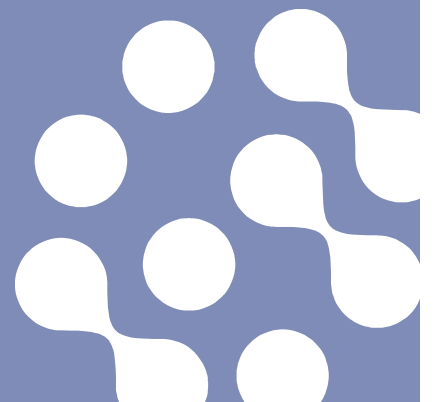




Environment Testing

# **AGNICO EAGLE FINLAND OY**

## **KITILÄN KAIVOKSEN POHJAVESIEN TARKKAILU VUONNA 2023**



## Sisällysluettelo

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. YMPÄRISTÖVIRANOMAISEN PÄÄTÖKSET JA TARKKAILUOHJELMA</b> .....	<b>1</b>
<b>3. ALUEEN GEOLOGISET OLOSUHTEET</b> .....	<b>1</b>
<b>4. SÄÄ JA HYDROLOGIA</b> .....	<b>2</b>
<b>5. POHJAVESI</b> .....	<b>3</b>
5.1. YLEISTÄ .....	3
5.2. TARKKAILUN TOTEUTUMINEN .....	4
5.3. POHJAVESIPUTKET .....	5
5.4. NÄYTTEENOTTO.....	7
5.5. POHJAVEDEN PINNANKORKEUDET .....	7
<b>6. ANALYYSITULOKSET</b> .....	<b>12</b>
6.1. PH.....	12
6.2. SÄHKÖNJOHTAVUUS .....	15
6.3. SULFAATTI .....	18
6.4. KLORIDI.....	21
6.5. TYPPI .....	24
6.6. KOKONAISFOSFORI .....	28
6.7. NIKKELI .....	28
6.8. ARSEENI.....	31
6.9. ANTIMONI.....	35
6.10. MUUT METALLIT .....	37
6.11. HAPPI.....	38
6.12. HYGIEENINEN LAATU.....	38
6.13. SYANIDI.....	38
<b>7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	<b>39</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>42</b>

### LIITTEET

1. TARKKAILUPISTEKARTTA
2. TUTKIMUSTULOKSET
3. KUVAAJAT

### Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo  
Ympäristöasiantuntija

Tiina Härmä  
Tuotantoyksikön päällikkö

Teollisuustie 6  
96320 ROVANIEMI  
www.eurofins.fi

# 1. JOHDANTO

Kaivosyhtiö Agnico Eaglen Kittilän kaivos sijaitsee noin 35 km Kittilän keskustasta koilliseen Rouravaaran kyljessä yhdellä Euroopan suurimmista kultaesiintymistä. Kaivoksen rakentaminen aloitettiin vuonna 2006. Malmin louhinta alkoi vuonna 2008 ja kaupallinen tuotanto vuonna 2009. Avolouhostoiminta Kittilässä lopetettiin vuonna 2012. Nykyisin louhinta toteutetaan ainoastaan maanalaisessa kaivoksessa, jonka tuotanto alkoi vuonna 2011. Kittilän kaivoksen on nykyisellä tuotantovauhdilla arvioitu olevan toiminnassa vuoteen 2035 asti.

Tässä raportissa esitellään vuoden 2023 pohjaveden velvoitetarkkailun tulokset ja verrataan niitä edellisten vuosien tuloksiin. Tarkkailun tuloksia verrataan myös Sosiaali- ja terveysministeriön pienten yksiköiden talousvesiasetuksen (STM 401/2001) sekä talousvesiasetuksen (STM 1352/2015) laatuvaatimuksiin ja -suosituksiin sekä pohjavesille esitettyihin ympäristölaaturnormeihin (VNa 341/2009).

# 2. YMPÄRISTÖVIRANOMAISEN PÄÄTÖKSET JA TARKKAILUOHJELMA

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto (PSAVI) myönsi 29.5.2020 ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen (nro 67/2020) tuotannon nostamiselle 2,0 miljoonaa tonniin vuodessa ja uuden purkupuutken rakentamiselle sekä päästovesien johtamiselle Loukiseen. Päätöksestä valitettiin Vaasan hallinto-oikeuteen, joka antoi asiassa päätöksensä 28.6.2022 (VaHaO 28.6.2022 nro 755/2022). Hallinto-oikeuden päätöksestä valitettiin edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen (KHO), joka antoi asiassa vuosikirjapäätöksen 27.10.2023 (KHO:2023:3100). KHO:n päätös saattoi PSAVI:n päätöksen nro 67/2020 määräaikaisena voimaan siten, että purkuveden raja-arvoja koskevaa lupamääräystä 25 tiukennettiin sulfaatin, kokonaistypen ja antimonin osalta. Lisäksi raakavedenottoa Seurujoesta rajoitettiin lupamääräyksellä 65 enimmäistasolle 250 m<sup>3</sup>/h.

Pohjois-Suomen aluehallintovirastoon tuli vireille 29.09.2017 ympäristölupahakemus (PSAVI/2744/2017) koskien uuden NP4-altaan rakentamista, NP-rikastushiekan läjittämistä altaaseen. Lupa NP4:n allasta varten tuli 17.4.2019. 31.5.2018 tuli vireille ympäristölupahakemus (PSAVI/2204/2018) uuden vesivarastoaltaan rakentamisesta sekä luvanmuutoshakemus koskien NP-hiekan läjittämistä ja toiminnan aloittamista muutoksenhausta huolimatta, tähän päätös ja lupa tulivat 27.6.2019. Lupapäätös sai lainvoiman Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 16. kesäkuuta 2021 (päätös 16.6.2021, taltionro 369, dnro 2685/1/20).

Nykyinen tarkkailuohjelma (päiväty 8.9.2023) vastaa uuden ympäristöluvan (nro 67/2020) ehtoja, ottaen huomioon myös edellisiin tarkkailuohjelmiin tehdyt lisäykset ja muutokset. Lapin ELY-keskus hyväksyi päätöksellään (LAPELY/65/2023, päiväty 19.6.2023) Kittilän kaivoksen tarkkailusuunnitelman viimeisimmät muutokset.

# 3. ALUEEN GEOLOGISET OLOSUHTEET

Kittilän kaivos sijaitsee Keski-Lapin varhaisproterotsooisen vihreäkivivyöhykkeen Kittilän alayksikössä, joka koostuu lähinnä mafisista vulkaniiteista, tynnylaavoista, laavoista sekä pyroklastisista kivistä. Suurikuusikon kultamalmiesiintymä on sulfidimalmio, jossa pääsulfideja ovat rikki- ja arseenikiisu.

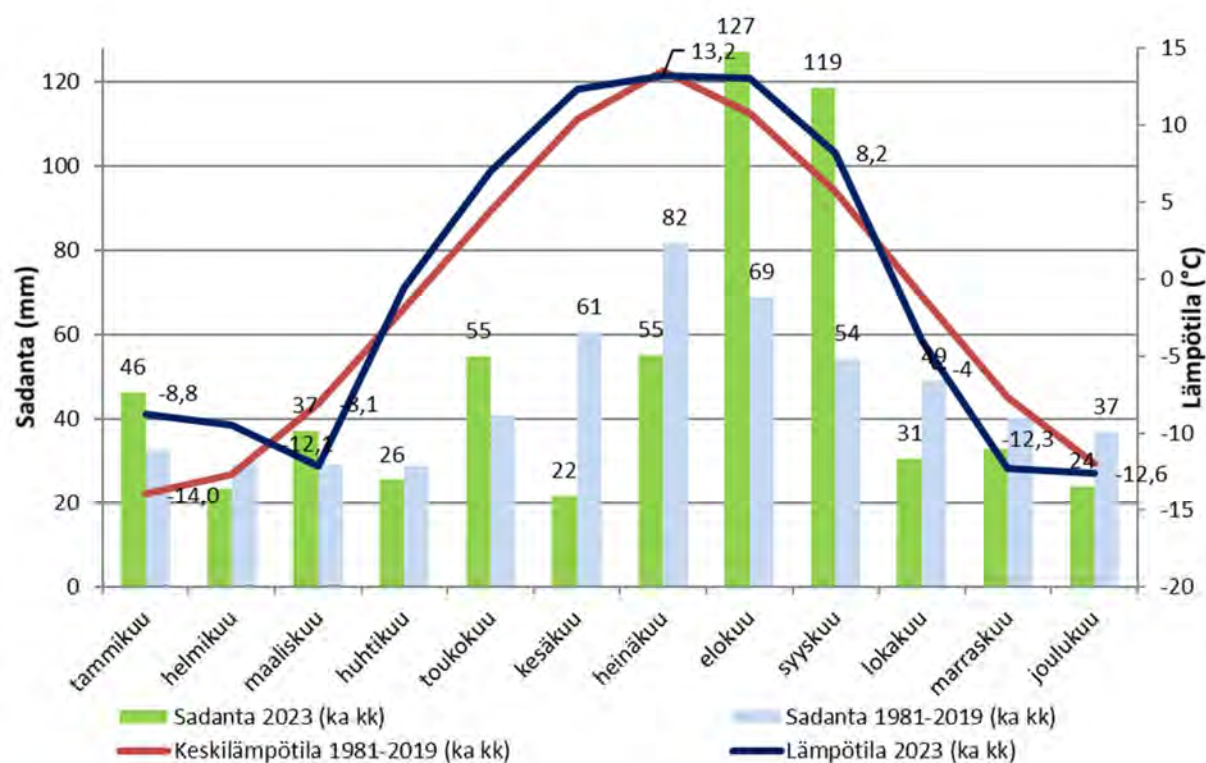
Maa- ja kallioperän koostumus vaikuttavat suuresti myös pohjavesien laatuun ja pitoisuuksiin, joten pohjavesitarkkailun tuloksia tarkasteltaessa on huomioitu alueen paikallinen geologia ja siitä aiheutuvat alkuainepitoisuudet kallio- ja maaperässä sekä pohjavedessä. Lähdeaineistona on hyödynnetty suomalaisten kivilajien tyypillistä koostumusta (Rasilainen ym., 2008), tuhannen suomalaisen kaivon kaivosesitutkimusta (Lahermo ym., 2002), Suomen pohjavesien hydrogeokemiallista kartoitusta (Lahermo ym., 1990) sekä Kittilän alueen pohjavesien arseenitutkimusta (Tanskanen ym., 2004).

Kittilän alueen pohjavesien arseenitutkimuksen mukaan alueen vedet ovat lievästi emäksisiä ja sisältävät enemmän liuenneita aineita kuin Suomen pohjavedet keskimäärin. Malmiesiintymien ja malmiaiheden ympäristössä arseenipitoisuus voi olla jopa tuhatkertainen ympäröivään kallioperään verrattuna ja erityisesti kultamalmien, sekä kulta-aiheiden ympäristön kallioperässä voi olla tavallista runsaammin arseenia. Esimerkiksi Kittilän kaivokselta noin 10 km luoteeseen sijaitsevan Suasjärven koillisrannalla olevasta lähteestä on mitattu korkeita arseenipitoisuuksia (36,2 µg/l), sekä runsaasti sulfaatteja, viitaten kallioperän sulfidiesiintymiin (Tanskanen ym., 2004).

## 4. SÄÄ JA HYDROLOGIA

Kittilän pohjoiset jokilaaksot ovat Muonion lisäksi Suomen kylmintä aluetta (Kersalo & Pirinen toim. 2009). Vuoden 2023 keskilämpötila Pokan havaintoasemalla oli noin  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (vuonna 2022  $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vuonna 2021  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2020  $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2019  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2018  $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2017  $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2016  $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Pitkäaikaiseen keskiarvoon (1981–2019) verrattuna vuoden 2023 tammi-helmikuu, huhti-kesäkuu ja elo-syyskuu olivat selvästi keskiarvoa lämpimämpiä, kun taas maaliskuu ja loka-joulukuun lämpötilat olivat alle keskiarvojen. (Kuva 4-1)

Pokan alueella vuotuinen sadesumma oli vuonna 2023 597 mm (vuonna 2022 582 mm, vuonna 2021 575 mm, 2020 599 mm, 2019 540 mm, vuonna 2018 480 mm, 2017 590 mm ja 2016 790 mm). Elo- ja syyskuun yhteenlaskettu sademäärä (246 mm) vastasi 41 %:n osuutta koko vuoden sadesummasta, kesä- ja heinäkuu olivat sen sijaan erittäin vähäsateisia. (Kuva 4-1)



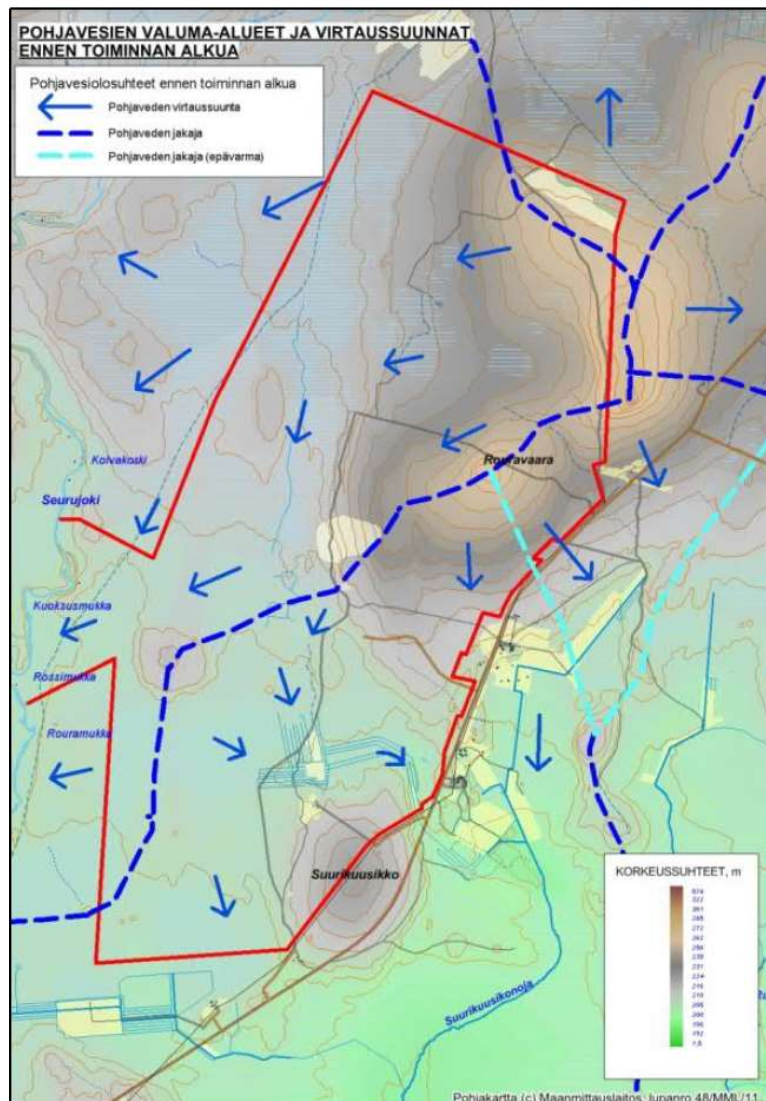
Kuva 4-1. Lämpötila ja sadanta Kittilän Pokan havaintoasemalla (Ilmatieteen laitos 2024).

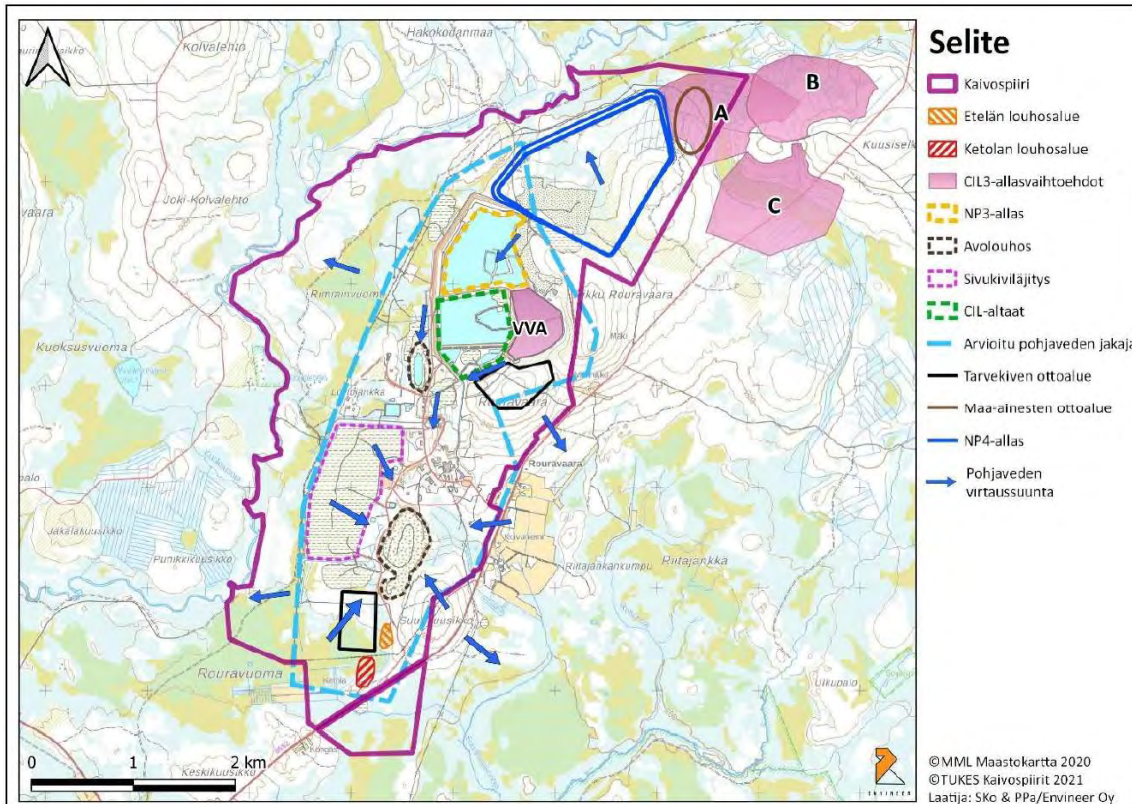
## 5. POHJAVESI

### 5.1. Yleistä

Kaivoksen välittömässä läheisyydessä sijaitsevat näytteenottopisteet eivät sijaitse luokitellulla pohjavesialueella, mutta lähialueen talouksissa on vedenottoon tarkoitettuja kaivoja. Loukisen pohjaveden tarkkailuputket sijaitsevat luokitellulla pohjavesialueella (Loukinen, 12261249, 1E). Kyseinen pohjavesialue on luokiteltu vedenhankintaa varten tärkeäksi pohjavesialueeksi, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen.

Kaivosalueen pohjavesien virtaussuunnat ja valuma-alueet ennen kaivostoiminnan aloittamista sekä nykyinen tilanne on esitetty kuvassa 5-1. Kaivosalueen pohjois- ja länsiosissa pohjaveden virtaussuunta oli ennen kaivostoiminnan aloittamista Seurujokeen päin ja etelä- ja kaakkoisosissa Suurkuusikonjää päin. Kaivostoiminnan seurauksena pohjaveden virtaussuunnat ovat muuttuneet kaivospiirin sisällä kohti avolouhoksia.



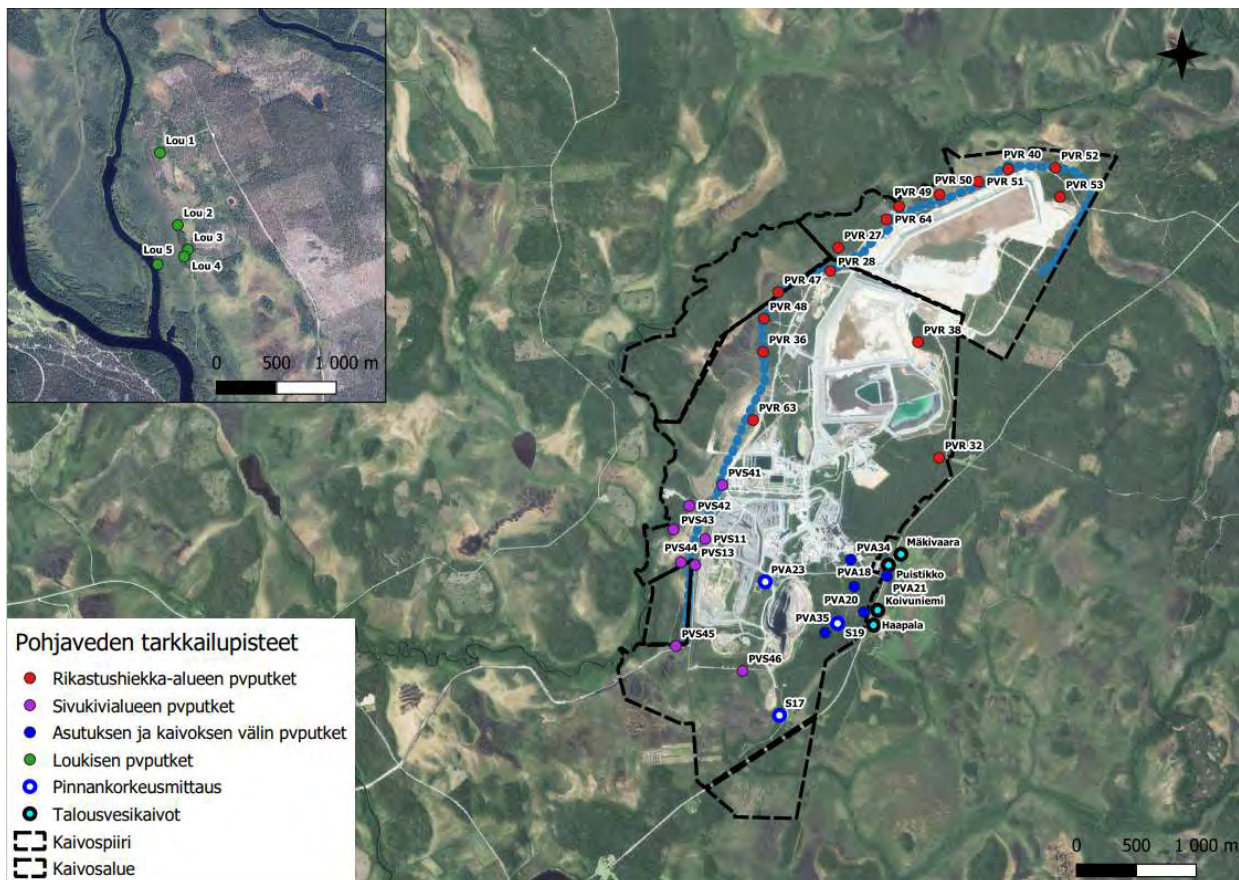


Kuva 5-1. Kittilän kaivosalueen pohjavesien virtaussuunnat ja valuma-alueet ennen kaivostoiminnan aloittamista yllä (Pöyry, 2016) ja alla nykyiset virtaussuunnat (Envineer, 2021).

## 5.2. Tarkkailun toteutuminen

Velvoitetarkkailussa seurataan pohjaveden laatua ja pinnankorkeutta. Veden laadun ja pinnankorkeuden velvoitetarkkailussa oli vuonna 2023 pohjavesiputkia 33 ja talousvesikaivoja 4, joista tarkkailupiste Koivuniemi on ollut asumaton useamman vuoden, viimeksi näyte tämän kiinteistön talousvedestä on saatu vuonna 2016. Lisäksi tarkkailussa on kolme erillistä tarkkailupistettä, joista seurataan pohjaveden pinnankorkeutta kuukausittain. (Kuva 5-2)

Tarkkailuohjelman mukaan tarkkailutiheys on havaintopisteillä 4-6 kertaa vuodessa sijainnista riippuen. Rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevia putkia (PVR-putket) seurataan 6 kertaa vuodessa ja muiden alueiden putkia (PVA- ja PVS-putket) sekä talousvesikaivoja 4 kertaa vuodessa. Lisäksi kaivoksen toimesta seurataan vedenpinnankorkeutta viidestä pohjavesiputkesta (PVA23, S17, S19, PVA35 ja PVS46) kuukausittain. Lisäksi rikastushiekka-alueelle on asennettu tarkkailupisteitä, joista suoritetaan kaivoksen taholta omaehtoista täydentävää pohjavesitarkkailua.



Kuva 5-2. Kittilän kaivosalueen velvoitetarkkailun pohjavesiputket ja talusvesikaivot ilmakuvapohjalla. Kartta myös liitteellä 1.

Vuonna 2021 kaivettiin kuivatusoja sivukivialueen länsipuolelta, tarkkailuputken PVS41 viereltä, Rimminvuoman kautta NP4-altaan ympäri. Vuonna 2022 ojaa jatkettiin etelän suuntaan. Ojan tarkoituksena on kerätä puhtaat kevään sulamisvedet sekä muut luontaiset pintavedet ja ohjata ne pois kaivosalueelta, jotta kyseiset vedet eivät suotaudu maa- ja kallioperään ja sitä myötä maanalaiseen kaivokseen. Vuonna 2021 rakennettiin myös uusi louhostie sivukivialueen luoteiskulmalta NP4-altaan lounaispuolelle asti. Rakennustyöt sekä muuttuneet pohjaveden kertymisolosuhteet ovat näkyneet rakenteiden vieressä olevien putkien tuloksissa.

### 5.3. Pohjavesiputket

Pohjavesiputket ovat siiviläputkilla varustettuja PEH-muoviputkia, joiden sisähalkaisija on joko 40 mm (vanhat putket), 50 mm tai uusimpien, vuosina 2018-2022 asennettujen putkien tapauksessa 60 mm. Pohjavesiputkien perustiedot on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 5-1).

Taulukko 5-1. Kittilän kaivoksen velvoitetarkkailussa olevien pohjavesiputkien perustiedot.

Tunnus	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Näytepisteen kuvaus	Näytteenottoitiheys
PVR 27	433033	7537143	Rikastushiekka-altaan ja Seurujoen väli	6 kertaa vuodessa
PVR 28	432952	7536904	Rikastushiekka-altaan ja Seurujoen väli	6 kertaa vuodessa
PVR 32	434062	7534999	Rikastushiekka-altaan kaakkoispuolella	6 kertaa vuodessa
PVR 36	432266	7536080	Rikastushiekka-altaan ja Seurujoen väli	6 kertaa vuodessa
PVR 38	433848	7536178	Rikastushiekka-altaan koillispuolella	6 kertaa vuodessa
PVR 40	434771	7537945	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 47	432421	7536688	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 48	432275	7536417	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 49	433655	7537561	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 50	434067	7537684	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 51	434464	7537817	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 52	435251	7537957	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 53	435299	7537660	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 63	432163	4535384	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVR 64	433525	7537431	Uudella NP4 alueella	6 kertaa vuodessa
PVS 11	431674	7534170	Sivukivialueen ja Seurujoen välissä	4 kertaa vuodessa
PVS 13	431572	7533906	Sivukivialueen ja Seurujoen välissä	4 kertaa vuodessa
PVS 41	431849	7534721	Sivukivialueen ja Seurujoen välissä	4 kertaa vuodessa
PVS 42	431511	7534508	Sivukivialueen ja Seurujoen välissä	4 kertaa vuodessa
PVS 43	431350	7534267	Sivukivialueen ja Seurujoen välissä	4 kertaa vuodessa
PVS 44	431426	7533932	Sivukivialueen ja Seurujoen välissä	4 kertaa vuodessa
PVS 45	431374	7533079	Sivukivialueen eteläpuolella	4 kertaa vuodessa
PVS 46	432056	7532823	Sivukivialueen eteläpuolella	Velvoitteen 4krt/a lisäksi pinnankorkeus kuukausittain
PVA 18	433195	7533684	Kaivoksen ja asuinalueen välissä	4 kertaa vuodessa
PVA 20	433293	7533426	Kaivoksen ja asuinalueen välissä	4 kertaa vuodessa
PVA 21	433530	7533792	Kaivoksen ja asuinalueen välissä	4 kertaa vuodessa
PVA 34	433161	7533959	Kaivoksen ja asuinalueen välissä	4 kertaa vuodessa
PVA 35	432896	7533215	Suurikuusikon avolouhoksen itäpuoli	Velvoitteen 4krt/a lisäksi pinnankorkeus kuukausittain
Lou 1	413023	7523020	Purkuputken alapuolinen piste	4 kertaa vuodessa
Lou 2	413172	7522416	Purkuputken alapuolinen piste	4 kertaa vuodessa
Lou 3	413259	7522213	Purkuputken alapuolinen piste	4 kertaa vuodessa
Lou 4	413227	7522154	Purkuputken alapuolinen piste	4 kertaa vuodessa
Lou 5	413006	7522088	Purkuputken alapuolinen piste	4 kertaa vuodessa
PVA 23	432287	7533733	Vain pinnankorkeus	Pinnankorkeus kuukausittain
S 17	432432	7532370	Vain pinnankorkeus	Pinnankorkeus kuukausittain
S 19	433026	7533308	Vain pinnankorkeus	Pinnankorkeus kuukausittain
Mäkivaara	433673	7534014	Talousvesikaivo	4 kertaa vuodessa
Puistikko	433546	7533904	Talousvesikaivo	4 kertaa vuodessa
Koivuniemi	433436	7533443	Talousvesikaivo	4 kertaa vuodessa, talo ollut tyhjillään vuodesta 2016
Haapala	433393	7533291	Talousvesikaivo	4 kertaa vuodessa



## 5.4. Näytteenotto

Vuonna 2023 näytteitä haettiin rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevista PVR-putkista maaliskuu-, kesä-, elokuu-, syys-, loka- ja joulukuussa. Muiden alueiden putkista (PVA-, PVS ja Loukisen-putket) sekä talousvesikaivoista näytteitä haettiin maaliskuu-, kesä-, elokuu- ja lokakuussa. Kaikki näytteet otettiin Eurofins Ahma Oy:n sertifioitujen näytteenottajien toimesta.

Ennen näytteenottoa kaivosalueen pohjavesiputket tyhjennettiin 1-2 vuorokautta aikaisemmin, Loukisen putkilla tyhjennys suoritettiin näytteenoton alussa. Näytteenoton aluksi pohjaveden pinnankorkeus mitattiin, minkä jälkeen varsinainen vesinäyte otettiin putkinoutimella tai pumpaamalla. Näytteenoton yhteydessä mitattiin veden lämpötila sekä havainnointiin mahdollista hajua, sameutta tai muuta poikkeavaa. Metallinäytteet suodatettiin kentällä. Talousvesikaivoista näytteet otettiin vesihanasta talousvesitutkimusten näytteenottomenetelmiä noudattaen.

Analysoinnista vastasi Eurofins Ahma Oy:n Rovaniemen ympäristölaboratorio ja metallianalytiikan osalta Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratorio. Erikoisanalytiikan osalta hyödynnettiin myös muita Eurofins-konsernin laboratorioita.

## 5.5. Pohjaveden pinnankorkeudet

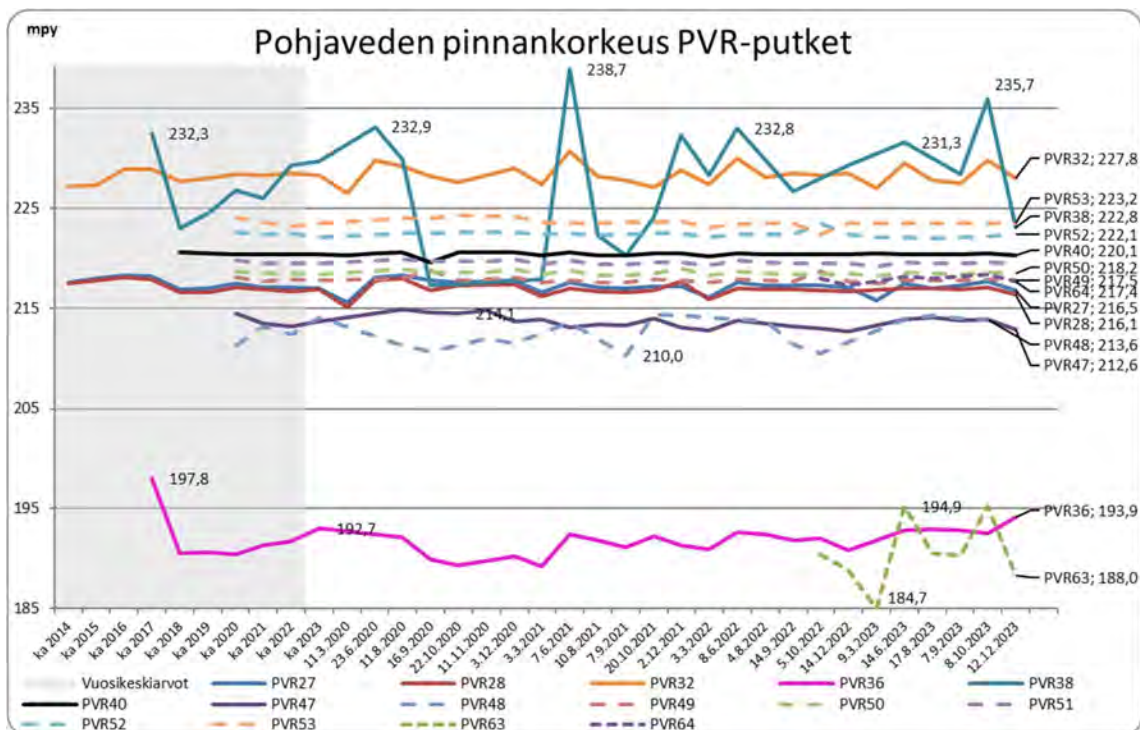
Pohjavedenpinnan korkeuksien luontainen vaihteluväli on Suomessa keskimäärin 0,1-2,0 metriä vuodessa.

### Rikastushiekka-altaan ympäristö, PVR-alue

Yleisesti rikastushiekka-aldaiden länsipuolella, Rimminvuomalla maanalaisen kaivoksen kuivatus on alentanut pohjaveden pinnankorkeuksia alueella vuodesta 2016 alkaen. Suurin vaikutus on ollut Rimminvuoman ja Löytöjätkän välisellä alueella ja tällä välillä muutamia tarkkailuputkia on kuivunut vuosien saatossa. Vuodet 2022 ja 2023 pohjaveden keskimääräiset pinnankorkeudet ovat olleet tavanomaisia. Tarkkailuputkella **PVR36** keskimääräiset pinnankorkeudet ovat olleet pienoisessa nousussa vuodesta 2020 alkaen, putki asennettiin kesällä 2017, joten vuoden 2017 keskimääräinen pinnankorkeus ei kuvaa todellista vuoden keskiarvoa. Pinnankorkeuksien vaihtelun taustalla näyttäisi olevan alueelle kaivettu kuivatuserä, joka ohjaa tehokkaasti kevään puhtaat sulamisvedet sekä sateiden jälkeiset pintavalunnat pois alueelta eivätkä vedet suotaudu maaperään. (Kuva 5-4)

Tarkkailuputkella **PVR48**, joka sijaitsee Rimminvuoman pohjoisosassa, keskimääräinen pinnankorkeus nousi vuonna 2023 tasoon 213,73 mpy vuoden 2022 tasosta 212,10 mpy. Samalla tältä putkelta havaittiin myös typpi-, sulfaatti-, kloridi- ja antimoni- ja antimonipitoisuuksien nousevan. Näyttäisi, että putkelle kertyy tällä hetkellä vesiä runsaammin entisen pintavalutuskentän/Rimminvuoman alueelta. Tämän tarkkailuputken syvyys on vain 7 metriä ja tarkkailuputki on ollut yleisesti kuiva talven kierroksilla.

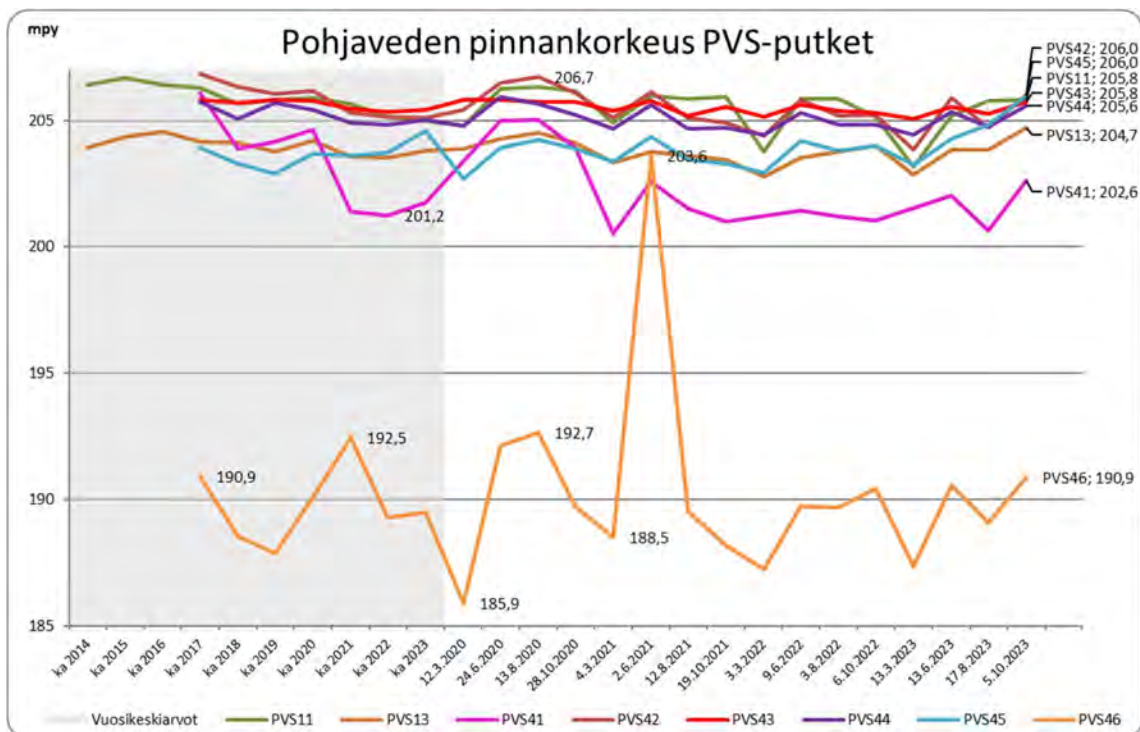
Altaiden ja Pikku-Rouravaaran välissä sijaitsevalla tarkkailuputkella **PVR38** vedenpinnankorkeus on vaihdellut useita metrejä kierrosten välillä läpi tarkkailun ja yleisesti pohjaveden pinta on ollut yli 32 metrin syvyydellä putken päästä, jolloin mittaustulosta ei pohjaveden pinnankorkeudesta ole saatu. Keskiarvojen mukaan keskimääräinen pinnankorkeus olisi nousussa, mutta tulos on vain laskennallinen eikä kuvaa todellista pinnankorkeutta. Joulukuiden 2021-2023 tuloksia tarkastellessa tarkkailupisteellä on havaittavissa laskeva suuntaus 232,0→229,0→222,8 mpy. (Kuva 5-4)



Kuva 5-4. Pohjavedenpinnan korkeudet rikastushiekka-altaan ympäristön putkilla (mpy).

#### Sivukivialue, PVS-alue

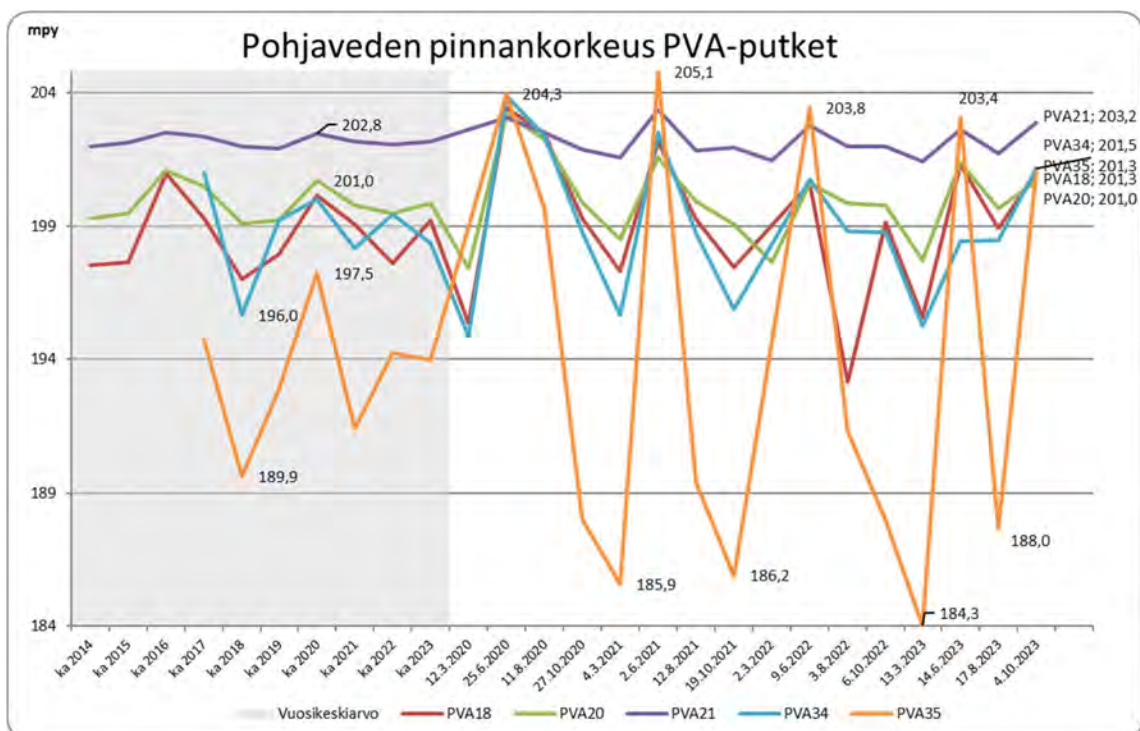
Yleisesti alueen putkilla, jotka sijaitsevat ennen käytössä olleiden pintavalutuskenttien läheisyydessä oli havaittavissa vuonna 2022 laskevaa trendiä. Vuonna 2023 keskimääräiset pinnankorkeudet nousivat hieman sateisesta syksystä johtuen, mutta vuonna 2022 havaittu pinnankorkeuksien lasku uusille tasoilleen oli todellinen ja juurisyy havainnolle oli vesienjohtamisen lopettaminen pintavalutuskentille purkuputken käyttöönoton jälkeen joulukuussa 2020. Keskimäärin pintavalutuskenttien välittömässä läheisyydessä sijaitsevien tarkkailuputkien pinnankorkeudet ovat laskeneet 0,5-1,0 metriä verrattuna vuoden 2020 tuloksiin. Toisaalta myös alueen poikki jatkettu kuivatusoja on pienentänyt kevään sulamisvesien vaikutusta, pienentäen alkukesän luontaisia korkeita pinnankorkeuksia ja näin ollen myös keskimääräistä pinnankorkeutta. Kuivatusojan merkitys on selkeimmin havaittavissa pohjoisimmalla tarkkailuputkella **PVS41**, joka sijaitsee kuivatusojan ja kaivosalueen välissä. Tällä tarkkailupisteellä vuosien 2021-2023 keskimääräiset pinnankorkeudet 201,41, 201,23 ja 201,75 mpy ovat olleet noin kolme metriä alle vuoden 2020 keskimääräisen pinnankorkeuden 204,64 metriä. Eteläisimmällä tarkkailuputkella PVS46 pinnankorkeus vaihtelee luonnostaan useita metrejä. (Kuva 5-5)



Kuva 5-5. Pohjaveden pinnankorkeudet sivukivialueen ympäristön pohjavesiputkilla (mpy).

#### Kaivoksen ja asutuksen väli, PVA-alue

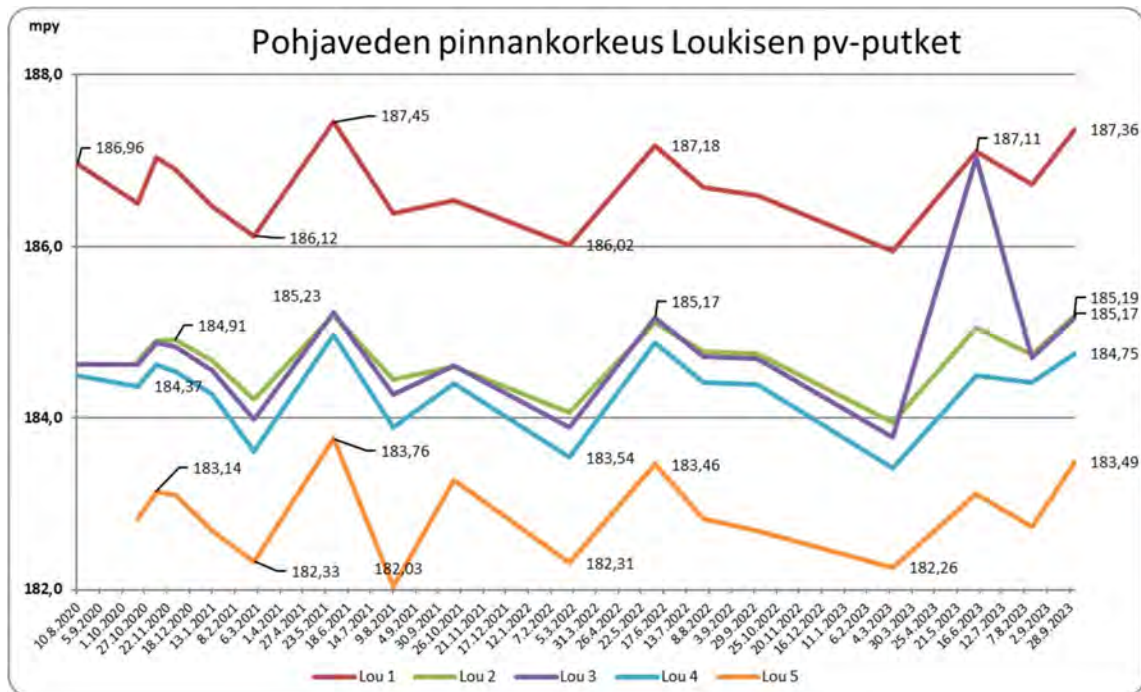
Pohjaveden keskimääräiset pinnankorkeudet olivat tarkkailuputkilla **PVA18**, **PVA20** ja **PVA21** nousussa vuonna 2023, vuoden 2022 laskun jälkeen. Vaihtelu näyttäisi olevan luontaista, kuten myös tarkkailuputken **PVA34** tulokset, vaikkakin tämän tarkkailuputken keskimääräinen pinnankorkeus oli muista pisteistä poiketen laskussa. Tarkkailuputken **PVA35** tuloksissa on ollut havaittavissa suuri luontainen pinnankorkeuksien vaihtelu kierrosten välillä. Vaihtelu korreloi vuodenaikojen ja sadannan vaihteluun, eikä niinkään kaivoksen toimintaan. Putkella PVA35 pinnankorkeuden voimakas vaihtelu on todennäköisesti seurausta orsivesi-ilmiöstä. Kesän alussa ja sadejaksojen jälkeen maaperässä oleva hienojakoinen aines pidättää vettä tehokkaasti ja esimerkiksi alkukesällä roudan sulaessa vesi imeytyy nopeasti ympäröivään maaperään ja pohjaveden pinnankorkeus laskee useita metrejä lyhyessä ajassa. (Kuva 5-6)



Kuva 5-6. Pohjavedenpinnan korkeudet kaivoksen ja asutuksen välillä sijaitsevilla pohjavesiputkilla (mpy).

**Loukisen pohjavesiputket**

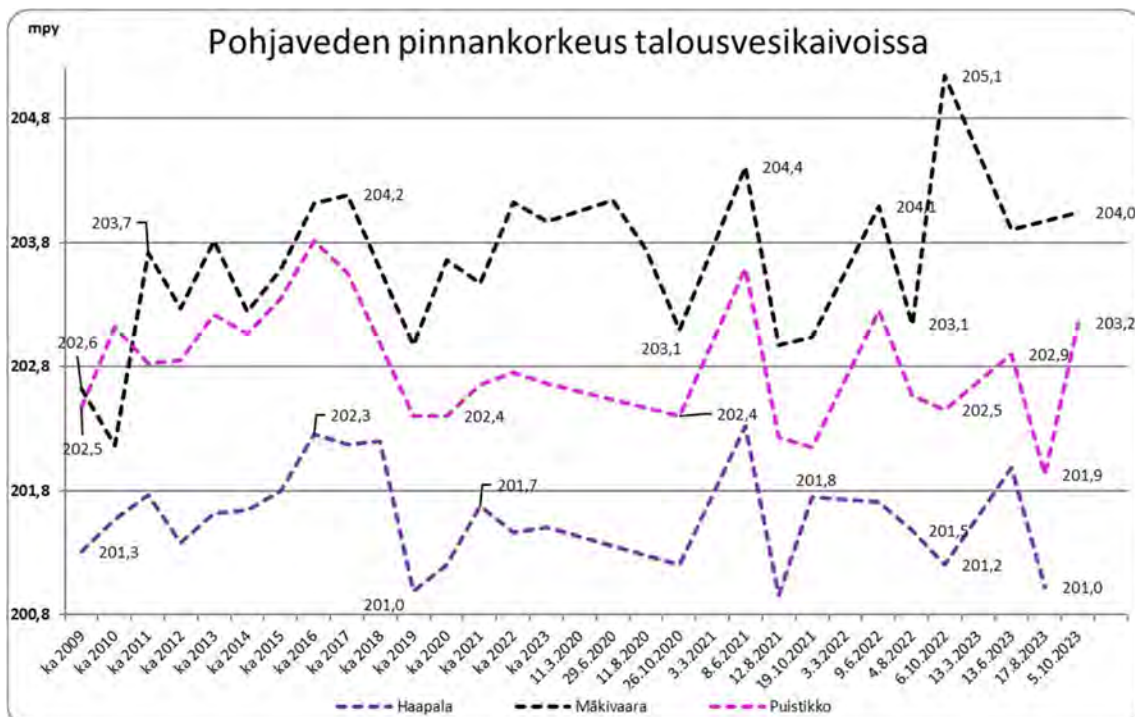
Alueen tarkkailuputkilla pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelut ovat olleet luontaisia tarkkailun aikana. (Kuva 5-7)



Kuva 5-7. Pohjavedenpinnan korkeudet Loukisen pohjavesiputkilla (mpy).

**Talousvesikaivot**

Vuonna 2023 talousvesikaivojen pinnankorkeudet saatiin mitattua kaikilta, kolmelta kaivoilta kesäkuun kierroksella. Puistikon kaivolta pinnankorkeus saatiin mitattua kesäkuun kierroksen lisäksi myös elo- ja lokakuussa, Mäkivaaran kaivolta lokakuussa ja Haapalan kaivolta elokuussa. Mäkivaaran talousvesikaivolta mitattiin lokakuussa 2022 yleisestä tasosta poikkeava pinnankorkeus 205,1 metriä, vuoden 2023 mittaukset olivat tällä kuten muillakin kaivoilla tavanomaisia. Kaivostoiminnalla ei ole tarkkailun perusteella vaikutusta talousvesikaivojen vedenkorkeuksiin. (Kuva 5-8)

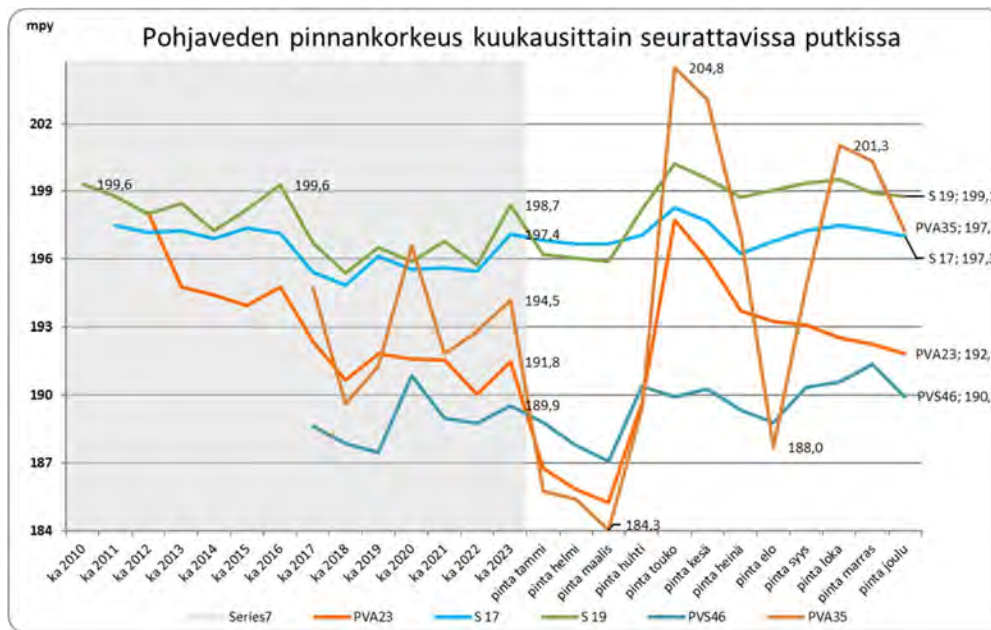


Kuva 5-8. Pohjavedenpinnan korkeudet talousvesikaivoissa (mpy).

### Suurikuusikon avolouhoksen tarkkailuputket

Suurikuusikon avolouhoksen vaikutusta pohjaveden pinnankorkeuteen seurataan kuukausittain viideltä putkelta. Näistä putkista kaksi (PVS46 ja PVA35) kuuluu myös pohjavesien velvoitetarkkailun piiriin.

Yleisesti tarkkailuputkien keskimääräiset pinnankorkeudet nousivat vuoden 2022 tuloksista sateisen elosyyskuun ansiosta. Tarkkailuputken **PVA35** voimakas pinnankorkeuden vaihtelu näkyy myös tässä aineistossa, vaihteluväli vuoden aikana oli >20 metriä. Tarkkailupisteillä **S17** ja **S19** keskimääräinen pohjaveden pinnankorkeus oli matalimmillaan vuonna 2018, vuosina 2019-2022 olivat melko tasaisia, noin 0,4-2,0 metriä vuoden 2018 tulosten yläpuolella. Vuonna 2023 tarkkailupisteiden S17 keskimääräinen tulos oli 1,7 metriä vuoden 2018 tason yläpuolella ja tarkkailupisteellä S19 3,0 metriä. Tarkkailuputkella **PVA23** vuoden 2022 keskimääräinen pinnankorkeus 190,3 mpy oli matalin mitä putkelta on mitattu, nousten vuonna 2023 tasoon 191,8 mpy. Pisteellä on kumminkin havaittavissa pidempiaikainen laskeva trendi, kyseinen piste sijaitsee sivukivialueen ja Suurikuusikon avolouhoksen välissä, pinnankorkeuden alenemiseen vaikuttaa todennäköisesti maanalaisen kaivoksen kuivatus. (Kuva 5-9)



Kuva 5-9. Pohjaveden pinnankorkeudet Suurikuusikon avolouhoksen vaikutuksen seuraamiseksi asennetuilla putkilla (mpy).

### Yhteenveto pohjaveden pinnankorkeuksista

Yleisesti rikastushiekka-aitaiden länsipuolella, Rimminvuomalla maanalaisen kaivoksen kuivatus on alentanut pohjaveden pinnankorkeuksia alueella vuodesta 2016 alkaen. Suurin vaikutus on ollut Rimminvuoman ja Löytöjäntän välisellä alueella ja tällä välillä muutamia tarkkailuputkia on kuivunut vuosien saatossa. Vuoden 2023 pohjaveden keskimääräiset pinnankorkeudet olivat kuitenkin tavanomaisia. Alueelle kaivettu kuivatusoja, joka ohjaa tehokkaasti kevään puhtaat sulamisvedet pois alueelta on pienentänyt aikaisempina vuosina havaittuja alkukesän pohjaveden pinnankorkeuksien maksimeja. Tarkkailupisteellä PVR38, joka sijaitsee altaiden ja Pikku-Rouravaaran välissä pinnankorkeus vaihtelee useita metrejä kierrosten välillä ja yleisesti pohjaveden pinnankorkeus on tällä pisteellä syvemmällä kuin 32 metriä, jolloin pohjaveden pinnankorkeutta ei ole saatu mitattua. Joulukuiden 2021-2023 pinnankorkeuksia tarkasteltaessa on havaittavissa laskeva suuntaus.

Sivukivialueella, entisillä pintavalutuskentillä sijaitsevilla tarkkailuputkilla pohjaveden pinnankorkeudet laskivat vuonna 2021 0,5-1,0 metriä, kun ylivedet ohjattiin pintavalutuskenttien sijaan purkuputkeen. Toisaalta myös alueelle vuonna 2022 jatkettu kuivatusoja ohjaa alueen puhtaita sulamisvesiä pois alueelta ja näin laskee keskimääräisiä tuloksia pienentäen kevään maksimihavaintoja. Vuonna 2023 keskimääräiset pinnankorkeudet nousivat vuodesta 2022 sateisesta syksystä johtuen näillä tarkkailupisteillä. Kuivatusojan vierellä sekä kaivosalueen välissä sijaitsevalla tarkkailuputkella PVS41 keskimääräinen pohjaveden pinnankorkeus on ollut vuodet 2021-2023 noin kolme metriä alempana verrattuna vuoden 2020 tuloksiin.

Kuukausittain seurattavilla tarkkailuputkilla keskimääräiset pinnankorkeudet nousivat vuoden 2022 tuloksista sateisen elosyyskuun ansiosta. Tarkkailuputkella PVA23 on kumminkin havaittavissa pidempiaikaista pinnankorkeuksien laskua, trendin taustalla on todennäköisesti maanalaisen kaivoksen kuivatus.

Muilla kaivosalueen tarkkailupisteillä, sekä talousvesikaivoilla että Loukisen vedenottamon lähetyvillä sijaitsevilla tarkkailupisteillä pohjaveden pinnankorkeudet olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiiin.

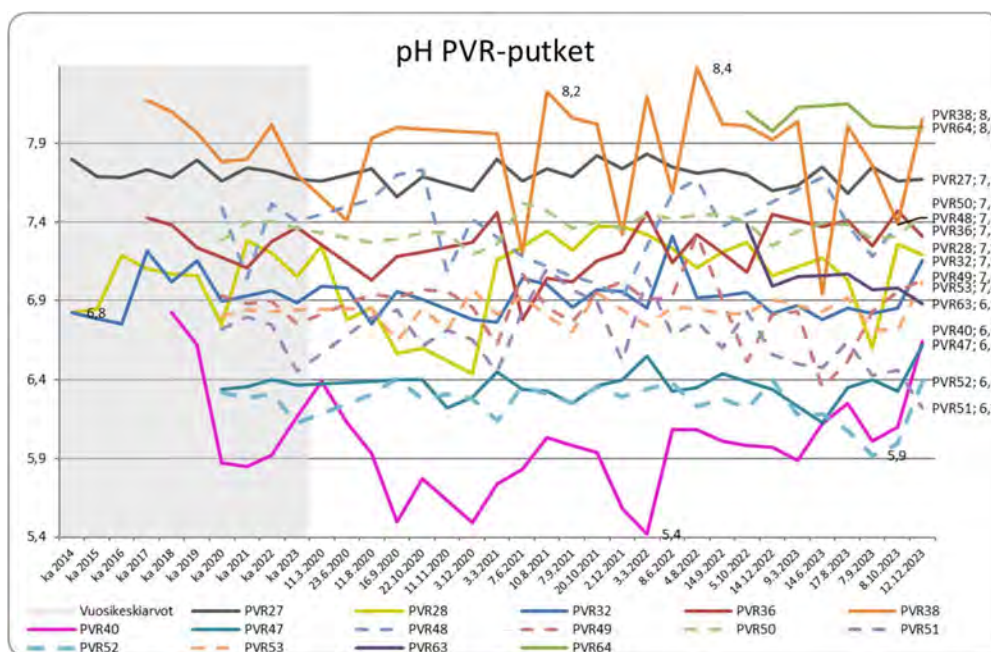
## 6. ANALYYSITULOKSET

### 6.1. pH

Luonnontilaisten pohjavesien pH-arvojen tavanomainen vaihteluväli on 5,5–7,5 (Lahermo ym. 2002). Vuoden 2023 tarkkailussa havaintoputkien ja talousvesikaivojen pohjavesinäytteiden pH-arvot vaihtelivat välillä 5,8-8,4. PVA-alueen ja talouskaivojen pH-arvot ovat yleisesti emäksisen puolella, kun taas PVS-alueen, sekä Loukisen alueella sijaitsevien tarkkailuputkien pH-arvot ovat hieman happaman puolella, kuten suoympäristöissä on yleisesti.

#### Rikastushiekka-altaan ympäristö

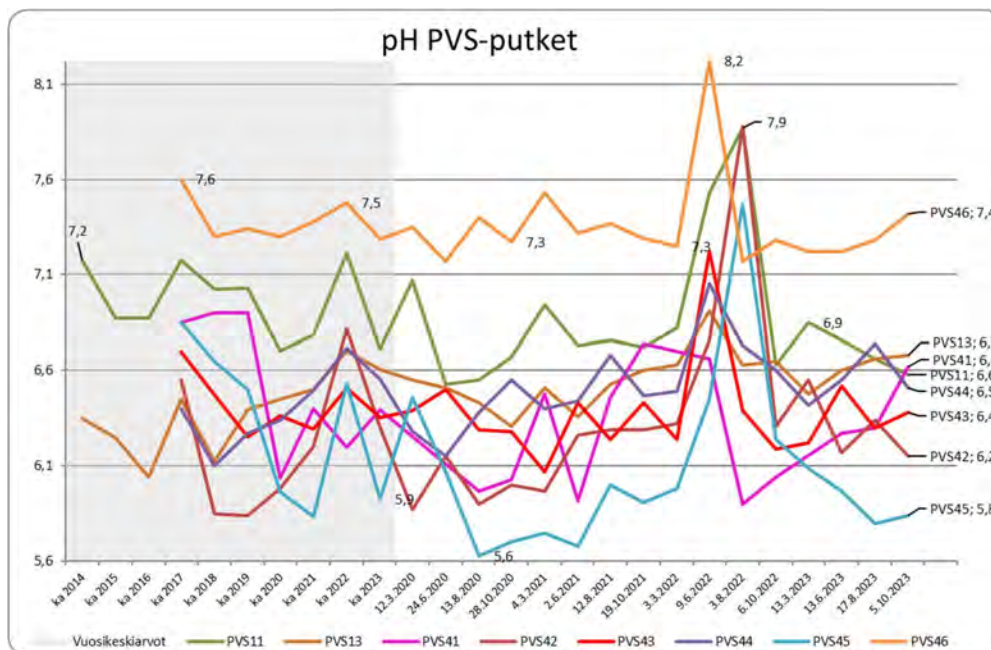
Rikastushiekka-altaan ympäristön pohjavesiputkien vesinäytteiden pH-arvot vaihtelivat vuoden aikana välillä 5,8-8,2. Tarkkailuputkilla keskimääräiset pH-tasot laskivat hieman (0,1-0,3 yksikköä) vuoden 2022 tasoilta, yleisesti suuntauksesta poiketen samansuuruisen pH-tasojen nousu havaittiin tarkkailupisteillä **PVR36** ja **PVR40**. Havaitut muutokset ovat pieniä ja laboratorion ilmoittaman epävarmuuden ( $\pm 0,2$  yksikköä) tuntumassa. (Kuva 6-1)



Kuva 6-1. Rikastushiekka-altaan ympäristön pohjavesiputkien pH-arvot.

#### Sivukivialue

Yleisesti alueen tarkkailuputkilta mitattiin kesällä 2022 aikaisempia vuosia korkeampia pH-arvoja, jonka johdosta myös keskipitoisuudet nousivat. Vuoden 2023 tulosten perusteella keskipitoisuudet pääsääntöisesti laskivat 0,2-0,6 yksikköä. Ainoastaan tarkkailuputkella **PVS41** keskiarvo nousi 0,2 yksikköä vuoden 2022 tuloksesta. Sivukivialueen ympäristön pohjavesiputkien vesinäytteiden pH-arvot vaihtelivat vuonna 2023 välillä 5,8-7,4, ollen enimmäkseen hieman happaman puolella. (Kuva 6-2)

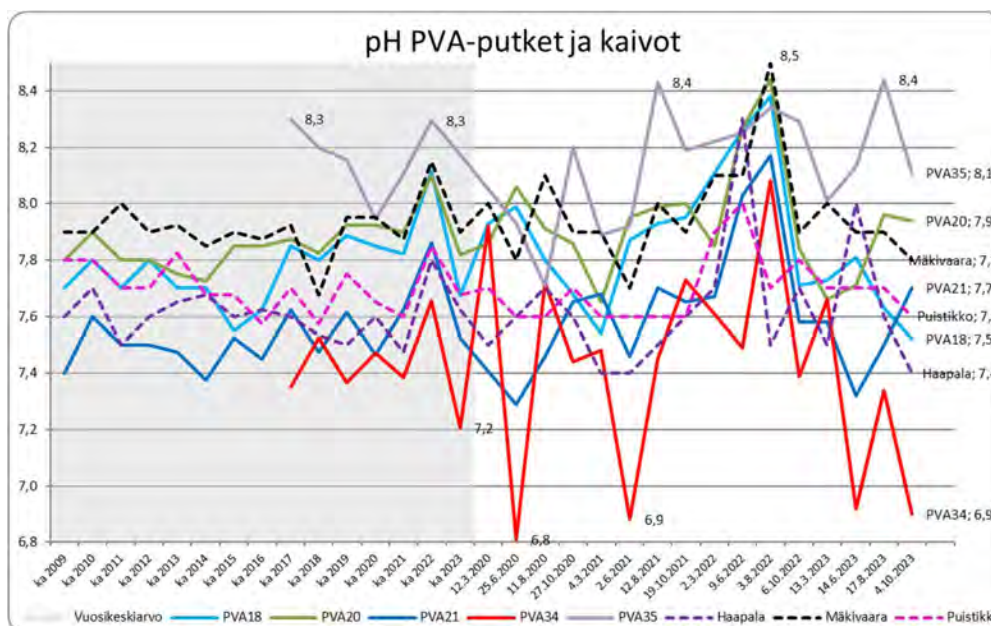


Kuva 6-2. Pohjaveden pH-arvot sivukivialueen pohjavesiputkissa.

### Kaivoksen ja asutuksen väli sekä kaivot

Kaivoksen ja asutuksen välissä sijaitsevien pohjavesiputkien sekä talousvesikaivojen vesinäytteiden pH-arvot vaihtelivat välillä 6,9-8,4. PVS-alueen tapaan kesän 2022 arvot olivat yli aikaisempien tarkkailuvuosien, laskien vuonna 2023. (Kuva 6-3)

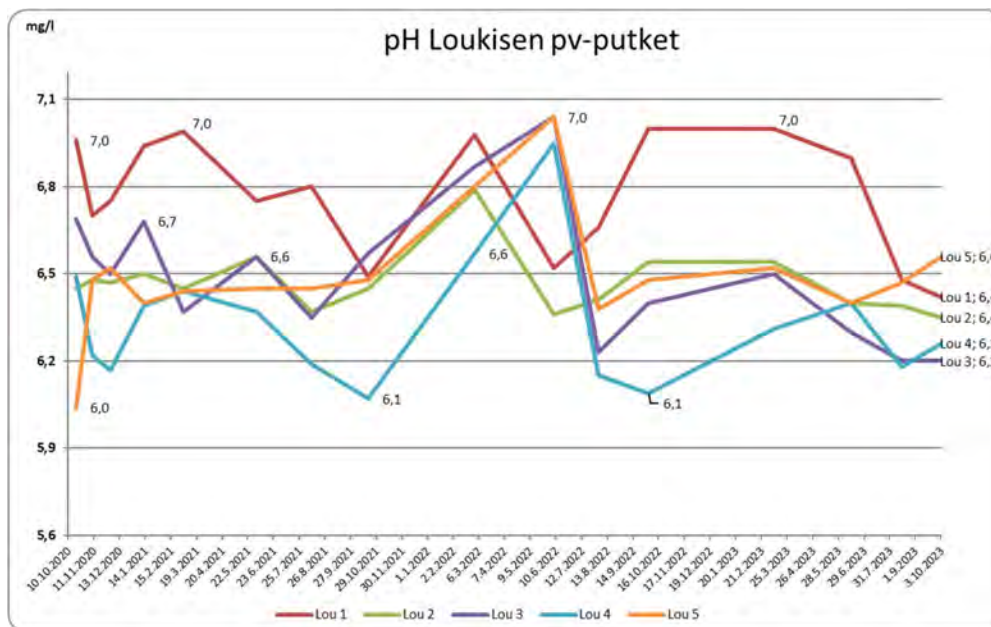
Sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetuksen (STM 1352/2016) laatusuosituksen mukaan talousveden pH:n tavoitetaso on välillä 6,5-9,5. Talousvesikaivojen pH-arvot olivat rajojen sisällä.



Kuva 6-3. Kaivoksen ja asutuksen välissä sijaitsevien pohjavesiputkien sekä talousvesikaivojen pH-arvot.

### Loukisen putket

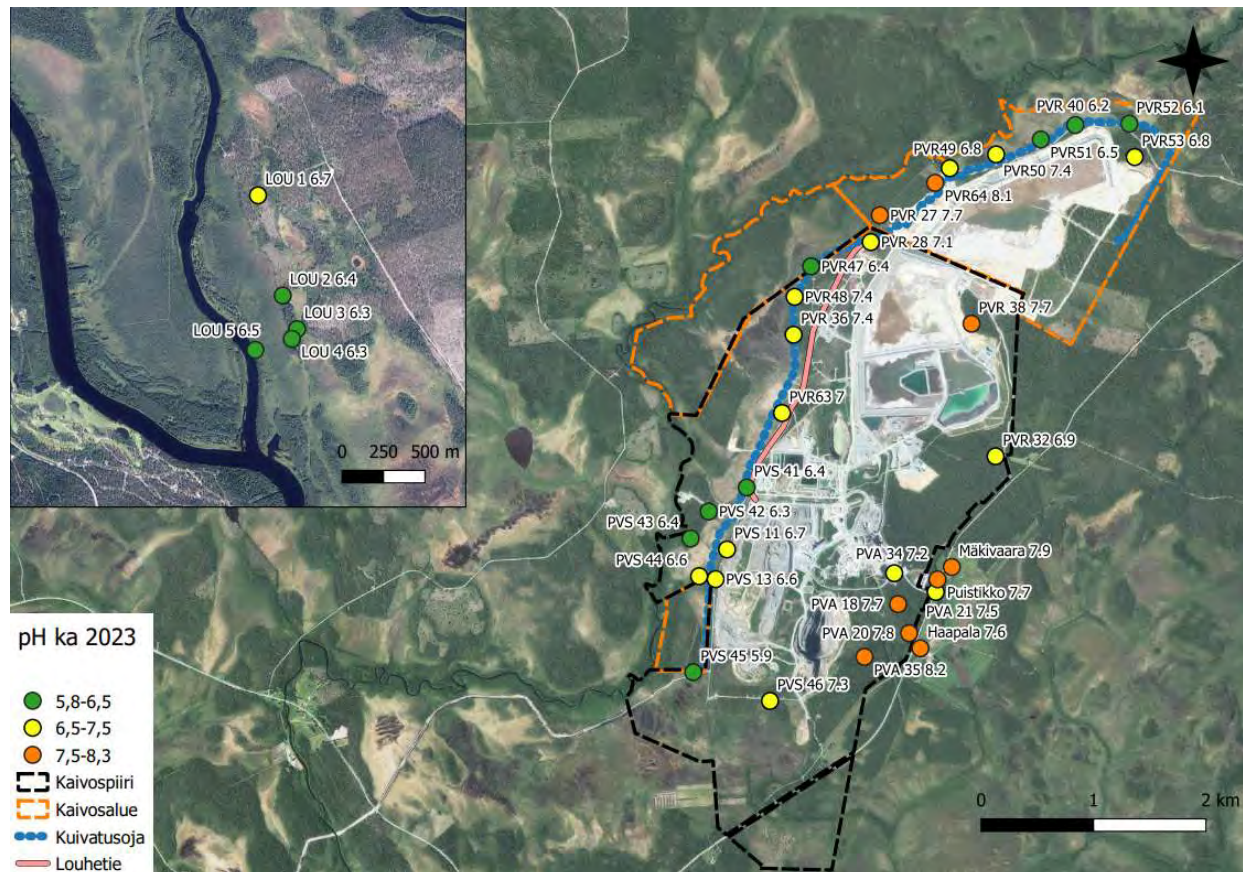
Osana purkuputken käyttöönottoa pohjavesitarkkailua laajennettiin myös Loukisen laskuun lähetettyville, missä sijaitsee myös Levin vedenottamo. Vesinäytteiden pH-arvojen muutokset olivat pieniä ja yleisesti arvot ovat alueelle tavanomaisia. (Kuva 6-4)



Kuva 6-4. Loukisen pohjavesiputkien pH-arvot.

### Yhteenveto pH

Vuoden 2023 näytteiden pH-arvoissa oli yleisesti pieni (0,2-0,3 yksikköä), laboratorion ilmoittaman mittausepävarmuuden tuntumassa oleva tasonlasku, vastaavan tasonnaisu havaittiin vuonna 2022. Eri tarkkailualueiden keskinäiset suhteet pysyivät samansuuntaisina, soilla sijaitsevilla tarkkailuputkilla pH-arvot ovat luonnostaan alhaisempia. PVR- ja PVS-alueelle rakennetut kuivatusoja ja huoltotie ovat muuttaneet vesien kertymisolosuhteita ja pH-arvot vaihtelevat mm. luontaisten happamien suovesien vaikutuksesta. Tarkkailussa todetut keskimääräiset pH-arvot pohjavesiputkien osalta on esitetty temaattisella kartalla (Kuva 6-5).



Kuva 6-5. Keskimääräiset pH-arvot tarkkailupisteillä vuonna 2023.



## 6.2. Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus on verrannollinen veteen liuenneiden elektrolyyttien eli ionien määrään ja kuvaa niiden yhteistä suhteellista kokonaispitoisuutta. Suomen rengas- ja porakaivovesien keskimääräinen sähkönjohtavuus oli tuhannen kaivon tutkimuksessa 16,4 mS/m (rengaskaivot) ja 34,4 mS/m (porakaivot) (Lahermo ym., 2002). Liuenneiden elektrolyyttien suhteellista määrää kuvaava sähkönjohtavuus (EC) on Kittilässä keskimäärin korkeampi porakaivovesissä kuin lähdevesissä. Porakaivovesien sähkönjohtavuuden mediaani on 12,8 mS/m ja lähdevesien mediaani 11,1 mS/m (Tanskanen ym., 2004).

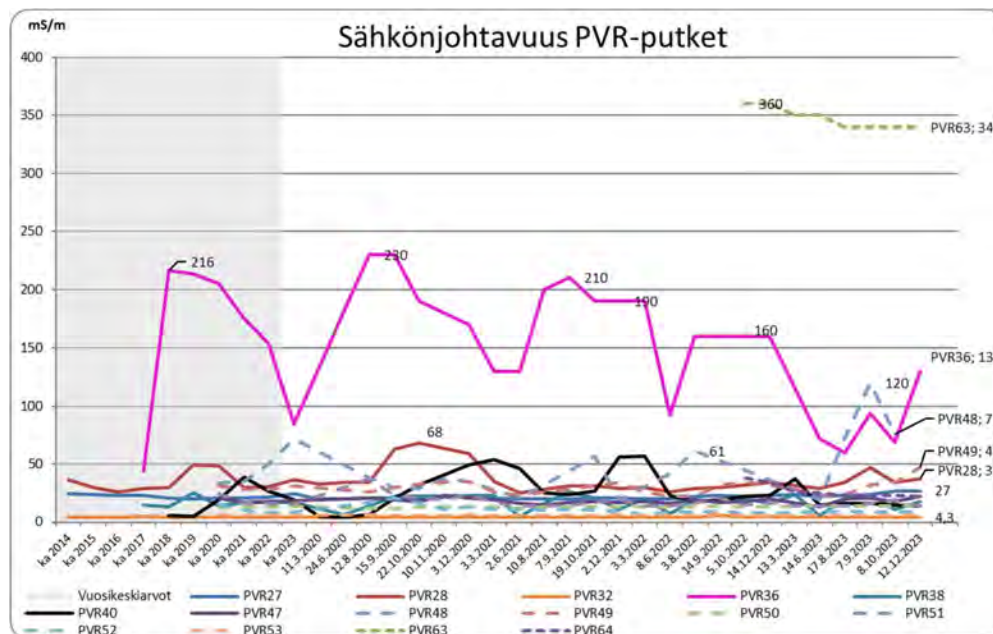
Vuoden 2023 tarkkailussa kaikkien kaivosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevien putkien ja talousvesikaivojen sähkönjohtavuudet vaihtelivat välillä 4-350 mS/m. Suurimmat, keskimääräisesti yli 100 mS/m johtavuuksia mitattiin PVR-alueen uudelta, lokakuussa 2022 asennetulta, tarkkailuputkelta **PVR63** (ka 343 mS/m, vaihteluväli 340-350 mS/m) ja PVS-alueen havaintoputkelta **PVS13** (ka 102 mS/m, vaihteluväli 99-110 mS/m) sekä **PVS41** (ka 137 mS/m, vaihteluväli 100-160 mS/m). (Kuva 6-10)

### Rikastushiekka-altaan ympäristö

Rikastushiekka-altaan ympäristössä pohjaveden sähkönjohtavuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 4-350 mS/m. Pääsääntöisesti keskimääräisesti johtavuudet olivat laskussa tai yhteneväisiä vuoden 2022 tuloksiin. Yleisestä trendistä poikkesi ainoastaan tarkkailuputki **PVR48**, jonka keskimääräisissä johtavuuksissa on ollut nousevaa kehitystä vuosina 2021-2023 35→50→72 mS/m. Uusi tarkkailuputki **PVR63** asennettiin lokakuussa 2022 kuivatusojan ja uuden louhetien väliin Rimminvuoman eteläosaan. Tällä tarkkailuputkella johtavuudet ovat huomattavasti korkeammat kuin muilla alueen pisteillä, mutta ovat olleet tasaisesti välillä 340-360 mS/m asennuksesta lähtien ja trendi hienoisesti laskeva. (Kuva 6-6)

Rimminvuoman alueella olevan tarkkailuputken **PVR36** sähkönjohtavuustaso on korkeampi kuin muiden alueella olevien, ennen vuotta 2022 asennettujen tarkkailuputkien. Tarkkailuputki asennettiin vuonna 2017 ja keskimäärin johtavuudet olivat vuosina 2018-2020 205-216 mS/m. Vuonna 2021 johtavuudet lähtivät laskuun ja lasku voimistui vuonna 2023, keskimääräisten johtavuuksien kehitys on ollut vuosina 2021-2023 175→154→85 mS/m. Purkuputken käyttöönoton jälkeen joulukuussa 2020 Rimmin alueelle ei ole enää purettu puhdistettuja prosessivesiä, jonka myötä johtavuudet ovat laskeneet. (Kuva 6-6)

Muilla alueen tarkkailupisteillä yksittäisten näytteiden sähkönjohtavuudet olivat alle 50 mS/m ja yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin. (Kuva 6-6)



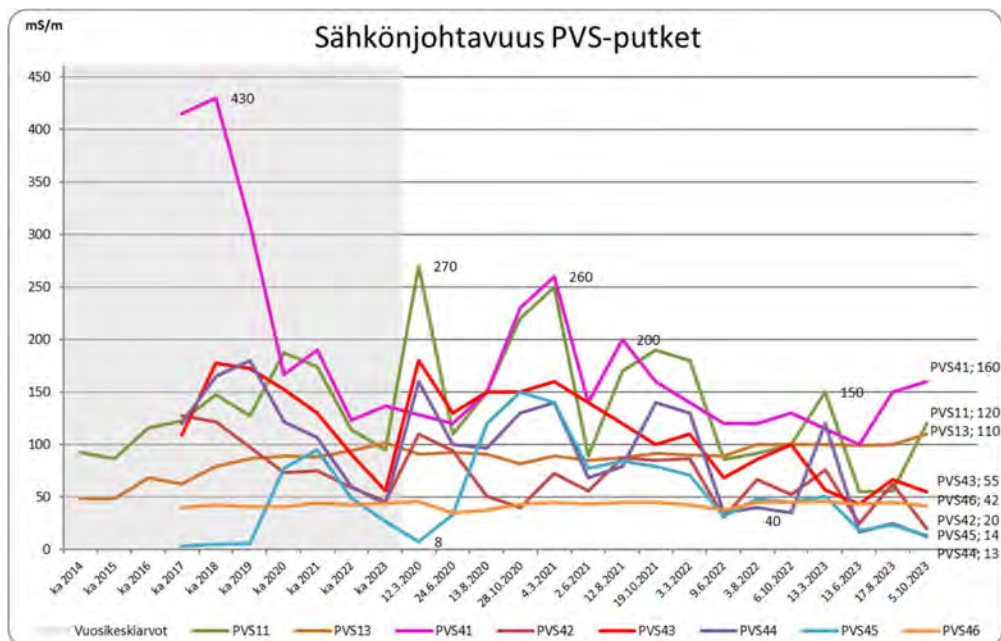
Kuva 6-6. Sähkönjohtavuus rikastushiekka-altaan ympäristön tarkkailupisteillä.

### Sivukivialue

Sivukivialueen havaintoputkilla pohjaveden sähkönjohtavuudet vaihtelivat yksittäisissä näytteissä vuoden aikana välillä 13-160 mS/m. Yleisesti alueen tarkkailupisteillä, jotka sijaitsevat entisten pintavalutuskenttien välittömässä läheisyydessä, sähkönjohtavuudet lähtivät laskuun vuonna 2021 ja kehitys jatkui pääsääntöisesti edelleen vuonna 2023. Selkeimmät johtavuustasojen laskut on ollut havaittavissa vuosina 2019-2023 tarkkailuputkilla **PVS43** 173→153→130→91→56 mS/m ja **PVS44** 180→122→107→60→44 mS/m. (Kuva 6-7)

Yleisestä trendistä poiketen tarkkailuputkella **PVS41** vuoden keskimääräinen johtavuustaso nousi vuoden 2022 tasosta, mutta oli edelleen alle aikaisempien vuosien tason. Sähkönjohtavuuksien keskimääräiset tasot ovat

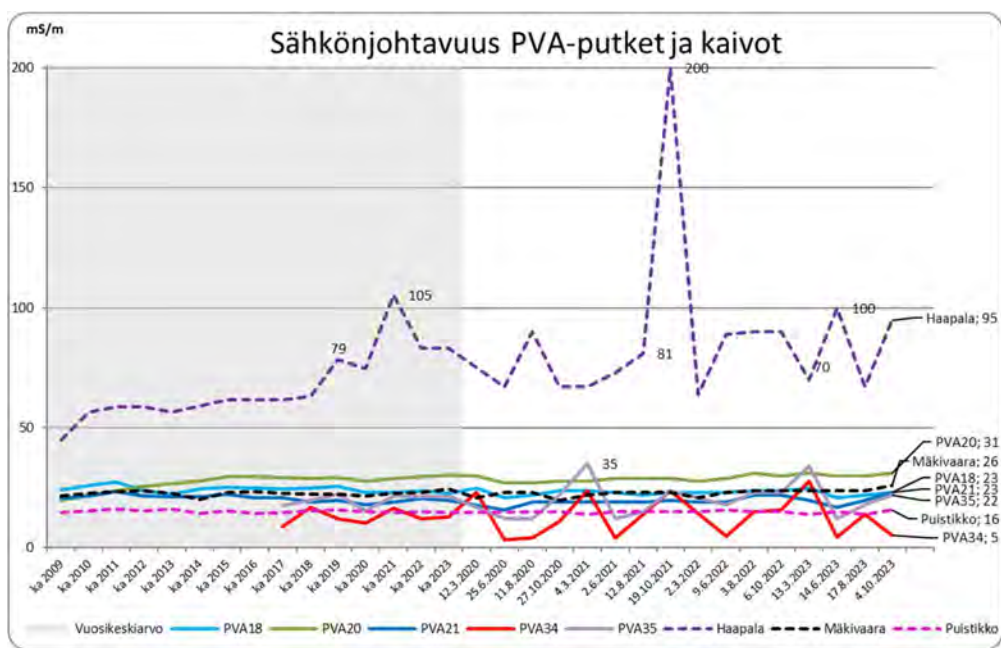
olleet tällä tarkkailupisteellä vuosina 2019-2023 310→167→190→123→137 mS/m. Myös vanhalla tarkkailuputkella **PVS13** johtavuustasot ovat nousussa, nouseva trendi havaittiin vuonna 2022, keskimääräiset sähkönjohtavuudet ovat olleet tällä pisteellä vuosina 2020-2023 89→89→95→102 mS/m. Sen sijaan toisella vanhalla tarkkailuputken PVS13 pohjoispuolella sijaitsevalle tarkkailuputkella **PVS11** johtavuudet ovat laskeneet vastaavana aikana, vuosikeskiarvojen kehityksen ollessa 188→175→115→95 mS/m. (Kuva 6-7)



Kuva 6-7. Sähkönjohtavuus sivukivialueen pohjavesiputkissa.

#### Kaivoksen ja asutuksen väli PVA-putket sekä talousvesikaivot

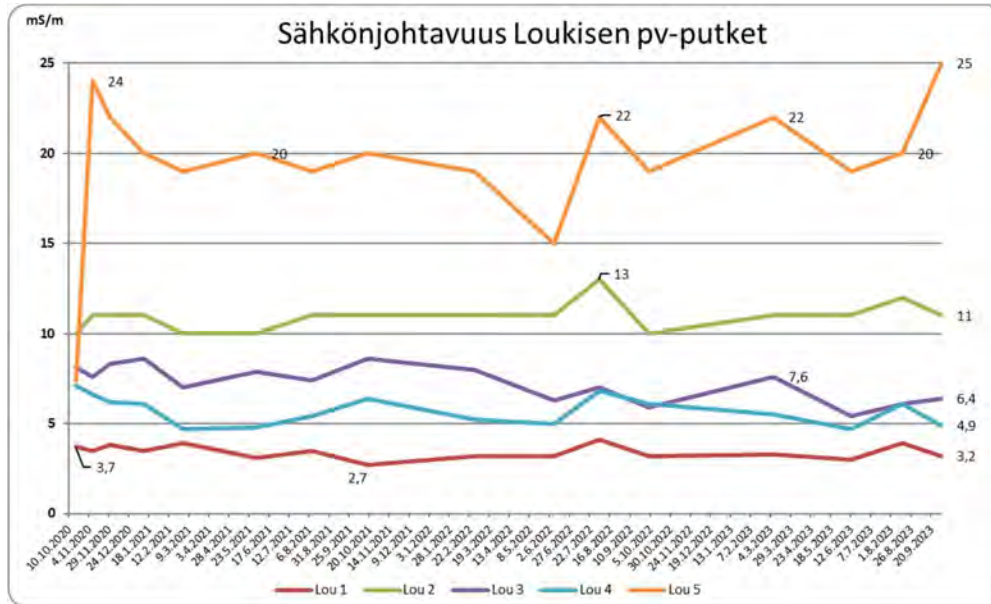
Kaivoksen ja asutuksen välisillä pohjavesiputkilla sekä talousvesikaivoilla sähkönjohtavuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 4,6-100 mS/m. Suurimmat johtavuudet (67-100 mS/m) mitattiin aiempien vuosien tavoin **Haapalan** talousvesikaivosta, vuosikeskiarvo 83 mS/m oli kumminkin samaa tasoa kuin vuonna 2022 ja alle talousveden laatusuosituksen <250 mS/m (STM 1352/2015). Kaivo sijaitsee keskellä pihapiiriä ja todennäköisesti pihalueen hulevedet vaikuttivat kaivon veden laatuun. Muilta tarkkailupisteiltä määritetyt sähkönjohtavuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin (Kuva 6-8).



Kuva 6-8. Sähkönjohtavuus kaivoksen ja asutuksen välissä olevissa putkissa sekä talousvesikaivoissa.

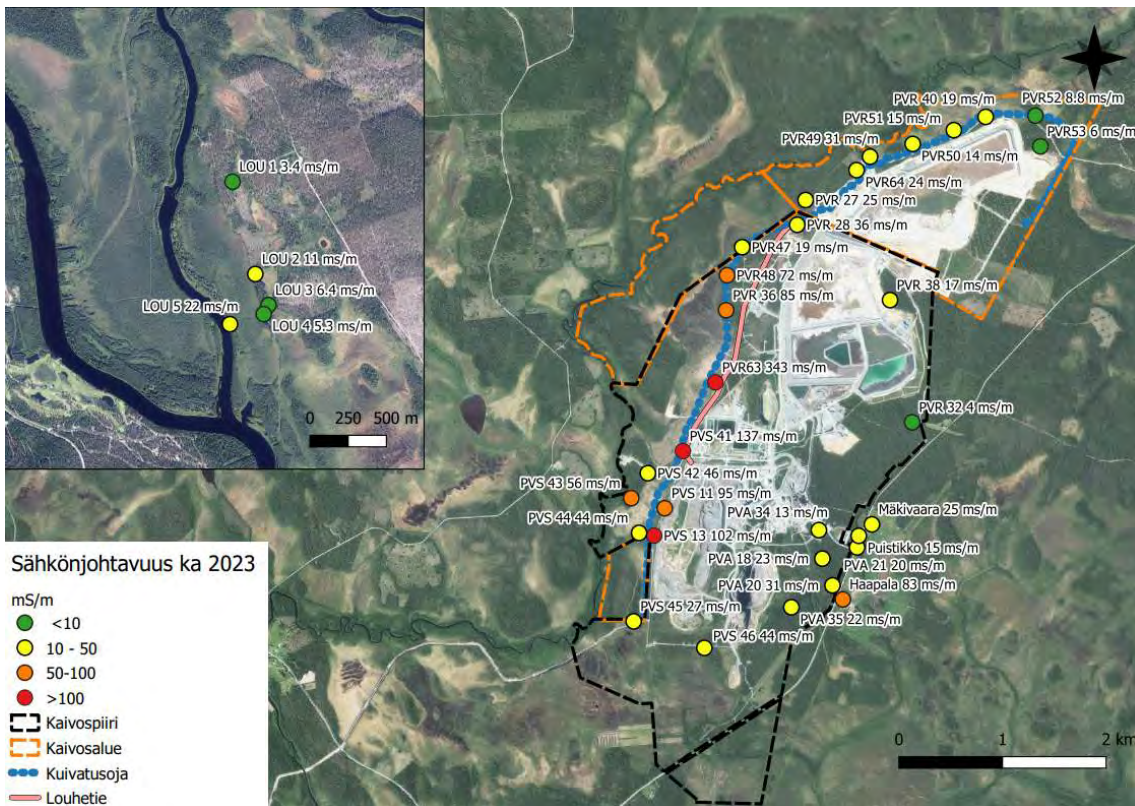
### Loukisen putket

Alueen putkilla sähköjohtavuudet olivat pieniä, vaihdellen vuoden aikana välillä 3,0-25 mS/m. Keskimäärin suurimmat johtavuudet n. 22 mS/m mitattiin putkelta Lou5. (Kuva 6-9)



Kuva 6-9. Sähköjohtavuudet Loukisen pohjavesiputkilla.

Oheisessa kuvassa (Kuva 6-10) on esitetty vuoden 2023 keskimääräiset sähköjohtavuudet temaattisella kartalla.



Kuva 6-10. Keskimääräiset sähköjohtavuudet (mS/m) tarkkailupisteillä vuonna 2023.

## 6.3. Sulfaatti

Suomen rengas- ja porakaivovesien osalta sulfaatin keskipitoisuudet tuhannen kaivon tutkimuksessa olivat 14,6 mg/l ja 19,9 mg/l (Lahermo ym. 2002). Kittilän pohjavesien arseenitutkimuksen mukaan kallioperän sulfidiesiintymät nostavat vesinäytteiden sulfaattipitoisuuksia paikallisesti (Tanskanen ym., 2004).

Vuoden 2023 tarkkailussa kaikkien putkien ja talousvesikaivojen sulfaattipitoisuudet olivat välillä <0,5 (määritysraja)-2200 mg/l. Muita selvästi suuremmat, keskimääräisesti yli 400 mg/l, pitoisuudet mitattiin uudelta tarkkailuputkelta **PVR63** (ka 2133 mg/l, vaihteluväli 2000-2200 mg/l), putkelta **PVS41** (ka 693 mg/l, vaihteluväli 490-830 mg/l) ja **PVS11** (ka 460 mg/l, vaihteluväli 220-790 mg/l).

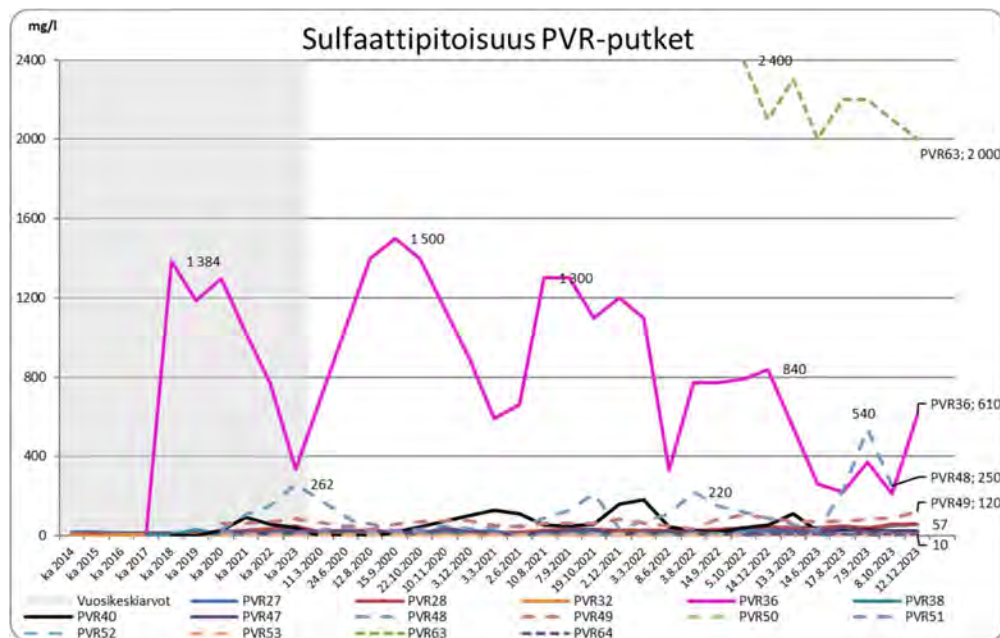
### Rikastushiekka-altaan ympäristö

Uudelta tarkkailupisteeltä **PVR63** on saatu näytteitä lokakuussa 2022 alkaen. Yksittäisten näytteiden sulfaattipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 2000-2400 mg/l, mitkä ovat huomattavasti korkeammat kuin muiden tarkkailupisteiden tasot, mutta pitoisuuksissa on havaittavissa laskeva suuntaus. Tarkkailuputki on huonotuottoinen ja vedenpinta on syvällä, yleisesti yli 25 metrin syvyydellä maanpinnan alapuolella, putki sijaitsee myös alueelle rakennetun kuivatusojan ja uuden louhostien välissä.

Rimminvuomalla sijaitsevalla putkella **PVR36** sulfaattipitoisuudet olivat myös edellisvuosien tapaan korkeita, mutta pitoisuuksissa on ollut jyrkästi laskeva suuntaus vuodet 2022 ja 2023, keskimääräisten pitoisuuksien ollessa vuodesta 2018 alkaen 1384→1187→1298→1025→767→334 mg/l. Sulfaattipitoisuudet ovat laskeneet, koska pintavalutuskentille ei johdeta enää vesiä. (Kuva 6-11)

Tarkkailupisteellä **PVR48** sulfaattipitoisuudet nousivat vuonna 2022 keskimääräiseen tasoon 150 mg/l ja edelleen vuonna 2023 tasoon 262 mg/l, vuosien 2020 ja 2021 tasoilta 32 ja 105 mg/l. Tarkkailuputki sijaitsee kuivatusojan välittömässä läheisyydessä ja on erittäin huonotuottoinen, talvisin putki on ollut yleisesti kuiva. (Kuva 6-11)

Muiden tarkkailupisteiden osalta keskimäärin nousevaa sulfaattipitoisuuksien trendiä oli havaittavissa vuonna 2023 verrattuna vuoteen 2022 putkelta **PVR27** (20→39 mg/l), **PVR28** (34→49 mg/l), **PVR47** (15→23 mg/l) ja **PVR49** (70→84 mg/l). Selkeä laskeva suuntaus havaittiin tarkkailupisteellä **PVR40** (98→18 mg/l), muilla tarkkailuputkilla pitoisuudet olivat huomattavasti pienempiä ja yhteneväisiä edellisiin tarkkailutuloksiin. (Kuva 6-11)



Kuva 6-11. Sulfaattipitoisuus rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevilla pohjavesiputkilla. Huomioi kuvaajan logaritminen asteikko.

### Sivukivialue

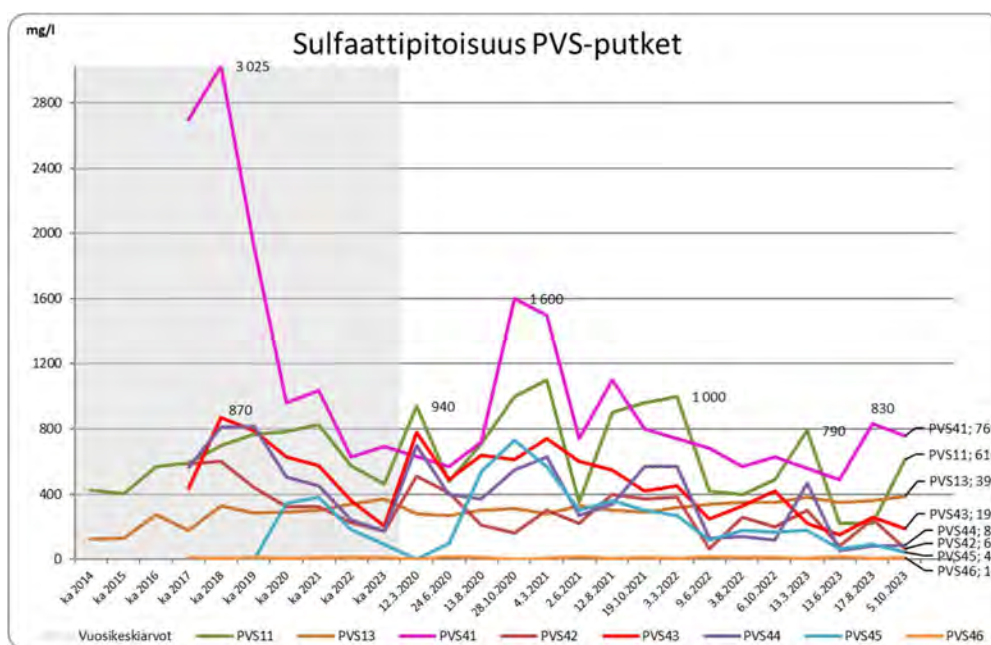
Sivukivialueen pohjavesiputkien sulfaattipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 6,9-830 mg/l, pääsääntöisesti pitoisuudet olivat laskussa alueella kuten sähköjohtavuus (Kuva 6-12).

Keskimäärin suurimmat ja yleisestä laskevasta trendistä poikkeavat pitoisuudet mitattiin entisen pintavalutuskentän 4 laidalla sijaitsevalta putkelta **PVS41**. Vuoden keskimääräinen pitoisuus oli 693 mg/l (vuonna 2022 627 mg/l), vuoden kierrosten vaihteluvälin ollessa 490-830 mg/l (vuonna 2022 570-680 mg/l). Vuonna 2023 havaitut pitoisuudet ovat kumminkin selvästi alle vuosien 2017-2019 tulosten, jolloin keskimääräisesti sulfaattia mitattiin pitoisuuksia 1918-3025 mg/l. (Kuva 6-12)

Sivukivialueen länsipuolella sijaitsevalla vanhalla pohjavesiputkella **PVS11** keskimääräiset sulfaattipitoisuudet nousivat vuodet 2015-2021, keskimääräiset pitoisuudet olivat tällöin 405→570→593→698→770→783→823 mg/l. Vuonna 2022 pitoisuudet laskivat huomattavasti tasoon 578 mg/l ja edelleen vuonna 2023 tasoon 460 mg/l. Sen sijaan viereisellä tarkkailuputkella **PVS13** pitoisuudet ovat edelleen nousussa, keskimääräiset pitoisuudet tällä putkella ovat olleet vuodesta 2015 alkaen 128→274→178→328→283→290→300→340→370 mg/l. (Kuva 6-12)

Tarkkailuputkella **PVS45** sulfaattipitoisuudet, kuten muutkin pitoisuudet nousivat huomattavasti vuoden 2020 aikana. Suurimmat pitoisuudet 730 ja 570 mg/l mitattiin talvella 2020/2021 ja vuoden 2021 keskimääräinen sulfaattipitoisuus oli 383 mg/l, kääntyen laskuun loppuvuodesta 2021. Vuonna 2022 keskimääräiset pitoisuudet olivat laskeneet tasolle 185 mg/l ja edelleen vuonna 2023 tasoon 95 mg/l. Trendi on edelleen laskeva, lokakuussa 2023 pisteeltä mitattiin pitoisuus 43 mg/l, kun vuoden 2022 lokakuussa pitoisuus oli 170 mg/l. (Kuva 6-12)

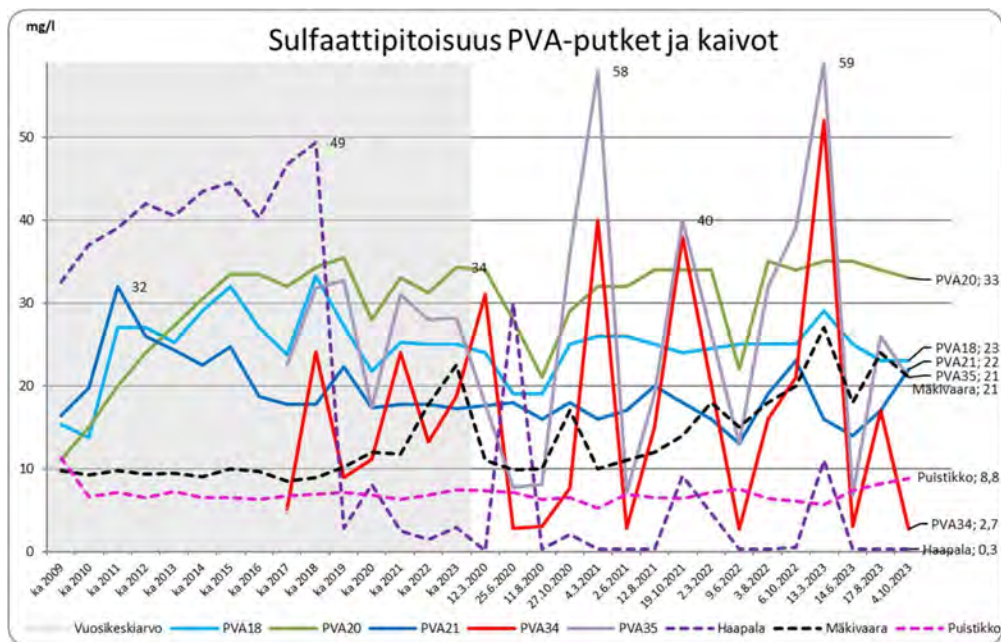
Entisen pintavalutuskentän 1 välittömässä läheisyydessä, samalla suolla sijaitsevien tarkkailuputkien **PVS42**, **PVS43** ja **PVS44** keskimääräiset pitoisuudet laskivat edelleen vuonna 2023. Putkella PVS42 muutos vuodesta 2021 on ollut 323→227→175 mg/l, putkella PVS43 578→363→205 mg/l ja putkella PVS44 453→240→175 mg/l. Putkilla oli havaittavissa aikaisempina vuosina pintavalutuskentälle johdettavien vesien vaikutus, eikä niinkään sivukivialueen vaikutus. Purkuputken käyttöönoton myötä juoksutukset pintavalutuskentille lopuivat ja pitoisuudet lähtivät laskuun. (Kuva 6-12)



Kuva 6-12. Sulfaattipitoisuus sivukivialueen pohjavesiputkilla. Huomioi kuvaajan logaritminen asteikko.

### Kaivoksen ja asutuksen väli (PVA-putket) sekä talousvesikaivot

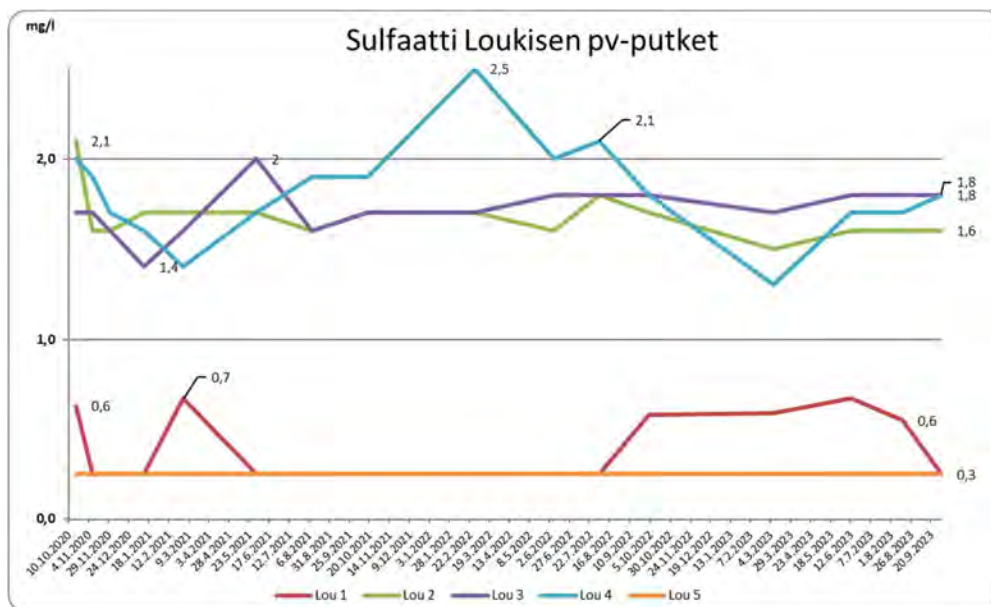
Kaivoksen ja asutuksen välillä sijaitsevien PVA-putkien sekä kaivojen sulfaattipitoisuudet olivat vuonna 2023 välillä <0,5(määritysraja)-59 mg/l. **Mäkivaaran** talousvesikaivolla pitoisuuksissa on ollut havaittavissa nouseva suuntaus vuodet 2022 ja 2023 (vuoden 2023 ka 23 mg/l), pitoisuudet ovat kumminkin selvästi alle Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 401/2001) laatuosuituksen tason <250 mg/l. Putkilla **PVA34** ja **PVA35** pitoisuudet vaihtelevat runsaasti vuodenaikojen mukaan, kuten ovat tehneet aikaisempinakin vuosina. (Kuva 6-13)



Kuva 6-13. Sulfaattipitoisuus kaivoksen ja asutuksen välissä olevissa putkissa sekä talousvesikaivoissa.

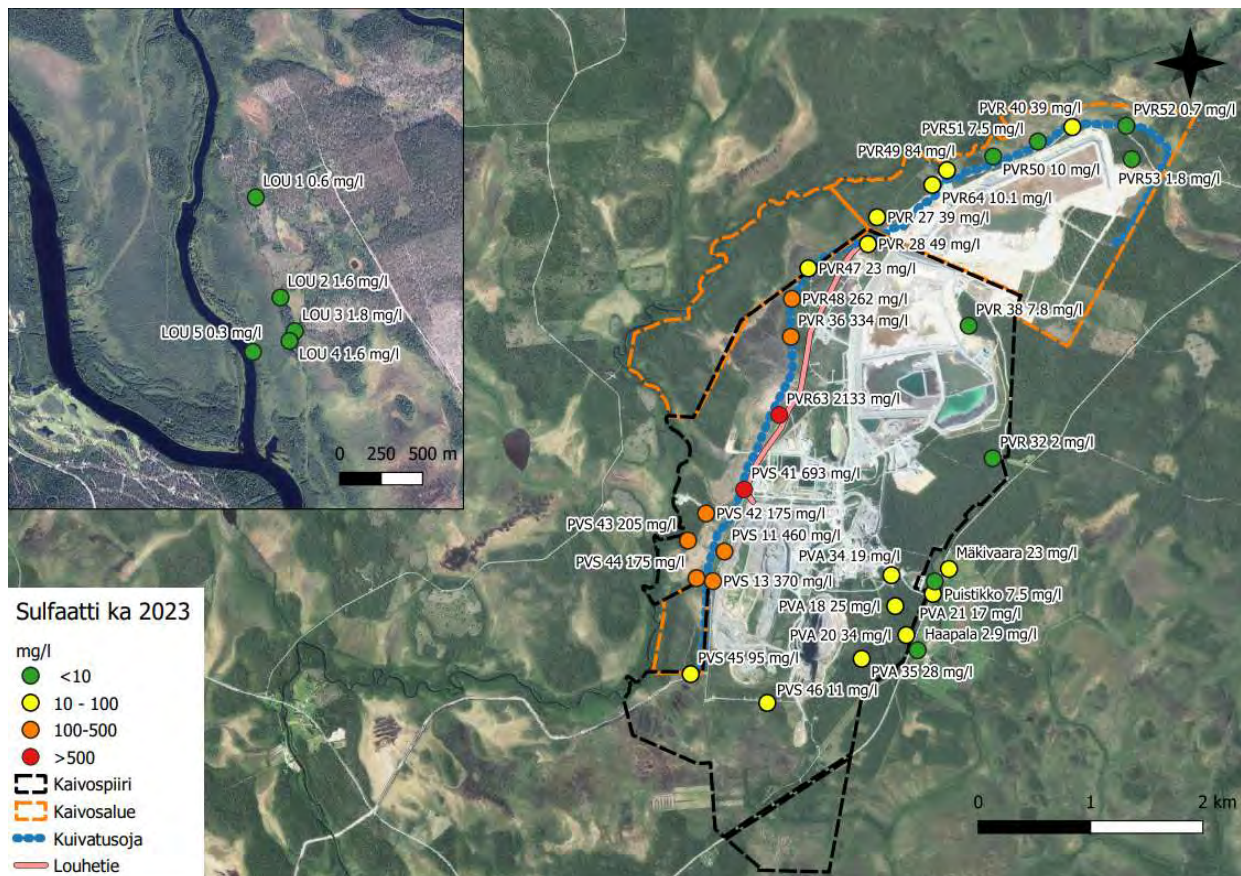
### Loukisen putket

Alueen putkilla sulfaattipitoisuudet olivat pieniä, putkilla **Lou1** ja **Lou5** käytännössä alle määritysrajan (<0,5 mg/l). Muilla putkilla pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 1,3-1,8 mg/l. (Kuva 6-14)



Kuva 6-14. Sulfaattipitoisuus Loukisen tarkkailuputkilla.

Oheisessa kuvassa 6-15 on esitetty vuoden 2023 tarkkailussa todettujen sulfaattipitoisuuksien keskiarvot temaattisella kartalla.



Kuva 6-15. Keskimääräiset sulfaattipitoisuudet pohjavesiputkissa ja talousvesikaivoissa vuonna 2023 (mg/l).

## 6.4. Kloridi

Suomalaisissa rengaskaivovesissä (tuhannen kaivon tutkimus) on kloridia keskimäärin vajaa 9 mg/l (Lahermo ym. 2002). Talousveden laatusuositus (STM 1352/2015) kloridin enimmäispitoisuudeksi on 250 mg/l. Pohjavesille annettu ympäristölaatusnormi (VN 341/2009) kloridille on 25 mg/l.

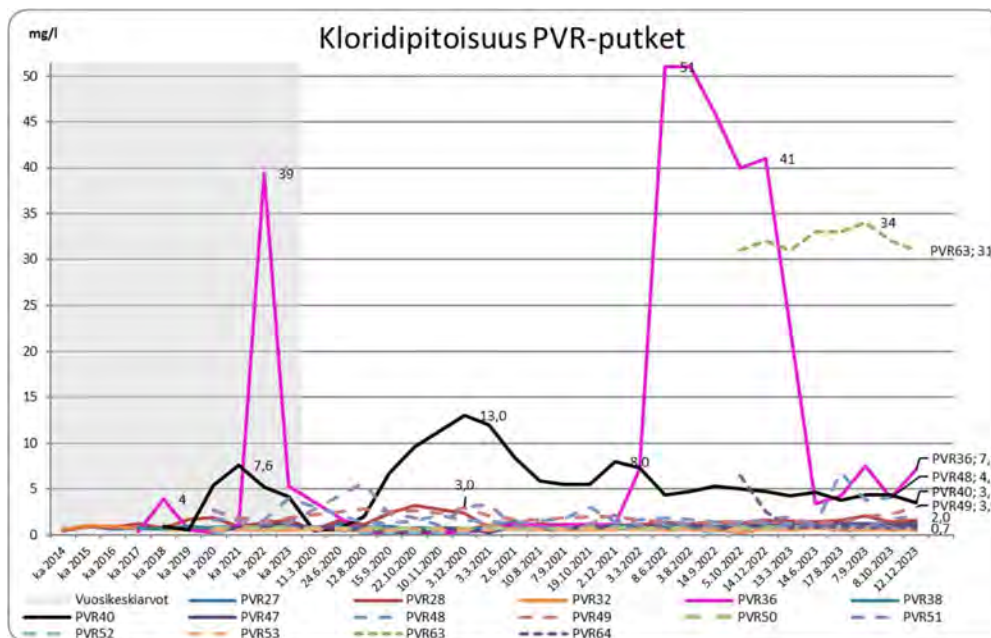
Vuoden 2023 tarkkailussa kloridin pitoisuudet vaihtelivat välillä <0,5-240 mg/l. Suurimmat kloridipitoisuudet mitattiin edellisvuosien tapaan **Haapalan** talousvesikaivolta 43-240 mg/l (vuonna 2022 52-210 mg/l).

### Rikastushiekka-altaan ympäristö

Alueen suurimmat ja muista tarkkailupisteistä poikkeavat kloridipitoisuudet 31-34 mg/l (ka 32 mg/l) mitattiin uudelta tarkkailuputkelta, kuivatusojan ja kaivosalueen välissä sijaitsevalta tarkkailuputkelta **PVR63**. Tarkkailupisteen pitoisuustaso näyttäisi olevan >30 mg/l, muilla alueen tarkkailuputkilla vuoden 2023 keskimääräiset tasot olivat <5,4 mg/l. (Kuva 6-16)

Tarkkailuputkelta **PVR36** mitattiin vuonna 2022 kloridia pitoisuudet 40-51 mg/l, kun aikaisempina vuosina pitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti <1,0 mg/l. Vuonna 2023 pitoisuudet laskivat jyrkästi pitoisuuksiin 3,4-7,5 mg/l, keskiarvon ollessa 5,3 mg/l, joka näyttäisi olevan tarkkailupisteen nykyinen taso. Tarkkailuputki sijaitsee kuivatusojan ja vanhan pintavalutuskentän (PVK4) välissä kuivatusojan välittömässä läheisyydessä. Putken tuloksiin vaikuttaa aiemmin käytössä ollut pintavalutuskenttä ja myös kuivatusoja, joka voi esimerkiksi kerryttää sulamis- ja kaivosalueen hulevesiä putken läheisyyteen. (Kuva 6-16)

Tarkkailuputkella **PVR40** kloridipitoisuudet, muiden parametrien ohella, nousivat vuonna 2021 tasoon 7,6 mg/l. Vuonna 2022 keskipitoisuudeksi laski tulokseen 5,2 mg/l ja edelleen vuonna 2023 tulokseen 4,2 mg/l. Muilla alueen putkilla pitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä. (Kuva 6-16)



Kuva 6-16. Kloridipitoisuus rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevilla pohjavesiputkilla.

### Sivukivialue

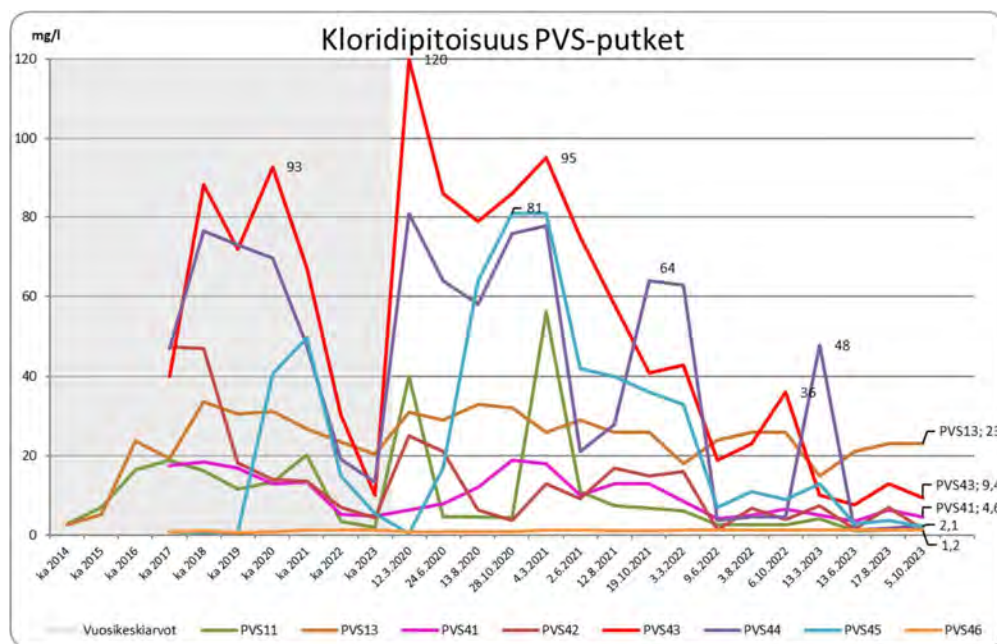
Sivukivialueen pohjavesiputkien kloridipitoisuudet vaihtelivat välillä 1,1-48 mg/l. Pitoisuudet olivat laskussa entisten pintavalutus kenttien välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla tarkkailuputkilla, kuten havaittiin myös sähkönjohtavuudessa sekä sulfaattipitoisuuksissa (Kuva 6-17).

Suurimmat yksittäiset pitoisuudet mitattiin edellisvuosien tapaan entisen pintavalutus kentän 1 laidalla sijaitsevilla putkilla **PVS43** ja **PVS44**, näilläkin pisteillä trendi on edelleen laskeva. Keskiarvopitoisuuksien kehitys on ollut vuodesta 2018 alkaen tarkkailuputkella PVS43 88→72→93→67→30→10 mg/l ja PVS44 77→73→70→48→19→13 mg/l. (Kuva 6-17)

Sivukivialueen länsipuolen vanhoilla putkilla **PVS11** ja **PVS13** kloridipitoisuudet nousivat vuonna 2016 2-3 kertaisiksi aikaisempiin vuosiin verrattaessa. Tällöin havaittiin putkien mahdollisesti vaurioituneen routimisen vuoksi. Putket on asennettu sivukivialueen laitaa kiertävän ojan penkalle, jossa routimisherkkää irtomaata on paikoin yli 3 metriä. Vuonna 2023 keskimääräiset kloridipitoisuudet laskivat edelleen, vastaavia pitoisuuksia on mitattu pisteeltä viimeksi vuosina 2013-2014. Putkella PVS11 keskipitoisuuksien kehitys on ollut vuodesta 2016 alkaen 16,5→19→16,3→11,6→13,4→20,3→3,6→1,9 mg/l ja tarkkailupisteeltä PVS13 23,8→19,3→33,8→30,7→31,3→26,8→23,5→20,5 mg/l. (Kuva 6-17)

Laskeva suuntaus oli havaittavissa edelleen vuonna 2023 vuosiin 2021 ja 2022 verrattaessa myös tarkkailupisteillä **PVS41** 14→5,3→4,8 mg/l, **PVS42** 14→7,0→4,4 mg/l ja **PVS45** 50→15→5,4 mg/l. Tarkkailuputkella **PVS46** kloridia on havaittu tarkkailun aikana keskimäärin vain noin 1,0 mg/l. (Kuva 6-17)

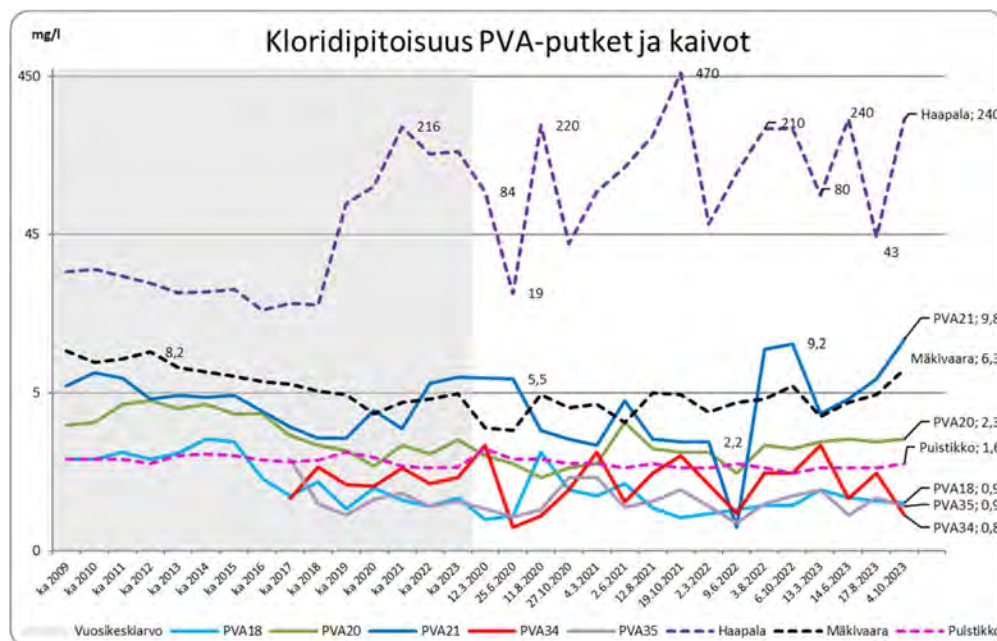




Kuva 6-17. Kloridipitoisuus sivukivialueen pohjavesiputkilla.

#### Kaivoksen ja asutuksen väli (PVA-putket) sekä talousvesikaivot

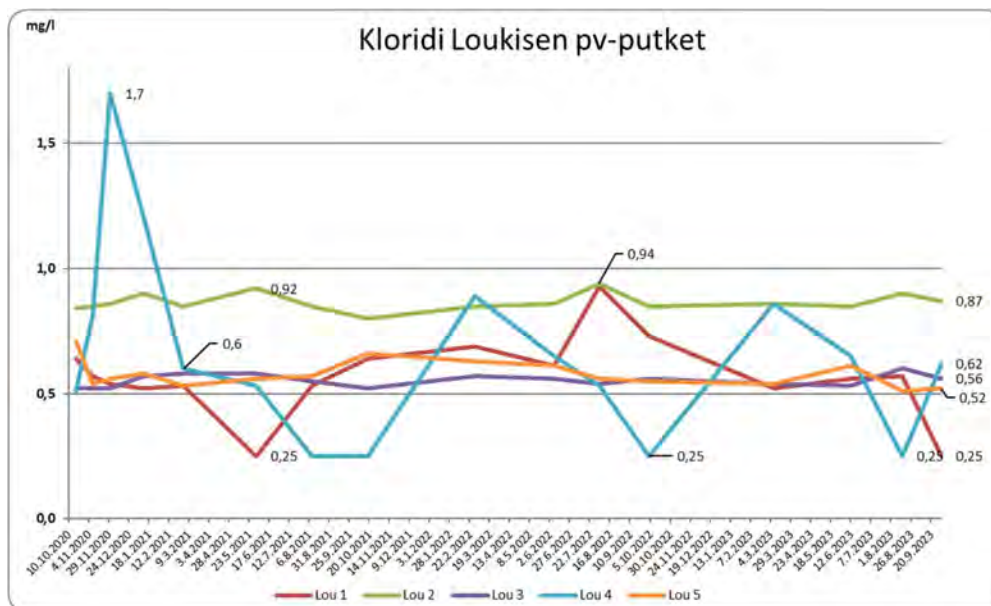
Kaivoksen ja asutuksen välillä sijaitsevien PVA-putkien sekä kaivojen kloridipitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 0,8-240 mg/l. **Haapalan** talousvesikaivon tulokset ovat olleet koko tarkkailuhistorian huomattavasti korkeampia kuin muiden tarkkailupisteiden. Kloridipitoisuuksissa tapahtui tällä pisteellä tasonnousu vuonna 2019, keskipitoisuudet kaivolla ovat olleet vuodesta 2018 lähtien 16→70→91→216→146→151 mg/l. Vuonna 2023 pitoisuudet olivat vuoden 2022 tasoilla ja alle Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 1352/2015) talousveden laatusuosituksen tason 250 mg/l. Muillakin tarkkailupisteillä vuoden 2023 tulokset olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin. (Kuva 6-18)



Kuva 6-18. Kloridipitoisuus kaivoksen ja asutuksen välissä olevissa putkissa sekä talousvesikaivoissa.

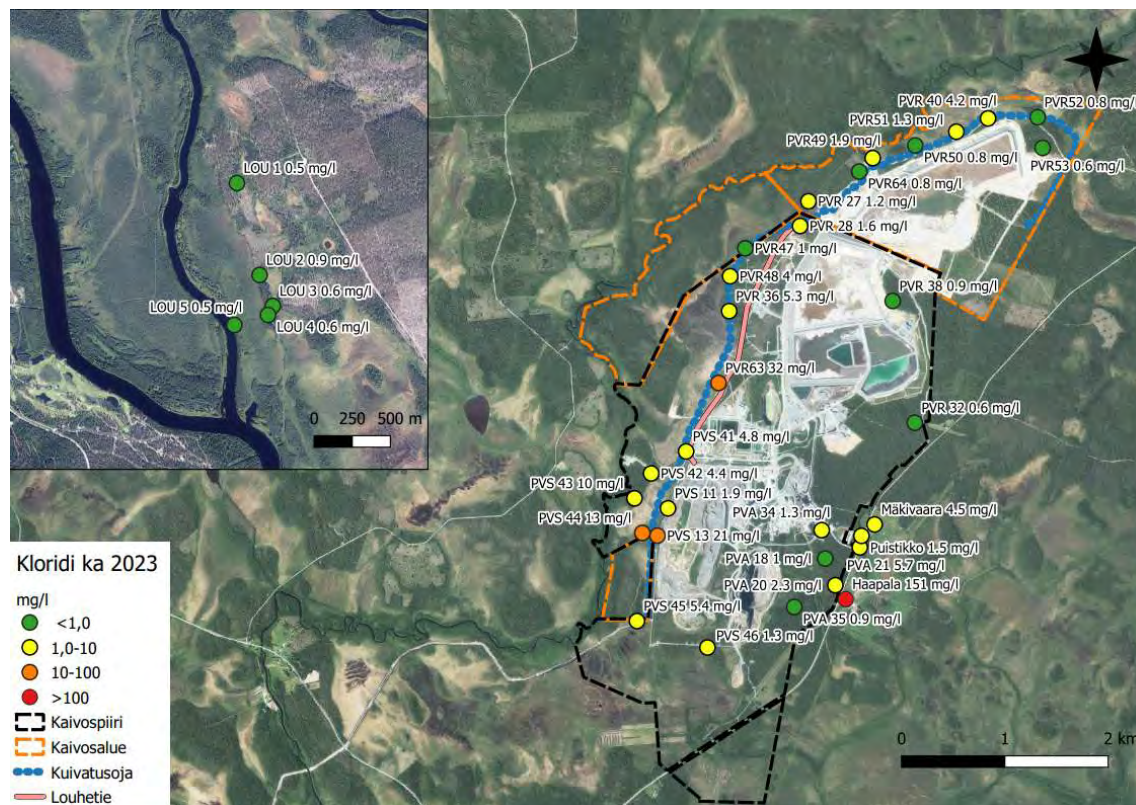
#### Loukisen putket

Alueen putkilla kloridipitoisuudet ovat olleet tarkkailun aikana erittäin pieniä, vaihdellen välillä <0,50 (määritysraja)-1,7 mg/l. (Kuva 6-19)



Kuva 6-19. Kloridipitoisuus Loukisen tarkkailuputkilla.

Oheisessa kuvassa 6-20 on esitetty vuoden 2023 tarkkailussa todettujen kloridipitoisuuksien keskiarvot temaattisella kartalla.



Kuva 6-20. Keskimääräiset kloridipitoisuudet pohjavesiputkissa ja talousvesikaivoissa vuonna 2023 (mg/l).

## 6.5. Typpi

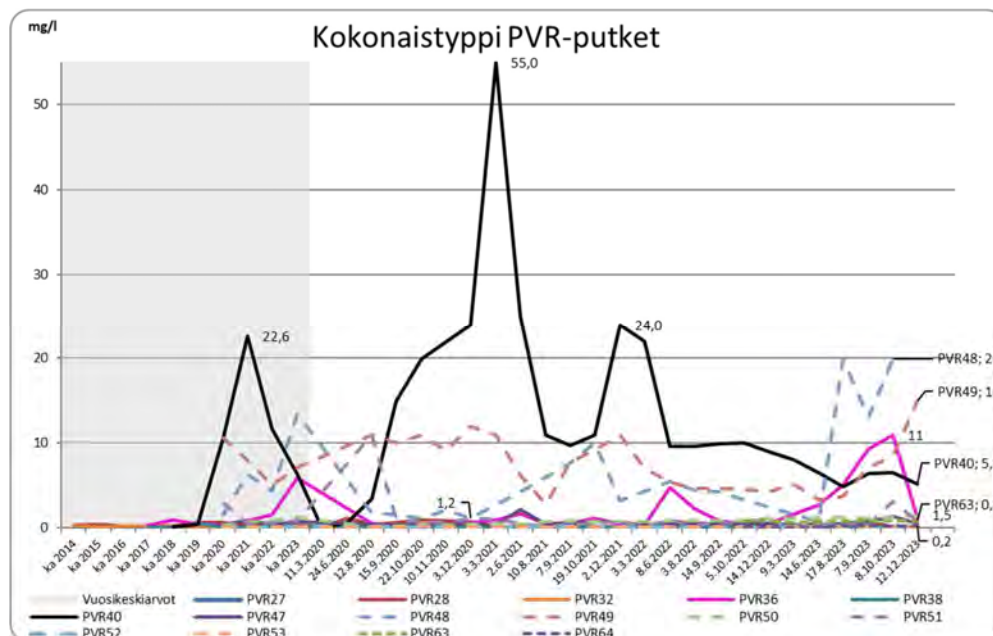
Vuoden 2023 tarkkailussa kaikkien tarkkailuputkien ja talousvesikaivojen kokonaistyyppipitoisuudet olivat välillä <math><0,05\text{--}20,0\text{ mg/l}</math>. Muista tarkkailupisteistä poikkeavat keskimääräisesti yli 5,0 mg/l kokonaistyyppipitoisuudet mitattiin tarkkailupisteiltä **PVR36** (ka 5,9 mg/l), **PVR40** (ka 6,3 mg/l), **PVR48** (ka 13 mg/l) ja putkelta **PVR49** (ka 7,1 mg/l). Muilla tarkkailupisteillä keskipitoisuudet olivat alle 3 mg/l.

### Rikastushiekka-altaan ympäristö

Rikastushiekka-altaan ympäristön pohjavesiputkien kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat yksittäisissä näytteissä välillä <math><0,05-20,0\text{ mg/l}</math>. Vuosina 2020 ja 2021 havaittiin tarkkailuputkelta **PVR40** poikkeavia pitoisuuksia, suurin kokonaispitoisuus 55 mg/l saavutettiin maaliskuussa 2021, jonka jälkeen pitoisuudet ovat laskeneet. Vuonna 2022 pitoisuudet laskivat keskimääräiseen tasoon 11,7 mg/l ja edelleen vuonna 2023 tasoon 6,3 mg/l. Trendi on edelleen laskeva loka-joulukuussa 2023 pisteeltä mitattiin pitoisuudet 6,5 ja 5,2 mg/l, kun vuonna 2022 vastaavana aikana pitoisuudet olivat 10,0 ja 9,0 mg/l. (Kuva 6-21)

Tarkkailupisteellä **PVR36** kokonaistyyppipitoisuudet kävivät syys-lokuussa 2023 pitoisuuksissa 9,3 ja 11 mg/l, jonka jälkeen laskivat joulukuussa tulokseen 1,2 mg/l. Syksyn tulosten myötä keskipitoisuus nousi vuonna 2023 tulokseen 5,9 mg/l, vuoden 2022 tuloksesta 1,6 mg/l. Tämän pisteen vierellä sen pohjoispuolella sijaitsevalla tarkkailuputkella **PVR48** oli havaittavissa myös suhteellisesti samansuuruinen muutos pitoisuustasoiissa, keskipitoisuus nousi vuoden 2022 tasolta 4,4 mg/l vuonna 2023 tasolle 13,5 mg/l. Tältä pisteeltä on aikaisempina vuosina havaittu yksittäisiä tyyppipitoisuuksia noin 10 mg/l, mutta vuonna 2023 tyyppipitoisuudet vaihtelivat kesä-lokakuussa välillä 13-20 mg/l. (Kuva 6-21)

Tarkkailupisteellä **PVR49** oli havaittavissa loppuvuotta kohden pitoisuuksien olevan nousussa. Joulukuussa mitattiin pitoisuus 15 mg/l, mikä oli yli aikaisempien havaintojen ja tuloksen myötä keskipitoisuus nousi tasoon 7,1 mg/l vuoden 2022 tasolta 5,1 mg/l. Tämä tarkkailuputki asennettiin vuonna 2020, jolloin keskimääräisesti tyyppiä havaittiin noin 10,6 mg/l ja edelleen vuonna 2021 8,0 mg/l. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat maltillisimpia ja trendejä ei ollut havaittavissa. Tyyppipitoisuuksiin näyttäisi vaikuttavan alueen hulevaikutukset, suurimmat pitoisuudet mitataan yleisesti sadejaksojen jälkeen. (Kuva 6-21)



Kuva 6-21. Kokonaistyyppipitoisuudet rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevilla pohjavesiputkilla.

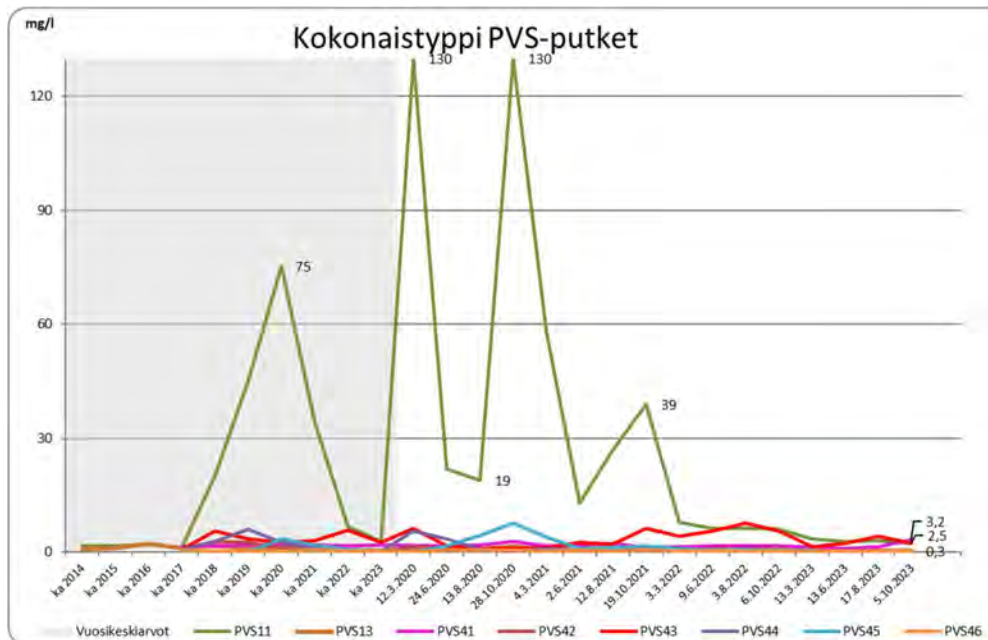
Ammoniumtyyppipitoisuudet vaihtelivat alueen putkilla, pois lukien uusi tarkkailupiste PVR63, välillä <math><5-220\text{ }\mu\text{g/l}</math>. Uudella tarkkailupisteellä **PVR63** pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 620-730  $\mu\text{g/l}$ , ylittäen ympäristölaatunormin (200  $\mu\text{g/l}$ ) tason. Muiden tarkkailupisteiden osalta edellä mainitun normin ylittävä pitoisuus 220  $\mu\text{g/l}$  havaittiin vain kerran, tarkkailuputkella **PVR48** elokuun kierroksella, syyskuussa pitoisuus oli laskenut alle määräysrajan <math><5\text{ }\mu\text{g/l}</math>. Keskipitoisuus nousi elokuun poikkeavan pitoisuuteen vuoksi tasolle 72  $\mu\text{g/l}$  vuoden 2022 tasosta 11  $\mu\text{g/l}$  ja näin ollen erottui muista alueen tarkkailupisteistä. Muilla tarkkailupisteillä vuoden 2023 tulokset olivat vuoden 2022 tasolla, tarkkailupisteeltä **PVR51** pitoisuuksien laskeva trendi jatkui myös vuonna 2023. Vuosikeskiarvojen kehitys vuosina 2020-2023 on ollut 716  $\rightarrow$  184  $\rightarrow$  45  $\rightarrow$  19  $\mu\text{g/l}$ .

### Sivukivialue

Putkella **PVS11** on ollut aikaisempina vuosina havaittavissa moninkertainen määrä kokonaistyyppiä muihin alueen tarkkailupisteisiin verrattaessa. Pitoisuuksien nouseva kehitys alkoi kesäkuussa 2018 ja suurin keskipitoisuus (75 mg/l) saavutettiin vuonna 2020. Pitoisuudet lähtivät laskuun vuonna 2021 ja laskeva suuntaus jatkui vuonna 2022 ja edelleen 2023, keskimääräisten pitoisuuksien kehitys vuosina 2020-2023 on ollut 70  $\rightarrow$  34  $\rightarrow$  6,7  $\rightarrow$  2,9 mg/l. (Kuva 6-22)

Myös tarkkailupisteellä **PVS43** keskipitoisuudet laskivat edellisvuosista. Vuonna 2022 tällä tarkkailupisteellä havaittiin muista alueen pisteistä poiketen nouseva suuntaus, keskipitoisuuksien noustessa vuoden 2021 tasolta

3,1 mg/l vuonna 2022 tasolle 5,7 mg/l, vuonna 2023 keskipitoisuus laski arvoon 2,6 mg/l. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat yhteneväisiä vuoden 2022 tuloksiin. (Kuva 6-22)



Kuva 6-22. Kokonaistyyppipitoisuudet sivukivialueen pohjavesiputkilla.

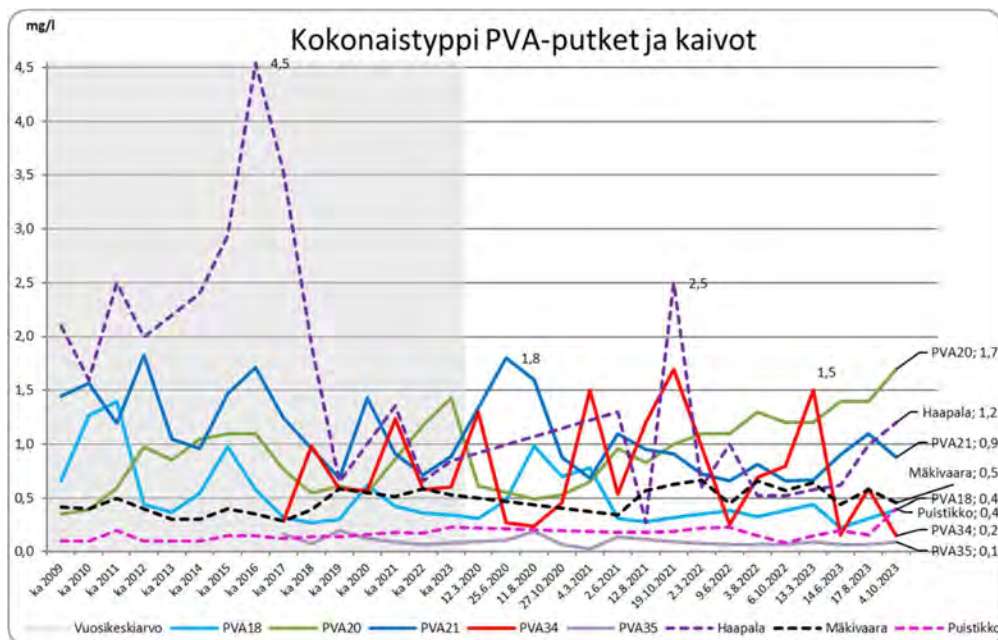
Ammoniumtyyppipitoisuudet vaihtelivat alueen putkilla välillä <math><5-380 \mu\text{g/l}</math>, ollen pääsääntöisesti laskussa vuodesta 2022. Suurimmat keskimääräisten pitoisuuksien systemaattiset laskut on ollut viime vuosina eli 2020-2023 havaittavissa tarkkailuputkella **PVS11** (880→284→27→7  $\mu\text{g/l}$ ) ja **PVS43** (678→162→56→18  $\mu\text{g/l}$ ). Suurin lasku vuoden 2022 tuloksiin verrattaessa oli havaittavissa vuonna 2023 tarkkailuputkella **PVS41** (1043→188  $\mu\text{g/l}$ ), myöskin tarkkailupisteellä **PVS13** pitoisuudet laskivat vuodesta 2022 (365→265  $\mu\text{g/l}$ ). Yleisestä suuntauksesta poiketen tarkkailupisteellä **PVS46** keskipitoisuudet nousivat vuodesta 2022, keskimääräiset pitoisuudet ovat tällä pisteellä olleet vuodet 2020-2023 268→270→255→300  $\mu\text{g/l}$ . Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat vuonna 2023 yhteneväisiä vuoden 2022 tuloksiin.

Yksittäisten näytteiden osalta ammoniumtyypin ympäristölaatu normi (200  $\mu\text{g/l}$ ) ylittyi putkella **PVS13** maaliskuun, elokuun ja lokakuun kierroksilla (380, 260 ja 260  $\mu\text{g/l}$ ), tarkkailuputkella **PVS41** kesäkuun kierroksella (480  $\mu\text{g/l}$ ) ja tarkkailuputkelta **PVS46** jokaisella kierroksella, pitoisuuksien vaihdellessa välillä 260-330  $\mu\text{g/l}$ . Samankaltaisia havaintoja ammoniumtyyppipitoisuuksissa on tehty myös edellisinä vuosina kyseisiltä putkilta.

#### **Kaivoksen ja asutuksen väli (PVA-putket) sekä talousvesikaivot**

Alueen tarkkailupisteiden kokonaistyyppipitoisuudet olivat vuonna 2023 pääsääntöisesti tavanomaisia, vaihdellen välillä <math><0,05-1,7 \text{ mg/l}</math>. Tarkkailupisteellä **PVA20** pitoisuuksissa on havaittavissa pidempiäaikainen nouseva trendi, joka käynnistyi vuonna 2020, keskipitoisuuksien kehitys tällä pisteellä on ollut vuosina 2020-2023 0,6→0,9→1,2→1,4  $\text{mg/l}$ . Nouseva trendi näyttäisi vuoden 2023 tulosten perusteella olevan voimistumassa, suurin yksittäinen pitoisuus 1,7  $\text{mg/l}$  mitattiin lokakuun kierroksella, kun aikaisempina vuosina lokakuussa pitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti laskusuunnassa. (Kuva 6-23)

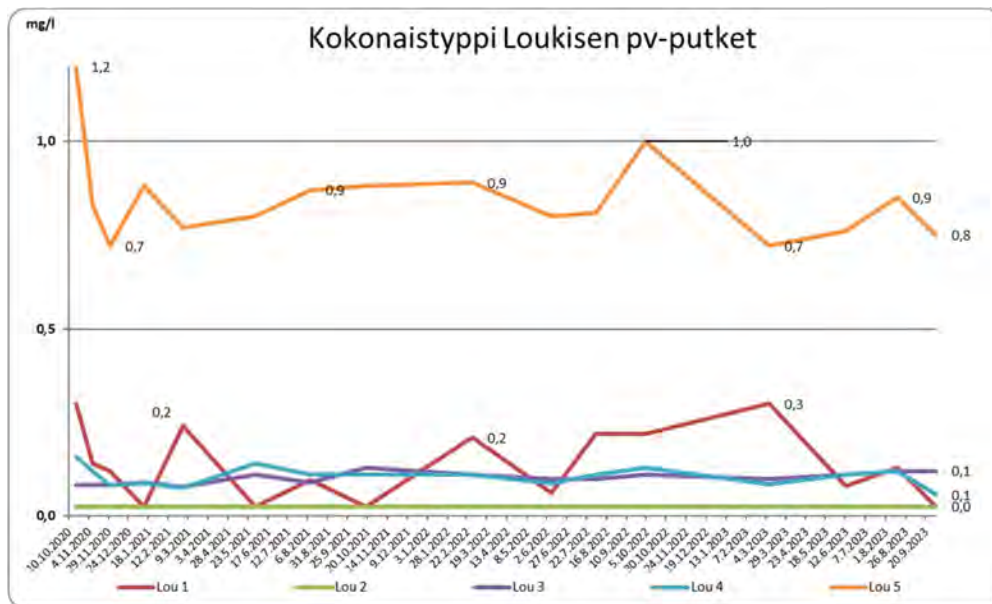
**Haapalan** talousvesikaivolta on mitattu tarkkailun aikana korkeitakin kokonaistyyppipitoisuuksia, vuonna 2023 tyyppipitoisuudet olivat vuoden 2022 tasolla 0,7-0,8  $\text{mg/l}$  mitkä ovat vuodesta 2009 alkavan tarkkailuhistorian pienimmät keskiarvot. Sen sijaan ammoniumtyyppipitoisuudet nousivat vuonna 2023 tasolle 443  $\mu\text{g/l}$  (vuonna 2022 tulos oli 173  $\mu\text{g/l}$ ), mikä tulos on taas tarkkailuhistorian suurin arvo. Kaivolta on mitattu satunnaisesti viime vuosina talousvedelle asetetun laatuvaatimuksen 500  $\mu\text{g/l}$  ylittäviä pitoisuuksia 520-580  $\mu\text{g/l}$ , mutta elokuussa 2023 mitattiin historiatiedoista poikkeava tulos 1200  $\mu\text{g/l}$ , minkä johdosta myös keskiarvo nousi. Lokakuun kierroksella pitoisuus oli laskenut tulokseen 11  $\mu\text{g/l}$ . Muilla alueen tarkkailupisteillä ammoniumtyyppipitoisuudet olivat alle 80  $\mu\text{g/l}$ , yleisesti alle määrittäysrajan 5,0  $\mu\text{g/l}$ .



Kuva 6-23. Kokonaistyyppipitoisuus kaivoksen ja asutuksen välissä olevissa PVA-putkilla.

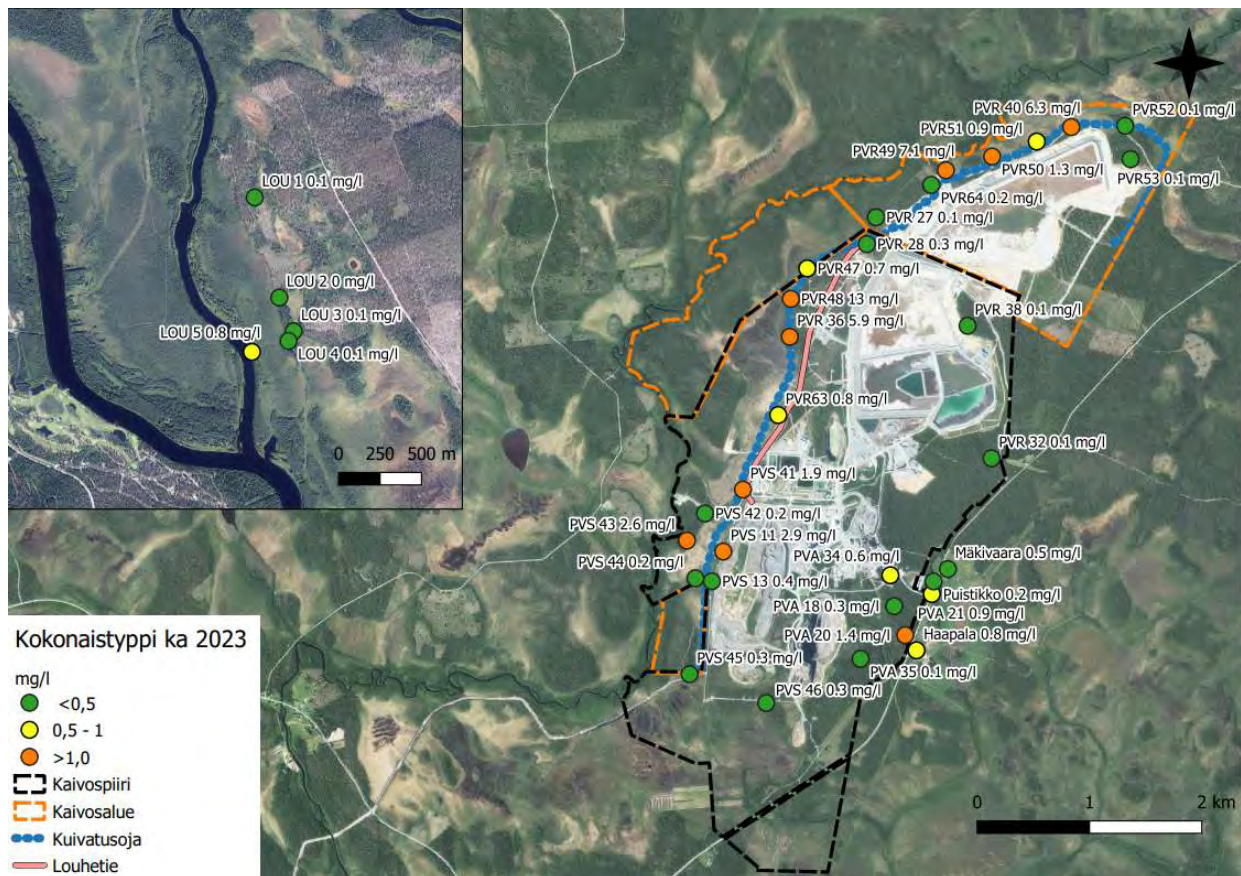
### Loukisen putket

Alueen putkilla kokonaistyyppipitoisuudet olivat pieniä, vaihdellen välillä <math><0,05</math> (määritysraja)-0,9 mg/l. Ammoniumtypen osalta, lähimpänä Loukista sijaitsevalta pisteeltä **Lou5** on mitattu tarkkailuhistorian aikana pitoisuuksia 680-1100  $\mu\text{g/l}$ , kun muilla Loukisen putkilla ammoniumtyppipitoisuudet ovat olleet huomattavasti pienempiä, yleisesti alle 20  $\mu\text{g/l}$ . Vuonna 2023 havaittiin tarkkailupisteeltä **Lou1** ammoniumtyyppä pitoisuuksia 35-450  $\mu\text{g/l}$ , kun aikaisempina vuosina eli 2020-2022 pitoisuudet ovat olleet välillä <math><5-37</math>  $\mu\text{g/l}$ . Suurin pitoisuus mitattiin elokuun kierroksella 15.8.



Kuva 6-24. Kokonaistyyppipitoisuus Loukisen tarkkailuputkilla.

Oheisessa kuvassa (Kuva 6-25) on esitetty vuoden 2023 tarkkailussa todettujen kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvot temaattisella kartalla.



Kuva 6-25. Keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet pohjavesiputkissa ja talousvesikaivoissa vuonna 2023 (mg/l).

## 6.6. Kokonaisfosfori

Vuoden 2023 tarkkailussa kokonaisfosforin pitoisuudet vaihtelivat välillä <3-180 µg/l. Tulokset olivat tavanomaisia ja pääsääntöisesti laskussa, varsinkin PVR-alueella. Aikaisempina vuosina on havaittu yksittäisiä poikkeavia pitoisuuksia (800-2200 µg/l) huonotuottoisilla tarkkailupisteillä jolloin näytteisiin on todennäköisesti sekoittunut tarkkailuputkessa olevaa hienoainesta. Havaitut pitoisuudet ovat olleet yksittäisiä ja palautuvia, eivätkä luonnehdi pohjaveden yleisiä kemiallisia muutoksia. Keskimäärin eniten kokonaisfosforia on havaittu vähävetiseltä tarkkailuputkelta **PVR48**. Vuonna 2022 keskipitoisuus nousi arvoon 391 µg/l, laskien vuonna 2023 arvoon 65 µg/l.

## 6.7. Nikkeli

Nikkeli on ympäristössä yleinen, pieninä pitoisuuksina esiintyvä raskasmetalli. Nikkelin keskipitoisuudet Suomen pora- ja rengaskaivovesissä olivat tuhannen kaivon tutkimuksessa 1,8 µg/l ja 3,3 µg/l. Kallioperän nikkelpitoiset sulfidimineralisaatiot voivat kuitenkin nostaa pohjaveden pitoisuuksia tavallista suuremmiksi (Lahermo ym. 2002). Talousvedelle asetettu nikkelin enimmäispitoisuus on 20 µg/l (STM 1352/2015) ja pohjaveden ympäristölaatonormi on 10 µg/l (341/2009).

Vuoden 2023 tarkkailussa kaikkien putkien sekä kaivojen yksittäisten näytteiden nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä <0,2 (määritysraja)-97 µg/l.

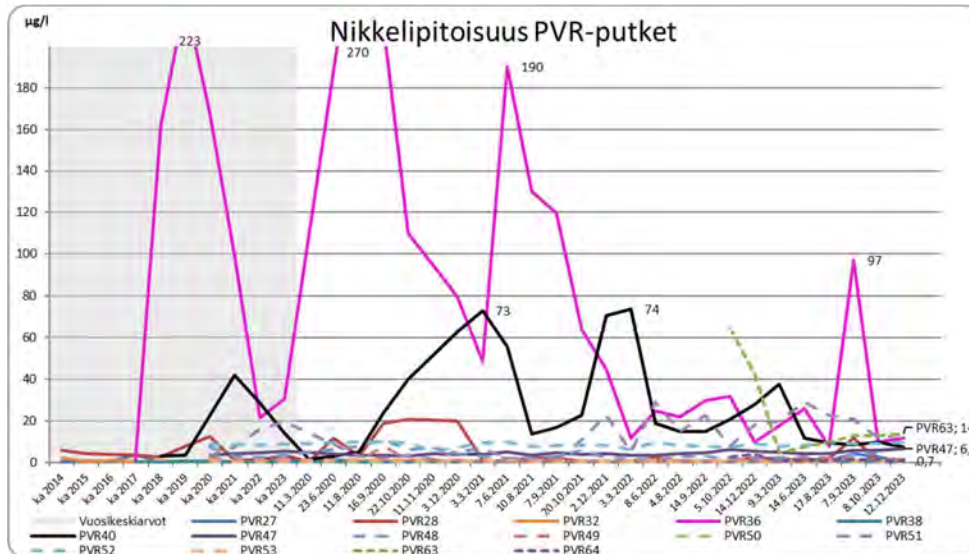
### Rikastushiekka-altaan ympäristö

Alueen putkilla nikkelpitoisuudet vaihtelivat välillä <0,2-97 µg/l. Muista alueen pohjavesiputkista poikkeavat pitoisuudet on mitattu myös aikaisempina vuosina putkelta **PVR36**. Suurin keskipitoisuus 223 µg/l mitattiin tältä pisteeltä vuonna 2019, jonka jälkeen pitoisuudet ovat laskeneet. Vuosina 2020-2022 keskipitoisuuksien kehitys on ollut 168→100→22 µg/l. Vuonna 2023 keskipitoisuus nousi tasoon 31 µg/l syyskuussa mitatun pitoisuuden 97 µg/l seurauksena, vuoden muilla kierroksilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 8-26 µg/l, ollen keskimääräisesti näillä kierroksilla alle vuoden 2022 tulosten. (Kuva 6-26)

Tarkkailuputkella **PVR40** nikkelpitoisuudet kuten muutkin keskeiset parametrit muuttuivat loppukesästä 2020 ja nikkelpitoisuudet nousivat aina maaliskuulle 2022 asti, jolloin mitattiin huippupitoisuus 74 µg/l. Pitoisuudet laskivat heti kesäkuussa 2022 tasolle 19 µg/l ja vaihtelivat loppuvuoden aikana välillä 15-28 µg/l. Vuonna 2023 nikkeliä havaittiin tältä pisteeltä pitoisuuksia 7,4-38 µg/l, pitoisuuksien pienentyessä loppuvuotta kohden, joten

trendi on edelleen laskeva. Viereisellä tarkkailuputkella **PVR51** nikkelipitoisuudet ovat vielä nousussa. Kesällä 2021 nikkeliä havaittiin putkelta keskimäärin noin 7,7 µg/l, vuonna 2022 noin 16,4 µg/l ja edelleen vuonna 2023 noin 19,8 µg/l. Keskipitoisuus on siis edelleen nousussa, mutta tulosten mukaan tasoittumassa nykyiselle tasolle. (Kuva 6-26)

Uudelta tarkkailupisteeltä **PVR63** nikkeliä mitattiin heti putken asennuksen jälkeen lokakuussa 2022 pitoisuus 65 µg/l ja joulukuussa pitoisuus 43 µg/l. Vuonna 2023 pitoisuudet vaihtelivat välillä 4,7-14 µg/l, mikä näyttäisi olevan tarkkailupisteen normaalitaso. Muilla alueen tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat tavanomaisia, pitoisuuksien jäädessä alle 12 µg/l, pääsääntöisesti tasoon alle 2,0 µg/l. (Kuva 6-26)



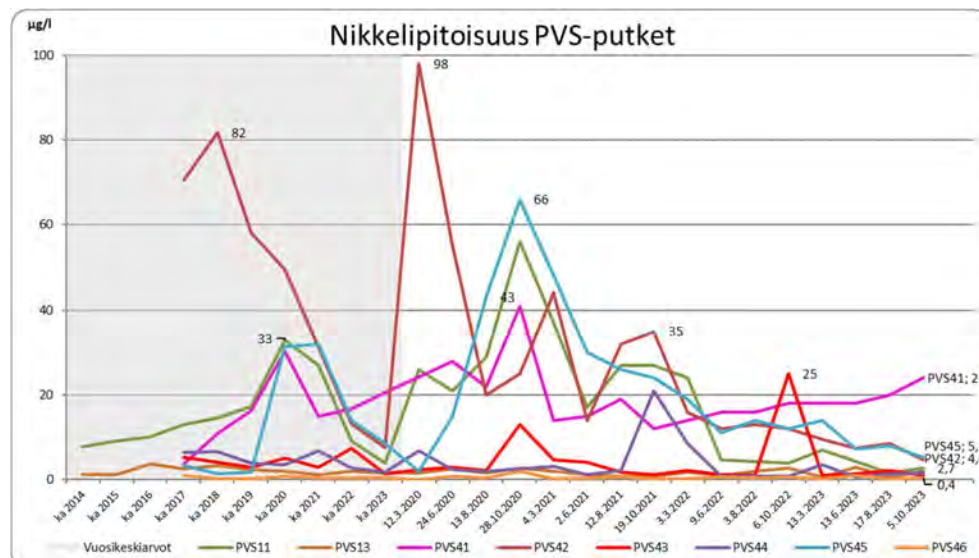
Kuva 6-26. Nikkelipitoisuudet rikastushiekka-altaan ympärillä olevissa putkissa.

### Sivukivialue

Sivukivialueen pohjavesinäytteiden nikkelpitoisuudet olivat välillä 0,2 (määritysraja)-24 µg/l. Pääsääntöisesti pitoisuudet olivat edelleen laskussa, laskeva suuntaus alkoi vuonna 2021 (Kuva 6-27).

Yleisestä trendistä poiketen, tarkkailuputkella **PVS41** pitoisuudet ovat olleet nousussa vuodet 2022 ja 2023, vuoden 2021 tuloksista. Keskimääräisesti nikkeliä on havaittu vuositason tältä pisteeltä vuosina 2020-2023 pitoisuudet 30,3→15,0→16,7→20,7 µg/l. Putki sijaitsee kuivatusojan ja louhetien välissä, joiden rakentaminen vuosina 2021-2022 näyttäisi nostaneen pitoisuuksia. (Kuva 6-27)

Aikaisempina vuosina, ennen vuotta 2021 suurimmat pitoisuudet on mitattu pintavalutuskentän 1 laidalla sijaitsevalta putkelta **PVS42**. Vuonna 2020 keskipitoisuus oli tällä putkella vielä 50 µg/l, kunnes laski vuonna 2021 tasoon 31 µg/l ja edelleen vuosien 2022 ja 2023 aikana 13→7,6 µg/l. Myös vanhalla tarkkailuputkella **PVS11** laskeva trendi jatkui ja vuoden 2023 keskipitoisuus oli pienin mitä pisteeltä on tarkkailun aikana havaittu, keskipitoisuuksien kehitys vuosina 2020-2023 on ollut tällä pisteellä 33→27→9,2→3,9 µg/l. Samansuuntainen kehitys on havaittavissa myös edelleen tarkkailupisteillä **PVS44** ja **PVS45**. (Kuva 6-27)

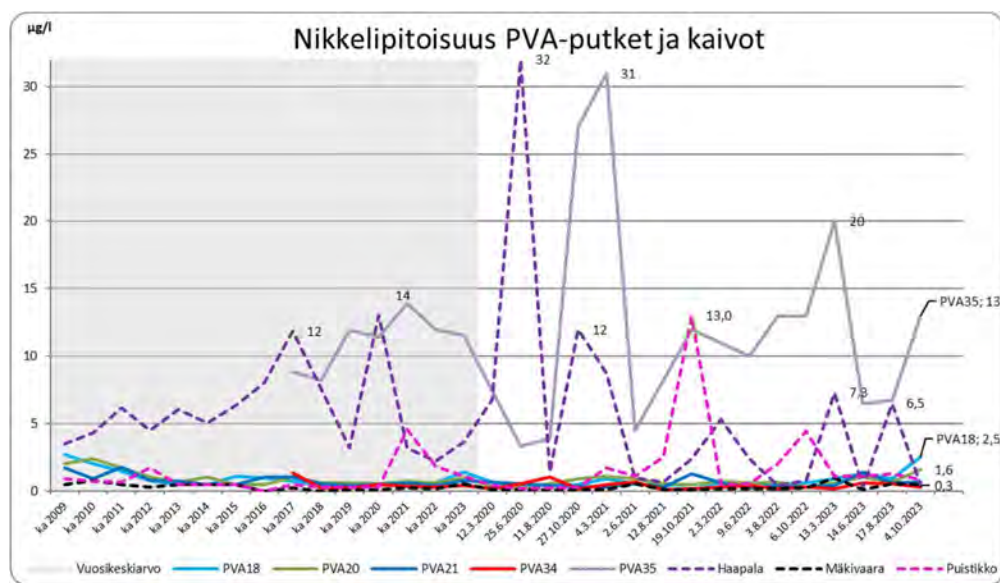


Kuva 6-27. Nikkelipitoisuudet sivukivialueen pohjavesiputkissa.

### Kaivoksen ja asutuksen väli (PVA-putket) sekä talousvesikaivot

Kaivoksen ja asutuksen välillä sijaitsevien putkien nikkelpitoisuudet olivat <0,2 (määritysraja)-20 µg/l ja talousvesikaivojen tulokset välillä <0,2-7,3 µg/l. Putkella **PVA35** nikkelpitoisuudet ovat vaihdelleet aikaisempina vuosina runsaasti kierrosten välillä, esimerkiksi vuonna 2021 pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 3,3-31 µg/l. Vuonna 2023 pitoisuuksien hajonta kasvoi hieman vuodesta 2022, pitoisuuksien vaihdeltaessa välillä 6,5-20 µg/l, mutta keskipitoisuus oli edelleen laskussa 12,0→11,6 µg/l. Tarkkailupisteeltä **PVA18** havaittiin lokakuun kierroksella yksittäinen nikkelpitoisuus 2,5 µg/l, joka poikkesi pisteen normaalitasosta noin 1,0 µg/l. Muiden tarkkailuputkien tulokset (<0,2-1,4 µg/l) olivat yhteneväisiä edellisvuosiin. (Kuva 6-28)

**Haapalan** talousvesikaivosta on havaittu nikkeliä läpi tarkkailuhistorian. Kaivolta on mitattu yksittäisiä talousveden kemiallisen laatuvaatimuksen tason (<20 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia aikaisempina tarkkailuvuosina, edellinen havainto 32 µg/l tehtiin kesäkuussa 2020. Vuonna 2023 havaittiin pitoisuuksia 0,3-7,3 µg/l ja pidempiaikainen trendi kääntyi nousuun vuodesta 2022, ollen kuitenkin alle vuosien 2009-2021 keskimääräisen tason 6,4 µg/l. **Mäkivaaran** talousvesinäytteiden nikkelpitoisuudet olivat <1,0 µg/l. **Puistikon** kaivolta on mitattu silloin tällöin kaivon yleisestä tasosta poikkeavia pitoisuuksia, viimeksi lokakuussa 2021 mitattiin pitoisuus 13 µg/l, vuonna 2023 pitoisuudet olivat pieniä vaihdellen välillä 0,9-1,3 µg/l. Kaivon metallipitoisuudet ovat vaihdelleet viime vuosina, ilmiön taustalla on todennäköisesti vedenkäytön vähentyminen taloudessa, koska kiinteistössä ei ole pysyvää asutusta. (Kuva 6-28)

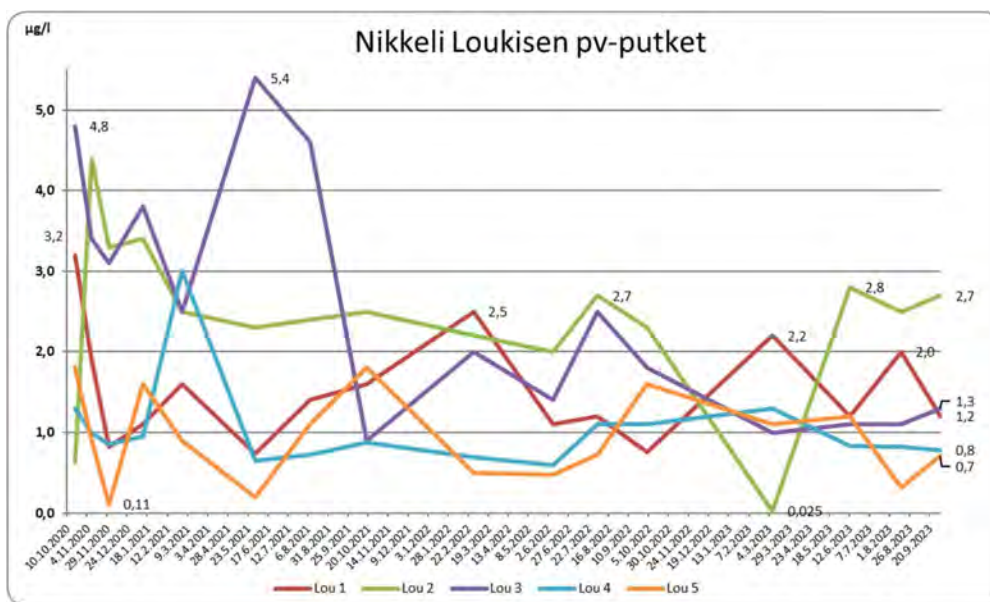


Kuva 6-28. Nikkelpitoisuudet kaivoksen ja asutuksen välissä sijaitsevilla pohjavesiputkissa sekä talousvesikaivoissa.

### Loukisen putket

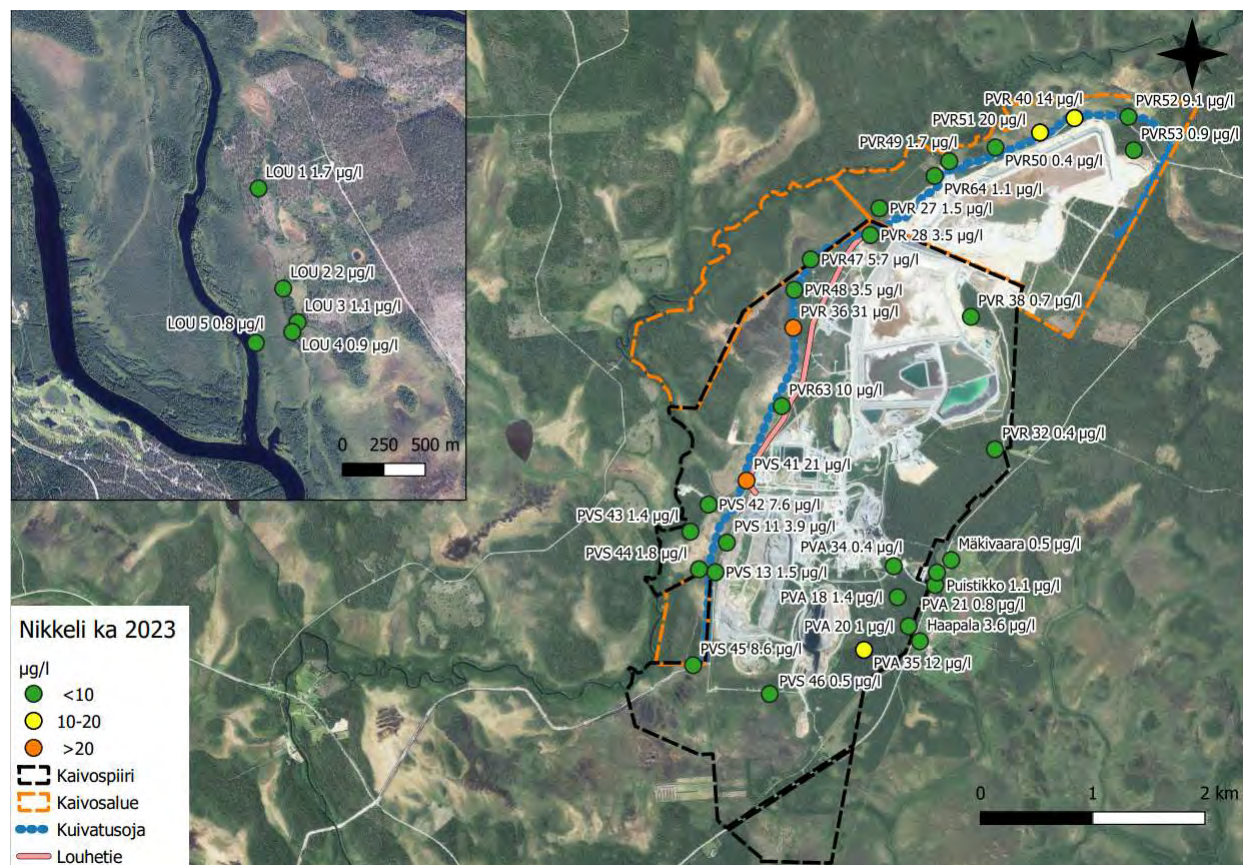
Loukisen putkelta mitattiin heti asennuksen jälkeen nikkeliä pitoisuuksia 8,9-120 µg/l. Suurin pitoisuus mitattiin putkelta Lou 1, samalla kierroksella myös muut metallipitoisuudet olivat poikkeavia muihin kierroksiin verrattaessa. Putkessa oli vielä tuolloin asennuksessa käytettyä poravettä, eikä tulokset luonnehdi alueellista pohjavettä. Vuonna 2023 liukoisen nikkelin pitoisuudet olivat tasaisia ja pieniä, vaihdellen välillä <0,05 (määritysraja)-2,8 µg/l. (Kuva 6-29)





Kuva 6-29. Nikkeli pitoisuudet Loukisen pohjavesiputkilla.

Oheisessa kuvassa 6-30 on esitetty temaattisen kartan avulla vuoden 2023 keskimääräiset nikkeli pitoisuudet.



Kuva 6-30. Keskimääräiset nikkeli pitoisuudet (µg/l) pohjavesiputkissa ja talousvesikaivoissa vuonna 2023.

## 6.8. Arseeni

Kittilän kultamalmoissa arsenopyriitti (arsenikiisu) on yleinen mineraali ja se nostaa alueen pohjavesien arsenipitoisuuksia havaittavasti. Malmiesiintymien ja malmiaiheidenv ympäristössä arsenipitoisuus voi olla jopa tuhatkertainen ympäröivään kallioperään verrattuna. Erityisesti kultamalminen sekä kulta-aiheidenv ympäristönn kallioperässä voi olla tavallista runsaammin arseenia.

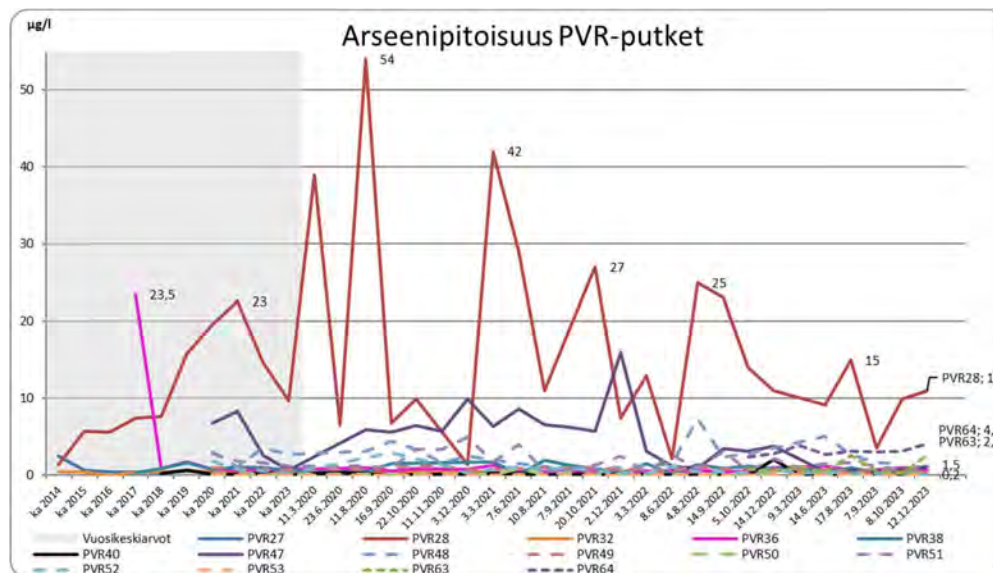
Kittilän kaivokselta n. 10 km luoteeseen sijaitsevan Suasjärven koillisrannalla olevasta lähteestä on mitattu korkeita arseenipitoisuuksia (36,2 µg/l). Samaisen tutkimuksen mukaan muutamissa vesinäytteissä oli paljon sulfaattia, viitaten kallioperän sulfidiesiintymiin (Tanskanen ym., 2004).

Sosiaali- ja terveysministeriön laatuvaatimus talousveden arseenin enimmäispitoisuudeksi on 10 µg/l (STM 1352/2015) ja pohjaveden ympäristölaatuormi (VNa 341/2009) 5 µg/l.

Vuoden 2023 tarkkailussa kaikkien putkien ja talousvesikaivojen arseenipitoisuudet vaihtelivat välillä <0,1-32 µg/l.

### Rikastushiekka-altaan ympäristö

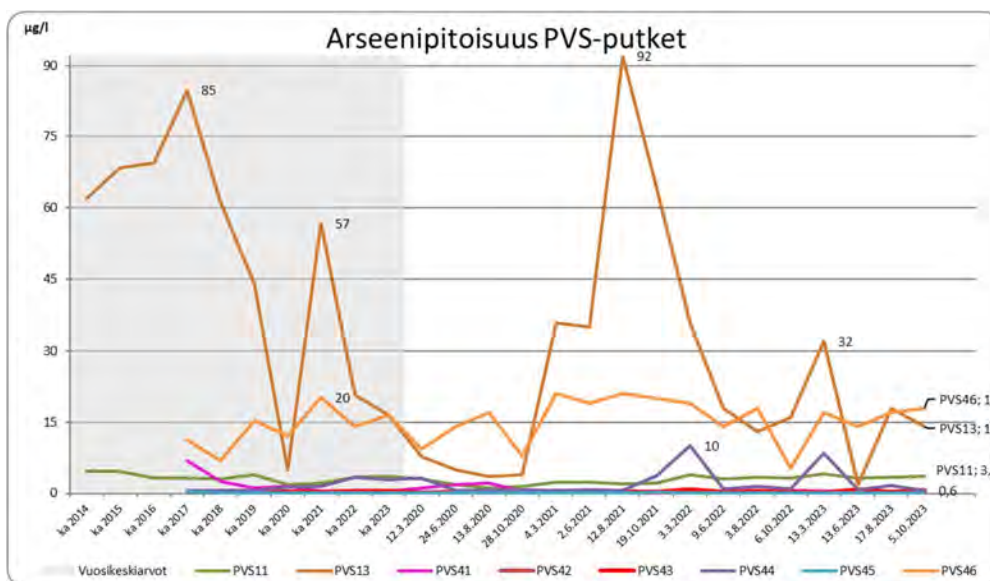
PVR-putkien pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 0,1-15 µg/l (Kuva 6-31). Suurimmat keskipitoisuudet ja muista alueen putkista poikkeavat pitoisuudet mitattiin edellisvuosien tapaan tarkkailupisteeltä **PVR28**. Keskimääräiset arseenipitoisuudet putkella ovat olleet asennusvuodesta 2014 alkaen 1,5→5,8→5,7→7,4→7,7→15,9→19,6→22,6→14,7→9,8 µg/l, joten pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti vuosina 2022 ja 2023, vuosien 2019-2021 tasoista. Muilla alueen tarkkailuputkilla pitoisuudet olivat tavanomaisia. (Kuva 6-31)



Kuva 6-31. Arseenipitoisuudet rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevilla pohjavesiputkilla.

### Sivukivialue

Sivukivialueen pohjavesiputkien arseenipitoisuudet vaihtelivat välillä <0,2-32 µg/l. Alueen suurimmat yksittäiset pitoisuudet mitattiin edellisvuosien tapaan tarkkailuputkelta **PVS13**. Tällä pisteellä vuoden 2021 keskipitoisuus oli 57 µg/l, laskien vuonna 2022 tulokseen 21 µg/l ja edelleen vuonna 2023 tulokseen 16,5 µg/l, joka on luontaisesti havaittavissa alueen eteläisimmäiseltä, Suurikuusikon avolouhoksen lounaispuolella sijaitsevalta tarkkailuputkella **PVS46**. Muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat tavanomaisia. (Kuva 6-32)

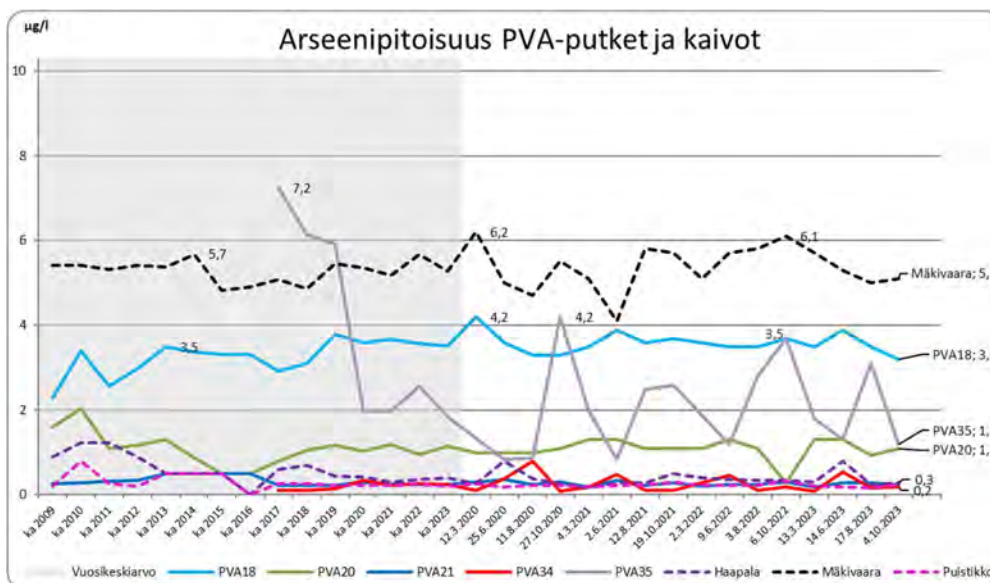


Kuva 6-32. Arseenipitoisuus sivukivalueen pohjavesiputkilla

### Kaivoksen ja asutuksen väli (PVA-putket) sekä talousvesikaivot

Kaivoksen ja asutuksen välissä sijaitsevien pohjavesiputkien sekä talousvesikaivojen arseenipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 0,2-5,7 µg/l. Putkelta **PVA35** pitoisuuksissa on paljon heiluntaa kierrosten välillä, mutta vuoden keskiarvopitoisuus laski vuodesta 2022, keskipitoisuuksien kehitys on ollut vuodesta 2017 alkaen 7,2→6,1→5,9→2,0→2,0→2,6→1,9 µg/l. Muilla pohjavesiputkilla tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien tarkkailutuloksiin. (Kuva 6-33)

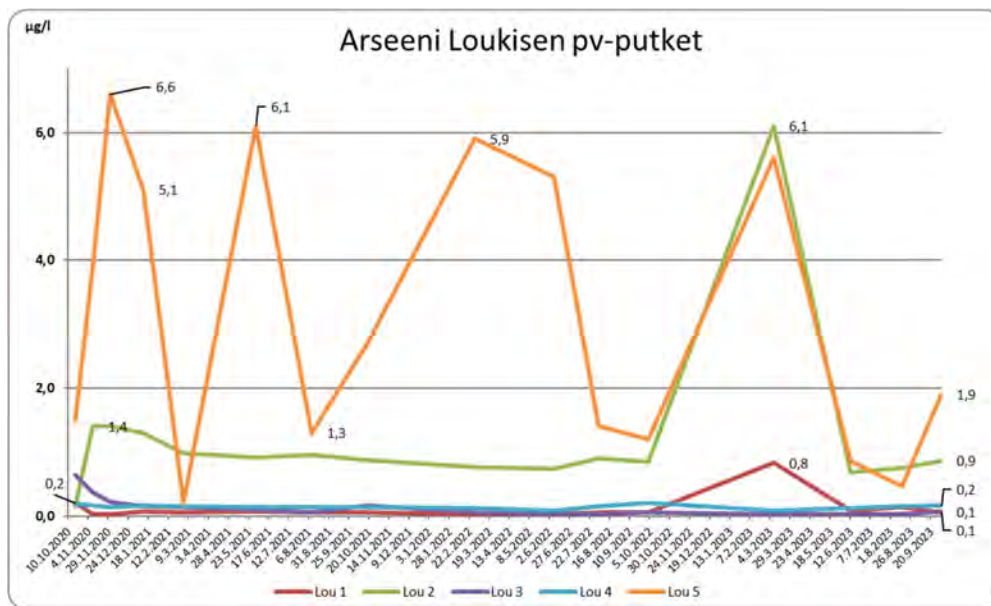
Talousvesistä suurimmat pitoisuudet (5,0-5,8 µg/l) mitattiin edellisten vuosien tapaan **Mäkivaaran** talousvesikaivosta. Sosiaali- ja terveysministeriön laatuvaatimus talousveden arseenin enimmäispitoisuudeksi on 10 µg/l (STM 1352/2015). Kaikkien talousvesikaivojen arseenitulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosiin. (Kuva 6-33)



Kuva 6-33. Arseenipitoisuus kaivoksen ja asutuksen välissä olevissa putkissa sekä talousvesikaivoissa.

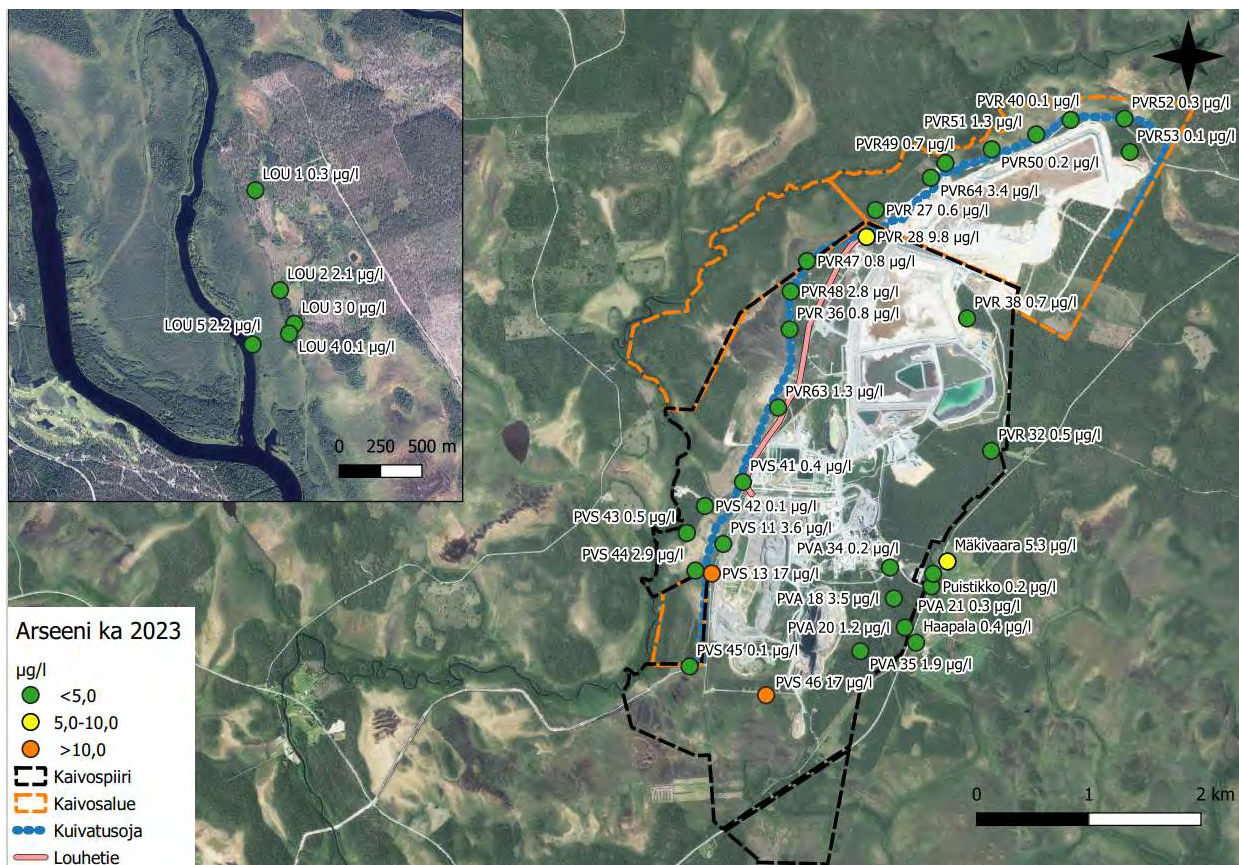
### Loukisen putket

Loukisen putkilta mitattiin vuoden aikana arseenipitoisuuksia <0,05(määritysraja)-6,1 µg/l. Suurin pitoisuus ja samalla hiukan tämän pisteen tarkkailuhistoriasta poikkeava tulos mitattiin maaliskuun kierroksella tarkkailuputkelta **Lou 2**, muilla vuoden kierroksilla pitoisuudet jäivät tasoon <0,1 µg/l. Muilla putkilla pitoisuudet olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailutuloksiin, tarkkailupisteeltä **Lou 5** on mitattu yksittäisiä, yli 5,0 µg/l pitoisuuksia jokaisena tarkkailuvuotena. (Kuva 6-34)



Kuva 6-34. Arseenipitoisuudet Loukisen pohjavesiputkilla.

Oheisessa kuvassa 6-35 on esitetty vuoden 2023 tarkkailussa todetut arseenin keskipitoisuudet tarkkailupisteillä.



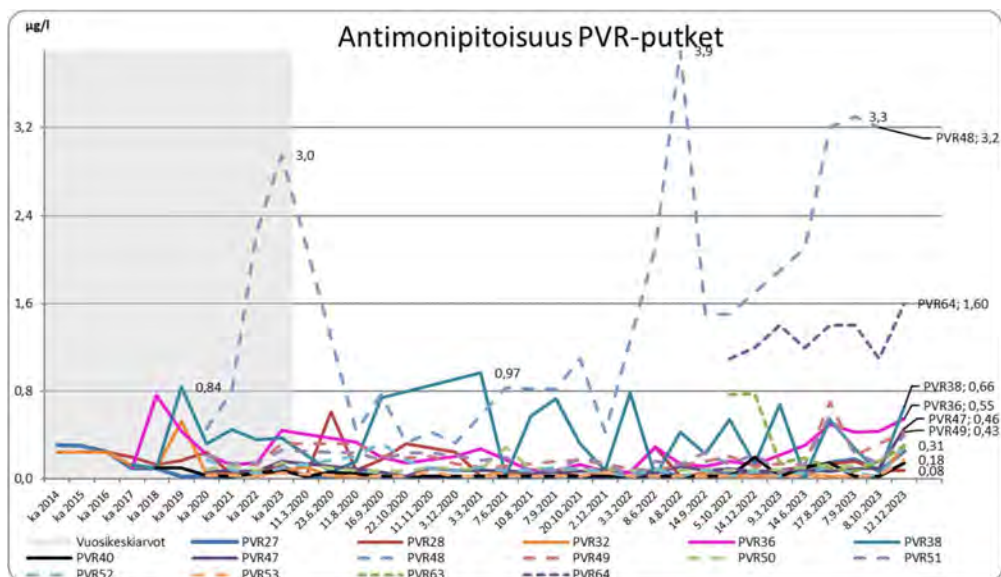
Kuva 6-35. Keskimääräiset arseenipitoisuudet pohjavesiputkissa ja talousvesikaivoissa vuonna 2023 (µg/l).

## 6.9. Antimoni

Antimoni muistuttaa kemiallisesti arseenia, ollen sitä hieman metallimaisempi ja atomipainoltaan raskaampi. Tehtyjen korrelaatiolaskentojen perusteella antimoni käyttäytyy vedessä arseenin tavoin itsenäisesti, muista liuenneista aineista riippumattomana. Vain rengaskaivoveden humuspitoisuutta ilmentävien parametrien (KMnO<sub>4</sub>- ja väriluku) kanssa antimonilla on selvä riippuvuussuhde, mikä viittaa siihen, että antimoni liikkuu vedessä humusaineiden ja muiden orgaanisten yhdisteiden kanssa (Lahermo ym. 2002). Antimonin osalta talousveden laatuvaatimus on <5 µg/l (STM 1352/2015) ja pohjaveden ympäristölaatunormi 2,5 µg/l (VNa 341/2009).

### Rikastushiekka-altaan ympäristö

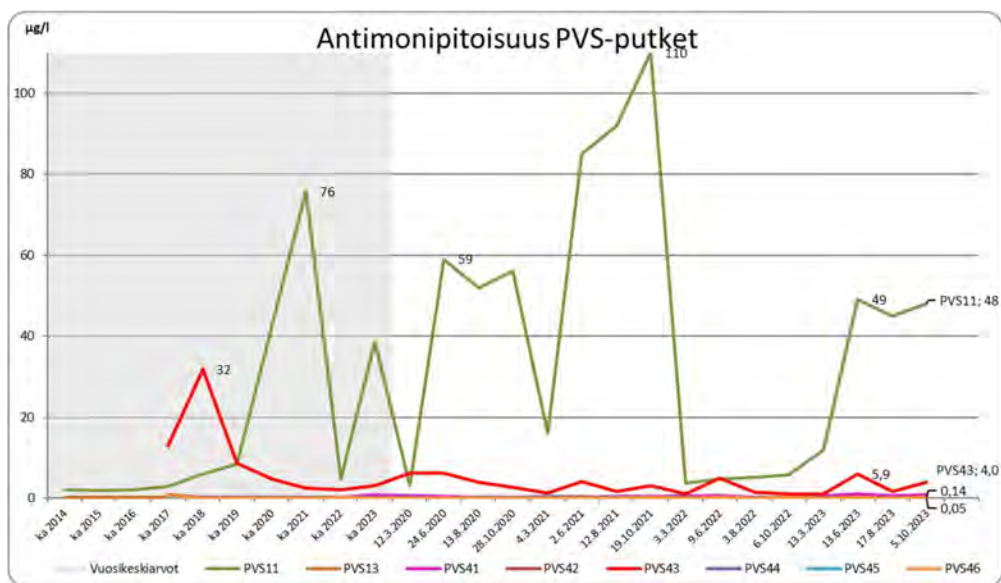
Antimonipitoisuudet vaihtelivat alueella välillä <0,05 (määritysraja)-3,3 µg/l. Tarkkailupisteeltä **PVR48** mitattiin antimonin pitoisuutta vuoden 2023 aikana pitoisuuksia 2,1-3,3 µg/l, vuonna 2022 pitoisuuksia 1,5-3,9 µg/l. Pitoisuuksissa on ollut nouseva suuntaus putken asennuksesta eli vuodesta 2020 lähtien, vuosikeskiarvojen kehitys on ollut näinä vuosina 0,5→0,8→2,3→3,0 µg/l. Uudella tarkkailupisteellä **PVR64** antimonin havaittiin vuoden aikana pitoisuuksia 1,1-1,6 µg/l, muilla tarkkailupisteillä pitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä, alle 0,7 µg/l. (Kuva 6-29)



Kuva 6-36. Antimonipitoisuudet rikastushiekka-altaan ympärillä sijaitsevilla pohjavesiputkilla.

### Sivukivialue

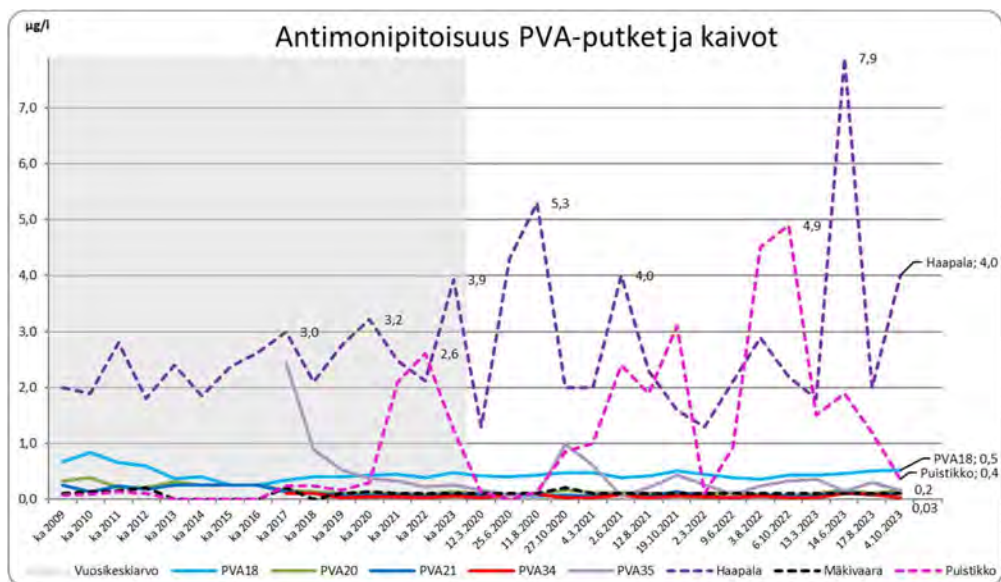
Sivukivialueella tarkkailuputkella **PVS11** antimonipitoisuudet lähtivät nousuun kesällä 2020 ja suurin pitoisuus 110 µg/l mitattiin lokakuussa 2021. Vuonna 2022 pitoisuudet laskivat jyrkästi tasoon 4,8 µg/l, mutta nousivat vuoden 2023 tulosten myötä tasolle 39 µg/l. Tarkkailupisteeseen tuloksiin vaikuttanee läheisellä sivukivialueella tehdyt toimenpiteet. Tarkkailupisteellä **PVS43** keskipitoisuudet ovat olleet välillä 2,2-3,1 µg/l vuosina 2021-2023, aikaisempina vuosina vuositasot vaihtelivat välillä 4,8-32 µg/l. Edellä mainittu tarkkailupiste sijaitsee vanhalla pintavalutuskentällä 1, jonne johdettiin kaivoksen kuivatusvedet ennen purkuputken käyttöönottoa. Antimonia on yleisesti havaittu juuri kuivatusvesissä malmiosta johtuen ja vesien johtamisen lopettaminen pintavalutuskentälle on laskenut havaittuja pitoisuuksia tällä pisteellä. Muilla alueen tarkkailupisteillä antimonipitoisuudet olivat pieniä pitoisuuksien jäädessä alle 1,1 µg/l, pisteellä **PVS45** antimonipitoisuudet ovat käytännössä olleet alle määritysrajan 0,05 µg/l koko tarkkailun ajan. (Kuva 6-37)



Kuva 6-37. Antimonipitoisuudet sivukivalueen pohjavesiputkilla.

### Kaivoksen ja asutuksen väli (PVA-putket) sekä talousvesikaivot

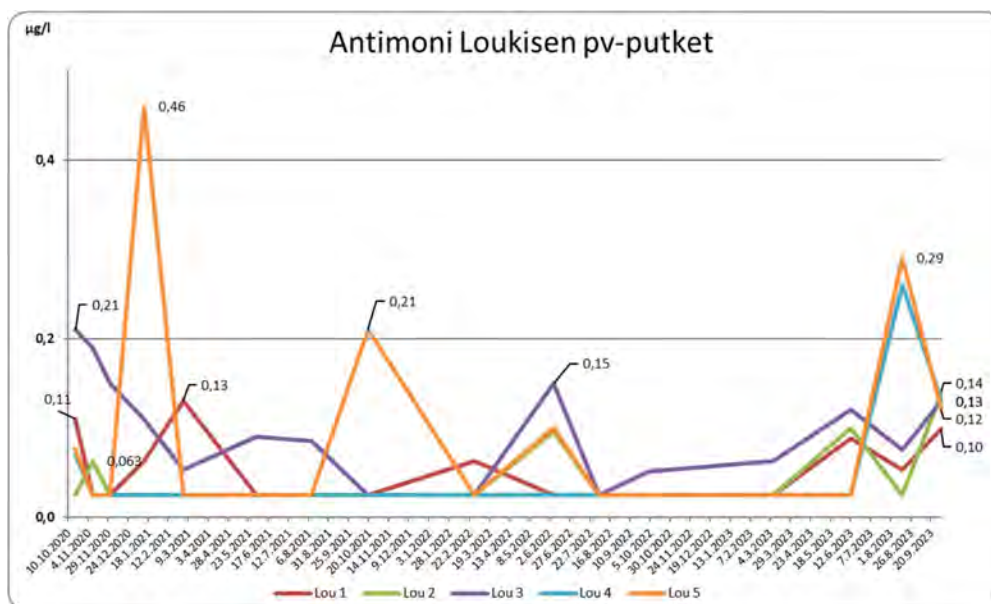
Alueen pohjavesiputkien antimonipitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä, pohjavesiputkilla alle 0,55 µg/l. **Haapalan** talousvesikaivossa havaittiin edellisvuosien tapaan antimonia säännöllisesti, pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 1,8-7,9 µg/l. Vuosikeskiarvo nousi kesäkuun poikkeavan pitoisuuden, joka myös ylitti talousveden laatuvaatimuksen <5,0 µg/l (STM 1352/2015), myötä tasoon 3,9 µg/l ja vuodesta 2020 alkanut laskeva suuntaus kääntyi nousuun. **Puistikon** kaivon näytteet ovat olleet viime vuosina hetkittäin sameita ja metallipitoisuuksissa on ollut hajontaa. Kiinteistöllä ei ole pysyvää asutusta, jolloin vedenkäyttömäärät vaihtelevat ja putkistoon voi kertyä saostumia, jotka sitten päätyvät näytteisiin. Vuonna 2023 antimonia havaittiin tältä pisteeltä pitoisuuksia 0,1-1,9 µg/l (ka 1,2 µg/l) ja vuositrendi kääntyi laskuun, puolittuen vuosien 2021 ja 2022 tasoista 2,1 ja 2,6 µg/l. **Mäkiavaaran** talousvesinäytteissä pitoisuudet olivat tavanomaisia, pitoisuudet ovat pysytelleet keskimäärin tasolla <0,2 µg/l koko tarkkailun ajan. (Kuva 6-38)



Kuva 6-38. Antimonipitoisuus kaivoksen ja asutuksen välillä olevilla putkilla sekä talousvesikaivoilla.

### Loukisen putket

Loukisen tarkkailuputkilla antimonia havaittiin pieniä määriä kesä-lokakuun kierroksilla jokaiselta tarkkailuputkelta. (Kuva 6-39)



Kuva 6-39. Antimonipitoisuus Loukisen pohjavesiputkilla.

## 6.10. Muut metallit

### Kupari

Suomalaisissa kaivovesissä (tuhannen kaivon tutkimus) kuparia on keskimäärin rengas- ja porakaivovesissä 14,1–32,3 µg/l, kupariputkien käyttö nostaa talousveden kuparipitoisuuksia (Lahermo ym. 2002).

Vuoden 2023 tarkkailussa pohjavesiputkien kuparipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,1–23 µg/l. Kuparin osalta pohjavesille asetettu ympäristölaatu normi 20 µg/l ylittyi vain tarkkailuputkella **PVS41** kesäkuussa (22 µg/l) ja lokakuussa (23 µg/l) ja keskiarvo laski vuonna 2023 tasoon 21 µg/l vuoden 2022 tasolta 31 µg/l. Aikaisempina vuosina (2018–2021) edellä mainittu ympäristölaatu normin taso on ylittynyt säännöllisesti myös tarkkailuputkella **PVR36**, viimeisin ylitys havaittiin kesäkuussa 2021 (26 µg/l). Elokuusta 2021 lähtien pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 1,2–8,4 µg/l. Uudelta tarkkailuputkelta **PVR63** kuparia mitattiin heti asennuksen jälkeen loka- ja joulukuussa 2022 pitoisuudet 22 ja 15 µg/l, vuoden 2023 tulokset vaihtelivat välillä 0,3–1,3 µg/l. Tarkkailupisteellä **PVR40** keskipitoisuus laski vuonna 2023 tasoon 3,1 µg/l vuoden 2022 tasolta 7,9 µg/l ja tarkkailupisteellä **PVR52** tasolta 6,6 µg/l tasolle 2,1 µg/l. Muilla tarkkailuputkilla muutokset olivat maltillisimpia ja yksittäiset pitoisuudet yhteneväisiä edellisvuosiin.

Talousvesikaivossa kuparipitoisuudet ovat olleet keskimäärin korkeampia kuin pohjavesiputkilla, pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 1,2–52 µg/l. Pitoisuudet olivat huomattavasti alle talousveden laatuvaatimuksen <2000 µg/l (STM 1352/2015) tason. **Haapalan** tulokset olivat yhteneväisiä edellisiin vuosiin, keskiarvoissa on havaittavissa laskeja suuntaus, kehityksen ollessa vuodesta 2020 alkaen 5,0→4,9→4,4→3,5 µg/l. Myös **Puistikon** kuparipitoisuuksissa oli havaittavissa edelleen vuonna 2023 laskua pidempiaikaisen nousevan trendin jälkeen, keskiarvot vuodesta 2017 alkaen ovat olleet tällä kaivolla 23,3→29,8→35,8→40,8→73,3→55,3→49,5 µg/l. **Mäkivaaran** kaivolta mitattiin elo- ja lokakuussa kuparia pitoisuudet 13 ja 19 µg/l, mitkä olivat noin kaksinkertaisia tarkkailukaivon aikaisempiin tuloksiin ja vuosikeskiarvo nousi tulokseen 9,6 µg/l, mitä on mitattu kaivolta viimeksi vuosina 2009–2011.

Loukisen pohjavesiputkilla kuparipitoisuudet olivat tavanomaisia, vaihdellen välillä <0,05 (määritysraja)–4,5 µg/l.

### Rauta ja mangaani

Vuoden 2023 tarkkailussa rautapitoisuudet vaihtelivat välillä <0,0025 (määritysraja)–64 mg/l. Korkeimmat rautapitoisuudet havaittiin edellisvuosien tapaan sivukivialueen länsipuolen putkelta **PVS13**, jossa pohjavesi on käytännössä hapetonta. Keskipitoisuudet ovat tällä pisteellä olleet vuodesta 2018 alkaen 96→80→53→72→54→45 mg/l. Pääsääntöisesti rautapitoisuudet olivat pohjavesiputkilla yhteneväisiä edellisvuosiin, PVS-alueella keskimääräiset pitoisuudet olivat laskussa.

Talousvesikaivojen osalta rautapitoisuudet olivat pääsääntöisesti alle määritysrajan (<0,0025 mg/l) **Haapalan** ja **Mäkivaaran** näytteissä. **Puistikon** kaivolla on havaittu rautaa läpi tarkkailun, vuonna 2023 pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,005–0,008 mg/l ja pitoisuudet laskivat edelleen vuoden 2022 tuloksista. Laatusuosituksen (STM 1352/2015) mukaisen talousveden raudan enimmäispitoisuustason (0,2 mg/l) ylityksiä ei havaittu.

Mangaanipitoisuudet määritettiin talousvesikaivoilta ja Loukisen tarkkailupisteiltä, pitoisuudet vaihtelivat vuoden 2023 aikana välillä <0,2 (määritysraja)-1100 µg/l. Loukisen tarkkailupisteiltä Lou2, Lou3 ja Lou5 mangaania on havaittu läpi tarkkailun. Suurimmat pitoisuudet mitataan tarkkailuputkelta **Lou5**, jossa vuoden 2023 pitoisuudet vaihtelivat välillä 1000-1100 µg/l keskipitoisuus 1075 µg/l oli täysin vastaava kuin vuosina 2021 (ka 1076 µg/l) ja 2022 (ka 1075 µg/l), pitoisuudet näyttäisivät olevan putkelle tyypillisiä. Tarkkailupisteeltä **Lou2** mangaania mitattiin maaliskuun kierroksella tarkkailupisteen yleisestä tasosta poikkeava pitoisuus 1000 µg/l, muilla vuoden kierroksilla pitoisuudet vaihtelivat välillä 130-150 µg/l. Vuoden 2023 keskipitoisuudeksi tuli näin 355 µg/l, nousten vuoden 2022 pitoisuudesta 158 µg/l. Pisteellä **Lou3** pitoisuudet ovat laskeneet vuodet 2022 ja edelleen 2023, keskipitoisuuksien ollessa 915→323→165 µg/l.

Talousvesikaivojen osalta suurimmat mangaanipitoisuudet on mitattu yleisesti edellisvuosina **Haapalan** talousvesikaivon vedestä. Maaliskuussa 2023 kaivolta mitattiin pitoisuus 110 µg/l ja elokuussa pitoisuus 86 µg/l, mitkä ylittivät talousvesikaivoille asetetun laatusuositustason 50 µg/l (STM 1352/2015). Muilla kierroksilla pitoisuudet olivat välillä 0,7-1,0 µg/l ja vuoden keskiarvoksi saatiin 49 µg/l. Vastaavia laatusuositustason ylityksiä on havaittu myös aikaisempina vuosina, vuosina 2011-2020 järjestelmällisesti, tällöin vuosien keskipitoisuudet vaihtelivat välillä 46-180 µg/l.

### **Sinkki**

Sinkki on raudan jälkeen eräs runsaimmin maassa ja vedessä esiintyvistä raskasmetalleista. Sinkki on yleisesti käytetty metalli, jota leviää ihmisen toiminnan seurauksena kaikkialle luontoon esimerkiksi fossiilisista polttoaineista, metallien sulatus- ja valutoiminnasta sekä jatkojalostuksesta. Myös maataloustoiminta ja liikenne lisäävät veden sinkkipitoisuuksia. Tuhannen kaivon tutkimuksessa rengaskaivojen veden sinkkipitoisuuksien keskiarvo oli 44,2 µg/l ja porakaivojen 84,9 µg/l (Lahermo ym., 2002). Pohjaveden sinkkipitoisuuden ympäristölaatumormi (VNa 341/2009) on 60 µg/l.

Vuoden 2023 tarkkailussa pohjavesiputkilta ympäristölaatumormin (60 µg/l) ylittäviä sinkkipitoisuuksia mitattiin putkilta **PVR27** lokakuussa (2000 µg/l, ka nousussa), **PVR28** syyskuussa (87 µg/l, ka nousussa), **PVR40** maaliskuun kierroksilla (70-140 µg/l, ka laskussa), **PVR51** läpi vuoden (3500-9800 µg/l, ka nousussa), **PVR52** elokuussa (92 µg/l, ka nousussa), **PVR63** kesä- ja lokakuussa (71 ja 110 µg/l, ka laskussa), **PVS13** lokakuussa (61 µg/l, ka laskussa), **PVS41** läpi vuoden (300-570 µg/l, ka laskussa) sekä **PVS43** kesä- ja lokakuussa (120 ja 74 µg/l, ka laskussa). Vastaavia tuloksia on mitattu pääsääntöisesti edellä mainituilla putkilla myös aikaisempina vuosina. Tarkkailuputkella PVR51 pitoisuudet ovat poikenneet muista tarkkailupisteistä läpi tarkkailun ja näyttäisivät olevan tyypillisiä pisteelle, joten anomalia näyttäisi olevan paikallinen. Tarkkailupisteen PVR27 lokakuun tulos 2000 µg/l oli todennäköisesti virheellinen, muilla vuoden kierroksilla pitoisuudet olivat tavanomaisia vaihdellen välillä 10-29 µg/l, eikä muissa parametreissa havaittu muutoksia lokakuun kierroksella. Näytettä ei ollut enää varastossa, joten uusintamäärittystä ei voitu tehdä.

## 6.11. Happi

Happipitoisuudet olivat vuonna 2023 yhteneväisiä edellisvuosiin. Vähähappiset tarkkailuputket sijaitsevat suoalueilla ja näillä putkilla havaitaan yleisesti runsaasti rautaa.

## 6.12. Hygieeninen laatu

Talousvesikaivoista sekä Loukisen tarkkailupisteiltä tehdään bakteerimääritykset (kolimuotoiset bakteerit, Escherichia coli ja enterokokit) jokaisella tarkkailukierroksella. Kaivovesinäytteet olivat hygieeniseltä laadultaan hyvät läpi vuoden, Puistikon kaivolta havaittiin elokuun kierroksella erittäin pieniä jäämiä 2 pmy/100 ml Enterokokki bakteereita, muilla vuoden kierroksilla näytteet olivat puhtaita. Loukisen tarkkailuputkien osalta pisteeltä Lou1 havaittiin elokuussa pieni määrä Enterokokki-bakteereita 14 pmy/100 ml ja lokakuussa pieniä jäämiä 1 MPN/100ml E. coli ja 19 MPN/100ml koliformisista bakteereista. Vastaavia pitoisuuksia on mitattu pisteeltä myös aikaisempina vuosina, muilla kierroksilla näytteet olivat puhtaita.

## 6.13. Syanidi

Kokonais- sekä WAD-syanidimäärityksiä tehdään rikastushiekka-altaan ympäristön putkista (PVR-putket) jokaisella tarkkailukierroksella, sekä Loukisen putkilla WAD-määritykset. Syanidia näytteissä ei havaittu, kaikkien tulosten jäädessä alle määritysrajojen.



## 7. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### Pohjaveden pinnankorkeudet

Rikastushiekka-altaiden länsipuolelle ja uuden NP4-altaan ympäri rakennettiin kuivatusoja vuoden 2021 aikana, ojaa on jatkettu etelään päin koko kaivosalueen pituudelta. Kuivatusojan tarkoitus on ohjata puhtaat kevään sulamisvedet sekä sateiden aiheuttamat pintavalunnat pois kaivosalueelta maanalaisen kaivoksen kuivatuksen tehostamiseksi. Kaivosalueelle rakennettiin samalla myös uusi louhostie sivukivialueen luoteiskulmalta uuden NP4-altaan lounaispuolelle Löytöjätkän ja Rimminvuoman kautta. Muutama pohjavesiputki jäi suoraan uuden tien alle sekä muutama tarkkailuputki sijaitsee aivan uusien rakenteiden vierellä ja näissä putkissa havaittiin jo vuonna 2021 rakenteiden aiheuttamat muutokset. Vuonna 2022 kuivatusojaa jatkettiin etelään päin PVS-alueelle.

Yleisesti rikastushiekka-altaiden länsipuolella, Rimminvuomalla maanalaisen kaivoksen kuivatus on alentanut pohjaveden pinnankorkeuksia alueella vuodesta 2016 alkaen. Suurin vaikutus on ollut Rimminvuoman ja Löytöjätkän välisellä alueella ja tällä välillä muutamia tarkkailuputkia on kuivunut vuosien saatossa. Vuosien 2022 ja 2023 pohjaveden keskimääräiset pinnankorkeudet ovat kumminkin olleet tavanomaisia ja kuivatuksen aiheuttama laskeva suuntaus näyttäisi laantuneen ja pinnankorkeuksien vaihtelun taustalla näyttäisi olevan alueelle kaivettu kuivatusoja, joka ohjaa tehokkaasti kevään puhtaat sulamisvedet sekä sateiden jälkeiset pintavalunnat pois alueelta. Ainoana poikkeuksena edellisvuosien kehityssuuntiin oli havaittavissa tarkkailuputkella PVR48, jonka keskimääräinen pinnankorkeus oli noussut vuonna 2023 tasoon 213,73 mpy, vuoden 2022 tasosta 212,10 mpy.

Yleisesti PVS-alueen putkilla, jotka sijaitsevat ennen käytössä olleiden pintavalutuskenttien läheisyydessä oli havaittavissa pohjaveden pinnankorkeuksissa vuonna 2022 laskevaa trendiä. Vuonna 2023 keskimääräiset pinnankorkeudet nousivat hieman sateisesta syksystä johtuen, mutta vuonna 2022 havaittu pinnankorkeuksien lasku uusille tasoilleen oli todellinen ja juurisyy havainnoille oli vesienjohtamisen lopettaminen pintavalutuskentille purkuputken käyttöönoton jälkeen joulukuussa 2020. Keskimäärin pintavalutuskenttien välittömässä läheisyydessä sijaitsevien tarkkailuputkien pinnankorkeudet ovat laskeneet 0,5-1,0 metriä verrattuna vuoden 2020 tuloksiin. Toisaalta myös alueen poikki jatkettu kuivatusoja on pienentänyt kevään sulamisvesien vaikutusta, pienentäen alkukesän luontaisia korkeita pinnankorkeuksia ja näin ollen myös keskimääräistä pinnankorkeutta.

Kuukausittain seurattavilla tarkkailuputkilla keskimääräiset pinnankorkeudet nousivat vuoden 2022 tuloksista sateisesta elo-syyskuusta johtuen. Tarkkailuputkella PVA23 on kumminkin havaittavissa pidempiaikaista pinnankorkeuksien laskua, trendin taustalla on todennäköisesti maanalaisen kaivoksen kuivatus.

Muilla tarkkailupisteillä pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelut olivat yhteneväisiä edellisvuosiin 2019-2022 verrattuna, vuonna 2018 pohjaveden pinnat olivat yleisesti matalalla.

### Analyysitulokset rikastushiekka-alueen tarkkailuputket, PVR-alue

Yleisesti alueen tarkkailuputkien tulokset olivat vuonna 2023 edelleen laskussa vuosiin 2020-2021 verrattaessa. Pääsääntöisesti suurimmat pitoisuudet keskeisissä pitoisuuksissa (sulfaatti, kloridi, sähkönjohtavuus, kokonaistyyppi ja nikkeli) on havaittavissa alueen eteläisimmillä tarkkailupisteillä (PVR36, PVR48 ja PVR63), jotka sijaitsevat lähimpänä vanhaa pintavalutuskenttää 4. Purkuputken käyttöönoton jälkeen kyseiselle pintavalutuskentälle ei ole enää johdettu kaivoksen ylitte- eli prosessivesiä ja niihin viittaavat pitoisuudet ovat läheneet laskuun.

Alueelle rakennetut kuivatusoja ja louhostie nostivat osalla putkilla pitoisuuksia vuonna 2021, vuonna 2022 ja edelleen vuonna 2023 pitoisuudet ovat olleet tasoittumassa/laskussa Rimminvuoman suunnalla ja kaivosalueelta katsottuna kuivatusojan takana olevilla tarkkailupisteillä. Louhostien ja kuivatusojan välissä sijaitsevilla tarkkailupisteillä pitoisuudet ovat pysytelleet tasoillaan, tarkkailupisteellä PVR28 on havaittavissa sulfaattipitoisuuksien nousua.

Tarkkailuputkella PVR36 kloridia ja kokonaistyyppiä havaittiin vuonna 2022 edellisvuosia runsaammin, vuonna 2023 kokonaistyyppipitoisuudet olivat edelleen nousussa, mutta kloridipitoisuudet laskivat tasolta 39 mg/l tasoon 5,3 mg/l ja sulfaatti tasolta 767 mg/l tasolle 334 mg/l. Muissa parametreissä muutokset ovat olleet maltillisimpia.

Edelliseltä tarkkailuputkelta pohjoiseen sijaitsevalla tarkkailuputkella PVR48 sen sijaan keskimääräiset sulfaatti- (150→262 mg/l), kloridi- (1,6→4,0 mg/l) ja antimonipitoisuudet (2,3→3,0 µg/l) ovat nousussa verrattaessa vuoden 2022 tuloksiin, kuten myös kokonaistyyppipitoisuudet (4,4→13,4 mg/l) ovat nousussa tarkkailupisteen PVR36 tapaan. Tämän tarkkailuputken syvyys on vain 7 metriä ja tarkkailuputki on ollut yleisesti kuiva talven kierroksilla ja putken tuottoisuus pientä, niillä kierroksilla kun näytteitä on saatu.

Nämä kaksi edellä mainittua tarkkailuputkea sijaitsevat kuivatusojan ja vanhan pintavalutuskentän (PVK4) välissä kuivatusojan välittömässä läheisyydessä. Putken tuloksiin näyttäisi vaikuttavan entinen pintavalutuskenttä sekä kuivatusoja, joka estää osittain vesien kertymisen idän suunnalta ja kerää laajemmin

pohjoisen suunnalta alueen sulamis- ja hulevesiä putken ympäristöön. Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että pohjavettä kertyy varsinkin tarkkailuputken PVR48 ympäristöön tällä hetkellä runsaammin Rimminvuoman suunnalta. Eteläisemmällä ja lähempänä entistä purkupistettä olevalla pisteellä PVR36 pitoisuudet ovat laskussa, mutta pohjoisemmalla pisteellä pitoisuudet nousussa.

Vuonna 2021 havaitut muutokset (kloridi ja kokonaistyyppi) alueen pohjoisosan tarkkailuputkelta PVR40 ovat palautuneet vuosina 2022-2023 ja trendi edelleen laskeva. Putki sijaitsee NP4-altaan ja sitä kiertävän huoltotien välissä.

Muilla PVR-alueen putkilla pitoisuudet olivat yhteneväisiä edellisvuosiin. Uusien, syksyllä 2022, asennettujen tarkkailuputkien pitoisuustasoissa on vielä hajontaa. Näistä toisen, tarkkailuputken PVR63 pitoisuustasot ovat huomattavasti mm. sulfaatin osalta korkeampia kuin muilla alueen tarkkailuputkilla, mutta pitoisuuksissa on ollut laskeva suuntaus asennuksesta lähtien.

#### **Analyysitulokset sivukivialueen tarkkailuputket, PVS-alue**

Yleisesti alueen, entisten pintavalutus kenttien läheisyydessä sijaitsevien putkien (PVS11, PVS43 ja PVS44) pitoisuudet olivat edelleen laskussa vuosien 2020-2022 tuloksista. Muiden alueella sijaitsevien tarkkailuputkien pitoisuudet olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin.

Vanha, jo vuodesta 2009 tarkkailussa mukana ollut tarkkailuputki PVS11 sijaitsee sivukivialueen ympärysojan penkalla. Päälyysmaakerros on herkkä routimaan ja tulosten mukaan on ollut havaittavissa, että putkeen pääsee suoraan viereisen ojan tai pintavalutus kentän vesiä, vaikka itse putken siiviläosuus on noin 9 metrin syvyydellä. Vuoden 2023 tulosten perusteella putken antimonipitoisuudet nousivat tasolle 39 µg/l vuoden 2022 tasolta 4,8 µg/l, muiden keskeisten parametrien laskiessa. Vastaavia ja suurempia antimonipitoisuuksia havaittiin vuosina 2020 ja 2021.

Toisella vanhalla, edellisestä tarkkailupisteestä etelään sijaitsevalla tarkkailuputkella PVS13 kokonaistypen ja kloridin laskeva suuntaus ja sulfaattipitoisuuksien nouseva suuntaus jatkuivat vuoden 2022 tapaan, sulfaattia havaittiin keskimäärin vuonna 2023 370 mg/l.

Sulfaattipitoisuudet olivat nousussa verrattuna vuoteen 2022 alueen pohjoisimmalla, kuivatusojan ja kaivosalueen välissä sijaitsevalla tarkkailuputkella PVS41. Vuoden 2023 sulfaatin keskiarvo oli 693 mg/l, mikä on kuitenkin huomattavasti alle vuosien 2017-2021 keskiarvojen 963-3025 mg/l.

Tarkkailuputkilla PVS43 ja PVS44 sulfaatti- ja kloridipitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti pintavalutus kenttien sulkemisen jälkeen eli vuodesta 2020 vuoteen 2023. Pisteellä PVS43 sulfaattipitoisuus on laskenut tasolta 630 mg/l tasolle 205 mg/l ja kloridipitoisuus tasolta 93 mg/l tasolle 10 mg/l. Pisteellä PVS44 vastaavat muutokset ovat olleet SO<sub>4</sub> 505→175 mg/l ja CL 70→13 mg/l.

#### **Analyysitulokset kaivoksen ja asutusten väliset tarkkailuputket, PVA-alue**

Alueen tarkkailuputkien tulokset olivat tavanomaisia, eikä kaivoksen vaikutus näyttäisi vaikuttavan pohjaveden laatuun tällä suunnalla. Putkella PVA35 pohjaveden pinnankorkeus vaihtelee >15 metriä luonnostaan vuodenkierron aikana.

#### **Analyysitulokset Loukisen pohjavesialueen tarkkailuputket**

Tarkkailuputkien tulokset olivat alueelle tavanomaisia. Purkuputken käyttöönotto joulukuussa 2020 ei ole havaittavissa pohjavesituloksissa.

#### **Analyysitulokset talousvesikaivot**

Talousvesikaivojen tulokset täyttivät talousvedelle asetetut raja-arvot Puistikon ja Mäkivaaran talouksien osalta. Puistikon tulokset olivat yhteneväisiä edellisvuosien tuloksiin eikä selkeitä trendejä ollut havaittavissa vuonna 2023. Puistikon vesinäytteissä on ollut havaittavissa jonkin verran hajontaa, varsinkin metallipitoisuuksissa viime vuosina. Kiinteistöissä ei ole jatkuvaa asutusta, joten ilmiön taustalla on vedenkäytön vaihtelusta johtuvat putkistojen hapettumiset tai sakkautumiset. Mäkivaaran kaivolla oli havaittavissa pienoinen sulfaatti- ja kuparipitoisuuksien nousu vuonna 2023, mutta pitoisuudet ovat edelleen pieniä, sulfaattia havaittiin maksimissaan pitoisuus 27 mg/l ja kuparia pitoisuus 19 µg/l. Muuten kaivon pitoisuudet olivat yhteneväisiä aikaisempiin tarkkailuvuosiin.

Haapalan kaivolta on havaittu tarkkailun aikana mm. mangaania, kloridia ja ammoniumtyyppiä runsaasti, ylittäen satunnaisesti talousvedelle määritetyt laatusuosituksen. Kaivon pitoisuusmuutoksien taustalla on itse kiinteistöllä tapahtuva toiminta, kaivon sijainti keskellä pihapiiriä ei ole optimaalinen, jonka vuoksi kaivo on altis hulevaikutuksille. Vuonna 2023 havaittiin talousvesiasetuksen laatusuosituksen ylittäviä pitoisuuksia maalis- ja elokuussa, mangaania havaittiin tällöin pitoisuudet 110 ja 86 µg/l (suositustaso 50 µg/l) ja ammoniumtyyppiä pitoisuudet 0,52 ja 1,2 mg/l (suositustaso 0,5 mg/l). Kloridin osalta ylityksiä ei havaittu vuoden 2023 aikana, mutta kesä- ja lokakuun kloridipitoisuudet 240 mg/l olivat laatusuositustason 250 mg/l tuntumassa.

Talousvesikaivojen tarkkailutulosten perusteella ei ole havaittavissa Kittilän kaivoksen toiminnan vaikutusta kaivojen vedenlaatuun. Koivuniemen talous on ollut tyhjiällä vuodesta 2016 alkaen, eikä näytteitä kaivolta ole saatu.

Pohjavesiputkien ja talousvesikaivojen tarkkailua suositellaan jatkettavaksi vuonna 2024 tarkkailuohjelman mukaisesti. Varsinkin sivukivialueen putkien tuloksiin näyttäisi vaikuttavan pinta- ja hulevedet, jolloin putkien riittävään huuhteluun tulee kiinnittää huomiota. Myös vanhojen putkien liettymien puhdistamista tulisi harkita.

# LÄHTEET

**Envineer 2021.** Agnico Eagle Finland Oy. Tuotannon nosto ja CIL-rikastushiekan hallinta. YVA-selostus.

**Ilmatieteen laitos 2024.** Avoin datapalvelu.

**Kersalo, J. & Pirinen, P. 2009.** Suomen maakuntien ilmasto. Raportteja 2009:8. Ilmatieteen laitos.

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

**Lahermo ym. 2002.** Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. ja Suomela, P. 2002. Tuhat Kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 155. <http://arkisto.gtk.fi/tr/tr155/tr155.pdf>.

**Pöyry, 2016.** Agnico-Eagle Finland Oy. Pohjavesitarkkailuohjelman päivitys. Pöyry Finland Oy. 18 s.

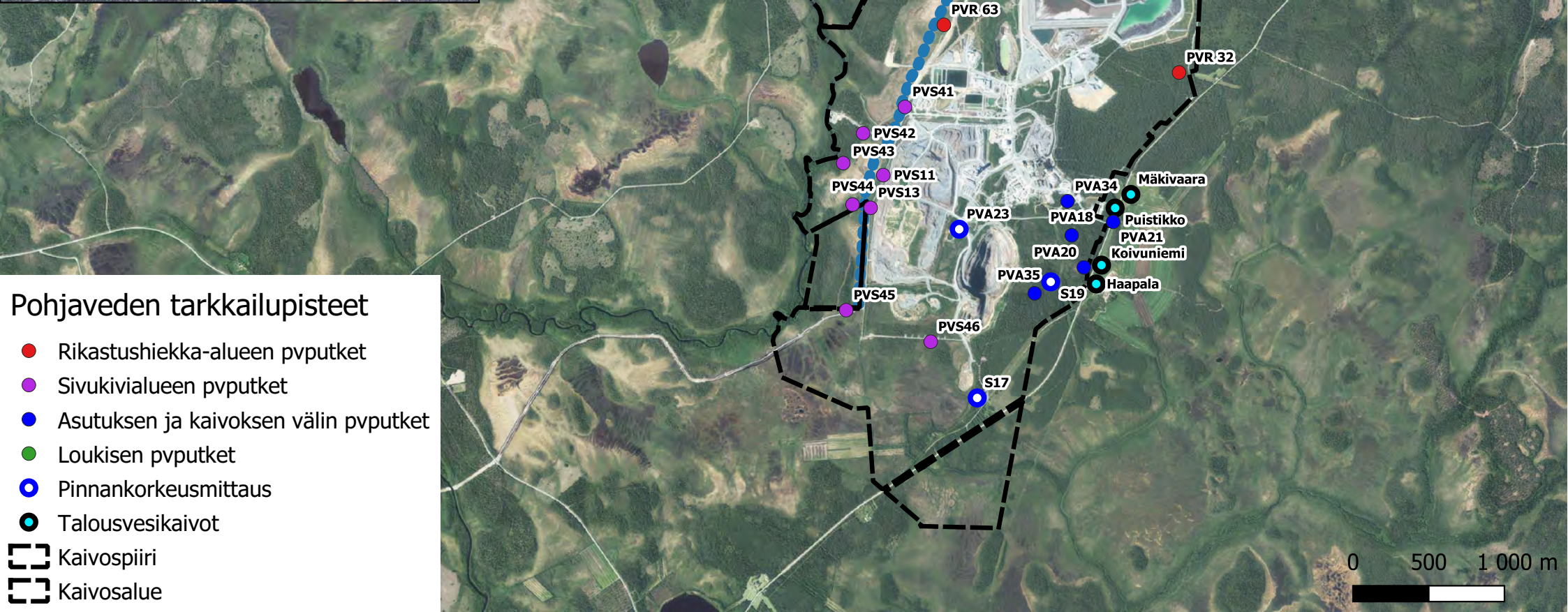
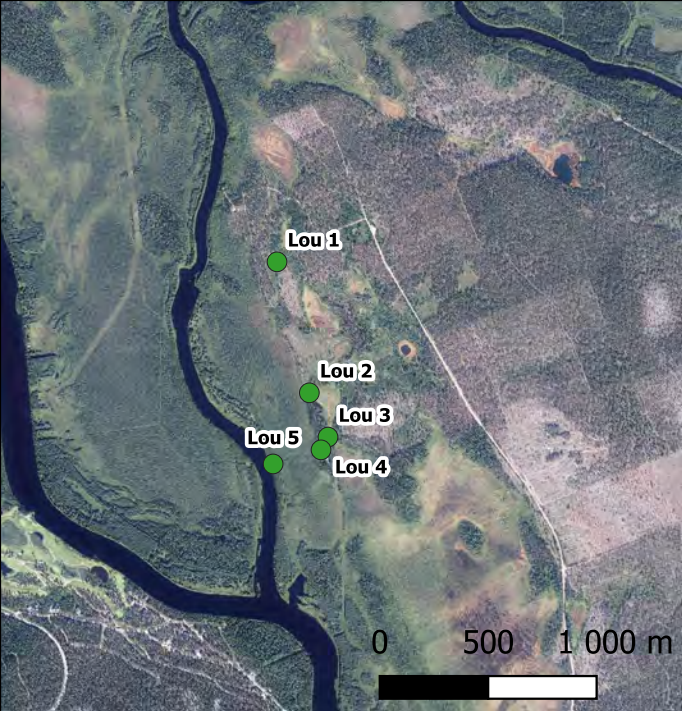
**Rasilainen ym. 2008.** Rasilainen, K., Lahtinen, R., Bornhorst, T.J. Chemical characteristics of Finnish Bedrock – 1:1 000 000 Scale Bedrock Map Units. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 171. <http://arkisto.gtk.fi/tr/tr171.pdf>

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

**Tanskanen, H. ym. 2004.** Arseeni Kittilän pohjavesissä Keski-Lapissa. Teoksessa: Loukola-Ruskeaniemi K. & Lahermo, P. (toim.). Arseeni Suomen luonnossa, ympäristövaikutukset ja riskit. Espoo. Geologian tutkimuskeskus. s. 123–134. <http://arkisto.gtk.fi/ej/ej45.pdf>

**VNa 341/2009.** Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä annetun asetuksen muuttamisesta.

## LIITE 1. TARKKAILUPISTEKARTTA



- ### Pohjaveden tarkkailupisteet
- Rikastushiekka-alueen pvputket
  - Sivukivialueen pvputket
  - Asutuksen ja kaivoksen välin pvputket
  - Loukisen pvputket
  - Pinnankorkeusmittaus
  - Talousvesikaivot
- ⎓ Kaivospiiri  
⎓ Kaivosalue

## LIITE 2. TUTKIMUSTULOKSET

















		Lämpö-tila		Veden korkeus syvyys	Happi	Happi	pH	Sähköjohtavuus	Kokonaistyyppi liuk.	Nitriittityppi liuk.	Nitraattityppi liuk.	Nitraatti - nitriittitypen summa	Ammonium-tyyppi	Kokonaistyyppi fosfori liuk.	Fosfaattityppi fosfori liuk.	Kokonaistyyppi Syanidi (CN)	WAD Syanidi (CN)	Sulfaattityppi SO <sub>4</sub> liuk.	Kloridityppi Cl liuk.	Antimoni Sb liuk.	Arseeni As liuk.	Kupari Cu liuk.	Nikkeli Ni liuk.	Rauta Fe liuk.	Sinkki Zn liuk.		
Hav.piste	pvm.	°C		m	mgO <sub>2</sub> /l	%		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
PVA21	4.10.23	6,5	3,4	203,19	12,0	98,0	7,7	23,0	0,88	<2	760,0	760,0	35	5,9	<2			22,0	9,8	0,10	0,2	1,6	0,6	4	24,0		
<b>PVA-alueen putket pp 212,69</b>																											
PVA34	ka 2017	3,9		201,31	12,5		7,4	8,9	0,29	<2	240,0	240,0	4	2,7	<2			5,1	1,0	0,10	0,1	1,5	1,3	30	11,1		
PVA34	ka 2018	3,6		195,97	13,0		7,5	17,1	0,98	<2	975,0	975,0	<4	3,3	<2			24,1	1,5	0,10	0,1	0,3	0,2	18	7,0		
PVA34	ka 2019	3,6		199,52	12,7		7,4	12,0	0,59	7,2	680,0	513,3	17	31,0	24,7			8,9	1,2	0,03	0,2	0,6	0,2	9	7,0		
PVA34	ka 2020	3,7		200,29	12,8		7,5	10,4	0,57	19,0	484,0	495,0	24	19,0	13,1			11,1	1,1	0,05	0,3	0,5	0,5	8	10,3		
PVA34	ka 2021	3,8		198,48	12,5	95,0	7,4	16,5	1,24	8,2	907,5	910,0	19	18,4	13,2			24,0	1,5	0,04	0,2	0,9	0,4	11	8,2		
PVA34	ka 2022	3,5	13,6	199,73	12,0	91,3	7,7	12,0	0,58	5,7	483,3	493,3	<5	29,0	26,7			13,2	1,2	0,03	0,3	0,6	0,3	4	11,0		
PVA34	ka 2023	3,9	14,1	198,64	12,8	97,0	7,2	12,9	0,60	5,0	540,0	542,5	7	12,2	9,6			18,7	1,3	0,06	0,2	0,5	0,4	<2,5	9,1		
PVA34	13.3.23	3,4	17,1	195,56	12,0	90,0	7,7	28,0	1,50	3,0	1300,0	1300,0	9	16,0	15,0			52,0	2,1	0,03	0,1	0,3	0,2	<2,5	3,2		
PVA34	14.6.23	3,8	14,0	198,74	13,0	99,0	6,9	4,6	0,16	10,0	150,0	160,0	<5	7,9	5,0			3,0	1,0	0,10	0,5	0,7	0,6	4	20,0		
PVA34	17.8.23	4,4	13,9	198,78	13,0	100,0	7,3	14,0	0,59	6,1	560,0	560,0	7	15,0	10,0			17,0	1,4	0,09	0,2	0,6	0,5	<2,5	8,3		
PVA34	4.10.23	3,8	11,2	201,48	13,0	99,0	6,9	5,1	0,15	<2	150,0	150,0	8	10,0	8,5			2,7	0,8	0,03	0,2	0,3	0,3	<2,5	4,9		
<b>PVA-alueen putket pp 208,20</b>																											
PVA35	ka 2017	3,4		195,04	6,7		8,3	17,5	0,16	6,0	52,0	57,0	15	<2	<2			22,5	1,7	2,45	7,2	1,9	8,9	16	8,8		
PVA35	ka 2018	3,2		189,93	10,5		8,2	19,7	0,07	<2	34,3	35,3	<4	<2	<2			31,8	0,9	0,90	6,1	0,8	8,2	62	2,3		
PVA35	ka 2019	2,9		193,19	8,1		8,2	22,3	0,19	8,7	25,0	39,7	<5	42,0	18,9			32,7	0,8	0,53	5,9	0,5	11,9	18	1,3		
PVA35	ka 2020	2,9		197,53	7,7		7,9	15,3	0,12	10,2	39,7	47,7	16	19,6	11,5			17,3	1,0	0,37	2,0	0,4	11,4	16	4,6		
PVA35	ka 2021	2,6		191,72	6,0	29,0	8,1	21,5	0,09	12,0	48,0	33,5	8	26,5	17,4			31,0	1,0	0,33	2,0	0,3	13,9	9	2,3		
PVA35	ka 2022	3,1	18,3	194,54	8,2	61,7	8,3	21,3	0,07	15,7	28,0	44,0	<5	24,0	15,2			28,0	0,9	0,22	2,6	0,4	12,0	17	2,9		
PVA35	ka 2023	2,7	13,9	194,26	7,2	53,5	8,2	21,5	0,08	4,9	45,0	41,0	32	34,9	31,8			28,2	0,9	0,25	1,9	0,8	11,6	10	4,0		
PVA35	13.3.23	2,1	23,9	184,32	2,6	19,0	8,0	34,0	0,09			15,0	80	110,0	110,0			59,0	1,1	0,36	1,8	1,6	20,0	8	5,5		
PVA35	14.6.23	2,5	4,8	203,39	12,0	88,0	8,1	12,0	0,07	4,0	47,0	51,0	<5	6,9	3,8			6,8	0,8	0,15	1,3	0,5	6,5	9	3,3		
PVA35	17.8.23	3,1	20,2	188,00	4,3	32,0	8,4	18,0	0,07	9,8	36,0	45,0	25	18,0	9,1			26,0	1,0	0,30	3,1	0,4	6,7	18	1,5		
PVA35	5.10.23	3,2	6,9	201,34	10,0	75,0	8,1	22,0	0,10	<2	52,0	53,0	20	4,8	4,1			21,0	0,9	0,2	1,2	0,9	13,0	5	5,6		

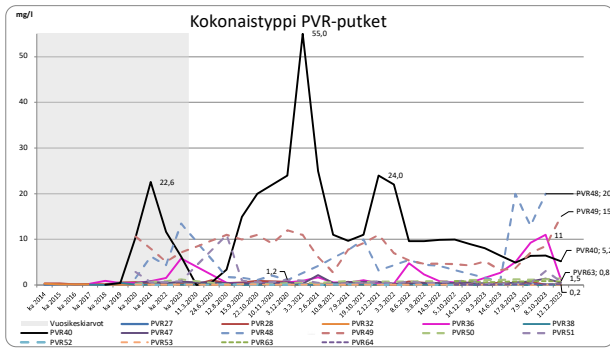




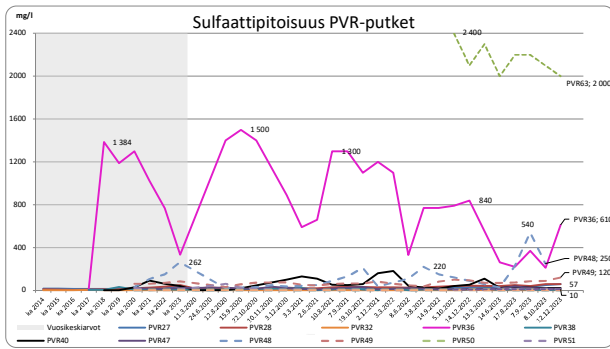
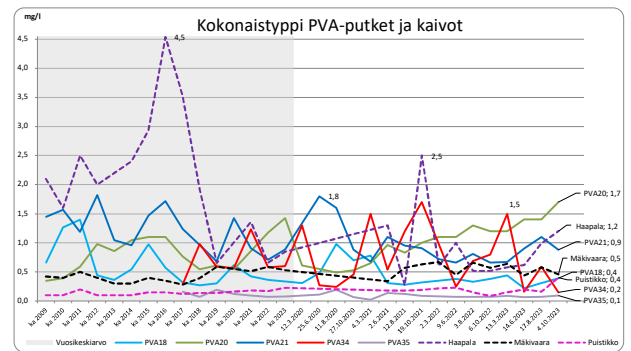
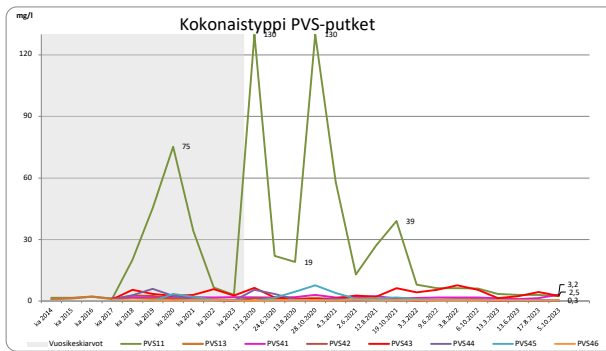


Hav.piste	pvm.	Lämpötila °C	Veden korkeus syvyys m	Alkaliniteetti mmol/l	Sameus FTU	Väri mg Pt/l	Kiintoaine mg/l	Hehkutusjäännös mg/l	Kokonaiskovuus mmol/l	CODmn mg/l	Fluoridi mg/l	pH	Sähkönjohtavuus mS/m	Kokonais-tippi luok.	Nitriitti-tippi luok.	Nitraatti-tippi luok.	Nitraatti- ja nitriittitypen summa	Ammonium-tippi luok.	WAD Syanidi (CN) µg/l	Sulfaatti SO <sub>4</sub> luok. mg/l	Kloridi Cl luok. mg/l	Antimoni Sb luok. µg/l	Arseni As luok. µg/l	Elohopea µg/l	Kadmium luok. µg/l	Kupari Cu luok. µg/l	Mangaani luok. µg/l	Nikkeli Ni luok. µg/l	Rauta Fe luok. µg/l	Uraani U µg/l	Uraani U luok. µg/l	E.coli MPN/100ml	Enterokokit pmy/100ml	Koliformiset bakteerit MPN/100ml			
pp 185,71																																					
Lou 5	19.10.20	4,2	2,88	182,83	1,83	400	74	3600	3400	0,58	5,9	<0,1	6,04	7,4	1,2	2,4	<5	700	<5	0,25	0,71	0,077	1,5	<0,02	<0,01	0,18	740	1,8	22000		0,11	0	<2	0			
Lou 5	9.11.20	4	2,57	183,14	2,23	220	87	8600	8200	0,67	13	<0,1	6,48	24	0,83	2,7	<5	730	<5	0,25	0,54	0,025	3,9	<0,01	0,1	910	0,91	37000		0,16	0	<2	0				
Lou 5	1.12.20	4,2	2,61	183,1	1,51	160	160	330	300	0,64	8,7	<0,1	6,52	22	0,72		680	<10	0,25	0,56	0,025	6,6	<0,01	0,083	980	0,11	46000		0,021	0	<2	0					
Lou 5	12.1.21	3,2	3,02	182,69	1,89	69	99	800	760	0,63	6,7	<0,1	6,4	20	0,88	<2	<5	740	<5	0,25	0,58	0,46	5,1	<0,01	3,9	1100	1,6	41000		0,016	0	<2	0				
Lou 5	2.3.21	4,2	3,38	182,33	1,57	59	500	930	890	1,2	4,3	<0,1	6,44	19	0,77		760	<5	0,25	0,53	0,025	0,2	0,011	0,31	980	0,9	3300		<0,01	0	<2	0					
Lou 5	1.6.21	4,1	1,95	183,76	2,21	82	48	210	200	0,78	12	<0,1	6,45	20	0,8	3	<5	700	<5	0,25	0,56	0,025	6,1	<0,01	0,6	1100	0,2	48000		<0,01	0	<2	0				
Lou 5	9.8.21	4,5	3,68	182,03	1,71	140	87	65	57	0,59	3,6	<0,1	6,45	19	0,87		770	<5	0,25	0,57	0,025	1,3	0,012	0,056	1000	1,1	19000		0,09	0	<2	0					
Lou 5	18.10.21	5,3	2,43	183,28	2,11	29	52	77	63	0,66	7,1	<0,1	6,48	20	0,88		750	<5	0,25	0,66	0,21	2,7	<0,01	1,6	1200	1,8	40000		0,019	0	<2	0					
Lou 5	28.2.22	3,6	3,4	182,31	1,94	200	88	1500	1400	0,65	6,3	<0,1	6,8	19	0,89	2,5	<5	700	<5	0,25	0,63	0,025	5,9	<0,01	0,4	1200	0,5	45000		0,011	0	<2	0				
Lou 5	7.6.22	3	2,25	183,46	1,46	36	12	170	160	0,75	6,9	<0,1	7,04	15	0,8	<2	<5	700	<5	0,25	0,61	0,1	5,3	<0,01	1,3	1000	0,48	45000		0,023	0	<2	0				
Lou 5	2.8.22	4,2	2,89	182,82	2,31	100	34	130	120	0,71	5,8	<0,1	6,38	22	0,81		770	<5	0,25	0,56	0,025	1,4	<0,01	0,73	1000	0,73	28000		0,059	0	<2	0					
Lou 5	3.10.22	4,3	3,02	182,69	2,21	14	420	100	93	0,6	5,7	<0,1	6,48	19	1	3,7	<5	1100	<5	0,25	0,55	0,025	1,2	<0,01	0,063	1100	1,6	22000		0,12	1	<2	1				
Lou 5	8.3.23	2,6	3,45	182,26	2,05	140	200	48	41	0,62	6,8	<0,1	6,5	22	0,72		790	<5	0,25	0,54	0,025	5,6	<0,01	4,5	1000	1,1	44000		0,17	0	<2	0					
Lou 5	12.6.23	3,6	2,6	183,11	1,82	280	230	840	800	0,63	4,8	<0,1	6,4	19	0,76		770	<5	0,25	0,61	0,025	0,86	<0,01	0,025	1100	1,2	24000		0,055	0	<2	0					
Lou 5	15.8.23	3,8	2,98	182,73	1,89	46	58	400	370	0,6	3,3	<0,1	6,47	20	0,85	4,8	<5	840	<5	0,25	0,51	0,29	0,46	<0,01	0,025	1100	0,31	16000		0,013	0	<2	0				
Lou 5	3.10.23	4,6	2,22	183,49	2,01	78	260	4400	4300	0,66	6,4	<0,1	6,56	25	0,75		840	<5	0,25	0,52	0,12	1,9	<0,01	<0,05	1100	0,71	33000		0,1	0	<2	0					
Loukinen vedenottamo	2.3.21	4,7									<0,1			0,054	<2	34		<5	2,1		0,025	0,11	<0,01	2		0,89		0,054	0,054								
Loukinen vedenottamo	7.6.21	3,6									<0,1			0,063	<2	45		<5	2,2		0,025	0,12	<0,01	1,6		0,87		0,073	0,073								
Loukinen vedenottamo	9.8.21	5,4									<0,1			0,025	<2	33		<5	2,2		0,025	0,13	<0,01	6,2		2,2		0,061	0,061								
Loukinen vedenottamo	18.10.21	5,1									<0,1			0,025	<2	23		<5	2,2		0,025	0,12	<0,01	2,4		1,2		0,061	0,061								
Loukinen vedenottamo	28.2.22	4,2									<0,1			0,025	<2	28		<5	2,2		0,025	0,21	<0,01	11		0,8		0,066									
Loukinen vedenottamo	2.8.22	4,8									<0,1			0,025	<2	30		<5	2,2		0,025	0,12	<0,01	3,8		0,95		0,055									
Loukinen vedenottamo	3.10.22	5									<0,1			0,025	2,4	34		<5	2,4		0,025	0,13	<0,01	2,2		0,58		0,069									
Loukinen vedenottamo	8.3.23	4,7									<0,1			0,025	<2	25		<5	2		0,025	0,15	<0,01	4,7		0,57		0,054									
Loukinen vedenottamo	3.7.23	3,8									<0,1			0,025	<2	35		<5	2,2		0,025	0,13	<0,01	1,3		0,4		0,071									
Loukinen vedenottamo	15.8.23	5									<0,1			0,025	<2	34		<5	2,2		0,025	0,28	<0,01	18		0,83		0,08									
Loukinen vedenottamo	3.10.23	4,7									<0,1			<0,05	<2	28		<5	2,7		0,14	0,11	<0,01	2,8		0,94		0,086									

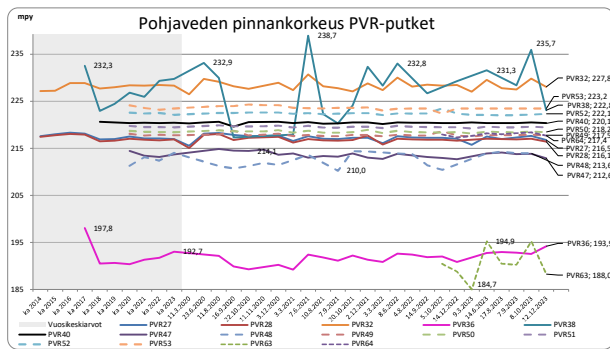
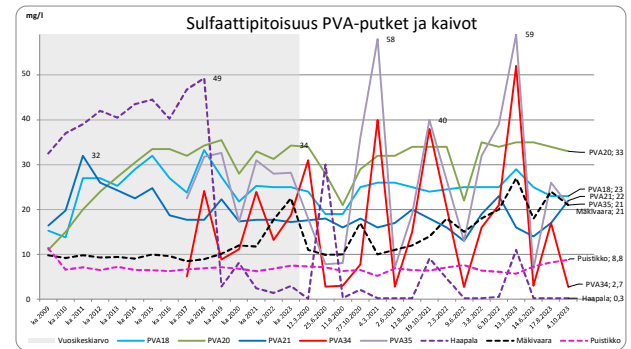
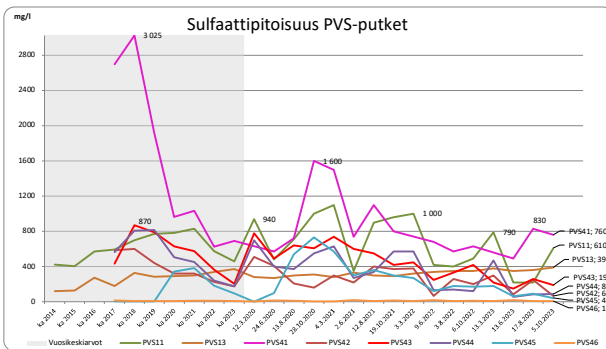
## LIITE 3. KUVAAJAT



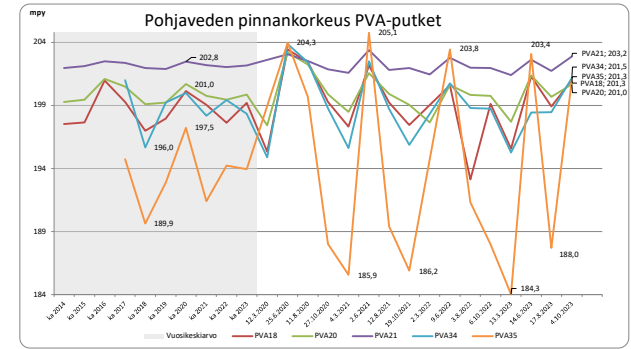
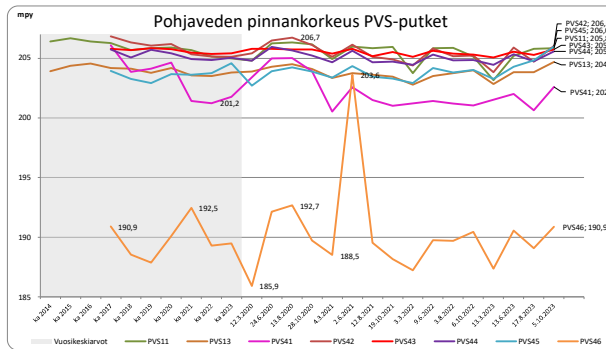
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.

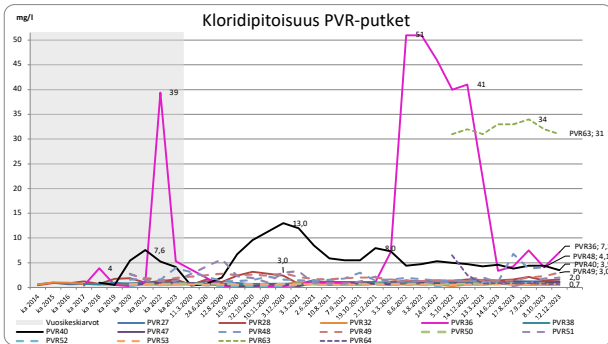


\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaus. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.

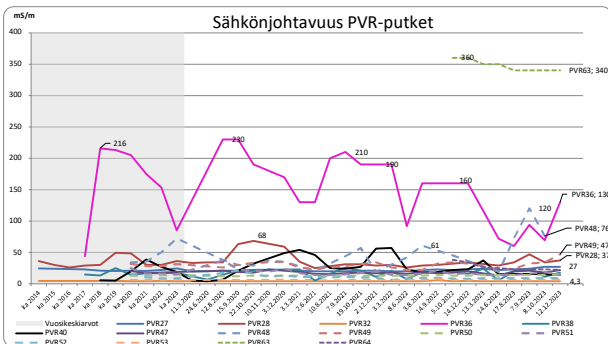
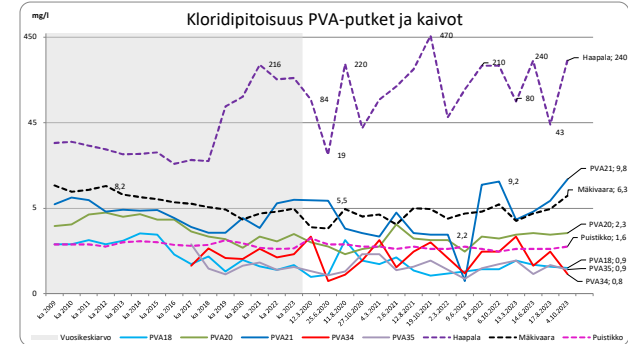
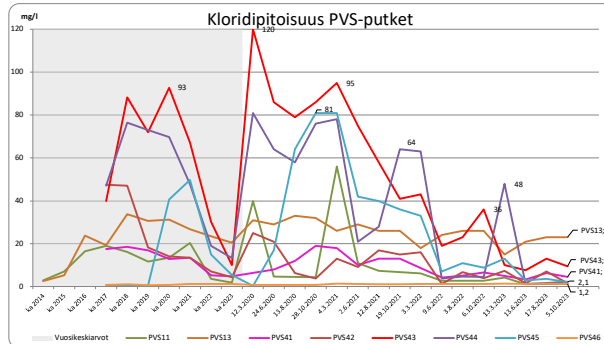


\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.

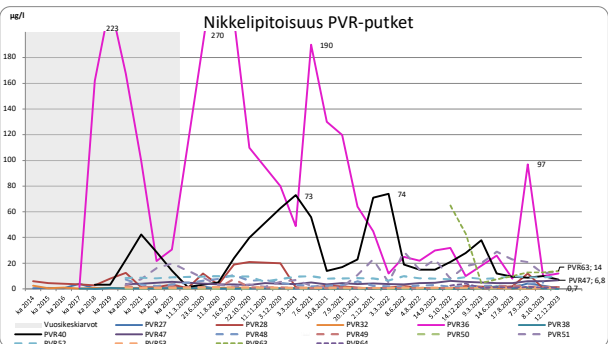
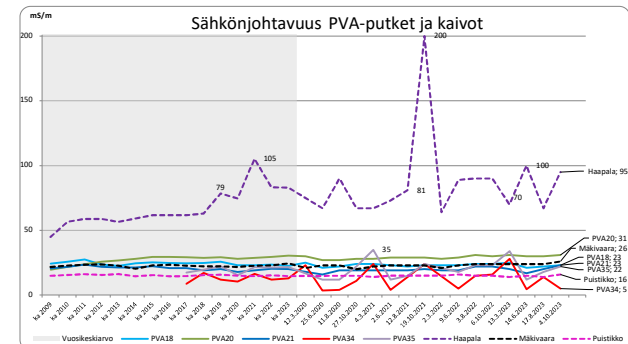
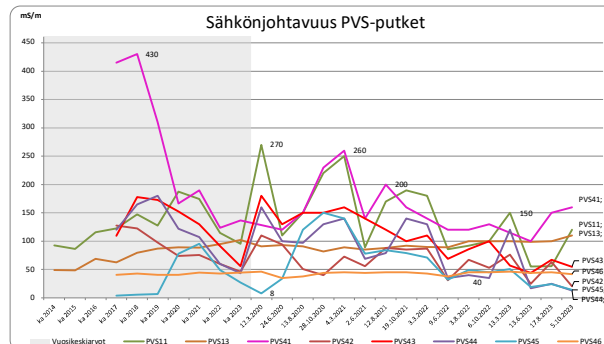




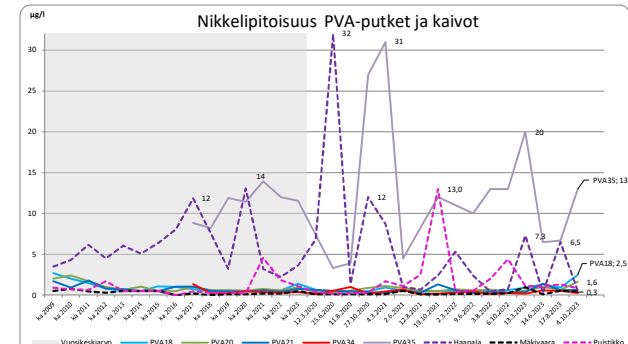
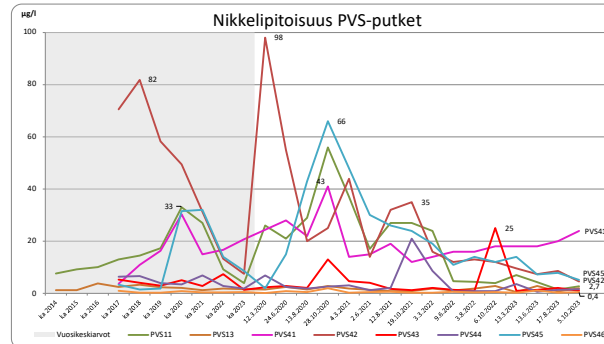
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Logaritminen asteikko PVA-alueen kuvaajassa. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvo.

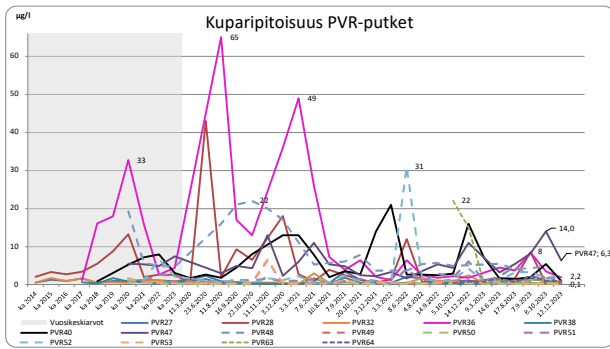


\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvo.

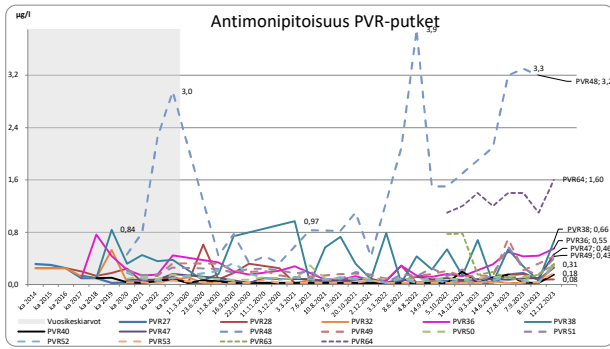
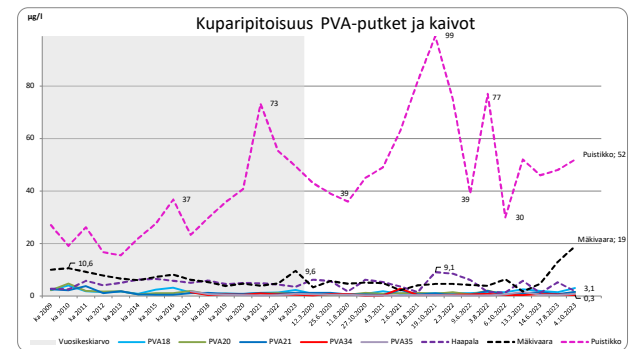
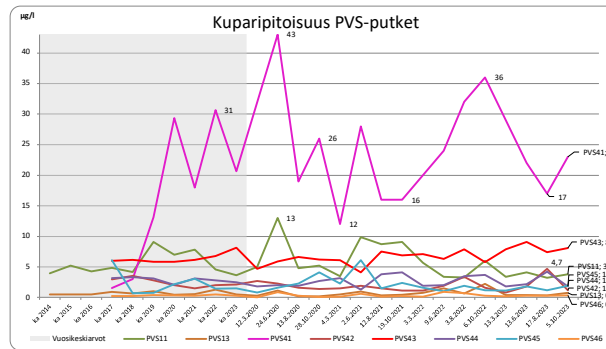


\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvo.

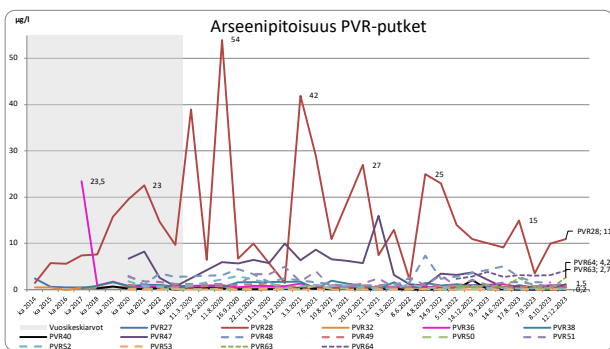
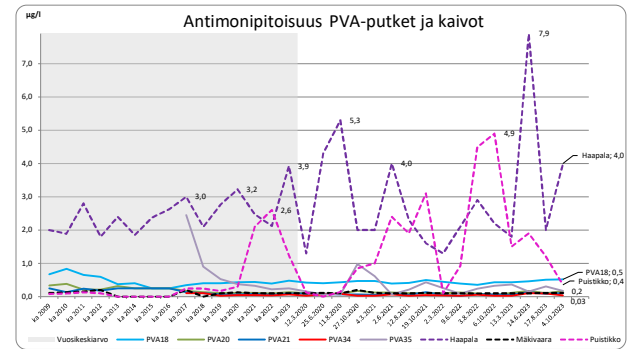
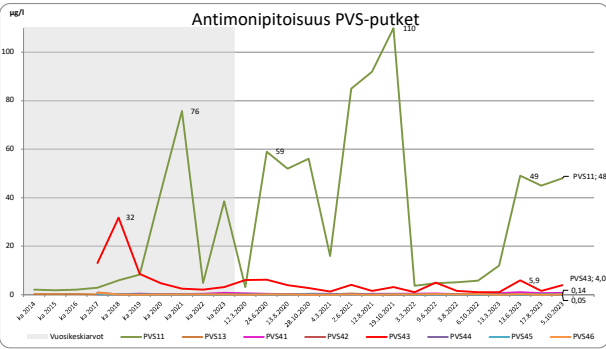




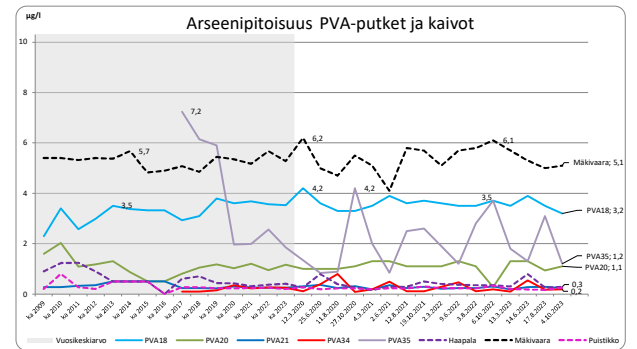
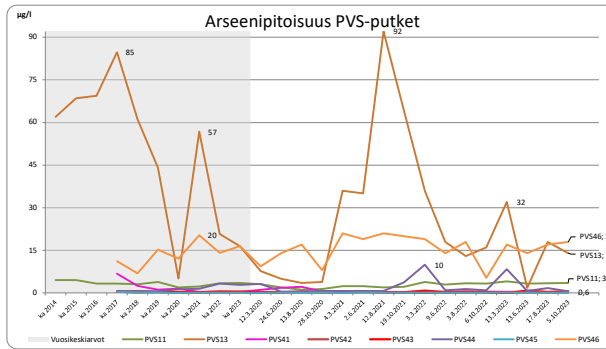
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.

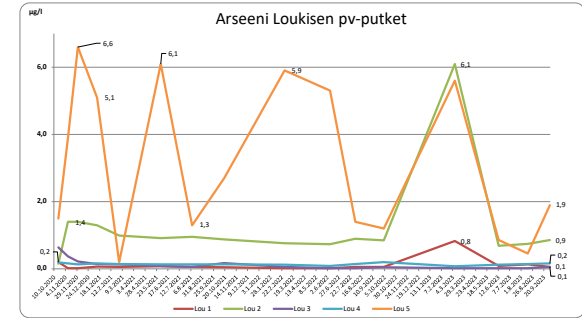
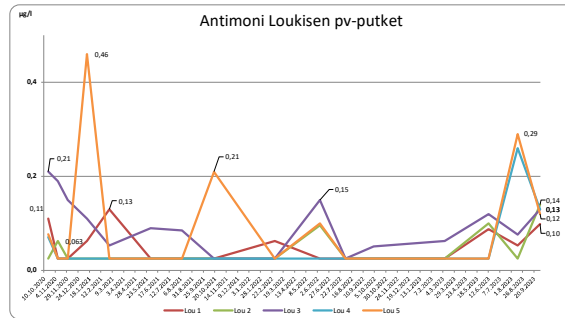
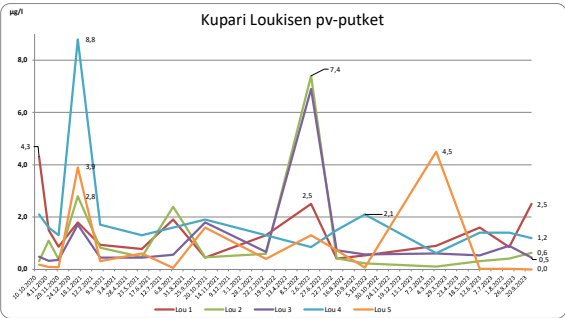
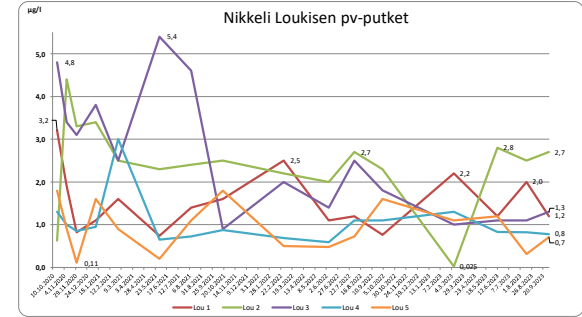
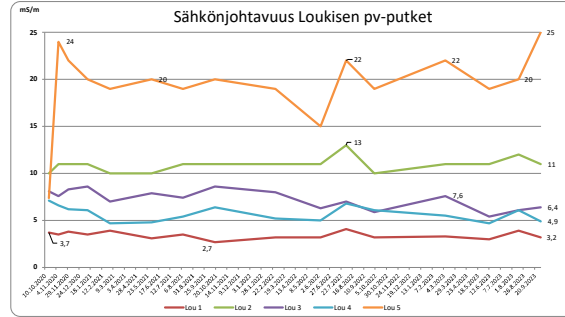
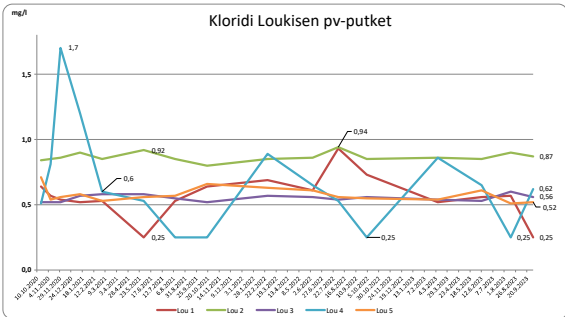
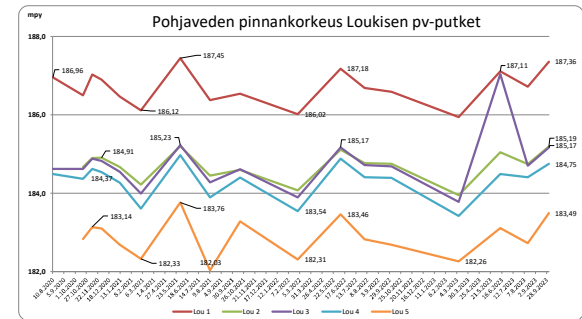
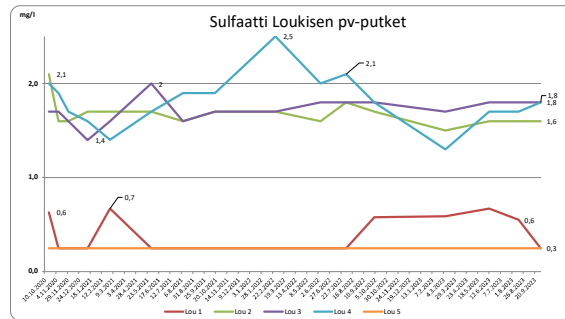
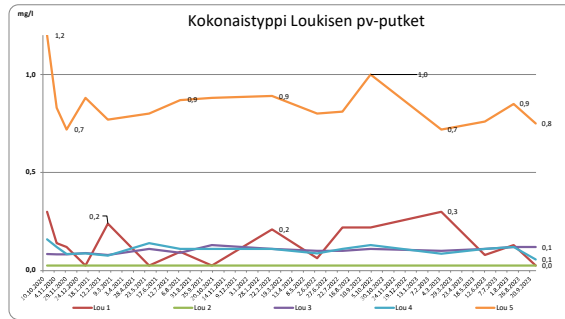


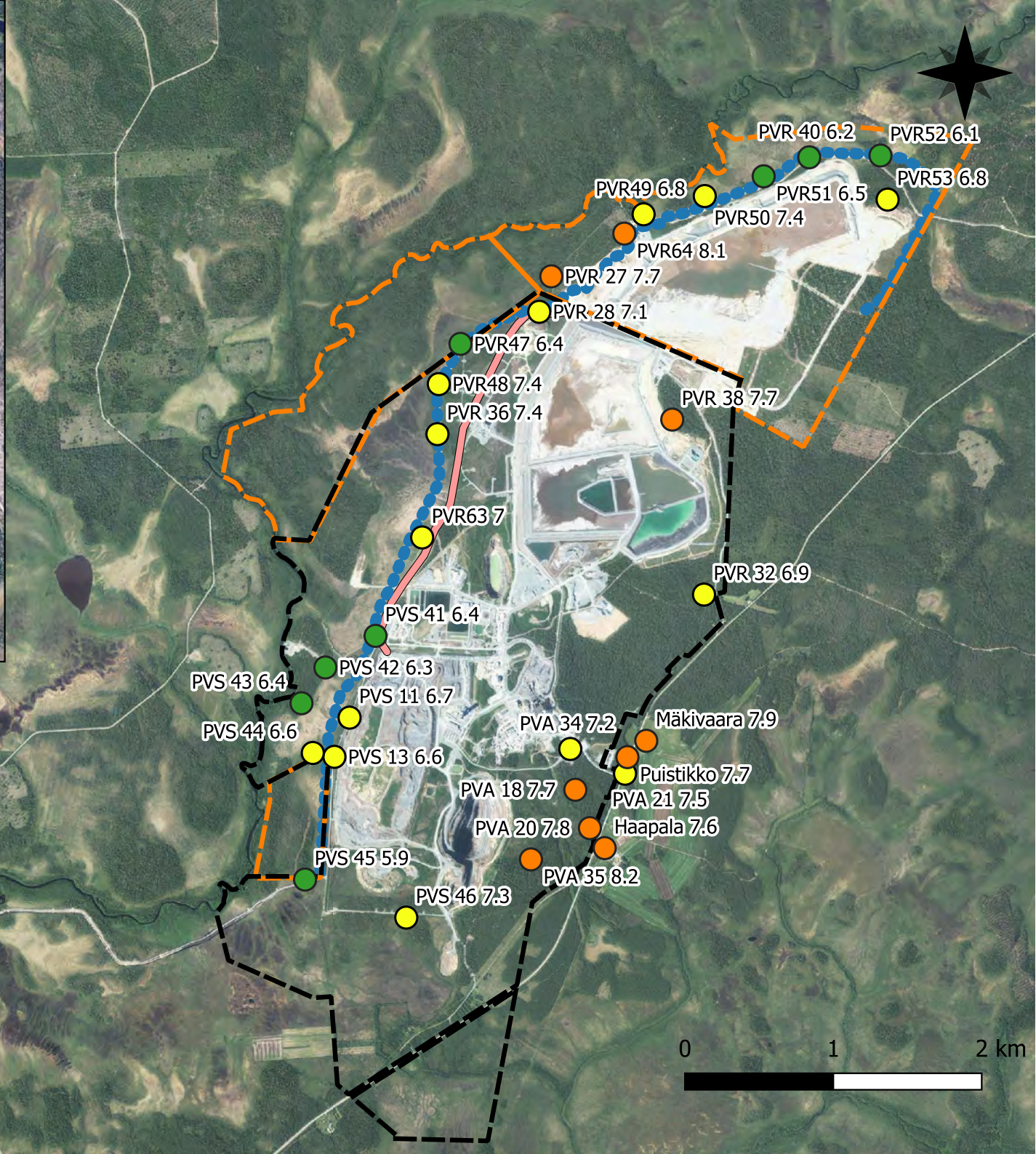
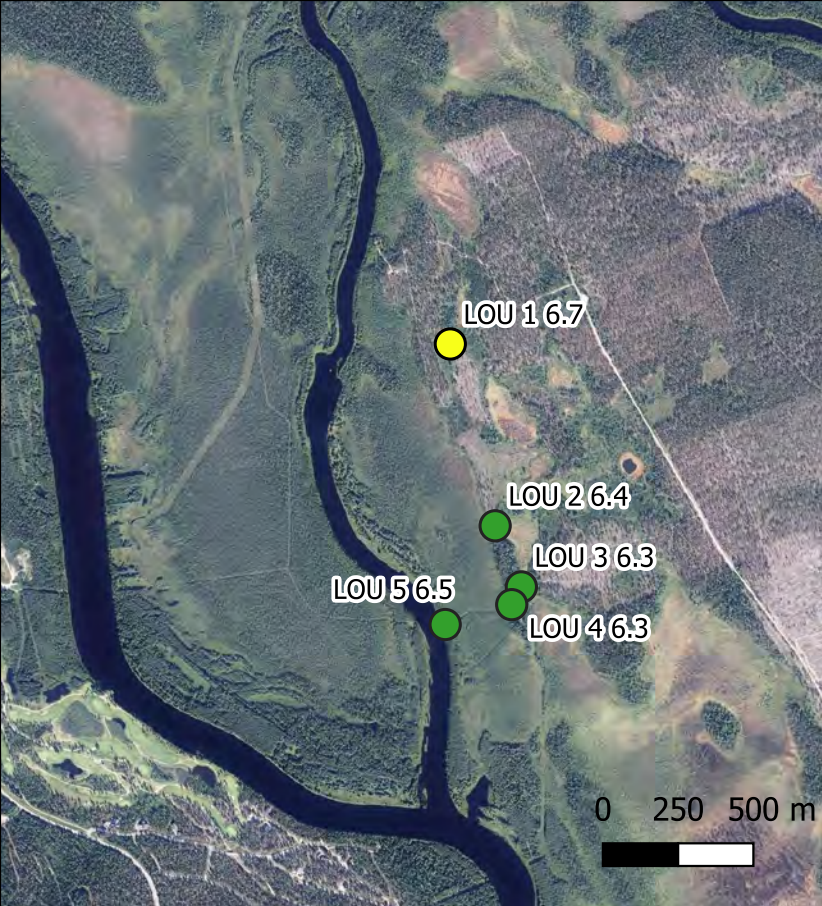
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.



\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.



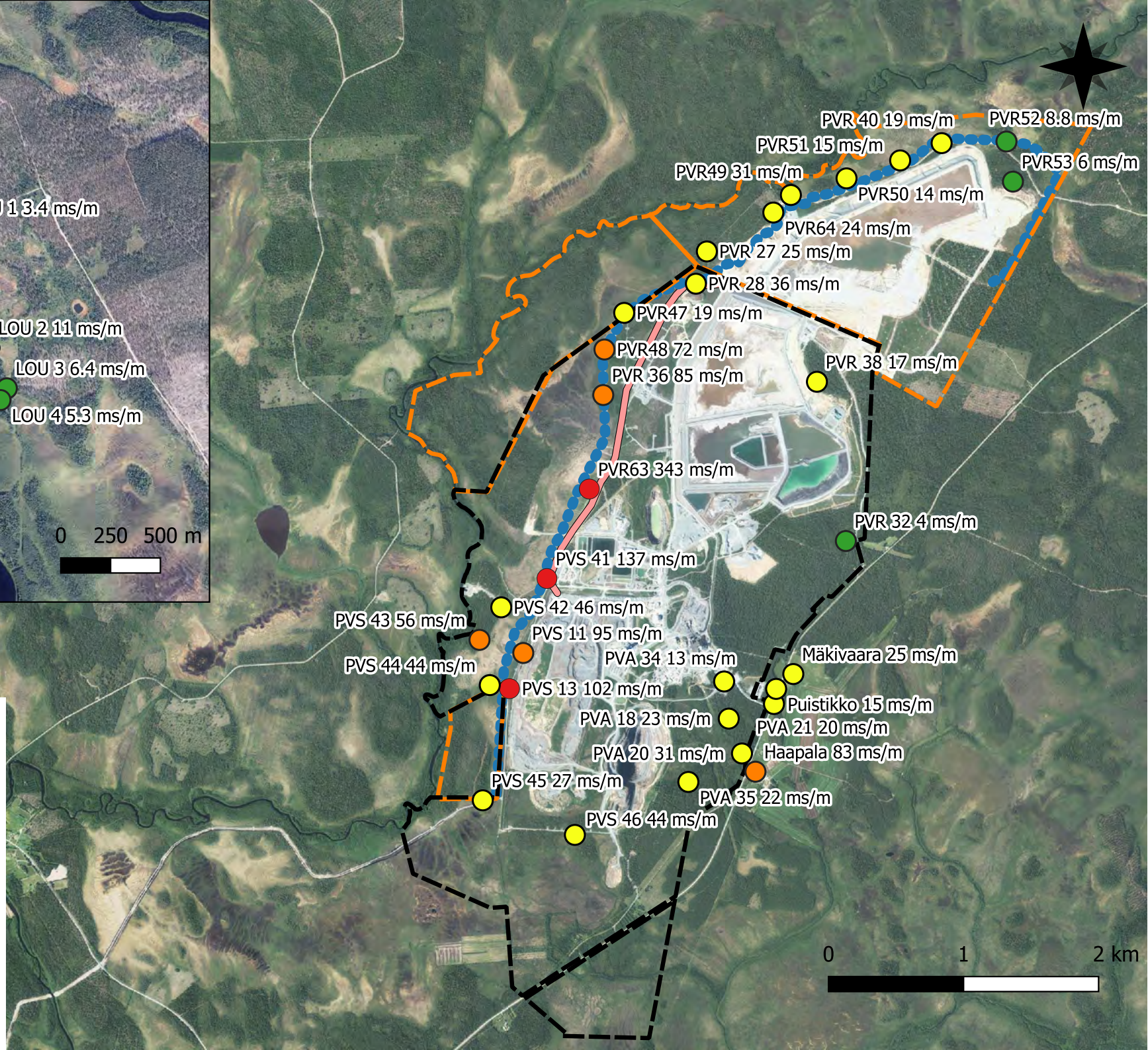
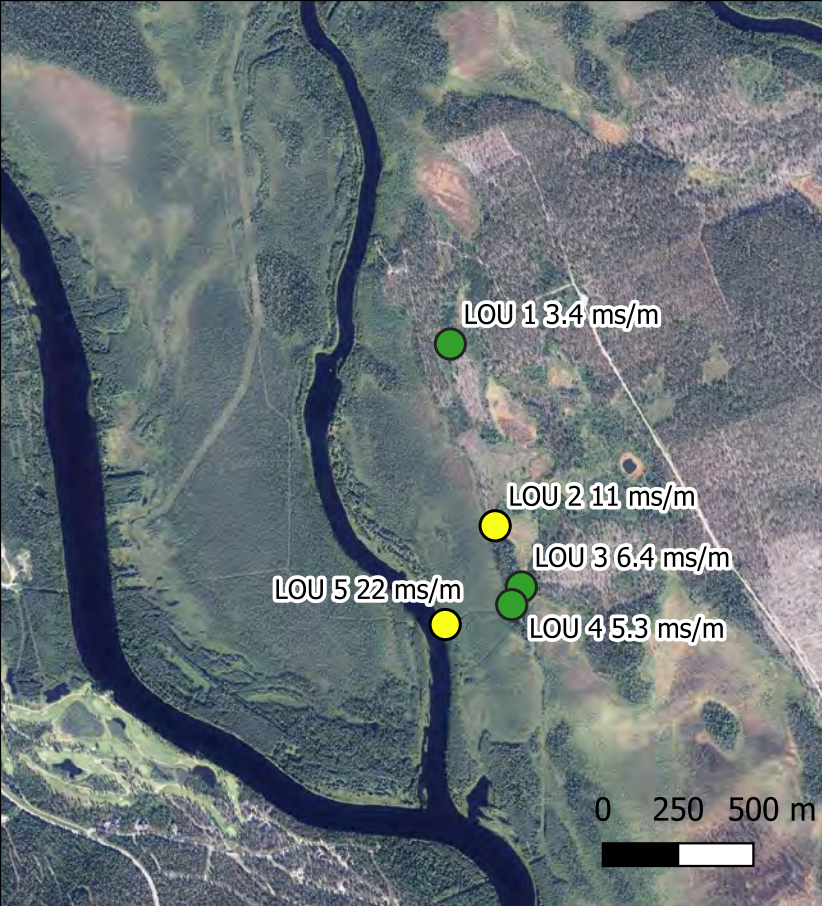




pH ka 2023

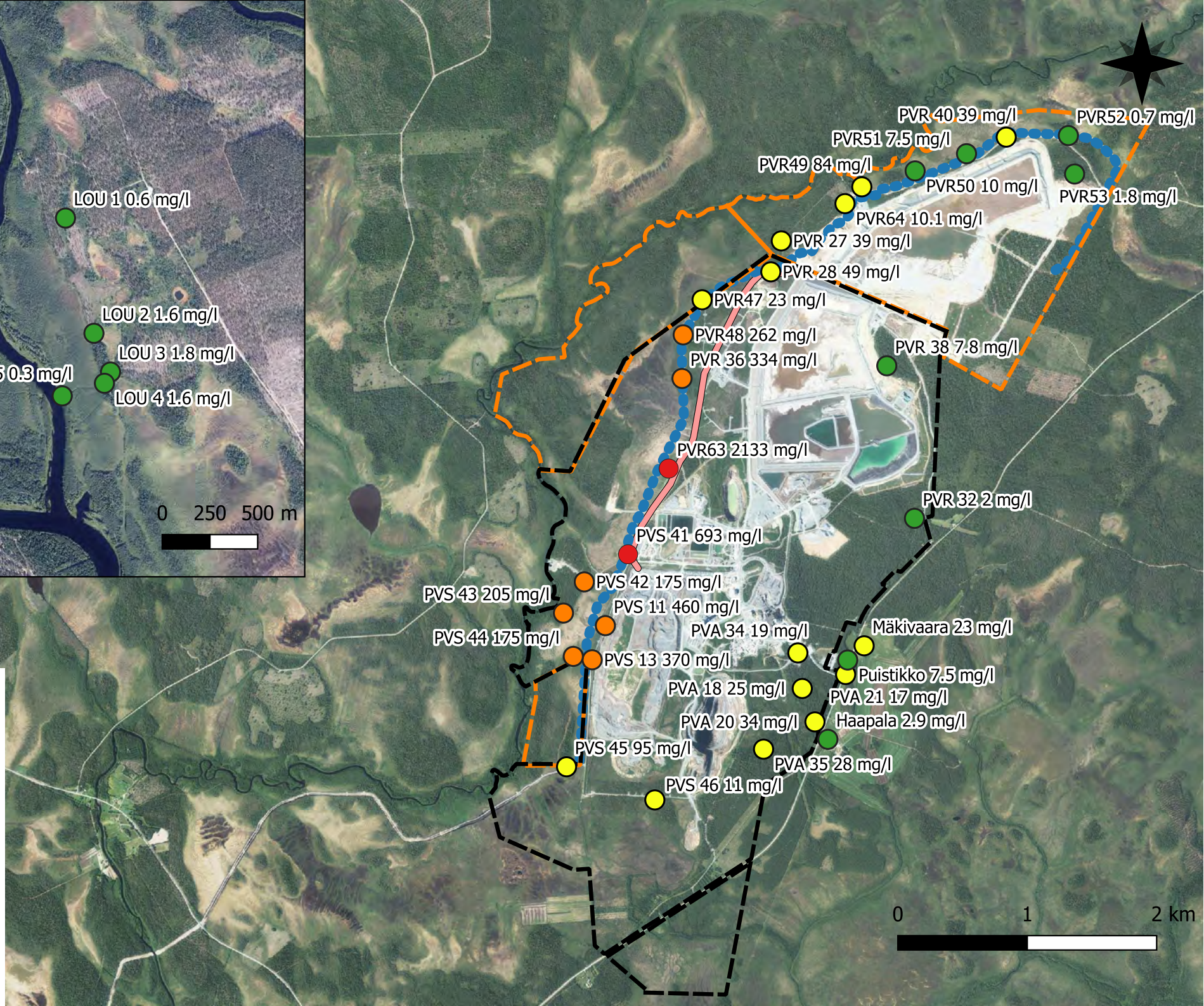
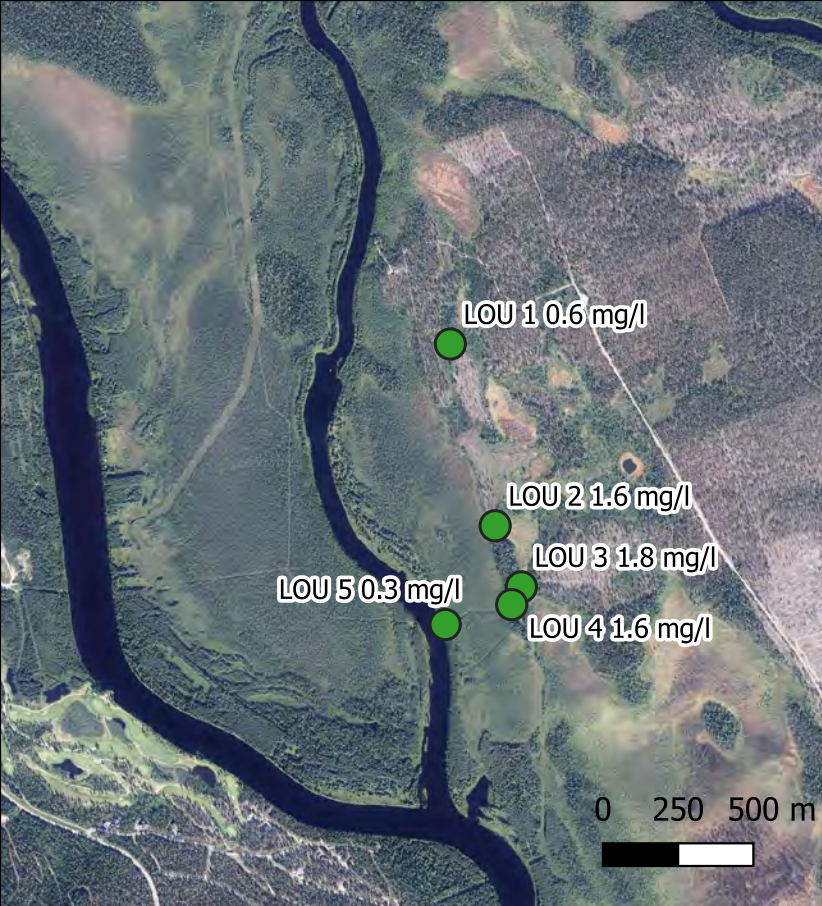
- 5,8-6,5
- 6,5-7,5
- 7,5-8,3
- Kaivospiiri
- Kaivosalue
- Kuivatusoja
- Louhetie





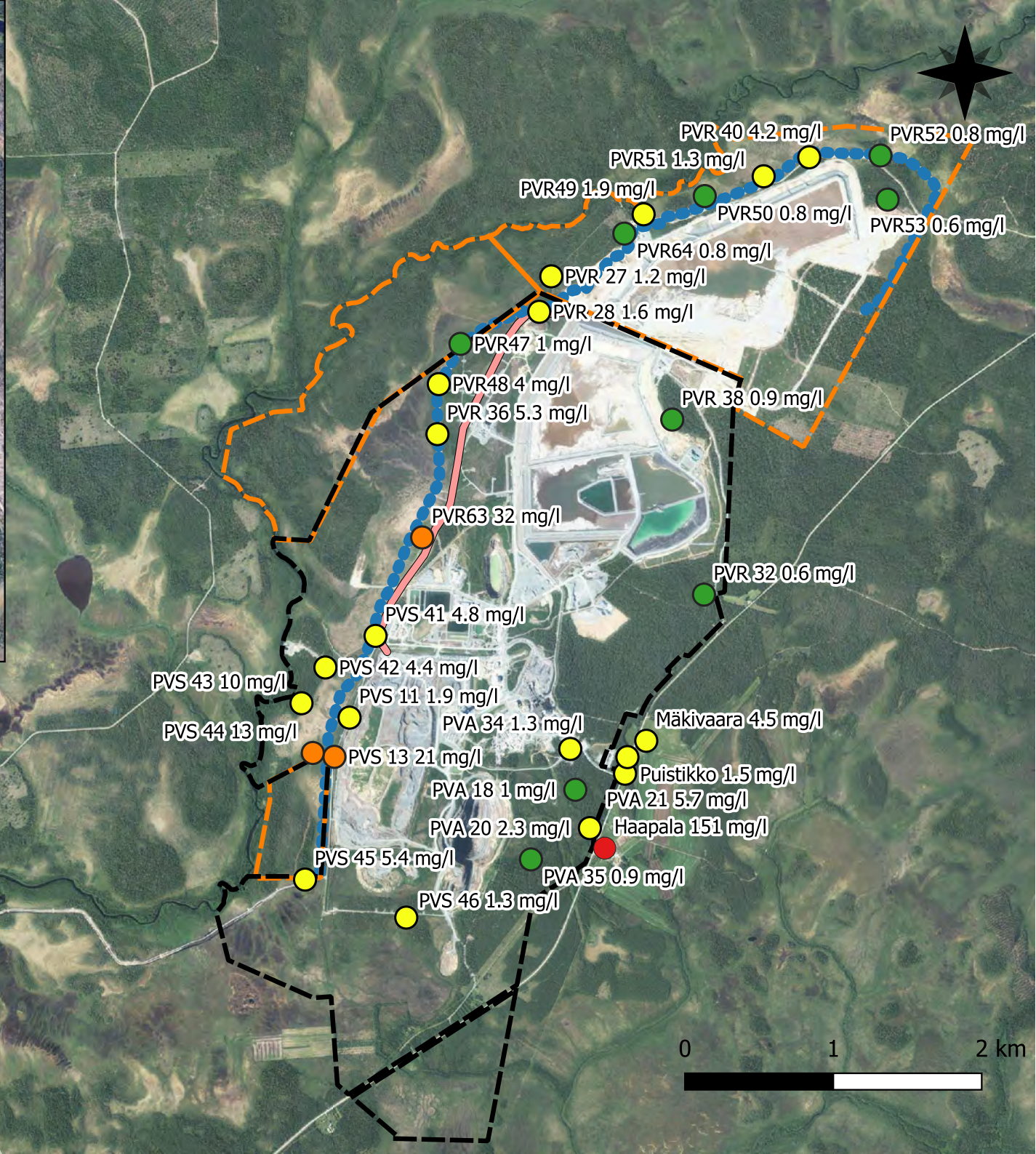
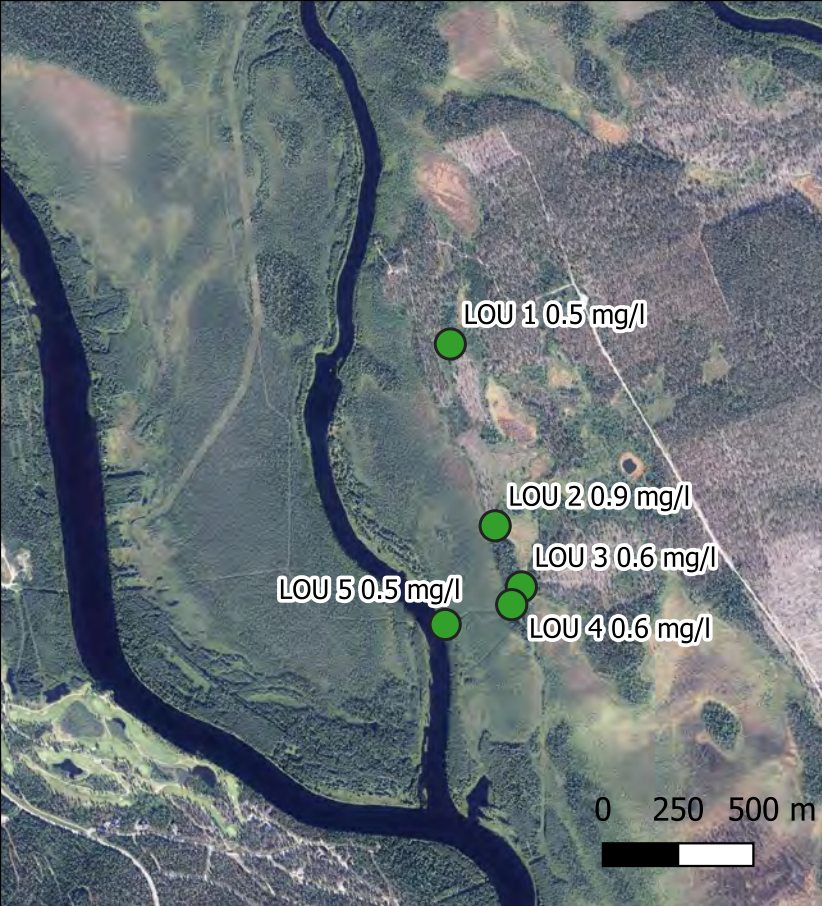
### Sähkönjohtavuus ka 2023

- mS/m
- <10
  - 10 - 50
  - 50-100
  - >100
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie



### Sulfaatti ka 2023

- mg/l
- <10
  - 10 - 100
  - 100-500
  - >500
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie

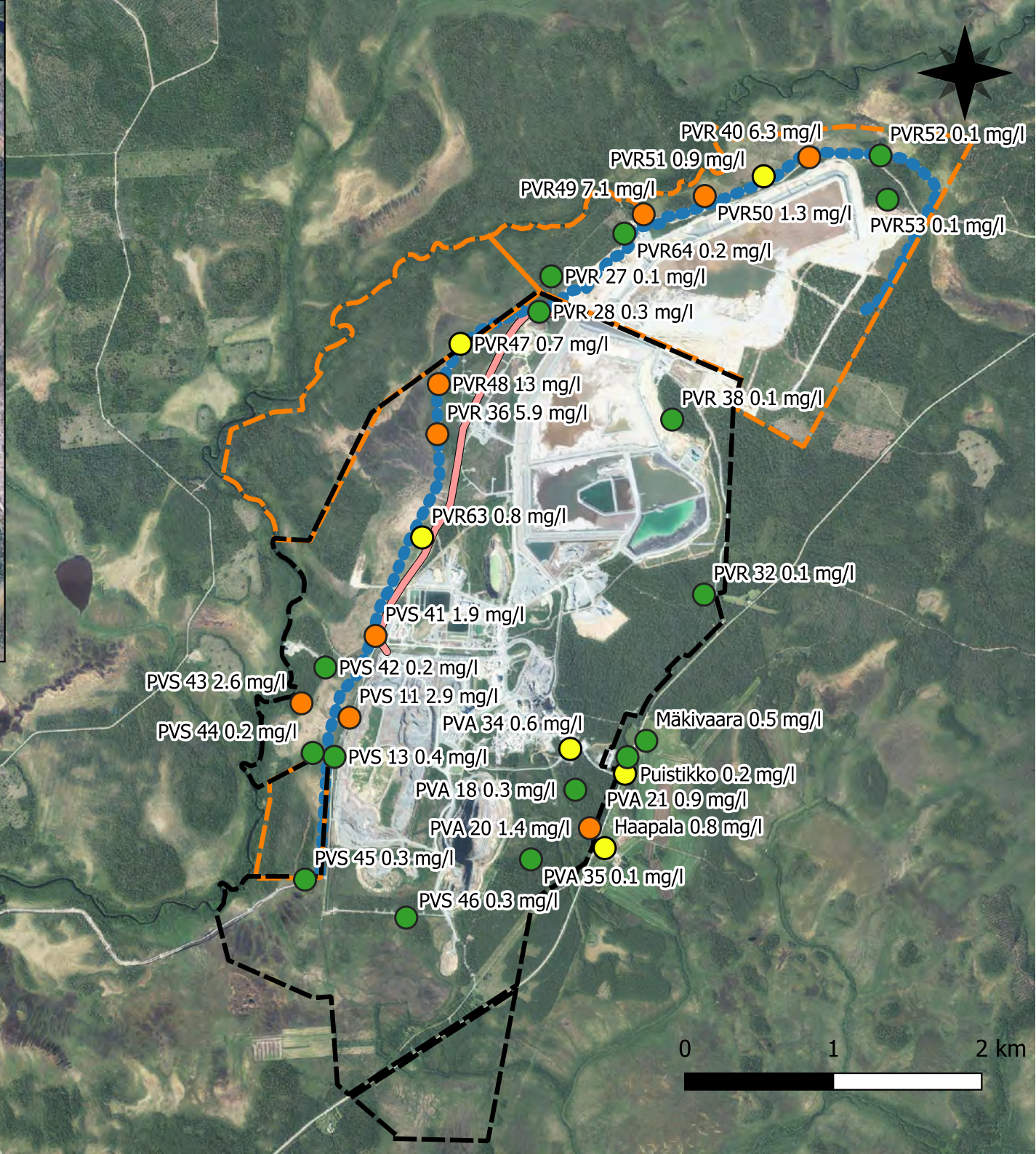
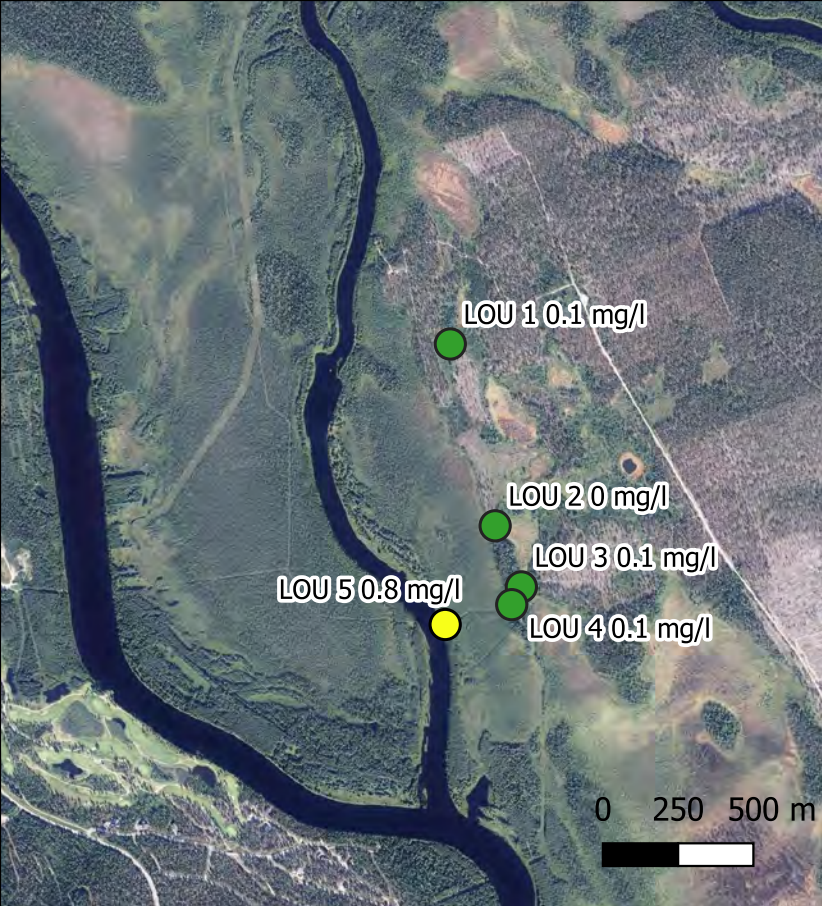


### Kloridi ka 2023

mg/l

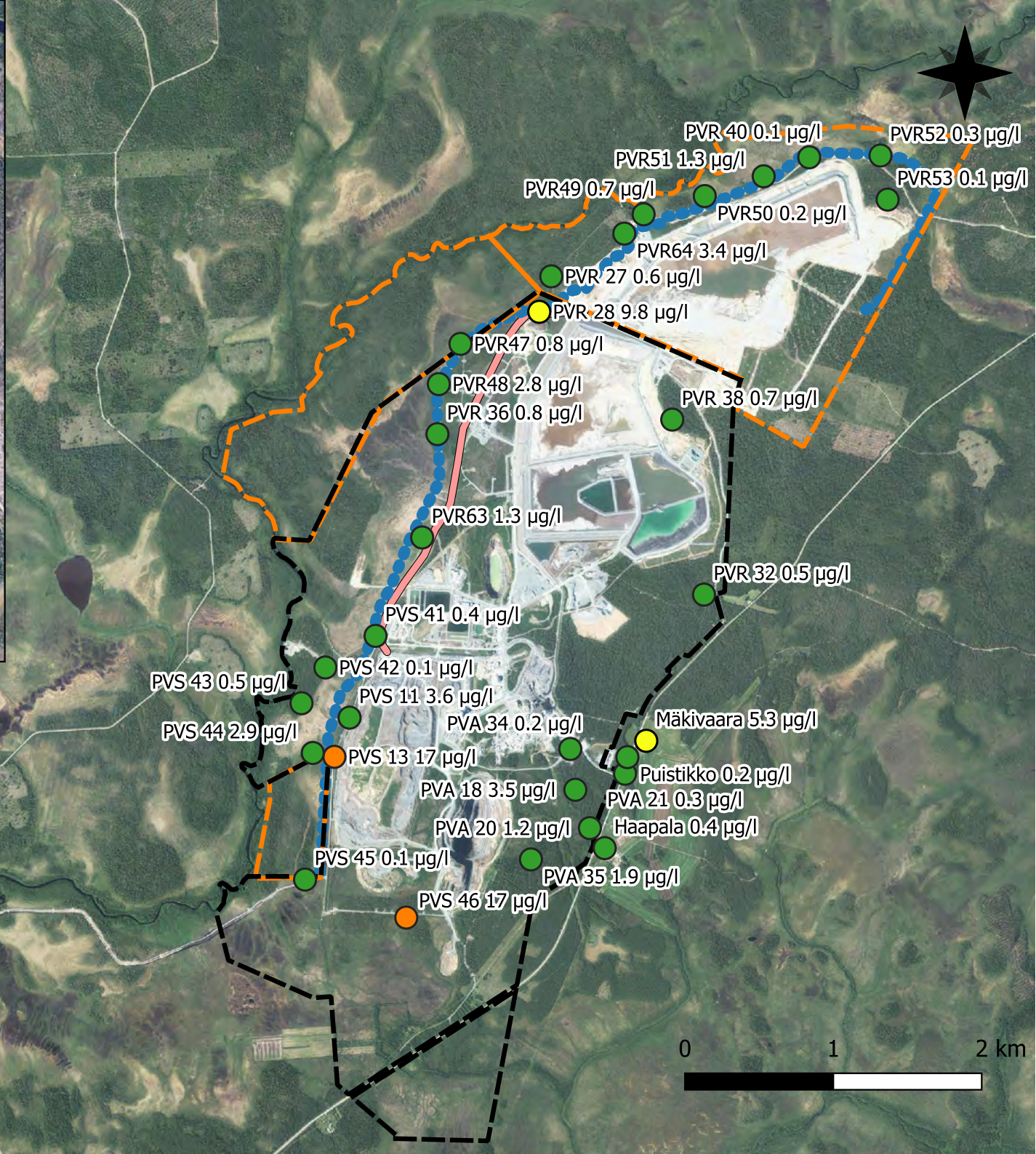
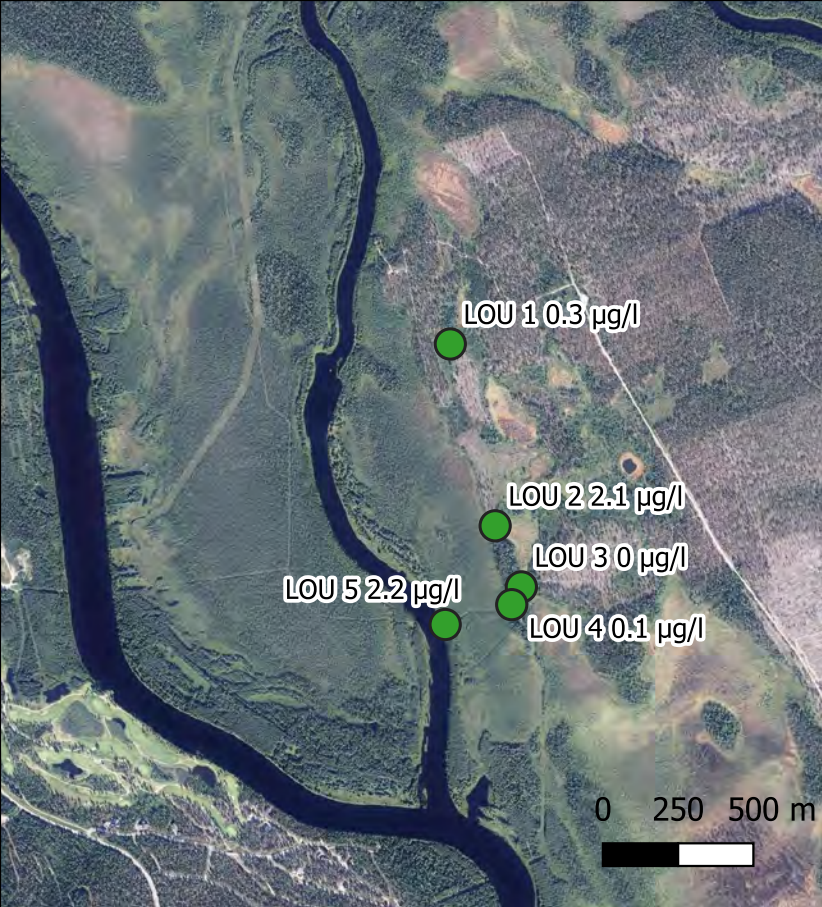
- <1,0
- 1,0-10
- 10-100
- >100

- Kaivospiiri
- Kaivosalue
- Kuivatusoja
- Louhetie



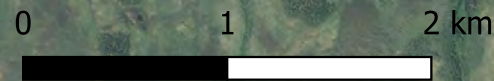
### Kokonaistyyppi ka 2023

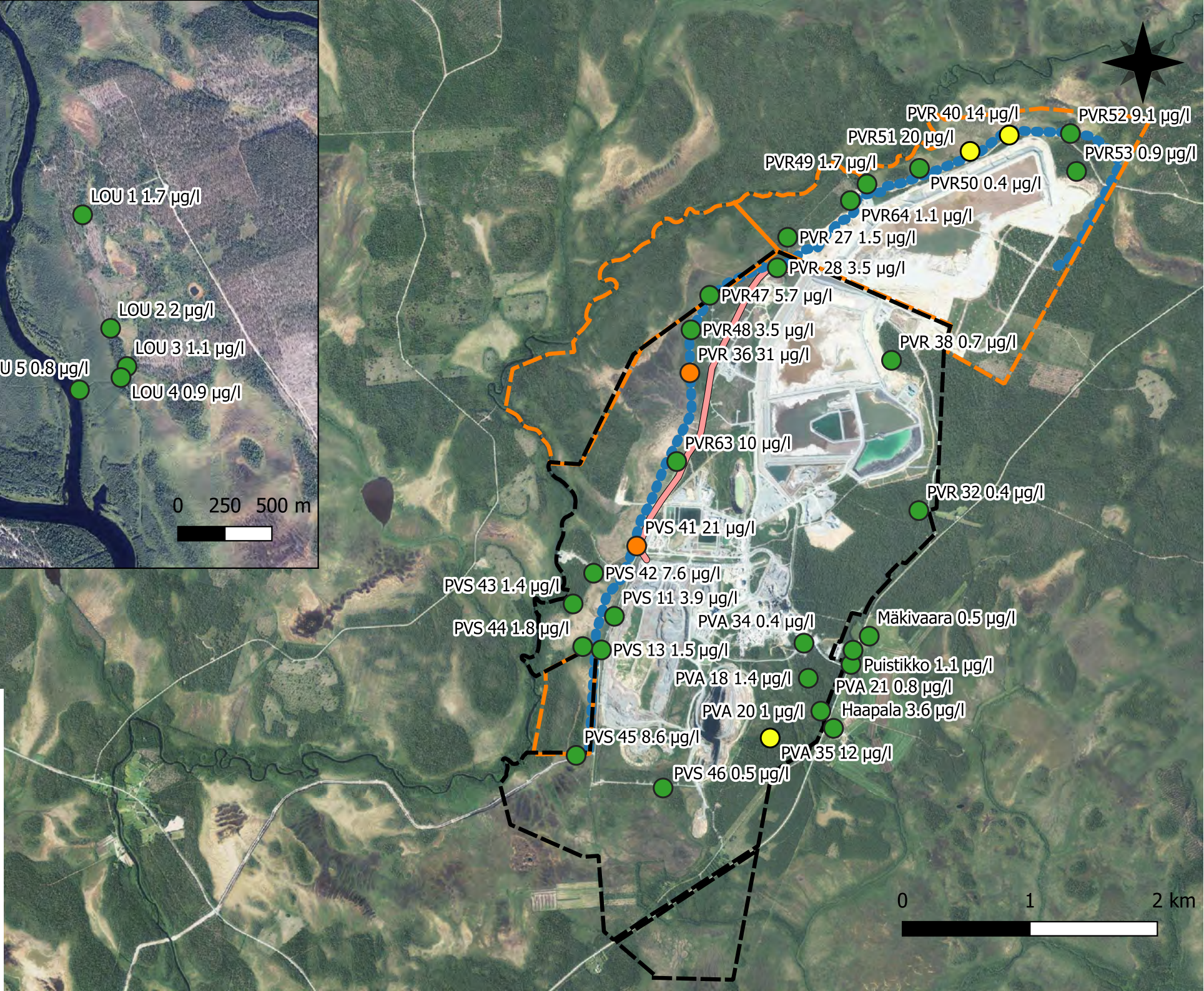
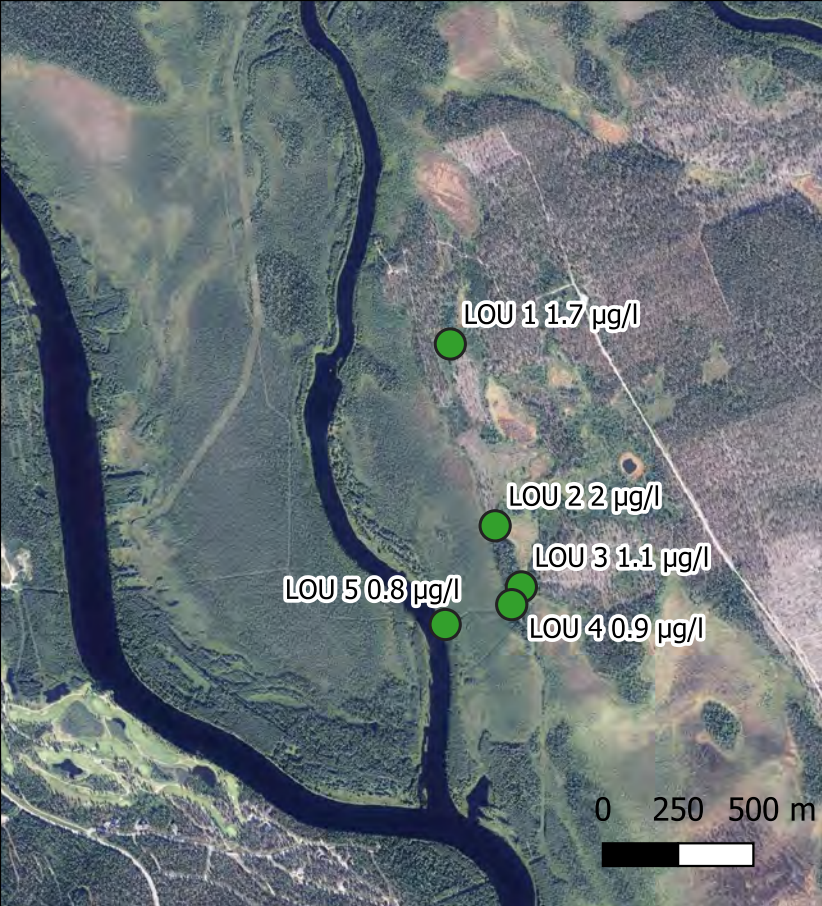
- mg/l
- <0,5
  - 0,5 - 1
  - >1,0
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie



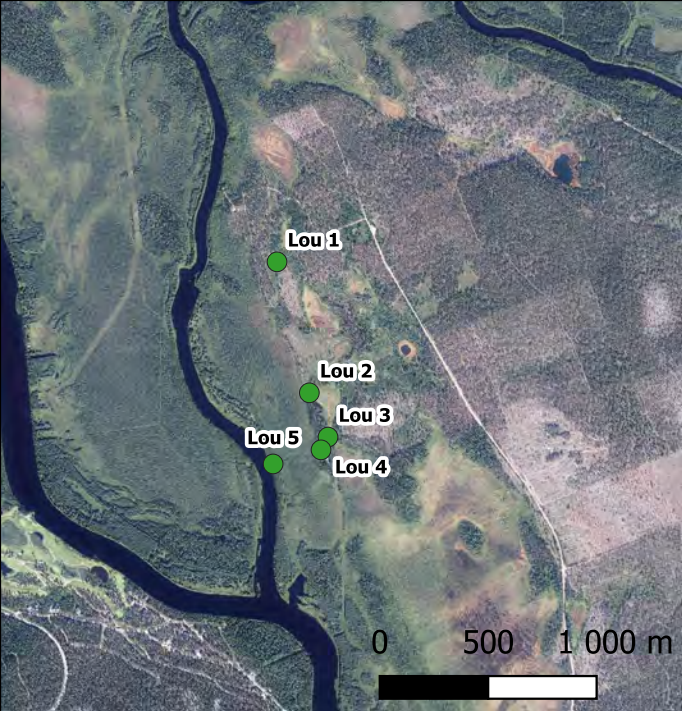
### Arseeni ka 2023

- µg/l
- <5,0
  - 5,0-10,0
  - >10,0
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie





## LIITE 1. TARKKAILUPISTEKARTTA



- Pohjaveden tarkkailupisteet**
- Rikastushiekka-alueen pvputket
  - Sivukivialueen pvputket
  - Asutuksen ja kaivoksen välin pvputket
  - Loukisen pvputket
  - Pinnankorkeusmittaus
  - Talousvesikaivot
- Kaivospiiri  
 Kaivosalue





## LIITE 2. TUTKIMUSTULOKSET

















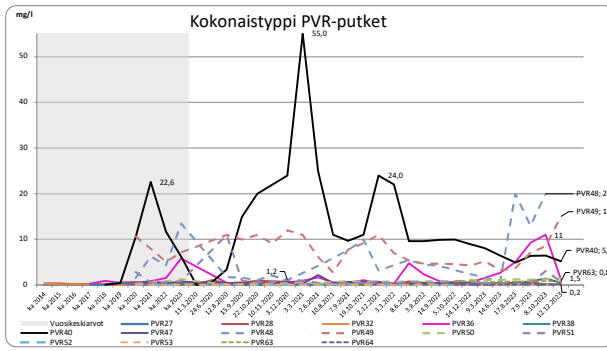
		Lämpö-tila		Veden korkeus syvyys	Happi	Happi	pH	Sähköjohtavuus	Kokonaistyyppi liuk.	Nitriittityppi liuk.	Nitraattityppi liuk.	Nitraatti-nitriittitypen summa	Ammonium-tyyppi	Kokonaistyyppi fosfori liuk.	Fosfaattityppi fosfori liuk.	Kokonaistyyppi Syanidi (CN)	WAD Syanidi (CN)	Sulfaattityppi SO <sub>4</sub> liuk.	Kloridityppi Cl liuk.	Antimoni Sb liuk.	Arseeni As liuk.	Kupari Cu liuk.	Nikkeli Ni liuk.	Rauta Fe liuk.	Sinkki Zn liuk.		
Hav.piste	pvm.	°C		m	mgO <sub>2</sub> /l	%		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		
PVA21	4.10.23	6,5	3,4	203,19	12,0	98,0	7,7	23,0	0,88	<2	760,0	760,0	35	5,9	<2			22,0	9,8	0,10	0,2	1,6	0,6	4	24,0		
<b>PVA-alueen putket pp 212,69</b>																											
PVA34	ka 2017	3,9		201,31	12,5		7,4	8,9	0,29	<2	240,0	240,0	4	2,7	<2			5,1	1,0	0,10	0,1	1,5	1,3	30	11,1		
PVA34	ka 2018	3,6		195,97	13,0		7,5	17,1	0,98	<2	975,0	975,0	<4	3,3	<2			24,1	1,5	0,10	0,1	0,3	0,2	18	7,0		
PVA34	ka 2019	3,6		199,52	12,7		7,4	12,0	0,59	7,2	680,0	513,3	17	31,0	24,7			8,9	1,2	0,03	0,2	0,6	0,2	9	7,0		
PVA34	ka 2020	3,7		200,29	12,8		7,5	10,4	0,57	19,0	484,0	495,0	24	19,0	13,1			11,1	1,1	0,05	0,3	0,5	0,5	8	10,3		
PVA34	ka 2021	3,8		198,48	12,5	95,0	7,4	16,5	1,24	8,2	907,5	910,0	19	18,4	13,2			24,0	1,5	0,04	0,2	0,9	0,4	11	8,2		
PVA34	ka 2022	3,5	13,6	199,73	12,0	91,3	7,7	12,0	0,58	5,7	483,3	493,3	<5	29,0	26,7			13,2	1,2	0,03	0,3	0,6	0,3	4	11,0		
PVA34	ka 2023	3,9	14,1	198,64	12,8	97,0	7,2	12,9	0,60	5,0	540,0	542,5	7	12,2	9,6			18,7	1,3	0,06	0,2	0,5	0,4	<2,5	9,1		
PVA34	13.3.23	3,4	17,1	195,56	12,0	90,0	7,7	28,0	1,50	3,0	1300,0	1300,0	9	16,0	15,0			52,0	2,1	0,03	0,1	0,3	0,2	<2,5	3,2		
PVA34	14.6.23	3,8	14,0	198,74	13,0	99,0	6,9	4,6	0,16	10,0	150,0	160,0	<5	7,9	5,0			3,0	1,0	0,10	0,5	0,7	0,6	4	20,0		
PVA34	17.8.23	4,4	13,9	198,78	13,0	100,0	7,3	14,0	0,59	6,1	560,0	560,0	7	15,0	10,0			17,0	1,4	0,09	0,2	0,6	0,5	<2,5	8,3		
PVA34	4.10.23	3,8	11,2	201,48	13,0	99,0	6,9	5,1	0,15	<2	150,0	150,0	8	10,0	8,5			2,7	0,8	0,03	0,2	0,3	0,3	<2,5	4,9		
<b>PVA-alueen putket pp 208,20</b>																											
PVA35	ka 2017	3,4		195,04	6,7		8,3	17,5	0,16	6,0	52,0	57,0	15	<2	<2			22,5	1,7	2,45	7,2	1,9	8,9	16	8,8		
PVA35	ka 2018	3,2		189,93	10,5		8,2	19,7	0,07	<2	34,3	35,3	<4	<2	<2			31,8	0,9	0,90	6,1	0,8	8,2	62	2,3		
PVA35	ka 2019	2,9		193,19	8,1		8,2	22,3	0,19	8,7	25,0	39,7	<5	42,0	18,9			32,7	0,8	0,53	5,9	0,5	11,9	18	1,3		
PVA35	ka 2020	2,9		197,53	7,7		7,9	15,3	0,12	10,2	39,7	47,7	16	19,6	11,5			17,3	1,0	0,37	2,0	0,4	11,4	16	4,6		
PVA35	ka 2021	2,6		191,72	6,0	29,0	8,1	21,5	0,09	12,0	48,0	33,5	8	26,5	17,4			31,0	1,0	0,33	2,0	0,3	13,9	9	2,3		
PVA35	ka 2022	3,1	18,3	194,54	8,2	61,7	8,3	21,3	0,07	15,7	28,0	44,0	<5	24,0	15,2			28,0	0,9	0,22	2,6	0,4	12,0	17	2,9		
PVA35	ka 2023	2,7	13,9	194,26	7,2	53,5	8,2	21,5	0,08	4,9	45,0	41,0	32	34,9	31,8			28,2	0,9	0,25	1,9	0,8	11,6	10	4,0		
PVA35	13.3.23	2,1	23,9	184,32	2,6	19,0	8,0	34,0	0,09			15,0	80	110,0	110,0			59,0	1,1	0,36	1,8	1,6	20,0	8	5,5		
PVA35	14.6.23	2,5	4,8	203,39	12,0	88,0	8,1	12,0	0,07	4,0	47,0	51,0	<5	6,9	3,8			6,8	0,8	0,15	1,3	0,5	6,5	9	3,3		
PVA35	17.8.23	3,1	20,2	188,00	4,3	32,0	8,4	18,0	0,07	9,8	36,0	45,0	25	18,0	9,1			26,0	1,0	0,30	3,1	0,4	6,7	18	1,5		
PVA35	5.10.23	3,2	6,9	201,34	10,0	75,0	8,1	22,0	0,10	<2	52,0	53,0	20	4,8	4,1			21,0	0,9	0,2	1,2	0,9	13,0	5	5,6		



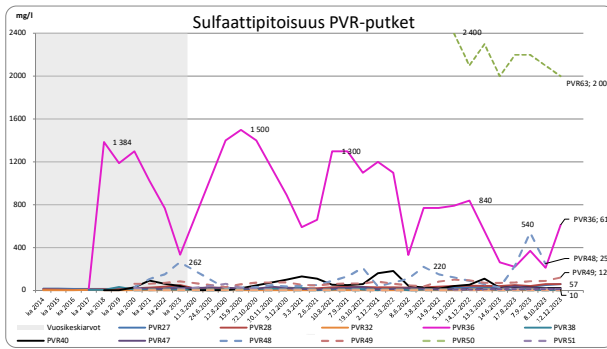
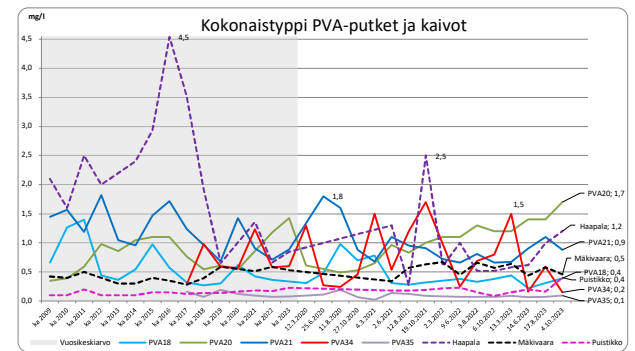
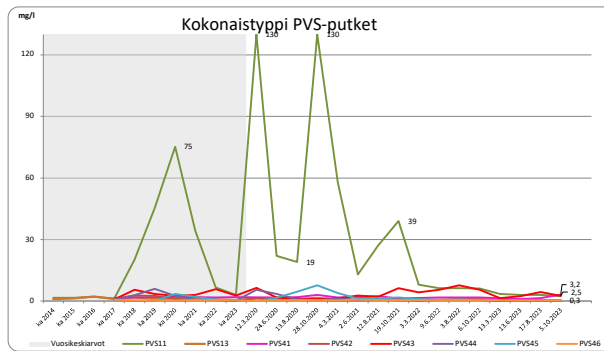


Hav.piste	pvm.	Lämpötila	Veden korkeus syvyys	Alkaliniteetti		Sameus	Väri	Kiintoaine	Hehkutusjäännos	Kokonaiskovuus	CODmn	Fluoridi	pH	Sähkönjohtavuus	Kokonais-typpi liuk.	Nitriitti-typpi liuk.	Nitraatti-typpi liuk.	Nitraatti- ja nitriittityypen summa	Ammonium-typpi liuk.	WAD Syanidi (CN)	Sulfaatti SO <sub>4</sub> liuk.	Kloridi Cl liuk.	Antimoni Sb liuk.	Arseni As liuk.	Elohopea liuk.	Kadmium liuk.	Kupari Cu liuk.	Mangaani liuk.	Nikkeli Ni liuk.	Rauta Fe liuk.	Uraani U	Uraani U liuk.	E.coli	Enterokokit	Koliformiset bakteerit	
		°C	m	mmol/l	FTU	mg Pt/l	mg/l	mg/l	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mS/m	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	MPN/100ml	pmy/100ml	MPN/100ml			
pp 185,71																																				
Lou 5	19.10.20	4,2	2,88	182,83	1,83	400	74	3600	3400	0,58	5,9	<0,1	6,04	7,4	1,2	2,4	<5		700	<5	0,25	0,71	0,077	1,5			0,18	740	1,8	22000		0,11	0	<2	0	
Lou 5	9.11.20	4	2,57	183,14	2,23	220	87	8600	8200	0,67	13	<0,1	6,48	24	0,83	2,7	<5		730	<5	0,25	0,54	0,025	3,9		<0,01	0,1	910	0,91	37000		0,16	0	<2	0	
Lou 5	1.12.20	4,2	2,61	183,1	1,51	160	160	330	300	0,64	8,7	<0,1	6,52	22	0,72			680	<10	0,25	0,56	0,025	6,6	<0,02	<0,01	0,083	980	0,11	46000		0,021	0	<2	0		
Lou 5	12.1.21	3,2	3,02	182,69	1,89	69	99	800	760	0,63	6,7	<0,1	6,4	20	0,88	<2	<5		740	<5	0,25	0,58	0,46	5,1		<0,01	3,9	1100	1,6	41000		0,016	0	<2	0	
Lou 5	2.3.21	4,2	3,38	182,33	1,57	59	500	930	890	1,2	4,3	<0,1	6,44	19	0,77			760	<5	0,25	0,53	0,025	0,2		0,011	0,31	980	0,9	3300		<0,01	0	<2	0		
Lou 5	1.6.21	4,1	1,95	183,76	2,21	82	48	210	200	0,78	12	<0,1	6,45	20	0,8	3	<5		700	<5	0,25	0,56	0,025	6,1		<0,01	0,6	1100	0,2	48000		<0,01	0	<2	0	
Lou 5	9.8.21	4,5	3,68	182,03	1,71	140	87	65	57	0,59	3,6	<0,1	6,45	19	0,87			770	<5	0,25	0,57	0,025	1,3		0,012	0,056	1000	1,1	19000		0,09	0	<2	0		
Lou 5	18.10.21	5,3	2,43	183,28	2,11	29	52	77	63	0,66	7,1	<0,1	6,48	20	0,88			750	<5	0,25	0,66	0,21	2,7		<0,01	1,6	1200	1,8	40000		0,019	0	<2	0		
Lou 5	28.2.22	3,6	3,4	182,31	1,94	200	88	1500	1400	0,65	6,3	<0,1	6,8	19	0,89	2,5	<5		700	<5	0,25	0,63	0,025	5,9		<0,01	0,4	1200	0,5	45000		0,011	0	<2	0	
Lou 5	7.6.22	3	2,25	183,46	1,46	36	12	170	160	0,75	6,9	<0,1	7,04	15	0,8	<2	<5		700	<5	0,25	0,61	0,1	5,3		<0,01	1,3	1000	0,48	45000		0,023	0	<2	0	
Lou 5	2.8.22	4,2	2,89	182,82	2,31	100	34	130	120	0,71	5,8	<0,1	6,38	22	0,81			770	<5	0,25	0,56	0,025	1,4		<0,01	0,73	1000	0,73	28000		0,059	0	<2	0		
Lou 5	3.10.22	4,3	3,02	182,69	2,21	14	420	100	93	0,6	5,7	<0,1	6,48	19	1	3,7	<5		1100	<5	0,25	0,55	0,025	1,2		<0,01	0,063	1100	1,6	22000		0,12	1	<2	1	
Lou 5	8.3.23	2,6	3,45	182,26	2,05	140	200	48	41	0,62	6,8	<0,1	6,5	22	0,72			770	<5	0,25	0,54	0,025	5,6		<0,01	4,5	1000	1,1	44000		0,17	0	<2	0		
Lou 5	12.6.23	3,6	2,6	183,11	1,82	280	230	840	800	0,63	4,8	<0,1	6,4	19	0,76			770	<5	0,25	0,61	0,025	0,86		<0,01	0,025	1100	1,2	24000		0,055	0	<2	0		
Lou 5	15.8.23	3,8	2,98	182,73	1,89	46	58	400	370	0,6	3,3	<0,1	6,47	20	0,85	4,8	<5	<5	840	<5	0,25	0,51	0,29	0,46		<0,01	0,025	1100	0,31	16000		0,013	0	<2	0	
Lou 5	3.10.23	4,6	2,22	183,49	2,01	78	260	4400	4300	0,66	6,4	<0,1	6,56	25	0,75		7,4		840	<5	0,25	0,52	0,12	1,9		<0,01	<0,05	1100	0,71	33000		0,1	0	<2	0	
Loukinen vedenottamo	2.3.21	4,7										<0,1			0,054	<2	34			<5	2,1	0,025	0,11		<0,01	2		0,89		0,054	0,054					
Loukinen vedenottamo	7.6.21	3,6										<0,1			0,063	<2	45			<5	2,2	0,025	0,12		<0,01	1,6		0,87		0,073	0,073					
Loukinen vedenottamo	9.8.21	5,4										<0,1			0,025	<2	33			<5	2,2	0,025	0,13		<0,01	6,2		2,2		0,061	0,061					
Loukinen vedenottamo	18.10.21	5,1										<0,1			0,025	<2	23			<5	2,2	0,025	0,12		<0,01	2,4		1,2		0,061	0,061					
Loukinen vedenottamo	28.2.22	4,2										<0,1			0,025	<2	28			<5	2,2	0,025	0,21		<0,01	11		0,8		0,066						
Loukinen vedenottamo	2.8.22	4,8										<0,1			0,025	<2	30			<5	2,2	0,025	0,12		<0,01	3,8		0,95		0,055						
Loukinen vedenottamo	3.10.22	5										<0,1			0,025	2,4	34			<5	2,4	0,025	0,13		<0,01	2,2		0,58		0,069						
Loukinen vedenottamo	8.3.23	4,7										<0,1			0,025	<2	25			<5	2	0,025	0,15		<0,01	4,7		0,57		0,054						
Loukinen vedenottamo	3.7.23	3,8										<0,1			0,025	<2	35			<5	2,2	0,025	0,13		<0,01	1,3		0,4		0,071						
Loukinen vedenottamo	15.8.23	5										<0,1			0,025	<2	34			<5	2,2	0,025	0,28		<0,01	18		0,83		0,08						
Loukinen vedenottamo	3.10.23	4,7										<0,1			<0,05	<2	28			<5	2,7	0,14	0,11		<0,01	2,8		0,94		0,086						

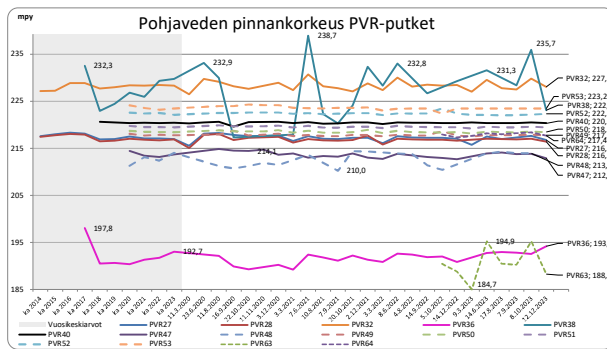
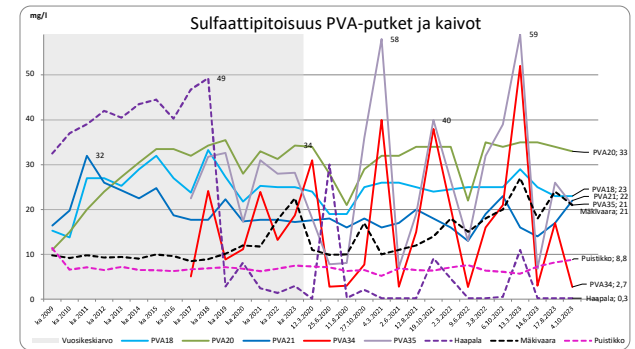
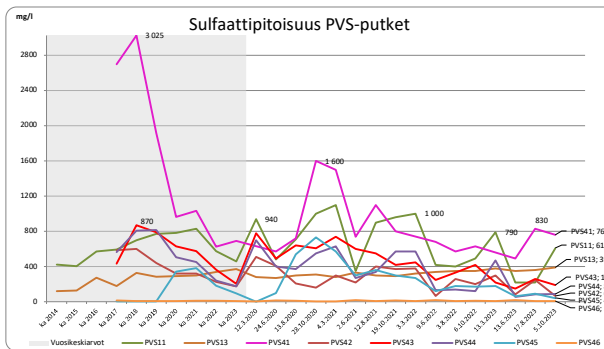
## LIITE 3. KUVAAJAT



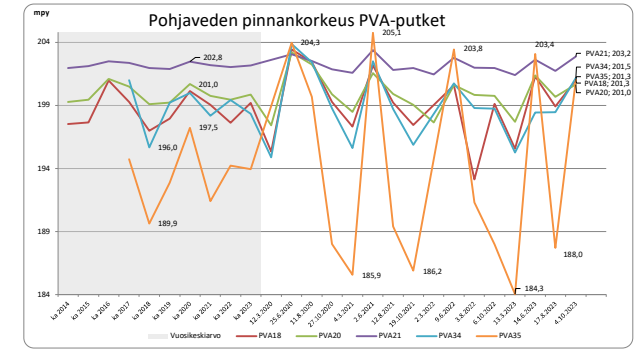
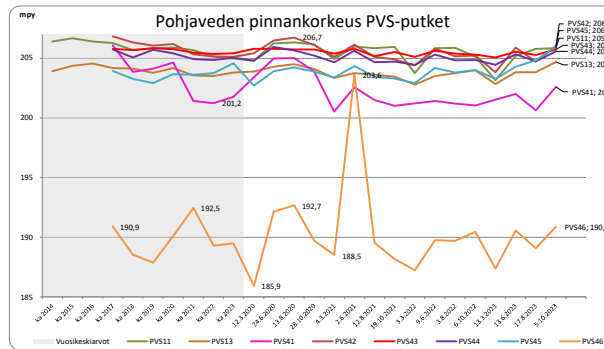
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.



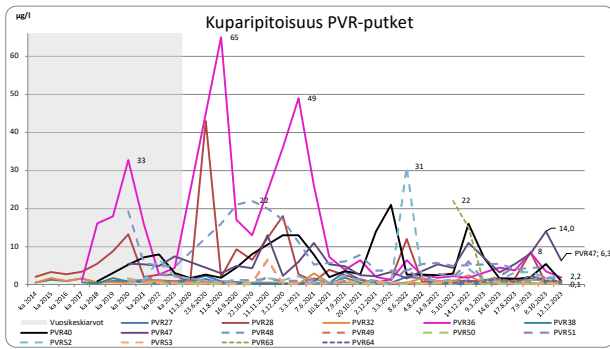
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaus. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.



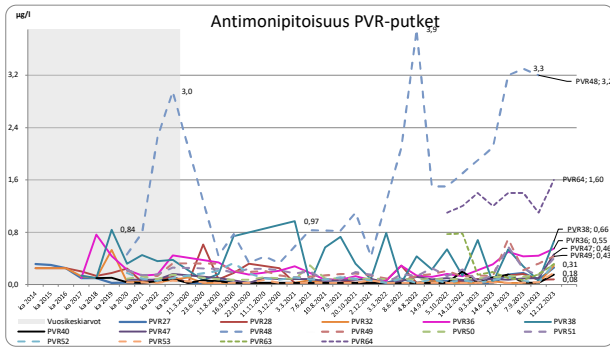
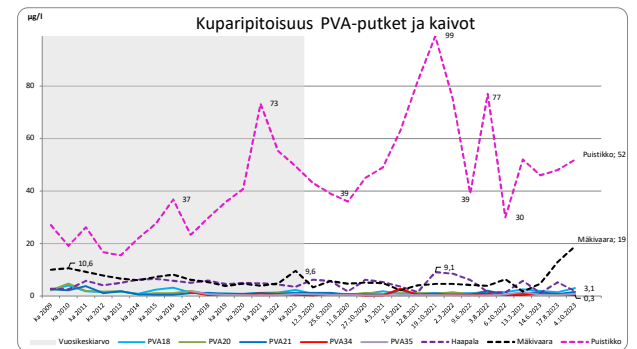
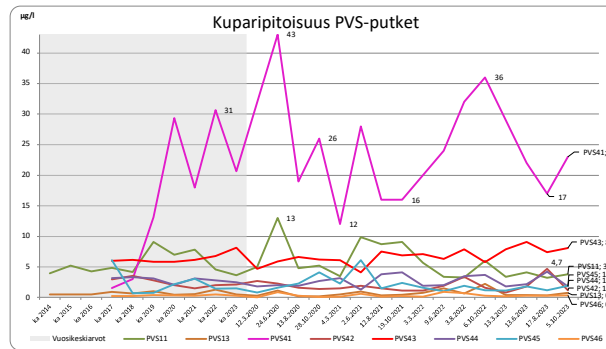
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.



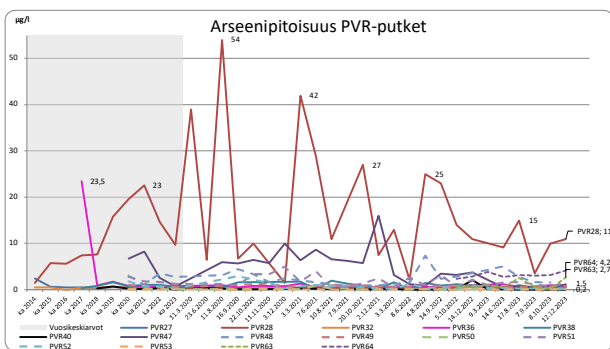
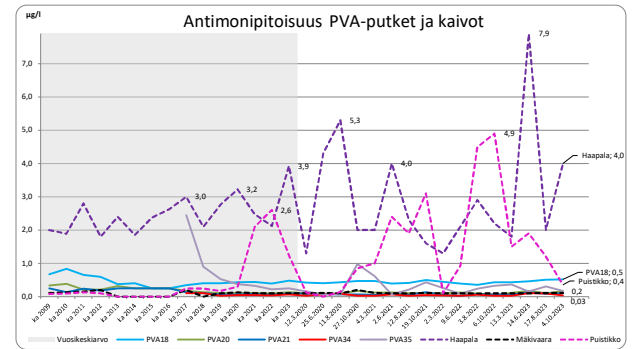
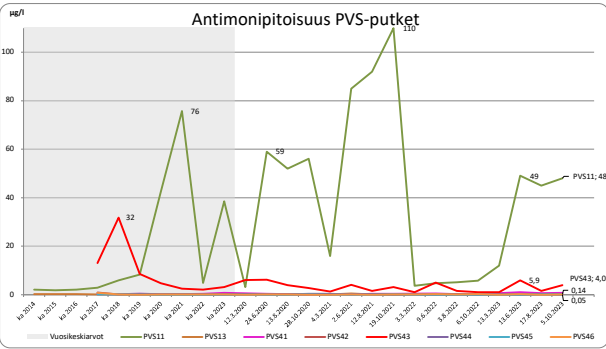




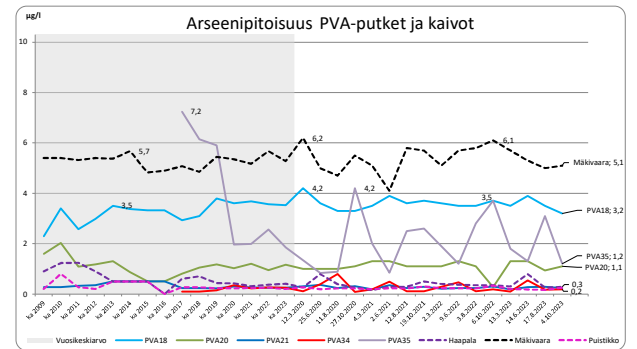
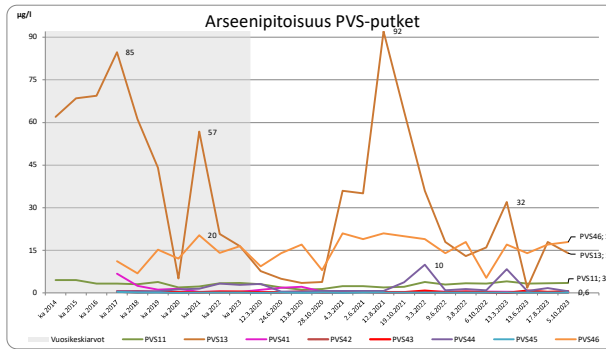
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.



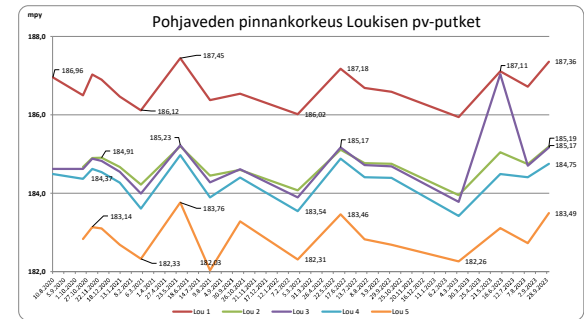
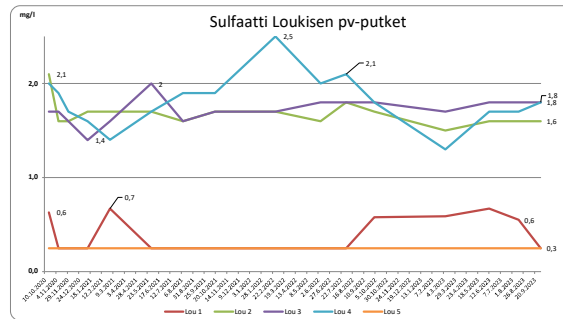
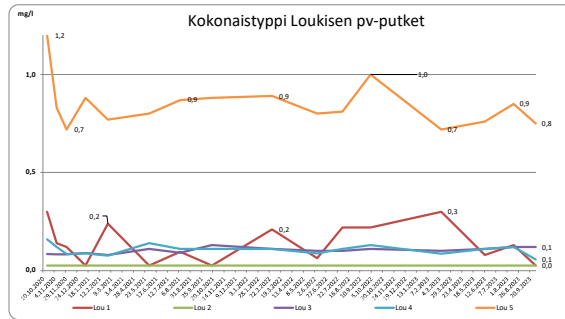
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.

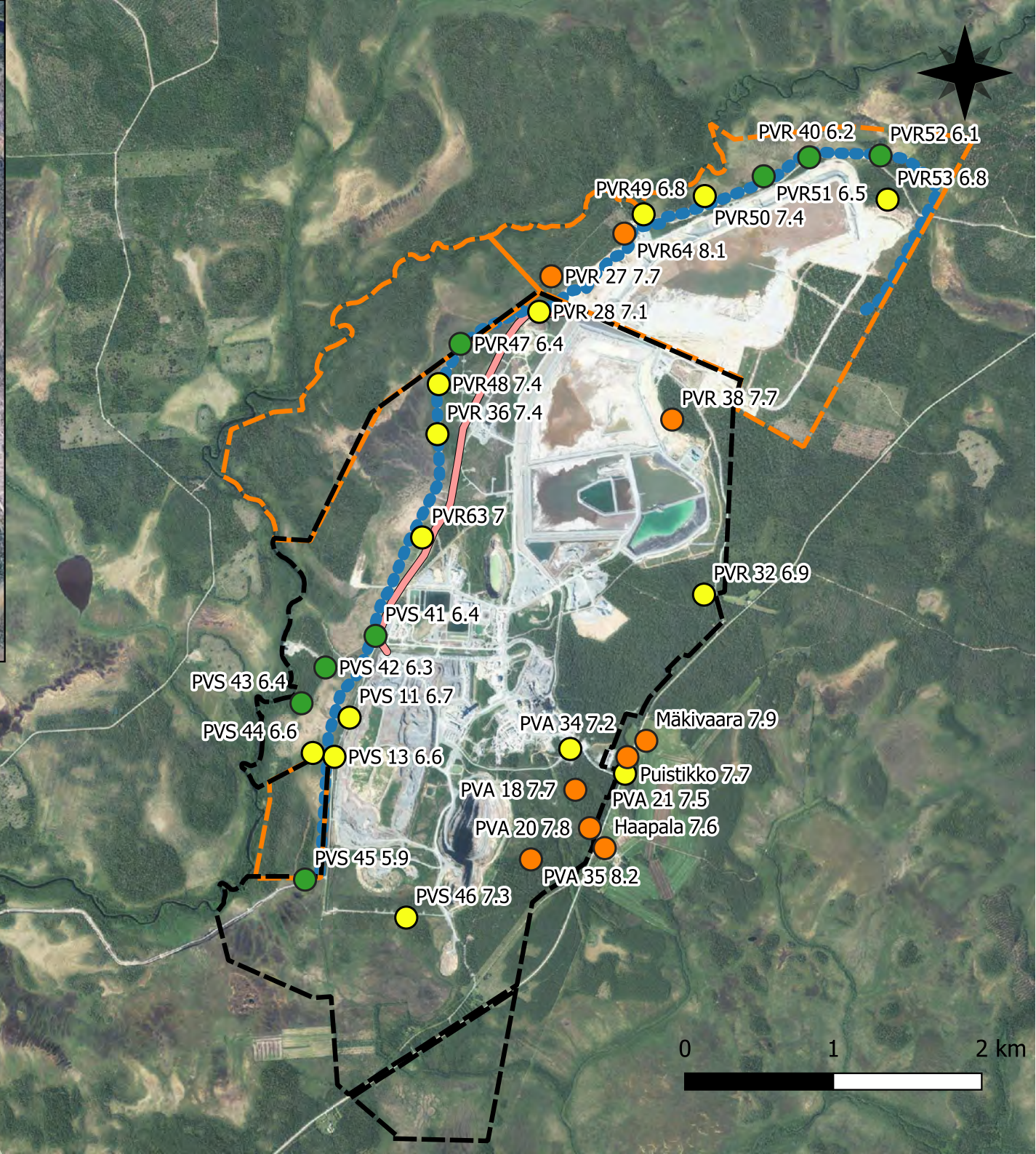
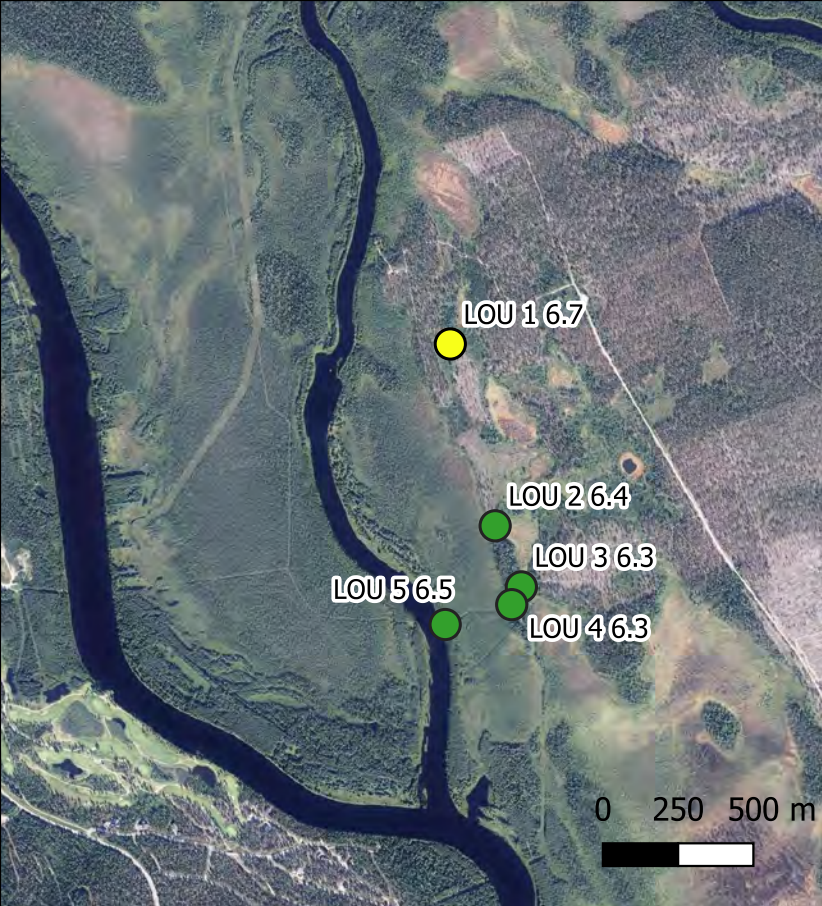


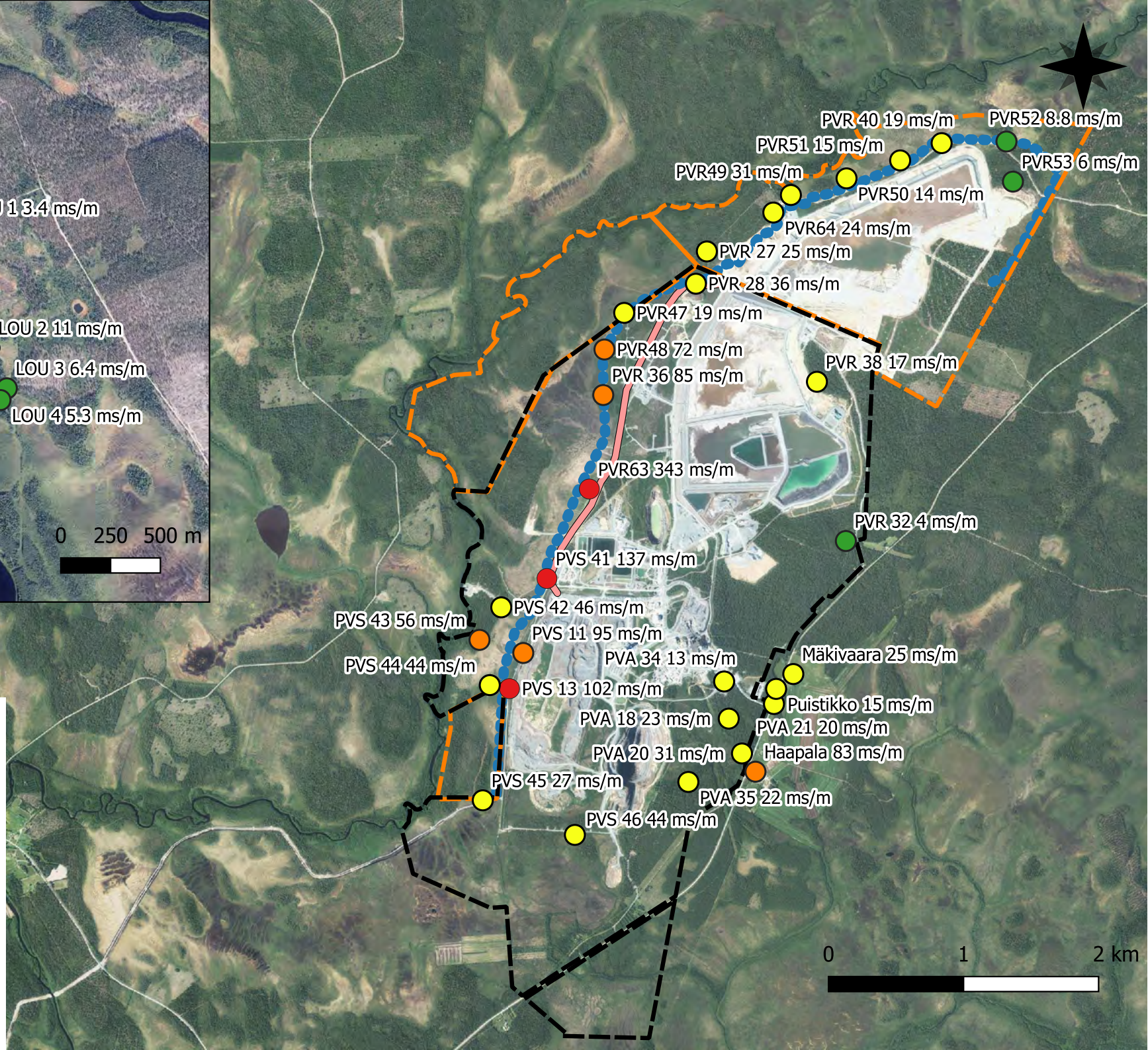
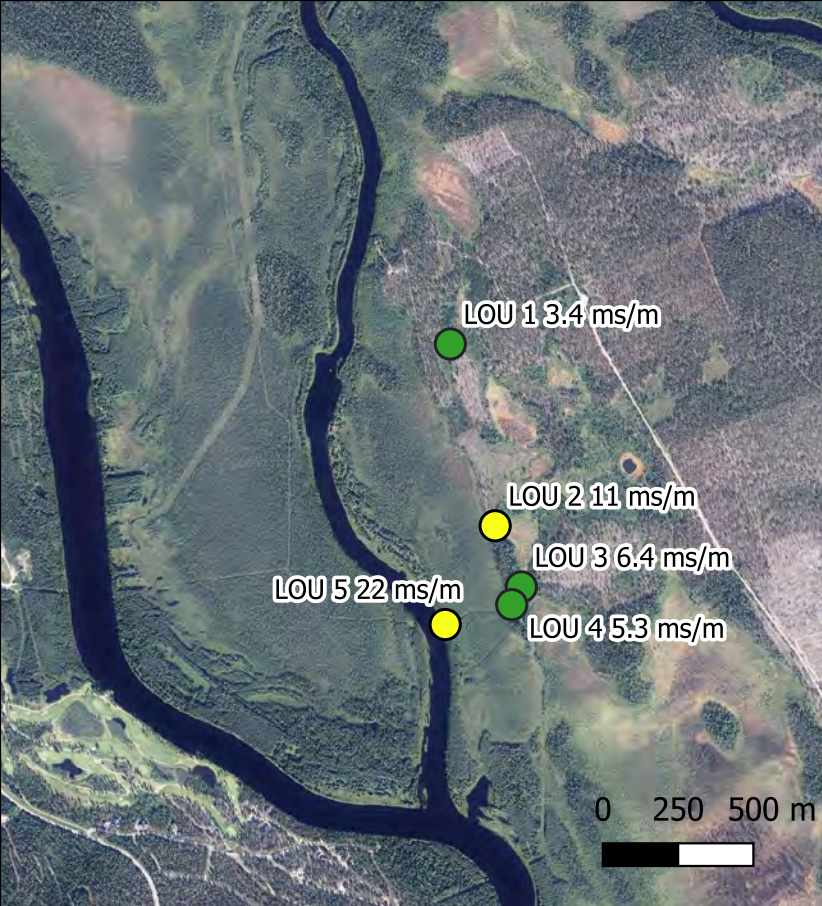
\*HUOM! Kuvaajien eri skaalaukset. Harmaalla alueella erotettu vuosikeskiarvot.





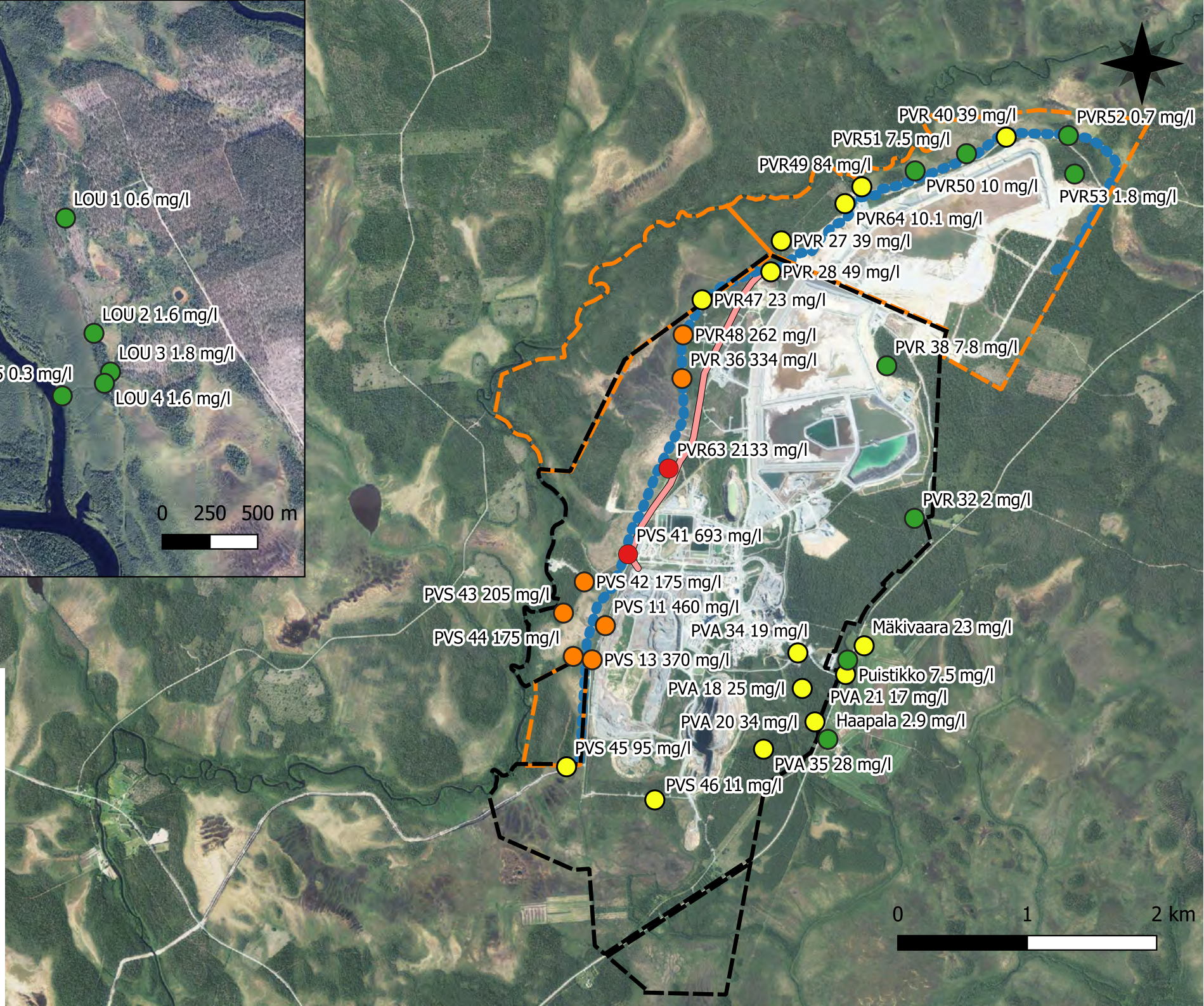
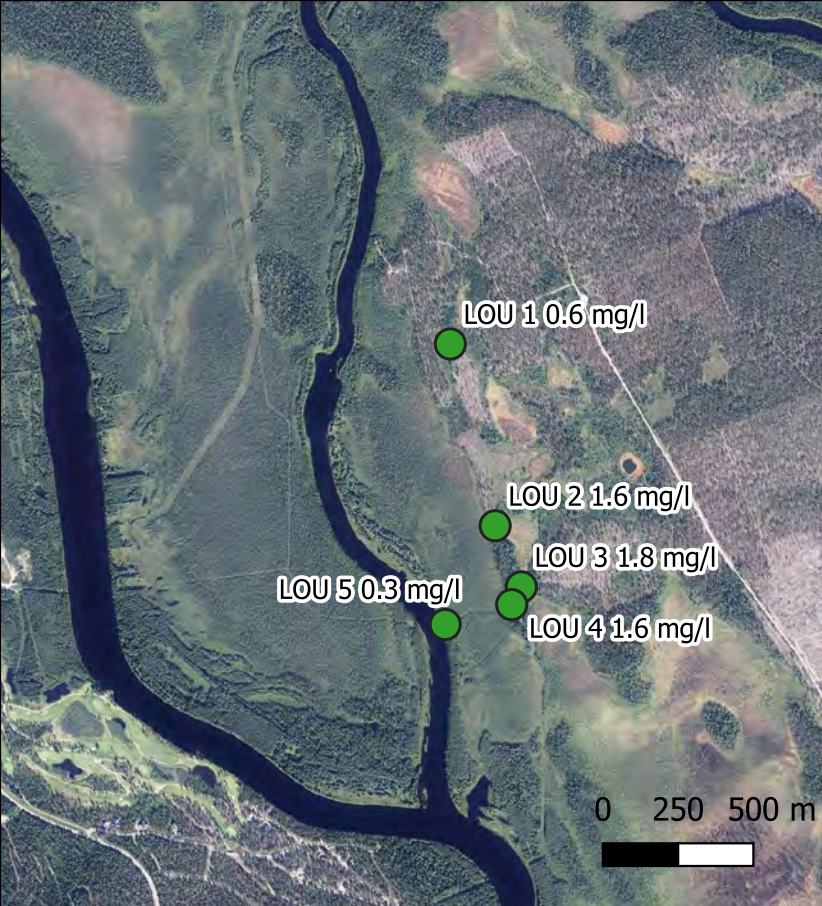






### Sähkönjohtavuus ka 2023

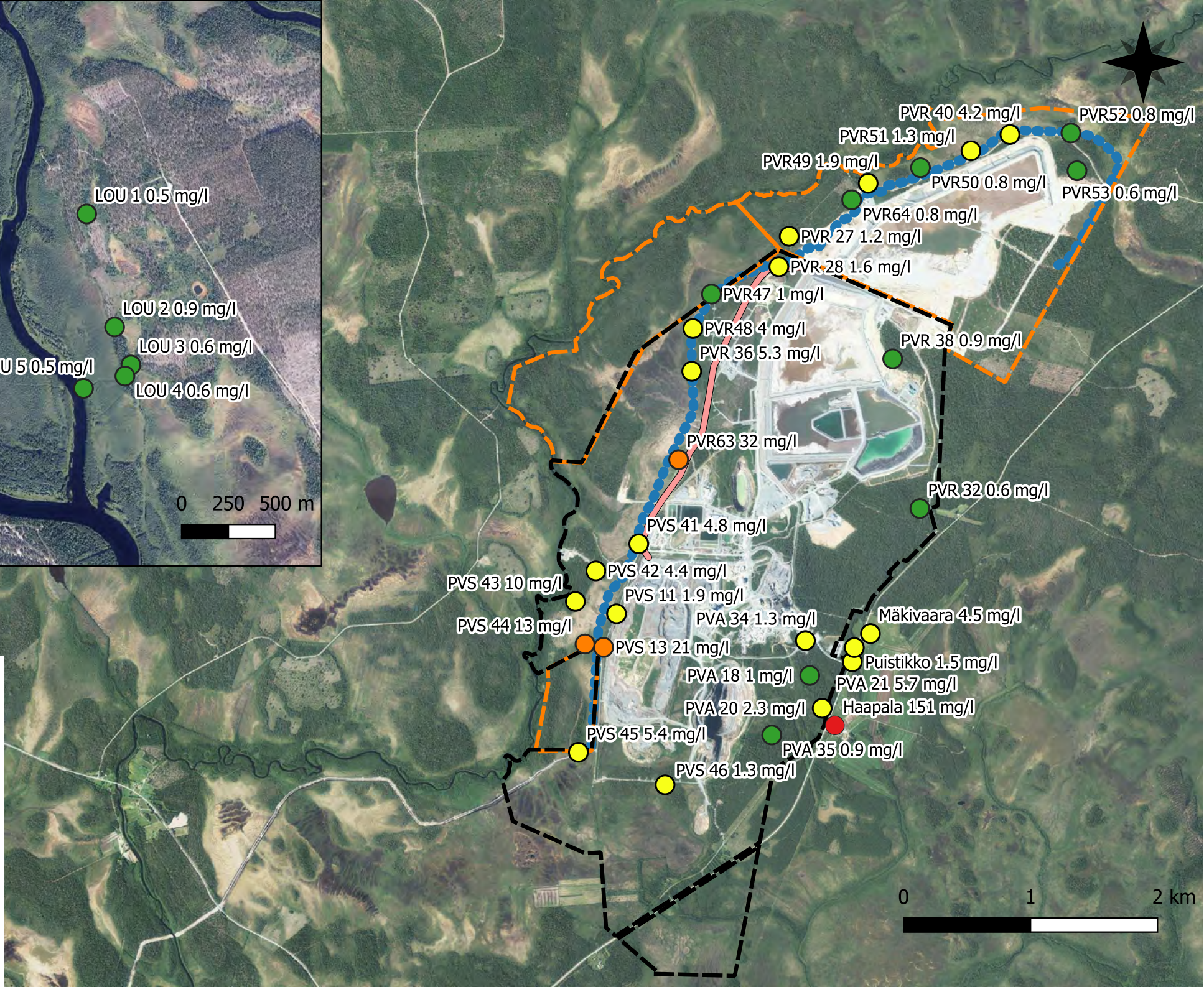
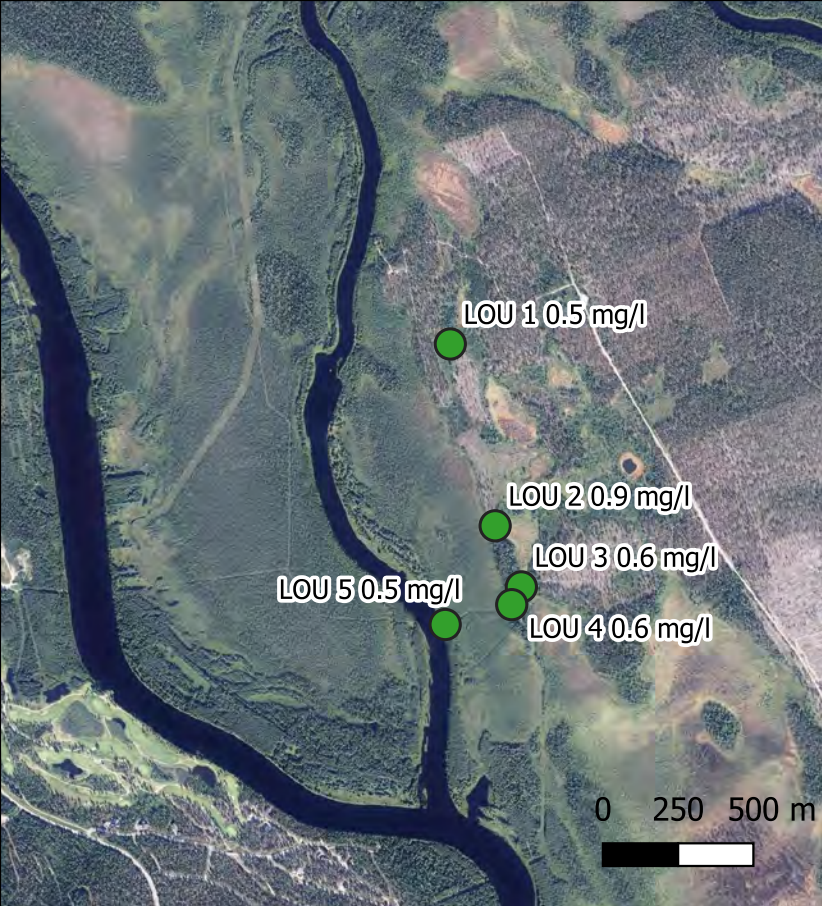
- mS/m
- <10
  - 10 - 50
  - 50-100
  - >100
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie

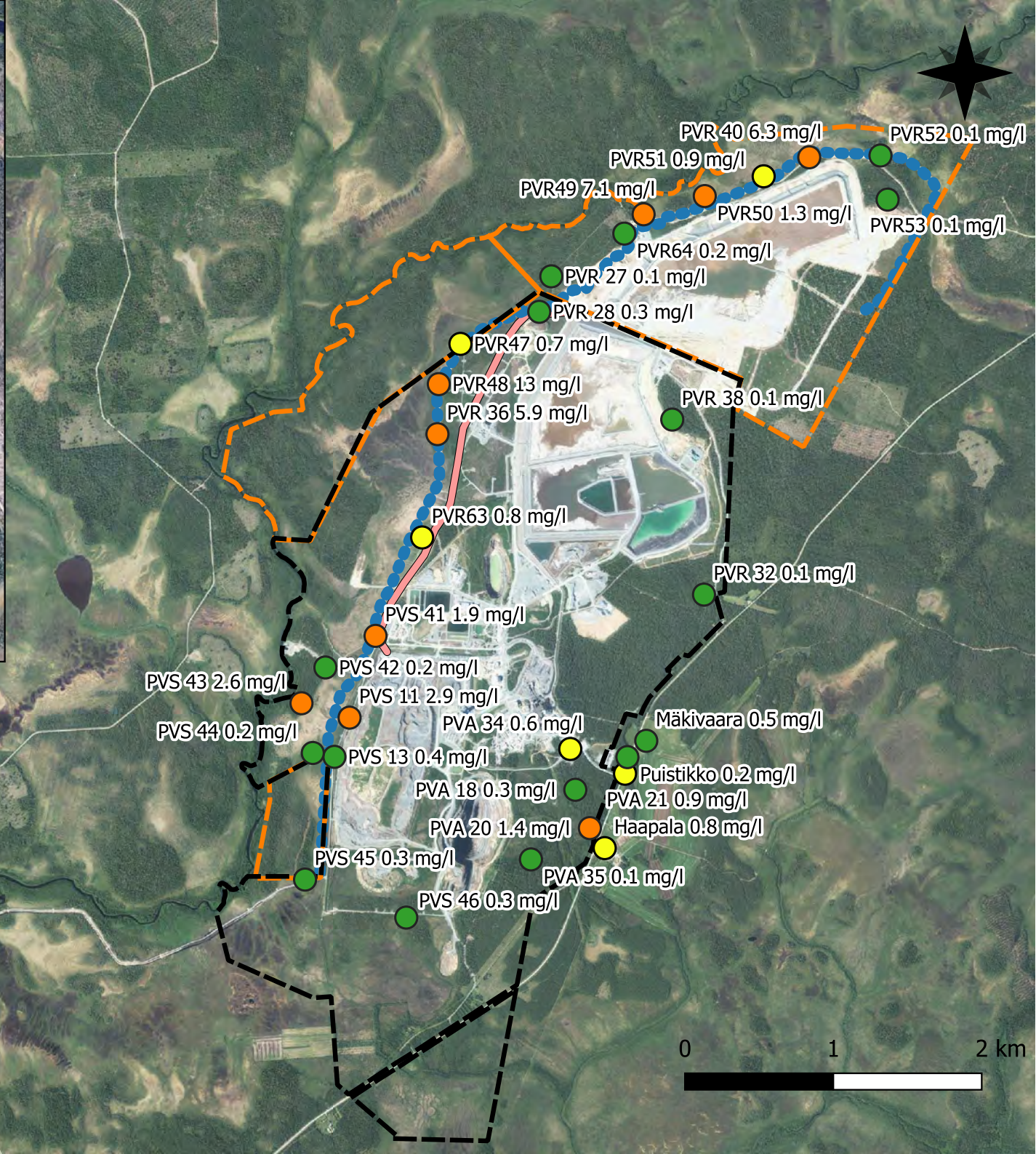
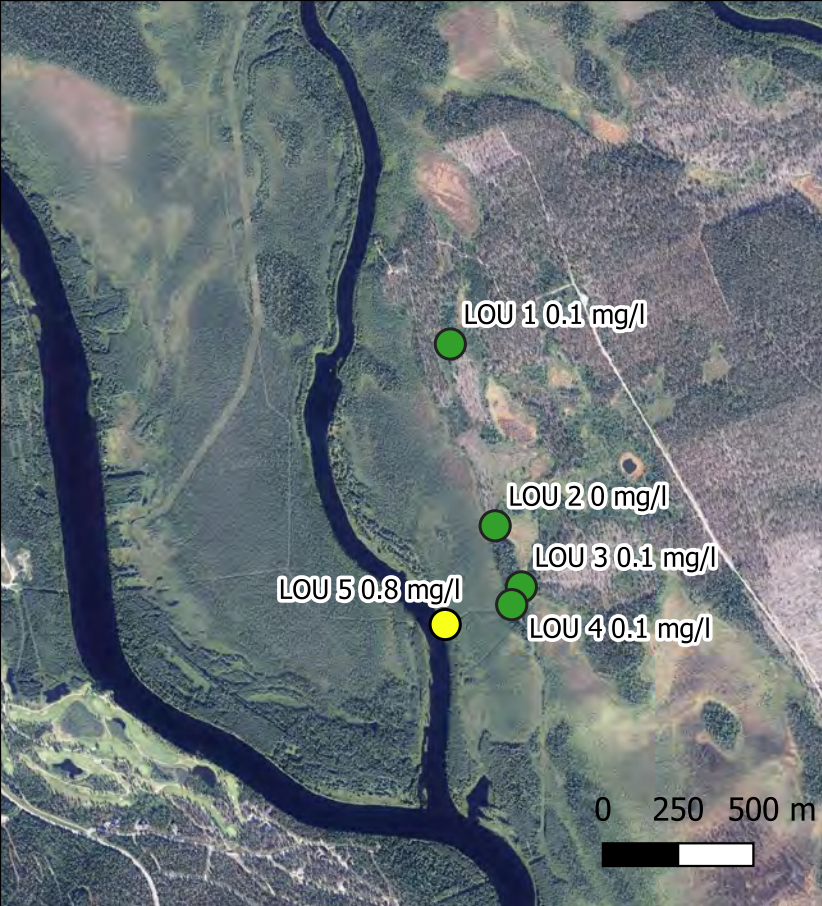


### Sulfaatti ka 2023

- mg/l
- <10
  - 10 - 100
  - 100-500
  - >500

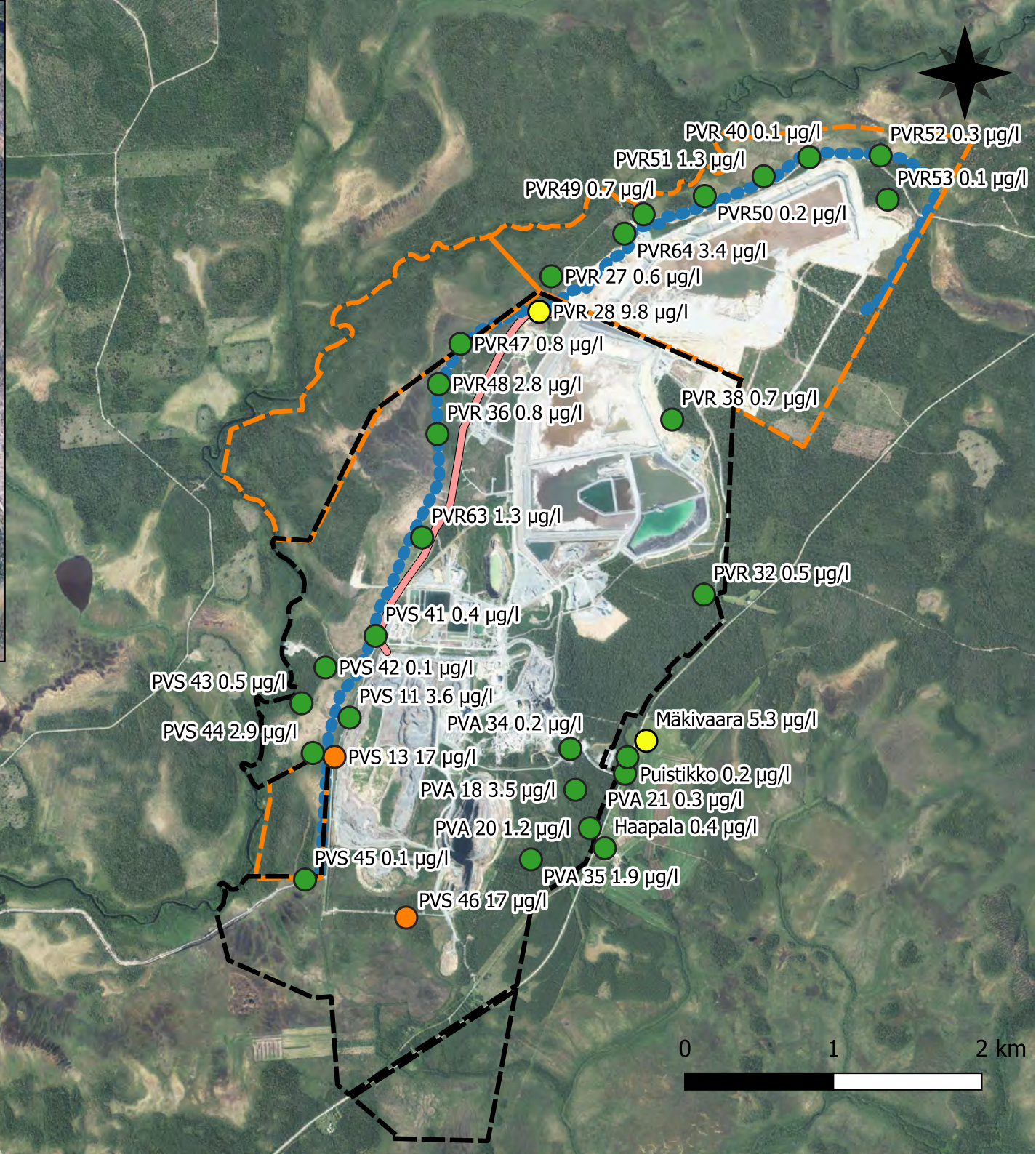
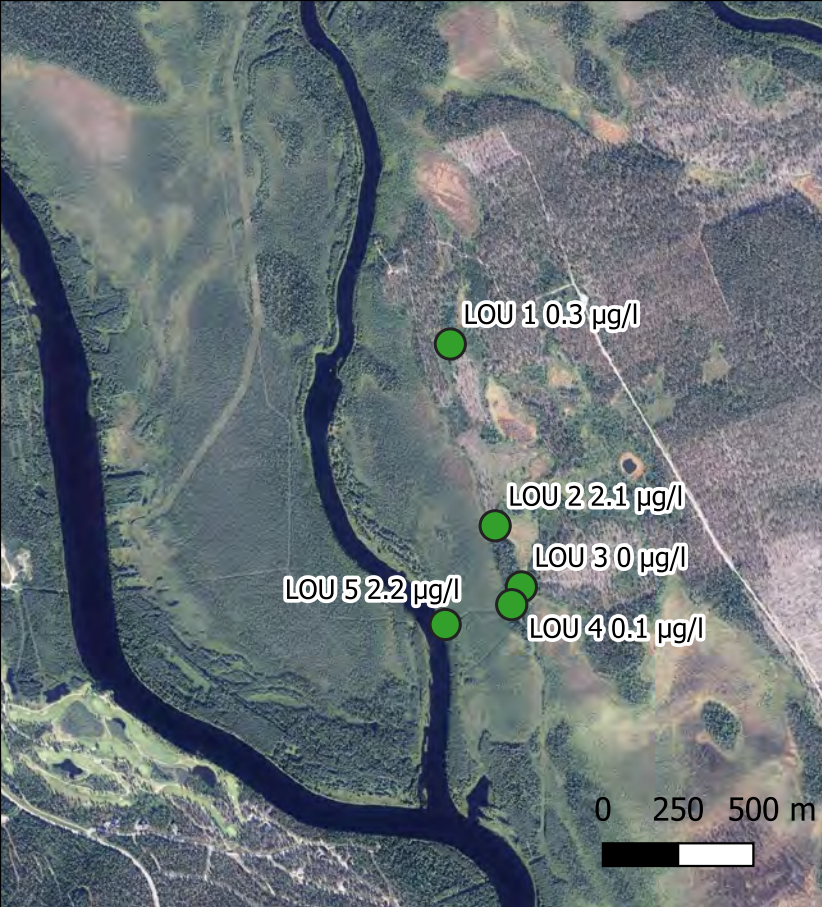
- Kaivospiiri
- Kaivosalue
- Kuivatusoja
- Louhetie





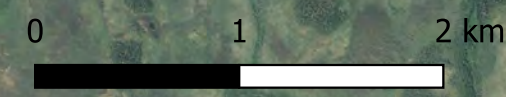
### Kokonaistyyppi ka 2023

- mg/l
- <0,5
  - 0,5 - 1
  - >1,0
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie



### Arseeni ka 2023

- µg/l
- <5,0
- 5,0-10,0
- >10,0
- Kaivospiiri
- Kaivosalue
- Kuivatusoja
- Louhetie





### Nikkeli ka 2023

- µg/l
- <10
  - 10-20
  - >20
- Kaivospiiri
  - Kaivosalue
  - Kuivatusoja
  - Louhetie

