

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Vuosiraportti 2019

Päivämäärä
31.3.2020

TERRAFAME OY

OSA IX:

PÖLYLASKEUMATARKKAILU

VUONNA 2019



TERRAFAME OY
KAIVOKSEN TARKKAILU VUONNA 2019
OSA X: PÖLYLASKEUMA

Päivämäärä **31.3.2020**
Laatija **Anne Kiljunen, Ramboll**
Tarkastaja **Anna Hakala, Ramboll**
Kuvaus **Kaivoksen ympäristötarkkailun vuosiraportti 2019**

Viite 1510046315-015

Kannen kuva: tarkkailupiste Pöly 12, 29.12.2014.

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	2
2.	Tarkkailun toteutus	2
2.1	Määrittelyt	2
2.2	Tarkkailupisteet ja näytteenotto	2
2.3	Analyysit ja tulosten laskenta	3
3.	Tarkkailujakson säätö	3
4.	Tulokset ja niiden tarkastelu	4
4.1	pH ja sähkönjohtavuus	4
4.2	Kiintoaine ja hehkutusjäännökset	7
4.3	Metallit	10
4.3.1	Nikkeli	10
4.3.2	Kupari	12
4.3.3	Koboltti	14
4.3.4	Sinkki	16
4.3.5	Rikki	18
4.3.6	Rauta	20
4.3.7	Uraani	22
5.	Vaikutusalue	24
6.	Yhteenveto	25

Liitteet

Liite 1	Pölytarkkailun havaintopisteet
Liite 2	Tuulitiedot
Liite 3	Pölytarkkailun tulokset vuonna 2019
Liite 4	Kiintoainekuvaajat
Liite 5	Pitoisuusjakaukematat

1. JOHDANTO

Terrafamen kaivoksen lähialueen pölylaskeuman tarkkailua jatkettiin Kainuun ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailusuunnitelman (Pöyry, 28.11.2016, päivitetty 6.2.2017) mukaisesti. Tarkkailua tehdään jatkossa päivitetyn tarkkailuohjelman (Terrafame Oy Ympäristötarkkailuohjelmat 18.12.2019) mukaisesti.

Terrafamen kaivosalueen ja sen ympäristön pölylaskeuman määrää sekä koostumusta seurattiin vuonna 2019 yhteensä 16 tarkkailupisteestä, joista kuusi sijaitsee kaivospiirin alueella ja kymmenen sen ympäristössä. Aikaisemmin tarkkailupisteitä on ollut 14, joista neljä sijaitsi kaivospiirin alueella ja kymmenen sen ympäristössä. Vuonna 2018 tarkkailuun on lisätty kaksi tarkkailupistettä sivukivialueen KL2 itäpuolelle.

2. TARKKAILUN TOTEUTUS

2.1 Määriykset

Laskeumatarkkailussa seurataan toiminta-alueelle ja sen ympäristöön ilmasta laskeutuvan kiintoaineen kokonaismäärää ja koostumusta sekä kiintoaineksen vaikutusta laskeumanesteeseen.

Kiintoaines kulkeutuu keräysastiaan kuiva- ja märkälasseumana. Kuivalasseumassa hiukkaset ja yhdisteet kulkeutuvat keräimeen painovoiman vaikutuksesta ja märkälasseumassa ne tulevat sadepisaroiden mukana astiaan. Astian ja menetelmän keräystehokkuutta pienemmille hiukkaskokoluokille ei tunneta, mutta se on todennäköisesti heikko, joten varsinkin kauempana toiminta-alueesta määritetyt laskeumat edustavat pääosin märkälasseumaa. Sateen mukana astiaan kulkeutuu kiintoainesta hyvinkin korkealta, joten osa kiintoaineksesta ja yhdisteistä voi olla lähtöisin hyvinkin kaukaa. Näin ollen taustapitoisuudet vaihtelevat sääolojen mukaan ja toiminnan vaikutus- ja tausta-alueen erottaminen toisistaan on haasteellista.

2.2 Tarkkailupisteet ja näytteenotto

Tarkkailupisteiden tiedot on esitetty oheisessa taulukossa (**Error! Reference source not found.**). Pisteiden sijainnit kartalla on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2-1. Tarkkailupisteiden tiedot.

Tunnus	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Alue	Kohdekuvaus	Taustapiste
	X	Y			
Pöly01	549424	7095518	Tehdasalue	Kaivosalue	
Pöly02	546752	7093843	Pappila	Asuinkiinteistö	
Pöly03	554934	7093629	Pirttimäki	Asuinkiinteistö	
Pöly04	554170	7097716	Taattola	Asuinkiinteistö	
Pöly05	551491	7101992	Metsäpirtti	Asuinkiinteistö	x
Pöly06	553142	7097774	Myllyniemi	Asuinkiinteistö	
Pöly07	553483	7098927	Sorsala	Asuinkiinteistö	
Pöly08	542101	7093074	Lahnasjärven metsästysmaja		
Pöly09	554126	7102686	Tuhkakylän koulu		
Pöly10	547893	7095530	Kipsisakka-allas, koillinen	Kaivosalue	
Pöly12	550649	7094034	1.vaiheen liuotusalue, itä	Kaivosalue	
Pöly14	552812	7096356	Kuusilammen louhos, koillinen	Kaivosalue	
Pöly15	544902	7088200	Juuso	Asuinkiinteistö	x
Pöly16	549217	7099106	Kalliojärvi	Loma-asunto	
Pöly19	556378	7094273		Ympäristö	
Pöly20	556109	7093062	Raateikontörmä	Ympäristö	

Laskeumatarkkailu perustuu standardiin SFS 3865. Jokaisessa tarkkailupisteessä käytettiin kahta rinnakkaista keräintä, joiden sisällöt yhdistettiin ennen pitoisuusmäärittämiä. Keräysjakson pituus oli tarkkailuohjelman mukaisesti 30 ± 2 vrk, lukuun ottamatta tarkkailupistettä pöly15, missä keräilyjakson takia oli yksi lyhyempi ja yksi pidempi keräysjakso (8.1.-4.2.2019, 27 päivää ja 5.4.-3.6.2019, 59 päivää). Lisäksi tarkkailupisteestä pöly15 ei ole näytettä heinäkuulta vähäisen näyttemäärän takia. Näytteistä pöly15 ja pöly19 laskeumaa ei voitu laskea elokuun tuloksista, sillä näytteen kokonaistilavuus oli jäänyt määrittämättä analyysivirheestä johtuen. Joulukuun keräilyjakso oli tarkkailupisteestä riippuen 33-34 päivää. Keräysastioissa käytettiin levä- ja bakteerikasvun estämiseksi isopropanoliliuosta (5 %) 1 litra keräintä kohden.

2.3 Analyysit ja tulosten laskenta

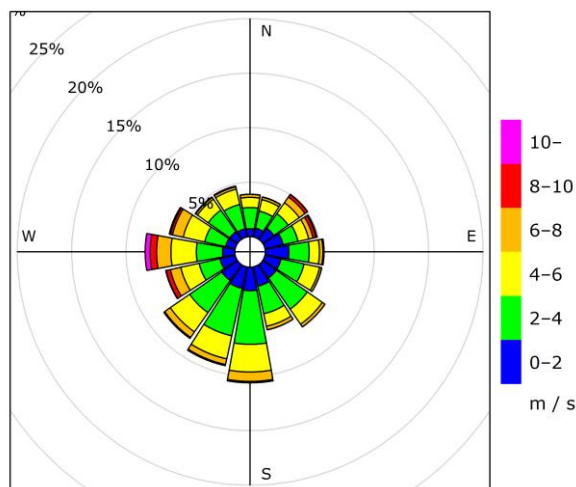
Tarkkailuohjelman mukaisesti jokaiselta pisteeltä määritettiin kuukausittain laskeumanesteen pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine, kiintoaineen hehkutushäviö ja kiintoaineen hehkutusjäännös. Lisäksi kiintoaineksestä määritettiin nikkeli-, koboltti-, kupari-, sinkki-, rauta-, rikki- ja uraanipitoisuudet viisi kertaa vuodessa: maaliskuu-, kesä-, elokuu-, syys- ja joulukuussa.

Laskeumatulokset esitettiin kuukausilaskeumana ($g/(m^2 \cdot kk)$ tai $mg/(m^2 \cdot kk)$). Laskeumat laskettiin pitoisuuksien, nestemäärän, keräimen pinta-alan ja keräysjakson pituuden perusteella. Mikäli pitoisuus oli alle määritysrajan (määritysrajat: kiintoaine, kiintoaineen hehkutusjäännös ja kiintoaineen hehkutushäviö < 2 mg/l, Co $< 0,5$ µg/l; Cu $< 3,0$ µg/l; Ni $< 3,0$ µg/l; S < 500 µg/l ja U $< 0,5$ µg/l), käytettiin laskennassa määritysrajapitoisuuden puolikasta.

Tämän jälkeen tulos kerrotaan standardin mukaisen 30 vuorokauden ja toteutuneen tarkkailujakson vuorokausimäärän suhteella.

3. TARKKAILUJAKSON SÄÄTILA

Säätilan tulkinnessa on käytetty Kajaanin lentoaseman tuulitietoja. Kuvassa (Kuva 3-1) on esitetty keskimääräinen tuulijakauma lentokentän sääaseman mittauksen perusteella koko vuoden ajalta (Ilmatieteen laitos, avoin data). Tuulen suunnalla tarkoitetaan ilmansuuntaa, josta tuuli puhaltaa. Tuulen vallitseva suunta käy ilmi tuuliruusuista. Alueen vallitsevat tuulensuunnat olivat etelästä ja etelälounaasta puhaltavat tuulet. Liitteessä 2 on esitetty kuukausikohtaiset tuuliruusuut.



Kuva 3-1. Sotkamo Kuolajärvi keskimääräiset tuulen suunnat ja nopeudet vuonna 2019 (lähde: Ilmatieteenlaitos, avoin aineisto, 13.2.2020).

Sääasema sijaitsee noin 20 kilometriä kaivoksesta koilliseen eikä näin ollen tarkalleen kuvaa kaivosalueella vallitsevia tuuliolosuhteita.

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kaivosalueella sijaitsevat tarkkailupisteet pöly1, pöly10, pöly12, pöly14. Ympäristön tarkkailupisteistä yli 2 km etäisyydellä toiminta-alueesta sijaitsevat pisteet pöly2, pöly3, pöly4, pöly5, pöly6, pöly7, pöly16, pöly19 ja pöly20. Haja-asutusalueella yli 5 km etäisyydellä toiminnoista sijaitsevat tarkkailupisteet pöly8, pöly9 ja pöly15. Tarkkailuohjelman mukaan ns. referenssipisteitä ovat pöly5 ja pöly15.

Kaivostoiminnan vaikutuksia arvioitaessa voidaan alkuvuotta 2015 pitää ns. vertailujaksona, koska silloin louhinta oli keskeytetty. Vuonna 2019 tuotanto ja louhinta on ollut käynnissä läpi vuoden sekä sivukivialueen KL2 rakentaminen on edennyt. Kappaleissa 4.1-4.3 on esitetty tuloksia ja kaikki vuoden 2019 tarkkailun tulokset on esitetty liitteessä 3.

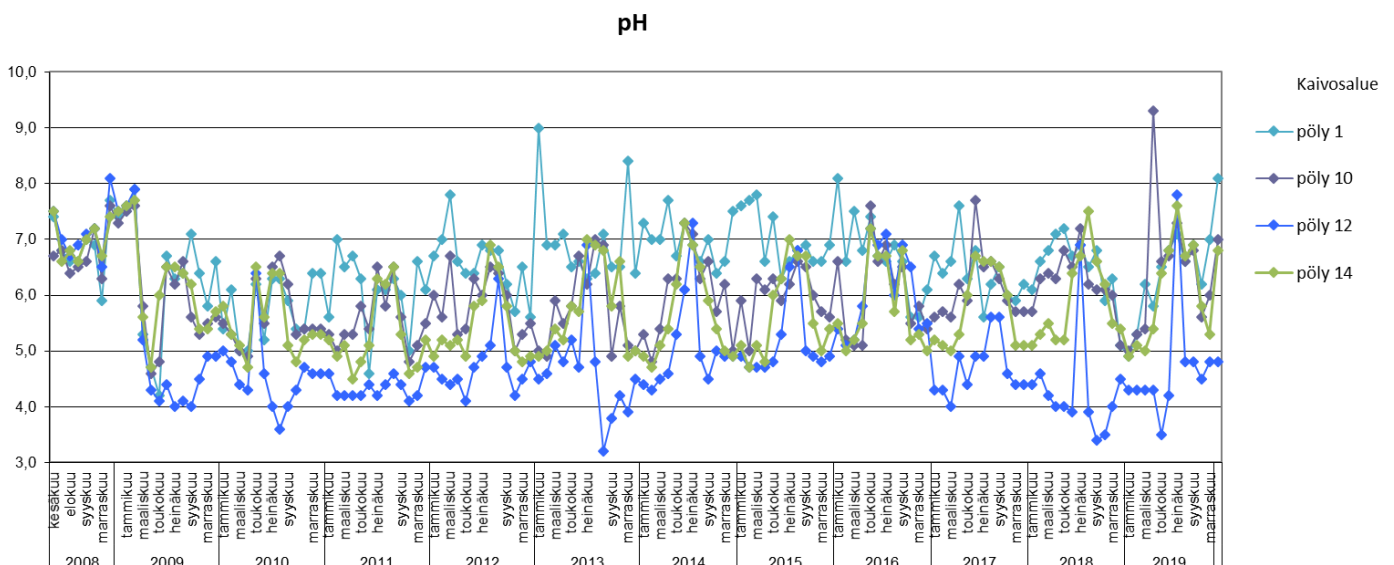
4.1 pH ja sähkönjohtavuus

Laskeumanäytteiden pH- ja sähkönjohtavuusarvoihin voi vaikuttaa useampi ulkoinen asia, kuten esimerkiksi keräimiin lisätyn liuoksen laatu. Vuonna 2015 tehtyjen nollanäytteiden analyysitulosten perusteella isopropanoliliuoksen sähkönjohtavuudet olivat kuitenkin pieniä (<0,1–0,11 mS/m) ja nollanäytteiden pH vaihteli välillä 5,6–6,4 (keskiarvo 6).

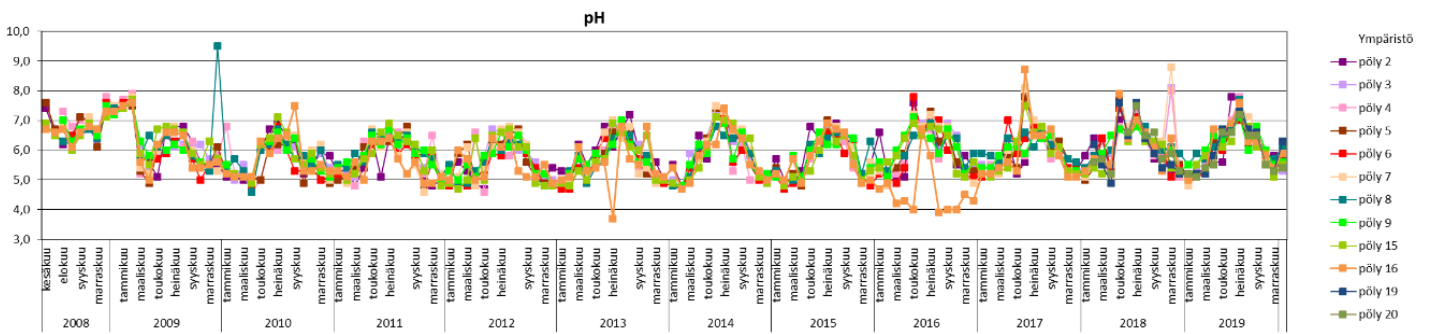
Vuonna 2019 kaivosalueen laskeumanäytteiden pH-arvojen välillä oli enemmän vaihtelua kuin ympäristön tarkkailupisteillä. Kaivosalueen laskeumanäytteiden pH vaihteli välillä 3,5-9,3, kun taas ympäristössä laskeumanäytteiden pH vaihteli välillä 4,8-7,8. Alhaisimmat pH-arvot todettiin pisteellä pöly12 (1.vaiheen liuotusalue, itä).

Kaivostoiminnan ensimmäisiin vuosiin (2008-2009) verrattuna keskimääräiset laskeumanesteiden pH-arvot ovat olleet alhaisemmalla tasolla miltei kaikissa tarkkailupisteissä seuraavina vuosina. Kaivosalueella laskeumanäytteiden pH on ollut alhaisimmillaan liuotusalueiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla pisteellä pöly12. Korkeimmat arvot kaivosalueella on puolestaan todettu tehdasalueen pohjoispuolella (pöly1).

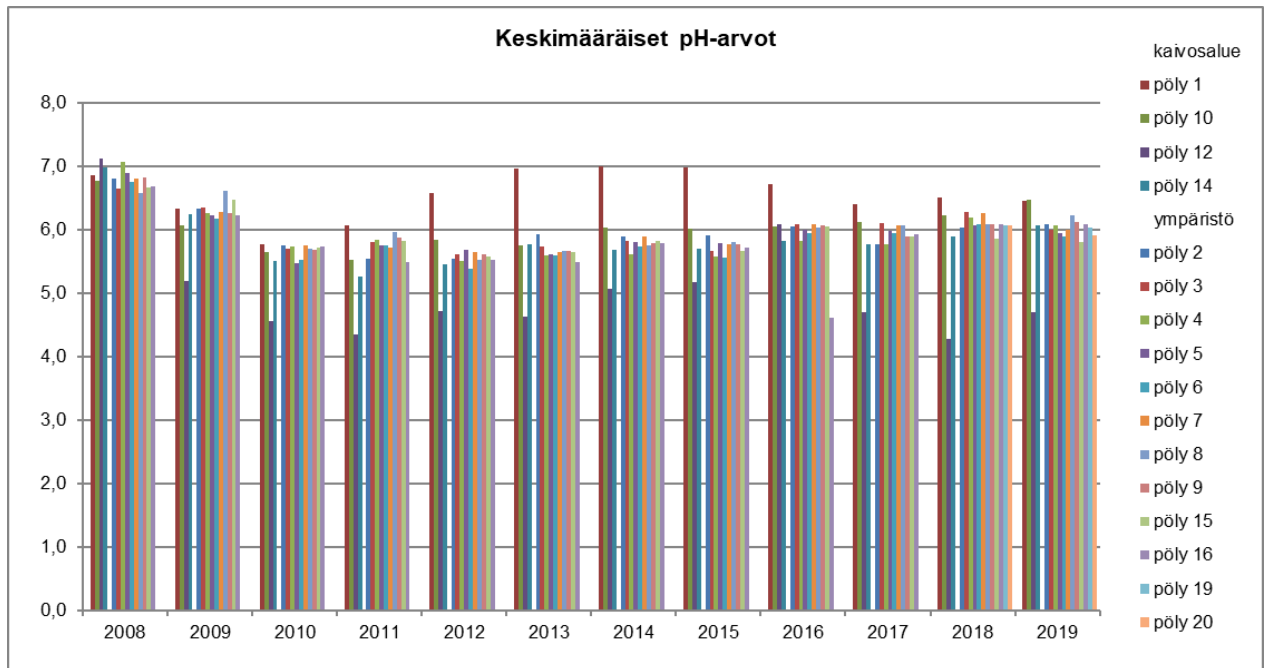
Laskeumanäytteiden pH:n kehitys vuosina 2008-2019 on esitetty kuvissa 4-1 ja 4-2. Keskimääräiset pH arvot vuosina 2008–2019 on esitetty kuvassa 4-3.



Kuva 4-1. Kaivosalueen laskeumanesteiden pH:n kehitys vuosina 2008–2019.



Kuva 4-2. Kaivosalueen ympäristön laskeumanesteiden pH:n kehitys vuosina 2008–2019.

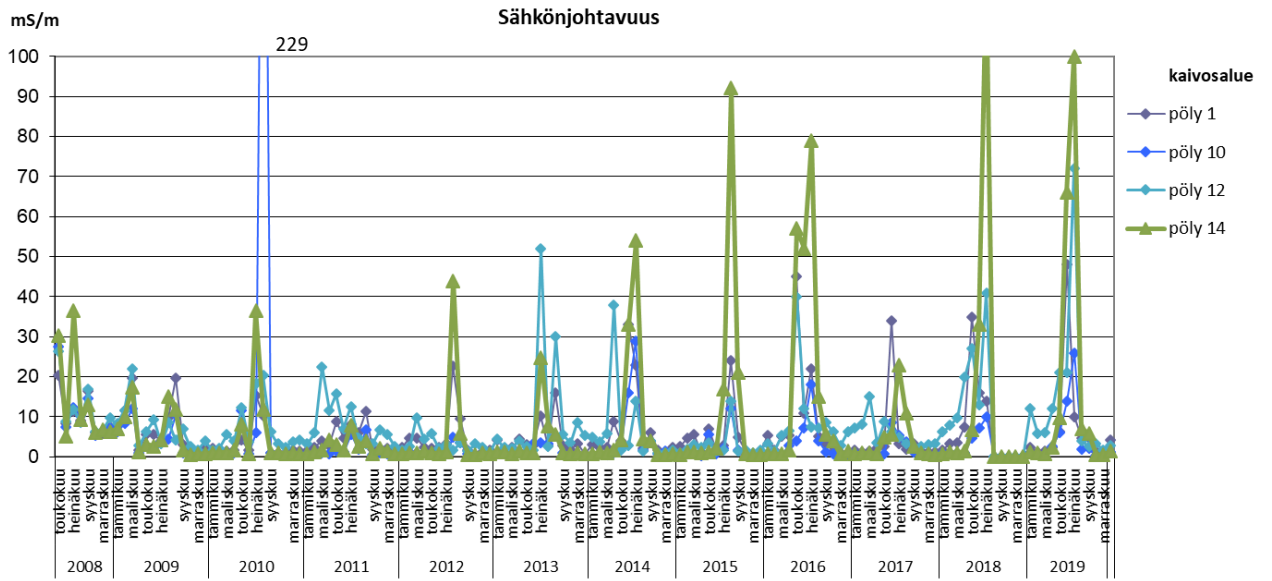


Kuva 4-3. Laskeumanesteiden keskimääräiset pH-arvot vuosina 2008–2019.

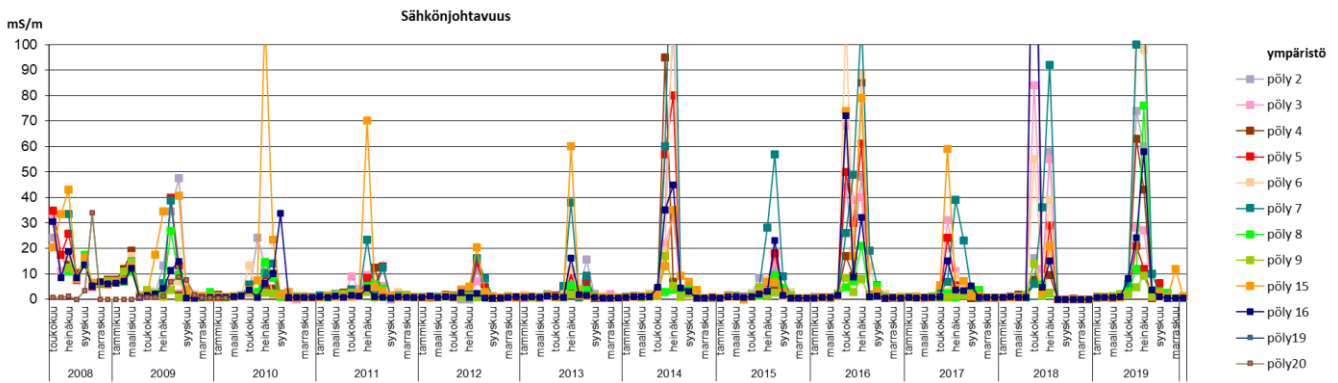
Kaivosalueen laskeumanäytteiden sähkönjohtavuustulokset vaihtelivat jonkin verran eri tarkkailukuukausina. Suurin sähkönjohtavuus mitattiin pisteeltä pöly14, jonka sähkönjohtavuus oli heinäkuussa 100 mS/m. Tuloksissa on havaittavissa kuukausittaista vaihtelua. Kesäkuukausina sähkönjohtavuuden arvot ovat korkeampia. Sähkönjohtavuustulokset olivat samalla tasolla vuonna 2019 kuin vuonna 2018 (Kuva 4-4).

Kaivosalueen ympäristön laskeumanäytteiden sähkönjohtavuudet olivat kuluneena tarkkailuvuotena samalla tasolla kuin vuonna 2018. Suurimmat sähkönjohtavuudet mitattiin kesä- ja heinäkuussa vuonna 2019 (Kuva 4-5).

Pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna sähkönjohtavuudessa on todettavissa vuodenaikoihin liittyvä vaihtelu sähkönjohtavuuden ollessa korkeimmillaan heinäkuussa ja alhaisimmillaan talvikuukausina. Sähkönjohtavuutta todennäköisesti lisäävät laskeuman mukana kulkeutuneet ja nesteeseen liuenneet suolat (sulfaatit).

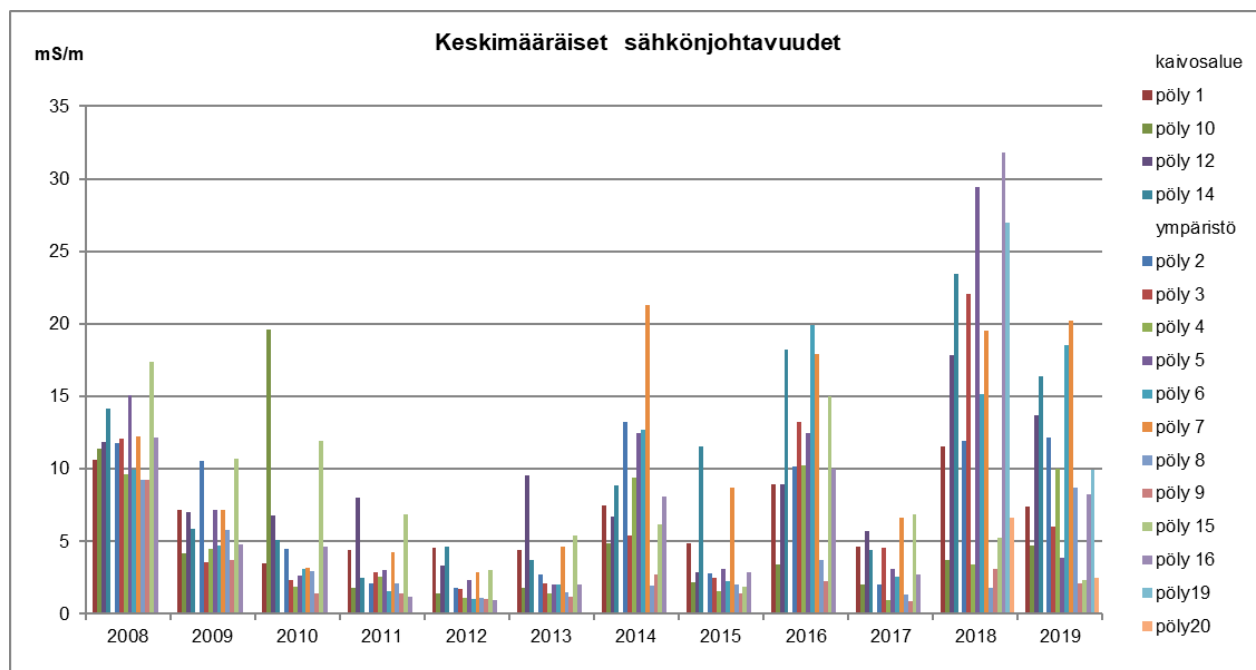


Kuva 4-4. Kaivosalueen laskeumanesteiden sähkönjohtavuuden kehitys vuosina 2008–2019.



Kuva 4-5. Kaivosalueen ympäristön laskeumanesteiden sähkönjohtavuuden kehitys vuosina 2008–2019.

Tarkasteltaessa keskimääräisiä sähkönjohtavuuksia eri tarkkailupisteillä vuosina 2008–2019 voidaan todeta, että sähkönjohtavuudet olivat lähes kaikissa pisteissä matalampia vuonna 2019 kuin vuonna 2018 (Kuva 4-6).



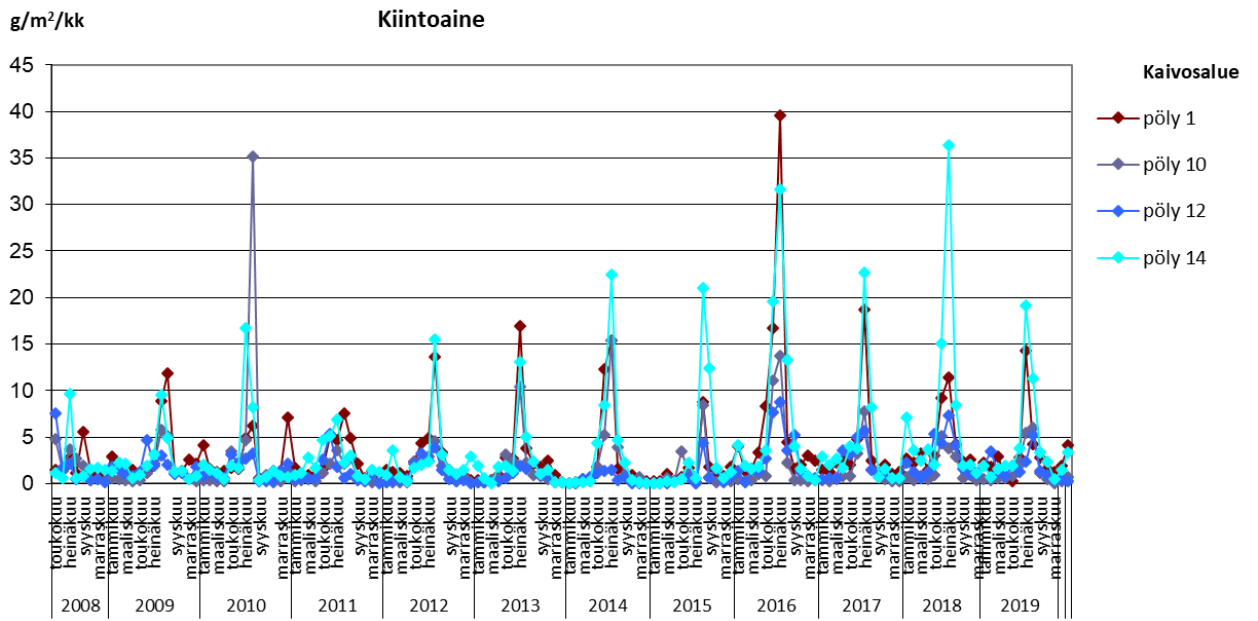
Kuva 4-6. Laskeumanesteiden keskimääräiset sähköjohtavuudet vuosina 2008–2019.

4.2 Kiintoaine ja hehkutusjännökset

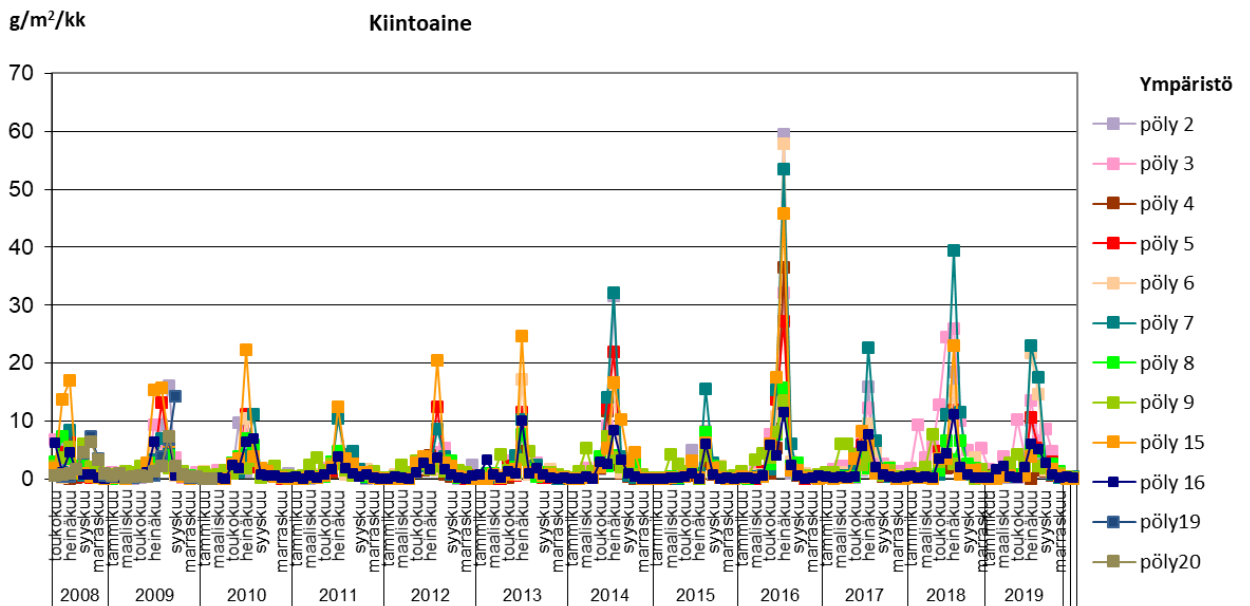
Kiintoainelaskeuman (orgaaninen + epäorgaaninen) tuloksiin vaikuttaa kesäaikana keräimiin kertyvä kasvimateriaali sekä kuolleet hyönteiset, joiden täydellinen suodattaminen näytteistä on hankalaa. Näin ollen korkeat kiintoainepitoisuudet kaivosalueen (Kuva 4-7) ja ympäristön (Kuva 4-8) tarkkailupisteissä kesäkuukausina johtuvat keräimiin kertyneestä orgaanisesta aineksesta eivätkä kaivoksen toiminnasta.

Kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia paremmin kuvaavat laskeumanäytteiden hehkutusjännökset (epäorgaaninen aines) olivat kaikilla pisteillä pääsääntöisesti verrattain alhaisia ($0,02-8,7 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$). Näin ollen pääsääntöisesti suurin osa laskeumasta oli orgaanista ainesta ($0,02-22 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$), etenkin kesällä, jolloin kokonaislaskeumamäärät ovat poikkeuksetta huomattavasti suuremmat kuin talvella. Suurimmat keskimääräiset hehkutusjännöspitoisuudet saatiin pisteeltä pöly3 (Pirttimäki).

Kiintoainelaskeumalle ei ole Suomessa raja- tai ohjearvoja. Laskeumaa käytetään kuvaamaan erityisesti pölyn viihtyisyyshaittaa, ei niinkään terveyshaittaa. Aikaisemmin viihtyvyyshaittarajana käytettiin $10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$, joka on kuitenkin kumottu jo 80-luvulla ilmansuojelulain astuttua voimaan. Tätä terveysviranomaisten asettamaa viihtyisyyshaittaraja-arvoa voidaan pitää laskeuman suuntaa-antavana vertailuarvona. Vuoden 2019 tarkkailun aikana entinen viihtyvyysraja ylittyi muutamalla havaintopisteellä kesäkuukausina. Kyseisinä kuukausina näytteissä oli enemmän orgaanista kuin epäorgaanista ainesta.



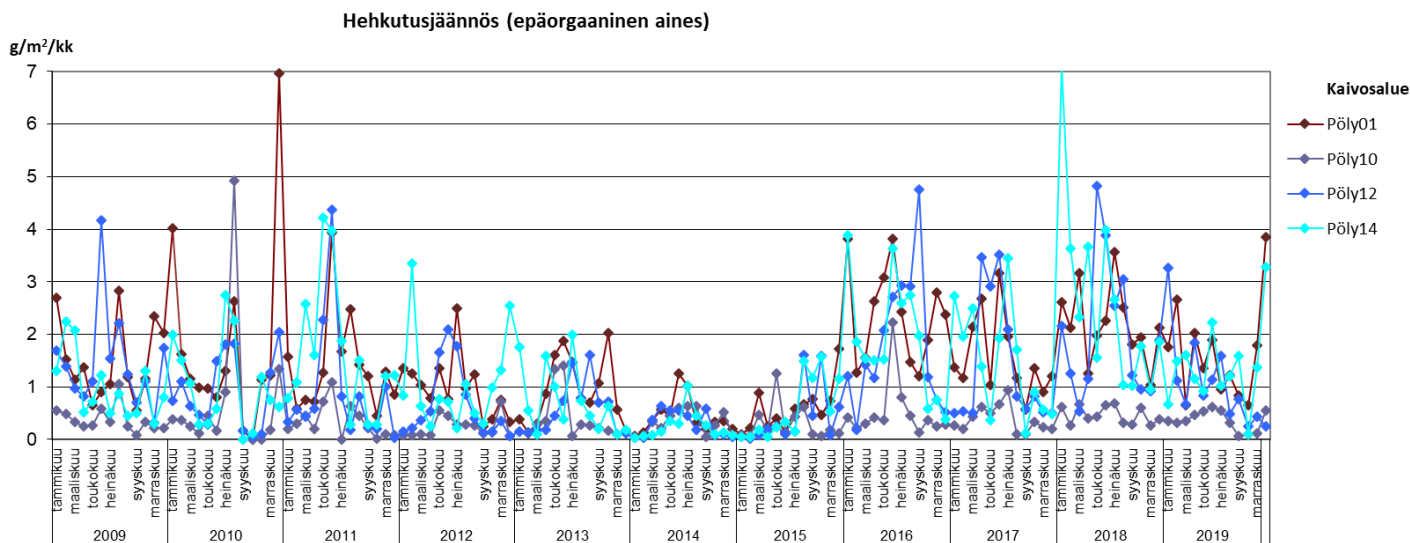
Kuva 4-7. Kiintoainelaskeumien kehitys kaivosalueen seurantapisteissä vuosina 2008–2019.



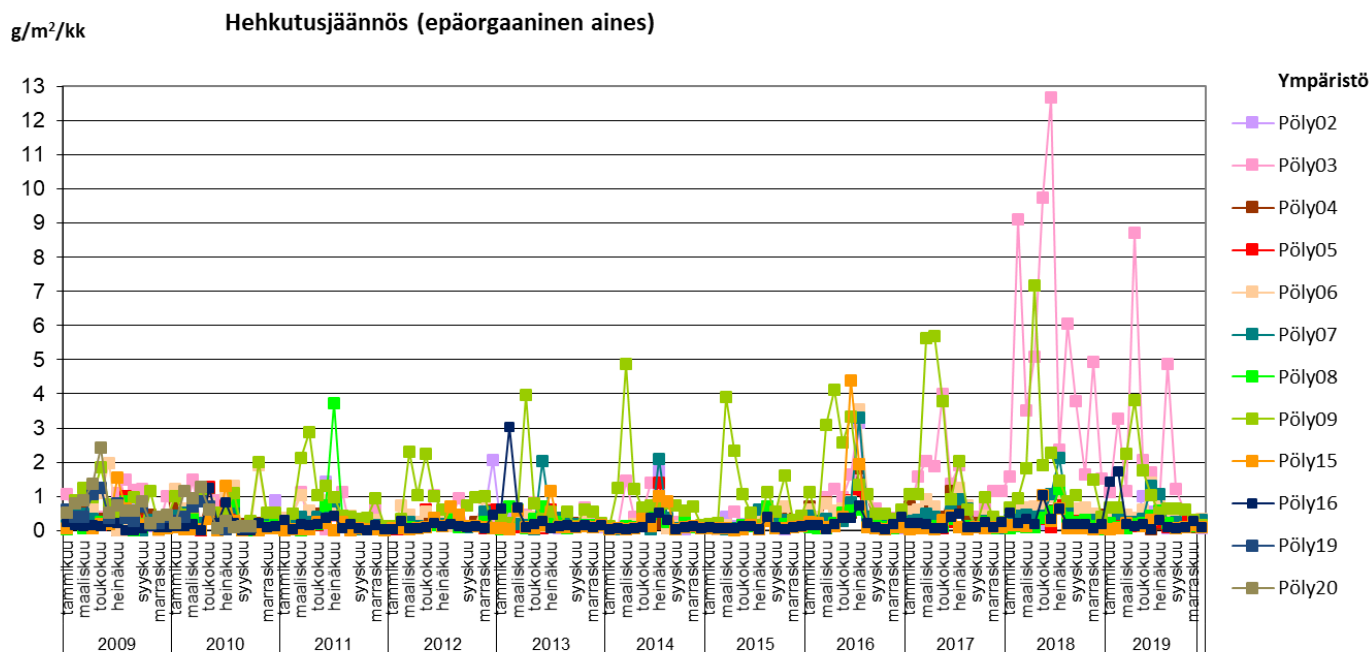
Kuva 4-8. Kiintoainelaskeuman kehitys kaivosalueen ympäristön seurantapisteissä vuosina 2008–2019.

Hekutusjäännökset (epäorgaaninen aines) kaivosalueen ja ympäristön näytteissä olivat matalammat vuonna 2019 kuin vuonna 2018 (Kuva 4-9 ja Kuva 4-10). Hekutusjäännöspitoisuudet vaihtelivat välillä 0,02-8,7 g/(m²*kk). Suurin heikutusjäännöspitoisuus esiintyi huhtikuussa tarkkailupisteessä pöly3 (Pirttimäki). Seuraavaksi suurin heikutusjäännöspitoisuus esiintyi elokuussa tarkkailupisteessä pöly3. Keskimääräiset heikutusjäännösarvot vaihtelivat välillä 0,2-2,1 g/(m²*kk) (Kuva 4-11). Laskeumanäytteen pöly9 pitoisuuksiin vaikuttaa pisteen sijainti tien läheisyydessä tiepölyn vaikuttaessa laskeumatuloksiin. Pisteen pöly3 (Pirttimäki) laskeumatuloksiin saattoi vaikuttaa sivukivialueen tehtävät työt.

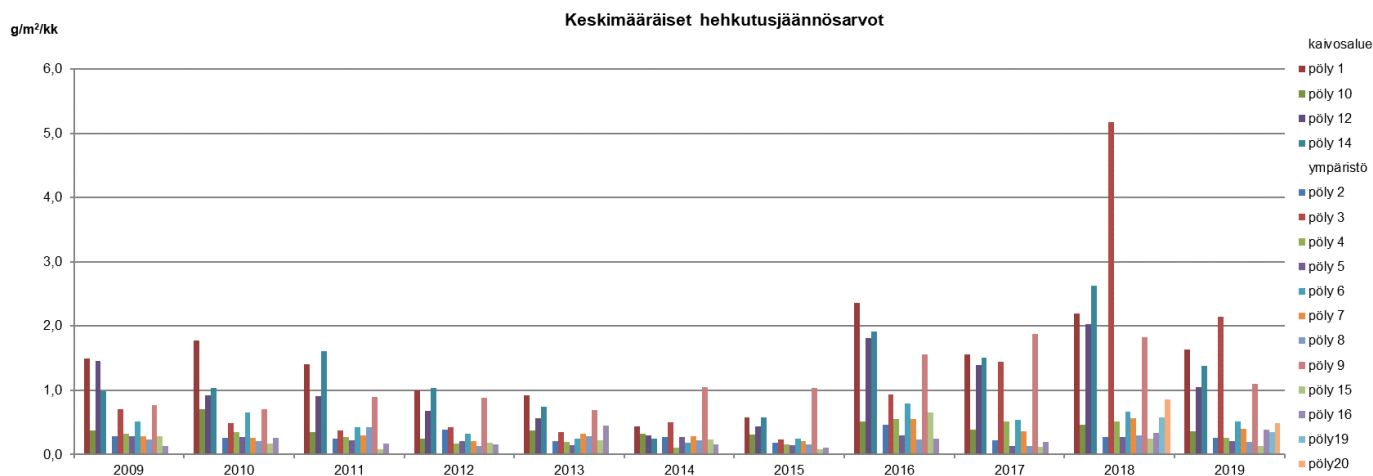
Liitteessä 4 on esitetty kuvaajissa kiintoaineen, kiintoaineen hehkutusjäännöksen ja hehkutushäviön osuus näytepisteittäin vuonna 2019.



Kuva 4-9. Hehkutusjäännöslaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2009–2019.



Kuva 4-10. Hehkutusjäännöslaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2009–2019.



Kuva 4-11. Laskeumanäytteiden keskimääräiset hehkutusjäännösarvot vuosina 2009–2019.

4.3 Metallit

Metallilaskeumatuloksien kehityksen tarkastelussa tulee ottaa huomioon keräimissä käytetty liuos. Vuonna 2008 keräimissä käytettiin verkostovettä ja tuloksista poistettiin laskennallisesti veden vaikutus. Vuosina 2009–2013 keräimissä käytettiin puhdistettua vettä ja vuodesta 2014 eteenpäin isopropanoliliuosta. Näin ollen tulosten vertailu pitkällä ajanjaksolla on suuntaa-antava eivätkä ne ole täysin vertailukelpoisia.

Metallilaskeumille ei ole ohje- tai raja-arvoja, mutta rikkilaskeumalle on Valtioneuvoston päätöksellä 480/1996 asetettu Suomen metsätalousmaille pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo $0,3 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{v})$.

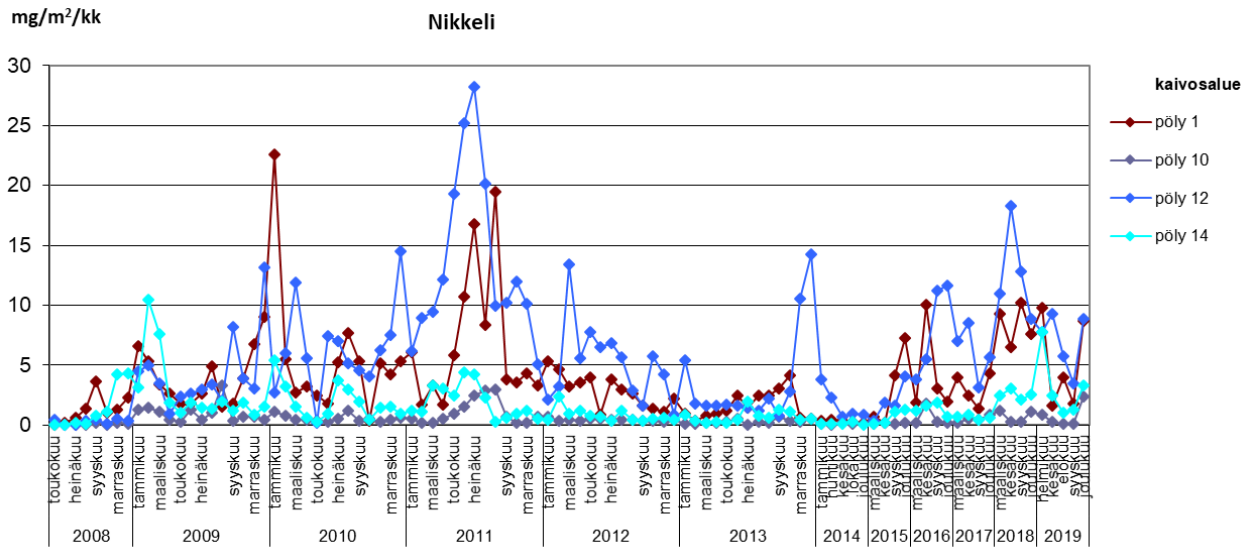
4.3.1 Nikkeli

Nikkelilaskeumissa on ollut havaittavissa louhinnan uudelleen alkaminen elokuussa 2015 Kuusilammen avolouhoksen länsipuolella (pöly12) ja tehdasalueen pohjoispuolella (pöly1) (Kuva 4-12). Piste pöly12 sijaitsee lähellä primääriliuotusta, jota puretaan ja kasataan jatkuvana toimintona. Todennäköisesti tällä on vaikutusta pisteen pöly12 nikkelaskeumatuloksiin.

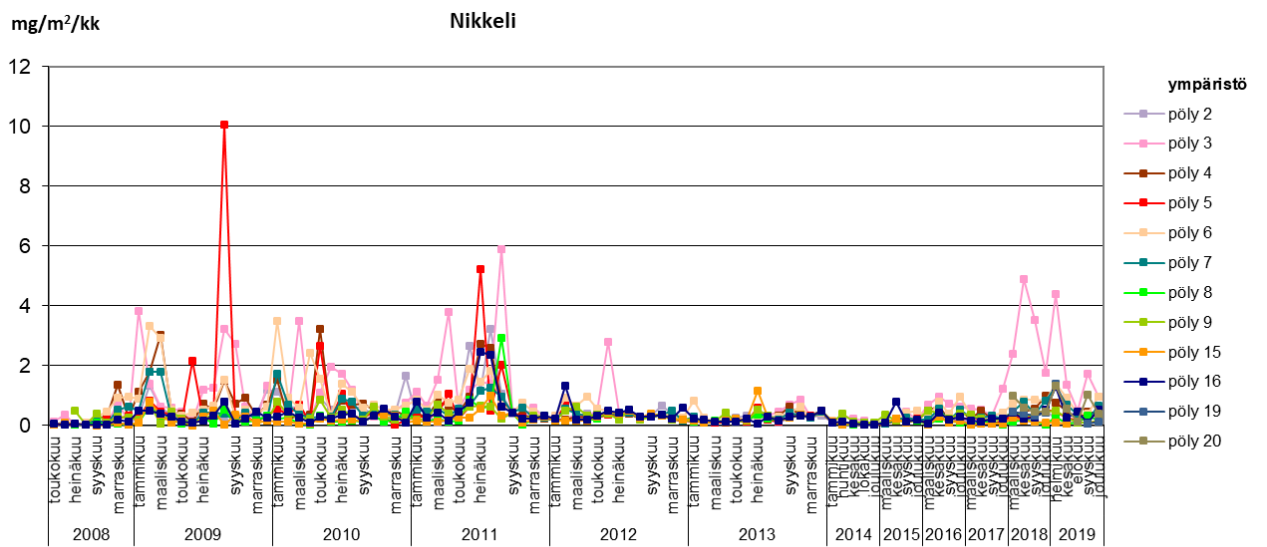
Kaivosalueella nikkelaskeumat vaihtelivat välillä $0,09\text{--}9,8 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$ vuonna 2019. Korkeimmillaan keskimääräiset laskeumat olivat pisteissä pöly12 ja pöly1.

Ympäristön tarkkailupisteissä ei ollut merkittävää eroa aikaisempiin vuosiin verrattuna laskeumien ollessa alhaisella tasolla ($0,06\text{--}4,4 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$) lukuun ottamatta pistettä pöly3, jossa nikkelaskeuma oli korkeampi vuoteen 2017 verrattuna, mutta matalampi vuoteen 2018 verrattuna (Kuva 4-13).

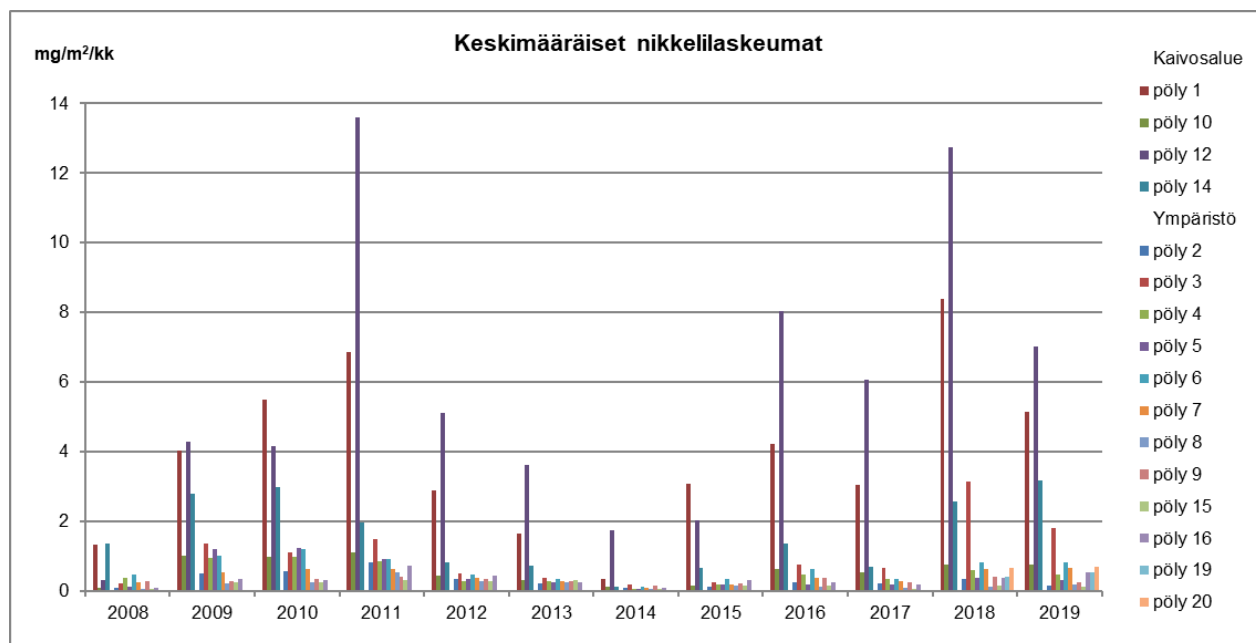
Keskimääräiset nikkelaskeumat olivat kaivosalueen tarkkailupisteissä matalammat tai samalla tasolla vuonna 2019 kuin vuonna 2018, lukuun ottamatta pistettä pöly14 (Kuva 4-14).



Kuva 4-12. Nikkeliilasteumien kehitys kaivosalueen laskeumissa vuosina 2008–2019.



Kuva 4-13. Nikkeliilasteumien kehitys kaivoksen ympäristössä vuosina 2008–2019.



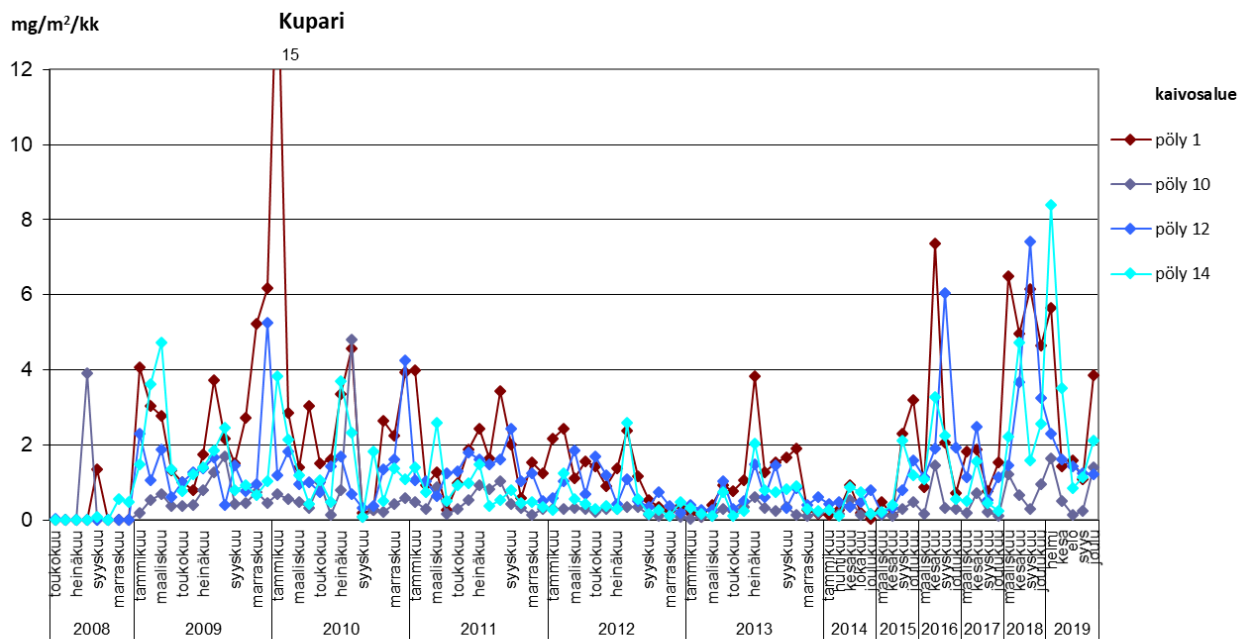
Kuva 4-14. Keskimääräiset nikkelilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008 – 2019.

4.3.2 Kupari

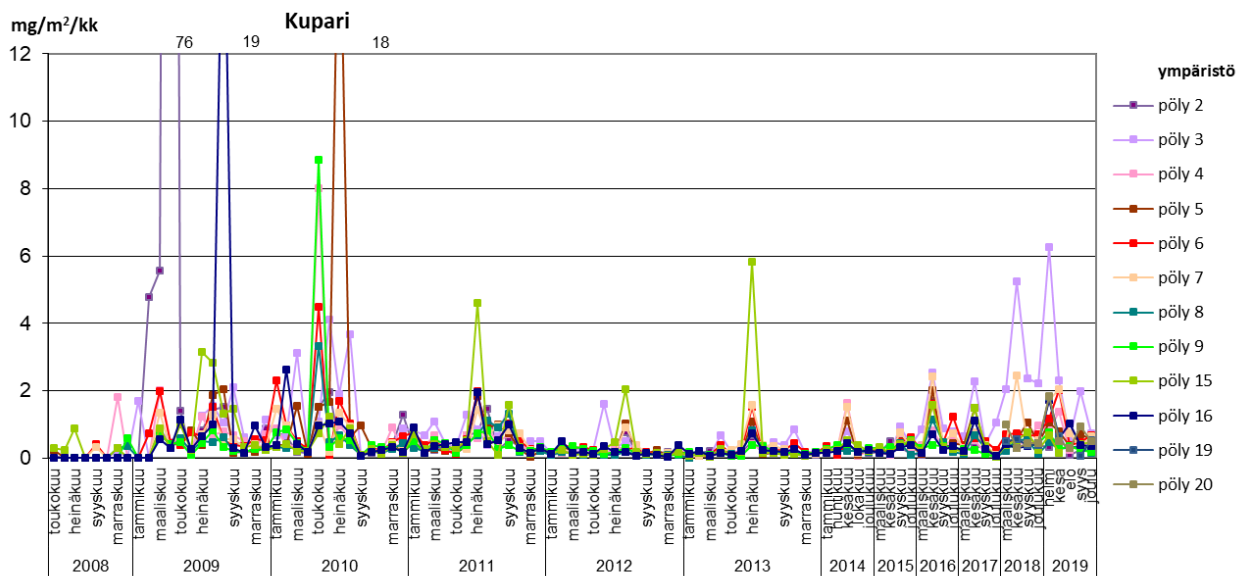
Kuparilaskeumissa on ollut havaittavissa louhinnan uudelleen alkaminen elokuussa 2015 Kuusilammen avolouhoksen läheisyydessä (pöly12 ja pöly 14) ja tehdasalueen pohjoispuolella (pöly1) (Kuva 4-15). Kaivosalueella kuparilaskeumat vaihtelivat välillä 0,14–8,4 mg/(m²*kk) vuonna 2019. Korkeimmillaan keskimääräiset pitoisuudet kaivosalueella olivat pisteissä pöly1 ja pöly14.

Ympäristön tarkkailupisteissä kuparilaskeuma oli samalla tasolla vuonna 2019 kuin vuonna 2018. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,06–6,3 mg/(m²*kk) (Kuva 4-16). Suurin kuparilaskeuma (6,3 mg/(m²*kk)) mitattiin helmikuussa tarkkailupisteessä pöly3. Toiseksi suurin kuparilaskeuma (2,3 mg/(m²*kk)) mitattiin kesäkuussa tarkkailupisteessä pöly3.

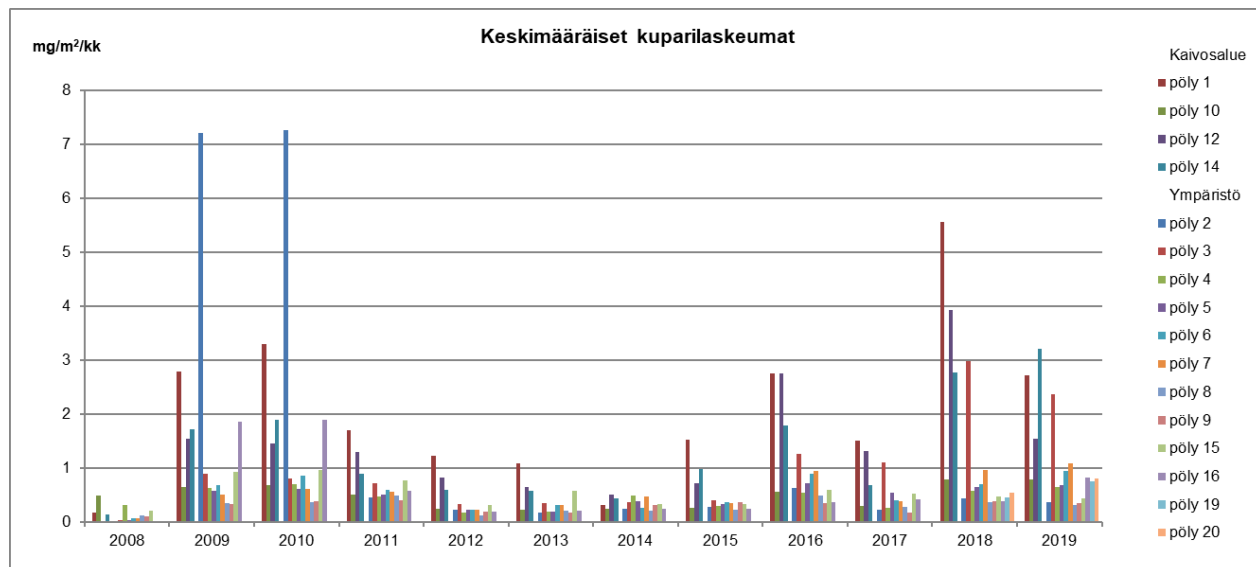
Keskimääräiset kuparilaskeumat olivat kaivosalueen tarkkailupisteissä matalammat tai samalla tasolla vuonna 2019 kuin vuonna 2018, lukuun ottamatta pistettä pöly14 (Kuva 4-17).



Kuva 4-15. Kuparilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2008–2019.



Kuva 4-16. Kuparilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2008 - 2019.



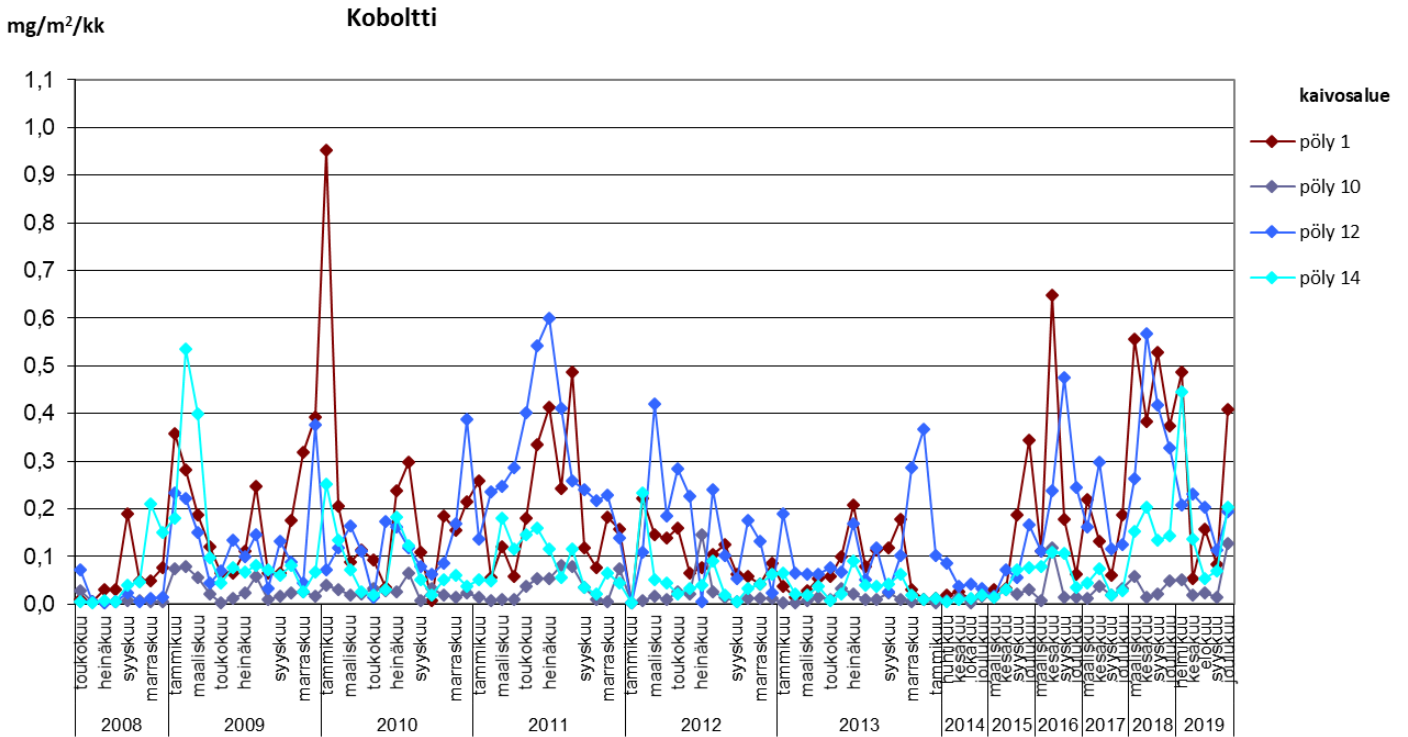
Kuva 4-17. Keskimääräiset kuparilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008–2019.

4.3.3 Koboltti

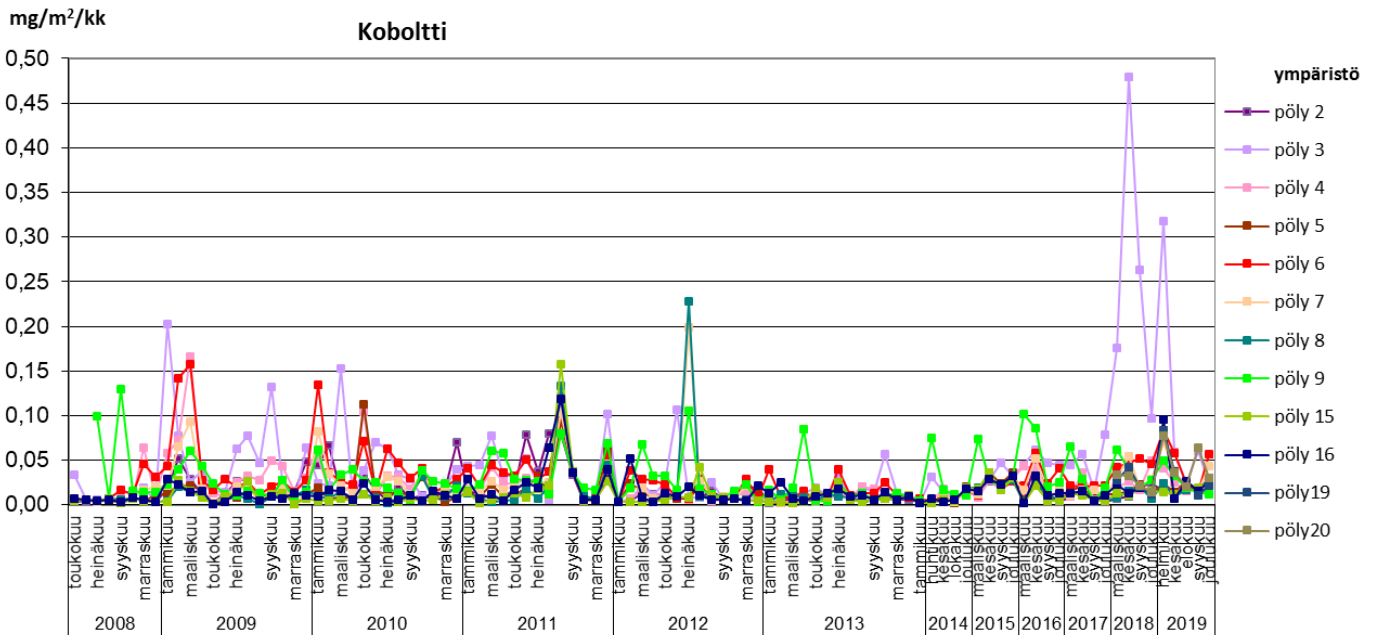
Louhinnan vaikutus on ollut havaittavissa myös Kuusilammen avolouhoksen (pöly12) ja tehdasalueen läheisyydessä (pöly1) sijaitsevien tarkkailupisteiden laskeumanäytteiden kobolttipitoisuuksissa, jotka ovat olleet hienoisesti nousussa syyskuusta 2015 lähtien (Kuva 4-18). Kaivosalueella kobolttilaskeumat vaihtelivat välillä 0,02–0,49 mg/(m²*kk) vuonna 2019.

Ympäristön seurantapisteissä kobolttilaskeumat säilyivät alhaisina ollen välillä 0,01–0,32 mg/(m²*kk) (Kuva 4-19). Suurimmat ympäristön laskeumapitoisuudet olivat pisteessä pöly3.

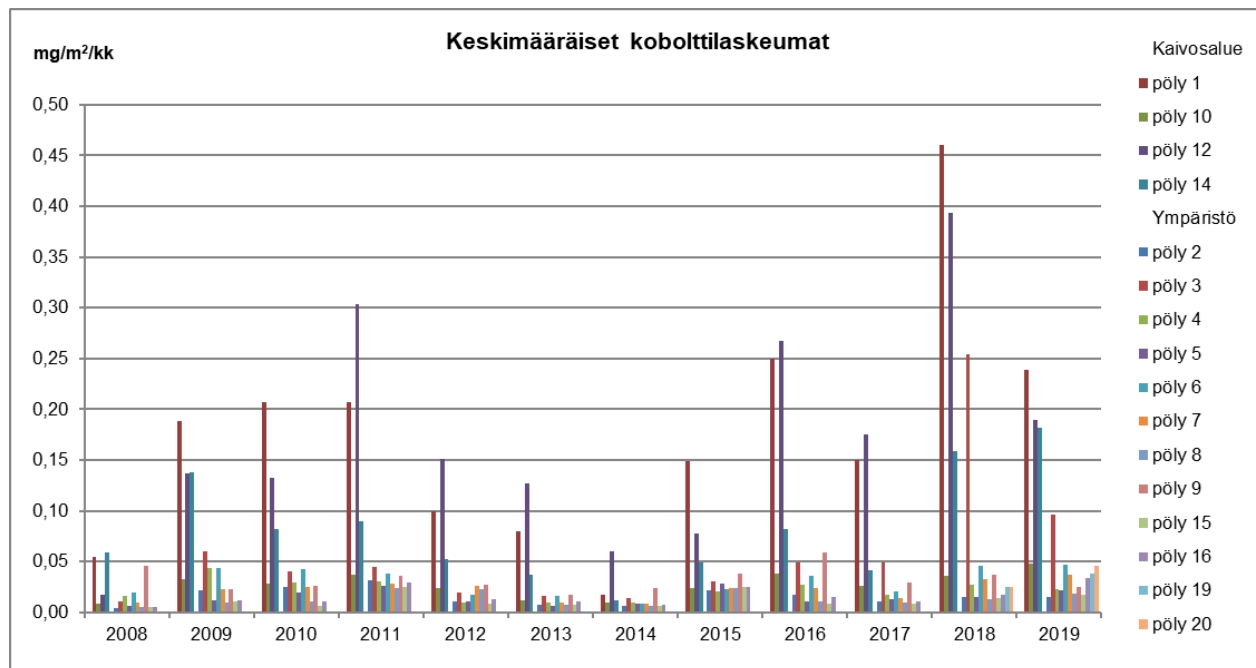
Keskimääräiset kobolttilaskeumat olivat kaivosalueen tarkkailupisteissä matalammat tai samalla tasolla vuonna 2019 kuin vuonna 2018 (Kuva 4-20). Korkein keskimääräinen pitoisuus oli pisteessä pöly1.



Kuva 4-18. Koboltilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2008 – 2019.



Kuva 4-19. Koboltilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2008 – 2019.



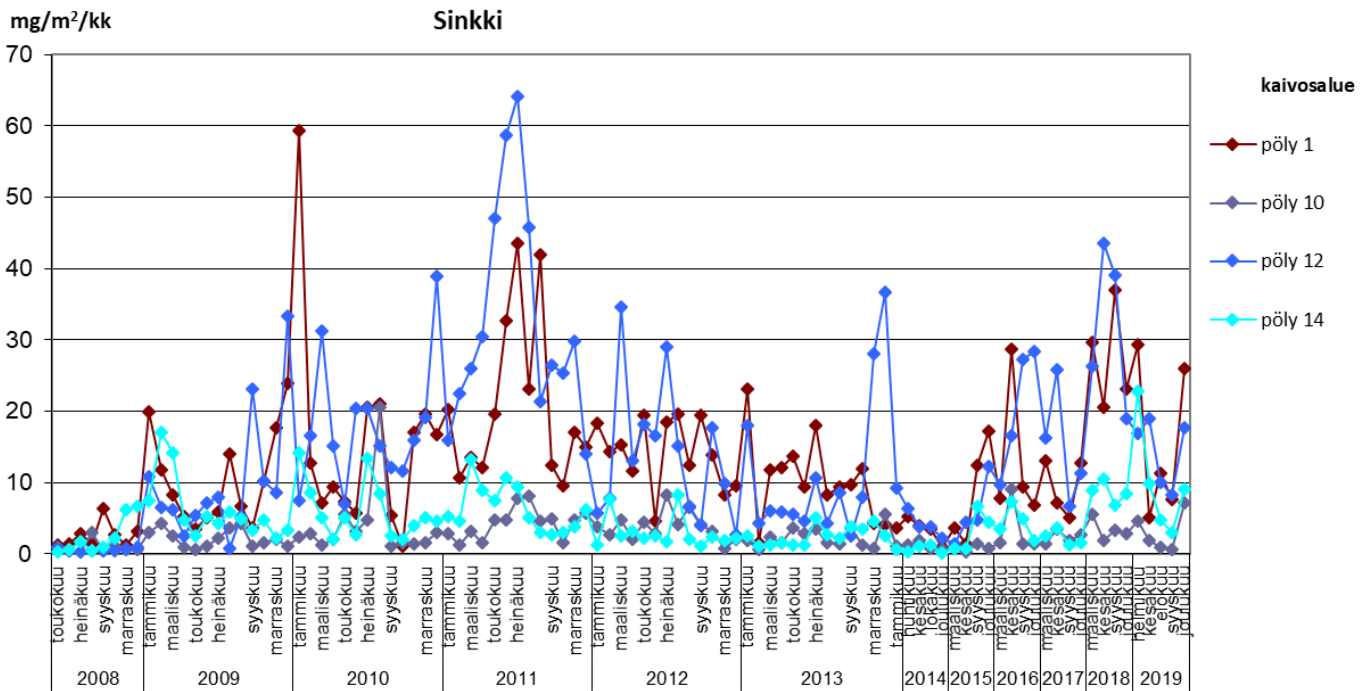
Kuva 4-20. Keskimääräiset koboltilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008 – 2019.

4.3.4 Sinkki

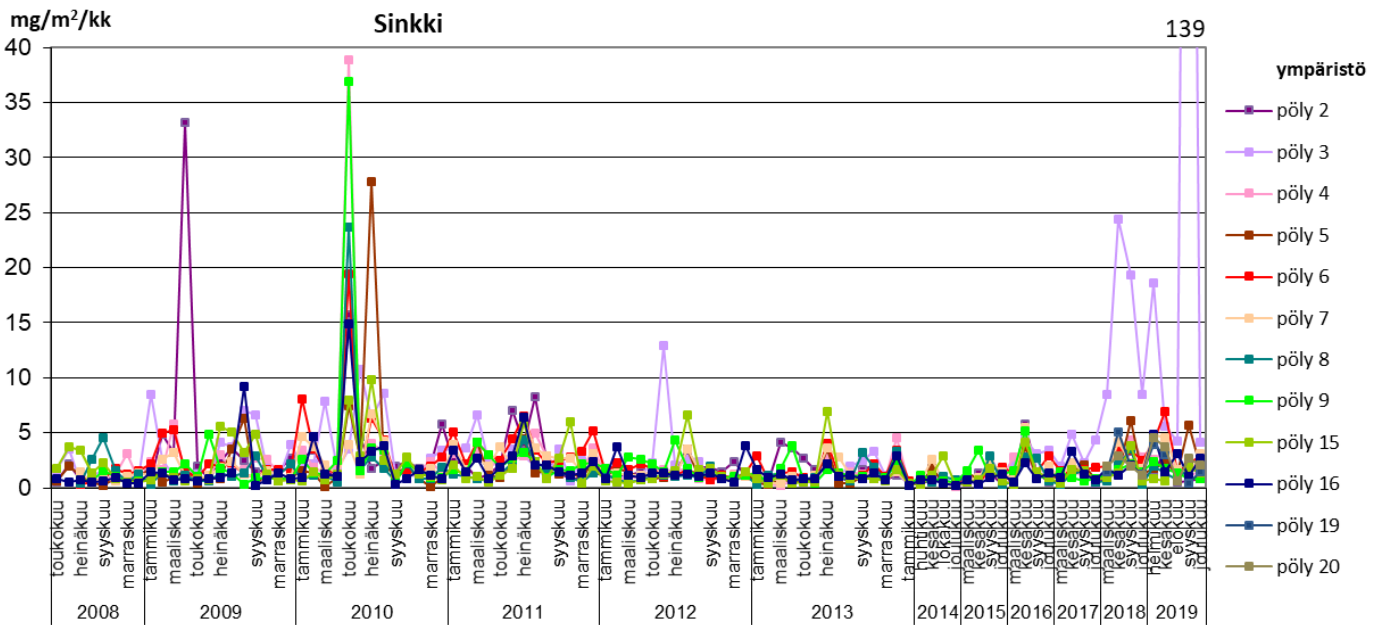
Kaivosalueella sinkkilaskeumat vaihtelivat välillä 0,6–29 mg/(m²*kk) (Kuva 4-21). Suurin sinkkilaskeuma määritettiin helmikuussa tarkkailupisteestä pöly1 (29 mg/(m²*kk)). Toiseksi suurin laskeuma (26 mg/(m²*kk)) määritettiin joulukuussa tarkkailupisteestä pöly1.

Ympäristön tarkkailupisteiden laskeumat säilyivät samalla tasolla kuin aiempina vuosina, lukuun ottamatta pistettä pöly03, jossa laskeuma oli syyskuussa 139 mg/(m²*kk) (Kuva 4-22).

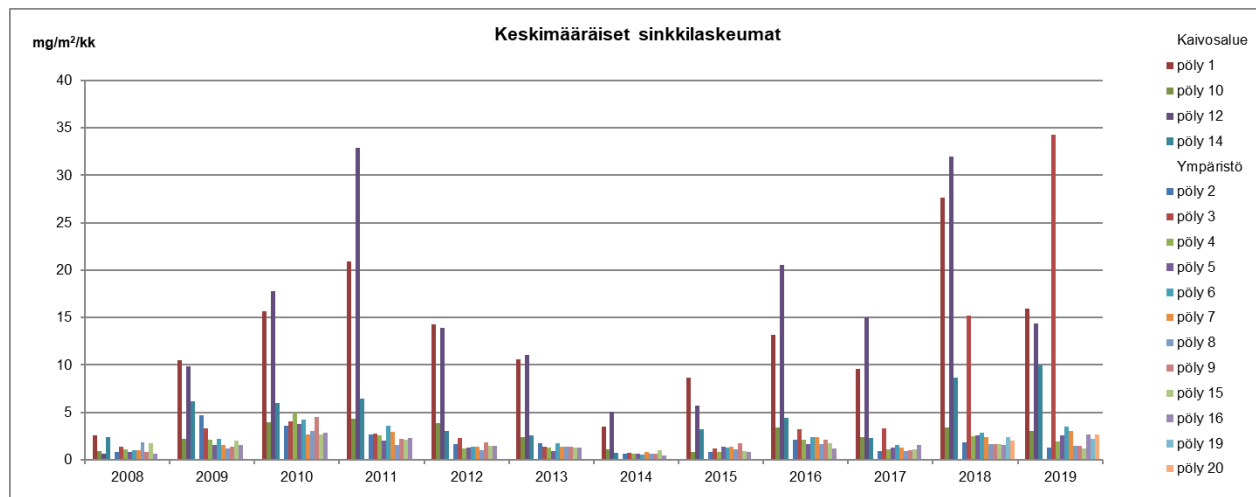
Kaivosalueen tarkkailupisteissä sinkkilaskeuma oli keskimäärin matalampi vuonna 2019 kuin vuonna 2018, lukuun ottamatta pistettä pöly14, jossa sinkkilaskeuma oli hieman korkeampi. Ympäristön tarkkailupisteissä sinkkilaskeuma oli samalla tasolla vuonna 2019 kuin vuonna 2018, lukuun ottamatta pistettä pöly3 (Kuva 4-23).



Kuva 4-21. Sinkkilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2008–2019.



Kuva 4-22. Sinkkilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2008–2019.



Kuva 4-23. Keskimääräiset sinkkilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008–2019.

4.3.5 Rikki

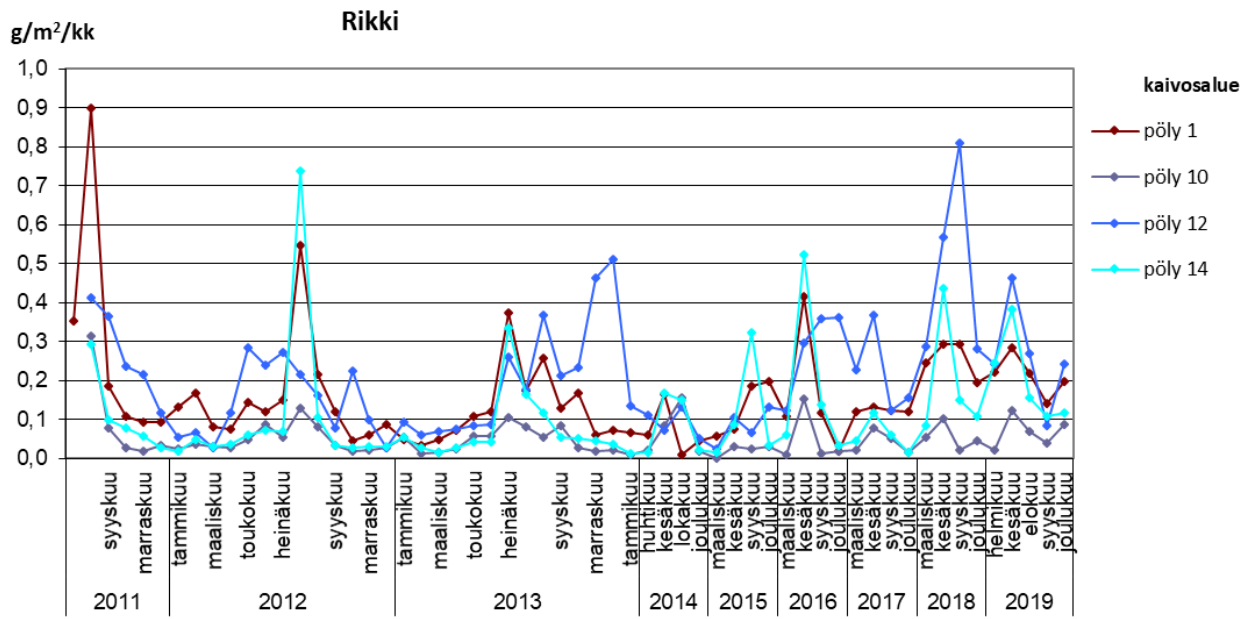
Kaivosalueella rikkilaskeumat vaihtelivat välillä 0,02–0,46 g/(m²*kk) vuonna 2019 (Kuva 4-24). Korkeimmillaan keskimääräiset laskeumat olivat pisteissä pöly12 ja pöly1. Korkein rikkilaskeuma määritettiin kesäkuussa tarkkailupisteessä pöly12 (0,46 g/(m²*kk)). Tarkkailupisteessä pöly12 rikkilaskeuma oli matalampi vuonna 2019 kuin vuonna 2018.

Kaivosalueen ympäristöstä määritetyt rikkilaskeumat vaihtelivat välillä 0,01-0,42 g/(m²*kk). Kaivosalueen ympäristöstä määritetyt laskeumat olivat samaa suuruusluokkaa vuonna 2019 kuin vuonna 2018. Kaivoksen ympäristön laskeumanäytteiden rikkipitoisuudet olivat yleisesti ottaen aiempien vuosien pitoisuustasolla (Kuva 4-25).

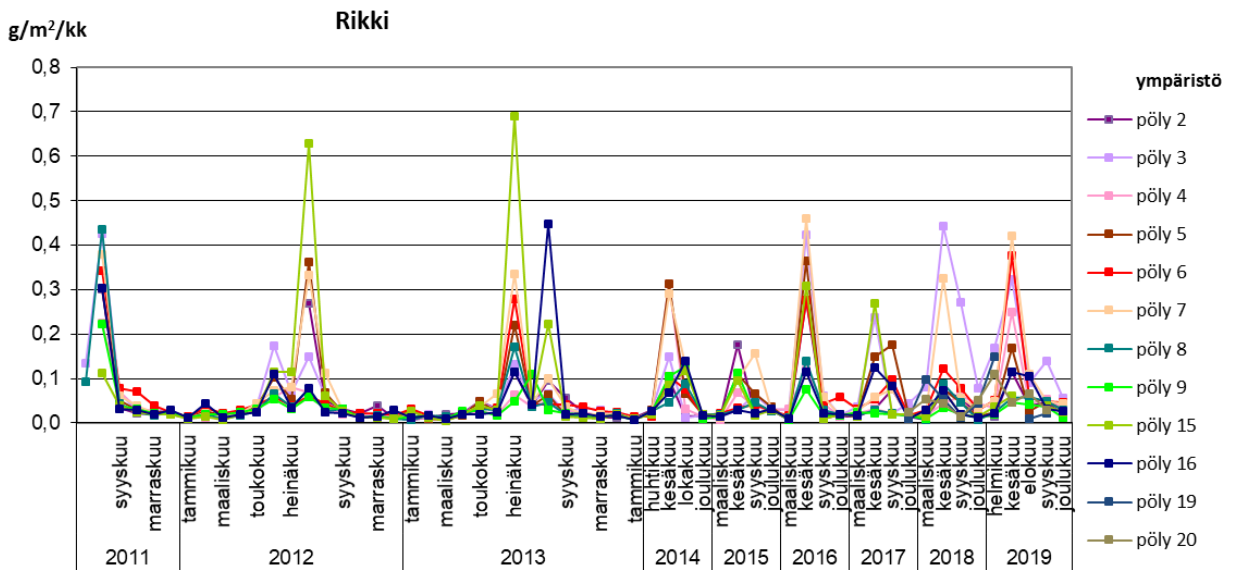
Kaivosalueen ja ympäristön tarkkailupisteissä keskimääräinen rikkilaskeuma oli keskimäärin samalla tasolla kaikissa tarkkailupisteissä kuin aiempina vuosina (Kuva 4-26).

Valtioneuvoston päätöksessä 480/1996 on Suomen metsätalousmaiden rikkilaskeumalle asetettu pitkänajan keskimääräiseksi tavoitearvoksi 0,3 g/(m²*v). Tässä työssä rikkilaskeumat määritettiin viisi kertaa vuodessa, joten vertailu tavoitearvoon tehtiin laskemalla keskimääräiset pitoisuudet jokaiselta tarkkailupisteeltä ja kertomalla se kahdellatoista. Tavoitearvo ylittyi jokaisella pisteellä. Rikkilaskeuma oli kaivosalueen pisteillä 0,8-3,3 g/(m²*v) ja ympäristön pisteillä 0,4-1,9 g/(m²*v). Korkeimmat vuosilaskeumat havaittiin kaivosalueen pisteillä pöly12 (3,3 g/(m²*v)) ja pöly1 (2,5 g/(m²*v)). Tulosten tulkinnassa on kuitenkin huomioitava näytteiden ajallinen edustavuus (5/12). Tulosten perusteella rikkilaskeuman tavoitearvon ylittymisen voi olettaa olevan mahdollista.

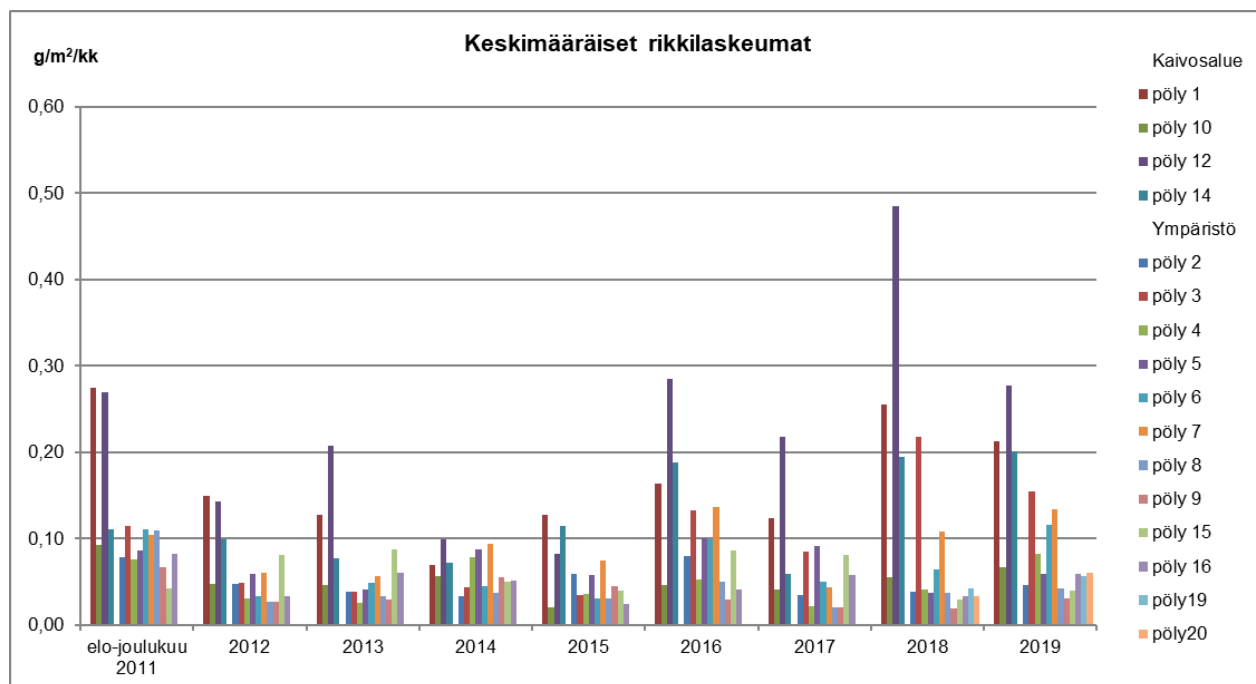
Rikkipäästöjen vaikutusten näkyvyyteen ympäristössä yksi syy lienee se, että toiminnoista voi vapautua kaasufaasissa rikkiyhdisteitä, jotka päätyvät osittain myös poistopiippujen kautta korkeammalle ilmaan ja kulkeutuvat kauemmaksi ennen kuin laskeutuvat sateen tai hiukkasten mukana maahan.



Kuva 4-24. Rikkilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2011-2019.



Kuva 4-25. Rikkilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2011-2019.



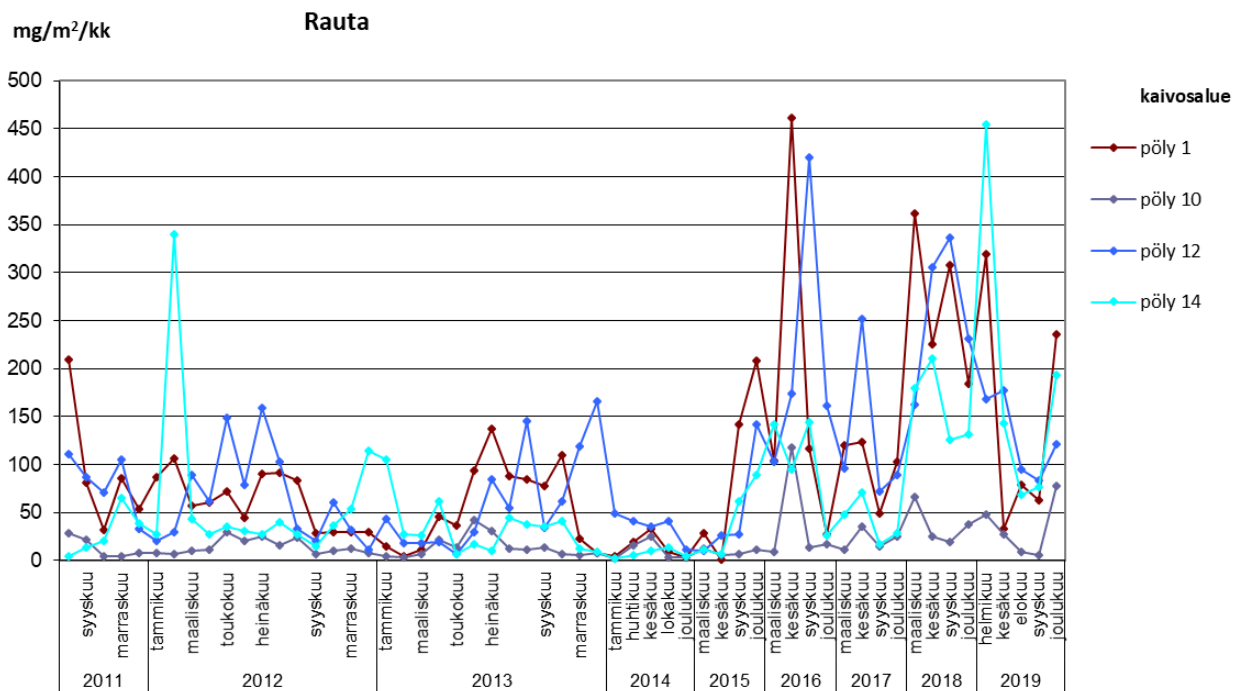
Kuva 4-26. Keskimääräiset rikkilaskeumat kaivoksen ja sen ympäristössä vuosina 2011–2019.

4.3.6 Rauta

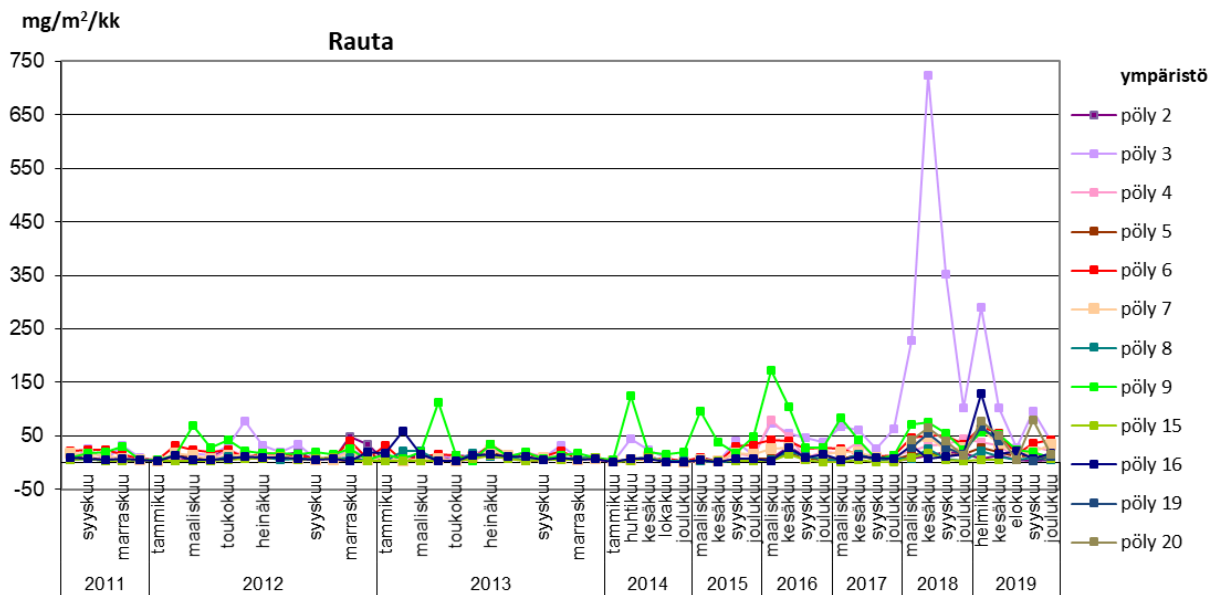
Kaivosalueella rautalaskeumat vaihtelivat välillä 5,5–455 mg/(m²*kk) (Kuva 4-27). Suurin rautapitoisuus määritettiin helmikuussa tarkkailupisteessä pöly14. Vuonna 2019 keskimääräiset pitoisuudet olivat kaikilla kaivosalueen mittauspisteillä matalammat kuin vuonna 2018, lukuun ottamatta pistettä pöly14 (johtuen helmikuun korkeammasta pitoisuudesta).

Myös kaivosalueen ympäristössä rautalaskeumat olivat pääsääntöisesti matalammat vuonna 2019 kuin vuonna 2018 (kuva 4-28). Vain pisteissä pöly7, pöly16 ja pöly20 rautalaskeuma oli hieman korkeampi vuonna 2019 kuin vuonna 2018. Kaivosalueen ympäristössä rautalaskeumat vaihtelivat välillä 2,8–289 mg/(m²*kk). Suurin rautalaskeuma oli helmikuussa pisteessä pöly3.

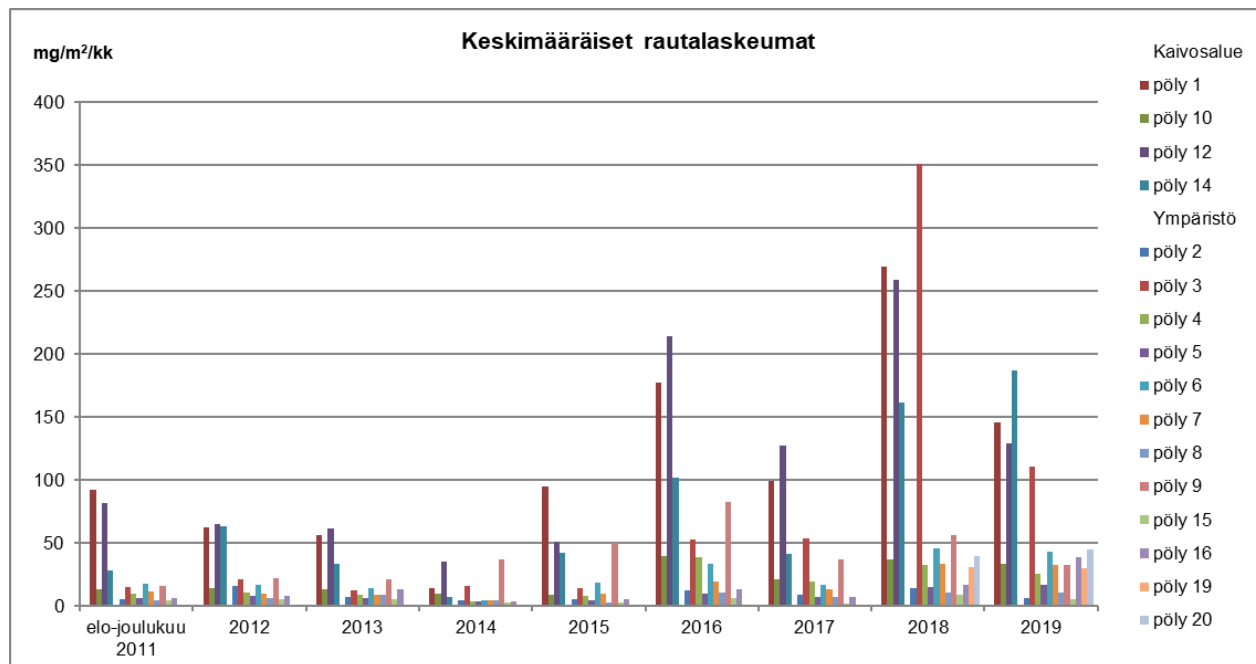
Kaivosalueen ja ympäristön tarkkailupisteissä keskimääräinen rautalaskeuma oli lähes kaikissa tarkkailupisteissä matalampi vuonna 2019 kuin vuonna 2018 (Kuva 4-29).



Kuva 4-27. Rautalaskeman kehitys kaivosalueella vuosina 2011–2019.



Kuva 4-28. Rautalaskemien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2011–2019.



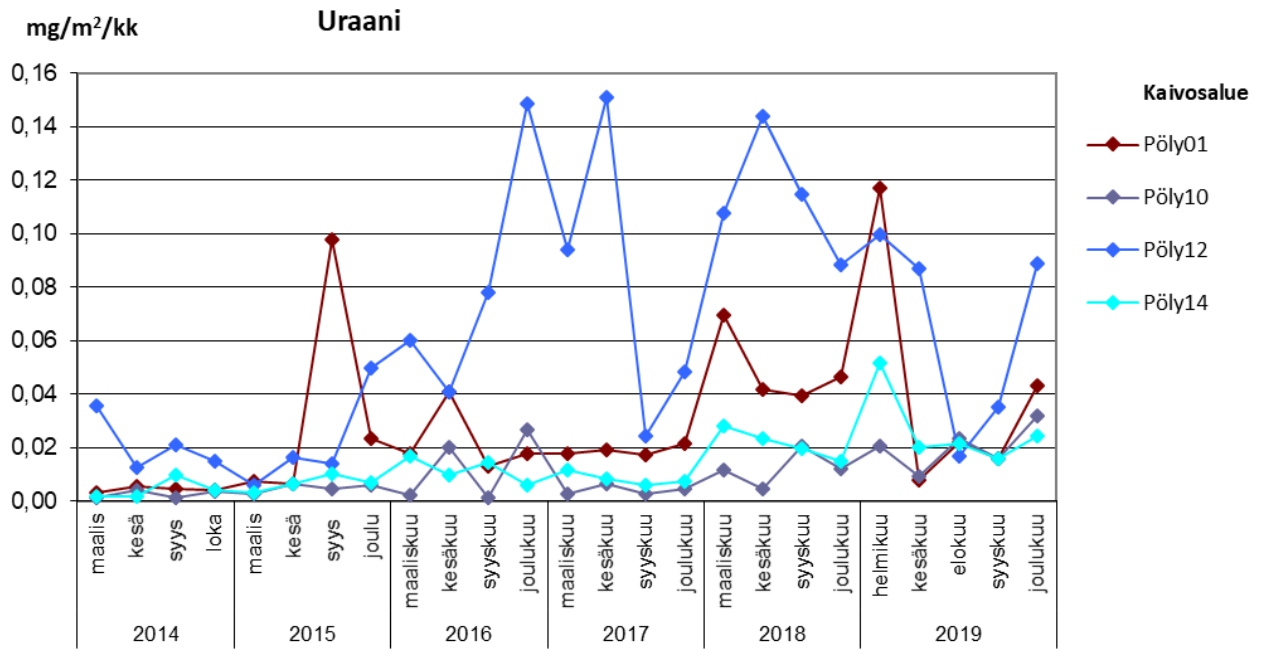
Kuva 4-29. Keskimääräiset rautalasteumat kaivoksen ja ympäristössä vuosina 2011–2019.

4.3.7 Uraani

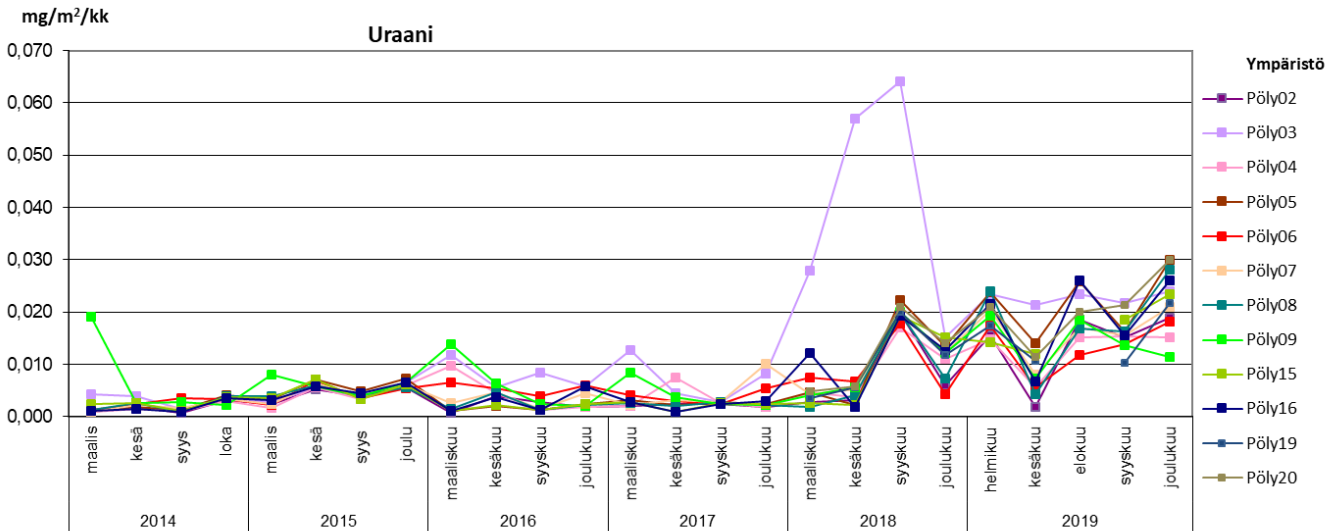
Uraanilasteumaa ryhdyttiin kaivoksen alueella ja sen ympäristössä seuraamaan vuonna 2014. Vuonna 2019 korkein uraanilasteuma todettiin pisteellä pöly1 helmikuussa (Kuva 4-30). Kaivosalueella laskeumat vaihtelivat välillä 0,008-0,12 mg/(m²*kk).

Kaivosalueen ympäristössä laskeumat vaihtelivat välillä 0,002-0,03 mg/(m²*kk) (Kuva 4-31).

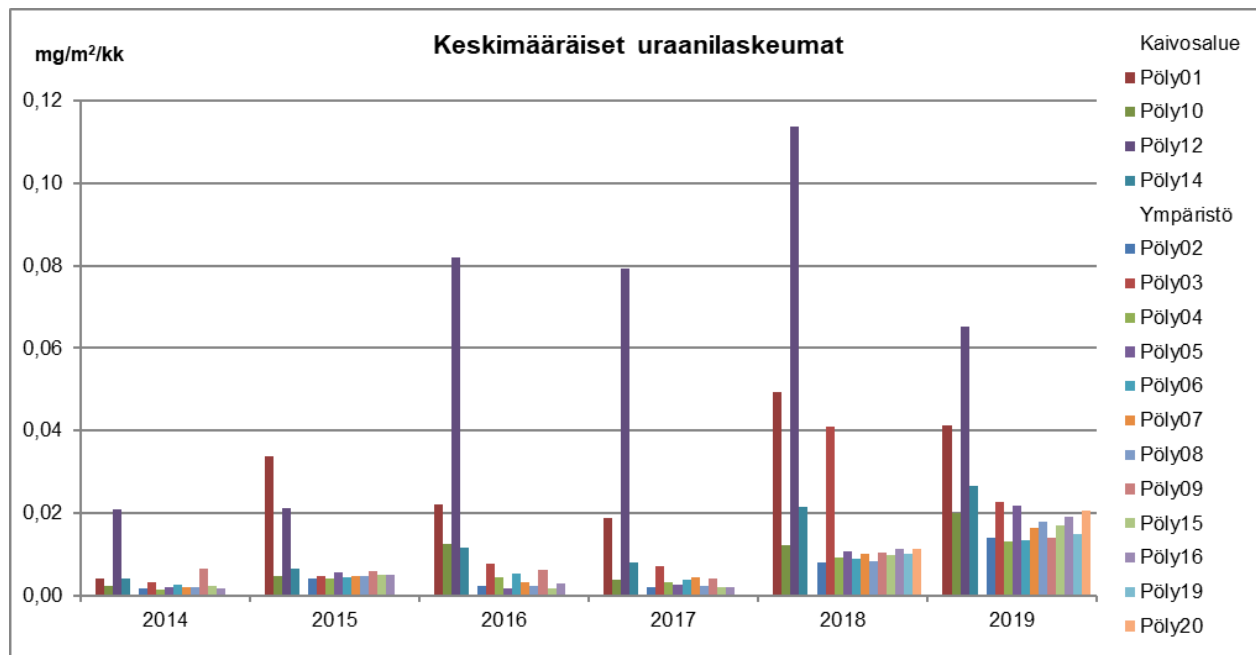
Kaivosalueella ja ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset eivät olleet selvästi todettavissa, sillä pääsääntöisesti laboratorioissa tehdyissä analyyseissä tulokset olivat alle menetelmän määrittämisen (määrittäjäraja 0,5 µg/l). Verrattaessa tuloksia vuoden 2018 tuloksiin tulee huomioida, että tuolloin laboratorion määrittäjäraja oli uraanille analyysikerrasta riippuen 0,5; 0,1 tai 0,05 µg/l. Mikäli pitoisuus oli alle määrittäjärajan, käytettiin laskennassa määrittäjärajapitoisuuden puolikasta.



Kuva 4-30. Uraanilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2014–2019.



Kuva 4-31. Uraanilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2014–2019.



Kuva 4-32. Keskimääräiset uraanilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2014–2019.

5. VAIKUTUSALUE

Kaivoksen toiminnan vaikutukset ilmaan muodostuvat pääasiassa metallien talteenottolaitoksen pestyistä hönkäkaasuista, louhinta- ja malminkäsittelytoimintojen pölyämisestä ja lämmöntuotannon savukaasuista sekä erilaisista hajapäästöistä, kuten liikenteestä. Päästöjen muodostumiseen vaikuttavat toiminnan laatu ja aktiivisuus sekä sadanta. Päästöjen kulkeutumiseen vaikuttavat ilmavirtaukset ja tuulen suunnat, joten vaikutusalueen muotoon ja kokoon vaikuttavat monet tekijät. Lisäksi kuukausiseurannan laskeuma voi muodostua yksittäisistä pitoisuushuipuista tai pelkästään kaukokulkeumasta. Ilmapäästöjen vaikutukset kuitenkin pienenevät etäisyyden kasvaessa toiminta-alueelta.

Suurimmat kiintoaine- ja metallilaskeumat esiintyivät kaivosalueella. Liitteessä 5 on esitetty vuoden 2019 määrittelytulosten perusteella visualisoidut metallilaskeuma-alueet karttapohjilla. Visualisointi on tehty interpoloimalla näytepisteiden välille. Interpolointiin käytettiin käänteisen etäisyyden menetelmää (inverse distance weighting), joka arvioi arvoja siten, että lähimmät näytepisteet vaikuttavat tulokseen eniten. Menetelmällä kuvataan eri laskeumapitoisuuksien esiintymistä tarkkailupisteiden ympäristössä. Menetelmä ei ole luotettava kuvaamaan ja ennustamaan laskeumapitoisuutta alueilla, missä ei ole tiheä tarkkailupisteverkosto. Terrafamen metallilaskeumapitoisuuksia ei voida ennustaa interpolointimenetelmän avulla tarkkailupisteiden välillä, vaan kuvaajien avulla visualisoidaan laskeumapitoisuuksien esiintymistä tarkkailupisteiden ympäristössä.

6. YHTEENVETO

Kaivoksen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2019 yhteensä 16 tarkkailupisteestä kaivoksen alueella sekä sen ympäristössä. Kaivostoiminnan vaikutukset olivat nähtävissä kaivosalueella toimintojen läheisyydessä ja ympäristössä tarkkailupisteessä pöly3 (Pirttimäki). Kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia kiintoainelaskeumaa paremmin kuvaavat laskeumanäytteiden hehkutusjäennökset olivat lähes kaikilla tarkkailupisteillä verrattain alhaisia (0,02-8,7 g/(m²*kk)). Suurin osa ympäristön tarkkailupisteiden kiintoainelaskeumasta oli orgaanista ainesta, etenkin kesällä, jolloin kokonaislaskeumamäärät ovat poikkeuksetta huomattavasti suuremmat kuin talvella.

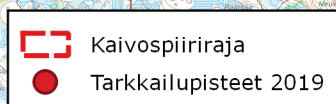
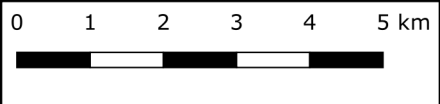
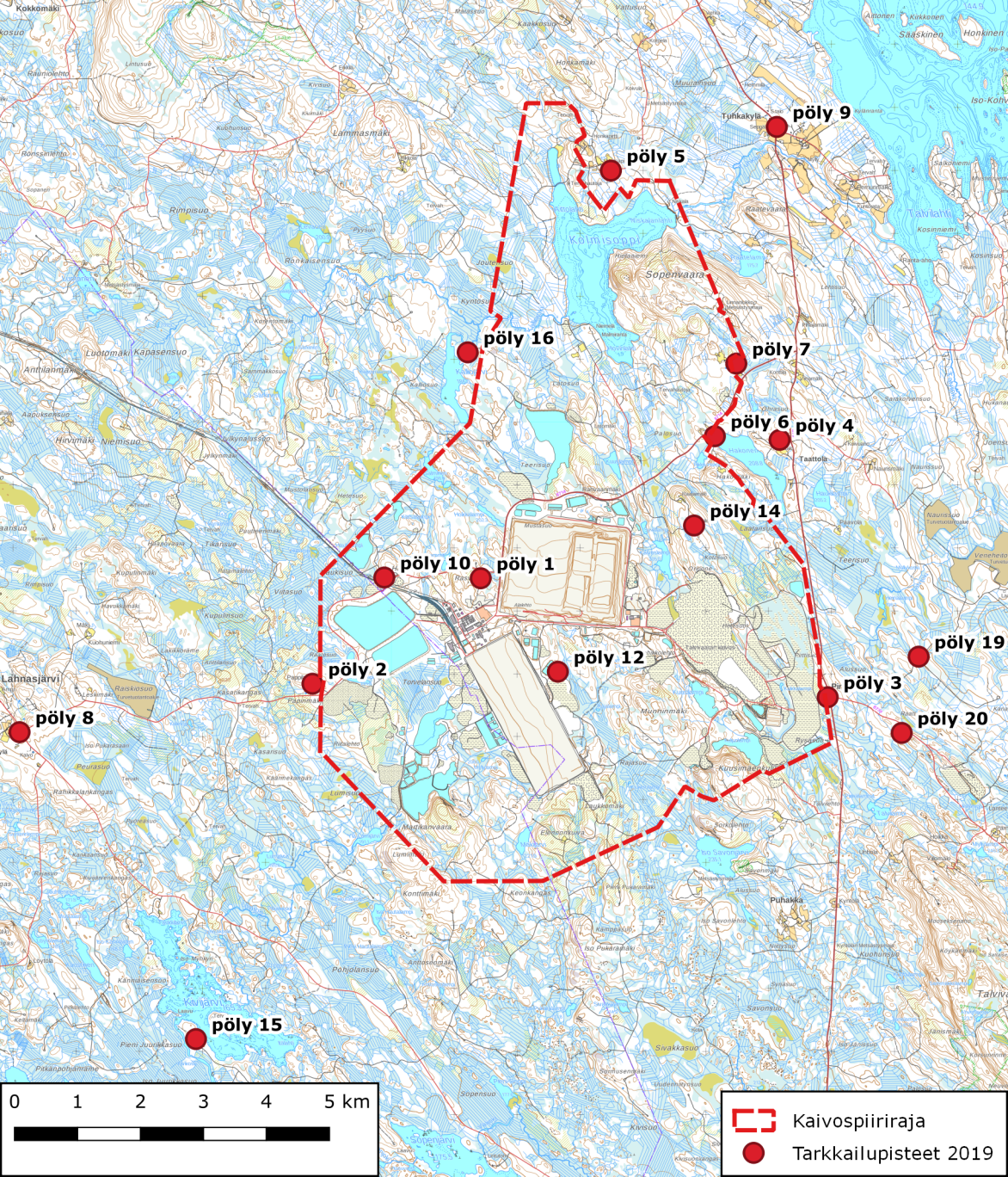
Laskeumatuloksissa, erityisesti metallilaskeumissa, voidaan havaita louhinnan uudelleen käynnistymisen elokuusta 2015 lähtien. Vuonna 2019 ei ollut havaittavissa säännöllistä metallipitoisuuksien laskua tai nousua vuoden 2018 tuloksiin verrattuna. Kaivosalueella korkeimmat metallilaskeumat todettiin Kuusilammen avolouhoksen (pöly12) ja toiminta-alueen pohjoispuolella (pöly1) sekä Kuusilammen avolouhoksen koillispuolella (pöly14). Vuonna 2019 vallitsevat tuulensuunnat olivat etelästä ja etelälounaasta puhaltavat tuulet. Tehdasalueen pohjoispuolen pitoisuudet selittyvät tuulen suunnalla sekä pisteen ja toimintojen lyhyellä välimatkalla. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain havaittavissa. Sivukivialueen KL2 rakentaminen näkyy pisteen pöly3 (Pirttimäki) tuloksissa. Pisteen pöly19 ja pöly20 tuloksissa kaivostoiminta ei kuitenkaan ollut merkittävästi enää havaittavissa. Pisteet pöly19 ja pöly20 sijaitsevat pisteestä pöly3 itään. Kuormituksen kehittymistä ei vielä voi ennakoida, johtuen jaksottaisesta ja vaihtelevasta toiminnasta.

Suomen lainsäädännössä ei kiintoaine- tai metallilaskeumalle ole määrätty raja- tai ohjearvoja. Kiintoainelaskeumalle on aikaisempi viihtyvyyshaittaraja, joka on kuitenkin kumottu. Rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätalouksille pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo 0,3 g/(m²*v) (Vnp 480/1996). Vertailu viisi kertaa vuodessa tehtyihin laskeumatuloksiin on vain suuntaa antava, mutta tulosten perusteella rikkilaskeuman tavoitearvon ylittymisen voi olettaa olevan mahdollista.

Laskeumanesteiden pH-arvoissa ei todettu merkittäviä muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna. Kaivostoiminnan ensimmäisiin vuosiin (2008-2009) verrattuna keskimääräiset laskeumanesteiden pH-arvot ovat olleet alhaisemmalla tasolla miltei kaikissa tarkkailupisteissä.

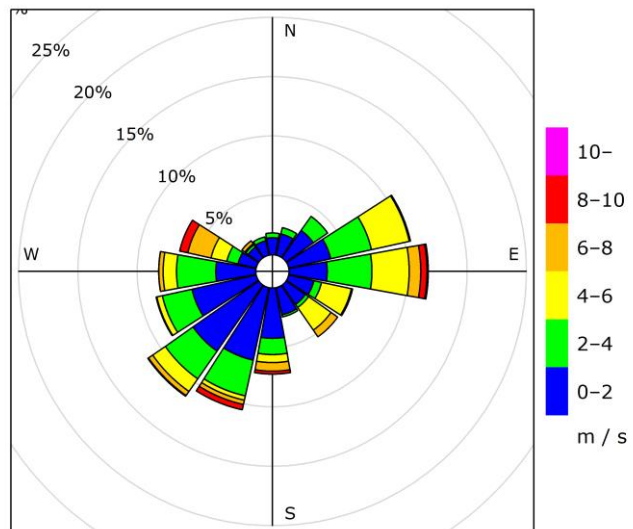
Vuoden 2019 laskeumatarkkailun tulosten perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset näkyvät selvimmin tuotantoalueilla ja niiden välittömässä läheisyydessä. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset todettiin suhteellisen pieniksi, ja niiden arvioidaan edelleen tarkentuvan seurannan edetessä tarkkailusuunnitelman mukaisesti.

LIITE 1
PÖLYTARKKAILUN HAVAINTOPISTEET

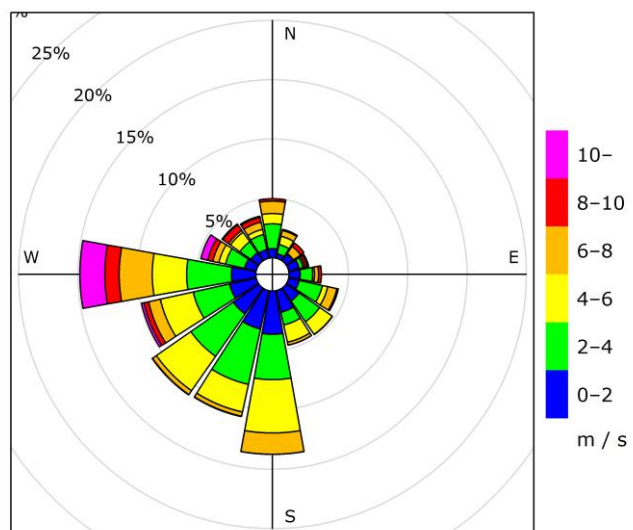


LIITE 2
TUULITIEDOT KUUKAUSITTAIN ILMATIETEEN LAITOKSEN KAJAANIN
ASEMAN MUKAAN

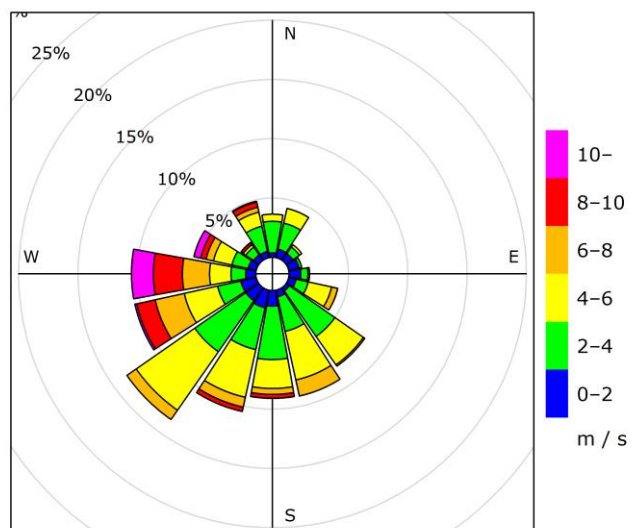
Keräysjakso 4.1.-4.2.2019.



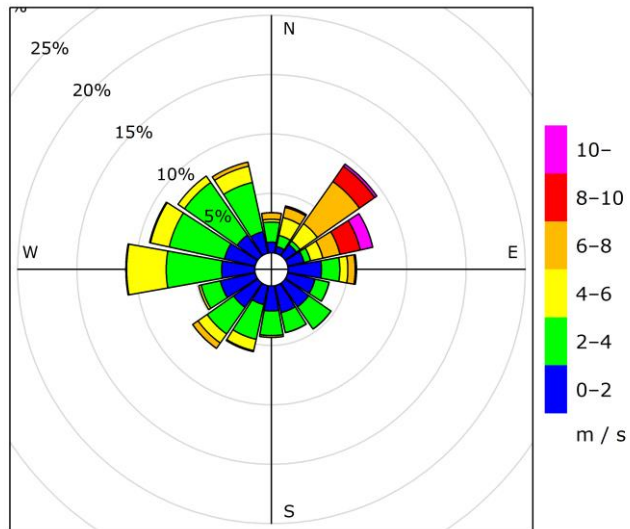
Keräysjakso 4.2.-5.3.2019.



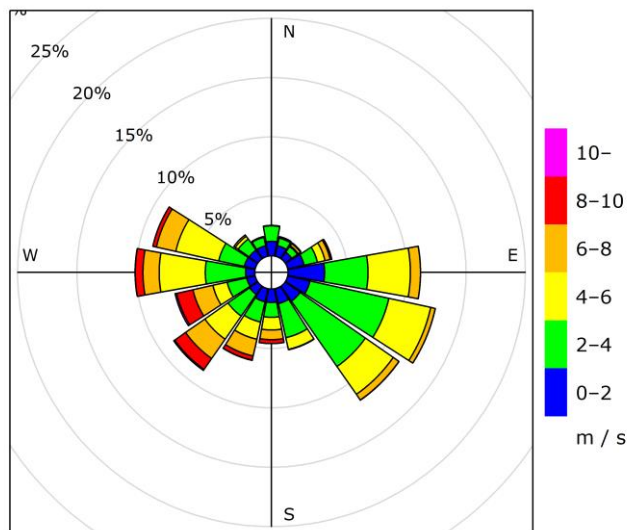
Keräysjakso 5.3.-5.4.2019.



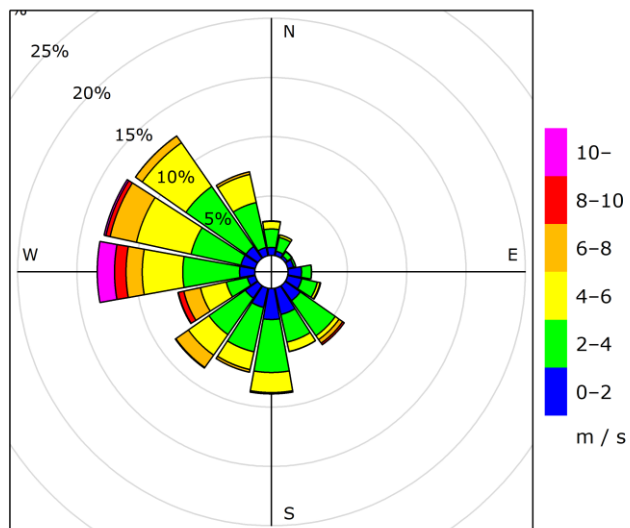
Keräysjakso 5.4.-6.5.2019.



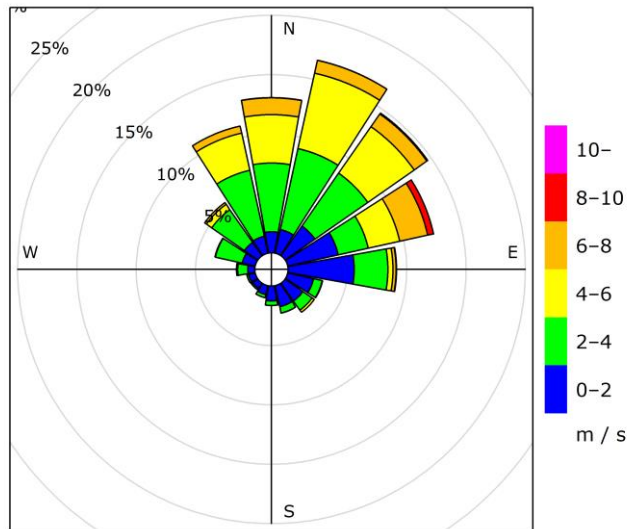
Keräysjakso 6.5.-3.6.2019.



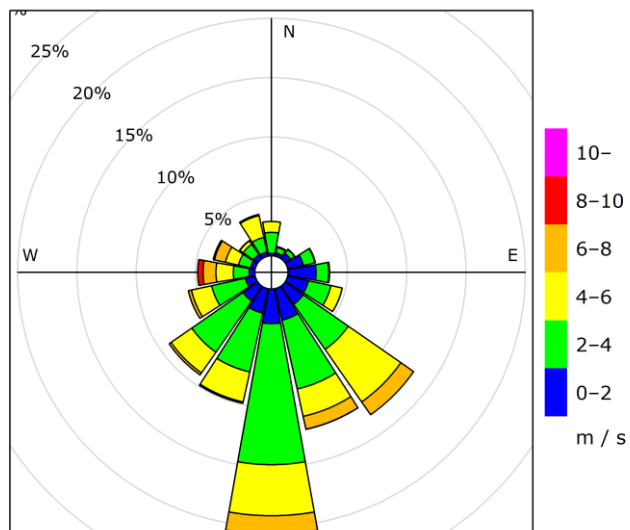
Keräysjakso 3.6.-5.7.2019.



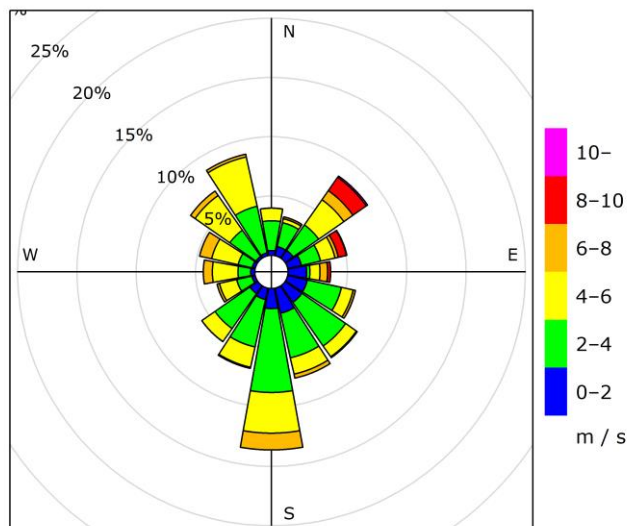
Keräysjakso 5.7.-5.8.2019.



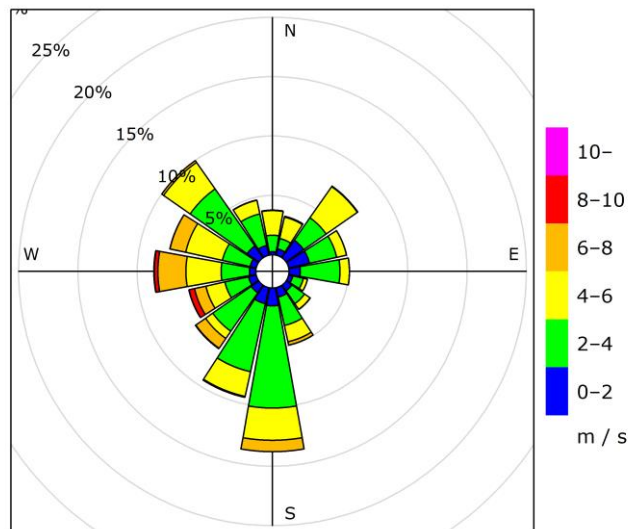
Keräysjakso 5.8.-4.9.2019.



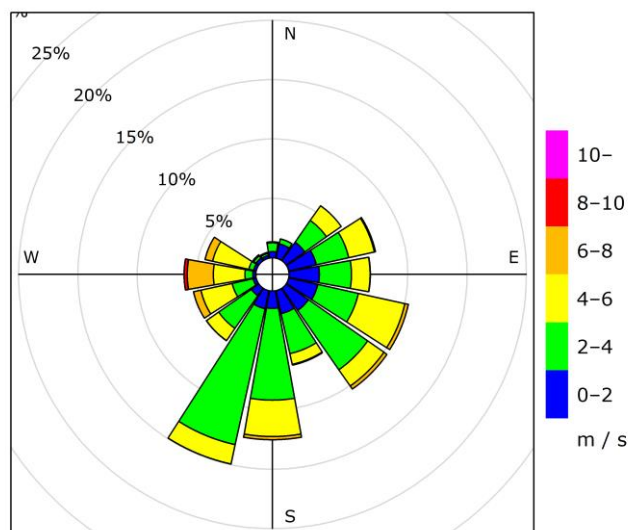
Keräysjakso 4.9.-4.10.2019.



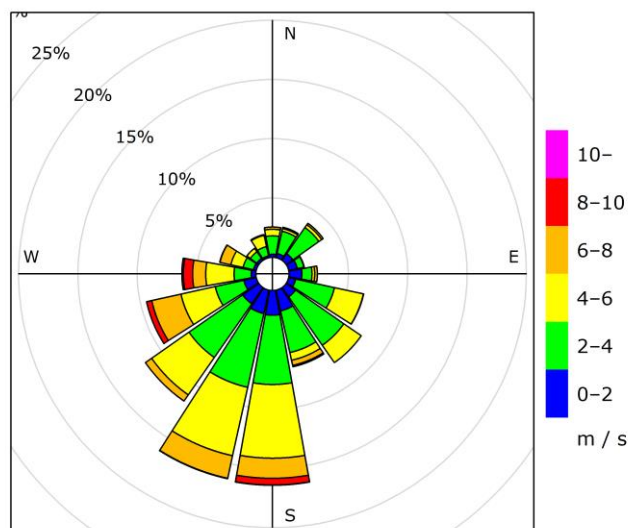
Keräysjakso 4.10.-5.11.2019.



Keräysjakso 5.11.-5.12.2019.



Keräysjakso 5.12.2019-8.1.2020.



LIITE 3
PÖLYTARKKAILUN TULOKSET

5.4.-6.5.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusaännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	450	5,8	2,3	69	0,31	44	0,20	25	0,11														
Poly02	1050	5,6	1,3	24	0,25	12	0,13	12	0,13														
Poly03	3800	6,4	1,5	270	10,24	230	8,72	41	1,55														
Poly04	1100	6,2	1,7	47	0,52	27	0,30	20	0,22														
Poly05	2650	6,3	0,94	16	0,42	4,8	0,13	11	0,29														
Poly06	900	6,1	2,1	63	0,57	40	0,36	22	0,20														
Poly07	2450	5,7	0,98	23	0,56	10	0,24	13	0,32														
Poly08	1450	6,1	1,6	53	0,77	13	0,19	40	0,58														
Poly09	2550	6,5	1,9	170	4,32	150	3,82	22	0,56														
Poly10	3400	9,3	2,5	24	0,81	14	0,47	10	0,34														
Poly12	1150	4,3	1,2	170	1,95	160	1,84	15	0,17														
Poly14	2000	5,4	2,3	94	1,88	58	1,16	36	0,72														
Poly15																							
Poly16	2050	6,7	0,87	16	0,33	6,8	0,14	9,1	0,19														
Poly19	2300	5,8	1,2	24	0,55	17	0,39	7,3	0,17														
Poly20	1750	5,5	1,1	78	1,361822	67	1,169771	11	0,192052														

6.5.-3.6.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusaännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	2600	6,5	6,4	97	2,79	47	1,35	50	1,44														
Poly02	5000	5,6	3,4	60	3,31	18	0,99	42	2,32														
Poly03	3500	6,3	4,3	110	4,25	53	2,05	53	2,05														
Poly04	2000	6,6	5,0	67	1,48	14	0,31	54	1,19														
Poly05	4000	6,0	2,3	44	1,94	5,0	0,22	39	1,72														
Poly06	3000	6,0	2,8	69	2,29	18	0,60	51	1,69														
Poly07	2800	6,3	6,0	74	2,29	11	0,34	63	1,95														
Poly08	2600	6,5	3,1	65	1,87	7,5	0,22	57	1,64														
Poly09	4000	6,3	2,0	65	2,87	40	1,77	24	1,06														
Poly10	2800	6,6	6,1	75	2,32	17	0,53	58	1,79														
Poly12	1600	3,5	2,1	69	1,22	47	0,83	22	0,39														
Poly14	2850	6,4	9,8	120	3,78	29	0,91	89	2,80														
Poly15	5000	6,1	1,0	25	0,66	5,3	0,14	19	0,50														
Poly16	2600	6,7	8,1	72	2,07	6,7	0,19	65	1,87														
Poly19	1700	6,7	1,6	210	3,94	38	0,71	180	3,38														
Poly20	2900	6,6	6,7	72	2,31	29	0,93	44	1,41														

3.6.-5.7.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusaännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	3150	6,8	48	470	14,31	62	1,89	410	12,48	1,8	0,05	47	1,43	53	1,61	1100	33,49	9300	0,28	170	5,18	<0,50	0,008
Poly02	750	7,8	74	1400	10,15	75	0,54	1300	9,42	1,4	0,01	97	0,70	17	0,12	1700	12,32	16000	0,12	500	3,62	<0,50	0,002
Poly03	8800	6,6	28	160	13,61	20	1,70	140	11,91	0,69	0,06	27	2,30	16	1,36	1200	102,06	3800	0,32	66	5,61	<0,50	0,021
Poly04	2350	7,0	63	<2,0	0,02	<2,0	0,02	<2,0	0,02	1,1	0,02	61	1,39	22	0,50	1400	31,80	11000	0,25	140	3,18	<0,50	0,006
Poly05	5800	6,7	21	190	10,65	6,7	0,38	180	10,09	<0,50	0,01	14	0,78	4,7	0,26	360	20,18	3000	0,17	41	2,30	<0,50	0,014
Poly06	2300	6,9	110	980	21,78	63	1,40	910	20,23	2,6	0,06	91	2,02	42	0,93	2500	55,57	17000	0,38	310	6,89	<0,50	0,006
Poly07	3350	6,9	100	710	22,99	40	1,30	670	21,69	1,2	0,04	63	2,04	21	0,68	1100	35,62	13000	0,42	140	4,53	<0,50	0,008
Poly08	1800	6,7	12	280	4,87	25	0,43	250	4,35	0,52	0,01	16	0,28	3,4	0,06	700	12,18	3200	0,06	77	1,34	<0,50	0,004
Poly09	3050	6,6	4,8	140	4,13	35	1,03	110	3,24	1,1	0,03	8,8	0,26	9,2	0,27	1800	53,06	1600	0,05	59	1,74	<0,50	0,007
Poly10	3800	6,7	14	150	5,51	17	0,62	140	5,14	0,54	0,02	14	0,51	7,0	0,26	740	27,18	3300	0,12	53	1,95	<0,50	0,009
Poly12	2000	4,2	21	120	2,32	59	1,14	60	1,16	12	0,23	83	1,60	480	9,28	9200	177,84	24000	0,46	980	18,94	4,5	0,087
Poly14	3300	6,8	66	600	19,14	70	2,23	530	16,90	4,3	0,14	110	3,51	78	2,49	4500	143,52	12000	0,38	310	9,89	0,63	0,020
Poly15	4950	6,3	7,1	80	3,83	6,7	0,32	73	3,49	<0,50	0,01	3,4	0,16	<3,0	0,07	120	5,74	1300	0,06	14	0,67	<0,50	0,012
Poly16	2750	6,9	24	230	6,11	<2,0	0,03	230	6,11	<0,50	0,01	22	0,58	10	0,27	590	15,68	4300	0,11	54	1,44	<0,50	0,007
Poly19	4400	6,6	18	160	6,80	20	0,85	140	5,95	0,87	0,04	15	0,64	13	0,55	950	40,40	3500	0,15	71	3,02	<0,50	0,011
Poly20	4750	6,6	8,8	160	7,35	28	1,29	130	5,97	0,78	0,04	11	0,50	12	0,55	1100	50,50	2400	0,11	80	3,67	<0,50	0,011

5.7.-5.8.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	2000	7,1	10	210	4,19	48	0,96	160	3,19														
Poly02	350	7,7	60	880	3,07	100	0,35	780	2,72														
Poly03	3050	7,3	27	220	6,69	26	0,79	200	6,09														
Poly04	400	7,8	43	400	1,60	44	0,18	350	1,40														
Poly05	2650	7,2	12	200	5,29	9,1	0,24	190	5,02														
Poly06	1050	7,0	98	1400	14,67	87	0,91	1300	13,62														
Poly07	1350	7,5	120	1300	17,51	78	1,05	1200	16,16														
Poly08	300	7,7	76	1600	4,79	190	0,57	1400	4,19														
Poly09	800	7,1	9,3	280	2,23	64	0,51	210	1,68														
Poly10	1400	7,3	26	430	6,01	40	0,56	390	5,45														
Poly12	400	7,8	72	1300	5,19	400	1,60	930	3,71														
Poly14	1450	7,6	100	780	11,28	70	1,01	710	10,27														
Poly15																							
Poly16	1000	7,6	58	520	5,19	32	0,32	490	4,89														
Poly19	800	7,3	72	1800	14,37	89	0,71	1700	13,57														
Poly20	1300	7,2	7,5	180	2,33	48	0,62	130	1,69														

5.8.-4.9.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	8500	6,6	4,8	32	2,80	14	1,23	18	1,58	1,8	0,16	18	1,58	45	3,94	900	78,87	2500	0,22	130	11,39	<0,50	0,222
Poly02	7200	6,3	0,98	15	1,11	<2,0	0,07	14	1,04	<0,50	0,02	<3,0	0,11	<3,0	0,11	55	4,08	520	0,04	7,3	0,54	<0,50	0,019
Poly03	9100	6,6	3,7	91	8,54	52	4,88	39	3,66	<0,50	0,02	6,2	0,58	5,4	0,51	300	28,14	960	0,09	45	4,22	<0,50	0,023
Poly04	5900	6,4	1,4	23	1,40	9,3	0,57	14	0,85	<0,50	0,02	4,0	0,24	4,0	0,24	110	6,69	730	0,04	25	1,52	<0,50	0,015
Poly05	10000	6,1	0,51	20	2,06	<2,0	0,10	18	1,86	<0,50	0,03	3,4	0,35	<3,0	0,15	110	11,34	<500	0,03	13	1,34	<0,50	0,026
Poly06	4550	6,7	3,7	34	1,59	7,1	0,33	26	1,22	0,50	0,02	8,1	0,38	8,4	0,39	350	16,42	1200	0,06	30	1,41	<0,50	0,012
Poly07	6600	7,1	9,9	37	2,52	3,3	0,22	33	2,25	<0,50	0,02	11	0,75	5,3	0,36	220	14,97	1600	0,11	25	1,70	<0,50	0,017
Poly08	6550	6,6	3,4	34	2,30	3,1	0,21	31	2,09	<0,50	0,02	4,9	0,33	<3,0	0,10	72	4,86	850	0,06	11	0,74	<0,50	0,017
Poly09	7200	6,0	0,89	26	1,93	8,8	0,65	17	1,26	<0,50	0,02	4,7	0,35	<3,0	0,11	330	24,49	550	0,04	18	1,34	<0,50	0,019
Poly10	9100	6,6	2,0	12	1,13	3,3	0,31	8,6	0,81	<0,50	0,02	<3,0	0,14	<3,0	0,14	100	9,38	720	0,07	11	1,03	<0,50	0,023
Poly12	6550	4,8	4,1	21	1,42	7,1	0,48	14	0,95	3	0,20	12	1,42	85	5,74	1400	94,54	4000	0,27	150	10,13	<0,50	0,017
Poly14	8300	6,7	7,0	39	3,34	14	1,20	25	2,14	0,64	0,05	21	0,86	12	1,03	800	68,45	1800	0,15	56	4,79	<0,50	0,021
Poly15		6,8	19	170		3,3		170		<0,50		24		4,5		220		4100		67	0,00	<0,50	
Poly16	10100	6,3	3,5	26	2,71	<2,0	0,10	29	3,02	<0,50	0,03	9,8	1,02	4,4	0,46	210	21,87	1000	0,10	30	3,12	<0,50	0,026
Poly19		6,7	7,6	55		5,0		50		<0,50		10		3,3		190		1800		26		<0,50	
Poly20	7800	6,5	1,8	9,7	0,78	<2,0	0,08	8,7	0,70	<0,50	0,02	3,7	0,30	<3,0	0,12	51	4,10	580	0,05	7,3	0,59	<0,50	0,020

4.9.-4.10.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	6200	6,9	4,8	25	1,60	13	0,83	13	0,83	1,3	0,08	17	1,09	28	1,79	980	62,64	2200	0,14	120	7,67	<0,50	0,016
Poly02	5850	6,6	2	9,6	0,58	<2,0	0,06	8,8	0,53	<0,50	0,02	3,9	0,24	<3,0	0,09	47	2,83	760	0,05	11	0,66	<0,50	0,015
Poly03	8400	6,3	3,9	56	4,85	14	1,21	43	3,72	0,70	0,06	23	1,99	20	1,73	1100	95,26	1600	0,14	1600	138,56	<0,50	0,022
Poly04	5950	1,4	1,9	10	0,61	5,7	0,35	4,5	0,28	<0,50	0,02	7,3	0,45	7,7	0,47	490	30,06	890	0,05	17	1,04	<0,50	0,015
Poly05	6300	6,6	6,4	46	2,99	<2,0	0,06	45	2,92	<0,50	0,02	11	0,71	3,3	0,21	190	12,34	770	0,05	88	5,72	<0,50	0,016
Poly06	5400	6,3	0,89	15	0,84	8,5	0,47	6,9	0,38	<0,50	0,01	8,5	0,47	7,1	0,40	630	35,07	860	0,05	39	2,17	<0,50	0,014
Poly07	6000	6,7	2,3	13	0,80	3,8	0,24	9,2	0,57	<0,50	0,02	5,3	0,33	3,4	0,21	320	19,79	800	0,05	19	1,18	<0,50	0,015
Poly08	6350	6,3	3,0	39	2,55	<2,0	0,07	39	2,55	<0,50	0,02	5,0	0,33	4,8	0,31	150	9,82	740	0,05	28	1,83	<0,50	0,016
Poly09	5300	6,8	2,1	20	1,09	12	0,66	8,2	0,45	<0,50	0,01	4,3	0,23	<3,0	0,08	340	18,58	650	0,04	16	0,87	<0,50	0,014
Poly10	6100	6,8	2,1	8,2	0,52	<2,0	0,06	6,4	0,40	<0,50	0,02	3,8	0,24	<3,0	0,09	88	5,53	630	0,04	10	0,63	<0,50	0,016
Poly12	5750	4,8	2,6	16	0,95	13	0,77	3,7	0,22	1,9	0,11	21	1,24	58	3,44	1400	82,99	2900	0,17	140	8,30	0,59	0,035
Poly14	6150	6,9	5,9	38	2,41	25	1,59	14	0,89	1,1	0,07	18	1,14	20	1,27	1200	76,08	1700	0,11	49	3,11	<0,50	0,016
Poly15	7200	6,1	2,6	23	1,71	<2,0	0,07	27	2,00	<0,50	0,02	5,8	0,43	<3,0	0,11	84	6,24	510	0,04	25	1,86	<0,50	0,019
Poly16	6000	6,3	0,93	13	0,80	<2,0	0,06	11	0,68	<0,50	0,02	6,5	0,40	<3,0	0,09	130	8,04	530	0,03	17	1,05	<0,50	0,015
Poly19	4000	6,6	0,86	4,9	0,20	<2,0	0,04	3,1	0,13	<0,50	0,01	<3,0	0,06	<3,0	0,06	86	3,55	<500	0,01	10	0,41	<0,50	0,010
Poly20	8250	6,5	0,69	5,7	0,48	3,1	0,26	2,6	0,22	0,75	0,06	11	0,94	12	1,02	930	79,10	770	0,07	32	2,72	<0,50	0,021

4.10.-5.11.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäänös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	10450	6,2	1,4	12	1,21	6,4	0,65	5,4	0,55														
Poly02	10200	5,8	0,87	5,4	0,53	<2,0	0,10	5,2	0,51														
Poly03	11100	5,9	0,78	9,0	0,97	4,8	0,51	4,2	0,45														
Poly04	9950	5,7	0,47	2,4	0,23	<2,0	0,10	<2,0	0,10														
Poly05	11400	5,9	1,0	3,7	0,41	3,0	0,33	<2,0	0,11														
Poly06	9600	5,7	1,2	11	1,02	<2,0	0,09	9,1	0,84														
Poly07	10500	5,7	0,39	2,6	0,26	<2,0	0,10	2,1	0,21														
Poly08	10000	5,9	2,6	14	1,35	<2,0	0,10	14	1,35														
Poly09	9650	6,0	0,70	10	0,93	6,6	0,62	3,8	0,35														
Poly10	10650	5,6	0,37	<2,0	0,10	<2,0	0,10	<2,0	0,10														
Poly12	10300	4,5	3,2	3,4	0,34	2,5	0,25	<2,0	0,10														
Poly14	11000	5,8	0,61	5,0	0,53	2,3	0,11	2,7	0,29														
Poly15	10200	5,9	1,1	5,3	0,52	<2,0	0,10	10	0,99														
Poly16	9750	5,8	0,41	2,8	0,26	<2,0	0,09	2,3	0,22														
Poly19	10950	5,5	0,40	2,2	0,23	<2,0	0,11	<2,0	0,11														
Poly20	11450	5,5	0,38	3,1	0,343057	<2,0	0,110664	<2,0	0,110664														

5.11.-5.12.

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäänös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	12425	7	1,5	15	1,92	14	1,79	<2,0	0,13														
Poly02	10450	5,8	0,49	<2,0	0,11	<2,0	0,11	<2,0	0,11														
Poly03	13200	5,2	0,45	3,0	0,41	<2,0	0,14	<2,0	0,14														
Poly04	9800	5,2	0,47	<2,0	0,10	<2,0	0,10	<2,0	0,10														
Poly05	11450	5,3	0,37	3,2	0,38	2,3	0,27	<2,0	0,12														
Poly06	11000	5,4	0,43	2,8	0,32	<2,0	0,11	<2,0	0,11														
Poly07	11650	5,3	0,44	2,5	0,30	<2,0	0,12	<2,0	0,12														
Poly08	13000	5,7	0,40	2,4	0,32	<2,0	0,13	<2,0	0,13														
Poly09	11425	5,5	0,52	4,1	0,48	2,6	0,31	<2,0	0,12														
Poly10	11700	6,0	0,42	2,5	0,30	<2,0	0,12	<2,0	0,12														
Poly12	8675	4,8	1,7	6,0	0,54	4,9	0,44	<2,0	0,09														
Poly14	10200	5,3	0,48	14	1,47	13	1,37	<2,0	0,11														
Poly15	13750	5,1	0,46	<2,0	0,14	<2,0	0,14	<2,0	0,14														
Poly16	11475	5,4	0,39	4,0	0,47	2,4	0,28	<2,0	0,12														
Poly19	8725	5,3	0,39	<2,0	0,09	<2,0	0,09	<2,0	0,09														
Poly20	13400	5,3	0,42	<2,0	0,14	<2,0	0,14	<2,0	0,14														

5.12.-7.1./8.1.

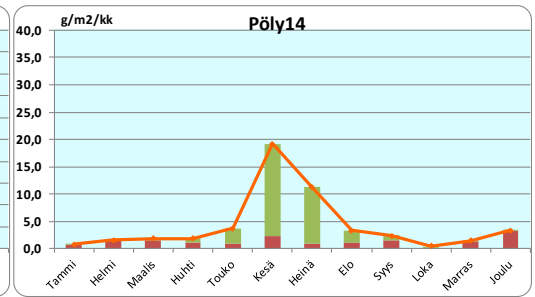
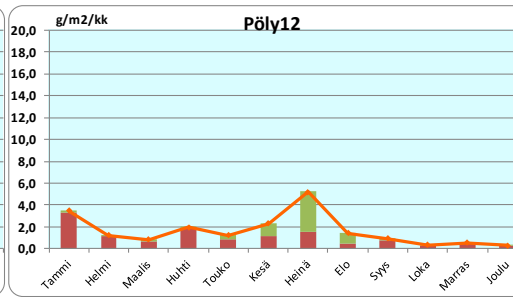
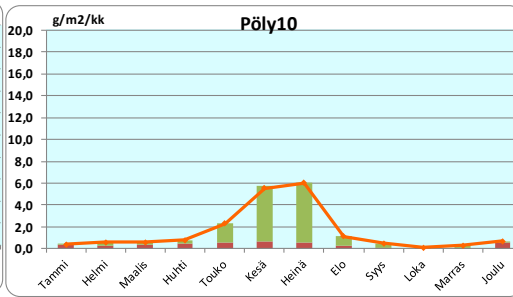
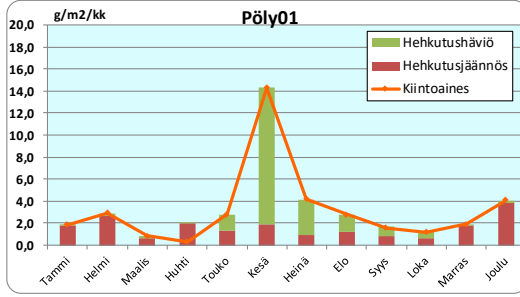
Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus mS/m	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäänös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Poly01	8650	8,1	4,3	5,2	4,09	4,9	3,86	2,5	0,20	5,2	0,41	4,9	3,86	110	8,66	3000	236,05	2500	0,20	330	25,97	0,55	0,043
Poly02	8300	6	0,48	<2,0	0,08	<2,0	0,08	<2,0	0,08	<0,50	0,02	6,0	0,45	<3	0,11	73	5,51	<500	0,02	11	0,83	<0,50	0,019
Poly03	10550	5,3	0,56	4,0	0,38	2,5	0,24	<2,0	0,10	<0,50	0,02	7,6	0,73	10	0,96	420	40,31	580	0,06	43	4,13	<0,50	0,024
Poly04	6650	5,7	0,52	4,4	0,27	3,7	0,22	<2,0	0,06	<0,50	0,02	5,3	0,32	6,5	0,39	340	20,57	550	0,03	25	1,51	<0,50	0,015
Poly05	13200	5,7	0,45	<2,0	0,12	<2,0	0,12	<2,0	0,12	<0,50	0,03	4,7	0,56	3,6	0,43	100	12,01	<500	0,03	16	1,92	<0,50	0,030
Poly06	8000	5,4	0,55	6,8	0,49	4,5	0,33	2,3	0,17	0,78	0,06	9,3	0,68	13	0,95	590	42,94	640	0,05	40	2,91	<0,50	0,018
Poly07	9250	5,5	0,52	5,1	0,43	3,5	0,29	<2,0	0,08	0,52	0,04	7,6	0,64	8,0	0,67	400	33,66	510	0,04	37	3,11	<0,50	0,021
Poly08	12000	6,1	0,44	<2,0	0,11	<2,0	0,11	<2,0	0,11	<0,50	0,03	<3,0	0,17	<3,0	0,17	41	4,61	<500	0,03	13	1,46	<0,50	0,028
Poly09	4850	5,6	0,56	4,9	0,22	3,5	0,16	<2,0	0,05	<0,50	0,01	4,1	0,19	3,8	0,17	220	10,00	<500	0,01	18	0,82	<0,50	0,011
Poly10	14000	7,0	1,2	5,6	0,71	4,3	0,55	<2,0	0,13	1,0	0,13	11	1,40	19	2,42	610	77,68	690	0,09	56	7,13	<0,50	0,032
Poly12	8850	4,8	2,9	3,6	0,29	3,0	0,24	<2,0	0,08	2,4	0,19	15	1,21	110	8,86	1500	120,76	3000	0,24	220	17,71	1,1	0,089
Poly14	10300	6,8	1,5	3,5	3,38	34	3,28	<2,0	0,10	2,1	0,20	22	2,12	34	3,28	2000	193,06	1200	0,12	94	9,07	<0,50	0,024
Poly15	10000	5,5	0,41	<2,0	0,09	<2,0	0,09	<2,0	0,09	<0,50	0,02	5,1	0,48	<3,0	0,14	73	6,84	<500	0,02	14	1,31	<0,50	0,023
Poly16	11450	5,9	0,42	2,3	0,24	<2,0	0,10	<2,0	0,10	<0,50	0,03	3,5	0,36	5,1	0,53	170	17,71	<500	0,03	26	2,71	<0,50	0,026
Poly19	9300	6,3	0,44	<2,0	0,09	<2,0	0,09	<2,0	0,09	<0,50	0,02	6,1	0,53	<3,0	0,13	120	10,46	<500	0,02	17	1,48	<0,50	0,022
Poly20	13200	5,4	0,47	<2,0	0,12	<2,0	0,12	<2,0	0,12	<0,50	0,03	4,2	0,50	3,2	0,38	130	15,61	<500	0,03	17	2,04	<0,50	0,030

LIITE 4
KIINTOAINEKUVAAJAT

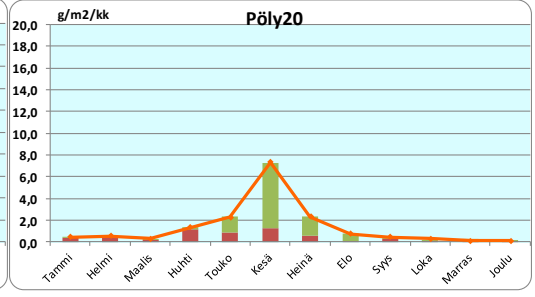
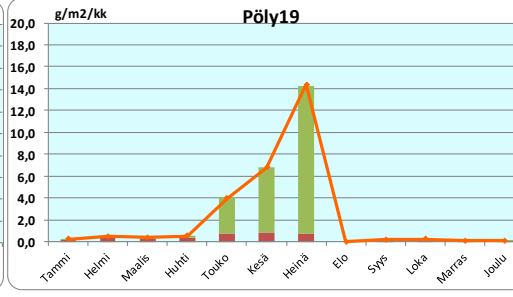
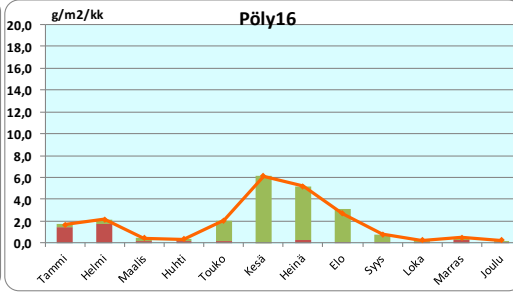
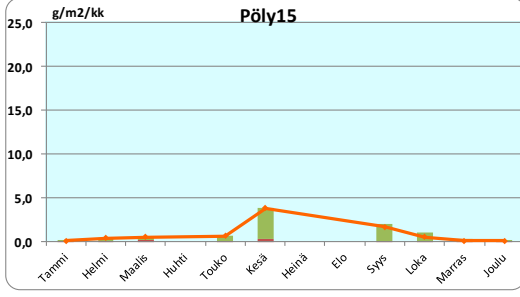
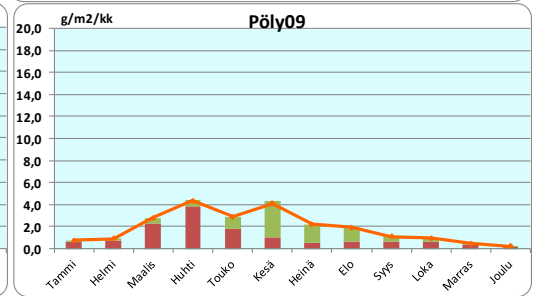
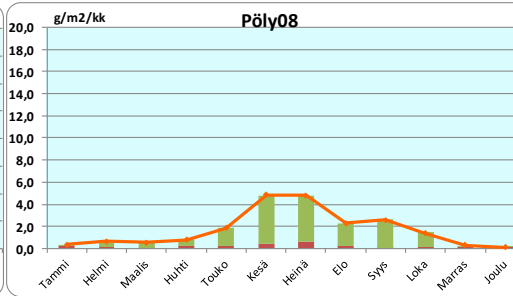
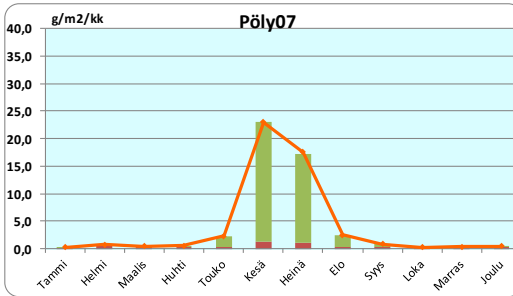
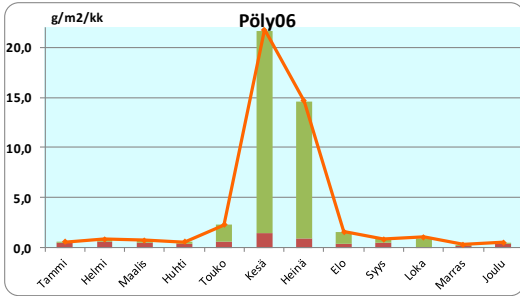
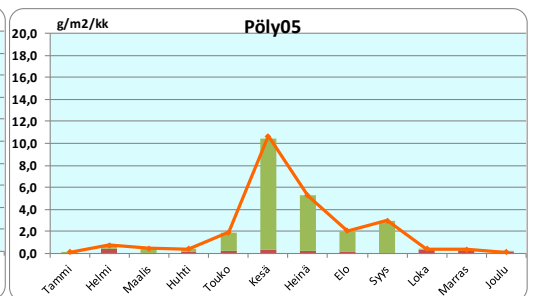
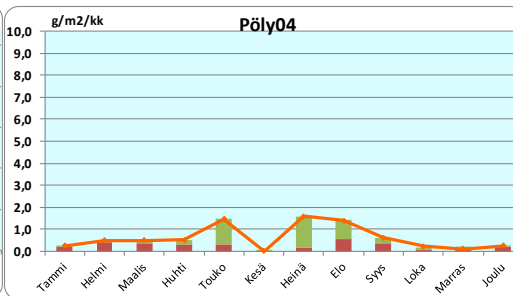
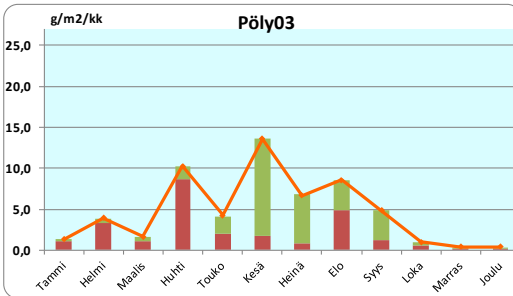
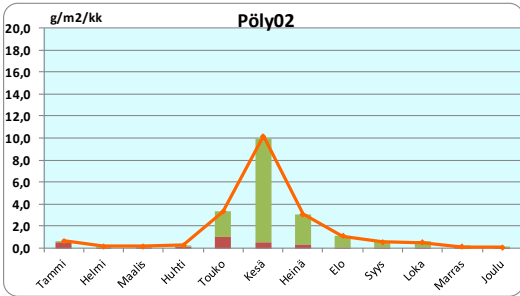
Kiintoaineksen, hehkutusjäännöksen ja -hävion suhteet laskeumatarkkailupisteillä vuonna 2019



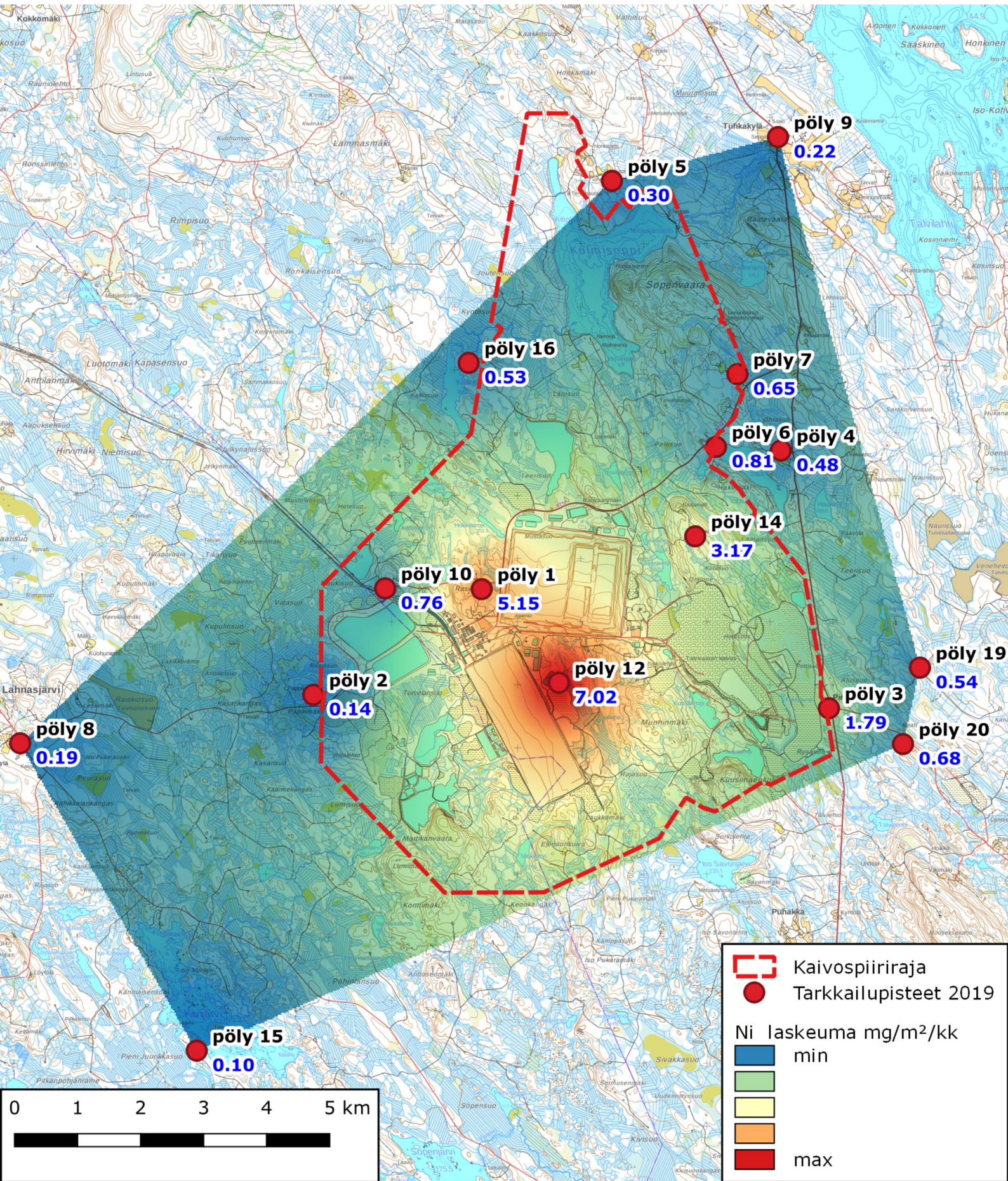
Kaivosalueen tarkkailupisteet



Ympäristön tarkkailupisteet



LIITE 5
PITOISUUSJAKAUMAKARTAT



pöly 8
0.19

pöly 2
0.14

pöly 15
0.10

pöly 10
0.76

pöly 1
5.15

pöly 12
7.02

pöly 16
0.53

pöly 5
0.30

pöly 14
3.17

pöly 6
0.81

pöly 7
0.65

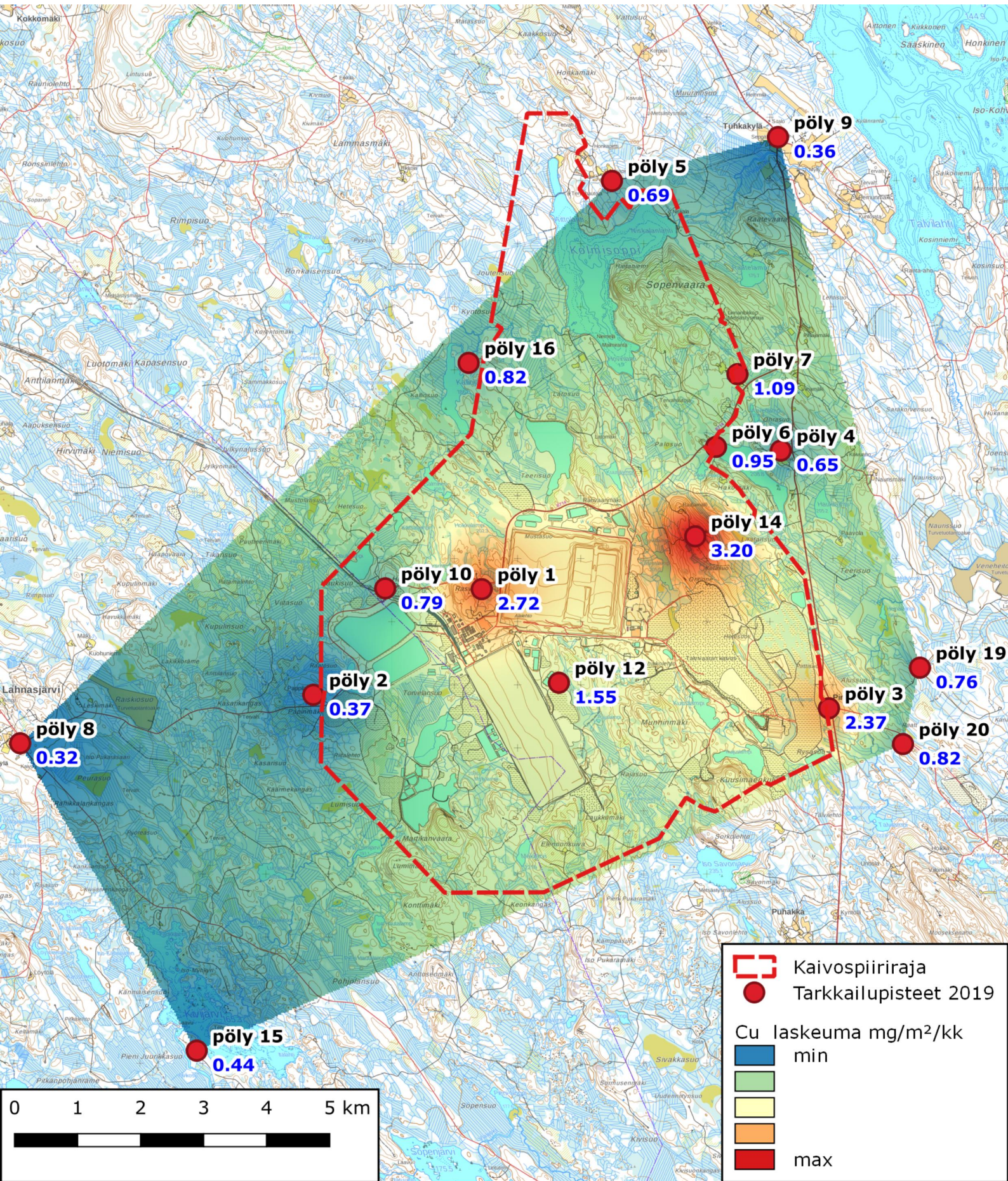
pöly 4
0.48

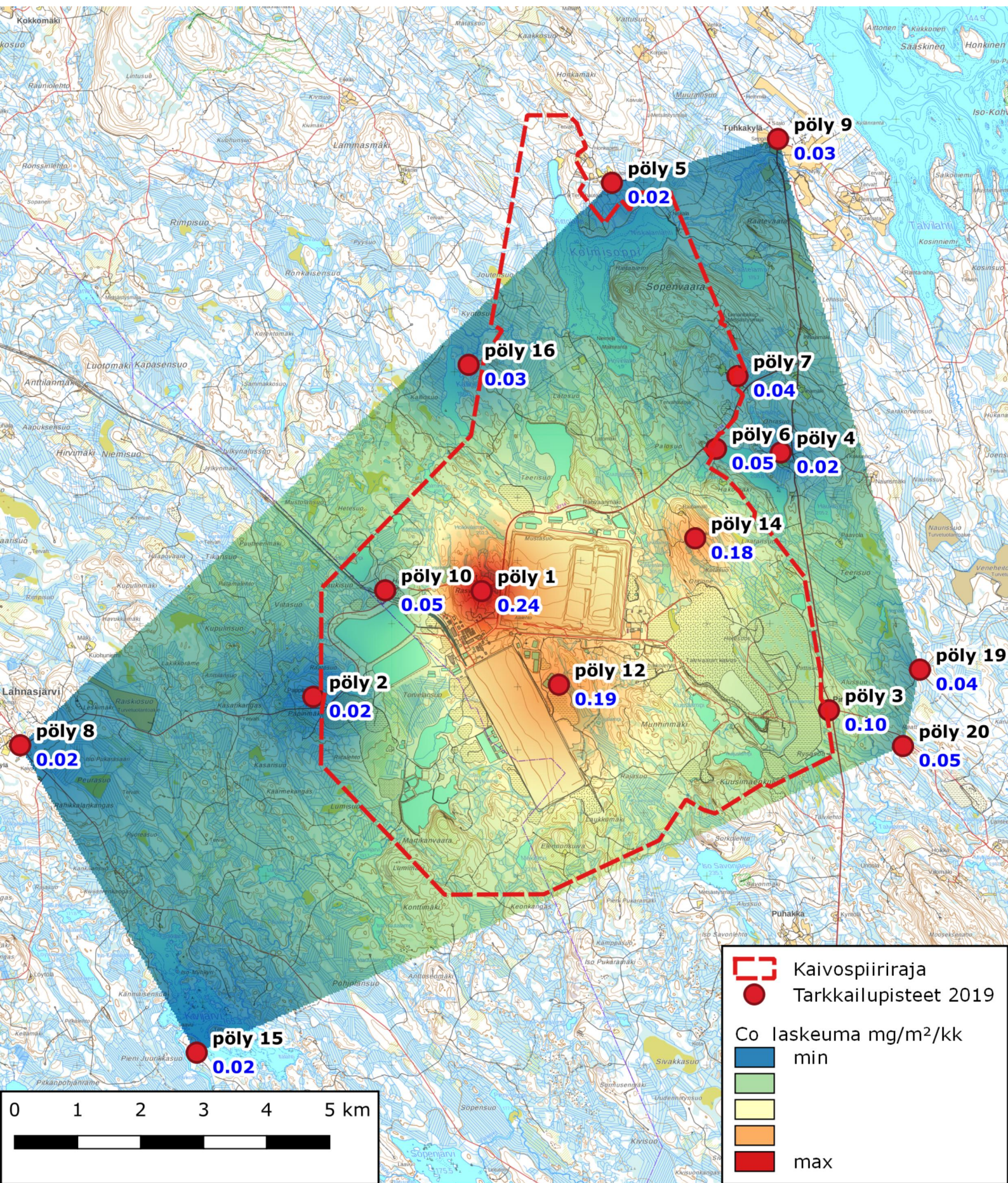
pöly 9
0.22

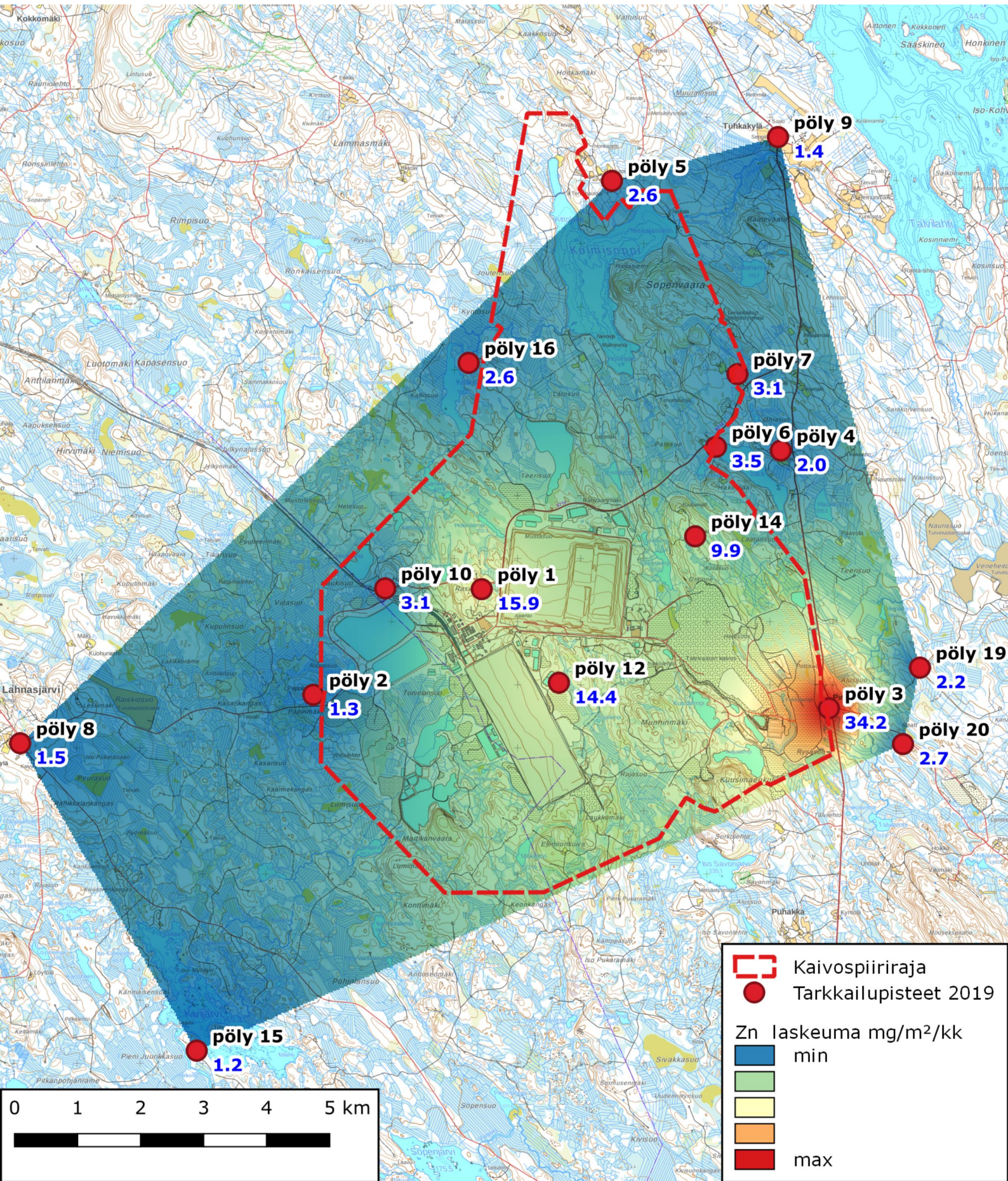
pöly 3
1.79

pöly 19
0.54

pöly 20
0.68







pöly 8
1.5

pöly 2
1.3

pöly 10
3.1

pöly 1
15.9

pöly 12
14.4

pöly 16
2.6

pöly 5
2.6

pöly 14
9.9

pöly 6
3.5

pöly 7
3.1

pöly 4
2.0

pöly 9
1.4

pöly 3
34.2

pöly 19
2.2

pöly 20
2.7

pöly 15
1.2

