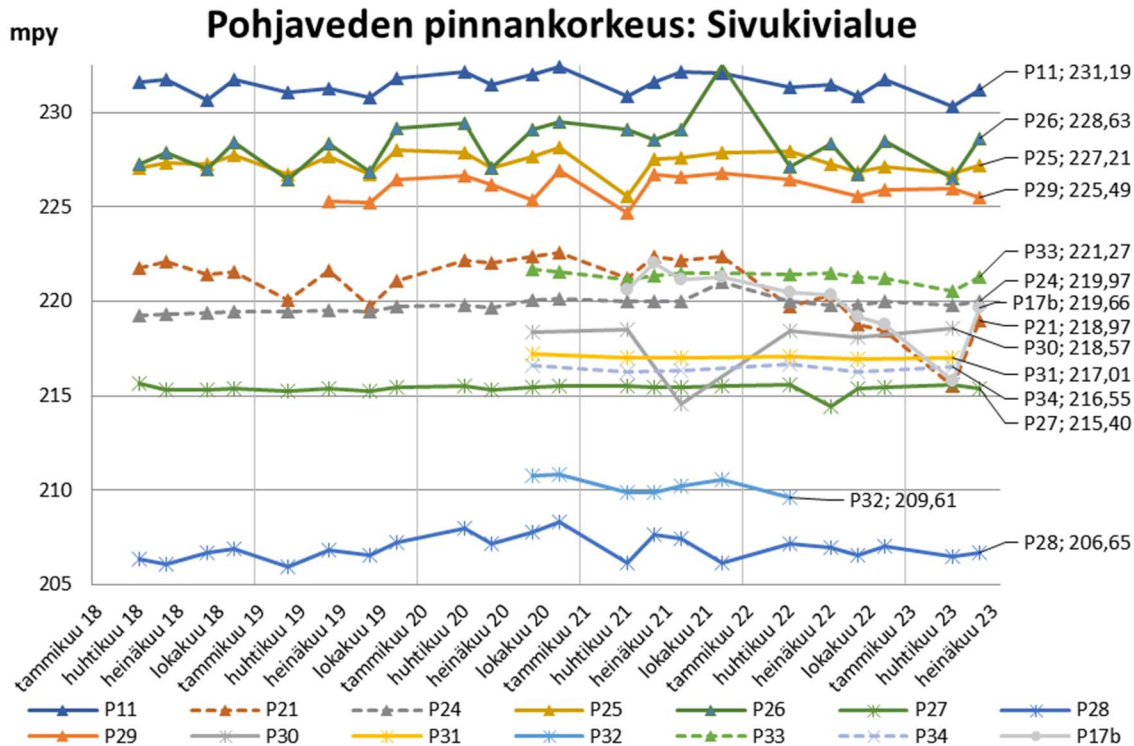
Koboltti: Sivukivialue



µg/l

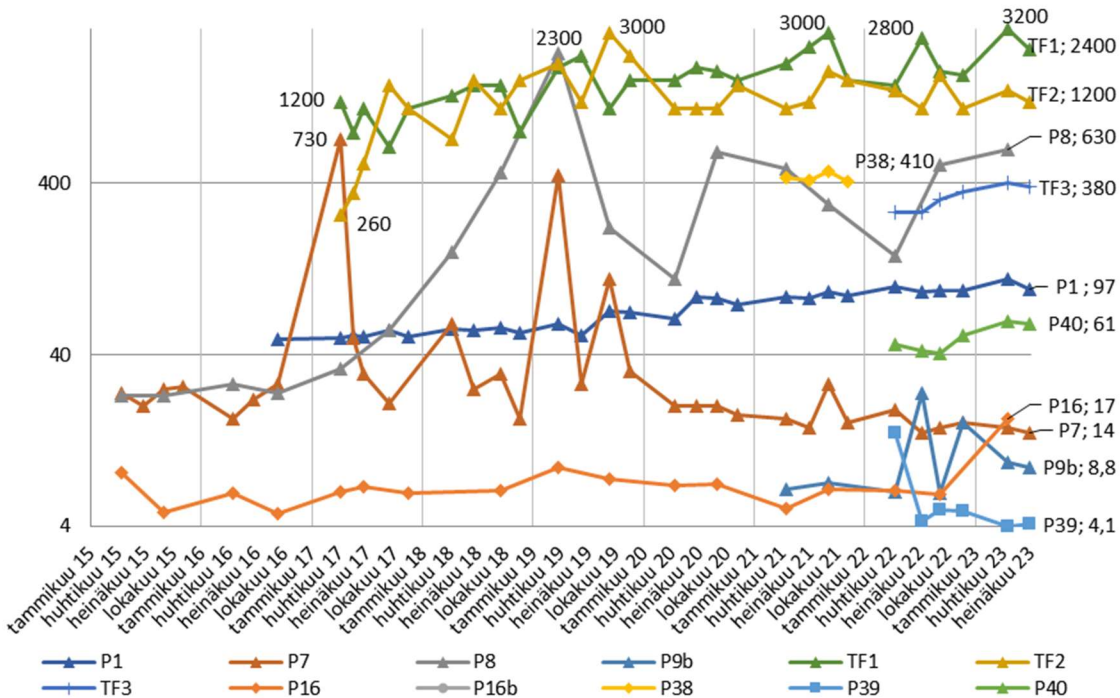
Uraani: Sivukivialue





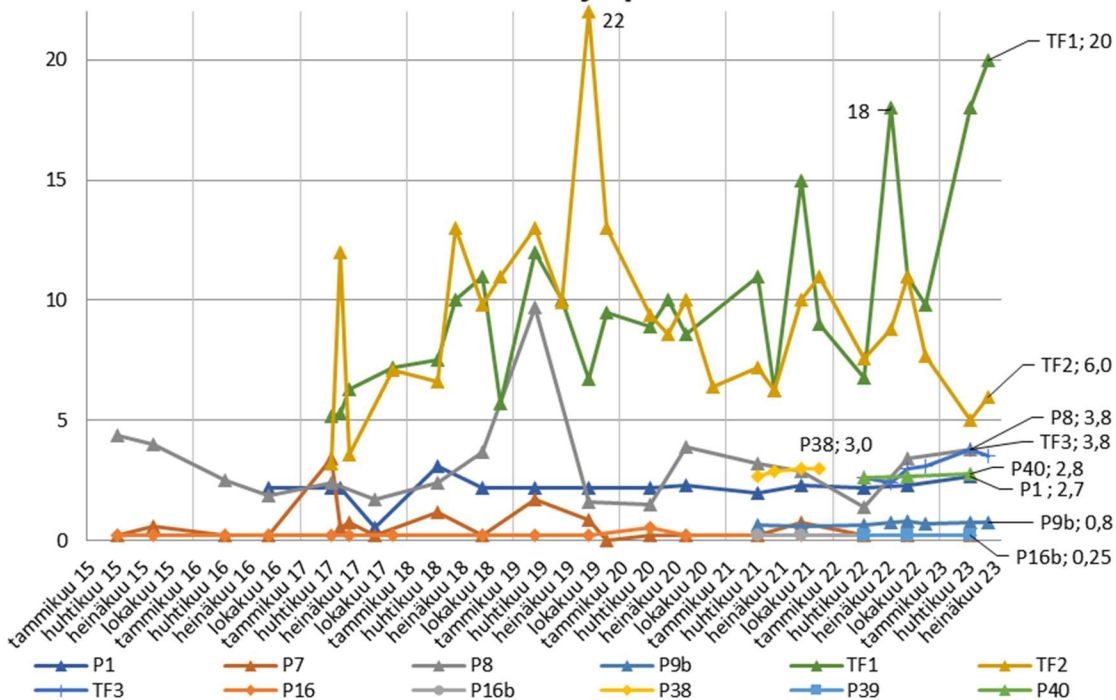
mS/m

Sähkönjohtavuus: Tehdasalue ja primäärkenttä



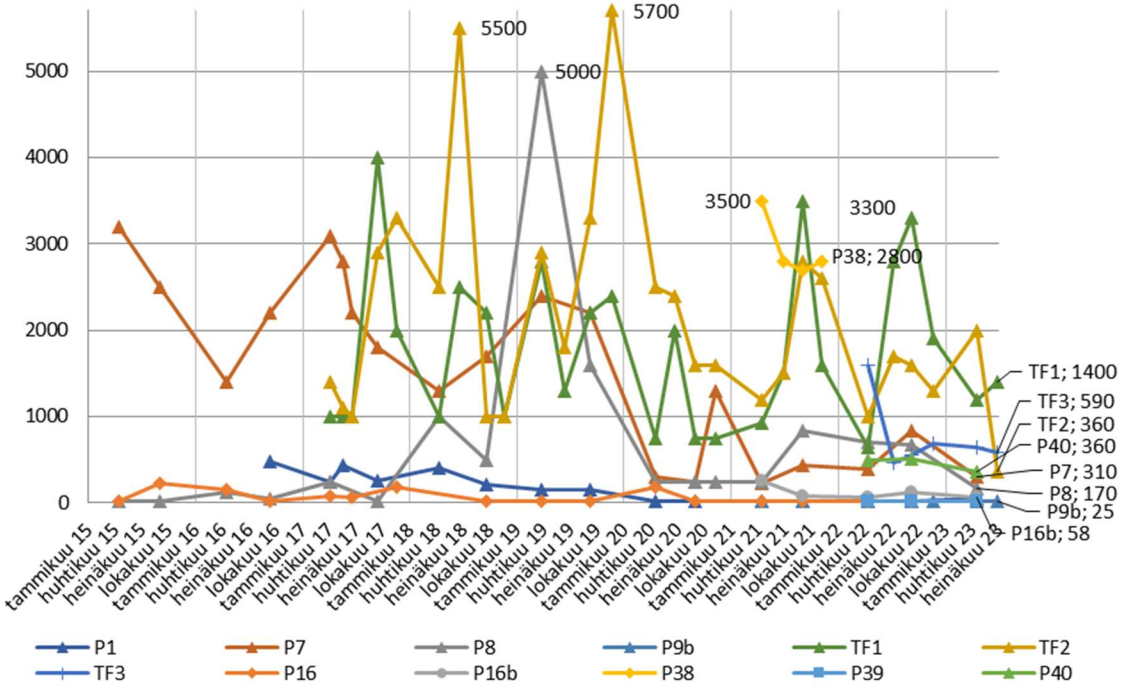
mg/l

Kloridi: Tehdasalue ja primäärkenttä



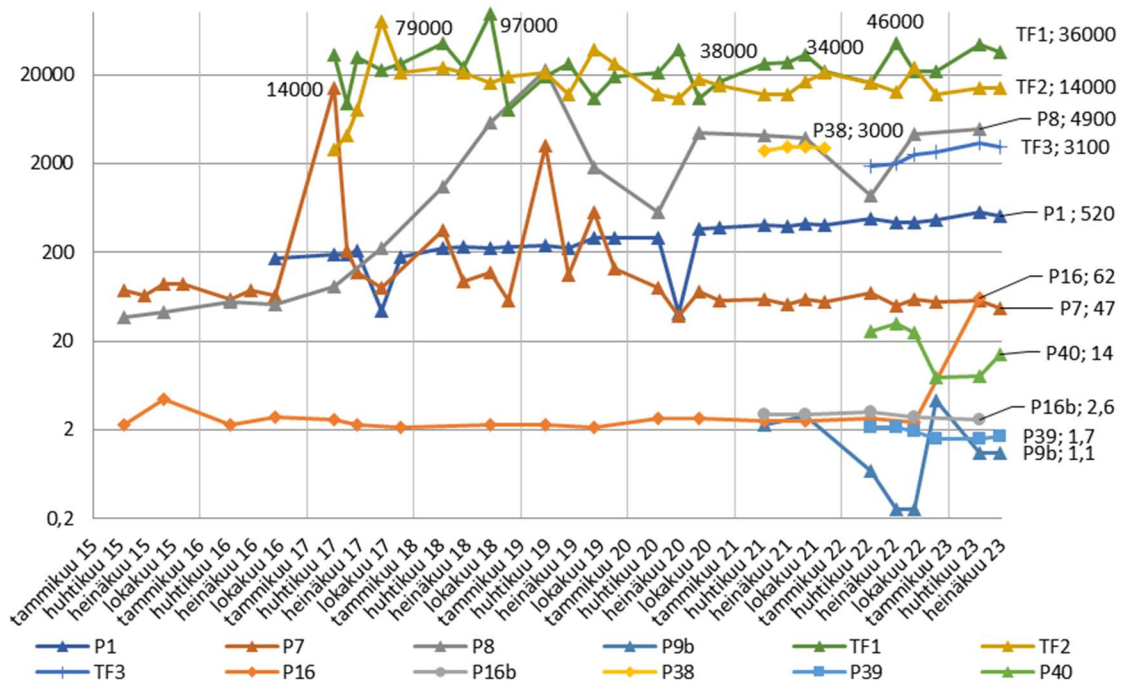
µg/l

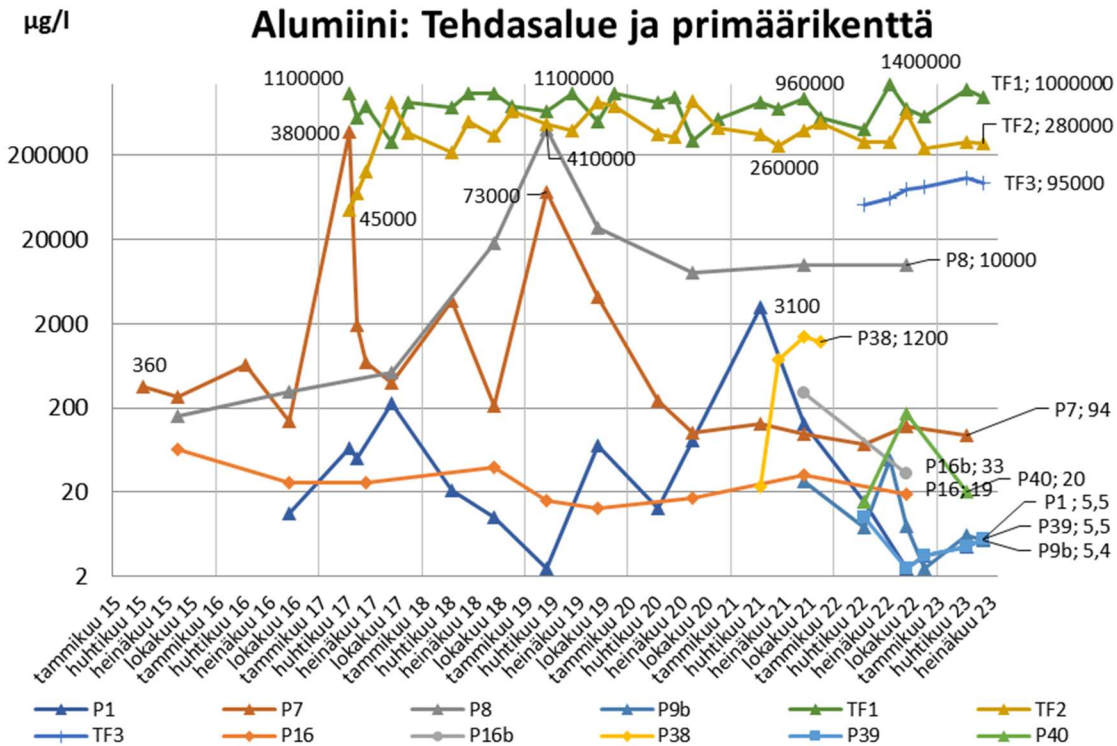
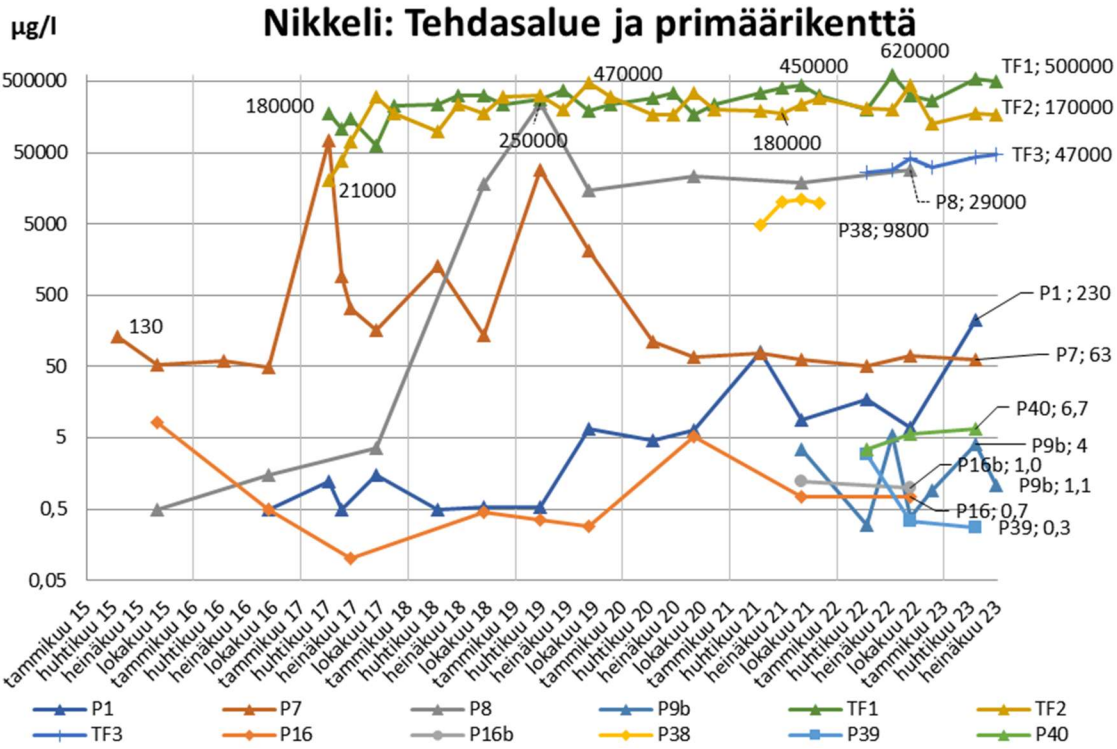
Kokonaistyyppi: Tehdasalue ja primäärkenttä



mg/l

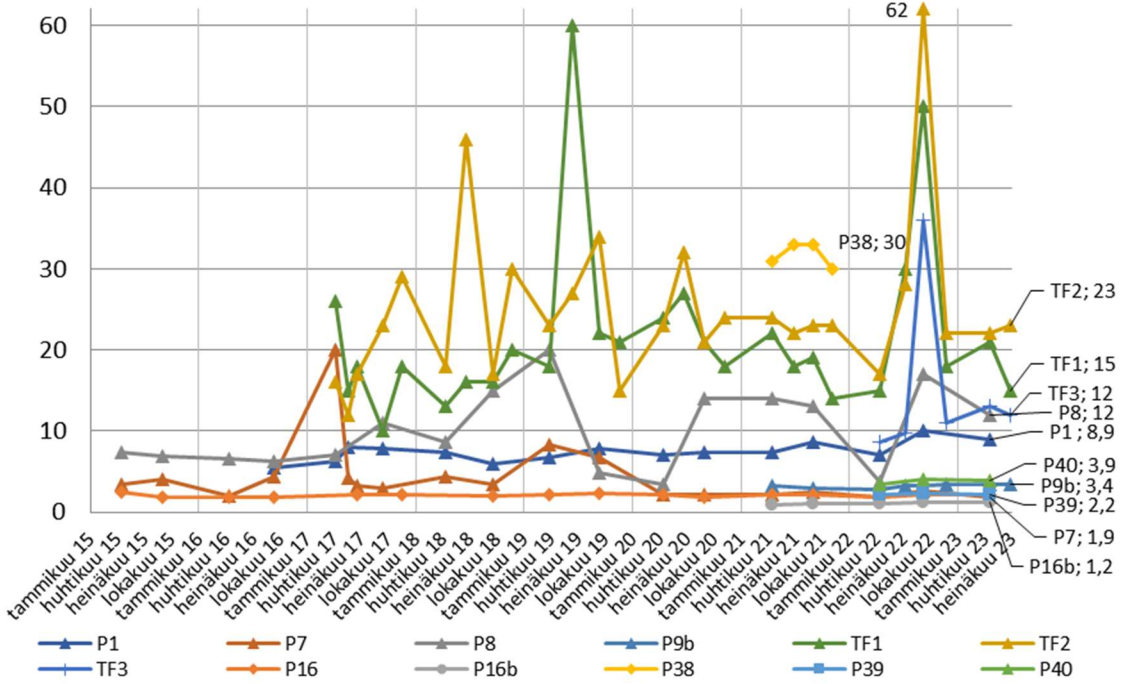
Sulfaatti: Tehdasalue ja primäärkenttä





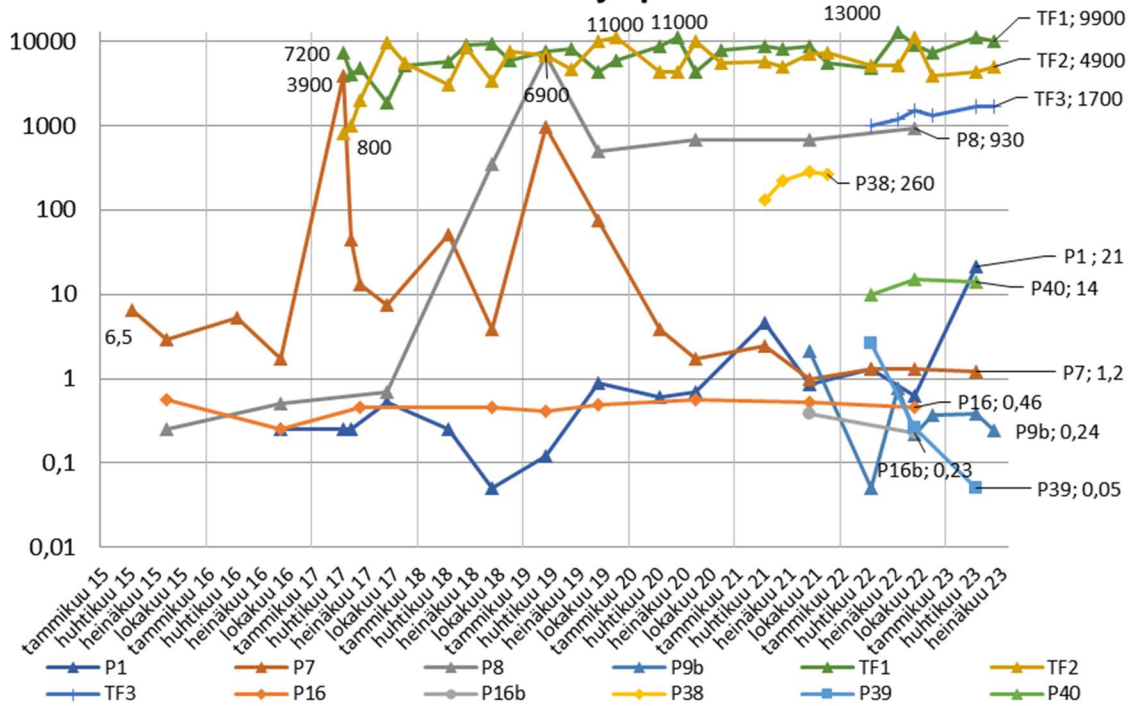
mg/l

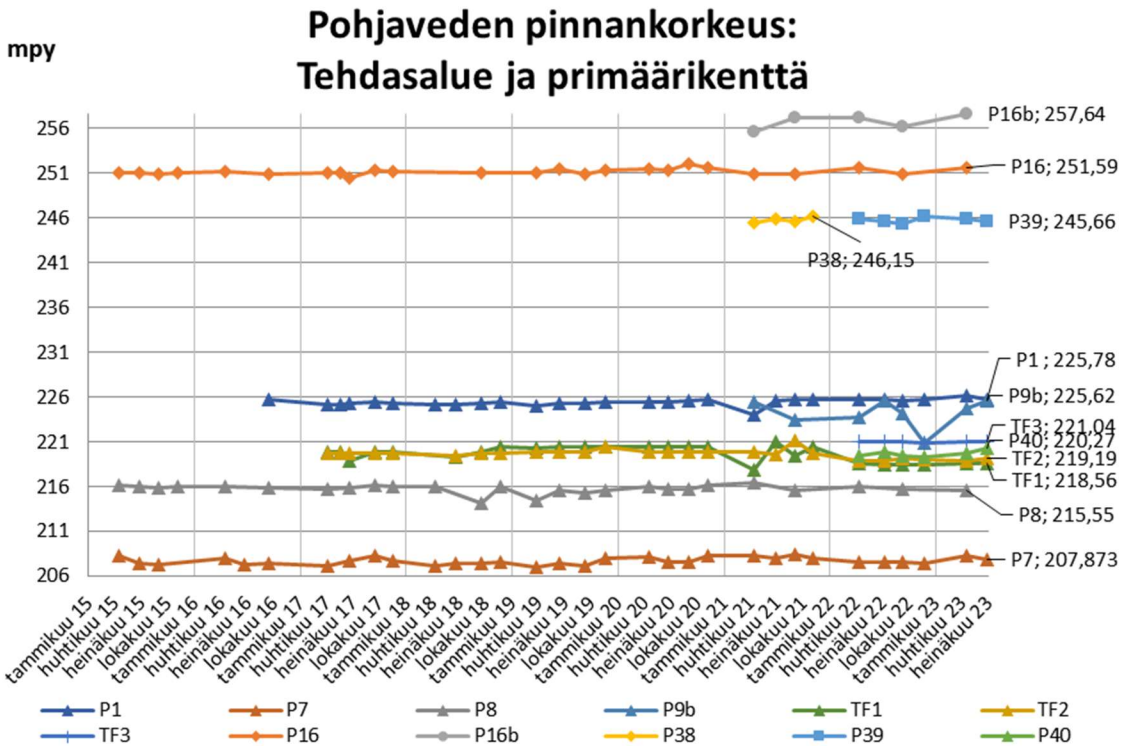
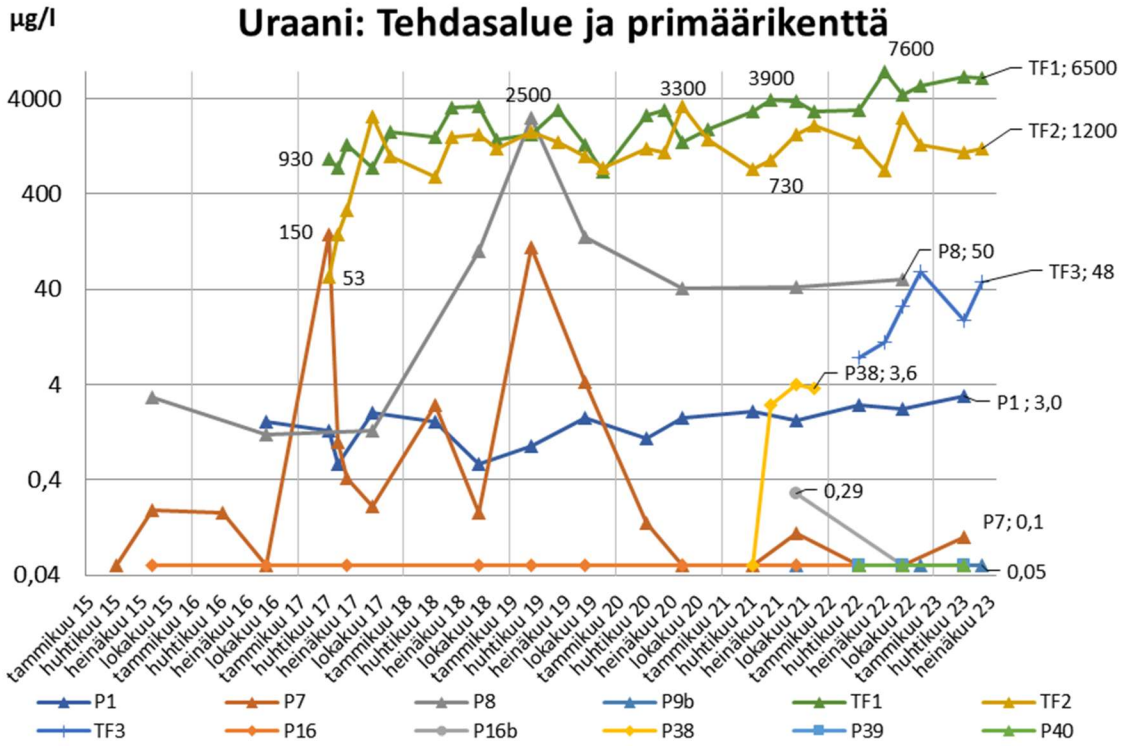
Natrium: Tehdasalue ja primäärkenttä



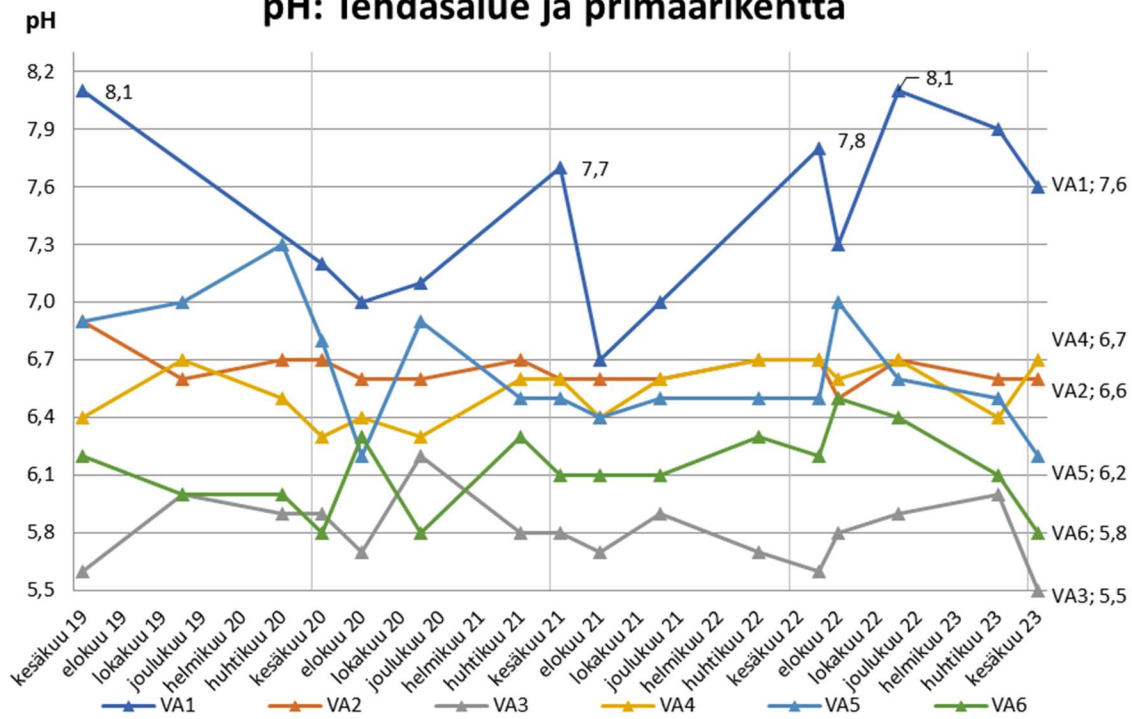
µg/l

Koboltti: Tehdasalue ja primäärkenttä

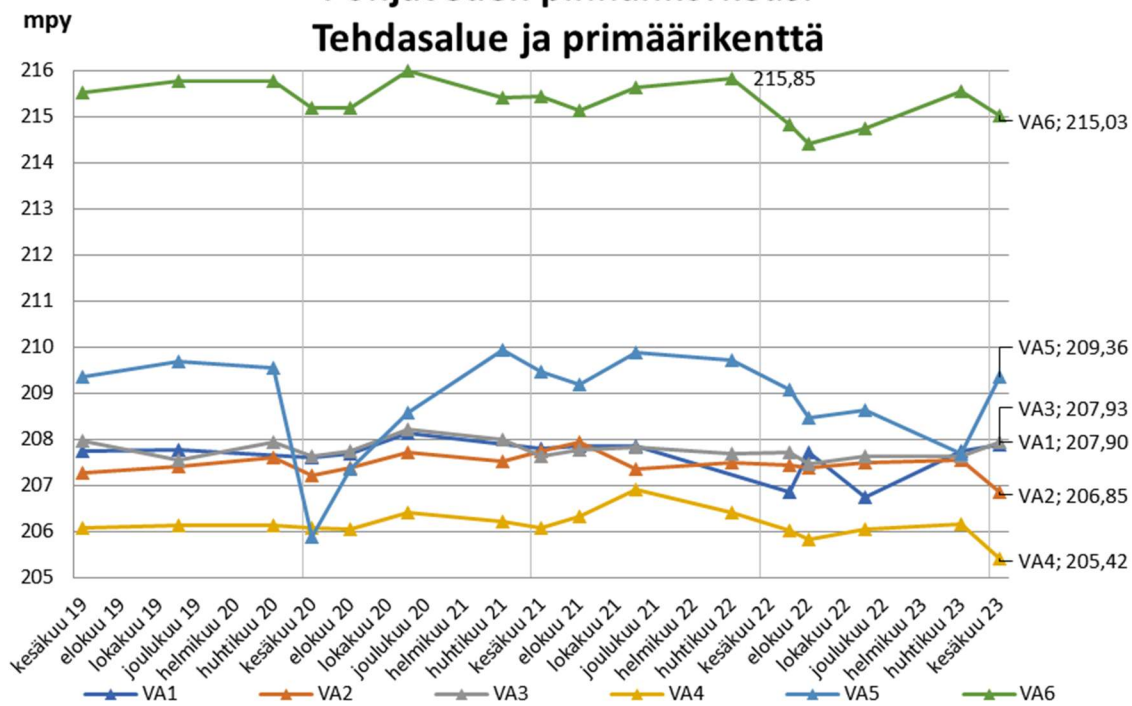


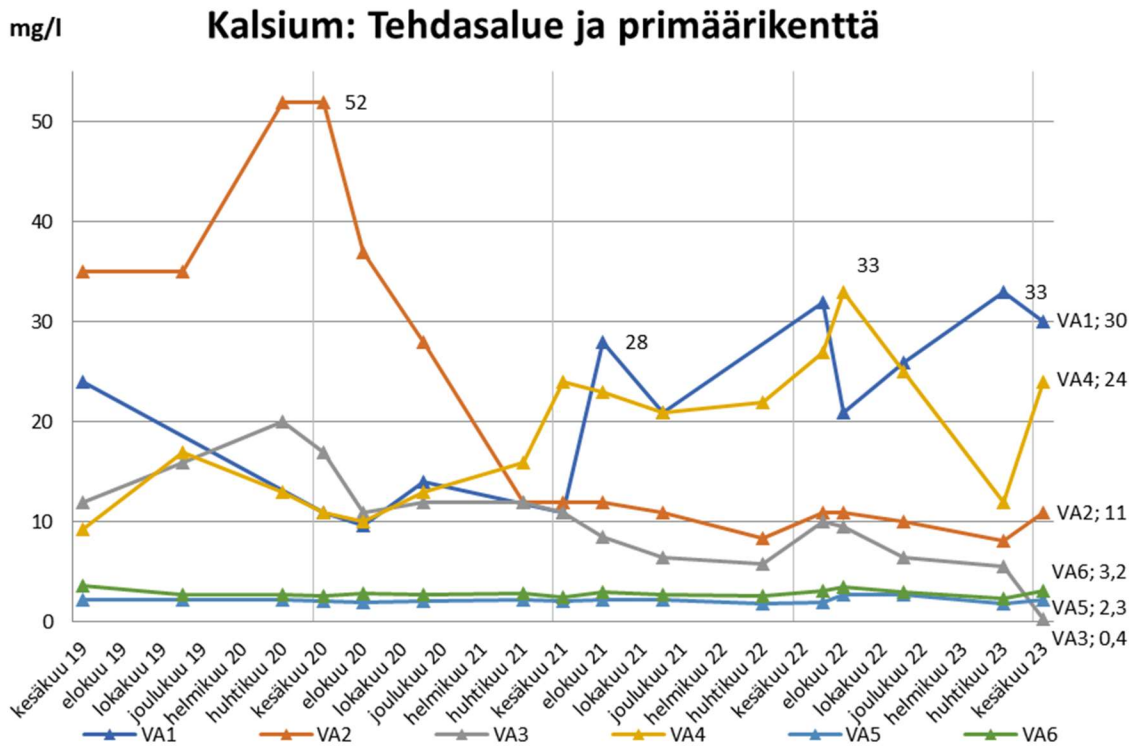
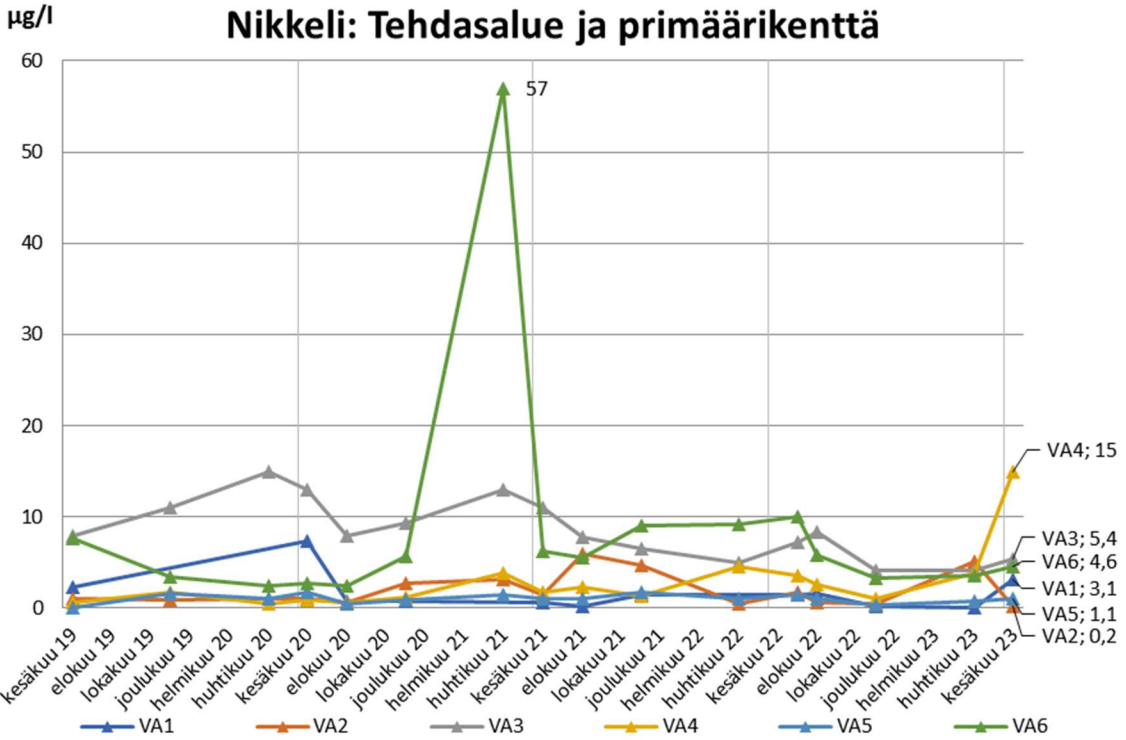


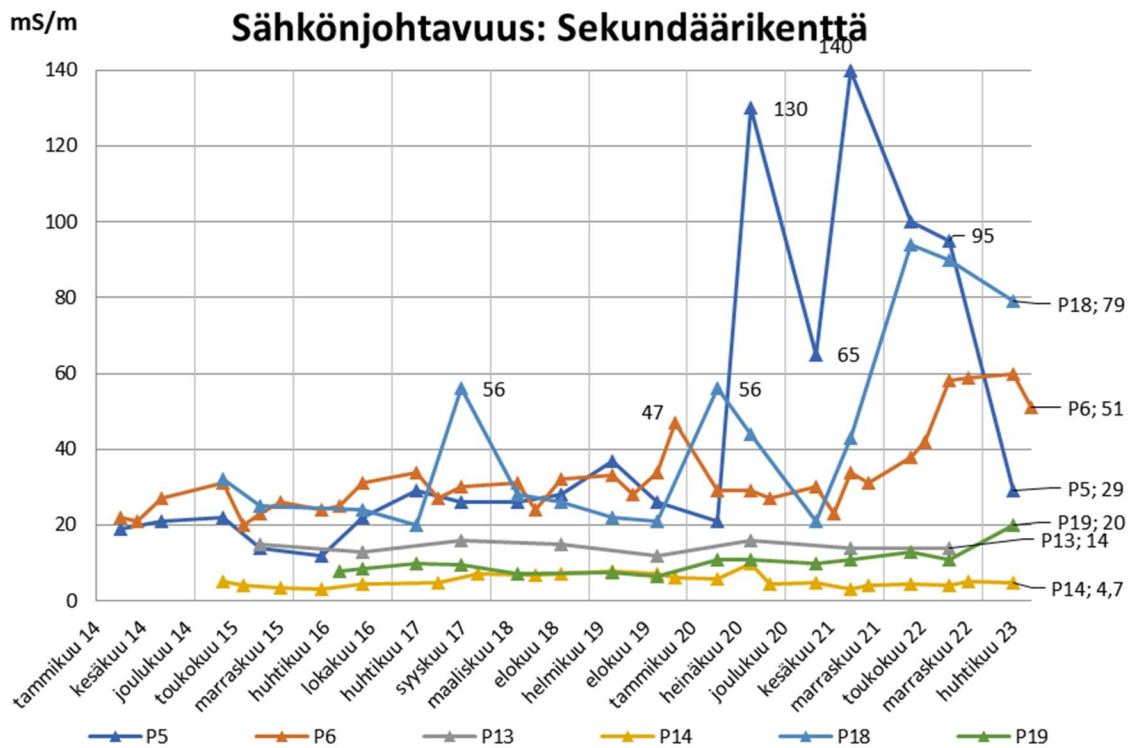
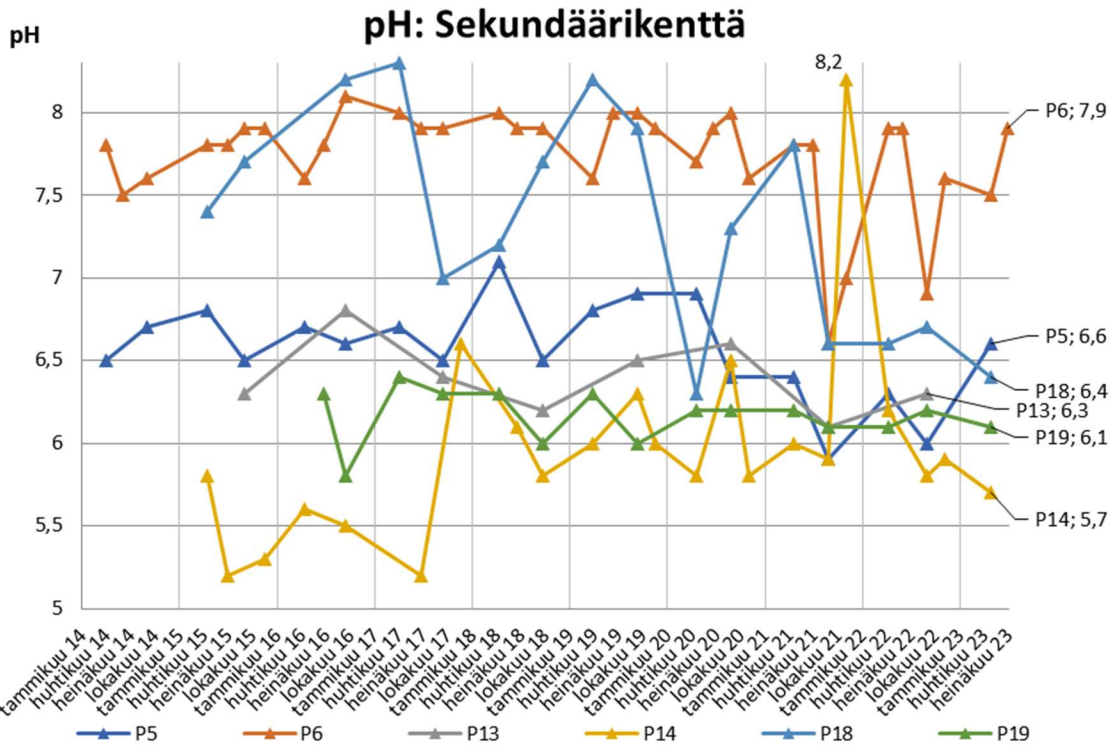
pH: Tehdasalue ja primäärkenttä



Pohjaveden pinnankorkeus: Tehdasalue ja primäärkenttä

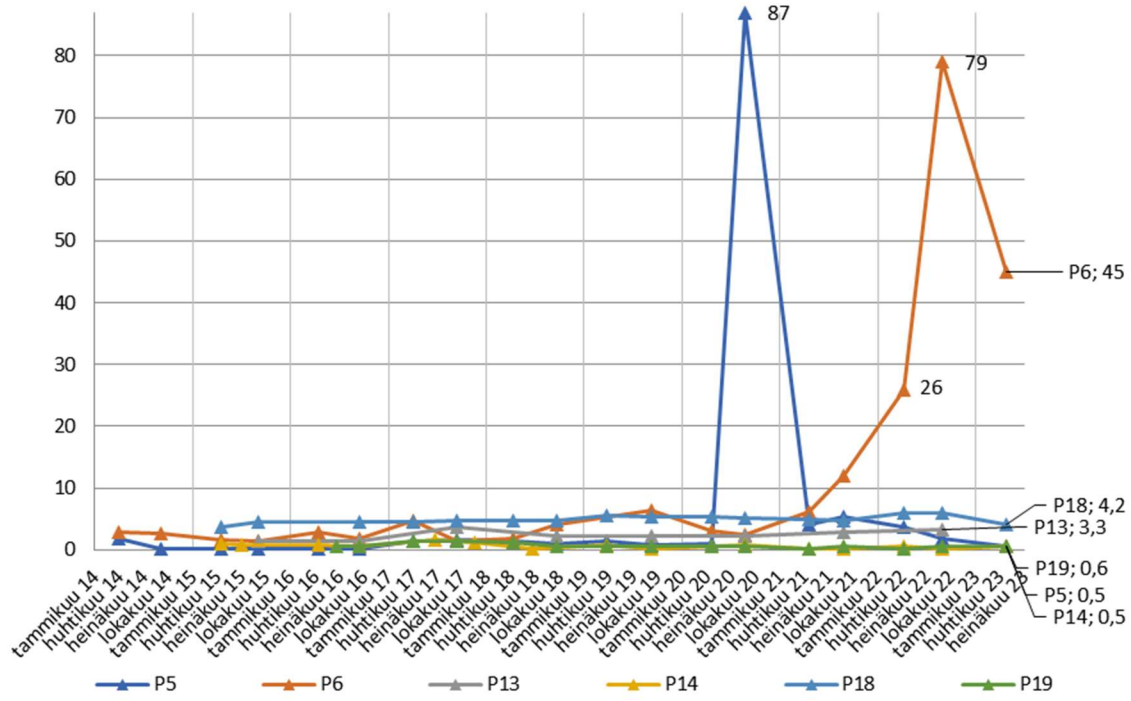






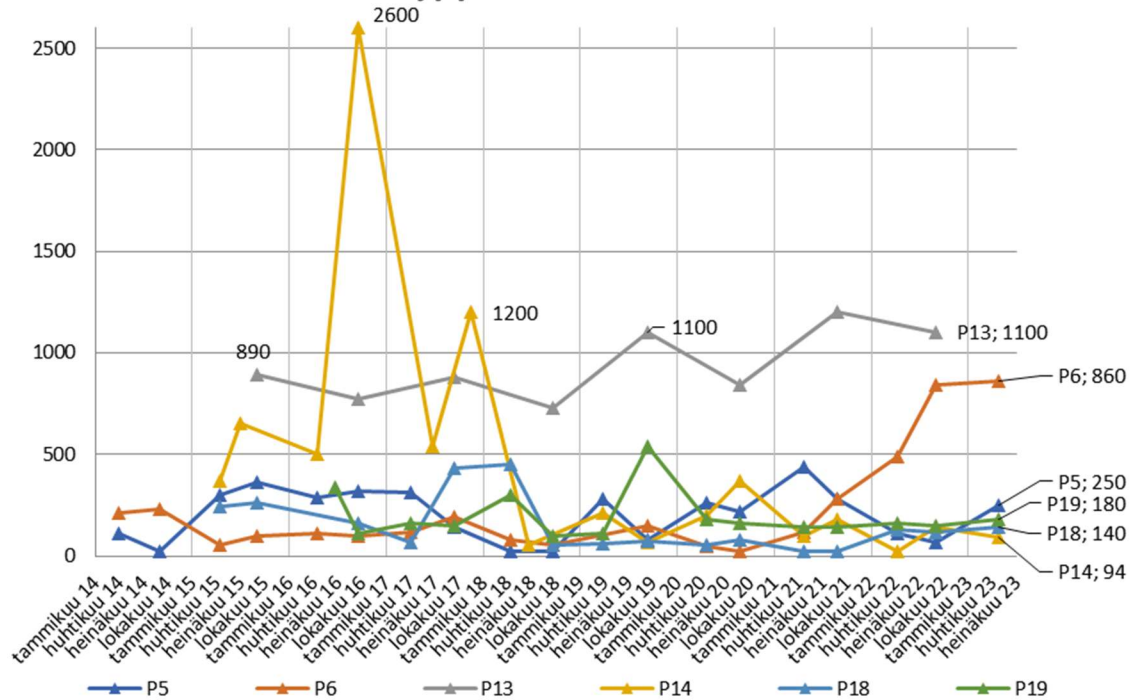
mg/l

Kloridi: Sekundäärikenttä



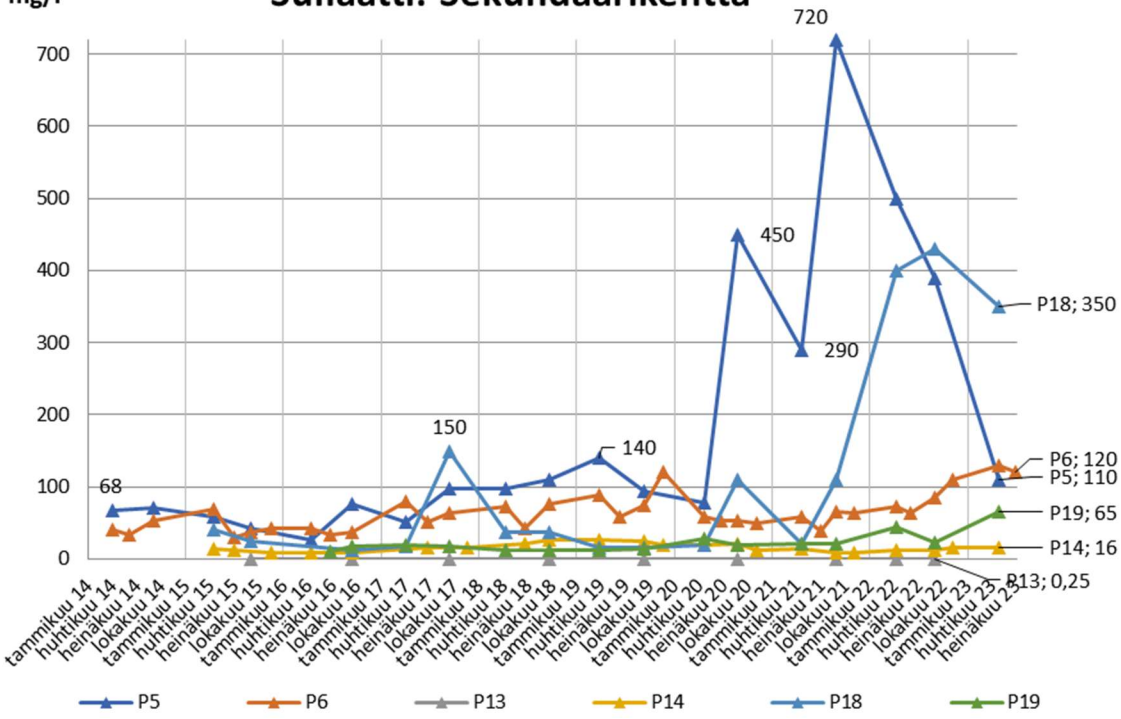
µg/l

Kokonaistyyppi: Sekundäärikenttä



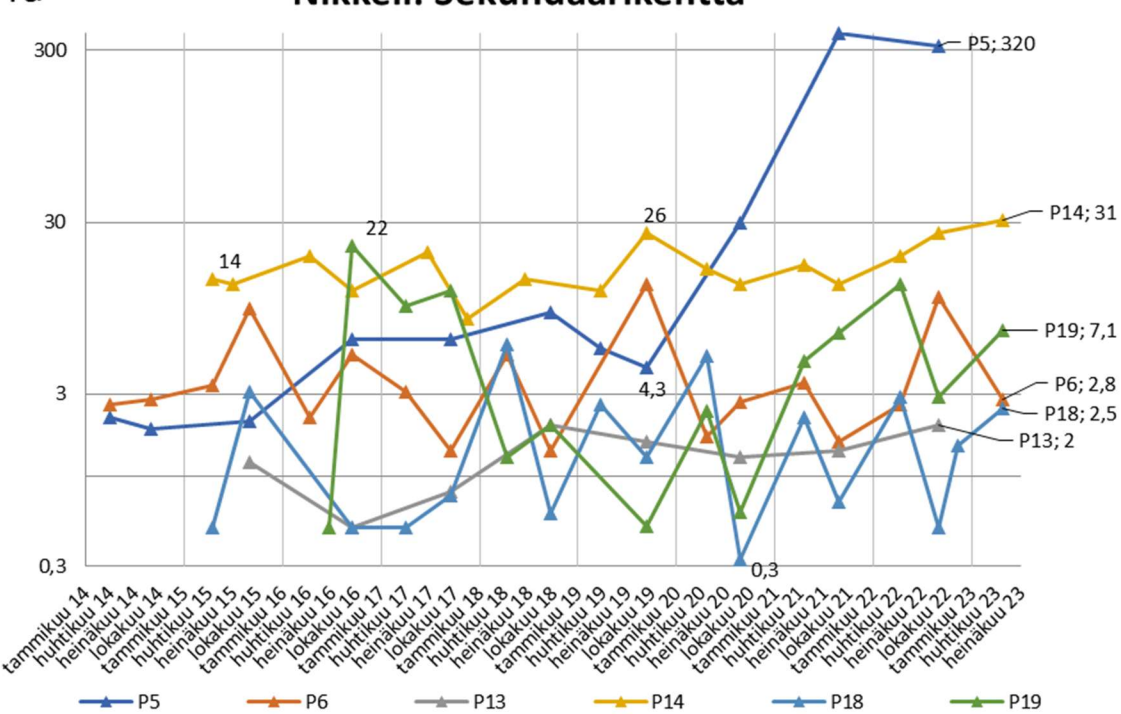
mg/l

Sulfaatti: Sekundäärikenttä



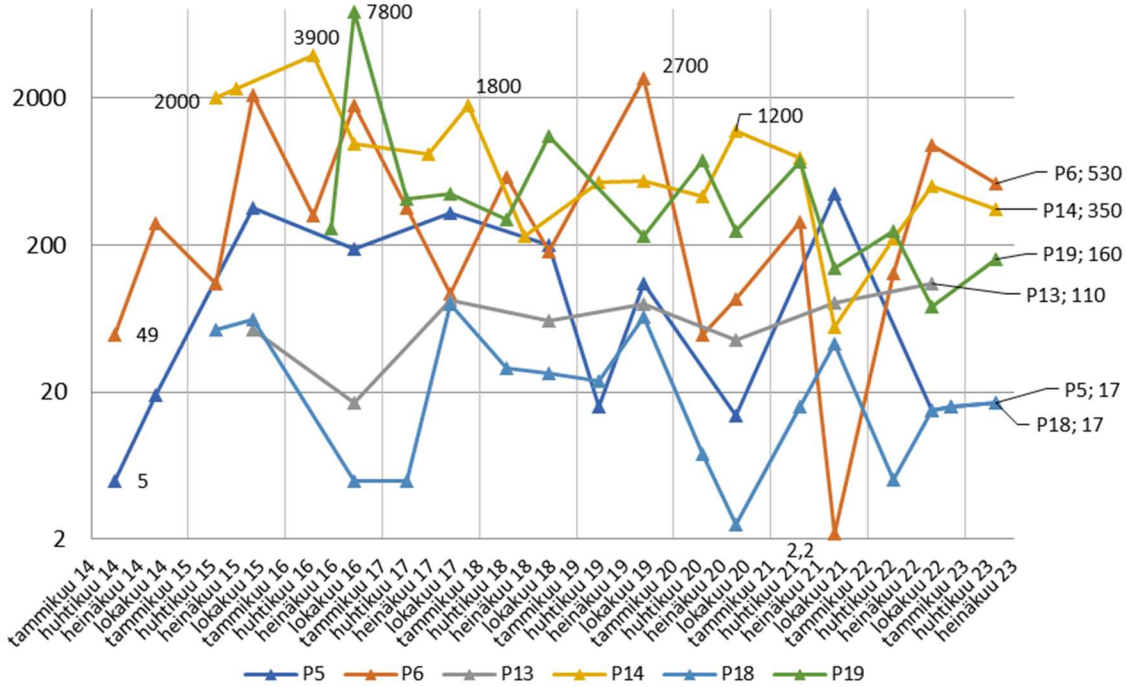
µg/l

Nikkeli: Sekundäärikenttä



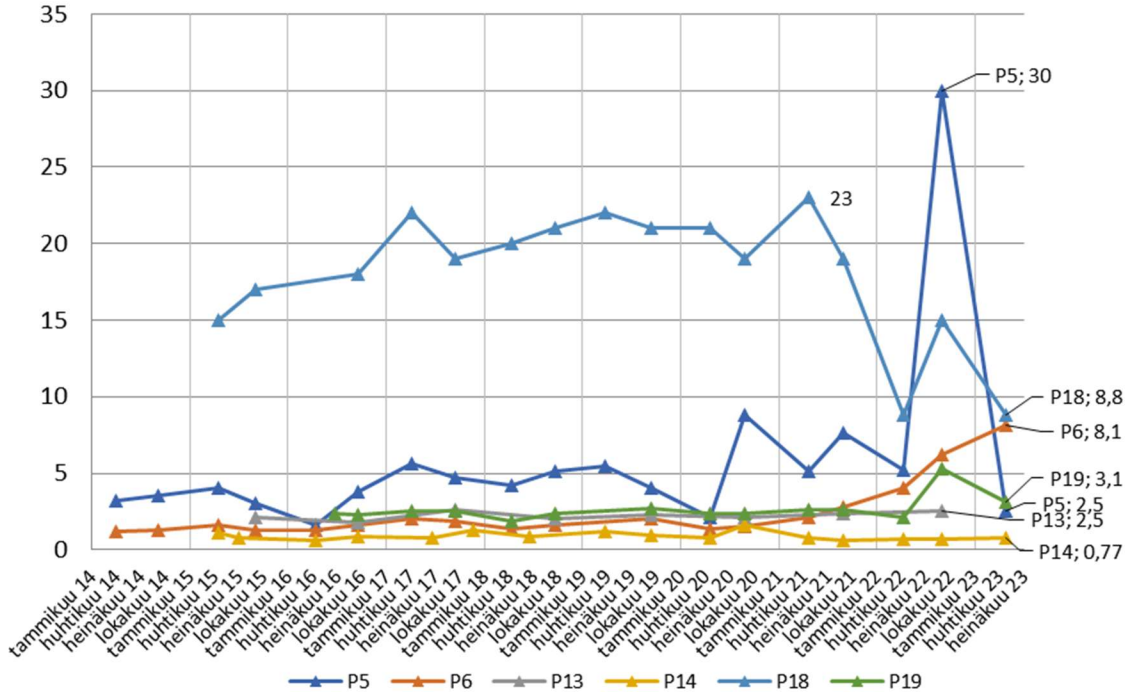
µg/l

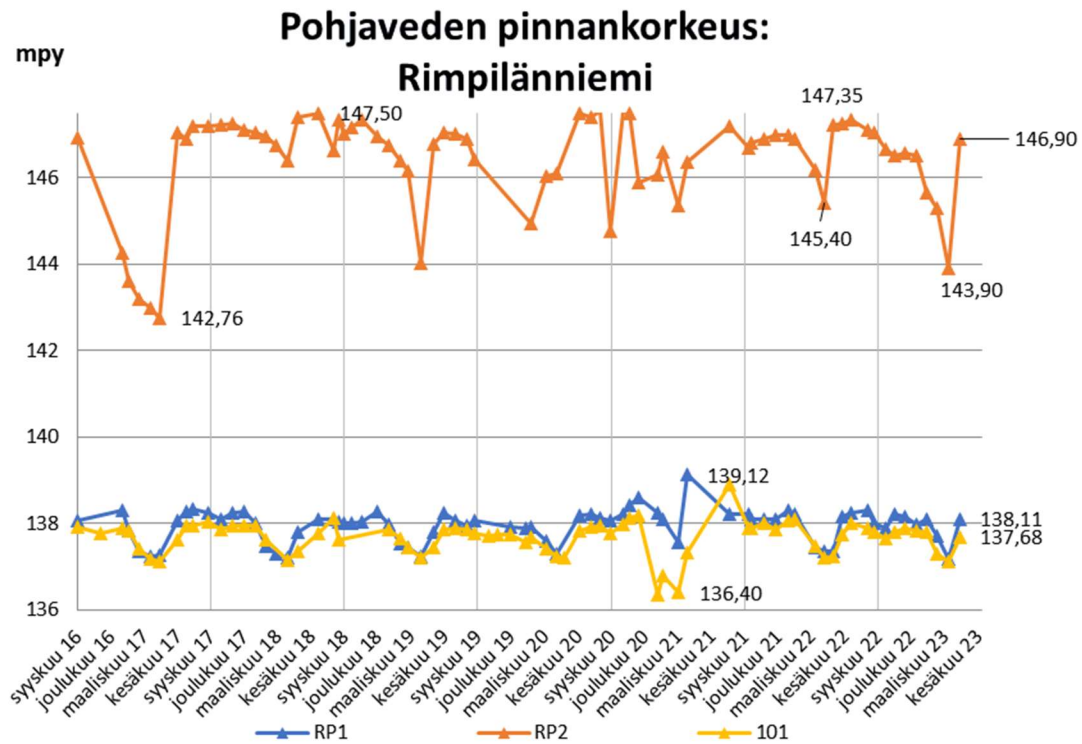
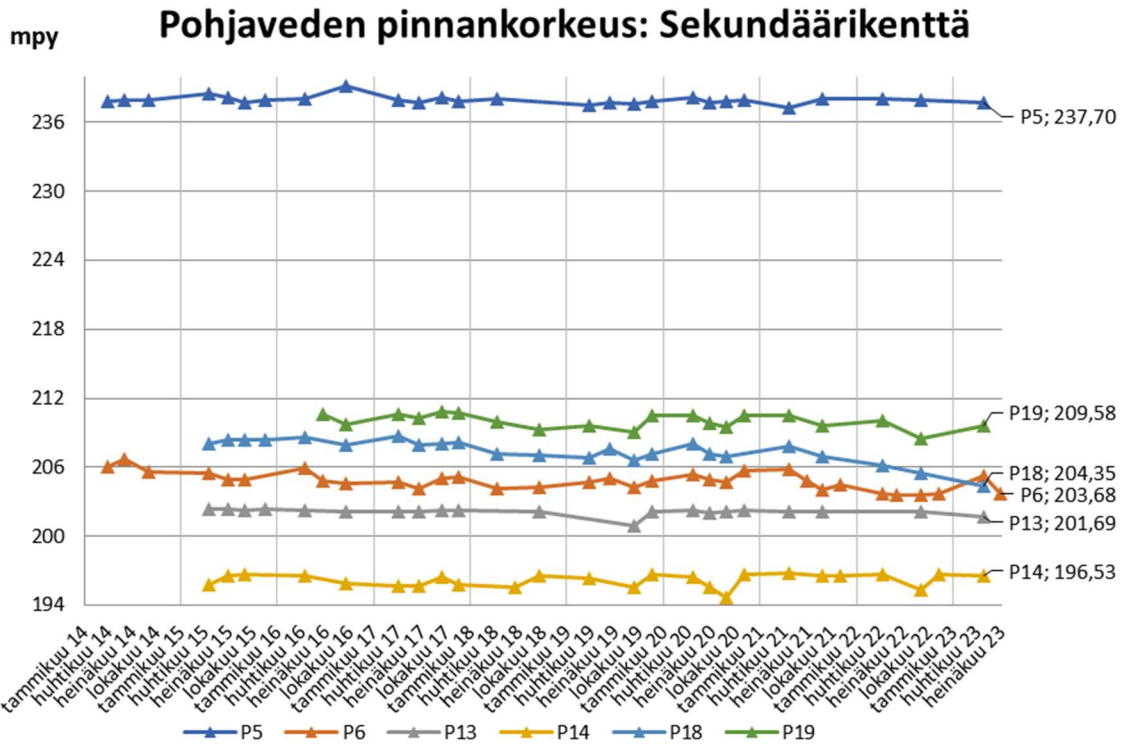
Alumiini: Sekundäärikenttä

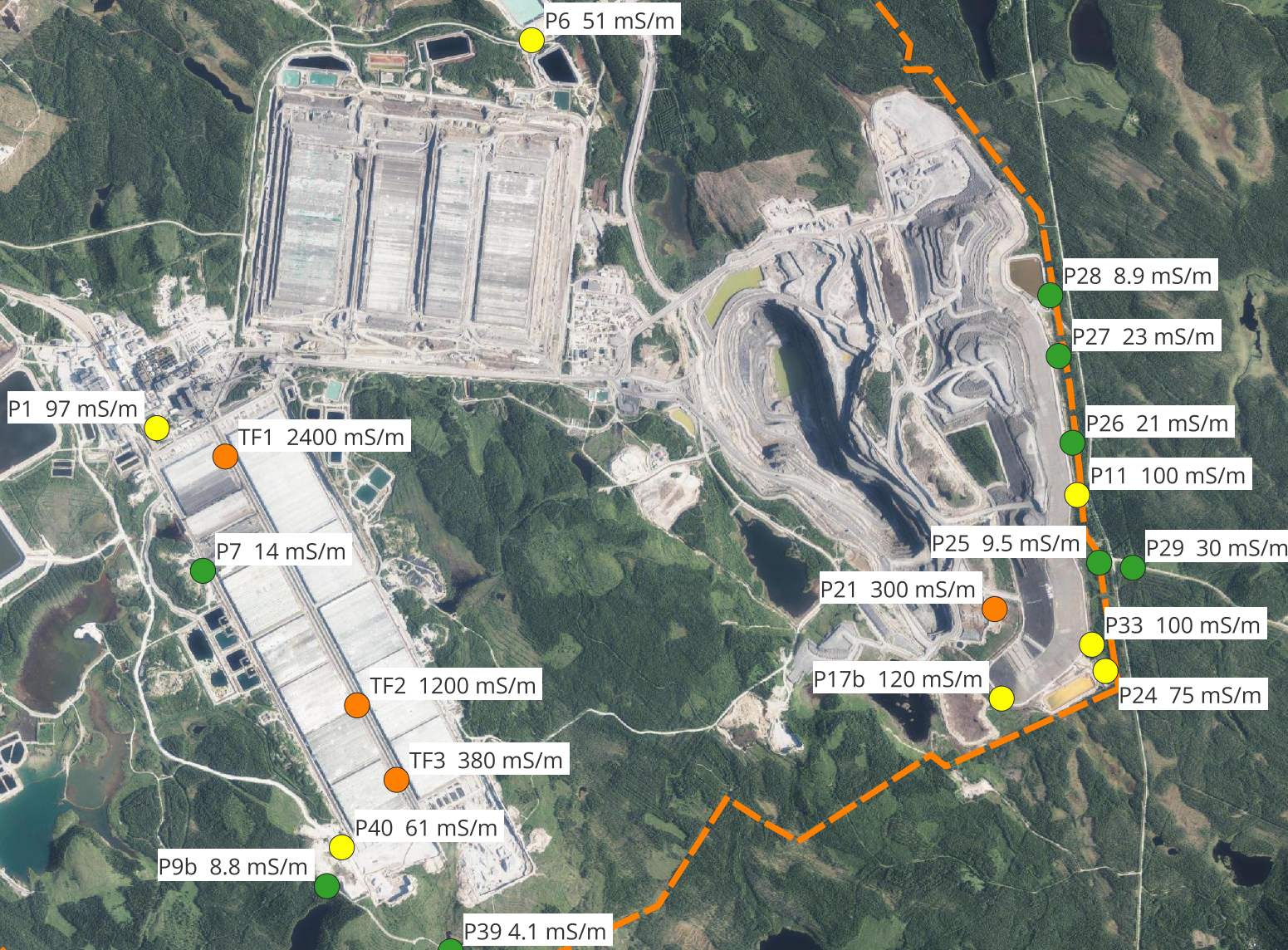
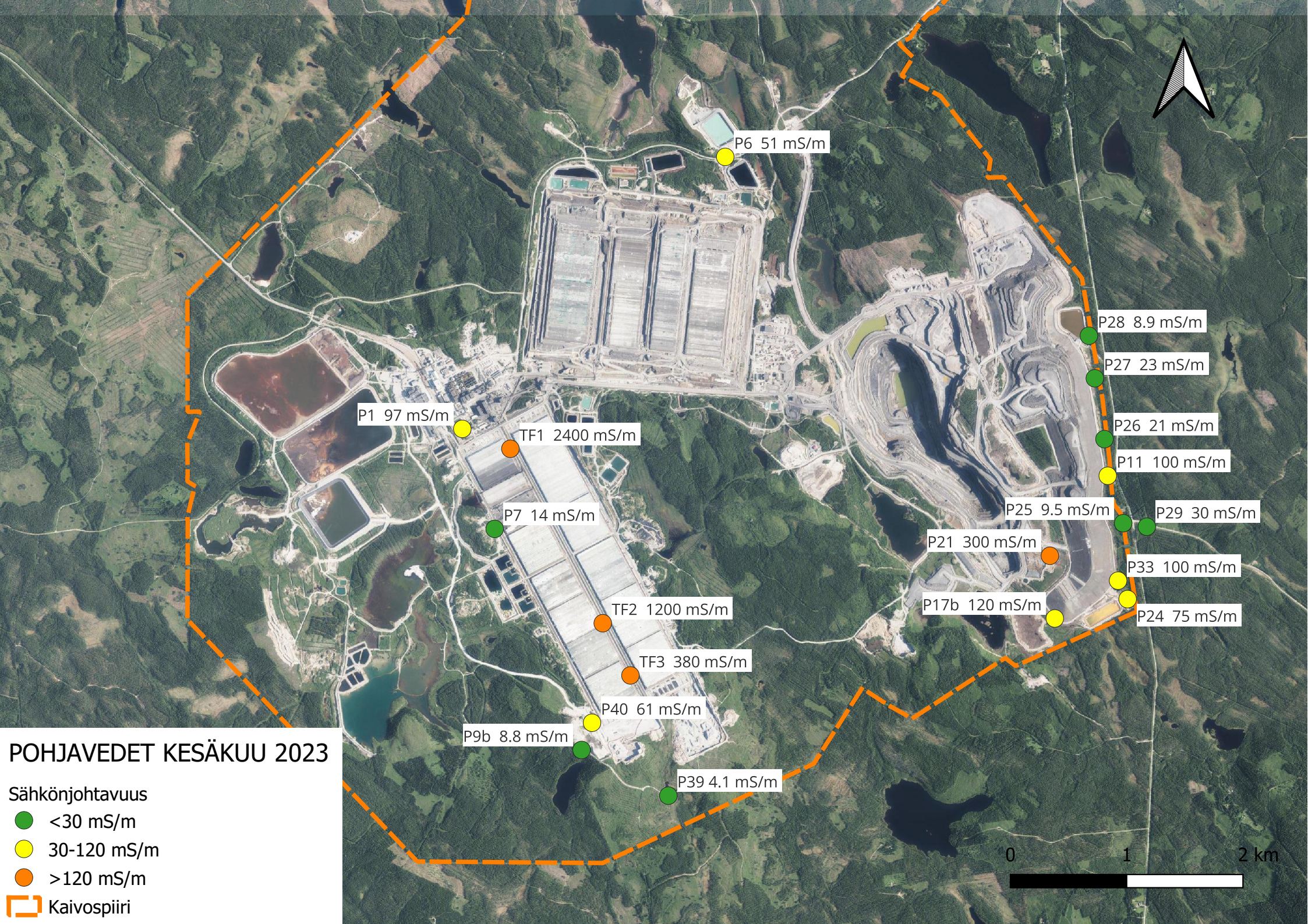


mg/l

Natrium: Sekundäärikenttä



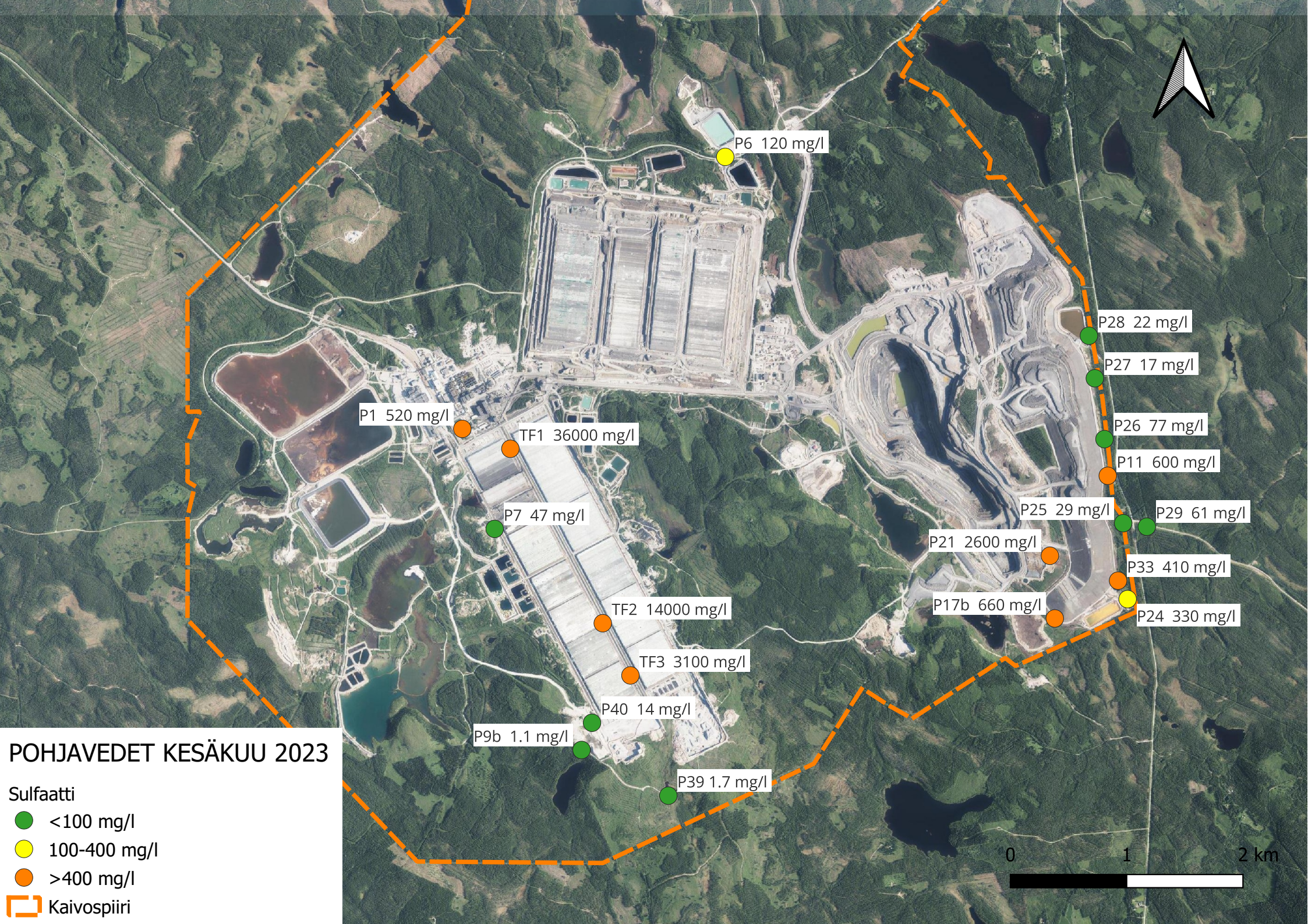




POHJAVEDET KESÄKUUN 2023

- Sähkönjohtavuus
- <30 mS/m
 - 30-120 mS/m
 - >120 mS/m
- Kaivospiiri





POHJAVEDET KESÄKUUN 2023

- Sulfaatti
- <100 mg/l
 - 100-400 mg/l
 - >400 mg/l
- Kaivospiiri

Point	Concentration (mg/l)
P1	520
TF1	36000
P7	47
TF2	14000
TF3	3100
P40	14
P9b	1.1
P39	1.7
P6	120
P28	22
P27	17
P26	77
P11	600
P25	29
P29	61
P21	2600
P17b	660
P33	410
P24	330



