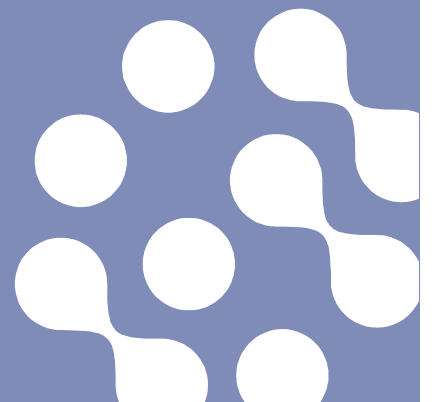


**AGNICO EAGLE FINLAND OY**  
**KITILÄN KAIVOKSEN**  
**VESISTÖTARKKAILU VUONNA**  
**2021**



## Sisällysluettelo

<b>AGNICO EAGLE FINLAND OY</b> .....	<b>I</b>
<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. YMPÄRISTÖVIRANOMAISEN PÄÄTÖKSET JA TARKKAILUOHJELMA</b> .....	<b>2</b>
<b>3. ALUEEN OLOSUHTEET</b> .....	<b>3</b>
<b>4. SÄÄ JA HYDROLOGIA</b> .....	<b>4</b>
<b>5. YLITEVEDET JA VEDENOTTO</b> .....	<b>5</b>
5.1. YLEISTÄ.....	5
5.2. YLITEVESIEN JOHTAMINEN KAIVOSALUEELTA .....	5
5.3. VEDENOTTO SEURUJOESTA.....	6
<b>6. TARKKAILUN TOTEUTUMINEN</b> .....	<b>7</b>
<b>7. ANALYYSITULOKSET</b> .....	<b>10</b>
7.1. YLEINEN VEDEN LAATU .....	10
7.2. RAVINTEET .....	19
7.3. METALLIT .....	24
<b>8. JATKUVATOIMISET MITTAUSASEMAT</b> .....	<b>38</b>
<b>9. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	<b>42</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>43</b>

### LIITTEET

1. TARKKAILUPISTEKARTTA
2. TUTKIMUSTULOKSET
3. KUVAAJAT

### Eurofins Ahma Oy

Mika Kallo  
Ympäristöasiantuntija

Tiina Härmä  
Tuotantoyksikön päällikkö

### Yhteystiedot

PL 96, Teollisuustie 1  
96101 ROVANIEMI  
www.eurofins.fi

# 1. JOHDANTO

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

Kaivoksen rikastamon tarvitsema raakavesi otetaan Seurujoesta. Kaivoksen kuivanapitovedet johdettiin pintavalutuskenttien 3 ja 1 kautta Seurujokeen vedenottamon alapuolelle joulukuuhun 2020 asti. Puhdistetut prosessivedet johdettiin pintavalutuskentän 4 kautta Seurujokeen vedenottamon yläpuolelle joulukuuhun 2020 asti. Joulukuussa 2020 käyttöön otetun purkuputken myötä kaivoksen puhdistetut prosessi- ja kuivanapitovedet kerätään ja johdetaan suoraan purkuputken kautta Loukiseen. Talousjätevesiä ei johdeta vesistöön, vaan ne imeytetään puhdistuksen jälkeen imeytyskentälle.

Tässä raportissa esitetään Kittilän kaivoksen vuoden 2021 pintavesitarkkailuun kuuluvan veden fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailun tulokset.

## 2. YMPÄRISTÖVIRANOMAISEN PÄÄTÖKSET JA TARKKAILUOHJELMA

Aluehallintovirasto myönsi 29.5.2020 ympäristöluvan (nro 67/2020) tuotannon nostamiselle 2,0 miljoonaa tonniin ja uuden purkupuutken rakentamiselle sekä päästövesien johtamiselle Loukiseen. Uusi ympäristölupa kattaa aikaisemmat lupapäätökset.

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 17.12.2020) vastaa uuden ympäristöluvan (nro 67/2020) ehtoja, ottaen huomioon myös edellisiin tarkkailuohjelmiin tehdyt lisäykset ja muutokset.

### 3. ALUEEN OLOSUHTEET

Kittilän kaivos sijaitsee Loukisen valuma-alueella (65.69) Seurujoen (65.697) alajuoksulla. Alue kuuluu Kemijoen päävesistöalueeseen. Loukinen laskee Ounasjokeen lähellä Levitunturia noin 14 km alavirtaan Seurujoen ja Loukisen yhtymäkohdasta. Ounasjoki on Kemijoen suurin sivujoki. Seurujoki toimii kaivoksen ainoana raakavedenottovesistönä, sekä kuivanapitovesien ja puhdistettujen prosessivesien purkuviesistönä purkupuutken käyttöönottoon eli joulukuuhun 2020 asti. Purkupuutken kautta vedet johdetaan Loukiseen. Veden fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailuun kuuluu myös purkuviesistöjen ulkopuolisia taustapisteitä, joita ovat Leppäojan piste Lep 1, Loukisen pisteet Lou LV ja Lou 81, Kapsajoen piste Kap 1 ja Ounasjoella näytteenottopiste Oun KG, myös Seurujoella haetaan näytteitä kaivoksen yläpuolisilta pisteiltä.

Kaivoksen lähialueet ovat metsää, avosuota ja harvapuustoista aluetta. Kittilän kaivoksen lisäksi muuta pistekuormitusta Seurujokeen ei ole ollut. Loukisen varrella Seurujoen yhtymäkohdan yläpuolella Kiistalassa on jonkin verran maataloutta, josta aiheutuu jokiin hajakuormitusta. Kapsajoen kautta Loukiseen ei saavu normaalin havumetsävyöhekkeen kuormituksen lisäksi muuta kuormitusta. Ounasjokea kuormittavat jokivarren kylät, joista huomattavimmat ovat Sirkka ja Kittilä. Ounasjoki ja sen latvajoet keräävät vesiä laajalti, eri toimijoiden sekä luonnonhuhoutuman ravinnekuormituksia vesistöihin seurataan laajemmin Ounasjoen yhteistarkkailun yhteydessä. Yhteistarkkailun tuloksia hyödynnetään kaivoksen velvoitetarkkailun yhteydessä.

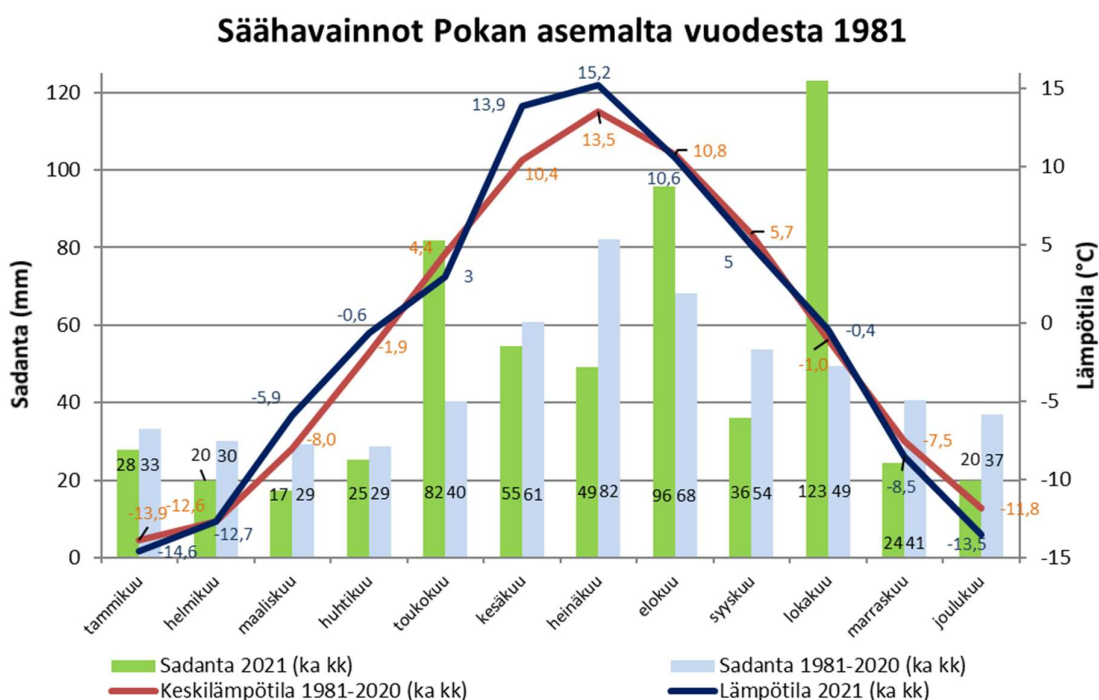
Pintavesityypiltään Loukinen on suuri turvemaiden joki (St), Seuru- ja Kapsajoki keskisuuria turvemaiden jokia (Kt) ja Leppäjoki (Leppäoja) pieni turvemaiden joki (Pt). Turvemaiden vesille tyypillistä on veden eriasteinen humusväritys. Seurujoen, Kapsajoen ja Loukisen ekologinen tila on luokiteltu hyväksi, Ylä-Ounasjoen tila on erinomainen. Veden värissä ja happamuudessa (pH) sekä humuksen määrässä voi kuitenkin esiintyä suurta vaihtelua, joka johtuu kulloinkin vallitsevista sääolosuhteista (sadannasta ja valunnasta). Suurten virtaamien aikaan jokivesi on yleensä lievästi hapanta, mutta muuna aikana lievästi emäksistä. Vedessä olevat humusyhdisteet pystyvät sitomaan mm. monia metalleja sekä orgaanisia yhdisteitä ja vähentämään siten näiden yhdisteiden myrkyllisyyttä, biosaataavuutta ja kulkeutumista eliöstöön. Tässä veden happamuudella on keskeinen vaikutus.

Kittilän alueella esiintyvällä Lapin vihreäkivivyöhykkeellä maaperässä on luontaisesti ympäristöä suurempia alkuainepitoisuuksia, erityisesti arseenia, antimonia ja sinkkiä. Tällä on vaikutusta myös jokivesien laatuun metallien kulkeutuessa valunnan mukana vesistöihin. Jokivesien eliöstö on pitkän ajan kuluessa sopeutunut vallitseviin olosuhteisiin, kuten joen virtaamiin, vedenlaatuun ja niissä esiintyvään luontaiseen vaihteluun.

## 4. SÄÄ JA HYDROLOGIA

Kittilän pohjoiset jokilaaksot ovat Muonion lisäksi Suomen kylmintä aluetta (Kersalo & Pirinen toim. 2009). Vuoden 2021 keskilämpötila Pokan havaintoasemalla oli noin  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (vuonna 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 (1981–2020) verrattuna vuoden 2021 maaliskuu, kesä- ja heinäkuu olivat useamman asteen keskiarvoa lämpimämpiä. Touko-, marras- ja joulukuu olivat sen sijaan yli asteen alle keskiarvon, keskimäärin vuosi 2021 oli noin  $0,2$  astetta lämpimämpi kuin pitkän ajan keskiarvo. (Kuva 4-1)

Pokan alueella vuotuinen sadesumma oli vuonna 2021  $575\text{ mm}$  (vuonna 2020  $599\text{ mm}$ , 2019  $540\text{ mm}$ , vuonna 2018  $480\text{ mm}$ , 2017  $590\text{ mm}$ , 2016  $790\text{ mm}$ ). Aineistosta erottuvat selvästi touko- ja lokakuun sadannat. Lokakuun sadanta oli yli kaksinkertainen pitkän ajan keskiarvoon verrattaessa. Lokakuun sateet painottuivat kuun alkupuoliskolle ja tulivat käytännössä kokonaan vetenä, vuoden sadannan keskiarvo  $575\text{ mm}$  oli hieman korkeampi kuin pitkän ajan keskiarvo  $552\text{ mm}$ . (Kuva 4-1)



Kuva 4-1. Lämpötila ja sadanta Kittilän Pokan havaintoasemalla (Ilmatieteen laitos 2022).

## 5. YLITEVEDET JA VEDENOTTO

### 5.1. Yleistä

Malminlouhinta kaivoksen alueella aloitettiin keväällä 2008 ja kultarikasteen tuotanto saman vuoden syksyllä. Kaivoksen puhdistetut prosessivedet johdettiin vuoden 2020 joulukuun puoliväliin saakka Seurujokeen pintavalutuskentän 4 kautta vedenottamon (Seu VO) yläpuolelle ja kuivanapitovedet pintavalutuskenttien 3 ja 1 kautta Seurujokeen tarkkailupisteen Seu VO alapuolelle. 18.12.2020 käyttöön otetun purkuputken kautta edellä mainitut puhdistetut ylitevedet johdetaan Loukiseen Sotkajoen laskusuun alapuolelle noin 2 kilometriä Kapsajoen laskusuulta alavirtaan.

Kaivoksen prosessivesistä sekä kuivanapitovesistä (yhdessä kaivosvedet) kohdistuu pistemäistä kiintoaine-, ravinne- (lähinnä typpi) ja metallikuormitusta vastaanottavaan vesistöön. Kaivosvesien myötä vesistöihin päätyy myös suoloja (sulfaatteja, klorideja).

Kittilän kaivoksen prosessivedet ohjataan vesienkäsittelylaitokselle ja osa prosessi- ja maanalaisen kaivoksen kuivanapitovedestä kierrätetään takaisin rikastamolle, tällä pyritään minimoimaan ulkopuolisen raakaveden tarve ja vähentämään vesistöön päätyvää kuormitusta.

### 5.2. Ylitevesien johtaminen kaivosalueelta

Uuden purkuputken kautta Loukiseen johdettiin vuonna 2021 ylitevesinä kaikkiaan noin 6,19 Mm<sup>3</sup>. Kuivanapitovedet (4,12 Mm<sup>3</sup>) muodostivat noin 2/3 osuuden kokonaismäärästä ja prosessivedet (2,07 Mm<sup>3</sup>) noin 1/3 osuuden (Taulukko 5-1). Tarkemmin vesijakeiden muodostumista ja suhteita on esitelty kaivoksen käyttötarkkailuraporteissa sekä vesipäästöjen vuosiraportissa.

**Taulukko 5-1. Loukisen virtaama, kaivokselta johdettavien ylitevesien määrä, kuivanapito- ja prosessivesien osuudet kokonaisvesimäärästä sekä kaivosvesien määrä suhteessa Loukisen virtaamaan vuonna 2021.**

	Loukisen virtaama	Sallittu purku		Käsiteltyjen kaivosvesien purku yhteensä	kuivana-pitovesiä	prosessi-jätevesiä	Kaivosvedet/ Loukisen virtaama
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%
Tammikuu	22 432 896	4	897 316	560 049	388 270	171 779	2.6
Helmikuu	18 973 440	4	758 938	533 712	377 964	155 749	2.9
Maaliskuu	30 639 168	4	1 225 567	615 293	373 348	241 944	2.0
Huhtikuu	41 306 112	4	1 652 244	466 363	313 679	152 684	1.1
Toukokuu	208 248 192	4	8 329 928	526 335	337 410	188 925	0.3
Kesäkuu	64 868 256	4	2 594 730	470 731	340 352	130 360	0.7
Heinäkuu	26 802 144	4	1 072 086	491 913	343 247	148 666	1.9
Elokuu	32 498 496	4	1 299 940	554 051	335 151	218 900	1.7
Syyskuu	31 633 632	4	1 265 345	575 776	349 614	223 806	1.9
Lokakuu	77 671 872	4	3 106 875	485 684	333 241	158 359	0.6
Marraskuu	74 373 984	4	2 974 959	434 814	344 003	104 656	0.6
Joulukuu	33 690 816	4	1 347 633	470 262	286 088	179 166	1.4
<b>Yhteensä v. 2021</b>	<b>663 139 008</b>	<b>4</b>	<b>26 525 560</b>	<b>6 184 984</b>	<b>4 122 367</b>	<b>2 074 994</b>	<b>0.9</b>
<b>Keskiarvo m<sup>3</sup>/kk</b>				<b>515 415</b>	<b>343 531</b>	<b>172 916</b>	

Kittilän kaivoksen ympäristölupapäätöksessä purkuputken johdettujen vesien laadulle on annettu raja-arvoja virtaamapainotteisina kuukausikeskiarvoina laskien. Taulukossa 5-2 on esitetty vuonna 2021 otettujen näytteiden tuloksista lasketut virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot sekä verrattu niitä luparajoihin. Vuonna 2021 vesistöön johdettujen vesien virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot täyttivät lupaehdot kaikilta osin. Taulukossa esitetyt virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot perustuvat kaivoksen käyttötarkkailussa tuottamaan laskentaan.

Taulukko 5-2. Purkupuutken kautta Loukiseen johdettujen vesien (DPP) virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot vuonna 2021.

Virtaamapainotteiset kuukausikeskiarvot 2021 (DPP)								
Typpi	Antimoni	Arseeni	Nikkeli	Sulfaatti	pH	kiintoaineen hehkutus- jäännös	WAD- syanidi	
	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	pH	mg/l	µg/l
<b>Raja-arvo</b>	<b>30</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>2000</b>	<b>&lt;10</b>	<b>10</b>	<b>400</b>
Tammikuu	14	74	34	63	1269	7.3	3.5	5.0
Helmikuu	14	68	19	64	1299	7.3	2.9	5.0
Maaliskuu	17	55	13	47	1297	7.2	2.2	5.0
Huhtikuu	17	62	15	48	1176	7.4	1.4	6.0
Toukokuu	17	64	14	51	1116	7.6	1.5	6.0
Kesäkuu	15	72	21	58	1138	7.8	1.0	6.0
Heinäkuu	14	90	26	66	1152	7.9	0.6	6.0
Elokuu	16	85	19	59	1308	7.8	0.5	5.0
Syyskuu	16	70	88	54	1314	7.8	1.0	5.0
Lokakuu	15	85	129	63	1178	7.9	1.5	5.0
Marraskuu	15	94	31	79	1185	7.5	0.7	5.5
Joulukuu	17	77	40	63	1316	7.3	0.6	5.0

## 5.3. Vedenotto Seurujoesta

Ympäristöluvan (67/2020) mukaan Seurujoesta saa pumpata vettä kaivoksen käyttöön enintään 350 m<sup>3</sup>/h. Vuoden 2021 aikana Seurujoesta pumpattiin kaivoksen käyttöön vettä noin 2,5 milj. m<sup>3</sup>, joka on keskimäärin 286 m<sup>3</sup>/h (Taulukko 5-). Kuukausittain pumpattu vesimäärä vaihteli välillä 166 465 m<sup>3</sup> (kesäkuu) – 250 425 m<sup>3</sup> (heinäkuu), ja lupamääräykseen suhteutettuna vedenoton toteutuma vaihteli välillä 66 % (kesäkuu)–96 % (heinäkuu), eli vedenoton määrät pysyivät lupaehtojen mukaisina koko vuoden ajan.

Taulukko 5-3. Seurujoesta pumpatun veden määrä vuonna 2021.

	Vedenotto Seurujoesta	Sallittu vedenotto/kk	Toteutunut vedenotto
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(%)
Tammikuu	192 585	260 400	74.0
Helmikuu	172 344	235 200	73.3
Maaliskuu	198 723	260 400	76.3
Huhtikuu	201 203	252 000	79.8
Toukokuu	199 135	260 400	76.5
Kesäkuu	166 465	252 000	66.1
Heinäkuu	250 425	260 400	96.2
Elokuu	244 643	260 400	93.9
Syyskuu	221 557	252 000	87.9
Lokakuu	221 817	260 400	85.2
Marraskuu	209 679	252 000	83.2
Joulukuu	227 505	260 400	87.4
<b>Yhteensä v. 2021</b>	<b>2 506 081</b>	<b>3 066 000</b>	<b>81.7 %</b>
<b>Keskiarvo m<sup>3</sup>/h</b>	<b>286 m<sup>3</sup>/h</b>		



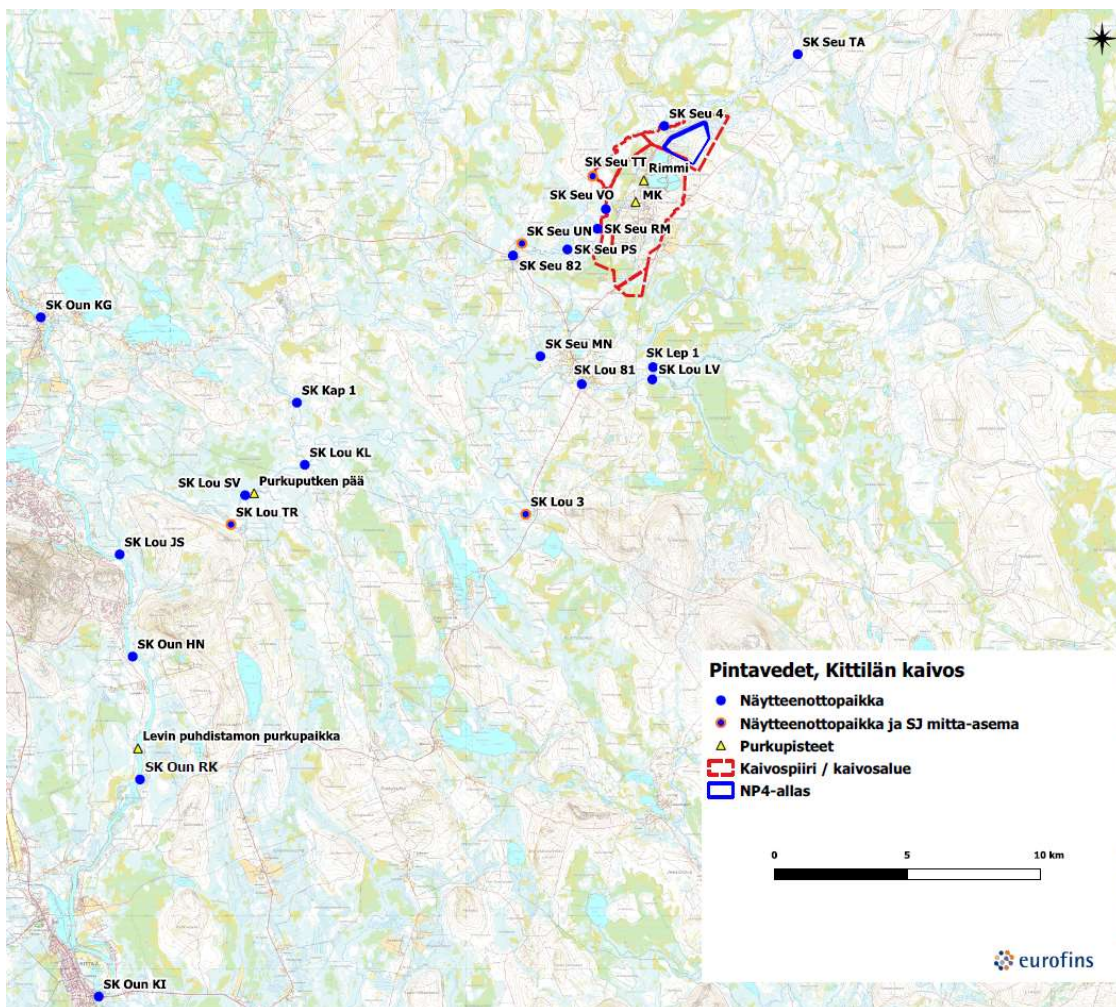
## 6. TARKKAILUN TOTEUTUMINEN

Vuonna 2021 veden fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailua toteutettiin yhteensä 22 jokipisteellä. Huhtikuussa 2020 tarkkailuun lisättiin pisteitä (7 kpl) tulevaan purkupuutkeen liittyen. Tarkkailuun lisättiin kaksi purkupuutken yläpuolista taustapistettä, toinen Kapsajokeen (Kap 1) ja toinen Loukiseen Kapsajoen laskusuun alapuolelle (Lou KL). Purkupuutken alapuolella Loukiseen lisättiin pisteet Lou SV (sekoittumisvyöhyke) ja Lou TR (Tuohiranta), aikaisemmin tarkkailussa on ollut jo Loukisen laskusuun (Lou JS). Ounasjokeen lisättiin yläpuolinen piste Oun KG (Köngäs), sekä Loukisen laskusuun alapuoliset pisteet Oun HN (Hannulanniva), Oun RK (Riikonkoski) ja Oun KI (Kittilä). Ounasjoen pisteet sijoitettiin paikkoihin, joista haetaan mm. Ounasjoen yhteistarkkailun näytteitä. (Taulukko 6-1)

Kittilän kaivoksen toiminnassa syntyvät puhdistetut prosessivedet johdettiin joulukuuhun 2020 asti Seurujokeen pisteiden Talvitienmukka (Seu TT) ja vedenottamo (Seu VO) välille. Kaivoksen kuivanapitovedet ja puhtaat valumavedet johdetaan pisteiden vedenottamo (Seu VO) ja Rossimukka (Seu RM) välille. Leppäjokeen ja Loukisen pisteille (Lou LV ja Lou 81), jotka sijaitsevat ennen Seurujoen laskusuuta, ei tule kuormitusta kaivoksen osalta. Näytteenottopisteet on esitetty taulukossa 6-1 ja kuvassa 6-1. Purkupuutken käyttöönoton jälkeen joulukuusta 2020 alkaen suora kaivoskuormitus Seurujokeen on päätynyt. Myös suuri osa Loukisen pääuomasta (kuten myös piste SK LOU 3) on nykyisin vaikutusalueen ulkopuolella.

Taulukko 6-1. Vesistö tarkkailun havaintopisteet. (Agnico Eagle, 2020)

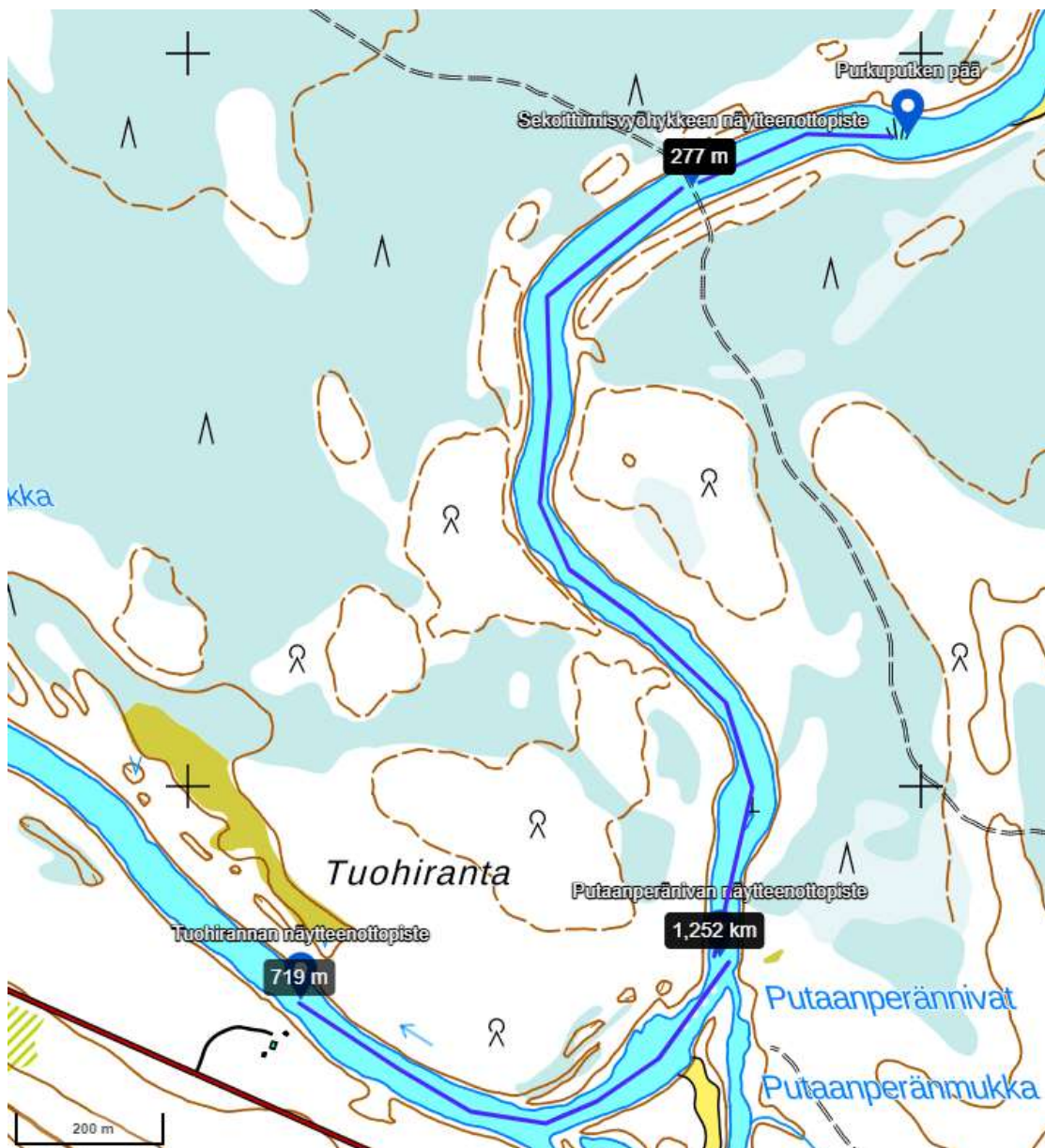
Havaintopaikka	Tunnus	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Selite	Tarkkailu metodi
Seurujoki Tammi	SK Seu TA	7 540 407	438472	Kaivoksen vaikutusalueen väluoli	vesinäyte
Seurujoki 4	SK Seu 4	7 537 712	433 450	Pahasojan yläpuoli	vesinäyte
Seurujoki Talvitienmukka	SK Seu TT	7 535 824	430 759	Pahasojan alapuoli	vesinäyte, sji- mitta-asema
Seurujoki Vedenottamo	SK Seu VO	7 534 579	431 254	Kaivoksen vedenottamo	vesinäyte
Seurujoki Rossimukka	SK Seu RM	7 533 843	430936	Prosessijäteveden ja kuivanapitoveden purkupaikkojen alapuolella	vesinäyte
Seurujoki Punikkisuvanto	SK Seu PS	7533 066	429 807	Prosessijäteveden ja kuivanapitoveden purkupaikkojen alapuolella	vesinäyte
Seurujoki Ukonniva	SK Seu UN	7 533 291	428 097	Ukonjoen yläpuolella, Ukonniva	vesinäyte, sji- mitta-asema
Seurujoki Lintulan silta	SK Seu 82	7 532 835	427 758	Lintulan silta	vesinäyte
Seurujoki Mesiniemi	SK Seu MN	7 529047	428 791	Mesiniemi, Kiistalan kylän kohdalla Seurujoesa	vesinäyte
Loukinen Leppäjoensuunvuoma	SK Lou LV	7 528 175	433 002	Leppäjoen yhtymän yläpuolella	vesinäyte
Loukinen 81	SK Lou 81	7 527 995	430 346	Kiistalan silta	vesinäyte
Loukinen 3	SK Lou 3	7 523 104	428 237	Seurujoen yhtymän alapuolella Loukisessa, Autionmukka	vesinäyte, sji- mitta-asema
Loukisen jokisuu	SK Lou JS	7 521 588	412 960	Loukisen jokisuu ennen Ounasjokea	vesinäyte
Leppäjokisuu 1	SK Lep 1	7 528 635	433 029	Leppäjokisuu ennen Loukisen liittymää	vesinäyte
Kapsajoki	SK Kap 1	7 527 300	419 629	Kapsajoen alaosa	vesinäyte
Loukinen Kapsajoen lasku	SK Lou KL	7 524 962	419 926	Kapsajoen yhtymäkohdan alapuolella Loukisessa	vesinäyte
Loukinen purkupuutken alapuoli	SK Lou SV	7 523 818	417 680	Loukisessa purkupuutken sekoittumisvyöhykkeen alapuolella	
Loukinen Tuohiranta	SK Lou TR	7 522 714	417 150	Loukisen virtaamamittarin kohdalla	vesinäyte
Ounasjoki Köngäs 13910	SK Oun KG	7 530 495	409 990	Ounasjoella, Könkään kylän kohdalla	vesinäyte
Ounasjoki Hannulanniva	SK Oun HN	7 517 746	413 450	Kukkuraajan yläpuoli	vesinäyte
Ounasjoki V2	SK Oun RK	7 513 091	413 732	n.1 km Levin jvp:n purkuajan alapuolella	vesinäyte
Ounasjoki Kittilä 72	SK Oun KI	7 504 966	412 194	Kittilän kk ap silta	vesinäyte



Kuva 6-1. Vesistötarkkailun havaintopisteet, suurempi kartta liitteellä 1.

Näytteenottiheys pisteillä on ulkopuolisen konsultin suorittamassa näytteenotossa pääsääntöisesti kerran kuukaudessa. Seurujoelta Mesiniemeltä näytteet haettiin tarkkailuohjelman mukaisesti neljä kertaa vuodessa ja Rossimukan näytteenottopisteeltä kaksi kertaa vuodessa. Kuukausinäytteet haettiin Eurofins Ahma Oy:n henkilösertifioidun ympäristönäytteenottajan toimesta. Lisäksi näytteitä haettiin kaivoksen sertifioidun näytteenottajan toimesta viikoittain Loukisen tarkkailupisteiltä Lou KL ja Lou TR. Viikoittain otettujen näytteiden tulokset huomioidaan vuosi- sekä kuukausiraportoinnissa.

Sekoittumisvyöhykkeen tarkkailupisteeltä LOU SV, joka sijaitsee noin 300 metriä purkuputken suulta alavirtaan, suoritettiin horisontaalinen profiloitinäytteenotto Loukisen uoman poikki maaliskuun kierroksella, näytteet otettiin normaalisti uoman keskeltä sekä kummankin rannan läheisyydestä. Kierroksen tulosten mukaan ylitevedet näyttäisivät kulkeutuvan enemmän uoman pohjoisrannan tuntumassa ennen sekoittumistaan. Toukokuusta lähtien pisteeltä on otettu näytteet uoman keskeltä (LOU SV) sekä pohjoisrannalta (LOU SV-N). Elokuussa suoritettiin profiloitinäytteenotot sekoittumisvyöhykkeen lisäksi myös tarkkailupisteiltä Lou PP (Putaanperänivat, vesistöä seuraten noin 1,5 km purkuputken alapuolella) ja Lou TR (noin 2,2 km purkuputken alapuolella) (Kuva 6-2). Myös elokuun tulosten mukaan ylitevedet kulkeutuvat sekoittumisvyöhykkeellä suurimmaksi osaksi pohjoisrannan tuntumassa. Noin 1,2 km alavirtaan olevalta pisteellä Lou PP ylitevesien suurin vaikutus oli havaittavissa uoman länsilaidalta, ja tästä edelleen noin 0,7 km alavirtaan olevalla pisteellä Lou TR vesimassa oli jo homogeenistä koko joen leveydeltä näytteenottosyvyydellä. Loukinen on luonteeltaan meanderoiva eli alangon mutkitteleva joki, jolloin veden virtausnopeudet vaihtelevat huomattavasti kaarteiden sisä- ja ulkokaarteissa. Tämä voi aiheuttaa konsentraatioiden kasvamisen pienten virtaamien kohdissa, mutta tulosten perusteella ylitevedet näyttäisivät kulkeutuvan ja sekoittuvan Loukisen vesimassaan viimeistään Putaanperänivojen jälkeisellä koskiosuudella eikä pidempiaikaiselle kerrostumiselle ole edellytyksiä.



Kuva 6-2. Lähimmät purkupuolen alapuoliset pisteet Louisella. Kartta laadittu Maanmittauslaitoksen Karttapaikkasovelluksen ([asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka](http://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka)) avulla.

Näytteiden analysoinnista vastasi Eurofins Ahma Oy:n Rovaniemen ympäristölaboratorio ja metallianalytiikan osalta Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratorio. Erikoisanalytiikkaa toteutettiin Eurofins Environmet Testing Finland Oy:n ympäristölaboratorio Lahdessa (klodiri ja sulfaatti) ja Eurofins Expertises Environnementales laboratoriossa Ranskan Maxevillissä (toksisuustestit).

Kuukausinäytteet saatiin otettua vuoden aikana pääsääntöisesti suunnitellusti, jääolosuhteiden vuoksi näytteet jäi saamatta marraskuussa pisteiltä Lou SV ja Lou LV.

# 7. ANALYYSITULOKSET

Veden fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailun tulokset on esitetty kootusti liitteellä 2 ja kuvaaja keskeisten parametrien osalta liitteellä 3.

Veden fysikaalis-kemiallisen laadun tarkkailulla pyritään selvittämään ja tarkkailemaan kaivostoiminnan vesistövaikutuksia. Kuormituksen vaikutuksia vedenlaatuun ja elinolosuhteisiin on arvioitu vertaamalla havaittuja pitoisuuksia ns. taustapitoisuuksiin. Taustapitoisuuksina on käytetty tarkkailun mukaisilta näytteenotopisteiltä ennen kaivostoiminnan alkua mitattuja pitoisuuksia sekä kaivosvesien vaikutusalueen ulkopuolisilta näytteenotopisteiltä mitattuja pitoisuuksia. Tekstissä ja liitteenä esitetyt kuvaajat on jaoteltu kolmeen osaan eli Seurujoki, Loukinen ja Kapsajoki sekä Loukinen jokisuu ja Ounasjoki. Leppäojan suunnan tuloksia eli pisteiden Lep 1, Lou LV ja Lou 81 ei esitetä graaffina, mutta näiden pisteiden tulokset otetaan huomioon tulosten tarkastelussa. Tulokset ovat nähtävissä tulosliitteellä ja tarvittaessa tulokset tuodaan esille myös tekstissä.

## 7.1. Yleinen veden laatu

Tarkkailupisteiden vesi oli vuoden 2021 näytteenottokerroilla pääosin lievästi sameaa (ka. 0,6-3,6 FNU), suurimmat sameudet mitattiin edellisvuosien tapaan Leppäojalta ja pienemmät sameudet kerran kuukaudessa otettujen näytteiden mukaan pisteeltä Seu 4. Vedet olivat lievästi humuspitoisia (väri ka. 13-49 mg Pt/l, CODMn 1,7-7,6 mg/l) (Taulukko 7-1). Veden värissä ja kemiallisen hapenkulutuksen arvoissa (CODMn) oli pohjoisen jokivesille tyypillisesti suurta vaihtelua. Pitoisuudet vastasivat aiemmin havaittua vedenlaatua. Sameuden, värin ja kemiallisen hapenkulutuksen arvot olivat suurimmillaan kevättulvien ja syysateiden aikaan, jolloin valuma-alueilta vesistöihin huuhoutuvan orgaanisen aineen määrä oli suurimmillaan.

**Taulukko 7-1. Yleisiä veden laatua kuvaavien parametrien vuosikeskiarvot pintavesien tarkkailupisteiltä vuosilta 2017-2021.**

pvm.	Happi		pH	Sähkön-	Kiintoaine	Sameus	Väri	CODMn	DOC	Sulfaatti	Kloridi
	mgO <sub>2</sub> /l	%		johtavuus	mg/l					FNU	SO <sub>4</sub> liuk.
<b>Seurujoki Tammi</b>											
ka 2017	10,6	84,0	7,2	5,8	<2	0,9	89,4	10,2	7,3	3,3	0,8
ka 2018	13,3	96,0	7,8	8,5	<2	1,2	100,0	15,0	10,0	5,3	1,3
ka 2019	11,9	87,4	7,2	6,6	<2	0,7	51,2	7,9	5,5	4,0	0,9
ka 2020	11,6	86,4	7,2	7,1	<2	0,7	49,8	7,2	5,3	4,1	0,9
ka 2021	11,3	85,0	7,2	6,6	<2	1,6	49,1	7,5	5,6	3,7	0,8
<b>Seurujoki 4</b>											
ka 2017	11,2	84	7,4	8,4	<2	1,0	48	5,6	4,1	4,5	0,8
ka 2018	11,5	87	7,5	8,6	1,0	0,9	34	4,3	3,5	4,8	0,7
ka 2019	11,4	85	7,3	8,2	<2	0,7	43	6,5	4,5	6,3	0,8
ka 2020	11,3	85	7,4	9,9	<1	0,7	31	4,5	3,4	4,9	0,8
ka 2021	11,0	85	7,4	8,3	1,6	0,9	35	5,3	4,1	4,4	0,7
<b>Seurujoki talvitienmukka</b>											
ka 2017	11,3	83	7,5	9,2	<2	1,0	44	5,5	4,4	4,8	0,7
ka 2018	11,3	85	7,5	9,4	<2	1,0	31	4,1	3,4	5,5	0,8
ka 2019	11,3	85	7,4	9,1	2,4	0,9	35	5,2	4,0	5,5	0,7
ka 2020	11,0	83	7,3	8,9	1,5	0,8	43	6,4	4,8	5,2	0,7
ka 2021	11,2	86	7,4	8,8	4,2	1,9	35	5,7	4,2	4,5	0,7
<b>Seurujoki vedenottamo</b>											
ka 2017	11,4	85	7,5	14,6	<2	1,6	45	5,6	4,3	28,9	1,0
ka 2018	11,3	86	7,5	14,1	<2	2,3	31	4,2	3,4	23,6	1,0
ka 2019	11,4	85	7,4	12,9	1,7	1,0	34	5,3	4,1	21,7	1,0
ka 2020	10,9	83	7,4	15,0	<1	1,0	42	6,3	4,7	28,7	1,2
ka 2021	11,2	86	7,4	8,8	1,5	1,1	35	5,4	4,2	4,8	0,7
<b>Seurujoki Rossinmukka</b>											
ka 2017	10,2	81	7,4	20,0	<2,0	1,1	73	9,4	6,7	44,7	3,7
ka 2018	12,0	84	7,4	12,0	<2,0	1,3	75	12,0	8,3	26,0	2,0
ka 2019	11,7	90	7,3	11,9	<2	0,9	62	10,5	9,9	24,0	1,7
ka 2020	11,0	83	7,3	18,8	<1	1,0	34	4,8	3,7	36,3	4,5
ka 2021	10,5	86	7,6	10,5	<1	0,6	13	1,7	1,6	5,5	0,7

pvm	Happi	%	pH	Sähkön- johtavuus	Kiintoainel- pitoisuus	Sameus	Väri	CODMn	DOC	Sulfaatti SO <sub>4</sub>	Kloridi Cl
	mgO <sub>2</sub> /l		mS/m	mg/l	FNU	mg Pt/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
<b>Seurujoki Konikoski</b>											
ka 2017	10,3	82	7,4	25,0	<2	1,3	63	7,8	5,9	66,8	4,4
ka 2018	10,9	83	7,4	27,5	<2	1,1	33	4,3	3,8	72,2	6,2
ka 2019	11,2	84	7,3	26,1	2,3	0,7	44	5,6	4,1	66,6	6,7
ka 2020	10,8	82	7,4	26,3	<1	1,0	35	4,9	3,9	65,3	7,3
ka 2021	10,7	82	7,4	9,1	1,0	1,0	36	5,3	4,2	5,2	0,7
<b>Seurujoki ukonniva</b>											
ka 2017	10,7	79	7,4	25,4	<2	1,4	49	5,9	4,7	67,8	5,6
ka 2018	10,5	80	7,4	28,0	<2,0	1,4	38	5,0	4,1	75,0	6,4
ka 2019	10,8	81	7,3	26,8	1,9	1,3	42	5,8	4,5	69,6	6,3
ka 2020	10,6	80	7,3	23,0	2,0	1,4	45	6,6	4,9	55,4	5,8
ka 2021	10,8	83	7,4	9,1	<1	1,3	37	5,4	4,6	5,1	0,7
<b>Seurujoki 82</b>											
ka 2017	10,5	80	7,4	25,2	<2	1,3	45	5,6	4,6	66,4	5,5
ka 2018	10,5	81	7,5	27,3	<2,0	1,3	35	4,5	3,9	70,6	6,1
ka 2019	10,8	81	7,3	25,7	2,1	1,1	48	5,8	4,5	65,5	6,6
ka 2020	10,7	81	7,4	26,4	<1	1,0	37	5,2	4,2	64,3	7,3
ka 2021	10,6	82	7,4	9,2	3,0	1,6	38	5,5	4,2	5,0	0,8
<b>Seurujoki Mesiniemi</b>											
ka 2017	10,3	83	7,4	23,3	<2	1,6	63	7,7	6,1	64,9	4,3
ka 2018	10,5	81	7,4	26,5	<2,0	1,8	36	4,6	4,0	68,1	5,9
ka 2019	10,7	81	7,4	26,1	2,3	1,0	45	5,7	4,2	65,4	6,4
ka 2020	10,3	80	7,4	25,1	1,3	1,1	37	4,3	4,2	60,1	6,7
ka 2021	10,8	90	7,5	9,4	1,5	1,2	48	7,6	5,2	5,3	0,9
<b>Loukinen LV</b>											
ka 2017	11,1	82	7,6	13,3	<2	2,0	45	4,5	3,7	4,7	0,7
ka 2018	10,8	80	7,3	10,1	<2,0	1,5	30	4,8	4,0	5,2	0,9
ka 2019	11,0	82	7,3	10,0	2,5	1,2	31	5,1	3,8	5,0	0,6
ka 2020	10,3	79	7,4	10,9	<1	2,1	41	5,4	4,3	4,8	0,7
ka 2021	10,6	81	7,4	10,8	<1	1,5	28	3,8	3,3	5,1	0,7
<b>Loukinen 81</b>											
ka 2017	10,5	79	7,4	10,5	<2	2,4	48	6,1	4,9	4,7	0,7
ka 2018	10,5	79	7,3	10,2	<2	1,8	32	4,8	4,3	5,3	1,0
ka 2019	10,9	81	7,3	10,3	<2	1,6	33	5,6	4,2	5,0	0,7
ka 2020	10,4	78	7,3	10,9	<1	1,8	41	5,8	4,7	5,0	0,7
ka 2021	10,6	81	7,4	10,3	3,0	2,0	40	5,8	4,6	4,7	0,7
<b>Loukinen 3</b>											
ka 2017	9,9	75	7,4	17,8	<2	2,0	51	5,6	4,6	33,4	3,0
ka 2018	10,3	78	7,3	17,5	<2,0	1,8	31	4,8	4,1	32,0	2,9
ka 2019	10,3	77	7,3	17,2	3,4	1,3	34	5,6	4,4	31,4	3,0
ka 2020	9,9	76	7,3	17,6	2,0	3,4	42	6,0	4,7	29,8	3,4
ka 2021	10,3	80	7,4	9,9	1,0	1,9	40	5,6	4,6	4,9	0,8
<b>Loukinen JS</b>											
ka 2017	9,7	88	7,4	8,7	<2	2,0	81	9,2	7,4	10,7	0,9
ka 2018	11,0	81	7,4	12,4	<2	1,6	31	4,7	4,0	16,5	1,7
ka 2019	9,7	75	7,3	12,3	3,6	1,1	35	5,4	4,5	16,4	1,7
ka 2020	9,7	75	7,2	11,6	1,3	1,4	44	6,3	5,1	13,7	1,7
ka 2021	10,1	81	7,4	15,6	<1	1,5	35	5,0	4,8	26,4	2,6
<b>Leppäoja 1</b>											
ka 2017	9,9	75	7,5	13,2	3,4	5,3	74	8,4	7,5	4,8	0,9
ka 2018	10,2	75	7,2	11,7	<2,0	3,2	44	7,2	5,9	5,3	1,1
ka 2019	10,6	77	7,3	12,4	3,3	2,5	44	7,1	5,4	5,0	0,8
ka 2020	10,3	78	7,3	12,4	1,3	3,1	61	8,1	6,5	5,6	1,0
ka 2021	10,3	80	7,4	12,4	3,0	3,6	54	7,5	5,9	5,0	0,9
<b>Ounasjoki Kõngäs</b>											
ka 2020	11,5	92	7,1	4,0	2,1	1,2	64	9,5	6,8	3,5	0,6
ka 2021	10,9	86	7,1	3,6	4,6	1,9	51	7,4	5,4	2,6	0,6
<b>Kapsajoki</b>											
ka 2020	12,3	84	7,2	7,3	6,0	1,4	50	8,0	6,3	3,6	0,8
ka 2021	10,0	79	7,3	7,7	2,9	1,4	38	5,7	4,5	3,8	0,6
<b>Kapsajoen lasku</b>											
ka 2020	10,3	81	7,3	15,6	1,7	1,7	52	7,9	6,0	24,7	2,7
ka 2021	10,0	78	7,4	9,9	5,0	2,3	42	6,4	4,8	4,9	0,8
<b>Loukinen purkupuutken alapuoli</b>											
ka 2020	12,0	82	7,3	12,3	<1	1,1	48	7,7	6,2	16,7	1,8
ka 2021	9,6	78	7,4	15,0	2,5	2,3	39	5,8	4,7	25,5	2,5
<b>Loukinen purkupuutken alapuoli-N</b>											
ka 2021	10,0	82	7,4	16,1	2,5	2,0	45	7,0	5,4	33,5	3,6
<b>Loukinen Tuohiranta</b>											
ka 2020	10,2	80	7,3	12,8	1,9	1,6	50	7,1	5,5	17,1	1,9
ka 2021	10,0	78	7,3	14,2	2,5	1,9	42	6,0	4,7	23,4	2,3
<b>Ounasjoki Hannulanniva</b>											
ka 2020	10,9	88	7,2	4,9	1,6	1,5	62	8,5	6,3	3,7	0,7
ka 2021	10,9	85	7,2	6,3	2,5	1,4	48	6,8	5,2	7,5	0,9
<b>Ounasjoki Riikonkoski</b>											
ka 2020	10,8	89	7,2	5,6	<1	1,2	54	9,1	6,5	5,6	0,8
ka 2021	10,7	84	7,2	6,9	2,5	1,9	49	7,1	5,4	8,8	1,1
<b>Ounasjoki Kittilä</b>											
ka 2020	13,0	88	7,2	5,4	3,0	1,1	59	9,3	6,7	5,2	0,9
ka 2021	10,5	82	7,2	6,9	2,5	1,7	48	6,9	5,0	8,2	1,1

## Happi

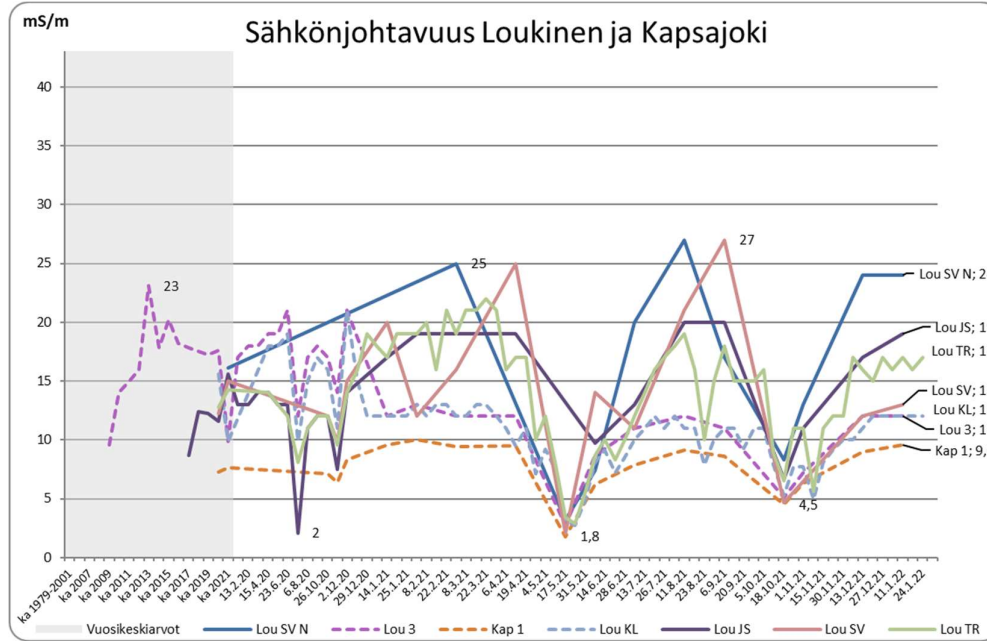
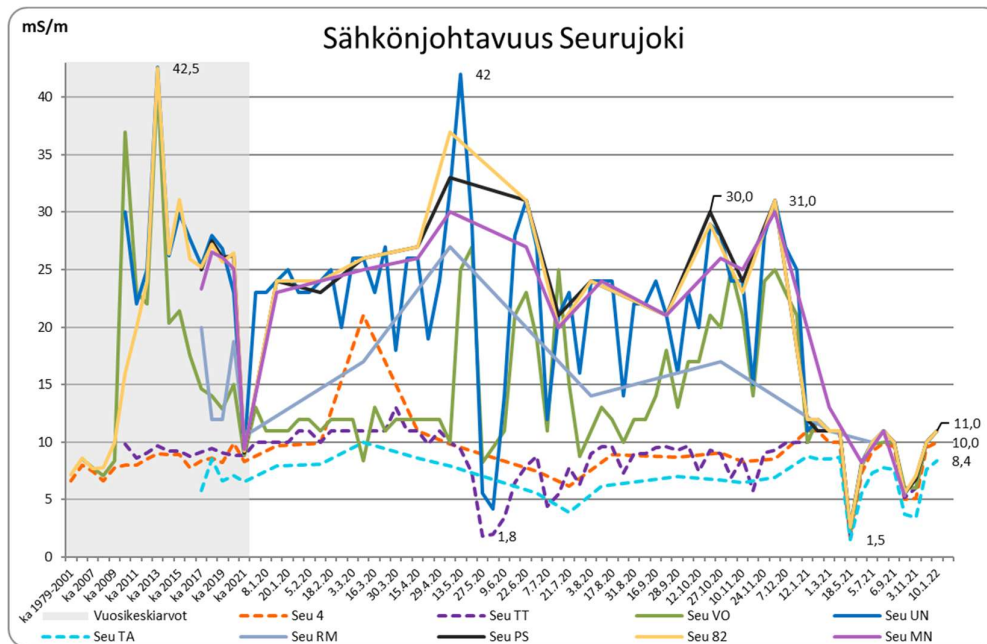
Happitiilanne oli keskimäärin hyvällä/kiitettävällä tasolla (9,6-11,3 mg/l, 78-90 %). Leppäojalla keskimääräinen saturaatioaste nousi vuonna 2021 osuuteen yli 80 %, vuodet 2007-2020 saturaatioasteet ovat vaihdelleet välillä 67-78 %. Pienemmät happisaturaatioasteet mitattiin purkupuutken yläpuolisilta pisteiltä Kapsajoki ja Kapsajoen lasku, sekä alapuoliselta pisteeltä Loukinen Tuohiranta. Kyllästysasteissa näkyy vuodenaikaisvaihtelu sekä vesistöjen ominaisuudet. Seurujoen yläosat sekä Loukinen Kiistalan kylän kohdilta, sekä Ounasjoen Köngäs ovat yleensä läpi talven osittain sulia, kun taas Leppäoja ja Loukisen alaosat sekä Ounasjoki ovat pääsääntöisesti suvantoa saaden talvisin paksun jäävaipan. (Taulukko 7-1)

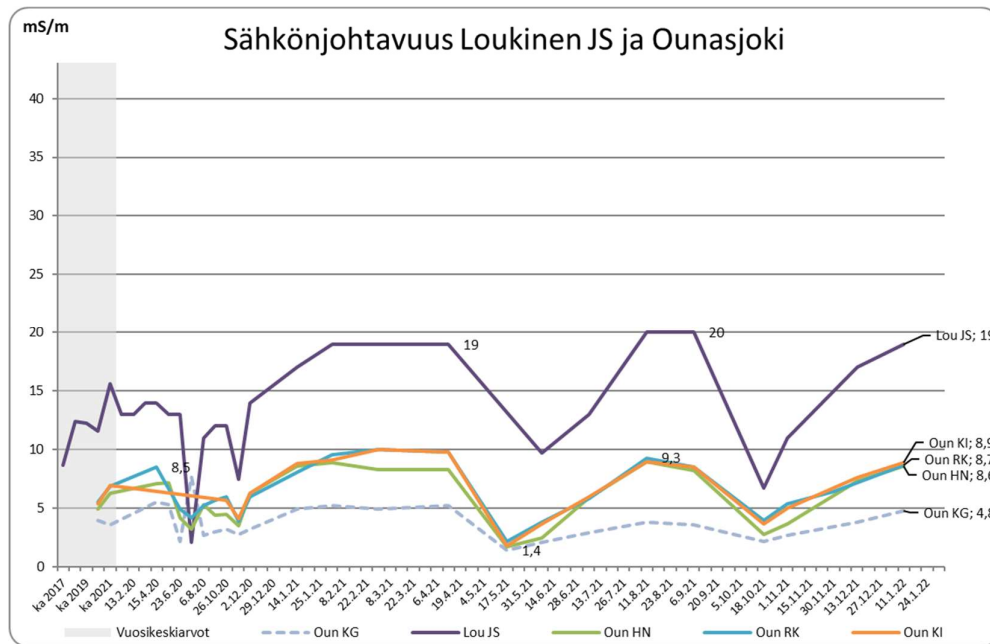
## pH

Vesinäytteiden keskimääräiset pH-arvot vaihtelivat vuonna 2021 välillä 7,1-7,6. Kaikilla tarkkailupisteillä pH oli alhaisimmillaan (6,4-6,8) kevättulvien aikaan, sekä myös runsaiden sateiden jälkeen. Happamilta havumetsäalueilta vesistöihin saapuvat sulamisvedet keväällä ja toisaalta runsaiden sateiden jälkeiset pintavalunnat laskevat vastaanottavan vesistön pH-arvoja. Happamien sulamisvesien myötä vesistöihin päätyy myös metalleja mm. alumiinia. Arvot ovat pysytelleet tasaisina läpi tarkkailuhistorian kaikilla tarkkailupisteillä eikä kaivoksen toiminnalla ole tulosten mukaan vaikutusta pH-arvoihin. (Taulukko 7-1)

## Sähkönjohtavuus

Kaivosvesien vaikutus on havaittavissa kaivosvesien purkupaikan alapuolisilla näytteenotopisteillä muun muassa sähkönjohtavuuden kasvuna. Sähkönjohtavuuteen vaikuttavat pääasiassa kaivokselta johdetut sulfaattipitoiset ylitevedet. Seurujoella johtavuudet laskivat purkupuutken käyttöönoton jälkeen kaikilla pisteillä tasolle n. 10 mS/m, eikä kaivoksen ylä- tai alapuolisten pisteiden vesinäytteissä ole ollut eroavaisuuksia. Purkupuutken käyttöönoton jälkeen Loukisella purkupuutken alapuolella johtavuudet ovat vaihdelleet välillä 3,4-27 mS/m. Keskimäärin sekoittumisvyöhykkeellä (Lou SV) mitataan noin 6 mS/m korkeampia johtavuuksia kuin taustapisteeltä Kapsajoen lasku, Tuohirannalla johtavuudet ovat noin 4,5 mS/m korkeampia kuin taustapisteellä. Ounasjoella, Loukisen laskusuun alapuolisilla pisteillä keskimääräiset sähkönjohtavuudet olivat vuonna 2021 6,3-6,9 mS/m. Johtavuudet nousivat Ounasjoen pisteillä vuoden 2020 keskimääräisistä tuloksista noin 1 mS/m vuonna 2021. Ounasjoella johtavuustasojen on havaittu nousevan keskimäärin noin 0,5 mS/m pisteiden Oun HN ja Oun RK välillä, tälle välille puretaan mm. Levin jätevedenpuhdistamon vedet. (Kuva 7-1)





Kuva 7-1. Veden sähkönjohtavuudet tarkkailupisteillä. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteet on esitetty katkoviivoituksella. Kuvaajien skaalaus yhtenäistetty.

Ounasjoella on toteutettu yhteistarkkailua vuodesta 2016 lähtien, jossa mukana on Ounasjoelta myös Kaukosen ja Lohinivan tarkkailupisteet. Näytteenottoa pisteiltä suoritetaan kolmesti vuodessa (maaliskuu, heinä- ja elokuussa) ja pääpaino analytiikassa on ravinteissa. Näytteistä määritetyistä yleisistä veden laatuparametreista happi, pH, kiintoaine, COD<sub>mn</sub> ja sameus olivat vuonna 2021, eli purkupuutken käyttöönoton jälkeen vastaavia kuin aikaisempina vuosina. Sähkönjohtavuustasot vaihtelivat Kaukosen tarkkailupisteillä vuosina 2016-2020 välillä 5,2-7,1 mS/m, vuonna 2021 keskimääräinen johtavuustaso pisteellä oli 8,4 mS/m. Lohinivan tarkkailupisteellä vastaavat johtavuudet olivat vuosina 2016-2020 välillä 5,2-7,0 mS/m ja vuonna 2021 8,0 mS/m. Johtavuustasot näyttäisivät olevan purkupuutken käyttöönoton jälkeen noin 1 mS/m korkeampia myös näillä tarkkailupisteillä, kuten oli havaittavissa itse kaivoksen tarkkailussa. Vuoden 2021 keskiarvoa nostaa maaliskuussa kummaltakin pisteeltä mitattu johtavuus 10 mS/m, muilla kierroksilla johtavuudet vaihtelivat välillä 5,8-8,8 mS/m. Johtavuudet ovat kumminkin pieniä ja alle keskimääräisten luonnonjokien johtavuuksien (n. 10-15 mS/m).

## Sulfaatti

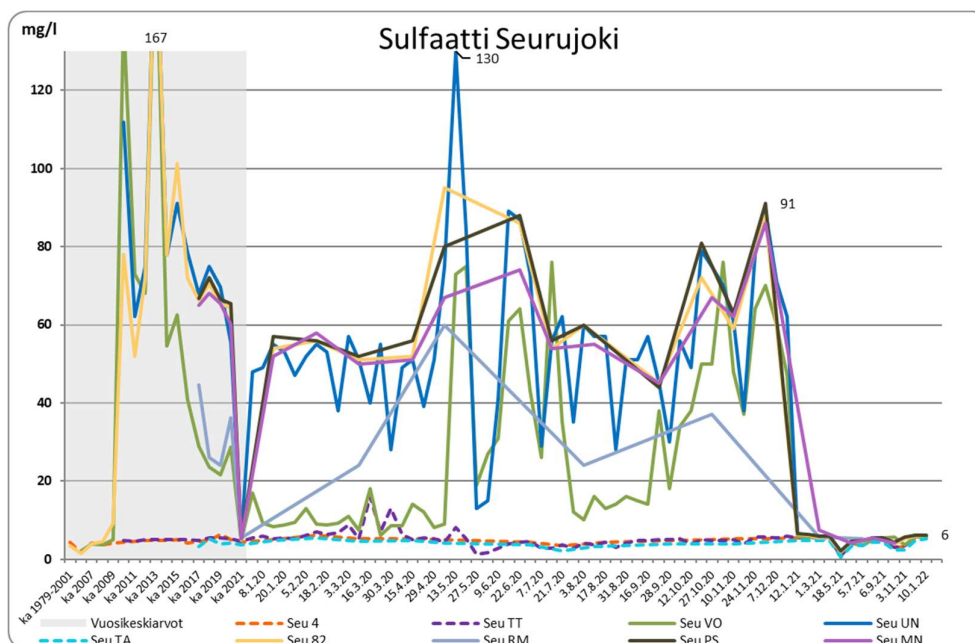
Vesien purku Seurujokeen aloitettiin 2010, jolloin sulfaattia mitattiin pisteeltä Seu VO keskimäärin 139 mg/l. Vuonna 2013 mitattiin tarkkailuhistorian suurimmat keskimääräiset sulfaattipitoisuudet (166-167 mg/l) pisteiltä Seu UN ja Seu 82. Seurujoki on profiililtaan vaihteleva, joten on mahdollista, että vesi on sulfaattipitoisuuden suhteen epätasaisesti jakautunut (Hämäläinen 2015). Poikkeusjuoksutusraportin (Ramboll 2016) tulosten mukaan Seurujoen vesi on kuitenkin sekoittunut viimeistään Ukonnivan pisteellä Seu UN. Vuoden 2016 lopussa käyttöön otettu vesienpuhdistuslaitos laski veden sulfaattipitoisuuksia merkittävästi ja sulfaattia päätyi enemmän Seurujokeen kuivatusvesien myötä kuin prosessivesien kautta. Purkupuutken käyttöönoton myötä joulukuussa 2020 sulfaattipitoisuudet tippuivat kaikilla Seurujoen pisteillä pitoisuustasolle <8 mg/l, missä ovat pysytelleet siitä lähtien. Keskimäärin sulfaattia havaittiin Seurujoen pisteillä vuonna 2021 3,7-5,5 mg/l. (Taulukko 7-1, Kuva 7-2)

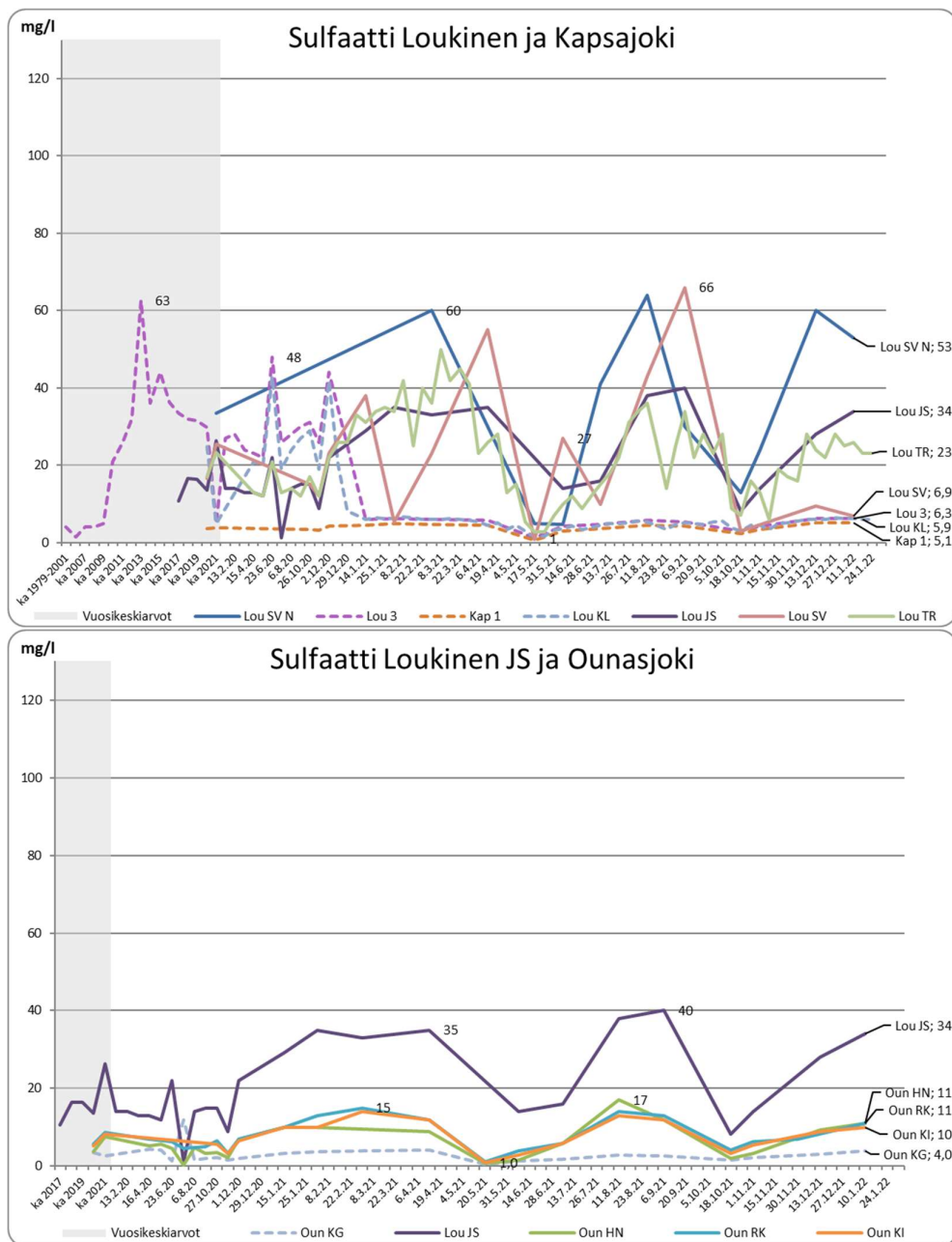
Loukisella, purkupuutkea lähimmällä pisteellä Lou SV sulfaattipitoisuudet nousivat purkupuutken käyttöönoton myötä loka-joulukuun 2020 alun pitoisuuksista 12-23 mg/l (ka 17 mg/l) vuonna 2021 keskimääräisiin pitoisuuksiin sekoittumisvyöhykkeen pisteillä Lou SV (26 mg/l) ja Lou SV-N (34 mg/l).



Ylitevesien johtaminen nosti sulfaattipitoisuuksia tällä kohdalla noin 10-17 mg/l vuoteen 2020 verrattuna, pitoisuustason nousun taustalla on vuoden 2021 suuremmat ylitevesimäärät. Seuraavalla alajuoksun pisteellä, pisteellä Lou TR muutos oli vuoden 2020 tasolta noin 17 mg/l vuonna 2021 tasoon 23 mg/l eli muutos puolittui sekoittumisvyöhykkeen tuloksiin verrattaessa. Loukisen jokisuulla eli pisteeltä Lou JS on havaittavissa sulfaattia runsaammin kuin yläpuoliselta pisteeltä Lou TR. Jokisuulla virtaamat ovat pieniä ja Ounasjoen vedenkorkeuden vaihtelut määrittelevät Loukiselta purkautuvan veden määrää. Vuonna 2021 keskimäärin sulfaattia havaittiin jokisuulta keskimäärin noin 26 mg/l, kun vuonna 2020 keskimääräinen pitoisuus oli 14 mg/l. Vertailutiedoksi, Seurujoella sulfaattia havaittiin kaivoksen alapuolisilla pisteillä keskimäärin noin 70 mg/l vuosina 2016-2020. Vuonna 2021 purkputken yläpuolisilta Loukisen pisteiltä Lou 3 ja Lou KL sulfaattia oli havaittavissa kuten Seurujoella eli keskimäärin noin 4,9 mg/l. (Taulukko 7-1, Kuva 7-2)

Ounasjoella sulfaattipitoisuudet nousivat vuonna 2021 keskimäärin 3,0-3,8 mg/l, pistekohtaisesti vuoden keskiarvojen ollessa Oun HN 3,7→7,5 mg/l, Oun RK 5,6→8,8 mg/l ja Oun KI 5,2→8,2 mg/l. Ounasjoella taustapisteeltä Oun KG sulfaattia havaittiin vuonna 2021 keskimäärin 2,6 mg/l. (Taulukko 7-1, Kuva 7-2)





**Kuva 7-2. Veden sulfaattipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteeet on esitetty katkoviivoituksella. Kuvaajien skaalaus yhtenäistetty.**

Sulfaatille ei ole esitetty EU:n alueella pintavesiin liittyviä raja-arvoja. Sosiaali- ja terveysministeriön talousveden laatusuosituksen antama sulfaatin enimmäisraja-arvo on 250 mg/l (STM 1352/2015). Sulfaattipitoisuudet eivät ylittäneet talousvedelle annettua laatusuositusta. Vesiä ei käytetä talousvetenä.

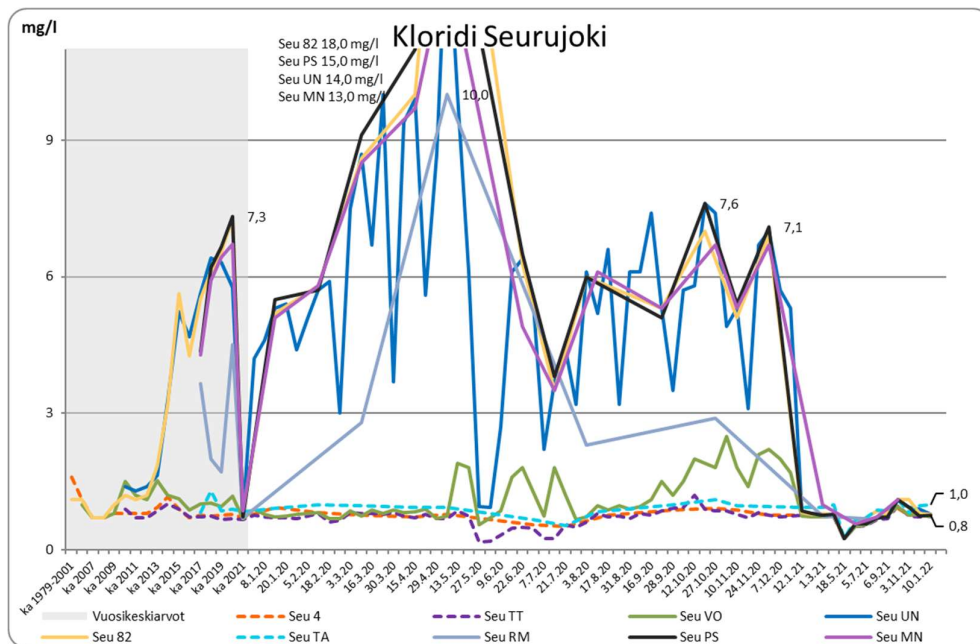
Itse purkupuutteen johdettaville vesille on annettu lupapäätöksessä raja-arvoja virtaamapainottaisille typen, antimoniin, arseenin, nikkelin, sulfaatin, pH:n, kiintoaineen hehkutusjäännökselle sekä WAD-syanidin kuukausikeskiarvoille. Vuoden 2021 tulokset täyttivät lupaehdot kaikilta osin. Sulfaatin osalta raja-arvo on 2000 mg/l, vuonna 2021 keskiarvopitoisuus oli 1127 mg/l. Tarkemmin purkupuutteen johdettavien vesien ominaisuuksia on esitelty kaivoksen käyttötarkkailun kuukausiraportoinnin ja vesipäästöjen vuosiraportoinnin yhteydessä.

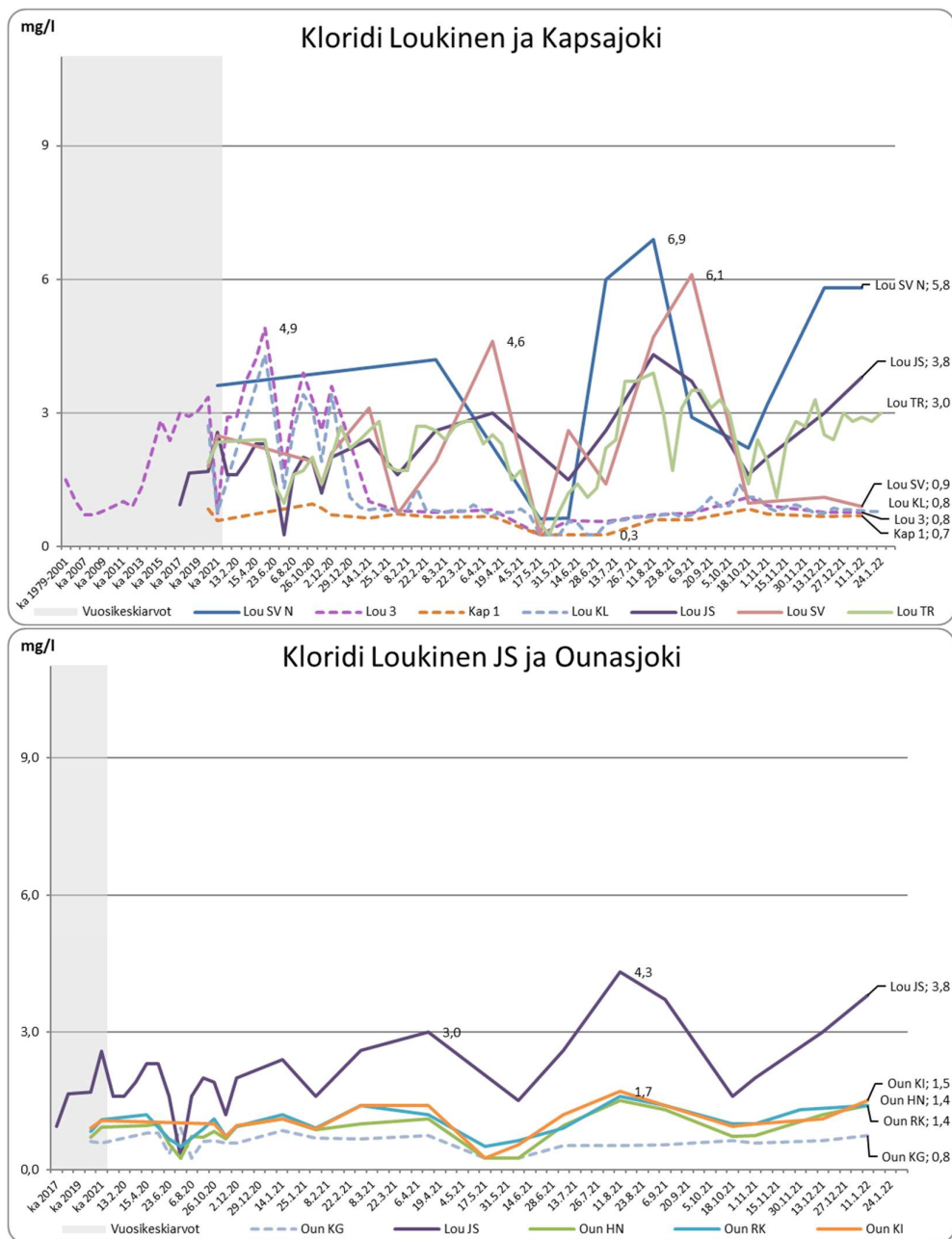
## Kloridi

Kaivoksen ylitevesien vaikutus on havaittavissa kaivoksen alapuolisilla näytteenotuspisteillä myös lievänä kloridipitoisuuksien nousuna. Aikaisempien tarkkailuvuosien tulosten mukaan suurin osa kaivosvesien kloridikuormituksesta on peräisin kuivanapitovesistä ja kuormitus Seurujokeen oli melko tasaista läpi vuoden. Kloridin kontsenraatiot Seurujoessa korreloivat suoraan joen virtaaman kanssa, jolloin suurimmat pitoisuudet mitattiin yleisesti alivirtaamien aikaan kevättalvesta ja kevättulvien myötä pitoisuudet laskivat lähelle määritysrajoja. Yleisesti kloridipitoisuuksissa oli Seurujoella myös havaittavissa pientä nousevaa trendiä pintavalutuskenttä 1 alapuolisilla tarkkailupisteillä ja myös Loukisen tarkkailupisteellä Lou 3 vuoteen 2020 asti. Purkuputken käyttöönoton jälkeen pitoisuudet laskivat kaikilla kaivoksen alapuolisilla Seurujoen pisteillä tasoilta 5-7 mg/l tasoille 0,7-0,19 mg/l, Loukisen pisteillä Lou 3 muutos oli 3,4→0,8 mg/l ja pisteellä Lou KL 2,7→0,8 mg/l. (Kuva 7-3)

Loukisella, purkuputken alapuolisilla pisteillä kloridia oli havaittavissa ennen purkuputken käyttöönottoa eli aikavälillä lokakuu-joulukuun alku keskimäärin 1,8 mg/l. Vuonna 2021 keskipitoisuudet olivat sekoittumisvyöhykkeellä Lou SV 2,5 mg/l ja pohjoisrannalla Lou SV-N 3,6 mg/l, Tuohirannan keskipitoisuudeksi saatiin 2,3 mg/l ja edelleen Loukisen laskusuulla pitoisuus 2,6 mg/l. Purkuputken käyttöönoton jälkeen lähimmillä purkuputken alapuolisilla pisteillä kloridipitoisuudet nousivat keskimäärin 0,7-0,8 mg/l, mikä on huomattavasti pienempää kuin Seurujoella havaitut laskut >5,0 mg/l. Vuonna 2021 purkuvesimäärät olivat suuremmat kuin vuonna 2020. (Kuva 7-3)

Ounasjoella, Loukisen laskusuun yläpuoliselta pisteeltä Oun KG kloridia on havaittu melko tasaisesti noin 0,6 mg/l. Ennen purkuputken käyttöönottoa Loukisen laskusuun alapuolisilla pisteillä havaittiin pitoisuuksia 0,7-0,9 mg/l ja pitoisuudet ovat nousseet systemaattisesti alavirtaan päin mentäessä. Vuonna 2021 keskimääräiset pitoisuudet alapuolisilla pisteillä nousivat 0,2-0,3 mg/l vuoteen 2020 verrattuna. (Kuva 7-3)





**Kuva 7-3. Veden kloridipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteet on esitetty katkoviivoituksella. Kuvaajien skaalaus yhtenäistetty.**

Kloridipitoisuudet alittivat kaikkien näytteiden osalta talousvedelle asetetun laatusuosituksen, joka on 250 mg/l (STM 1352/2015). Kloridin vaikutus eliöstön elinolosuhteisiin on samankaltainen kuin sulfaattilla. Pitoisuustasojen pitkäaikainen muutos suosii lajeja, jotka sopeutuvat suolaisuuteen paremmin. Kloridipitoisuudet olivat kuitenkin pääsääntöisesti pieniä ja palautuivat Seurujoella taustapitoisuuksien tasolle heti purkuputken käyttöönoton jälkeen.

## 7.2. Ravinteet

Kaivostoiminnalla ei ole havaittu olevan vaikutusta veden fosforipitoisuuksiin, kuten ei myöskään fosfaattifosforipitoisuuksiin. Vuonna 2021 Seurujoen veden keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 3,7-10,4 µg/l, nousten kaikkien muiden pisteiden paitsi kahdesti vuodessa otettavan Seu RM osalta. Loukisessa keskipitoisuudet vaihtelivat välillä 9,3-18,8 µg/l, ollen pääsääntöisesti nousussa. Leppäojalta on mitattu läpi tarkkailuhistorian suurimmat pitoisuudet, vuonna 2021 fosforia oli Leppäojalla keskimäärin 27,3 µg/l. Ounasjoella keskimääräiset fosforipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2021 välillä 9,5-12,4 µg/l, nousten alavirtaan päin mentäessä. Ounasjoen yhteistarkkailussa mitattiin vuonna 2021 Kaukosen tarkkailupisteeltä fosforia keskimäärin 7,7 µg/l ja Lohinivan pisteeltä 8,5 µg/l. Ounasjoen pitoisuudet ovat tyyppillisiä karun vesistön arvoja <10 µg/l, kuten myös Kapsajoen pitoisuudet. Loukisen pitoisuudet voidaan luokitella karuihin humuspitoisiin luonnonvesiin noin <15 µg/l ja Leppäojan vedet rehevään luokkaan >20 µg/l. (Taulukko 7-2)

Taulukko 7-2. Pintavesipisteiden ravinnepitoisuuksien vuosikeskiarvot tarkkailupisteillä vuosilta 2017-2021.

pvm.	Kokonais- typpi liuk. µg/l	Nitriitti- typpi liuk. µg/l	Nitraatti- typpi liuk. µg/l	Nitraatti - nitriittitypen summa µg/l	Ammonium- typpi liuk. µg/l	Kokonais- fosfori liuk. µg/l	Fosfaatti- fosfori liuk. µg/l
<b>Seurujoki Tammi</b>							
ka 2017	172	<2	8	8	<5	7,6	<2
ka 2018	240	<2	48,0	49	<5	9,0	3,4
ka 2019	140	<2	8,4	8,4	<5	6,6	<2
ka 2020	161	<2	5,0	21,5	<5	4,5	<2
ka 2021	149	<2	5,0	23,9	<5	7,5	<2
<b>Seurujoki 4</b>							
ka 2017	121	1,0	21	18	2,0	6,2	2,5
ka 2018	114	1,0	26,4	35	2,0	6,3	2,6
ka 2019	124	1,0	21,4	18,4	2,0	7,4	2,5
ka 2020	104	<2	34,3	28,2	<5	5,4	3,4
ka 2021	128	<2	30,2	27,7	<5	7,6	3,2
<b>Seurujoki talvittienmukka</b>							
ka 2017	119	1,0	21	21	2,0	6,1	3,4
ka 2018	116	1,0	24,8	25	3,4	7,2	3,2
ka 2019	125	18,6	7,6	25,2	3,2	6,9	3,1
ka 2020	175	<2	6,0	<5	<5	7,6	3,9
ka 2021	139	<2	12,0	10,0	<5	10,4	4,9
<b>Seurujoki vedenottamo</b>							
ka 2017	363	1,0	149	151	121,6	6,4	3,9
ka 2018	292	1,0	135,2	136	72,6	7,9	3,0
ka 2019	360	1,9	130,9	134,4	88,7	6,5	2,5
ka 2020	403	3,1	221,3	213,3	65,2	7,6	3,8
ka 2021	145	<2	23,5	35,2	8,2	8,8	3,8
<b>Seurujoki Rossinmukka</b>							
ka 2017	620	5,4	424	424	130,0	8,8	4,0
ka 2018	550	1,0	280,0	280	40,0	9,7	2,0
ka 2019	463	8,9	206,7	206,7	52,9	14,1	3,2
ka 2020	478	4,8	306,8	309,8	32,9	6,7	4,3
ka 2021	78	<2	46,0	47,0	<5	3,7	2,3
<b>Seurujoki Konikoski</b>							
ka 2017	819	3,0	524	526	161,2	8,5	3,6
ka 2018	1041	3,1	786,7	789	144,5	5,5	2,2
ka 2019	991	3,2	727,5	728,3	149,4	6,8	2,7
ka 2020	708	3,0	509,2	519,2	65,0	6,2	3,7
ka 2021	136	<2	18,0	18,2	<5	8,4	3,5
<b>Seurujoki ukonniva</b>							
ka 2017	788	1,0	533	536	130,7	7,0	4,0
ka 2018	1064	3,3	808,7	810	156,7	7,7	2,8
ka 2019	1063	4,6	761,3	764,0	158,3	7,5	2,9
ka 2020	664	4,3	445,1	467,4	39,2	8,9	4,6
ka 2021	140	3,3	17,4	18,0	<5	9,7	5,1
<b>Seurujoki 82</b>							
ka 2017	751	1,0	518	523	121,9	7,2	3,3
ka 2018	1016	3,1	784,2	785	127,6	6,1	2,5
ka 2019	971	3,7	717,5	720,0	135,3	8,1	2,9
ka 2020	753	4,0	505,8	529,2	40,6	7,5	4,1
ka 2021	159	<2	17,5	18,8	<5	9,6	5,9
<b>Seurujoki Mesiniemi</b>							
ka 2017	750	1,0	478	478	137,0	9,2	2,0
ka 2018	993	3,3	752,5	755	110,5	7,6	2,3
ka 2019	988	3,5	731,7	734,2	121,9	8,7	3,1
ka 2020	690	4,0	481,7	493,3	49,0	6,7	4,1
ka 2021	189	<2	37,7	41,1	<5	8,6	4,5

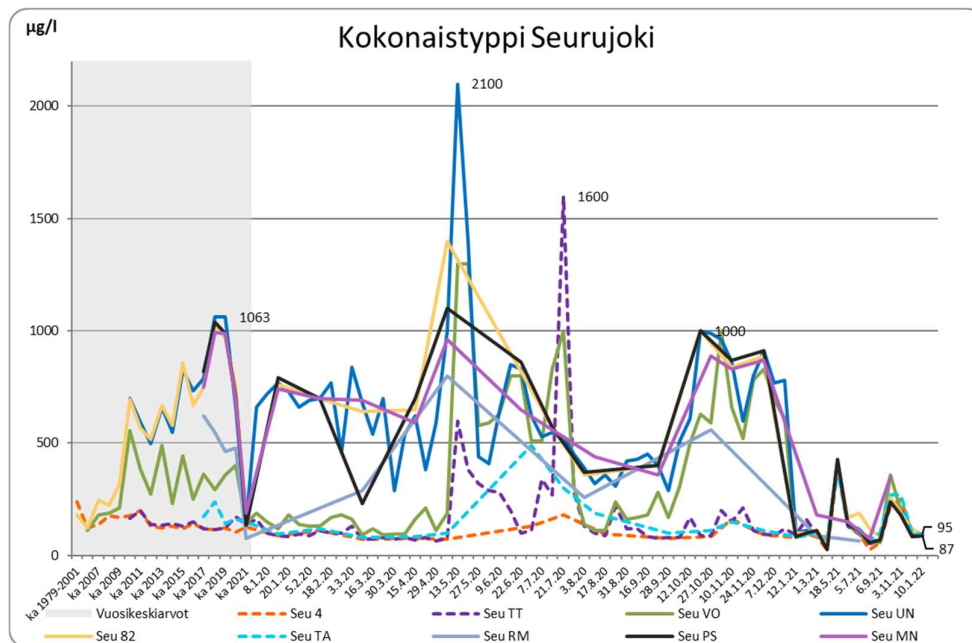
pvm.	Kokonais- typpi liuk.	Nitriitti- typpi liuk.	Nitraatti- typpi liuk.	Nitraatti - nitriittitypen summa	Ammonium- typpi liuk.	Kokonais- fosfori liuk.	Fosfaatti- fosfori liuk.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<b>Loukinen LV</b>							
ka 2017	113	1,0	10	10	3,9	11,5	7,3
ka 2018	130	1,0	17,8	18	6,3	8,3	3,4
ka 2019	115	1,2	15,5	15,8	6,5	10,1	4,9
ka 2020	151	<2	17,5	18,2	<5	14,1	10,8
ka 2021	110	<2	22,9	<5	<5	9,3	6,3
<b>Loukinen 81</b>							
ka 2017	164	1,0	28	29	8,4	16,1	10,1
ka 2018	148	1,0	24,8	26	5,9	10,0	5,0
ka 2019	144	1,0	21,3	22,4	8,4	12,1	6,5
ka 2020	177	<2	24,6	25,2	9,6	13,8	10,2
ka 2021	182	<2	23,2	23,2	11,3	18,8	10,1
<b>Loukinen 3</b>							
ka 2017	433	1,0	263	264	51,0	10,9	6,2
ka 2018	583	2,6	372,5	373	72,3	8,7	3,5
ka 2019	568	2,7	332,5	334,7	50,6	10,1	4,7
ka 2020	399	<2	222,1	226,4	21,3	11,4	7,6
ka 2021	164	<2	23,6	24,6	7,6	12,9	6,6
<b>Loukinen JS</b>							
ka 2017	240	1,0	44	45	5,5	13,5	5,6
ka 2018	363	1,0	167,8	171	40,5	8,1	2,4
ka 2019	286	1,7	153,9	154,7	20,0	9,5	3,3
ka 2020	276	<2	101,5	103,3	11,4	9,1	4,8
ka 2021	408	8,3	123,9	134,8	124,2	9,6	2,5
<b>Leppäoja 1</b>							
ka 2017	282	1,0	63	64	25,3	35,3	26,7
ka 2018	238	1,0	45,8	47	14,7	20,8	10,7
ka 2019	249	1,3	46,1	47,5	19,3	21,2	14,0
ka 2020	288	<2	55,3	56,9	35,0	26,4	20,6
ka 2021	283	<2	51,2	53,9	15,7	27,3	18,3
<b>Ounasjoki Köngäs</b>							
ka 2020	243	<2	30,0	30	<5	8,0	<2
ka 2021	240	<2	37,9	40	8,0	11,1	<2
<b>Kapsajoki</b>							
ka 2020	170	<2	30,0	30	<5	8,5	<2
ka 2021	174	<2	18,5	19	8,5	10,1	4,1
<b>Kapsajoen lasku</b>							
ka 2020	383	<2	169,7	175	20,0	11,5	6,3
ka 2021	179	<2	21,6	23	<5	12,8	6,0
<b>Loukinen purkputken alapuoli</b>							
ka 2020	320	<2	120,0	123	25,0	9,3	5,2
ka 2021	468	<2	21,6	23	183,0	13,0	5,4
<b>Loukinen purkputken alapuoli-N</b>							
ka 2021	571	11,5	155,0	166	184,7	13,9	5,2
<b>Loukinen Tuohiranta</b>							
ka 2020	285	7,5	100,6	105	<5	10,8	5,7
ka 2021	407	8,7	105,1	115	116,5	11,3	5,2
<b>Ounasjoki Hannulanniva</b>							
ka 2020	259	<2	34,3	36	9,4	9,2	4,1
ka 2021	256	<2	44,0	47	28,2	9,5	2,0
<b>Ounasjoki Riikonkoski</b>							
ka 2020	248	<2	31,2	32	<5	8,9	2,0
ka 2021	311	<2	50,1	53	32,2	10,9	2,0
<b>Ounasjoki Kittilä</b>							
ka 2020	253	<2	43,3	45	18,7	9,1	3,3
ka 2021	307	<2	53,6	56	49,4	12,4	3,6

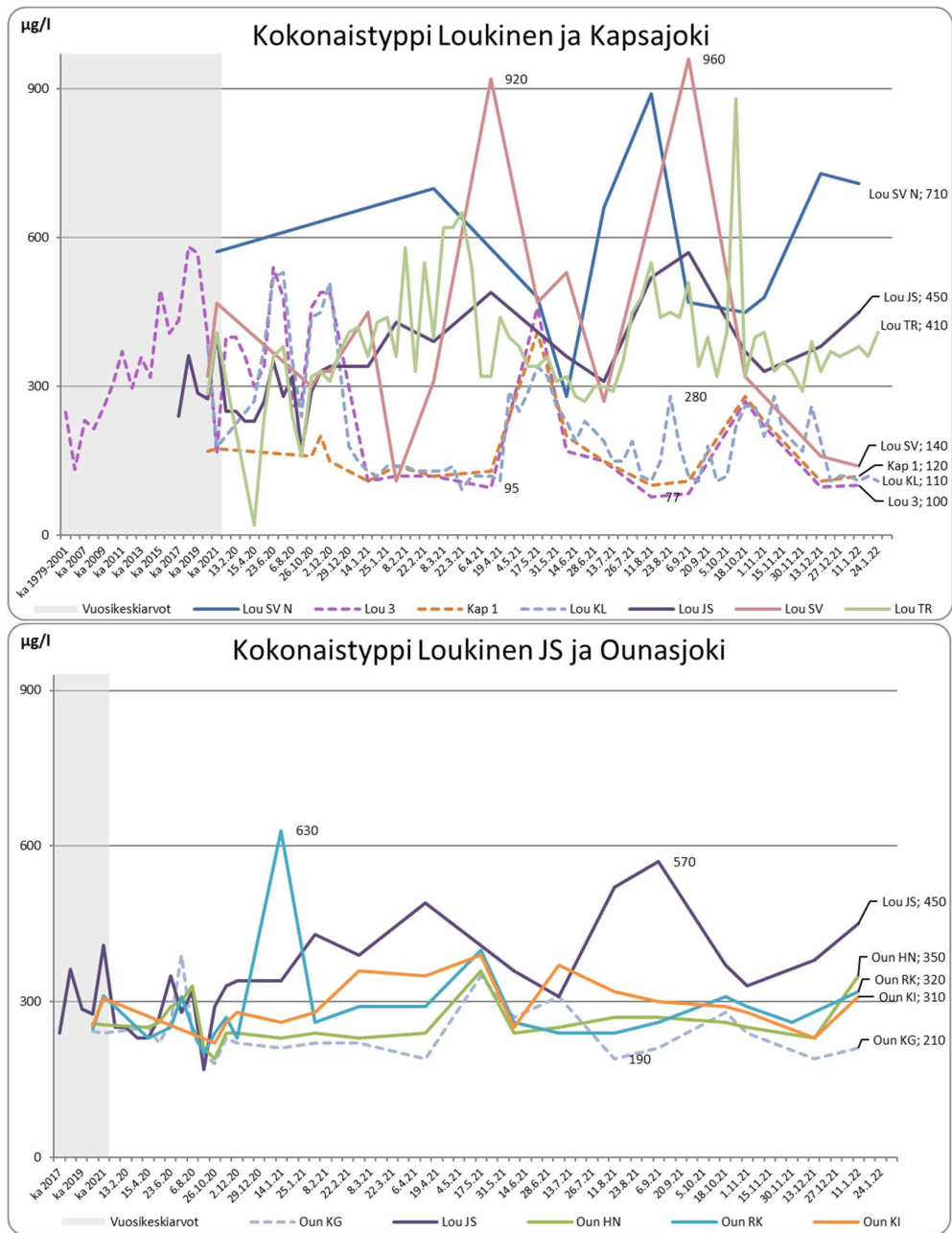
Kaivoksella käytettävät räjähdysaineet sisältävät typpiyhdisteitä, mistä johtuen tyyppiä on kaivoksen kuivanapitovesissä sekä prosessivesissä runsaasti. Kaivoksella käytetään typen osalta niukkaliukoisia räjähteitä, joista liukenee tyyppiä mahdollisemman vähän, mutta louhintamäärien ja sitä myötä räjähdysaineiden käytön nousun kautta summavaikutus on ollut nouseva ylitevesissä. Kaivoksen alapuolisilla Seurujoen pisteillä sekä Loukisen tarkkailupisteellä Lou 3 oli havaittavissa nousevaa trendiä vuoteen 2018 asti. Vuonna 2019 typenpoistoa tehostettiin ja keskipitoisuudet lähtivät laskuun, kehitys vahvistui pisteillä vuonna 2020. Purkputken käyttöönoton jälkeen pitoisuudet laskivat Seurujoella taustapisteiden tasolle. Vaikka typpiyhdisteiden saatavuudet kaivosvesien vaikutusalueella ovat olleet luontaista suurempia ylitevesien vaikutuksesta, niin niukat fosforisaatavuudet ovat todennäköisesti rajoittaneet Seurujoen rehevöitymistä. (Kuva 7-4)

Seurujoella keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2021 välillä 78-189 µg/l, suurimmat pitoisuudet toukokuussa kevättulvien ja lokakuussa runsaiden sateiden aikaan. Pitoisuudet kuvaavat luonnontilaisia erittäin kirkasvetisiä vesiä. Loukisella kokonaistyyppien keskimääräiset pitoisuudet, purkuputken yläpuolisilla pisteillä, vaihtelivat vuonna 2021 välillä 110-182 µg/l. Purkuputken alapuolisilla pisteillä pitoisuudet vaihtelivat välillä 407-571 µg/l, tasonousu näillä Loukisen alajuoksun pisteillä oli vuonna 2021 noin 200 µg/l. (Kuva 7-4)

Ounasjoen pisteistä lähimpänä Loukisen laskusuuta sijaitsevalla pisteellä Oun HN kokonaistyyppiä on havaittu pitoisuuksia välillä 230-330 µg/l, keskipitoisuuksien ollessa vuosina 2020 ja 2021 259 ja 256 µg/l. Pitoisuudet ovat melkein yhteneväisiä yläpuolisen taustapisteen Oun KG keskipitoisuuksiin 243 ja 240 µg/l. Tasoeroa on noin 10 µg/l, mutta Könkään pisteen tulosten hajonta (180-390 µg/l) on suurempi kuin pisteen Oun HN. Ounasjokea alavirtaan mentäessä kokonaistyyppipitoisuudet nousevat, joten ravinteita päätyy jokeen myös muista kuormituslähteistä. Pisteen Oun RK keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus vuodelta 2021 oli 311 µg/l. Keskipitoisuutta nostaa tammikuussa mitattu yksittäinen pitoisuus 630 µg/l, ilman tätä yksittäistä havaintoa ka pitoisuus olisi 282 µg/l. Havaitun pitoisuuden lähde ei todennäköisesti ole kaivoksen ylitevedet vaan jonkin muu kuormituslähteestä, pisteen yläpuolella sijaitsee mm. Levin matkailukeskus ja sen jätevedenpuhdistamon purkuoja. Pisteeillä Oun KI kokonaistyyppiä havaittiin keskimäärin vuonna 2021 307 µg/l. Kaivoksen ylitevesien tyyppikuormitus on havaittavissa Loukisen tarkkailupisteillä, mutta ei enää Ounasjoella, muutokset peittyvät muiden kuormituslähteiden alle. (Kuva 7-4)

Ounasjoen yhteistarkkailussa havaittiin Kaukosen tarkkailupisteeltä tyyppiä keskimäärin 280 µg/l vuonna 2021, aikaisempien tarkkailuvuosien (2016-2020) keskiarvo on ollut 319 µg/l. Lohinivan tarkkailupisteellä tyyppiä oli liikkeellä keskimäärin 270 µg/l, aiempien tarkkailuvuosien keskiarvon ollessa 316 µg/l. Kaikkien tarkkailupisteiden tulosten perusteella Ounasjoki on kirkasvetinen, eikä humusvaikutusta ole havaittavissa. Yksittäiset kuormitukset vesistöön saapuvat lähinnä valumavesinä esimerkiksi lannoitetuilta pelloilta.





**Kuva 7-4. Veden kokonaistyyppipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteet on esitetty katkoviivoituksella. Taseroosta johtuen Seurujoen kuvaajan y-akselin skaalaus on noin kaksinkertainen Loukisen ja Ounasjoen kuvaajiin verrattaessa.**

Ammoniumtyyppiä havaitaan yleisesti talvisin, jolloin nitrifikaatio on tehotonta. Seurujoella ammoniumtyypin keskimääräiset pitoisuudet olivat vuoden aikana pääsääntöisesti alle määräysrajan (5 µg/l), pisteen Seu VO laskennallinen keskipitoisuus oli 8,8 µg/l. Aikaisempina vuosina, kun ylivedet johdettiin Seurujokeen, keskipitoisuudet olivat kaivoksen alapuolisilla pisteillä 33-161 µg/l. (Taulukko 7-2)

Purkuputken käyttöönoton myötä ammoniumtyypipitoisuudet nousivat alapuolisilla Loukisen ja Ounasjoen pisteillä. Aikaisemmin vedet pidättäytyivät pintavalutuskentille, jolloin vedet luontaisesti ilmastuivat ja nitrifikaatio oli tehokasta laskien pitoisuuksia, eikä ammoniumtyppi aiheuttanut Seurujoella happivajetta. Purkuputkessa vesien viipymä on lyhyempi kuin pintavalutuskentillä eivätkä vedet ilmastu, jolloin nitrifikaatio käynnistyy vasta Loukisella. Loukisella ammoniumtyypin keskimääräiset pitoisuuskasvut pisteillä Lou SV, Lou TR ja Lou JS olivat purkuputken käyttöönoton



jälkeen välillä 110-157 µg/l, happipitoisuuksiin pitoisuustason nousu ei ole kumminkaan vaikuttanut. Ounasjoella pitoisuustason nousu on ollut maltillisempaa, pisteellä Oun HN noin 18 µg/l, keskipitoisuudeksi vuonna 2021 saatiin 28,2 µg/l. Alajuoksun pisteellä Oun RK keskipitoisuus oli 32,2 µg/l vuonna 2021 ja pisteellä Oun KI 49,4 µg/l. Kyseisiin alajuoksun pitoisuustasoihin vaikuttavat myös alueen muut kuormituslähteet, ammoniumtyypeä vesistöihin päätyy pääsääntöisesti yhdyskuntien jätevesien mukana. (Taulukko 7-2)

Ounasjoen yhteistarkkailussa Kaukosen tarkkailupisteellä ammoniumtyypeä havaittiin vuonna 2021 runsaammin kuin ylävirran pisteillä, keskimäärin n. 40 µg/l. Lohinivan pisteellä ammoniumtyypeä oli vuonna 2021 keskimäärin liikkeellä 31 µg/l. Kummallakin yhteistarkkailupisteellä vuoden 2021 tulokset olivat tasoltaan noin 10 µg/l korkeampia kuin aikaisempina vuosina. Näytteenottiheys on vain kolme kertaa vuodessa, joten tulokset eivät ole suoraan verrannollisia velvoitetarkkailussa otettuihin näytteisiin. Osittain vaihtelua selittää myös kasvukausien vaihtelut vuosien välillä.



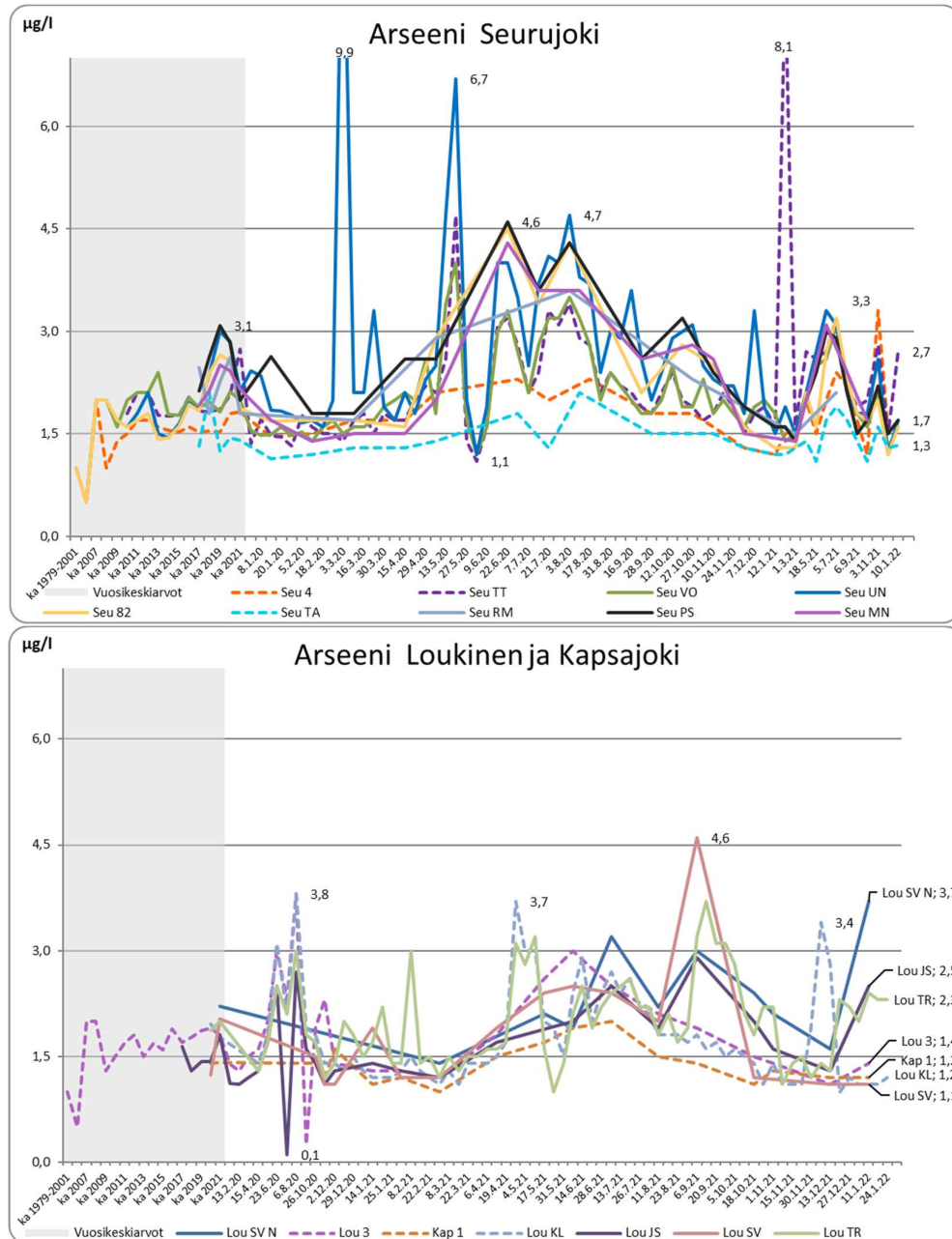
pvm	Alumiini Al	Antimoni Sb liuk.	Arseeni As liuk.	Bohopea Hg	Kadmium Cd	Kadmium Cd liuk.	Kalium K	Kalsium	Kupari Cu liuk.	Lyijy Pb	Lyijy Pb liuk.	Magnesium Mg	Mangaani Mn liuk.	Natrium Na	Nikkeli Ni	Nikkeli Ni liuk.	Rauta Fe liuk.	Sinkki Zn liuk.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<b>Loukinen 3</b>																		
ka 2017	17	3,06	1,7	<0,02		<0,03	983	20808	0,4	<0,1		3625	48	3250	0,7	0,6	512	<5
ka 2018	13	2,83	1,8	<0,02		<0,03	968	19500	0,3	<0,1		3875	42,5	3725	0,7	0,7	348	<1,0
ka 2019	32	3,01	1,9	<0,02		<0,03	1133	21213	0,3	<0,02		3997	40,5	4315	0,8	0,8	377	3,2
ka 2020	36	1,84	1,9	<0,02		<0,01	1144	21500	0,3	<0,02		3713	64,9	3915	0,6	0,6	649	1,3
ka 2021	31	0,17	1,8	<0,02	<0,01	<0,01	368	14917	0,3	0,04	0,02	2567	56,0	1888	0,3	0,3	501	1,7
<b>Loukinen JS</b>																		
ka 2017	29	0,84	1,6	<0,02		<0,03	398	9900	0,3	<0,1		1800	47	1600	0,3	0,3	554	<5
ka 2018	14	1,20	1,3	<0,02		<0,03	640	14000	0,3	<0,1		2675	80,8	2475	0,3	0,4	313	<1,0
ka 2019	28	1,30	1,4	<0,02		<0,03	755	15317	0,4	<0,02		2805	36,5	2765	0,4	0,4	366	2,6
ka 2020	23	0,75	1,4	<0,02		<0,01	789	15833	0,3	<0,02		2711	39,5	2686	0,3	0,3	514	1,0
ka 2021	27	1,30	1,8	<0,02	<0,01	<0,01	1362	20236	0,3	0,05	0,03	3345	57,7	3882	1,1	1,1	442	2,7
<b>Leppäoja 1</b>																		
ka 2017	21	0,15	3,7	<0,02		<0,03	313	18242	0,4	<0,1		2074	168	1266	0,3	<0,2	1038	<5
ka 2018	17	0,10	2,7	<0,02		<0,03	298	16000	0,3	<0,1		2575	143,5	1625	0,1	<0,2	608	3,4
ka 2019	35	0,05	3,1	<0,02		<0,03	298	18409	0,5	<0,02		2761	136,2	1683	0,2	0,2	736	1,2
ka 2020	29	0,05	3,6	<0,02			346	19167	0,2	<0,02		2853	175,1	1738	0,3	0,3	978	2,1
ka 2021	38	0,04	3,4	<0,02	<0,01	<0,01	273	19192	0,2	0,05	<0,02	2624	134,3	1760	0,3	0,2	873	1,6
<b>Ounasjoki Kõngäs</b>																		
ka 2020	53	0,10	0,3	<0,02		<0,01	440	4400	0,6			1081	17,8	1578	1,0	0,5	649	1,8
ka 2021	61	0,04	0,1	<0,02	<0,01	<0,01	537	3617	0,8	0,13	0,03	1004	24,3	1626	0,4	0,3	609	6,0
<b>Kapsajoki</b>																		
ka 2020	34	0,03	1,4	<0,02		<0,01	250	10367	0,3			1567	36,3	1700	0,2	0,2	410	1,0
ka 2021	29	0,03	1,4	<0,02	<0,01	<0,01	427	10917	0,2	0,06	<0,02	1654	37,0	1859	0,2	0,2	384	1,8
<b>Kapsajoen lasku</b>																		
ka 2020	23	1,57	2,0	<0,02	<0,01	<0,01	1092	20909	0,5			3622	56,9	3722	0,5	0,5	598	1,4
ka 2021	28	0,09	1,8	<0,02	<0,01	<0,01	349	14971	0,3	0,05	<0,02	2245	53,1	1864	0,3	0,2	580	1,7
<b>Loukinen purkupuutken alapuoli</b>																		
ka 2020	26	0,74	1,2	<0,02			820	16000	0,2			2700	44,0	2733	0,4	0,3	400	0,7
ka 2021	32	1,11	2,0	<0,02	<0,01	<0,01	1535	20109	0,4	0,05	<0,02	2921	60,8	3949	1,1	0,9	501	2,4
<b>Loukinen purkupuutken alapuoli-N</b>																		
ka 2021	38	1,94	2,2	<0,02	<0,01	<0,01	1647	21222	0,4	0,06	<0,02	3407	60,3	4697	1,7	1,6	458	2,5
<b>Loukinen Tuohiranta</b>																		
ka 2020	31	1,01	1,9	<0,02			706	17091	0,3			2733	55,5	2700	0,6	0,5	579	1,6
ka 2021	28	1,13	2,0	<0,02	<0,01	<0,01	1114	18956	0,2	0,04	<0,02	3473	53,0	3670	1,0	1,0	520	1,7
<b>Ounasjoki Hannulanniva</b>																		
ka 2020	42	0,12	0,5	<0,02			459	5913	0,3			1289	29,6	1600	0,3	0,3	724	1,5
ka 2021	34	0,27	0,4	<0,02	<0,01	<0,01	671	7492	0,2	0,04	<0,02	1543	21,9	2019	0,5	0,4	503	1,7
<b>Ounasjoki Riikonkoski</b>																		
ka 2020	42	0,22	0,6	<0,02			501	6750	0,2			1425	20,5	1688	0,3	0,3	594	0,6
ka 2021	43	0,32	0,6	<0,02	<0,01	<0,01	765	8367	0,3	0,06	<0,02	1647	39,8	2166	0,5	0,4	653	2,3
<b>Ounasjoki Kittilä</b>																		
ka 2020	45	0,16	0,4	<0,02			447	6433	0,2			1367	21,3	1700	0,3	0,3	460	0,9
ka 2021	43	0,30	0,5	<0,02	<0,01	<0,01	766	8350	0,3	0,05	<0,02	1626	38,9	2101	0,5	0,4	589	2,6

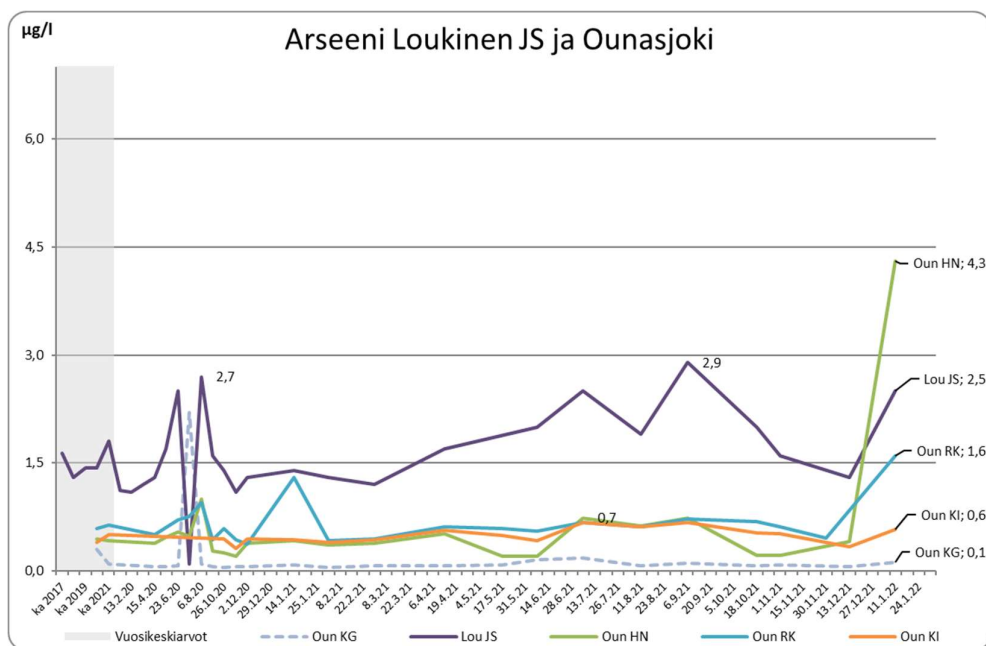
## Arseeni

Arseenia on purovesissä tyypillisesti erittäin vähän (0,06–1,6 µg/l) (Lahermo ym. 1996). Kittilässä Keski-Lapin vihreäkiviyöhykkeellä arseenipitoisuus on kuitenkin tavanomaista suurempi. Pitoisuuksien taustalla on alueella tavattava arseenikiisu (FeAsS), johon myös tuotettava kulta on sitoutunut. Suurimmat luontaiset arseenipitoisuudet (n. 36 µg/l) alueelta on tavattu kaivosalueelta noin 10 km luoteeseen sijaitsevan Suasjärven koillisrannan lähteeltä. Pintavesissä esiintyvälle arseenille ei ole annettu ympäristölaatumnormia, pohjavesille normi on 5 µg/l ja talousvesiasetuksessa on asetettu enimmäispitoisuudeksi raja-arvo 10 µg/l. Vuonna 2021 havaitut pitoisuudet jäivät alle edellä mainittujen rajojen.

Arseenia päätyy ylitevesiin lähinnä kuivanapitoivesien mukana, mutta arseenia havaitaan säännöllisesti myös kaivoksen yläpuolisilla pisteillä ja erityisesti kaivosvaikutusten ulkopuolisella pisteellä Lep 1, josta on mitattu läpi tarkkailun suurimmat keskipitoisuudet (vuonna 2021 3,4 µg/l). Seurajoella purkupuutken käyttöönotto laski arseenipitoisuuksia kaivosta lähimmillä alapuolisilla pisteillä n. 0,8 µg/l, tasolta noin 2,8 µg/l tasoon 2,0 µg/l. Kauimmaisilla pisteellä Seu MN tasonlasku oli korkeintaan 0,2 µg/l ja Loukisen pisteellä Lou 3 tasonmuutosta ei ollut enää havaittavissa. Loukisella purkupuutken lähettyvillä vesien johtamisen aloitus ei nostanut arseenipitoisuuksia. Sekoittumisvyöhykkeen (Lou SV) suppean aineiston pohjalta keskimääräinen pitoisuus näyttäisi nousseen vuoden 2020 tasolta 1,2 µg/l tasolle 2,0 µg/l, mutta purkupuutken yläpuolelta (Lou KI) on mitattu keskimääräisesti arseenia noin 1,8-2,0 µg/l, jotka ovat yhteneväisiä sekoittumisvyöhykkeen tulosten kanssa ja edelleen pisteen Lou TR kanssa. Loukisen jokisuulla eli pisteellä Lou JS keskimääräisesti arseenia havaittiin vuonna 2021 1,8 µg/l, kun parina aikaisempina vuonna pitoisuudet ovat olleet 1,3-1,4 µg/l. Ounasjoella pitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä, keskimäärin 0,4-0,6 µg/l, eikä purkupuutken käyttöönotto ollut havaittavissa tasomuutoksena (Taulukko 7-3).

Tammikuussa 2022 havaittiin yleisestä tasosta poikkeava pitoisuus 4,3 µg/l pisteeltä Oun HN, pitoisuudet nousivat samaisella kierroksella myös muilla purkuputken alapuolisilla tarkkailupisteillä. Tammikuun 2022 poikkeavien arseeni-, kuten myös alumiini-, mangaani- ja rautapitoisuuksien taustalla näyttäisi olevan relaatio marras-joulukuussa 2021 havaittuihin poikkeaviin pitoisuuksiin purkuputken yläpuoliselta pisteeltä Lou KL. Tällöin pisteeltä havaittiin jonkin ulkoisen kuormituslähteen, esimerkiksi alueelle rakennetun tiestön, hulevesien vaikutus. Pisteelle Lou TR kuormitus havaittiin joulukuun lopulla ja edelleen Ounasjoella tammikuun alussa. (Kuva 7-5)





Kuva 7-5. Veden arseenipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteen on esitetty katkoviivoituksella.

## Antimoni

Antimoni on maankuoressa selvästi arseenia harvinaisempi aine, mutta se esiintyy yleensä yhdessä arseenin kanssa. Purovesistä mitatut antimonipitoisuudet ovat tavanomaisesti hyvin alhaisia (Lahermo ym. 1996).

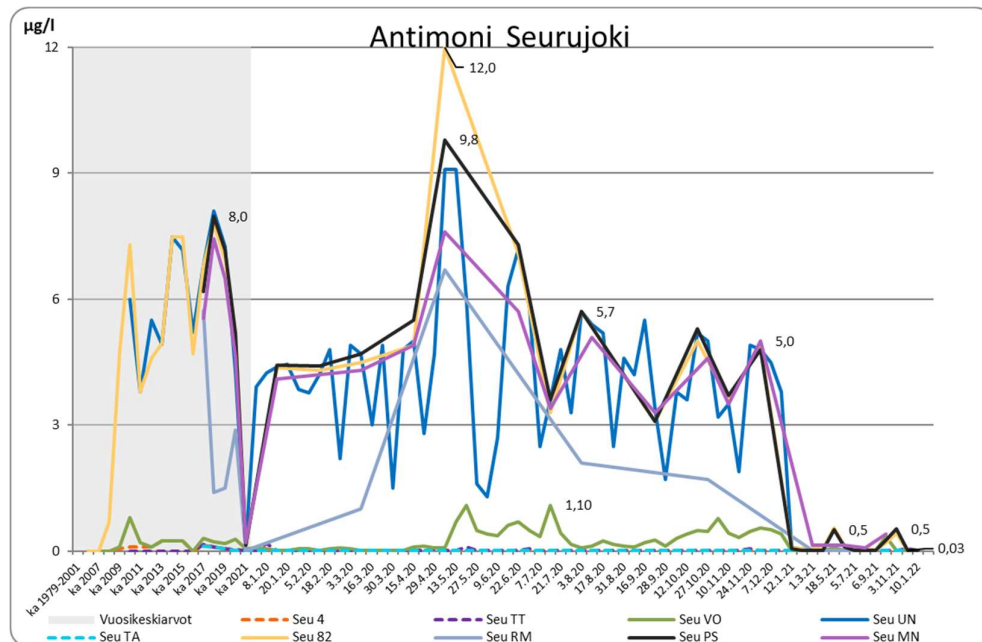
Antimoni on EU:n tasolla luokiteltu prioriteettiaineiden luetteloon, mutta pintavesille raja-arvoa ei ole asetettu. Antimonin myrkyllisyyttä kaloille on kartoitettu Kanadan Ontarion ympäristö- ja energiaministeriön selvityksessä, joka on tähdännyt osavaltion vedenlaatukriteerian määrittämiseen antimoinin osalta (Fletcher ym. 1996). Selvityksessä on käyty laajasti läpi antimoinin myrkyllisyyttä käsitteleviä tutkimuksia. Kirjallisuuden perusteella selvityksessä todetaan, että muihin metalleihin verrattuna antimoinin myrkyllisyys on suhteellisen vähäistä. Antimonin ei ole myöskään havaittu rikastuvan ravintoketjussa (Veenstra ym. 1981 ja Culioli ym. 2009). Akuutteja antimonipitoisuuden vaikutuksia vesieliöissä havaittiin pitoisuustasolla 1-1080 mg/l ja kroonisia välillä 0,3-678 mg/l. Antimonipitoisuuden vaikutuksia vesiympäristöön on kuitenkin tutkittu niin vähän, että selvityksessä päädyttiin antamaan väliaikainen tavoitetasoarvo 20 µg/l vesieliöiden hyvinvoinnin kannalta. Lukuarvoon oli päädytty jakamalla alin havaittuja kroonisia vaikutuksia aiheuttanut pitoisuus (0,3 mg/l) epävarmuuskertoimella 14,5. (Ramboll, 2015)

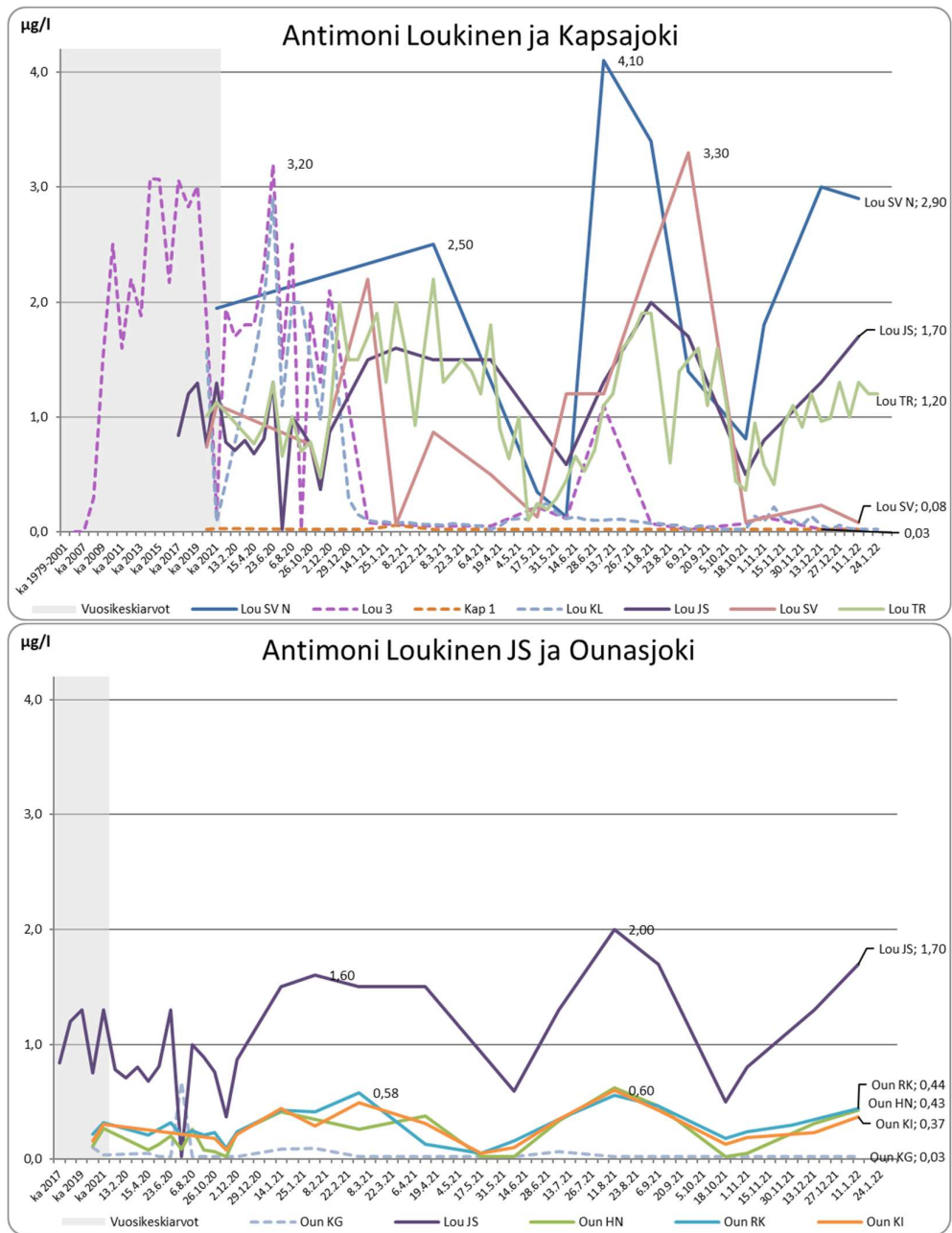
EU:n antimoniyhdistettä (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) käsittelevässä riskinarvioraportissa päädytään kroonisten kaloihin kohdistuvien vaikutusten alimman pitoisuuden raja-arvoon 1,13 mg/l (Swedish Chemicals Agency 2008). Samassa julkaisussa päädyttiin kalojen osalta akuutin haitallisuuden raja-arvoon 14,4 mg/l. Nikusen ym. (2000) mukaan antimoinin LC50-pitoisuus kirjolohelle 28 vrk altistuksella on 0,66 mg/l (660 µg/l) ja vesikirpuille 48 h altistuksella on huomattavasti edellä mainittua suurempi. (Ramboll, 2015)

Kittilän kaivoksen pintavalutuskenttien kyky pidättää antimonia on heikko ja antimonia päätyy Seurujokeen kaivoksen kuivanapitovesien mukana pintavalutuskentän 1 kautta. Seurujoen havaitut antimonipitoisuudet ovat luonnontilaiseen vesistöön verrattaessa korkeita, mutta selvästi haitallisiksi todettujen pitoisuustasojen alapuolella. Antimonin ei ole havaittu rikastuvan ravintoketjussa, joten pitempiä aikaisten tai myöhemmin ilmenevien vaikutusten todennäköisyyden arvioidaan olevan vähäinen. (Ramboll, 2015)

Seurujoella antimoniipitoisuudet laskivat kaivoksen alapuolisilla pisteillä purkuputken käyttöönoton jälkeen tasolta noin 5,0 µg/l pitoisuuksiin <0,2 µg/l, joka oli myös määrittärajana ennen vuotta 2019. Vuonna 2021 havaittiin kevättulvien sekä syksyn sateiden jälkeen Seurujoella pitoisuuksia 0,5 µg/l, muuten pitoisuudet olivat pieniä, pääsääntöisesti alle nykyisen määrittärajän 0,05 µg/l. Antimonia ei Seurujoella näyttäisi olevan luonnostaan, joten havaittujen pitoisuuksien taustalla on todennäköisesti pintavalutuskentältä 1 saapuvat satunnaiset hulevedet. (Kuva 7-6)

Antimonin pysyvyyden vuoksi purkuputken käyttöönotto oli havaittavissa purkuputken alapuolisilla pisteillä Loukisella ja Ounasjoella välittömästi ylitevesien johtamisen aloittamisen jälkeen. Ounasjoella tosin antimonia on havaittavissa silloin tällöin myös luonnostaan. Pisteeltä Oun KG havaitaan antimonia säännöllisesti kesäisin, heinäkuussa 2020 mitattiin pitoisuus 0,7 µg/l, kesän 2021 suurin pitoisuus mitattiin myös heinäkuussa, ollen 0,07 µg/l. Purkuputkea lähimpien Loukisen pisteiden keskipitoisuudet vaihtelevat vuonna 2021 välillä 1,13-1,94 µg/l, huippupitoisuuksien ollessa 2,9-4,1 µg/l. Ounasjoella keskimääräiset pitoisuudet olivat välillä 0,27-0,32 µg/l ja huippupitoisuudet noin 0,6 µg/l. Ennen purkuputken käyttöönottoa, tilanteessa missä ylitevedet johdettiin Seurujokeen, antimonia havaittiin Ounasjoella keskimäärin n. 0,25 µg/l ja Loukisen alajuoksun pisteillä noin 1,0 µg/l, pisteellä Lou 3 pitoisuudet olivat noin 3,0 µg/l. (Kuva 7-6)





Kuva 7-6. Veden antimoniipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteen on esitetty katkoviivoituksella. Tasoerosta johtuen Seurujoen kuvaajan y-akselin skaalaus on noin kolminkertainen Loukinen ja Ounasjoen kuvaajiin verrattaessa.

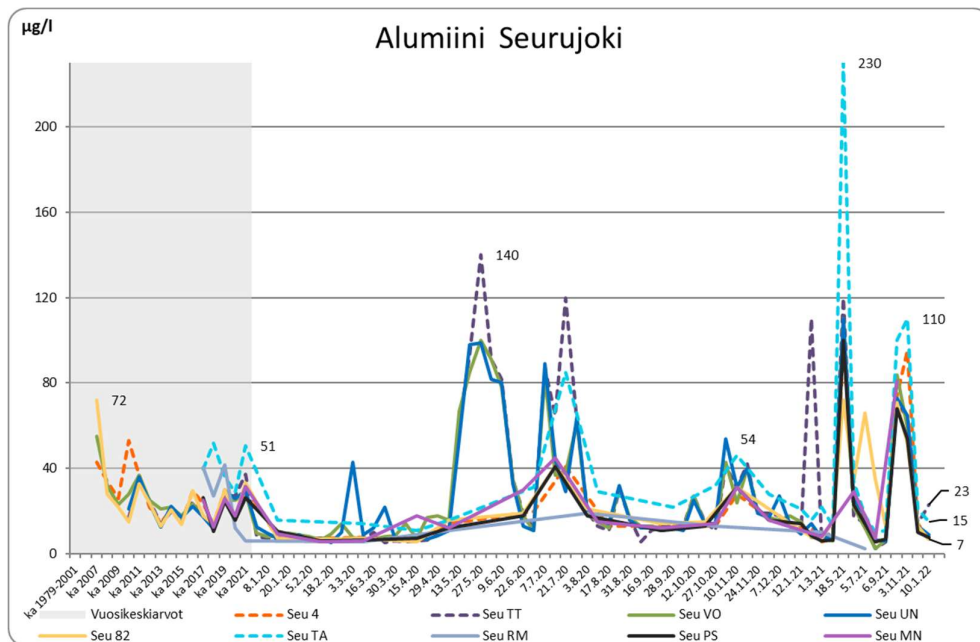
Talousveden suurin sallittu antimoniipitoisuus on  $5 \mu\text{g/l}$  (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 1352/2015). Vuonna 2021 kyseinen taso ei ylittynyt minkään näytteen osalta. Aikaisempina tuotantovuosina kyseinen taso ylittyi toistuvasti Seurujoella kaivoksen kuivanapitovesien purkupaikan alapuolisilla näytteenotuspisteillä. Joen vettä ei kuitenkaan käytetä talousvetenä.

## Alumiini

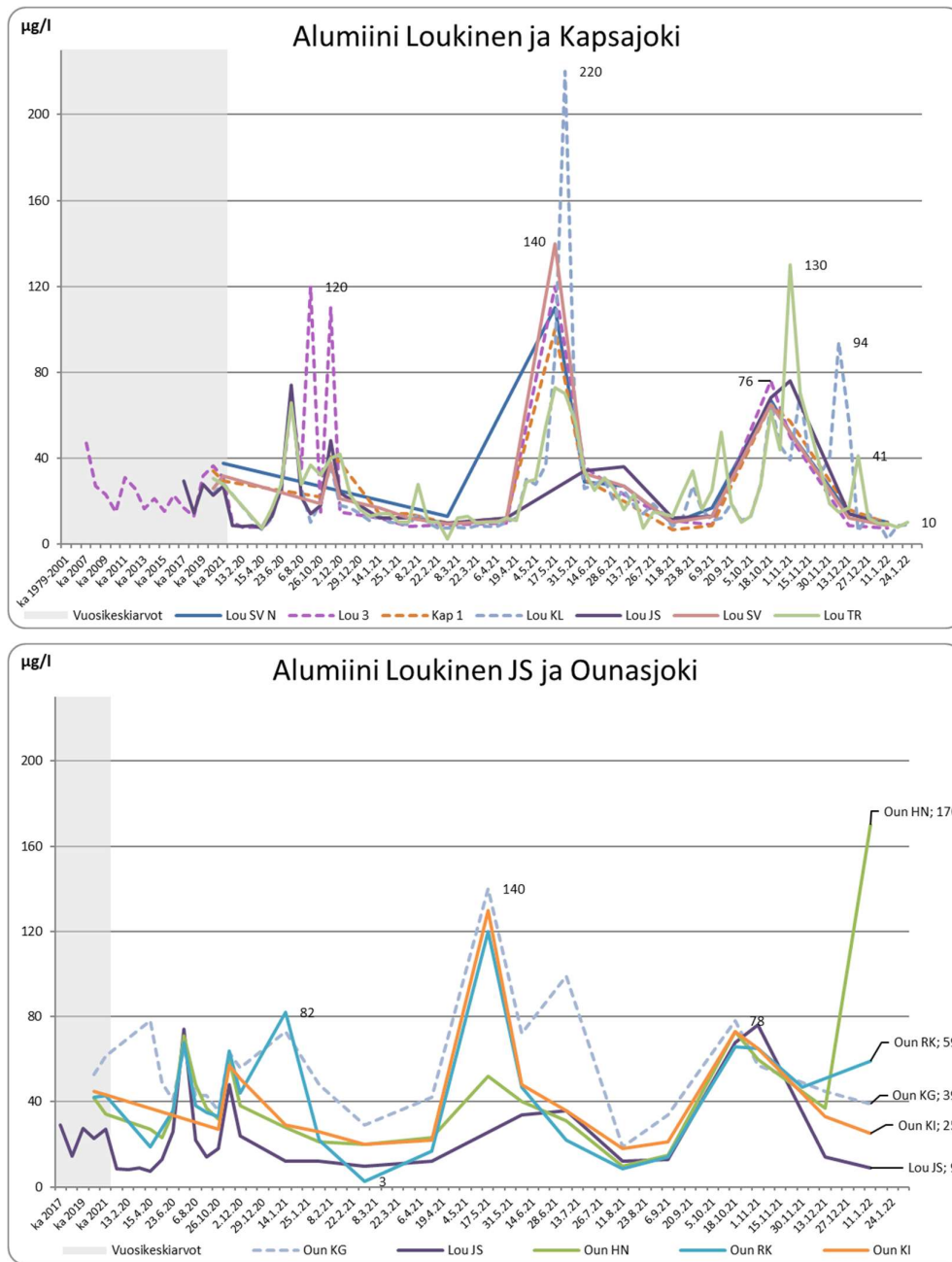
Havumetsävyöhykkeen vesistöihin alumiinia päätyy etenkin happaman pintavalunnan mukana. Seurujoella, Loukisella ja Leppäojassa on havaittu koko tarkkailuhistorian ajan korkeahkoja alumiinipitoisuuksia kevättulvien aikaan. Tulva-aikana alueen joet tulvivat laajalti ja virtaamat kasvavat jopa kymmenkertaiseksi alivirtaamakausiin verrattuna. Kaivostoiminnan vaikutusta alumiinipitoisuuksiin ei kumminkaan ole havaittavissa.

Vuonna 2021 alumiinipitoisuudet vaihtelivat Seurujoella välillä <math><5-230 \mu\text{g/l}</math>, Loukisella välillä <math><5-120 \mu\text{g/l}</math> ja Ounasjoella välillä <math><5-140 \mu\text{g/l}</math>, tammikuussa 2022 mitattiin pisteeltä Oun HN pitoisuus <math>170 \mu\text{g/l}</math>. Tammikuun 2022 poikkeavien arseeni-, kuten myös alumiini-, mangaani- ja rautapitoisuuksien taustalla näyttäisi olevan relaatio marras-joulukuussa 2021 havaittuihin poikkeaviin pitoisuuksiin purkuputken yläpuoliselta pisteeltä Lou KL. Pisteelle Lou TR kuormitus havaittiin joulukuun lopulla ja edelleen Ounasjoella tammikuun alussa. Ounasjoella keskimääräisesti suurimmat alumiinipitoisuudet mitataan yleisesti taustapisteeltä Oun KG. Kuvaajissa on havaittavissa loka-marraskuun vaihteen vesisateiden aiheuttamien pintavaluntojen tuomat alumiinikuormitukset kaikissa vesistöissä. (Kuva 7-7)

Alumiini on yksi vesieliöstölle haitallisimmista aineista. Alumiinin liukoisuus ja myrkyllisyys eliölle on suurempaa Kittilän kaivoksen tarkkailujokia happamammassa vesistöissä, joissa pH on <math><6</math> (Gensemer, ym. 2018). LOEC-pitoisuudet kaloille ja vesikirpuille vaihtelevat välillä <math>100-300 \mu\text{g/l}</math> ja LC50-pitoisuudet <math>560-1400 \mu\text{g/l}</math> (Nikunen ym. 2000). Talousvedessä laatusuositus alumiinin enimmäispitoisuudelle on <math>200 \mu\text{g/l}</math>. Vuonna 2021 tarkkailussa havaitut pitoisuudet jäivät selvästi alle tutkimuksissa havaittujen LC50-pitoisuustasojen. Tulvajaksojen aikana mitattiin muutamia yksittäisiä alhaisimman haitallisen tason ylittäviä pitoisuuksia (LOEC). Vastaavia on mitattu aikaisempinakin vuosina ja pitoisuudet ovat hetkellisiä.





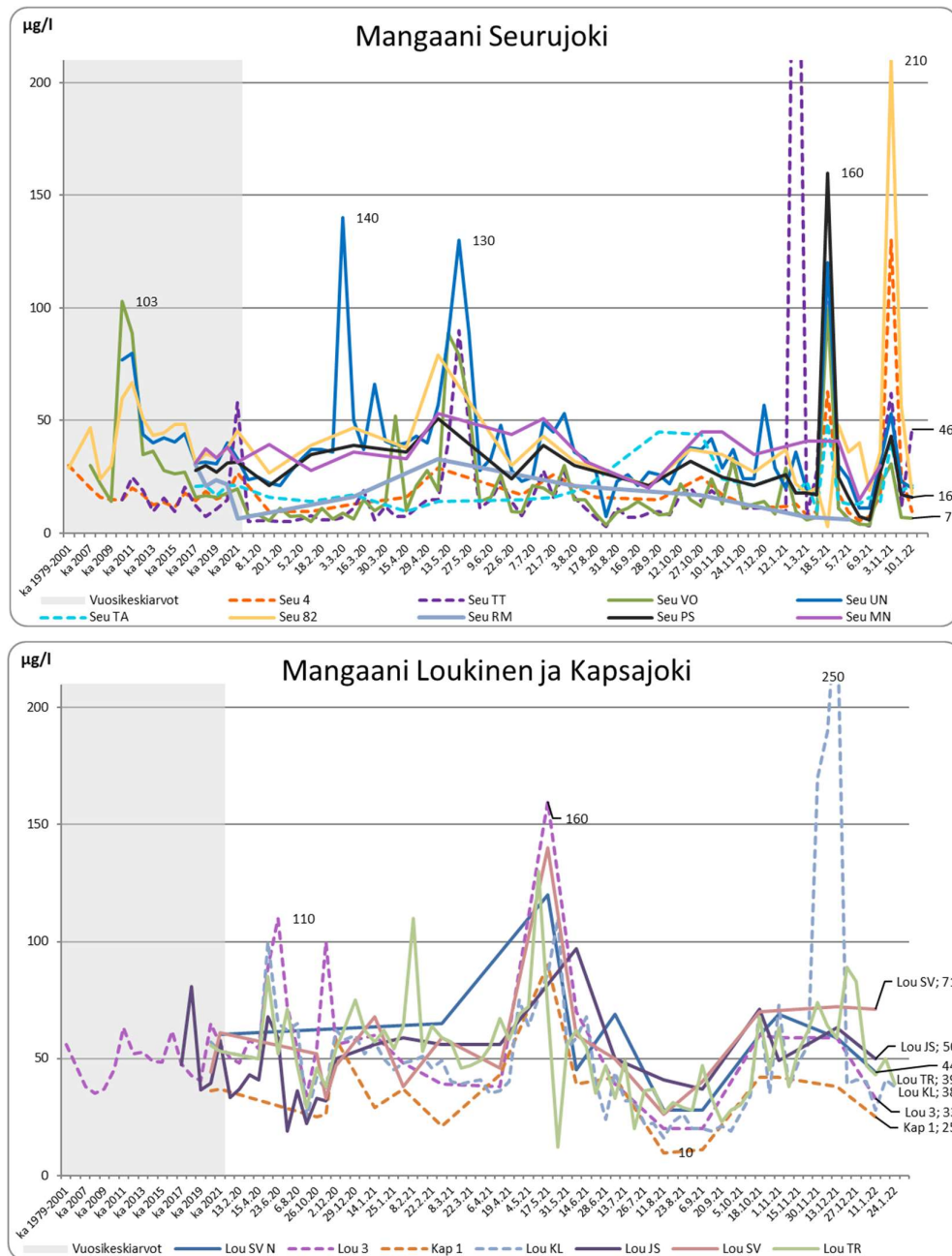


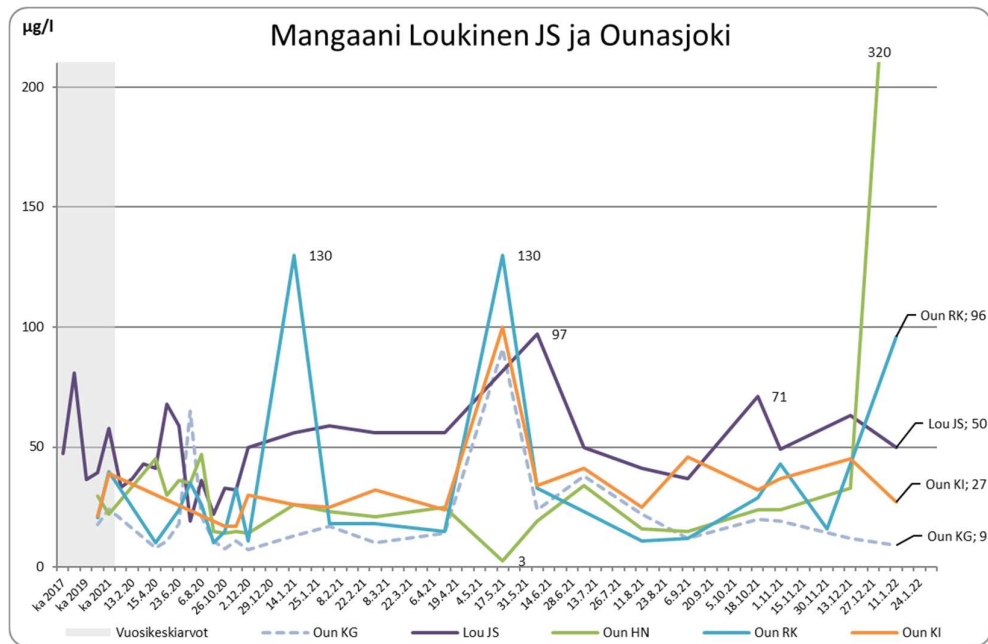
Kuva 7-7. Veden alumiinipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteen on esitetty katkoviivoituksella.

## Mangaani ja rauta

Mangaani- ja rautapitoisuudet ovat pysytelleet samantasoisina tarkkailuvuosien aikana, luonnollisten muutosten, esimerkiksi sulamiskausien mukanaan tuomien humusvaikutusten hallitessa pitoisuusvaihteluja. Mangaania ja rautaa sitoutuu yleisesti humukseen, jotka päätyvät runsaiden sateiden ja lumien sulamisen kautta vesistöihin. Suurimmat keskimääräiset mangaani- sekä rautapitoisuudet on mitattu koko tarkkailun ajan Leppäojalta, vuonna 2021 keskiarvot olivat kyseisellä pisteellä normaalitasoillaan, mangaani 134 µg/l ja rauta 873 µg/l. (Taulukko 7-3)

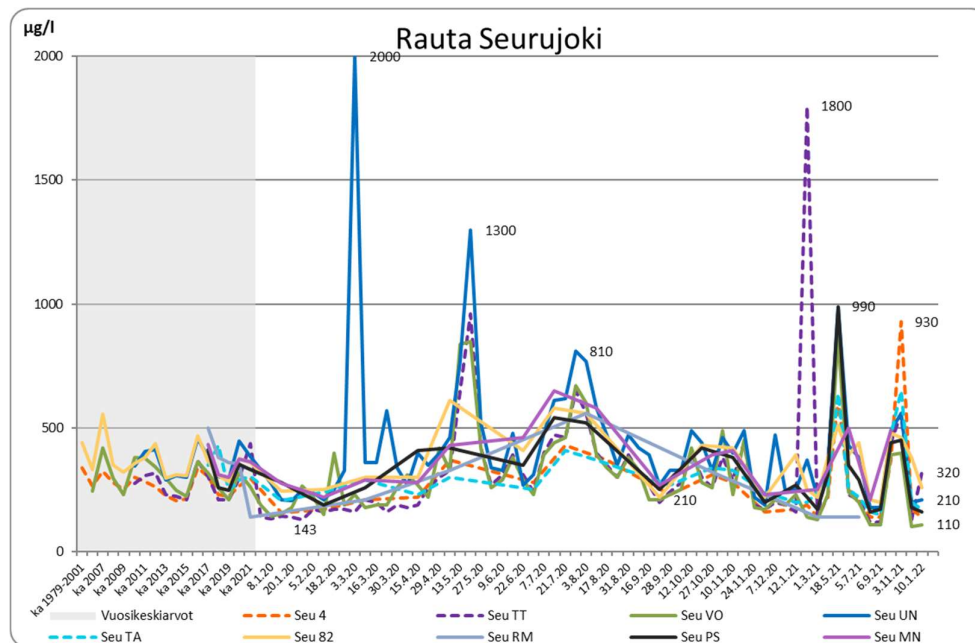
Seurjoella mangaania havaittiin vuonna 2021 pitoisuuksia välillä 4-400 µg/l, lokakuun sateet nostivat pitoisuudet marraskuun alun kierroksella kevättulvien tasolle. Suurin pitoisuus 400 µg/l mitattiin helmikuussa yläpuoliselta pisteeltä Seu TT. Näytteessä oli jonkin verran kiintoainesta, joten näytteenoton yhteydessä on veteen päätnyt hieman humusta. Loukisella pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 10-250 µg/l ja Ounasjoella välillä 3-130 µg/l, tammikuussa 2022 mitattiin pisteeltä Oun HN pitoisuus 320 µg/l. Perustasoltaan Loukinen kuten myös Ounasjoki ovat humuspitoisempia kuin Seurujoki ja näin mangaania sekä rautaa on havaittavissa näissä vesistöissä runsaammin, varsinkin Ounasjokeen kohdistuu myös muita kuormituksia. Loukisen pisteeltä Lou KL havaittiin marras- ja joulukuussa muista tarkkailupisteistä poikkeavat mangaani- ja rautapitoisuudet. Tulosten taustalla on todennäköisesti jokin ulkoinen kuormituslähde, esimerkiksi alueelle rakennetun tiestön hulevedet. Pisteelle Lou TR kuormitus havaittiin joulukuun lopulla ja edelleen Ounasjoella tammikuun alussa. (Kuva 7-8)

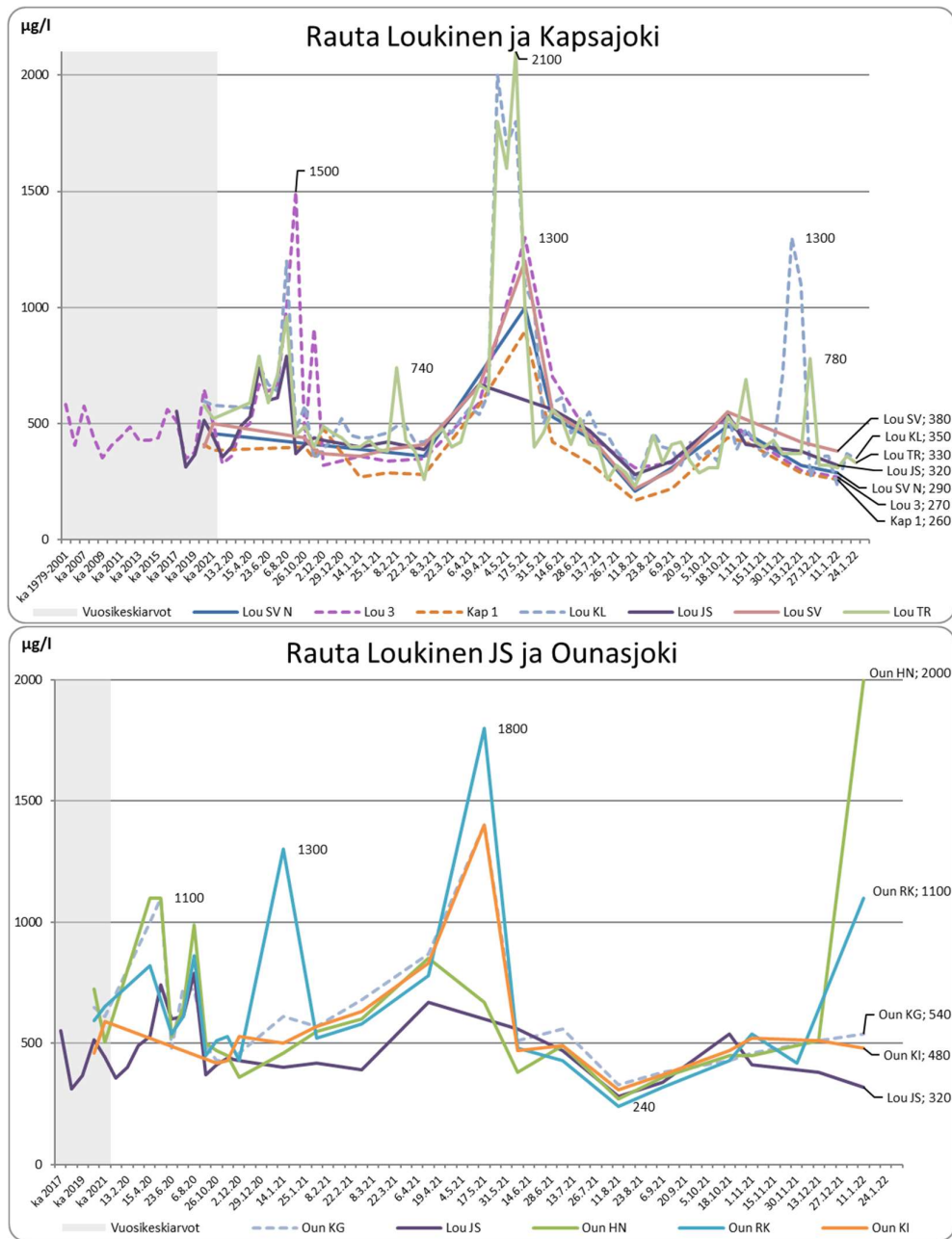




Kuva 7-8. Mangaanin pitoisuudet vesistöissä. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteet on esitetty katkoviivoituksella.

Seurajoella rautapitoisuudet vaihtelivat välillä n. 110-1800 µg/l, Loukisella välillä n. 170-2100 µg/l ja Ounasjoella välillä 240-1800 µg/l, tammikuussa 2022 mitattiin pitoisuus 2000 µg/l pisteeltä Oun HN. Seurajoella on havaittu aikaisempina vuosina kaivoksen alapuolisilla näytteenotuspisteillä keskimäärin noin 15% suurempi rautapitoisuuksia kuin yläpuolisilla pisteillä. Vuosina 2019 ja edelleen vuonna 2020 ero supistui, mutta oli vielä noin 10%. Vuonna 2021 ero supistui edelleen ja lokakuun sateiden myötä suhde kääntyi hetkelliseksi toisinpäin. Raakaveden otto, rakennetuilta alueilta saapuvat hulevedet sekä pölylaskeuma aiheuttavat vielä pientä rautakuormitusta Seurujokeen, mutta kuormitus luonteeltaan hajakuormitusta. Vesienjohtamisen käynnistäminen Loukisen alaosalle ei ole havaittavissa Loukisen tai Ounasjoen rautapitoisuuksissa. (Kuva 7-9)





**Kuva 7-9. Rautapitoisuudet näytteenotuspisteillä. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenotokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteet on esitetty katkoviivoituksella**

## Kupari ja sinkki

Kuparin pitoisuudet olivat vuonna 2021, kuten aikaisempinakin vuosina pääosin alle  $0,5 \mu\text{g/l}$ , eikä pitoisuuksissa ole havaittavissa kaivoksen vaikutusta. Vuoden suurimmat pitoisuudet  $3,9\text{--}4,5 \mu\text{g/l}$  Seurujoelta mitattiin marraskuun alussa kaivoksen yläpuolisilta pisteiltä Seu TA ja Seu 4, Loukisen suurin pitoisuus  $1,4 \mu\text{g/l}$  kevättulvien aikaan pisteeltä Lou KL ja Ounasjoelta taustapisteeltä Oun KG heinäkuussa  $3,3 \mu\text{g/l}$ .

Talousveden laatuvaatimus kuparin enimmäispitoisuudelle on  $2000 \mu\text{g/l}$  (STM 1352/2015). Vesiliöille kuparin haittapitoisuudet vaihtelevat runsaasti lajista riippuen, pienimmillään haittapitoisuudeksi (LOEC) on määritelty puronierjän poikasille taso  $5\text{--}7 \mu\text{g/l}$  kahden kuukauden altistuksella (Nikunen ym. 2000).

Sinkkiä on havaittu vesinäytteissä läpi tarkkailun vähän, vuosina 2020 ja 2021 pitoisuudet jäivät alle 10 µg/l. Sinkin määrittämissä vuosien saatossa laskenut laboratoriomenetelmien parantuessa vuoden 2006 tasolta <10 µg/l vuoteen 2019 mennessä tasolle <0,2 µg/l, joten luotettavia pitkäaikaiskatseluita pienille pitoisuuksille ei ole saatavilla. Sinkkipitoisuudet ovat joka tapauksessa alle vesieliöille haitallisten pitoisuuksien. Laboratoriokokeissa on havaittu haittavaikutuksia (LOEC) vesieliöihin pitkäaikaisella altistuksella pienimmillään pitoisuudella 50 µg/l kaloille ja pitoisuudella 70 µg/l vesikirpulle (Nikunen ym. 2000).

## Kadmium ja lyijy

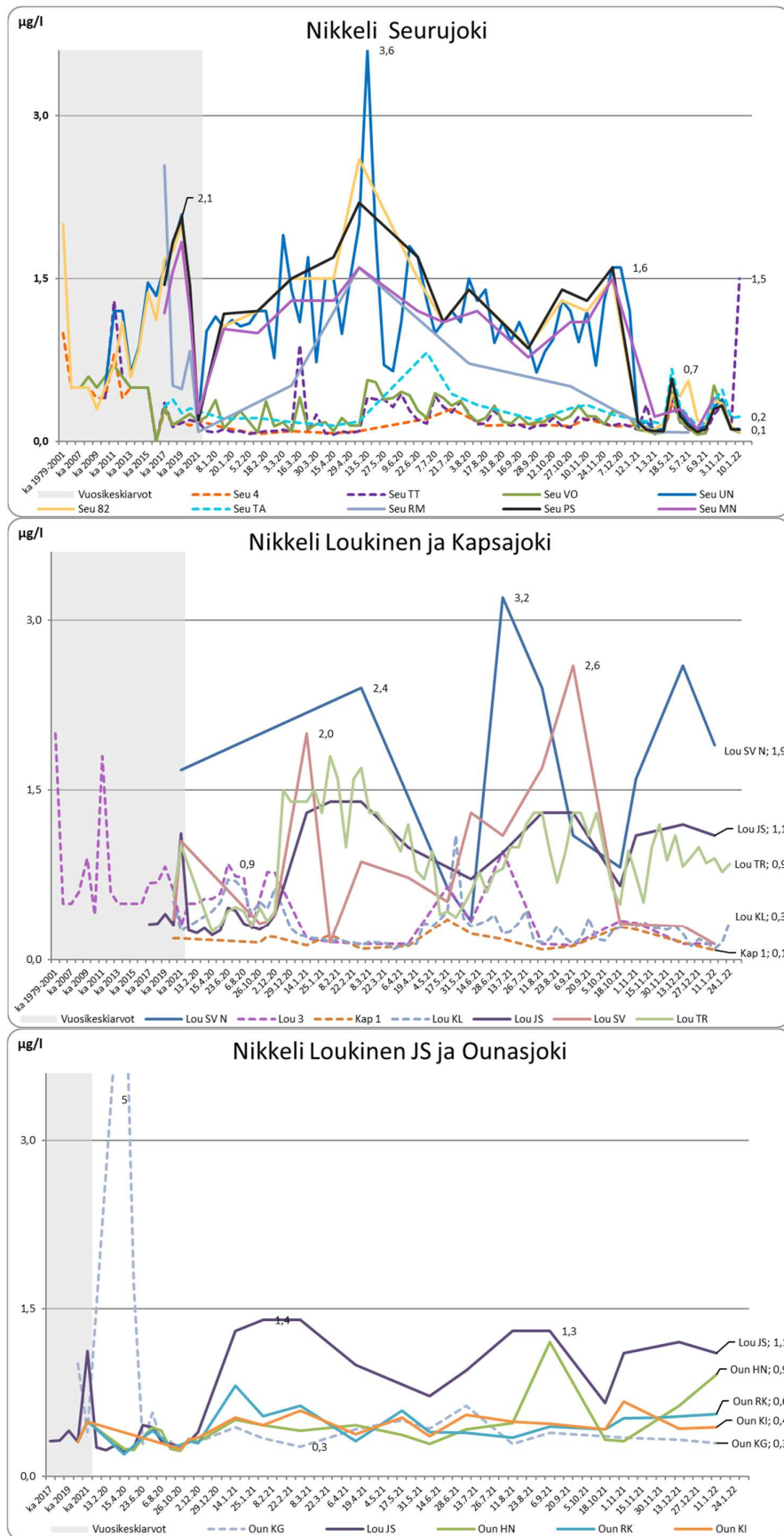
Valtioneuvoston asetuksessa (VNa 1308/2015) on määritelty liukoisen kadmiumin ja liukoisen lyijyn pitoisuudelle ympäristölaatuvaatimukset. Liukoisen lyijyn osalta pitoisuuksia tarkastellaan biosaatavina pitoisuuksina. KHO:n päätöksen (20.5.2016) lupamääräyksen 13 mukaisesti purkupaikkojen alapuoliselta Seurujoelta mitatut liukoisen kadmiumin pitoisuudet eivät saa ylittää tasoa 0,1 µg/l ja liukoisen lyijyn pitoisuudet tasoa 1,7 µg/l.

Liukoisen kadmiumin pitoisuuksien vuosikeskiarvot, kuten myös käytännössä yksittäiset pitoisuudet, olivat vuonna 2021 kaikilla tarkkailun havaintopisteillä alle määrittämissä vuosien saatossa laskenut laboratoriomenetelmien parantuessa vuoden 2006 tasolta <10 µg/l vuoteen 2019 mennessä tasolle <0,2 µg/l, joten luotettavia pitkäaikaiskatseluita pienille pitoisuuksille ei ole saatavilla. Sinkkipitoisuudet ovat joka tapauksessa alle vesieliöille haitallisten pitoisuuksien. Laboratoriokokeissa on havaittu haittavaikutuksia (LOEC) vesieliöihin pitkäaikaisella altistuksella pienimmillään pitoisuudella 50 µg/l kaloille ja pitoisuudella 70 µg/l vesikirpulle (Nikunen ym. 2000).

## Nikkeli

Nikkeliä päätyy vastaanottavaan vesistöön, arseenin ja antimonin tapaan pääasiassa kaivoksen puhdistettujen maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesien mukana. Seurujoella, kaivoksen alapuolisten pisteiden nikkelpitoisuuksissa oli havaittavissa nousevaa trendiä vuodesta 2015 vuoteen 2019. Vuonna 2020 pitoisuudet laskivat ja purkupuutken käyttöönoton myötä palautuivat kaikilla pisteillä taustapitoisuuksien tasolle. (Kuva 7-10)

Seurujoella suurimmat kokonaisnikkelipitoisuudet 0,7 µg/l vuonna 2021 mitattiin sulamiskaudella, lokakuun sateiden myötä nikkeliä havaittiin maksimissaan noin 0,5 µg/l. Tammikuussa 2022 mitattiin pisteeltä Seu TT yksittäinen pitoisuus 1,5 µg/l, kun muilla pisteillä pitoisuudet olivat alle 0,25 µg/l. Purkupuutken käyttöönoton myötä pitoisuudet Loukisella, purkupuutken alapuolisilla pisteillä nousivat tasolta 0,3-0,4 µg/l tasolle 1,3-2,0 µg/l. Suurimmat pitoisuudet 2,4-3,2 µg/l mitattiin vuoden aikana sekoittumisvyöhykkeen pisteiltä, seuraavalla alavirran pisteellä Lou TR pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,4-1,8 µg/l, kuten myös jokisuun pisteellä Lou JS. Myös Ounasjoella on nähtävissä puhdistettujen kaivosvesien johtamisen pieni vaikutus pitoisuustasoon, joulukuun alussa 2020 pitoisuustasot olivat noin 0,4 µg/l, tammikuussa 2021 lähtien keskipitoisuudet ovat olleet noin 0,2-0,4 µg/l korkeampia. Yksittäisten näytteiden pitoisuudet vaihtelivat vuoden aikana välillä 0,3-1,2 µg/l. Nikkeliä on Ounasjoella liikkeellä myös luonnostaan, taustapisteellä Oun KG keskimäärin noin 0,4 µg/l. Nikkeliä on havaittavissa, määrittämissä vuosien saatossa laskenut laboratoriomenetelmien parantuessa vuoden 2006 tasolta <10 µg/l vuoteen 2019 mennessä tasolle <0,2 µg/l, joten luotettavia pitkäaikaiskatseluita pienille pitoisuuksille ei ole saatavilla. Sinkkipitoisuudet ovat joka tapauksessa alle vesieliöille haitallisten pitoisuuksien. Laboratoriokokeissa on havaittu haittavaikutuksia (LOEC) vesieliöihin pitkäaikaisella altistuksella pienimmillään pitoisuudella 50 µg/l kaloille ja pitoisuudella 70 µg/l vesikirpulle (Nikunen ym. 2000).



Kuva 7-10. Veden kokonaisnikkelipitoisuudet. Kuvaajissa on esitetty pitoisuuksien keskiarvot tarkkailuvuosilta (tummennettu alue vasemmalla) ja kaikkien näytteenottokierrosten tulokset tammikuusta 2020 tammikuuhun 2022. Eri vesistöjen taustapisteet on esitetty katkoviivoituksella

Nikkelipitoisuuksia verrataan seuraaviin asetuksiin ja mallinnettuihin rajoihin:

1. Valtioneuvoston asetuksessa (VNa 1308/2015 ja Vna 1090/2016) on määritelty pitoisuus (<1+4 µg/l) biosaatavan nikkelin pitoisuudelle.
2. KHO:n (20.5.2016) antaman lupamääräyksen 13 mukaisesti purkupaikkojen alapuoliselta Seurujoelta liukaisen nikkelin pitoisuudet eivät saa ylittää tasoa 5 µg/l.
3. Talousveden laatuvaatimus nikkelin enimmäispitoisuudelle on 20 µg/l (STM 1352/2015).
4. Kaloille turvalliseksi arvioitu nikkelpitoisuus on <25 µg/l.

Yli 5 µg/l nikkelin kokonaispitoisuuksia ei mitattu vuonna 2021, kuten ei mitattu myöskään vuonna 2020. Suurin kokonaispitoisuus (3,2 µg/l) mitattiin heinäkuussa sekoittumisvyöhykkeen pisteeltä Lou SV-N, tällöin liukonen pitoisuus oli 2,9 µg/l. Kokonaisnikkelin, liukaisen nikkelin ja biosaatavan nikkelin pitoisuudet eivät ylittäneet vuonna 2021 pitoisuuksille asetettua ympäristölaatunormia, lupamääräyksen mukaista raja-arvoa, talousveden laatuvaatimuksen mukaista enimmäispitoisuutta tai kaloille haitallista pitoisuustasoa.

## Kokonais- ja WAD-syanidi

Vuonna 2021 kokonais- ja WAD-syanidin pitoisuutta seurattiin Seurujoelta pisteillä Seu TT, Seu VO ja Seu 82, Loukiselta pisteiltä Lou KL ja Lou TR, Ounasjoelta pisteeltä Oun HN. Kaikkien tehtyjen määrityksien pitoisuudet jäivät alle määräysrajan (<5 µg/l).

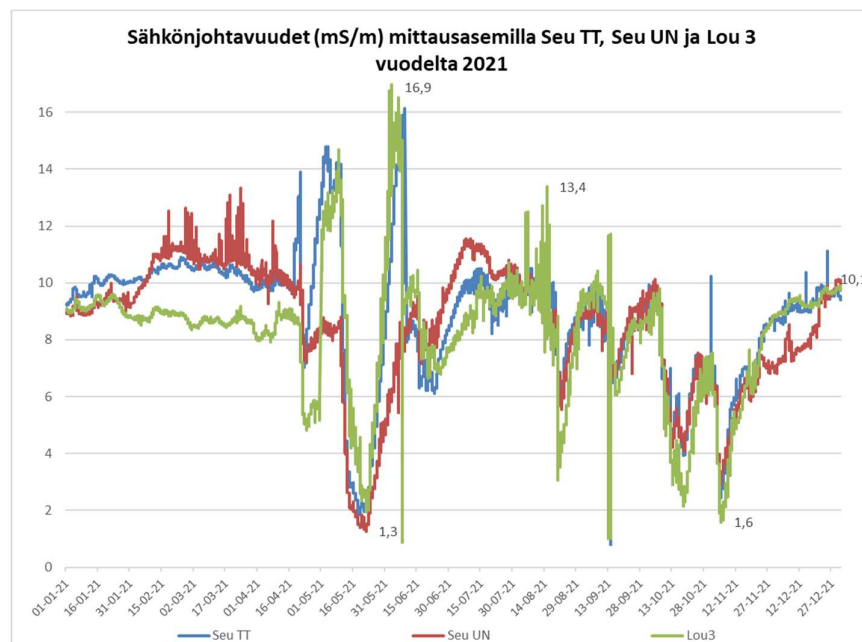
## 8. JATKUVATOIMISET MITTAUSASEMAT

Osana ympäristötarkkailua Seurujoella sekä Loukisella on asennettu jatkuvatoimisia mittausasemia, jotka tuottavat reaaliaikaista sähkönjohtavuusainestoa. Sulan veden aikaan asemilla saadaan myös virtaamatietoja, joita hyödynnetään kaivoksen raakaveden otossa sekä ylitevesien purkamisen ohjauksessa. Tarkemmin virtaamia on esitelty käyttötarkkailuosiossa, tässä yhteydessä hyödynnetään asemien sähkönjohtavuustietoja. Mittaustaajuutena asemilla on käytetty 15 minuuttia.

Sähkönjohtavuusanturina mittausasemilla käytetään mallia Ponsel C4E, jonka epävarmuustekijä kyseisellä mittausalueella on noin 10 %. Laajennettu epävarmuus, missä huomioidaan myös anturin likaantuminen, kalibroinnin pysyvyys, toistettavuus ja poikkeamat laboratoriotuloksiin, on arvioitu olevan johtavuusalueella 50-250 mS/m noin 20%. Mittalaitteet ja datapalvelun kaivosyhtiölle tuottaa EHP Environment Oy. Mittaustiedon laadunvarmistus tapahtuu EHP Environment Oy:n toimesta automaattikalla sekä asiantuntijoiden voimin, jotka käyvät mittaustulokset läpi arkipäivisin. Mikäli mittaauksissa havaitaan ongelmia tai selviä vikaantumisia, toimii laadunvarmistus myös automaattisesti kiirehuollon käskytäjänä, jolloin huolto käy korjaamassa tilanteen viikon vasteajan puitteissa vian havaitsemisesta.

### Seurujoen mittausasemat Seu TT ja Seu UN sekä Lou 3

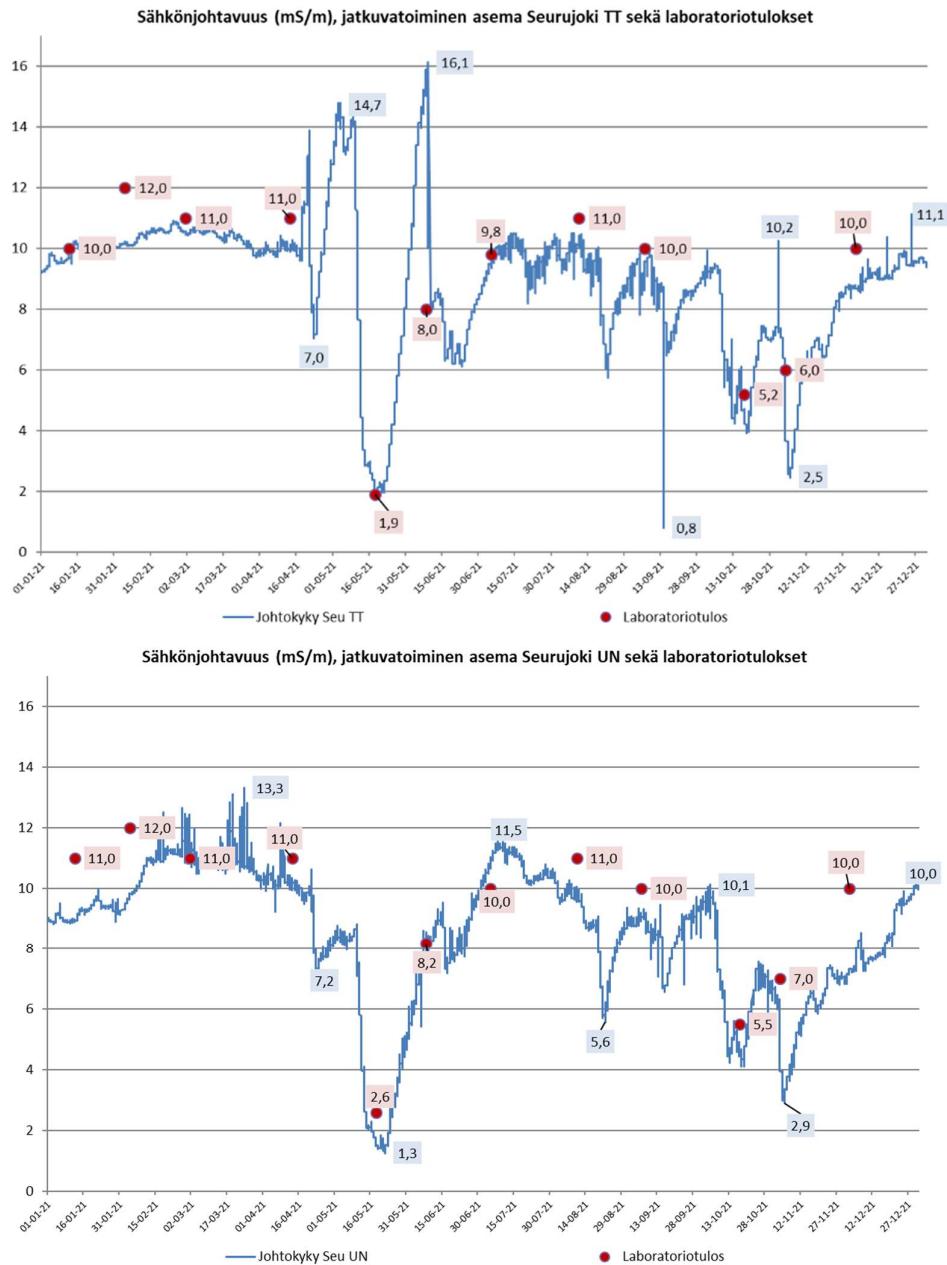
Kyseiset asemat sijaitsevat nykyisen purkuvesien purkupisteen yläpuolella kyseisten vesistöpuoleiden välittömässä läheisyydessä. Yleisesti johtavuudet olivat pieniä ja yhteneväisiä pisteiden välillä, keskimääräiset johtavuudet pisteillä olivat 8,2-8,8 mS/m. (Kuva 8-1) Vuonna 2020, jolloin purkuvedet purettiin Seurujoeseen, Loukisen pisteeltä Lou 3 mitattiin keskimääräiseksi johtavuudeksi noin 17 mS/m, maksimien ollessa noin 40 mS/m.



Kuva 8-1. Seurujoen sekä Loukisen pisteen Lou 3 jatkuvatoimisten mittausasemien sähkönjohtavuustiedot vuodelta 2021.

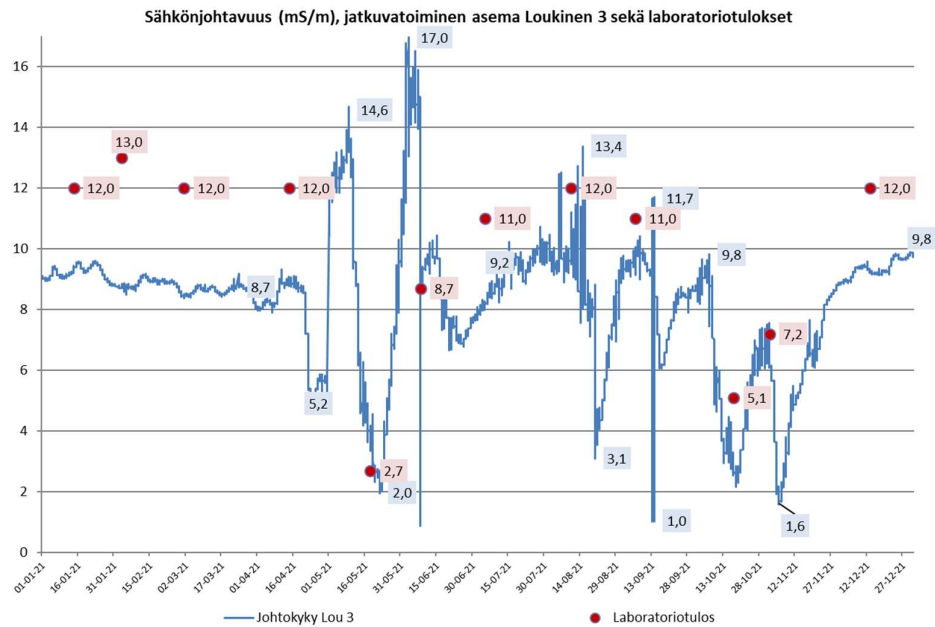
Laboratoriotuloksien ja jatkuvatoimisten asemien mittaustuloksien vastaavuudet olivat Seurujoella hyvällä tasolla (Kuva 8-2). Johdannossa oli esitetty epävarmuus anturille 20% johtavuustasolle >50 mS/m, pienen johtavuuksien ollessa kyseessä epävarmuus on hieman suurempi. Laboratorion ilmoittama epävarmuus johtavuustasolla <20 mS/m on 10%. Epävarmuutta kasvattaa myös laskenta, jossa jatkuvatoimisen aseman tuottama aineisto on keskiarvoistettu vuorokausitasolle, jolloin aineistoa voidaan hyödyntää vertailussa pintavesien laboratoriotuloksiin. Seurujoen osalta epävarmuutta oli pisteellä Seu TT 13% ja pisteellä Seu UN 17%. Laskentaa painotti muutama yksittäinen matalan johtavuuden tasolla ollut eroavaisuus.





**Kuva 8-2. Seurojen jatkuvatoimisten mittausasemien Seu TT ja Seu UN sähkönjohtavuustiedot sekä vesinäytteistä määritetyt sähkönjohtavuudet vuodelta 2021.**

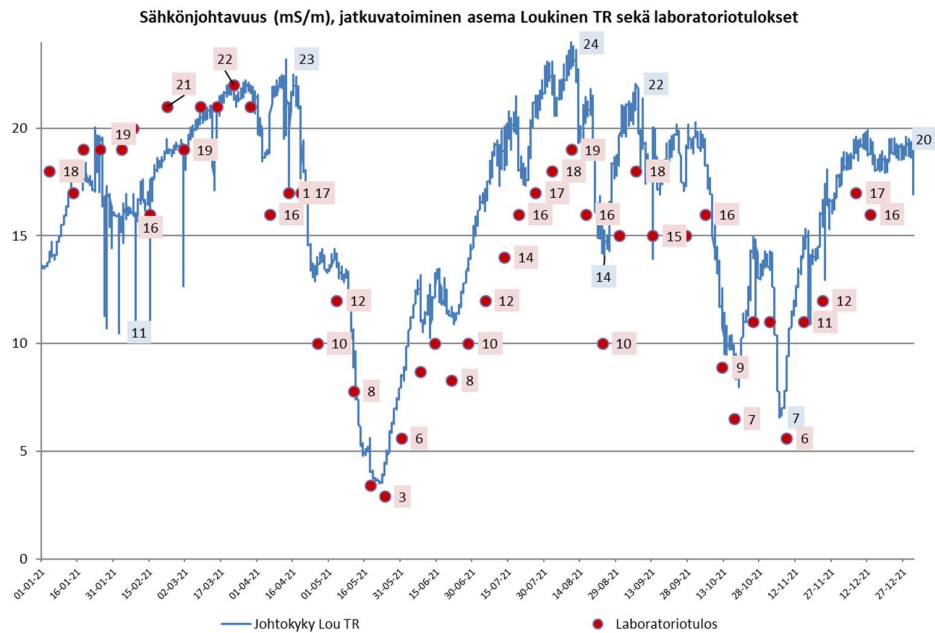
Loukisella, pisteellä Lou 3 jatkuvatoiminen asema sijaitsee hieman vesinäytteiden ottopaikalta alavirtaan. Mittausaseman ja laboratorion tuottamien aineistojen eroavaisuus on noin 33%, jota voidaan pitää merkittävänä. Aineistojen pohjalta jatkuvatoiminen asema antaa systemaattisesti, varsinkin talvikuukausina noin 2-3 mS/m pienempiä johtavuuksia verrattuna vesinäytteistä määritettyihin johtavuuksiin (Kuva 8-3). Ero voi selittyä paikallisilla virtaamaolosuhteilla, pisteen kohdalla joki on meanderoiva, jolloin virtaukset eri kohdilla jokea vaihtelevat. Johtavuudet ovat yleisesti pieniä, suurimmat johtavuudet mitataan keväisin sulamis- ja hulevesien vaikutusten jälkeen.



Kuva 8-3. Loukisen jatkuvatoimisten mittausaseman Lou 3 sähkönjohtavuustiedot sekä vesinäytteistä määritetyt sähkönjohtavuudet vuodelta 2021.

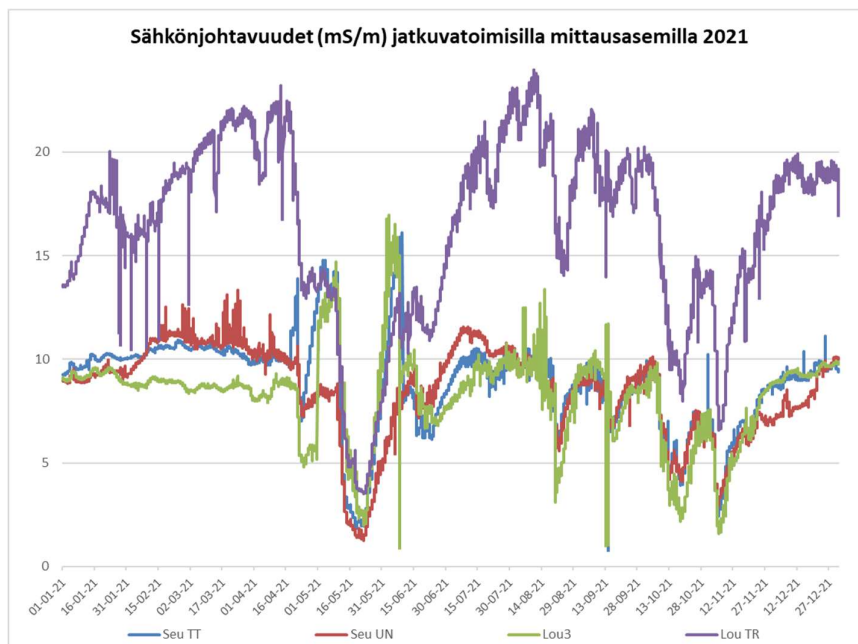
#### Loukisen mittausasema Lou TR

Nykyisen purkupisteen alapuolisella Loukisella on jatkuvatoiminen mittausasema Tuohirannalla, josta haetaan vesinäytteitä viikoittain. Jatkuvatoimisen mittausaineiston ja vesinäytteistä määritettyjen johtavuuksien vastaavuudet ovat taustaepävarmuudet huomioiden hyvällä/välttävällä tasolla, keskiarvon ollessa 19%. Suhteelliset muutokset ja trendit ovat samansuuruisia ja –kokoisia kummassakin aineistossa. Alkuvuoden osalta, huhtikuun puoliväliin asti eri aineistojen johtavuudet vastasivat hyvin noin 10%:n (noin 1,5 mS/m) tarkkuudella toisiaan. Sulamiskauden jälkeen vastaavuus heikkeni ja vesinäytteiden tulokset olivat systemaattisesti noin 22% (keskimäärin noin 3,0 mS/m) pienempiä kuin jatkuvatoimisen mittausaseman tuottama aineisto. Muutokset olivat kummassakin aineistossa samansuuntaisia, joten tulosten perusteella aineistojen välillä oli tasoero, joka ei täysin selity mittausepävarmuudella. Vuoden 2022 osalta mittausaseman sekä vesinäytteiden tulokset synkronoidaan tarkemmin, jolloin voidaan arvioida kalibrointi tai antureiden puhdistamistarpeita. Tarkastelu lisätään kuukausiraportoinnin yhteyteen toukokuusta alkaen. Näyteenottoapaikan luonteesta johtuen mittauksia ei täysin voi vakioida, jolloin pientä epävarmuutta jää, mutta aineistojen poiketessa toisistaan >20% tulisi miettiä huoltotoimenpiteitä. (Kuva 8-4)



Kuva 8-4. Loukisen jatkuvatoimisten mittausaseman Lou TR sähkönjohtavuustiedot sekä vesinäytteistä määritetyt sähkönjohtavuudet vuodelta 2021.

Keskimäärin johtavuus oli jatkuvatoimisen mittausaseman mukaan Tuohirannalla vuonna 2021 noin 16,4 mS/m, maksimissaan johtavuudet olivat 24 mS/m ja pienimmillään 3,5 mS/m. Vesinäytteiden osalta vastaavat tulokset olivat 22 mS/m ja 3 mS/m. Keskimäärin Tuohirannalta mitatut johtavuudet olivat yhteneväisiä johtavuuksiin mitä mitattiin Loukisen pisteeltä Lou 3, aikana jolloin ylitevedet purettiin Seurujokeen. Tuohirannan johtavuuksien tasoero purkputken yläpuolisiin pisteisiin vuonna 2021 oli noin 8 mS/m, samankaltainen tasoero oli havaittavissa myös vesinäytteiden tuloksia. Sulamiskaudella suurimmat johtavuudet mitataan pisteiltä Seu TT ja Lou 3, mitkä ovat herkkiä paikalliseen hulevaikutukseen. (Kuva 8-5)



Kuva 8-5. Jatkuvatoimisten mittausasemien sähkönjohtavuustiedot vuodelta 2021.

## 9. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä raportissa on esitetty kaivosyhtiö Agnico Eagle Finland Oy:n Kittilän kaivoksen vuoden 2021 pintavesitarkkailun tulokset. Kaivoksen prosessivesiä on johdettu Seurujokeen vuodesta 2010 lähtien ja kuivatusvesiä vuodesta 2006 alkaen. 18.12.2020 otettiin käyttöön purkupuutki, jonka kautta prosessi- ja kuivatusvedet johdetaan suoraan Loukiseen Sotkajokisuun alapuolelle.

Kaivosalueelta Seurujokeen johdettujen kaivosvesien vaikutus on ollut havaittavissa veden fysikaaliskemiallisen laadun tarkkailussa purkupaikkojen alapuolisen veden taustapitoisuuksia suurempina sähkönjohtavuutena sekä sulfaatti-, kloridi-, typpi-, antimoni- ja nikkelpitoisuuksina. Purkupuutken käyttöönoton jälkeen edellä mainitut pitoisuudet laskivat koko jokijaksolla taustapitoisuuksien tasolle, eikä kaivoksen ylä- ja alapuolisilla Seurujoen pisteillä ollut vuonna 2021 havaittavissa systemaattisia eroavaisuuksia.

Loukisella ja Ounasjoella purkupuutken alapuolisilla tarkkailupisteillä ylitevesien johtamisen aloittaminen oli havaittavissa sähkönjohtavuudessa, sulfaatti-, kloridi-, kokonaistyyppi-, antimoni- ja nikkelpitoisuuksissa. Pitoisuustasot ovat kumminkin huomattavasti pienemmät kuin Seurujoella on havaittu aikaisemmin. Ounasjoen ja Loukisen vesimäärät ovat huomattavasti suuremmat kuin Seurujoen. Seurujoen ja Loukisen virtaamien suhdeluku vuoden 2021 tiedoilla oli noin 5,7 ja edelleen Loukisen ja Ounasjoen suhdeluku 2,7.

Ounasjoella on havaittavissa myös muiden toimijoiden kuormitukset varsinkin ravinteissa. Esimerkiksi Ounasjoen pisteeltä Oun RK mitataan silloin tällöin muita pisteitä korkeampia typpipitoisuuksia, joiden taustalla on todennäköisesti Levin matkailukeskus tai jätevedenpuhdistamon purkuoja. Kaivoksen ylitevesien sulfaatti- ja typpipitoisuudet ovat olleet laskussa viime vuosina. Vuoden 2016 joulukuussa käyttöönotettu uusi vesienkäsittelylaitos laskee sulfaattipitoisuuksia merkittävästi.

Kaivoksen purkuvesien alapuolisilla näytteenotuspisteillä havaitut muutokset veden laadussa ovat selviä, mutta pitoisuusmuutokset eivät ole nousseet tasolle, jossa voitaisiin ekotoksikologisten tutkimustulosten perusteella arvioida aiheutuvan merkittäviä haittoja vesieliöstölle. Vesieliöstön näkökulmasta ympäristö on kumminkin muuttunut Seurujoella kaivoksen alapuolella vedenlaadun muutosten myötä ja luonnonvalinta on voinut suosia paremmin suolaisuutta kestäviä lajeja. Purkupuutken käyttöönoton myötä ylitevesien aiheuttama kuormitus Seurujokeen on lakannut ja joki on palautumassa luonnontilaansa. Loukisella ja Ounasjoella muutokset ovat useaa kertaluokkaa pienempiä kuin Seurujoella oli havaittavissa, eikä pitkäaikaiselle kerrostumiselle ole edellytyksiä jokiympäristössä, joten nykyisen vesienjohtamisen vaikutukset vastaanottavassa vesistössä arvioidaan olevan pieniä.

Tarkkailua suositellaan jatkettavan nykyisen, uuden 17.12.2020 päivätyn, Kittilän kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelman mukaisesti. Jatkuvatoimisten mittareiden luotettavuus sähkönjohtavuuden osalta on ollut useamman vuoden hyvällä/eriomaisella tasolla. Sähkönjohtavuus on parametri, jonka muutokset kielivät vesien kemiallisen tilan muutoksista laajalti. Mittareiden laajempaa käyttöä tulisi harkita, tällöin voidaan taata tarkkailun jatkuvuus myös tilanteissa missä ei vesinäytettä saada ja toisaalta lisänäytteenottoa voidaan kohdistaa tilanteissa, joissa muutoksia johtavuuksissa on havaittavissa.

# LÄHTEET

**Agnico Eagle Finland Oy.** Kittilän kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. 17.12.2020.

**Arola, H.E., Karjalainen, A.K., Syrjänen, J.T., Hannula, M., Väisänen, A. & Karjalainen, J. (2018)** Assessment of Fish Embryo Survival and Growth by In Situ Incubation in Acidic Boreal Streams Undergoing Biomining Effluents. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* (2019) 76:51–65. <https://doi.org/10.1007/s00244-018-0558-2>

**Arola, H.E., Karjalainen, J. Vehniäinen, E.R., Väisänen, A., Kukkonen, J.V.K. & Karjalainen, A.K. (2017)** Tolerance of whitefish (*Coregonus lavaretus*) early life stages to manganese sulfate is affected by the parents. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 36, No. 5, pp. 1343–1353, 2017.

**Culioli J.L., Fouquoire, A., Calendini, S., Mori, C., Orsini, A. 2009.** Trophic transfer of arsenic and antimony in a freshwater ecosystem: a field study. *Aquatic Toxicology* 94, 286-293.

**Fletcher T., Stephenson G.L., Wang J., Wren C.D., ja Muncaster B.W. 1996.** Scientific criteria document for the development of interim provincial water quality objective for Antimony. Ontario Ministry of Environment and Energy.

**Gensemer, R.W., Gondek, J.C., Rodriguez P.H., Arbildua J.J., Stubblefield W.A., Cardwell A.S., Santore R.C., Ryan A.C., Adams W.J. & Nordheim E. 2018** Aquatic Toxicity of Aluminum. Evaluating the effects of pH, hardness, and dissolved organic carbon on the toxicity of aluminum to freshwater aquatic organisms under circumneutral conditions. *Environmental toxicology and chemistry*. Volume 37. issue 1. <https://doi.org/10.1002/etc.3920>

**Hyvärinen, P. & Salojärvi, K. 1991.** The applicability of catch per unit effort (CPUE) statistics in fisheries management in Lake Oulujärvi, Northern Finland. In *Catch Effort Sampling Strategies*. I.G.Cowx (ed.). Fishing news books.

**Hämäläinen, E. 2015.** Kittilän kaivoksen käsiteltyjen kuivatus- ja prosessivesien vaikutukset kaivoksen alapuolisessa vesistöissä. Kaivosvesien sekoittuminen ja laimeneminen Seurujoessa. Opinnäytetyö. Ammattikorkeakoulu Savonia. 5.5.2015, Kuopio.

**Ilmatieteen laitos 2022.** Avoin datapalvelu.

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

**Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996.** Suomen geokemian atlas, osa 3: Ympäristögeokemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus.

**Ministry of Environment, Province of British Columbia (2013)** Ambient Water Quality Guidelines For Sulphate. Technical Appendix. Water Protection & Sustainability Branch Environmental

Sustainability and Strategic Policy Division BC Ministry of Environment. Prepared by: Meays, C. & Nordin, R.

**Ministry of Environment, Lands and Parks, Province of British Columbia. 2000.** Ambient Water Quality Guidelines For Sulphate. Technical appendix. <http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/sulphate/sulphate-04.htm>

**Nikunen, E., Leinonen, R., Kemiläinen, B. & Kultamaa, A. 2000.** Environmental properties of chemicals, Volume 1. Environment Guide 71. Finnish Environment Institute.

**Ramboll Finland Oy. 2015.** Agnico Eagle Finland Oy. NP3-altaan vuodon vaikutustarkkailu. 12.10.2015. Lahti.

**Ramboll Finland Oy. 2016.** Agnico Eagle Finland Oy. Raportti ympäristö- ja vesitalousluvasta poikkeavasta prosessivesien juoksutusten ympäristötarkkailuista. 18.1.2016.

**Singleton 2000.** Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate. Ministry of Environment, Lands and Parks. Province of British Columbia. 2000.

**STM 1352/2015.** Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. 17.11.2015. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki.

**Swedish Chemicals Agency 2008.** Diantimony trioxide. CAS No: 1309-64-4. EINECS No: 215- 175-0. Risk Assessment. May 2008. Sweden. European Union Risk Assessment Report.

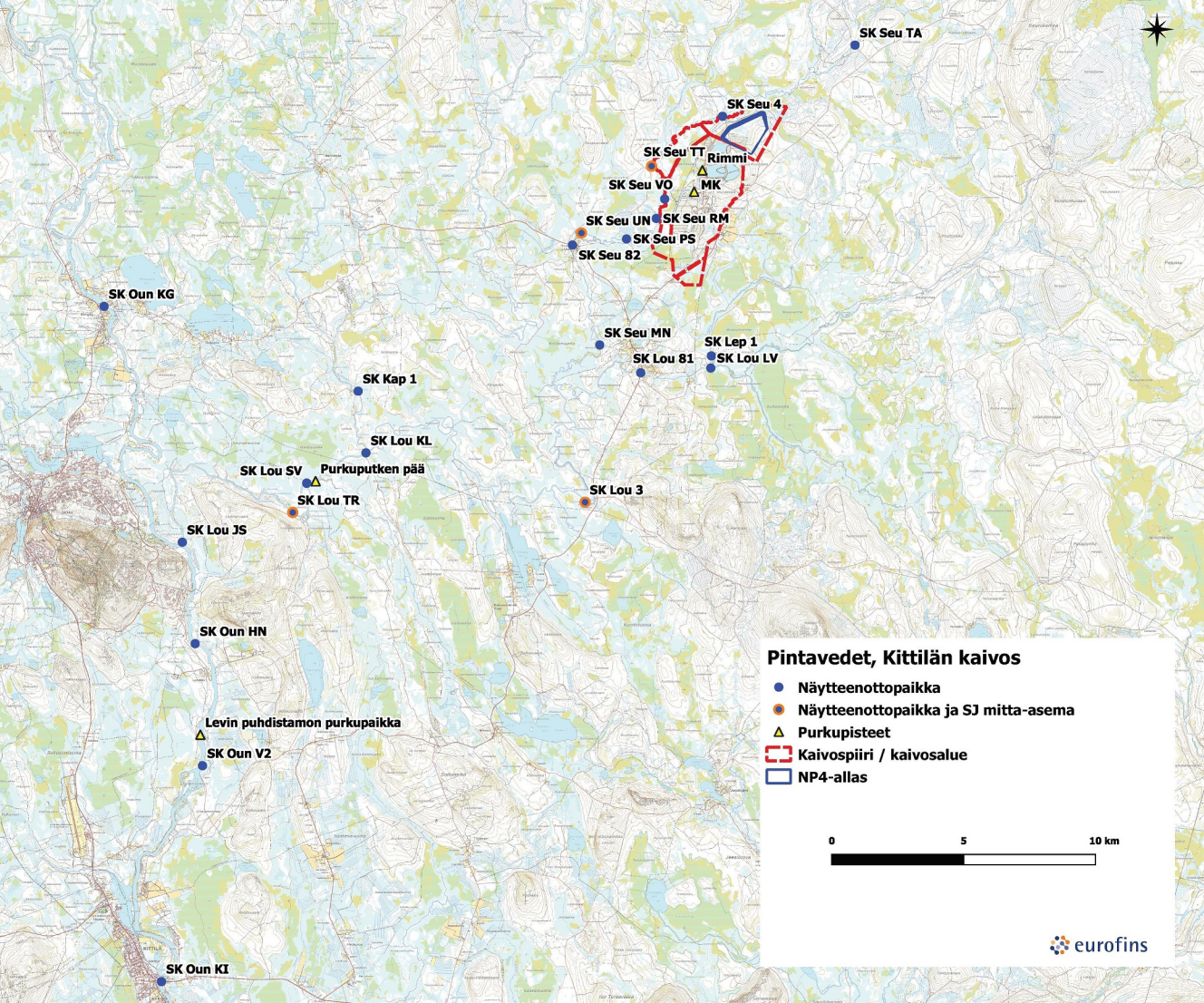
**Tarvainen, T. & Mannio, J. 2004.** Arseeni pintavesissä ja purosedimentissä. Teoksessa: Loukola-Ruskeeniemi, K. & Lahermo, P. (toim.) 2004. Arseeni Suomen luonnossa, ympäristövaikutukset ja riskit. Geologian tutkimuskeskus. s. 97-101.

**VNA 1308/2015.** Valtioneuvoston asetusvesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. 5.11.2015.

**VNA 1090/2016.** Valtioneuvoston asetusvesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen liitteen 1 muuttamisesta. 8.12.2016.

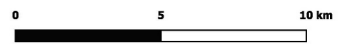
**Veenstra G.E., Deyo J., Penman M. 1998.** Risk assessment for the exposure to antimony compounds. Toxicology Letters 95 (Supplement 1), 136

## LIITE 1. TARKKAILUPISTEKARTTA



### Pintavedet, Kittilän kaivos

- Näytteenottoaika
- Näytteenottoaika ja SJ mitta-asema
- ▲ Purkupisteet
- ▭ Kaivospiiri / kaivosalue
- ▭ NP4-allas





## LIITE 2. TUTKIMUSTULOKSET









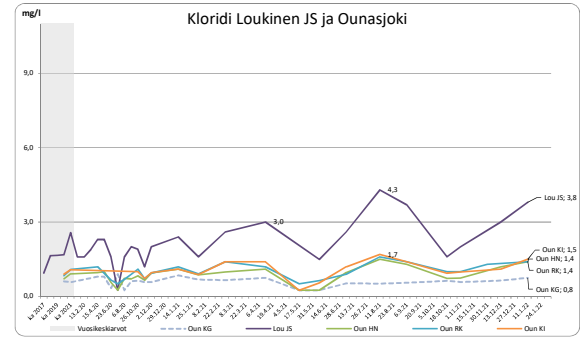
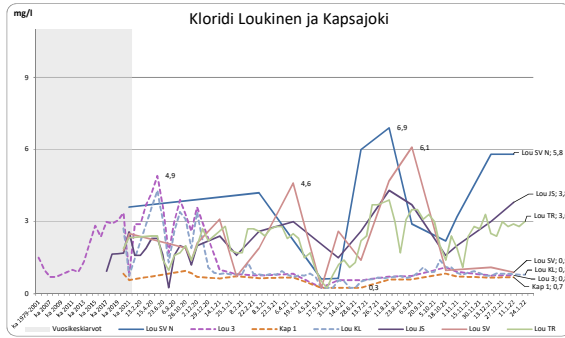
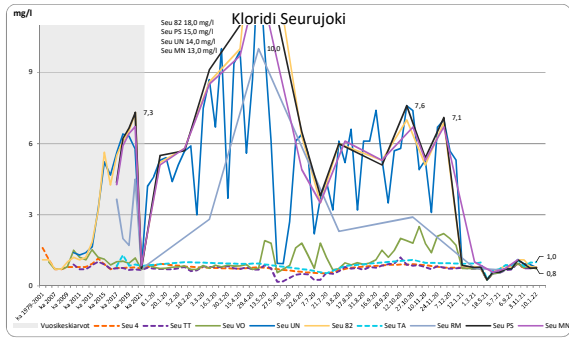
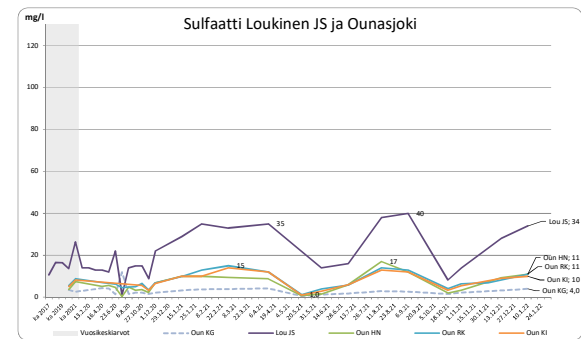
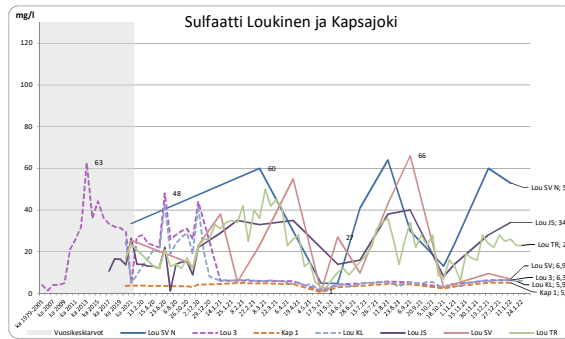
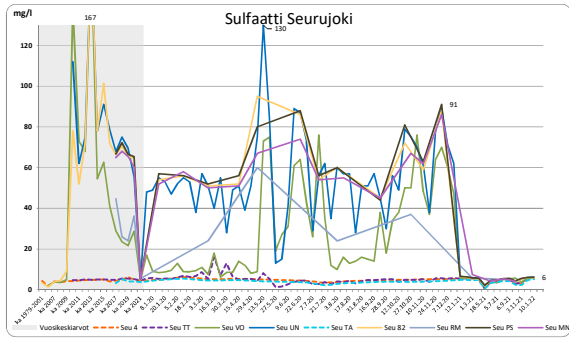




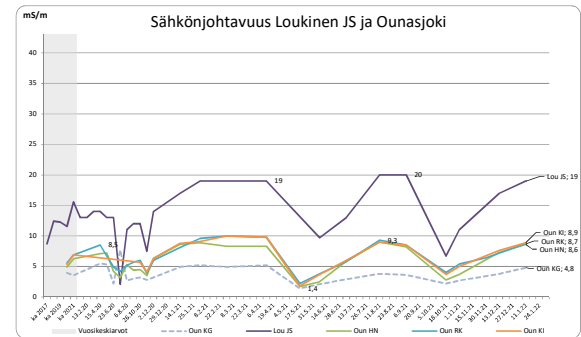
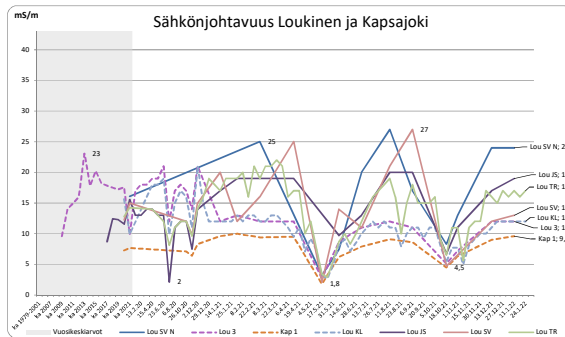
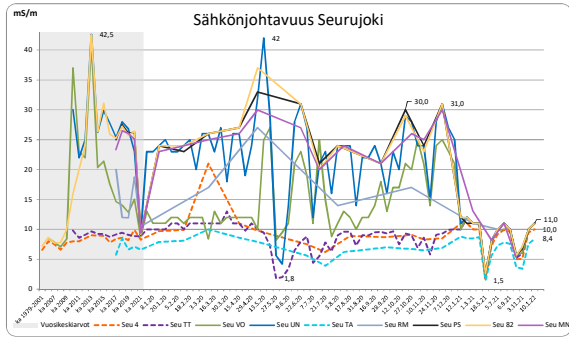
pvm.	Lämpötila	Happi		pH	Sähkönjohtavuus	Kiintoaine	Sameus	Väri	CODMn	DOC	Kokonaisytyppi liuk.	Nitriittityppi liuk.	Nitraattityppi liuk.	Nitraatti - nitriittitypen summa	Ammonium tyyppi liuk.	Kokonaisyfosfori liuk.	Fosfaattityppi liuk.	Sulfaattityppi liuk.	Kloridi liuk.	Alumiini	Antimoni	Arseeni	Elohopea	Kadmium	Kadmium	Kalium	Kalsium	Kupari	Lyijy	Lyijy	Magnesium	Mangaani	Natrium	Nikkeli	Nikkeli	Rauta	Sinkki	Syandi, WAD	Syandi
	°C	mgO2/l	%		mS/m	mg/l	FNU	mg Pt/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
2.3.21	0,3	10,0	72	7,1	10,0	<1	1,2	32	3,6	3,6	360	2,1	110	110	130,0	6,3	3,8	14,0	1,4	20	0,49	0,4	<0,02	<0,01	<0,01	1100	13000	0,1	0,04	<0,02	2500	32	3000	0,6	0,6	630	0,9		
15.4.21	0,3	12,0	81	7,0	9,8	<1	1,5	38	3,8	3,2	350	2,5	120	120	100,0	7,3	4,2	12,0	1,4	22	0,31	0,6	<0,02	<0,01	1100	12000	0,2	0,03		2200	24	2800	0,4	0,4	830	1,2			
20.5.21	3,0	11,0	84	6,6	1,8	12,0	5,4	98	14,0	8,8	390	<2	8	10	6,5	33,0	12,0	1,0	0,3	130	0,05	0,5	<0,02	<0,01	700	2200	0,7	0,12		610	100	810	0,5	0,6	1400	3,7			
7.6.21	16,0	9,2	93	7,5	3,7	<1	1,1	61	8,9	6,5	250	<2	12	14	16,0	12,0	2,2	2,9	0,6	48	0,10	0,4	<0,02	<0,01	<0,01	530	3800	0,3	0,04	0,03	810	34	1200	0,4	0,4	470	1,4		
5.7.21	22,2	8,3	96	7,4	6,0	2,2	1,7	45	6,4	5,5	370	2,3	23	26	14,0	38,0	2,5	5,9	1,2	36	0,35	0,7	<0,02	<0,01	670	7400	0,7	0,08		1500	41	2000	0,6	0,5	490	6,2			
10.8.21	16,7	9,1	94	7,7	9,0	1,8	1,4	27	4,4	3,6	320	3,3	50	56	42,0	7,1	2,3	13,0	1,7	18	0,60	0,6	<0,02	<0,01	<0,01	890	11000	0,3	0,04	<0,02	1900	25	2700	0,5	0,5	310	4,3		
6.9.21		11,0		7,6	8,5	<1	1,4	35	5,3	4,0	300	3,7	49	53	44,0	6,5	<2	12,0	1,4	21	0,43	0,7	<0,02	<0,01	950	11000	0,5	0,04		1900	46	2700	0,5	0,4	370	3,7			
17.10.21	1,2	12,0	85	7,0	3,7	2,0	1,5	75	13,0	7,7	290	3,3	16	20	9,8	9,9	2,5	3,4	0,9	73	0,13	0,5	<0,02	<0,01	<0,01	530	4600	0,3	0,05	0,03	990	32	1400	0,4	0,4	470	2,6		
1.11.21	0,3	12,0	85	7,1	5,0	4,8	2,2	52	8,7	6,1	280	2,2	36	38	17,0	10,0	2,9	5,5	1,0	65	0,19	0,5	<0,02	<0,01	250	6000	0,3	0,06		1300	37	1600	0,7	0,4	520	5,1			
13.12.21	0,1	10,0	71	6,9	7,6	1,0	0,9	39	5,4	4,4	230	<2	52	54	64,0	6,4	2,8	9,0	1,1	33	0,23	0,3	<0,02	<0,01	820	9300	0,2	0,02		1700	45	2200	0,4	0,4	510	0,8			
11.1.22	0,0	11,0	72	7,0	8,9	<1	1,0	34	4,2	3,3	310	2,5	83	88	100,0	5,9	2,9	10,0	1,5	25	0,37	0,6	<0,02	<0,01	970	11000	0,2	<0,02		2100	27	2700	0,4	0,4	480	0,7			

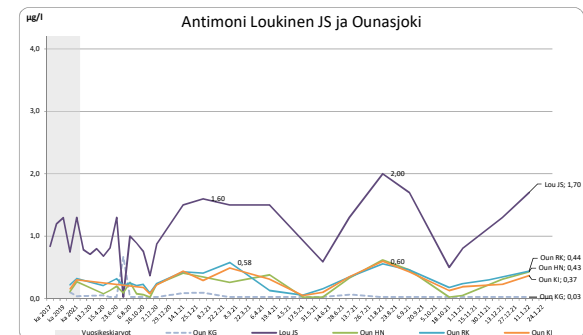
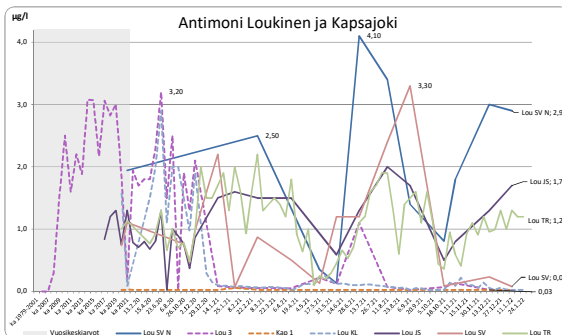
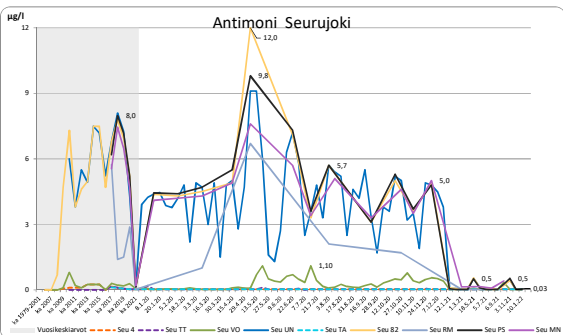
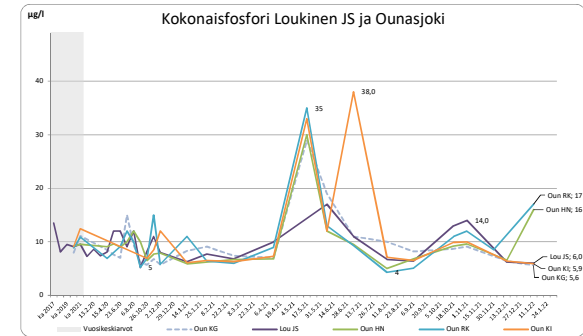
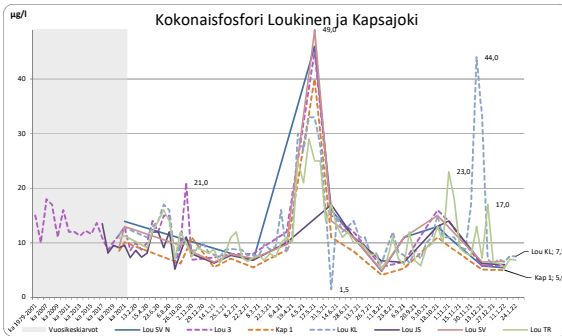
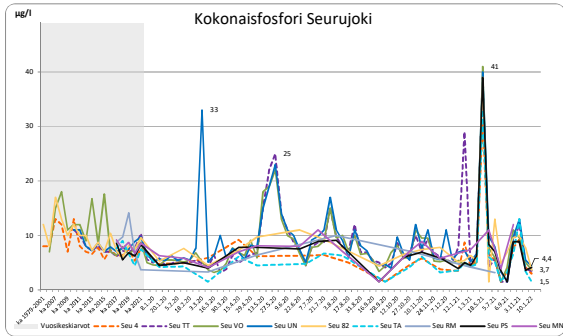
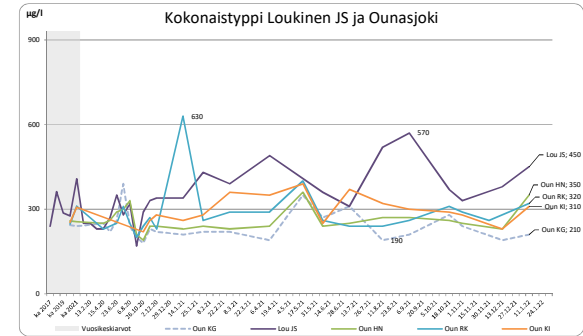
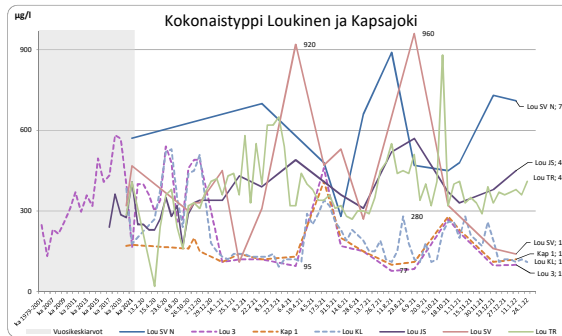
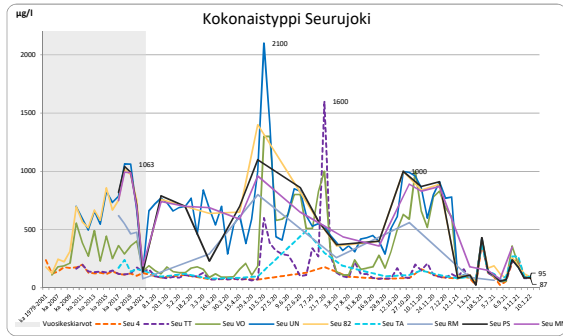


## LIITE 3. KUVAAJAT



\*alle määritysrajan jääneet arvot vaihdettu arvoon puoleen määritysrajasta. HUOM. Kuvaajissa eri skaalaukset.





\*alle määritysrajan <math>0,05\mu\text{g/l}</math> pitoisuudet vaihdettu arvoon 0,025 $\mu\text{g/l}$

