

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Vuosiraportti 2017

Päivämäärä
10.4.2018

TERRAFAME OY

OSA IX:

PÖLYLASKEUMATARKKAILU

VUONNA 2017



TERRAFAME OY
KAIVOKSEN TARKKAILU VUONNA 2017
OSA X: PÖLYLASKEUMA

Päivämäärä **10.4.2017**
Laatija **Anne Kiljunen, Ramboll**
Tarkastaja **Katariina Koikkalainen, Ramboll**
Hyväksyjä **Elina Salmela, Terrafame Oy**
Kuvaus **Kaivoksen ympäristötarkkailun vuosiraportti 2017**

Viite 1510032108

Kannen kuva: tarkkailupiste Pöly 12, 29.12.2104.

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	15
4.3.5	Rikki	17
4.3.6	Rauta	19
4.3.7	Uraani	21
5.	Vaikutusalue	24
6.	Yhteenveto	25

Liitteet

Liite 1	Pölytarkkailun havaintopisteet
Liite 2	Tuulitiedot
Liite 3	Pölytarkkailun tulokset vuonna 2017
Liite 4	Kiintoainekuvaajat
Liite 5	Pitoisuusjakaumakartat

1. JOHDANTO

Terrafamen kaivoksen lähialueen pölylaskeuman tarkkailua tehdään voimassa olevan tarkkailuohjelman (Pöyry Finland Oy 2016, päivitetty 6.2.2017) mukaisesti.

Terrafamen kaivosalueen ja sen ympäristön pölylaskeuman määrää sekä koostumusta seurataan yhteensä 14 tarkkailupisteestä, joista neljä sijaitsee kaivospiirin alueella ja kymmenen sen ympäristössä.

2. TARKKAILUN TOTEUTUS

2.1 Määrittelyt

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 hiukkas-kokoluokille 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 määrittäminen on haasteellista.

2.2 Tarkkailupisteet ja näytteenotto

Tarkkailupisteiden tiedot on esitetty oheisessa taulukossa (Kuva 2-1). Pisteiden sijainnit kartalla on esitetty liitteessä 1.

Kuva 2-1. Tarkkailupisteiden tiedot.

Tunnus	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Alue	Kohdekuvaus	Taustapiste
	X	Y			
Pöly01	549424	7095518	Tehdasalue	Kaivosalue	x
Pöly02	546752	7093843	Pappila	Asuinkiinteistö	
Pöly03	554934	7093629	Pirttimäki	Asuinkiinteistö	
Pöly04	554170	7097716	Taattola	Asuinkiinteistö	
Pöly05	551491	7101992	Metsäpirtti	Asuinkiinteistö	
Pöly06	553142	7097774	Myllyniemi	Asuinkiinteistö	
Pöly07	553483	7098927	Sorsala	Asuinkiinteistö	
Pöly08	542101	7093074	Lahnasjärven metsästusmaja		
Pöly09	554126	7102686	Tuhkäkylän koulu		x
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	
Pöly16	549217	7099106	Kalliojärvi	Loma-asunto	

Laskeumatarkkailu perustuu standardiin SFS 3865. Jokaisessa tarkkailupisteessä käytettiin kahta rinnakkaista keräintä, joiden sisällöt yhdistettiin ennen analysointia. Keräilyjakson pituus oli tarkkailuohjelman (Pöyry 2016) mukaisesti 30 ± 2 vrk, lukuun ottamatta heinäkuun keräysjaksoa, jolloin keräilyjakson pituus oli 34 vrk (alueelle ei pääsyä haluttuna päivänä lomien takia). Keräysastioissa käytettiin levä- ja bakteerikasvun estämiseksi isopropanoliliuosta (5 %) 1 litra keräintä kohden.

2.3 Analyysit ja tulosten laskenta

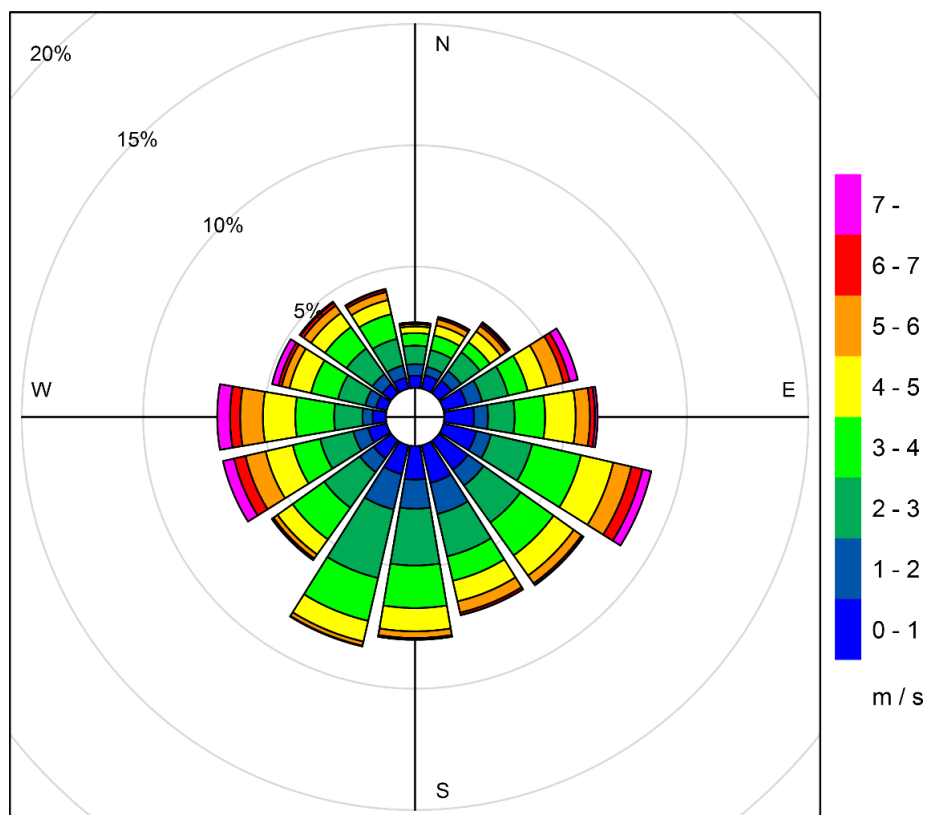
Tarkkailuohjelman mukaisesti jokaiselta pisteeltä määritettiin kuukausittain laskeumanesteen pH, sähkönjohtavuus, kiintoaine, kiintoaineen hehkutushäviö ja kiintoaineen hehkutusjäännös. Lisäksi kiintoaineksestä määritettiin nikkeli-, koboltti-, kupari-, sinkki-, rauta-, rikki- ja uraanipitoisuudet neljä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

Laskeumatulokset esitettiin kuukausilaskeumana ($\text{g/m}^2/\text{kk}$ tai $\text{mg/m}^2/\text{kk}$). Laskeumat laskettiin pitoisuuksien, nestemäärän, keräimen pinta-alan ja keräysjakson pituuden perusteella. Mikäli pitoisuus oli alle määrittämissä raja-arvoissa (kiintoaine $< 2 \text{ mg/l}$, kiintoaineen hehkutusjäännös $< 2 \text{ mg/l}$ ja kiintoaineen hehkutushäviö $< 2 \text{ mg/l}$, $\text{Co} < 0,5$ tai $< 0,1 \text{ } \mu\text{g/l}$; $\text{Cu} 1,0 \text{ } \mu\text{g/l}$; $\text{Ni} 1,0 \text{ } \mu\text{g/l}$; $\text{Fe} < 10 \text{ } \mu\text{g/l}$; $\text{S} < 400 \text{ } \mu\text{g/l}$; $\text{U} 0,05$ tai $< 0,1 \text{ } \mu\text{g/l}$), käytettiin laskennassa määrittämissä raja-arvojen puolesta.

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

3. TARKKAILUJAKSON SÄÄTILA

Säätilan tulokinnassa on käytetty Kajaanin lentoaseman tuulitietoja. Kuvassa (Kuva 3-1) on esitetty keskimääräinen tuulijakauma lentokentän sääaseman mittausten 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 itäkaakosta (8,8 %) ja etelälounaasta (8,5 %) puhaltavat tuulet. Liitteessä 2 on esitetty kuukausikohtaiset tuuliruusuut.



Kuva 3-1. Kajaanin lentokentän keskimääräiset tuulen suunnat ja nopeudet vuonna 2017 (lähde: Ilmatieteenlaitos, avoin aineisto, 25.1.2018).

Sääasema sijaitsee noin 38 kilometriä kaivoksesta lounaaseen/pohjoiseen eikä näin ollen tarkalleen kuvaa kaivosalueella vallitsevia tuuliolosuhteita.

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kaivosalueella sijaitsevat tarkkailupisteet pöly1, pöly10, pöly12 ja pöly14. Ympäristön tarkkailupisteistä yli 2 km etäisyydellä toiminta-alueesta sijaitsevat pisteet pöly2, pöly3, pöly4, pöly5, pöly6, pöly7 ja pöly16. 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 2017 louhinta tehtiin koko vuoden ajan. Kappaleissa 4.1-4.3 on esitetty tuloksia ja kaikki vuoden 2017 tarkkailun tulokset on esitetty liitteessä 3.

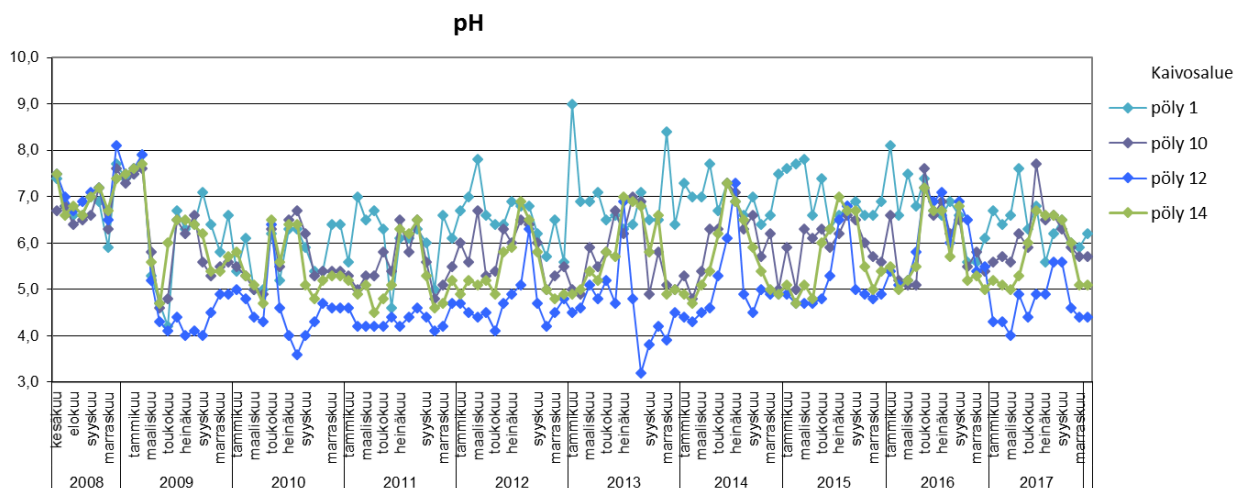
4.1 pH ja sähkönjohtavuus

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).

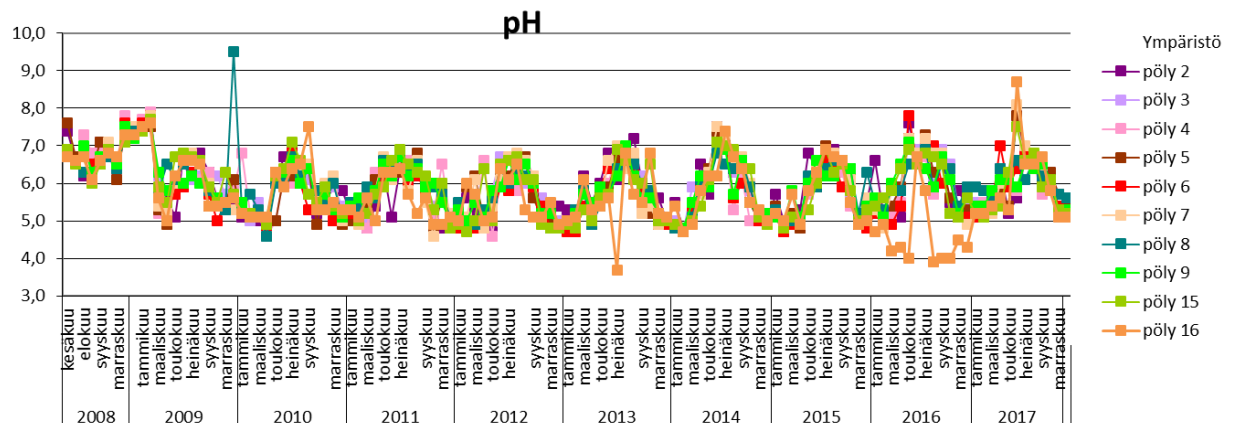
Vuonna 2017 laskeumanäytteiden pH arvojen välillä ei ollut merkittävää eroa kaivosalueella vs. ympäristön tarkkailupisteillä. Kaivosalueella pH vaihteli välillä 4,0-7,7 kun taas ympäristössä pH vaihteli välillä 5,1-8,7. Alhaisimmat pH-arvot todettiin pisteellä pöly16 (Kalliojärvi), joka sijaitsee 2.vaiheen liuotusalueesta noin 2,6 km etäisyydellä.

Pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna laskeumanäytteiden pH-arvoissa on nähtävissä vuodenaikainen vaihtelu; pH-arvot ovat talvella huomattavasti matalammalla tasolla kuin kesällä. Kaivostoiminnan ensimmäisiin vuosiin (2008-2009) verrattuna keskimääräiset laskeumanesteiden pH-arvot ovat olleet alhaisemmalla tasolla miltei kaikissa tarkkailupisteissä. Kaivosalueella pH on ollut alhaisimmillaan liuotusalueiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla pisteellä pöly12. Korkeimmat arvot on puolestaan todettu tehdasalueen pohjoispuolella (pöly1).

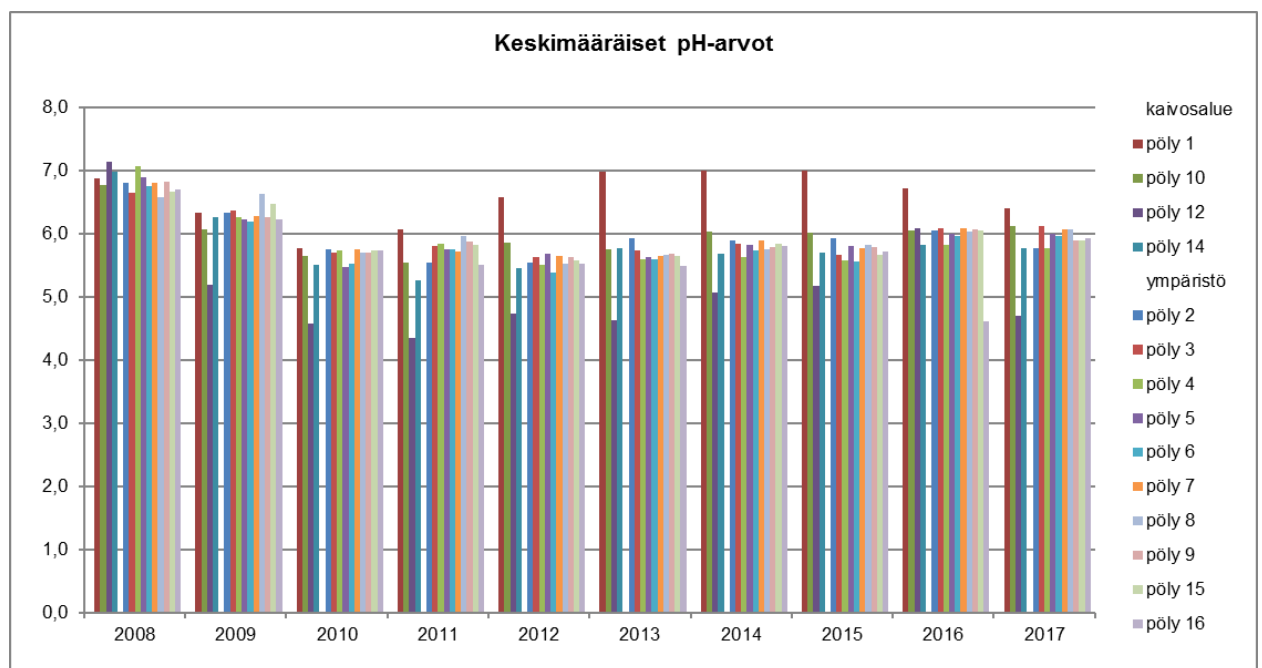
Laskeumanäytteiden pH:n kehitys vuosina 2008-2017 on esitetty kuvissa 4-1 ja 4-2. Keskimääräiset pH arvot vuosina 2008-2017 on esitetty kuvassa 4-3.



Kuva 4-1. Kaivosalueen laskeumanesteiden pH:n kehitys vuosina 2008-2017.



Kuva 4-2. Kaivosalueen ympäristön laskeumanesteiden pH:n kehitys vuosina 2008–2017.

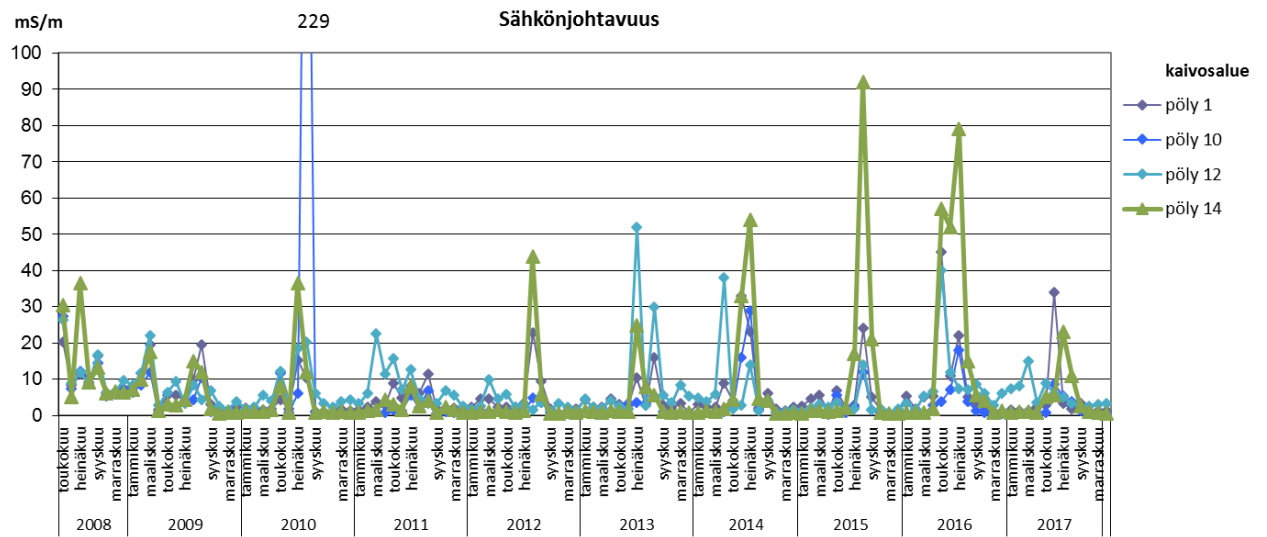


Kuva 4-3. Laskeumanesteiden keskimääräiset pH-arvot vuosina 2008–2017.

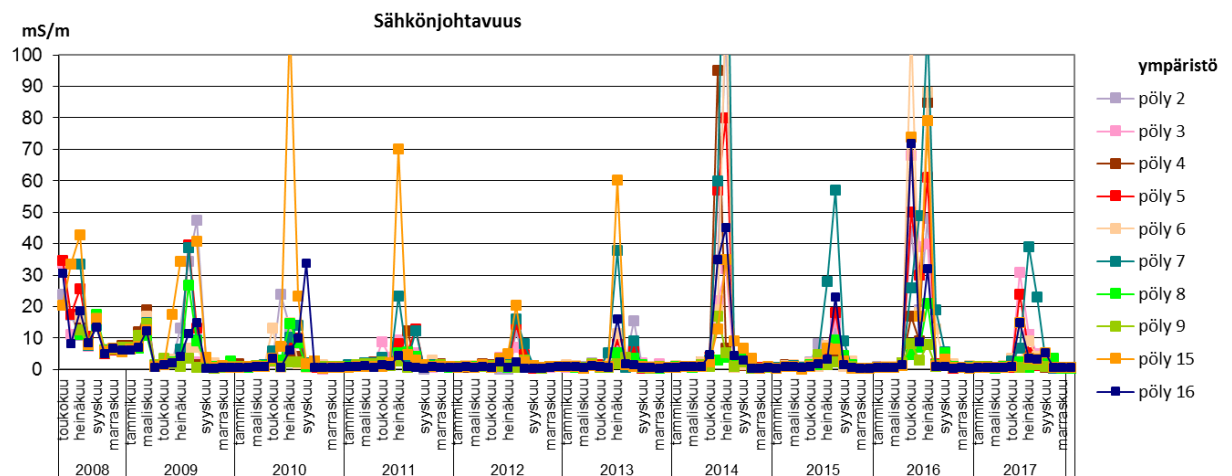
Kaivosalueen laskeumanäytteiden sähköjohtavuustulokset ovat olleet samalla tasolla vuoden 2017 eri tarkkailukuukausina. Tuloksissa ei ole havaittavissa suurta kuukausittaista vaihtelua. Sähköjohtavuustulokset olivat hieman pienemmät vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (Kuva 4-4). Keskimääräiset sähköjohtavuudet ovat olleet samalla tasolla vuodesta toiseen.

Kaivosalueen ympäristön laskeumanäytteiden sähköjohtavuudet olivat kuluneena tarkkailuvuotena matalampia kuin vuonna 2016. Suurimmat sähköjohtavuudet mitattiin kesä-heinäkuussa 2017. Keskimääräiset näytteiden sähköjohtavuudet olivat vuoden 2015 tasolla (Kuva 4-5).

Pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna sähköjohtavuudessa on todettavissa vuodenaikoihin liittyvä vaihtelu sähköjohtavuuden ollessa korkeimmillaan heinäkuussa ja alhaisimmillaan talvikuuksina. Sähköjohtavuutta todennäköisesti lisäävät laskeuman mukana kulkeutuneet ja nesteeseen liuenneet suolat (sulfaatit).

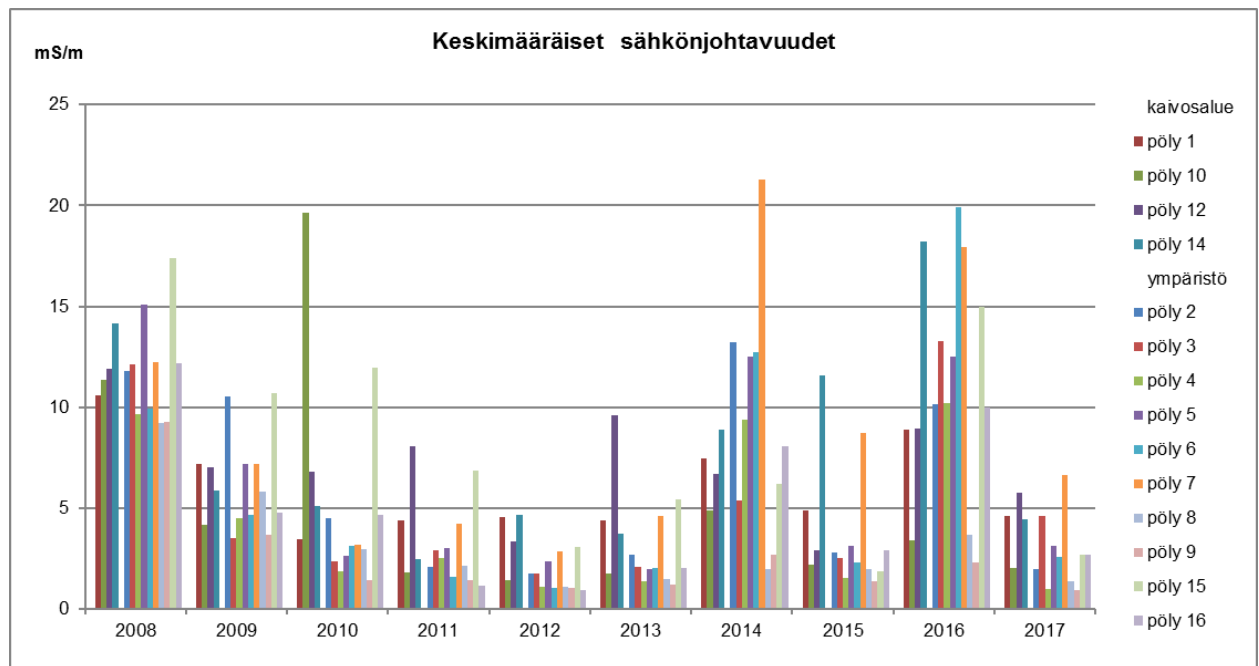


Kuva 4-4. Kaivosalueen laskeumanesteiden sähkönjohtavuuden kehitys vuosina 2008–2017.



Kuva 4-5. Kaivosalueen ympäristön laskeumanesteiden sähkönjohtavuuden kehitys vuosina 2008–2017.

Tarkasteltaessa keskimääräisiä sähkönjohtavuuksia eri tarkkailupisteillä vuosina 2008–2017 voidaan todeta, että sähkönjohtavuudet olivat kaikissa pisteissä matalampia vuonna 2017 kuin vuonna 2016 ollen lähellä vuoden 2015 tasoa (Kuva 4-6).



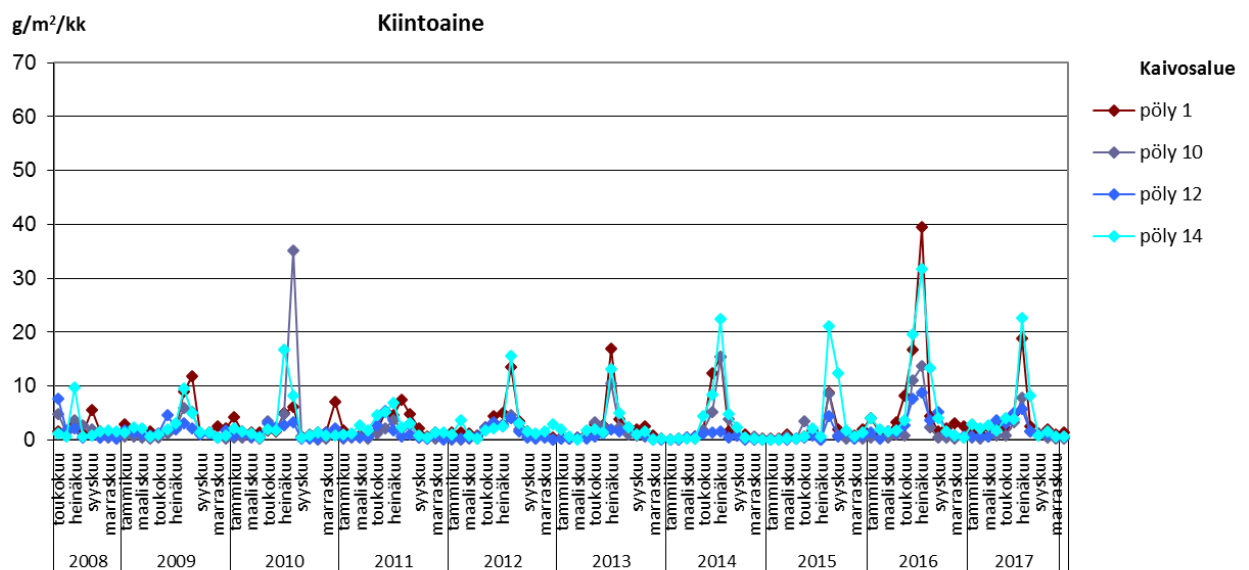
Kuva 4-6. Laskeumanesteiden keskimääräiset sähkönjohtavuudet vuosina 2008–2017.

4.2 Kiintoaine ja hehkutusjäännökset

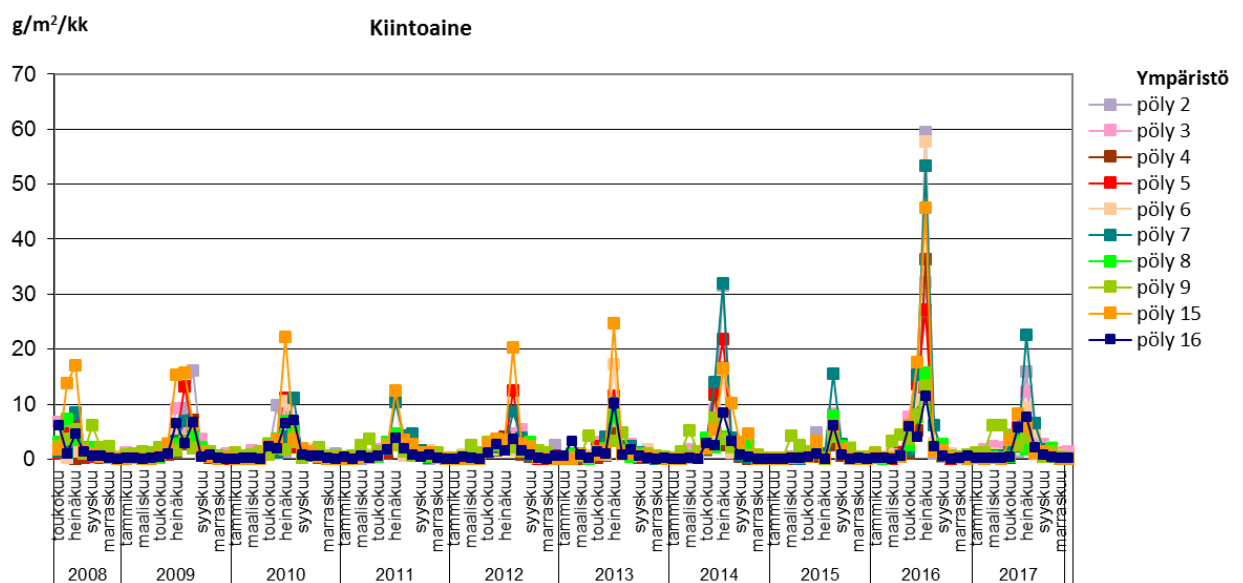
Kiintoaineslaskeuman (orgaaninen + epäorgaaninen) tuloksiin vaikuttaa kesäaikana keräimiin kertyvä kasvimateriaali sekä kuolleet hyönteiset, joiden täydellinen suodattaminen näytteistä on hankalaa. Näin ollen korkeat kiintoainepitoisuudet kaivosalueen (Kuva 4-7) ja ympäristön (Kuva 4-8) tarkkailupisteissä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

Kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia paremmin kuvaavat laskeumanäytteiden hehkutusjäännökset (epäorgaaninen aines) olivat kaikilla pisteillä verrattain alhaisia (0,04-5,7 g/m²/kk). Näin ollen suurin osa laskeumasta oli orgaanista ainesta (0,023-22 g/m²/kk), etenkin kesällä, jolloin kokonaislaskeumamäärät ovat poikkeuksetta huomattavasti suuremmat kuin talvella.

Kiintoainelaskeumalla ei ole Suomessa olemassa olevia raja- tai ohjearvoja. Laskeumaa käytetään kuvaamaan erityisesti pölyn viihtyisyyshaittaa, ei niinkään terveyshaittaa. Aikaisemmin viihtyvyyshaittarajana käytettiin 10 g/m²/kk, joka on kuitenkin kumottu jo 80-luvulla ilmansuojelulain astuttua voimaan. Tätä terveysviranomaisten asettamaa viihtyisyyshaittaraja-arvoa voidaan pitää laskeuman suuntaa-antavana vertailuarvona. Vuoden 2017 tarkkailun aikana entinen viihtyvyysraja ylittyi ainoastaan osassa heinäkuun näytteissä, joiden osalta edellä todettiin, että raja-arvon ylitykset johtuivat keräimiin kertyneestä orgaanisesta aineksesta eikä kaivoksen toiminnasta.



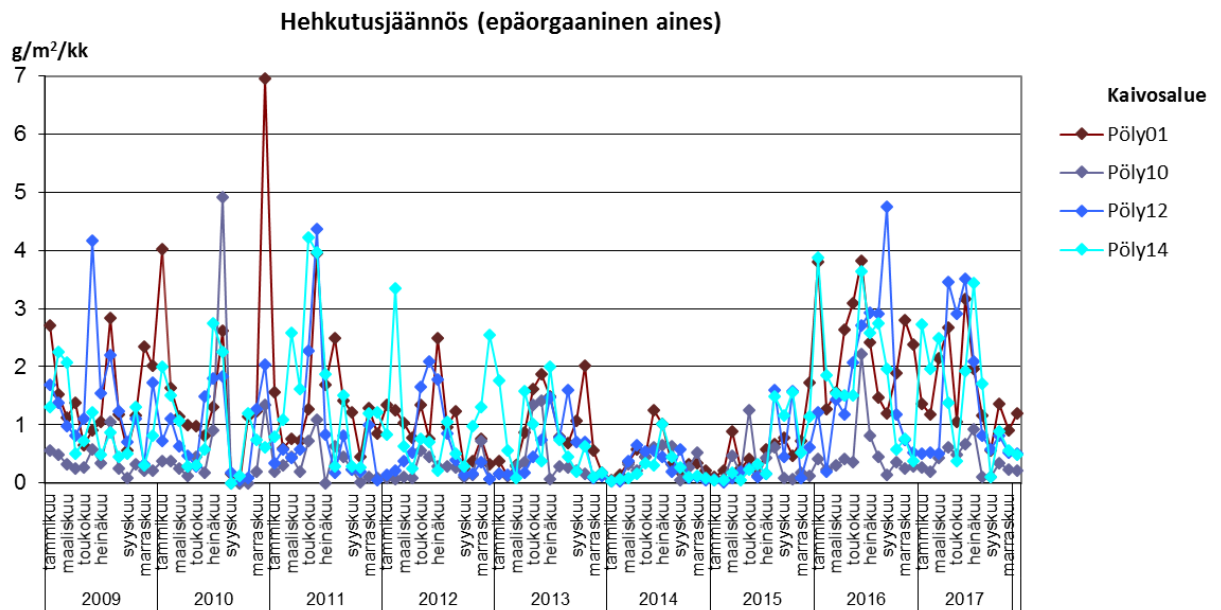
Kuva 4-7. Kiintoainelaskeumien kehitys kaivosalueen seurantapisteissä vuosina 2008–2017.



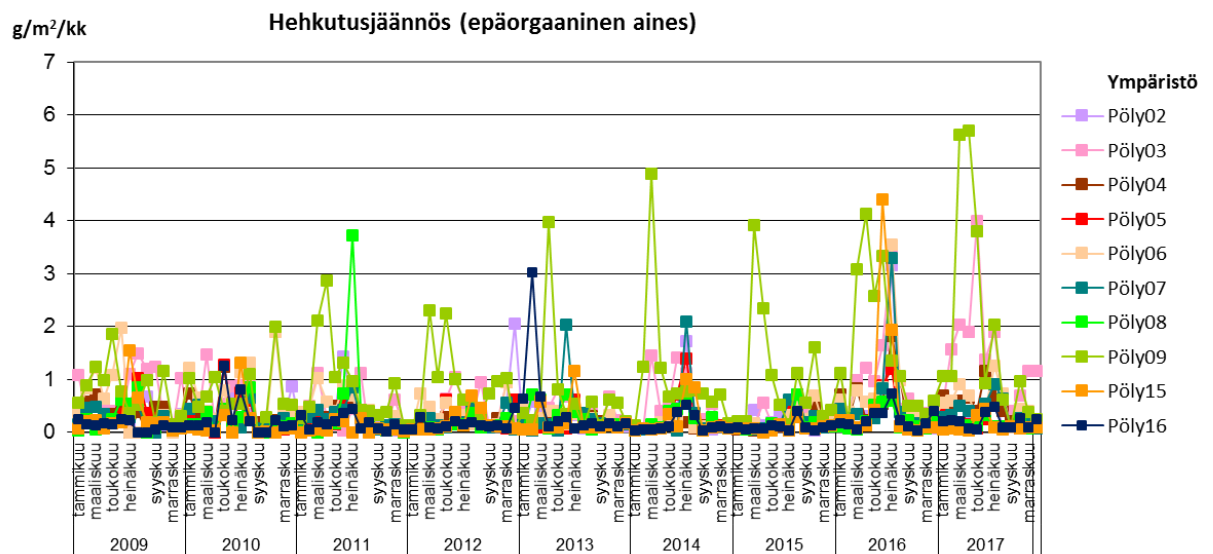
Kuva 4-8. Kiintoainelaskeuman kehitys kaivosalueen ympäristön seurantapisteissä vuosina 2008–2017.

Hehkutusjäännökset (epäorgaaninen aines) kaivosalueen ja ympäristön näytteissä olivat edellisvuoden tasolla (Kuva 4-9 ja Kuva 4-10). Hehkutusjäännöspitoisuudet ovat kuitenkin pieniä, vaihdellen välillä 0,04-5,70 g/m²/kk. Suurimmat hehkutusjäännöspitoisuudet esiintyivät maaliskuussa tarkkailupisteessä pöly9 (5,63 ja 5,70 g/m²/kk). Keskimääräiset hehkutusjäännösarvot vaihtelivat välillä 0,1-1,9 g/m²/kk (Kuva 4-11). Ympäristön tarkkailupisteistä pöly9 pitoisuudet noudattivat aiempaa trendiä. Laskeumanäytteen pöly9 pitoisuuksiin vaikuttaa pisteen sijainti tien läheisyydessä tiepölyn vaikuttaessa laskeumatuloksiin. Pisteen pöly3 (Pirttimäki) laskeumatuloksiin saattoi vaikuttaa sivukivialueen rakentamisen valmisteluna tehdyt työt (mm. hakkuut ja maanrakennustyöt), varsinainen rakennus ja marraskuussa Pirttimäessä pidetty palo-harjoitus.

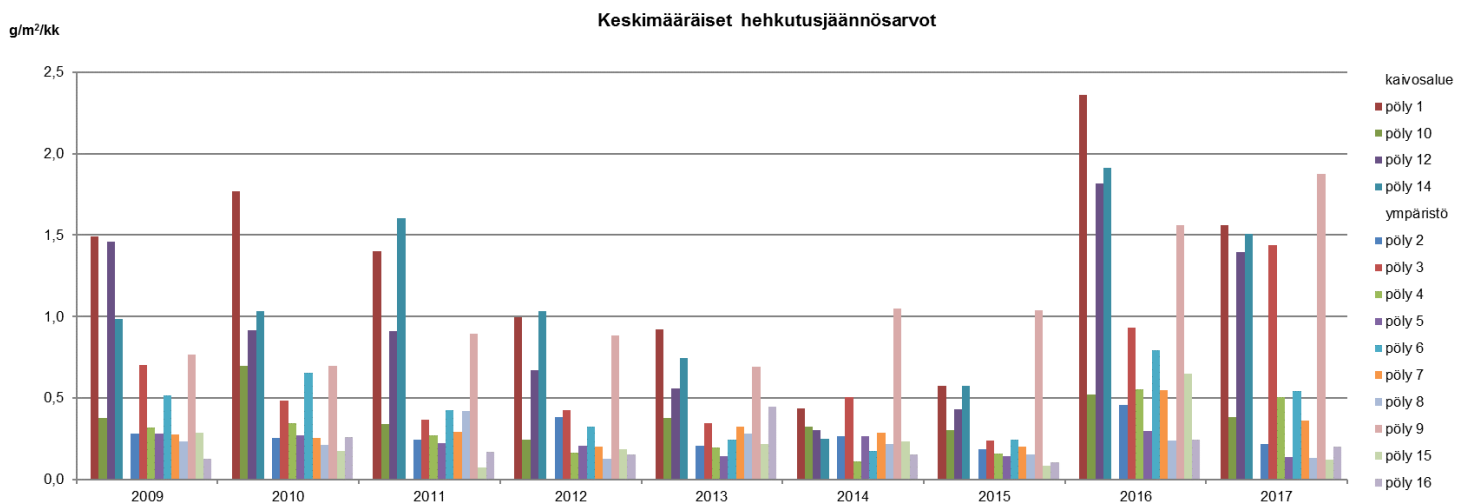
Liitteessä 4 on esitetty kuvaajissa kiintoaineen, kiintoaineen hehkutusjäännöksen ja hehkutushäviön osuus näytesteistä vuonna 2017.



Kuva 4-9. Hekutusjäännöslaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2009–2017.



Kuva 4-10. Hekutusjäännöslaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2009–2017.



Kuva 4-11. Laskeumanäytteiden keskimääräiset hehkutusjäännösarvot vuosina 2009–2017.

4.3 Metallit

Metallilaskeumatuloksien kehityksen tarkastelussa tulee ottaa huomioon keräimissä käytetty liuos. Vuonna 2008 keräimissä käytettiin verkstovettä 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.

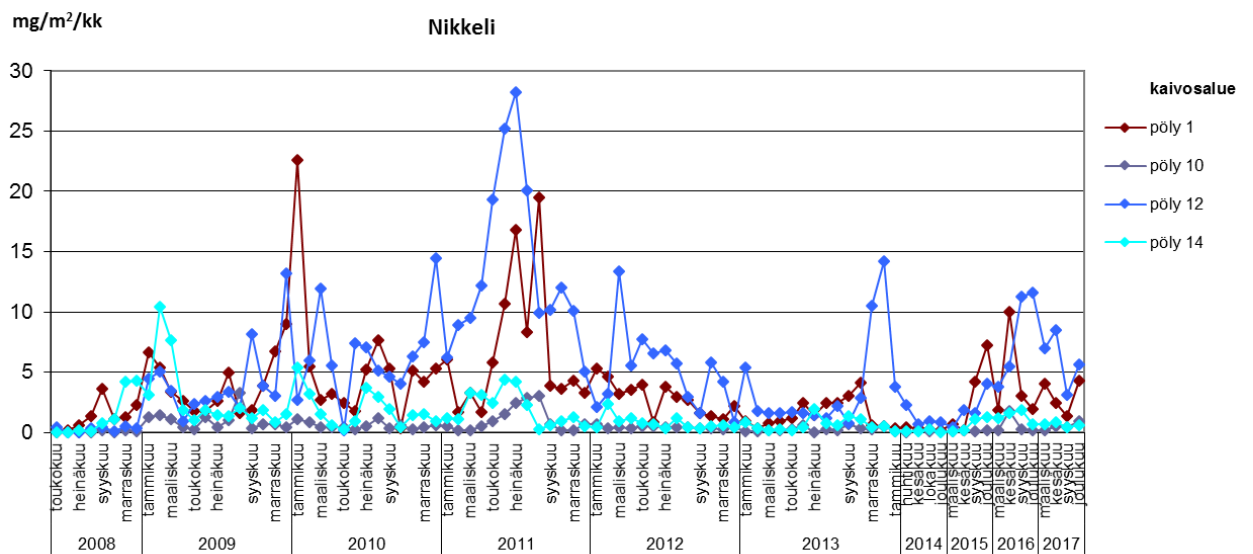
Metallilaskeumille ei ole ohje- tai raja-arvoja, mutta rikkilaskeumalle on Valtioneuvoston päätöksellä 480/1996 asetettu Suomen metsätalousmaille pitkänaajan keskimääräinen tavoitearvo 0,3 g/m²/v.

4.3.1 Nikkeli

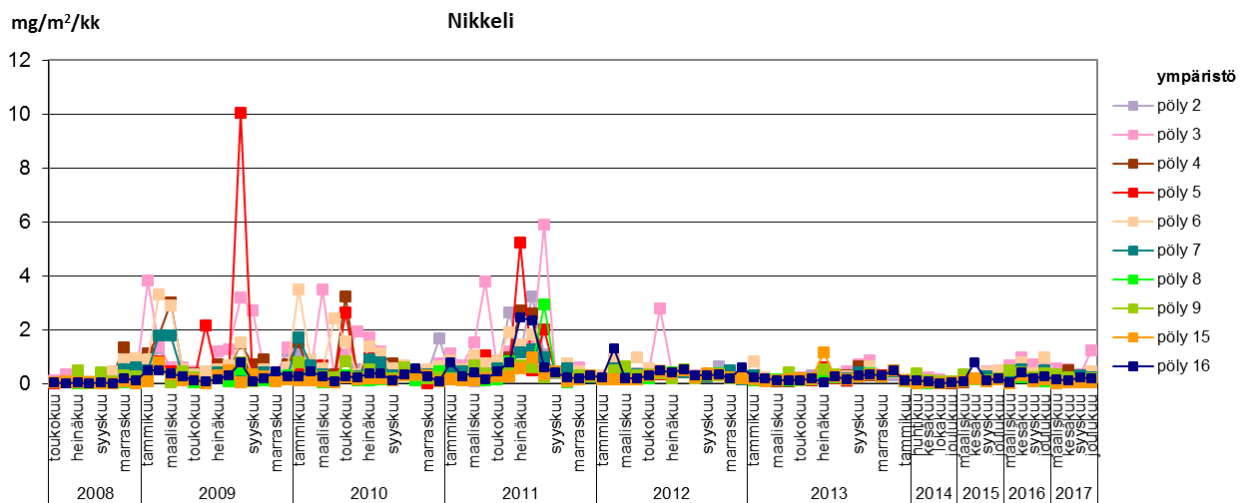
Nikkelilaskeumissa on ollut havaittavissa louhinnan uudelleen alkaminen elokuussa 2015 Kuusilammen avolouhoksen länsipuolella (pöly12) ja tehdasalueen pohjoispuolella (pöly1) (Kuva 4-12). Piste pöly12 sijaitsee lähellä primääriliuotusta, jota puretaan ja kasataan jatkuvana toimintona. Todennäköisesti tällä on vaikutusta pisteen pöly12 nikkelilaskeumatuloksiin. Kaivosalueella nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 0,15–8,5 mg/m²/kk vuonna 2017. Korkeimmillaan keskimääräiset pitoisuudet olivat pisteissä pöly12 ja pöly1.

Ympäristön tarkkailupisteissä ei ollut merkittävää eroa aikaisempiin vuosiin verrattuna pitoisuuksien ollessa alhaisella tasolla (0,03–1,24 mg/m²/kk) (Kuva 4-13).

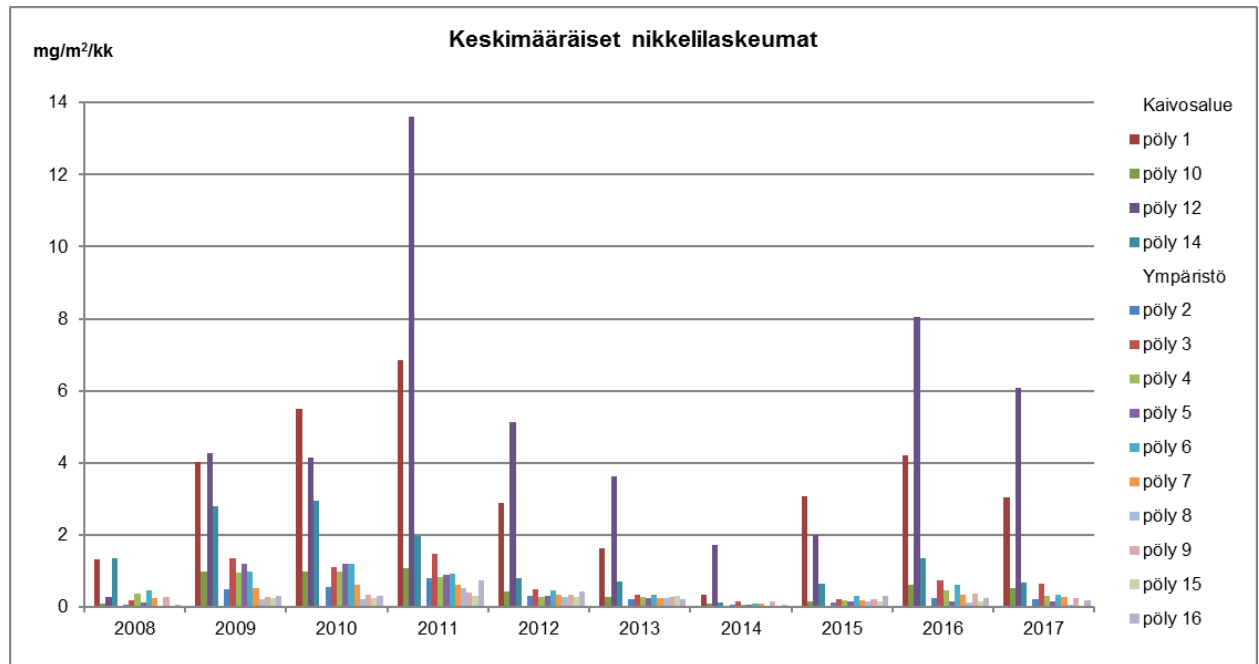
Keskimääräiset nikkelilaskeumat olivat kaivosalueen tarkkailupisteissä matalammat kuin vuonna 2016 (Kuva 4-14).



Kuva 4-12. Nikkelilaskeumien kehitys kaivosalueen laskeumissa vuosina 2008–2017.



Kuva 4-13. Nikkelilaskeumien kehitys kaivoksen ympäristössä vuosina 2008–2017.



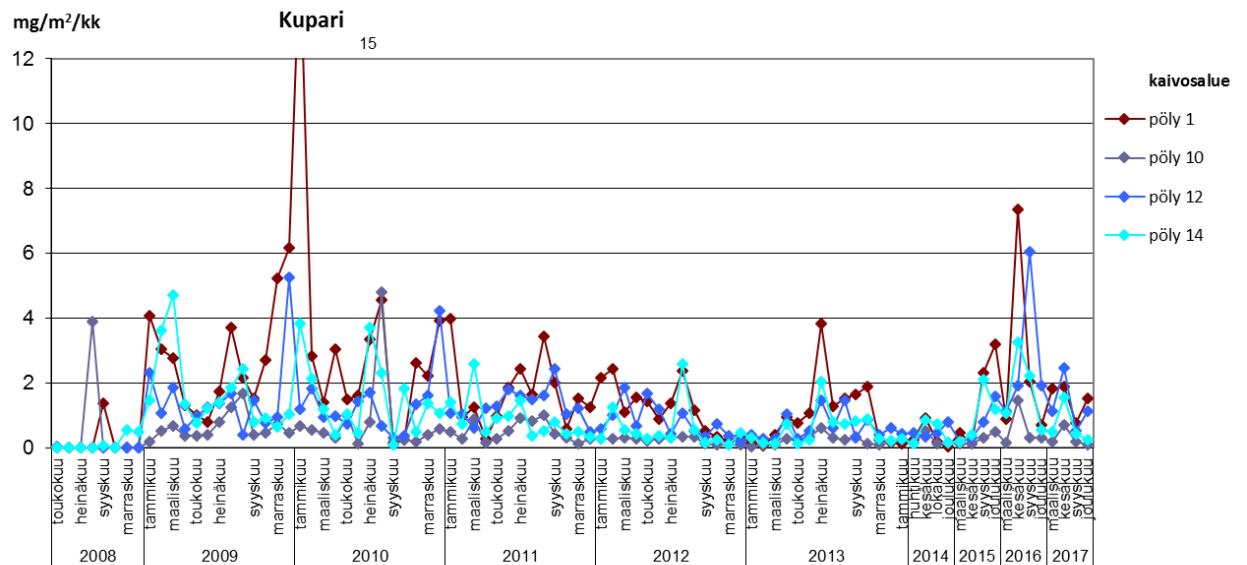
Kuva 4-14. Keskimääräiset nikkelilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008 – 2017.

4.3.2 Kupari

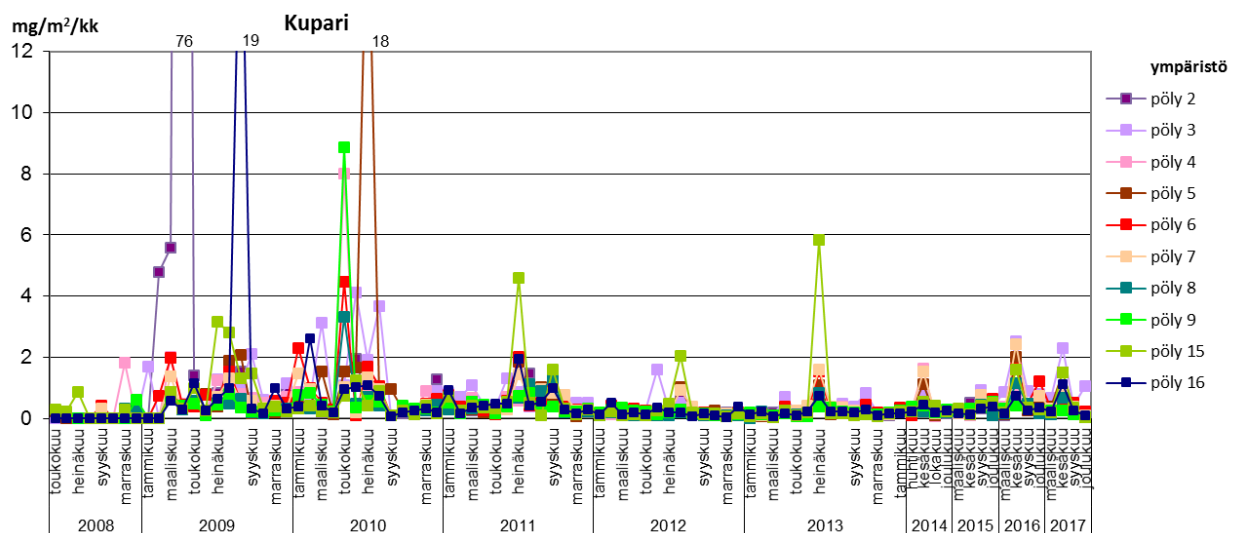
Kuparilaskeumissa on ollut havaittavissa louhinnan uudelleen alkaminen elokuussa 2015 Kuusilammen avolouhoksen läheisyydessä (pöly12 ja pöly 14) ja tehdasalueen pohjoispuolella (pöly1) (Kuva 4-15). Kaivosalueella kuparilaskeumat vaihtelivat välillä 0,10–2,5 mg/m²/kk vuonna 2017. Korkeimmillaan keskimääräiset pitoisuudet olivat pisteissä pöly1 ja pöly12.

Ympäristön tarkkailupisteissä kuparilaskeuma oli keskimäärin matalampi vuonna 2017 kuin vuonna 2016. Pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,04–2,29 mg/m²/kk (Kuva 4-16). Suurin kuparilaskeuma (2,29 mg/m²/kk) mitattiin kesäkuussa tarkkailupisteessä pöly3. Toiseksi suurin kuparilaskeuma (1,51 mg/m²/kk) mitattiin kesäkuussa tarkkailupisteessä pöly15.

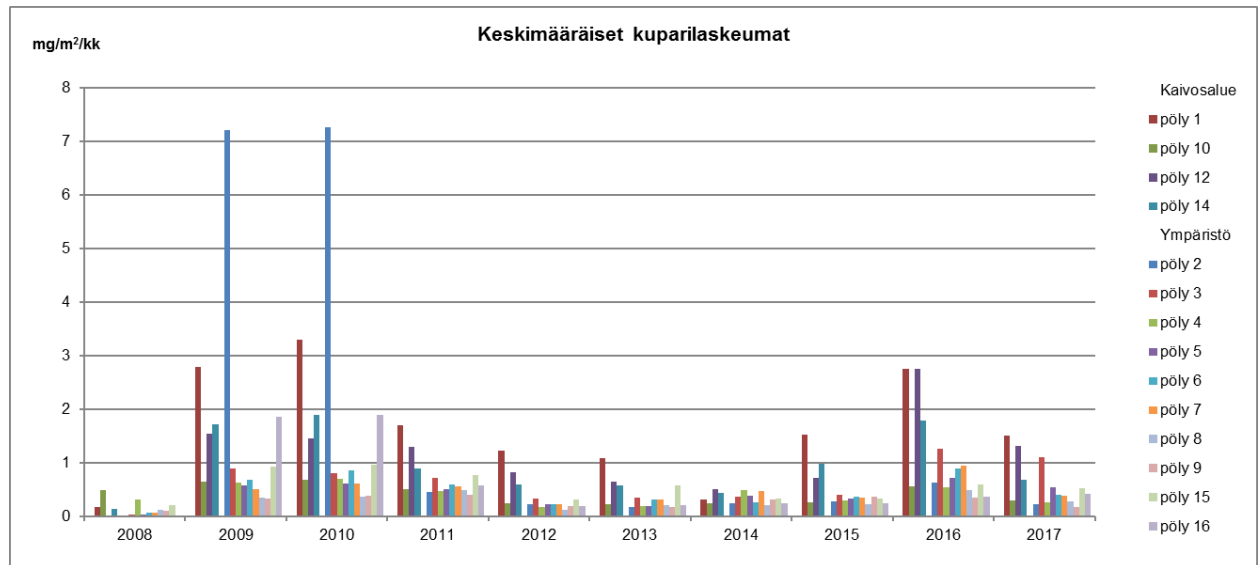
Keskimääräiset kuparilaskeumat olivat kaivosalueen tarkkailupisteissä matalammat vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (Kuva 4-17).



Kuva 4-15. Kuparilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2008–2017.



Kuva 4-16. Kuparilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2008 - 2017.



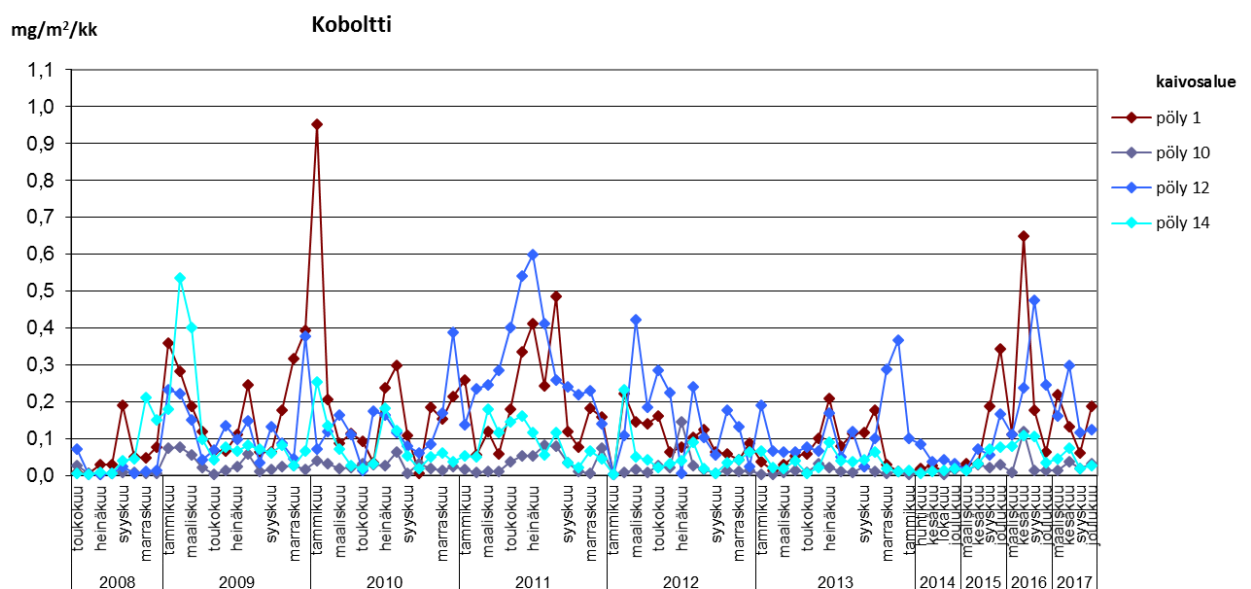
Kuva 4-17. Keskimääräiset kuparilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008–2017.

4.3.3 Koboltti

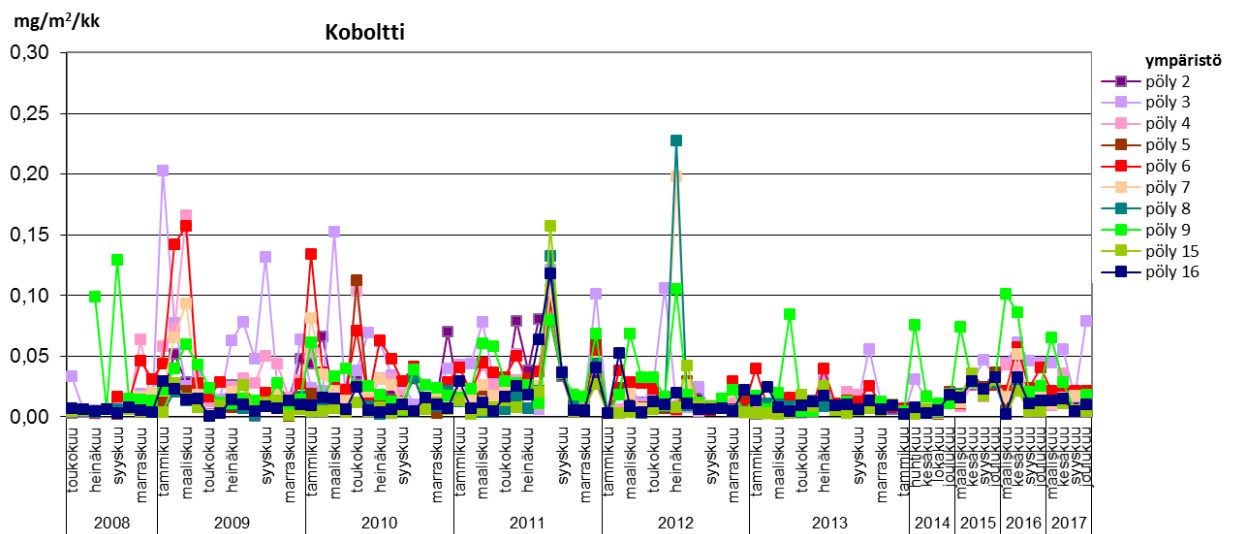
Louhinnan vaikutus on ollut havaittavissa myös Kuusilammen avolouhoksen (pöly12) ja tehdasalueen läheisyydessä (pöly1) sijaitsevien tarkkailupisteiden laskeumanäytteiden kobolttipitoisuuksissa, jotka ovat olleet hienoisesti nousussa syyskuusta 2015 lähtien (Kuva 4-18). Kaivosalueella kobolttilaskeumat vaihtelivat välillä 0,013–0,30 mg/m²/kk vuonna 2017.

Ympäristön seurantapisteissä laskeumanäytteiden kobolttipitoisuudet säilyivät alhaisina ollen välillä 0,004–0,08 mg/m²/kk (Kuva 4-19).

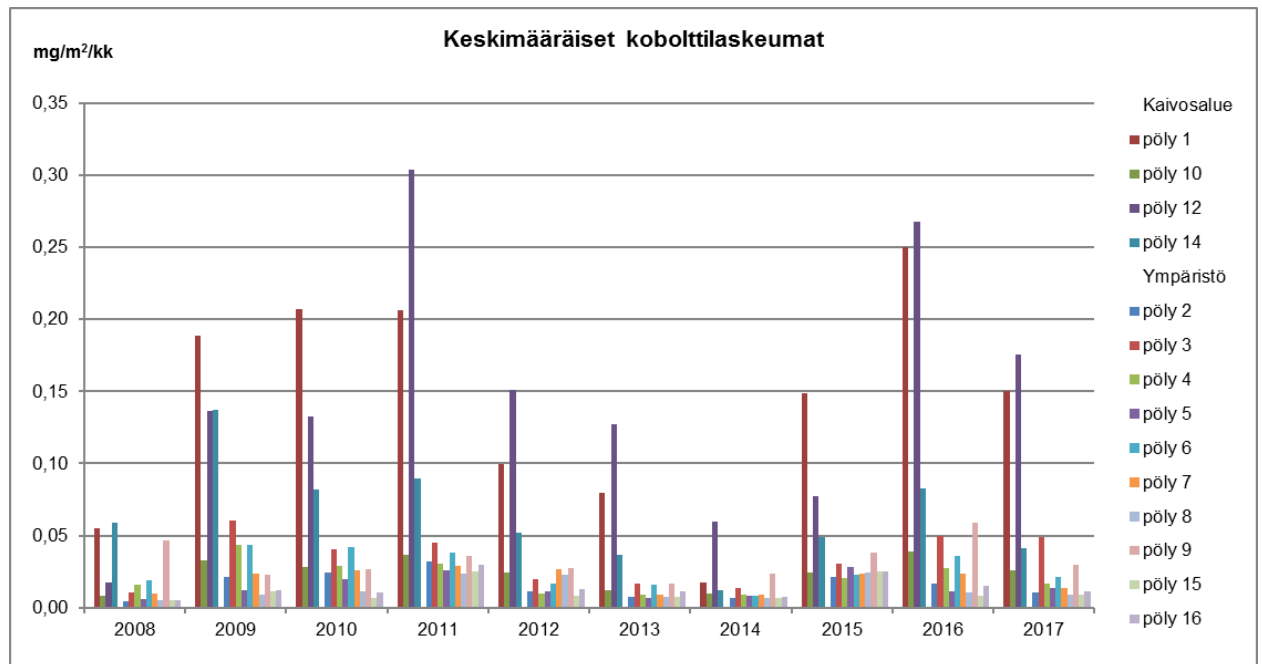
Keskimääräiset kobolttilaskeumat olivat kaivosalueen tarkkailupisteissä matalammat vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (Kuva 4-20). Korkeimmillaan keskimääräiset pitoisuudet olivat pisteissä pöly1 ja pöly12.



Kuva 4-18. Kobolttilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2008 – 2017.



Kuva 4-19. Koboltilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2008 – 2017.



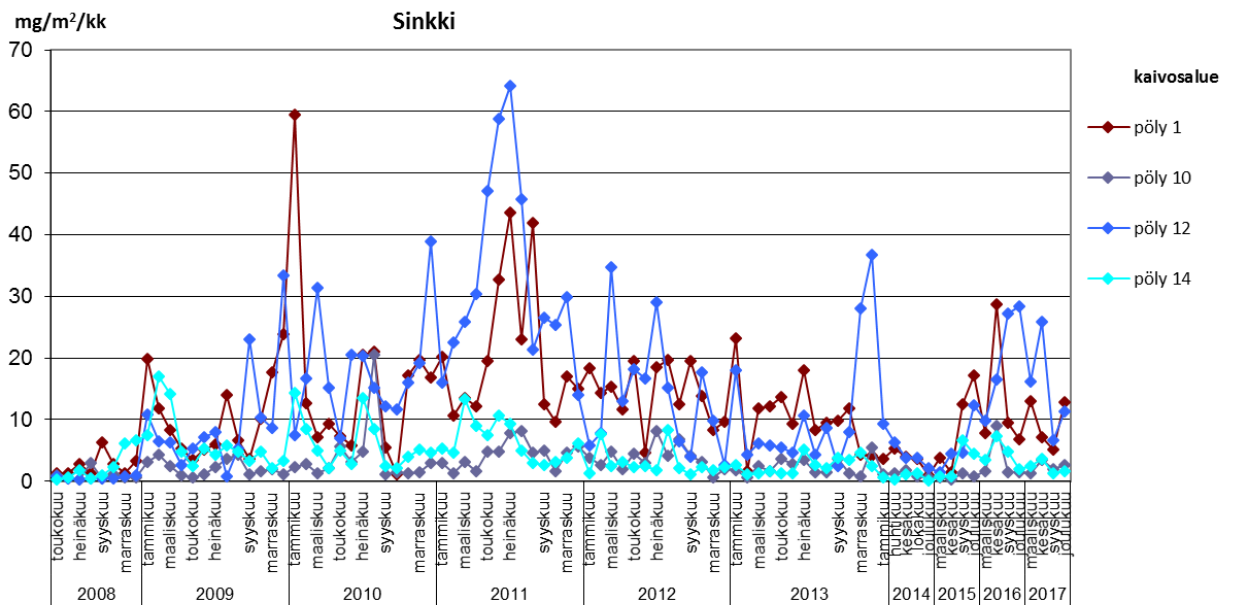
Kuva 4-20. Keskimääräiset koboltilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008 – 2017.

4.3.4 Sinkki

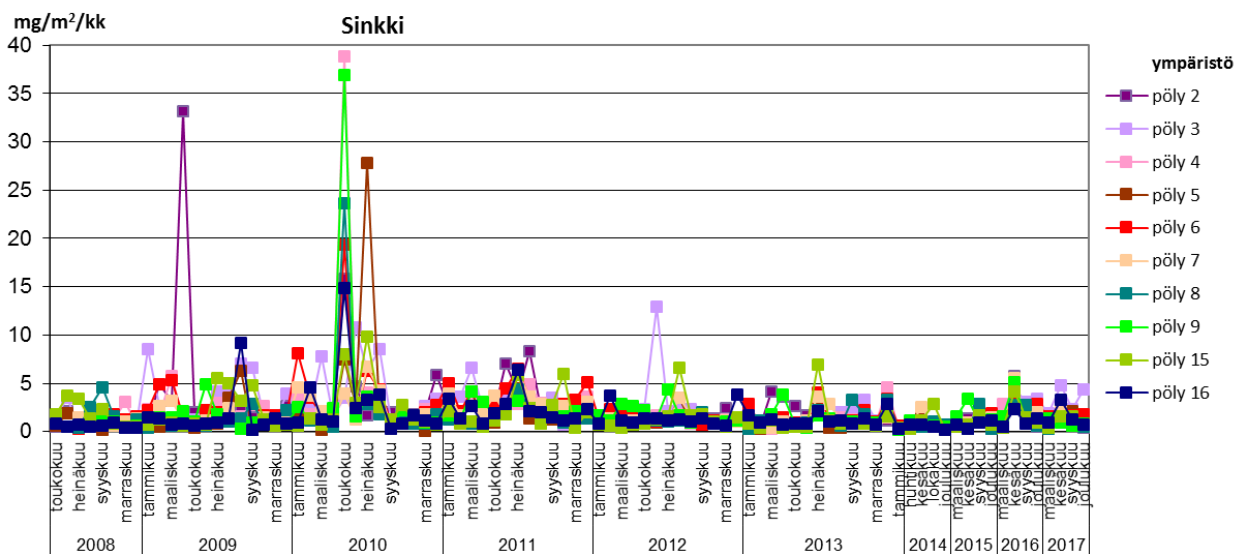
Kaivosalueella sinkkilaskeumat vaihtelivat välillä 1,3–26 mg/m²/kk (Kuva 4-21). Suurin laskeuma määritettiin kesäkuussa tarkkailupisteestä pöly12. Toiseksi suurin laskeuma (12,8 mg/m²/kk) määritettiin joulukuussa tarkkailupisteestä pöly1.

Ympäristön tarkkailupisteiden laskeumat säilyivät samalla tasolla kuin aiempina vuosina vaihdellen välillä 0,32–4,8 mg/m²/kk (Kuva 4-22).

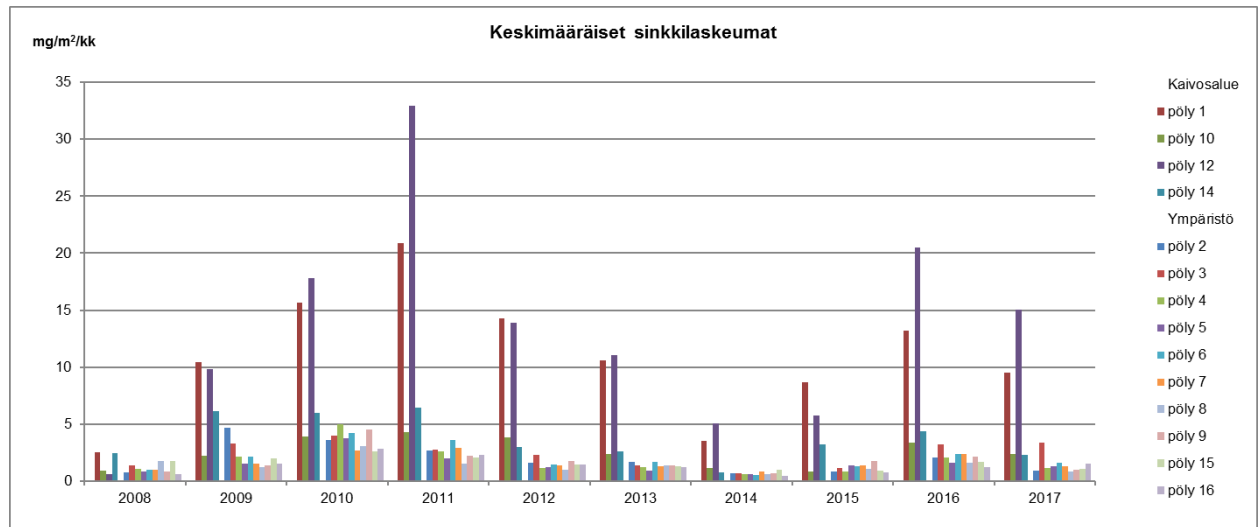
Kaivosalueen ja ympäristön tarkkailupisteissä sinkkilaskeuma oli keskimäärin matalampi vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (Kuva 4-23).



Kuva 4-21. Sinkkilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2008 – 2017.



Kuva 4-22. Sinkkilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2008 – 2017.



Kuva 4-23. Keskimääräiset sinkkilaskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2008 – 2017.

4.3.5 Rikki

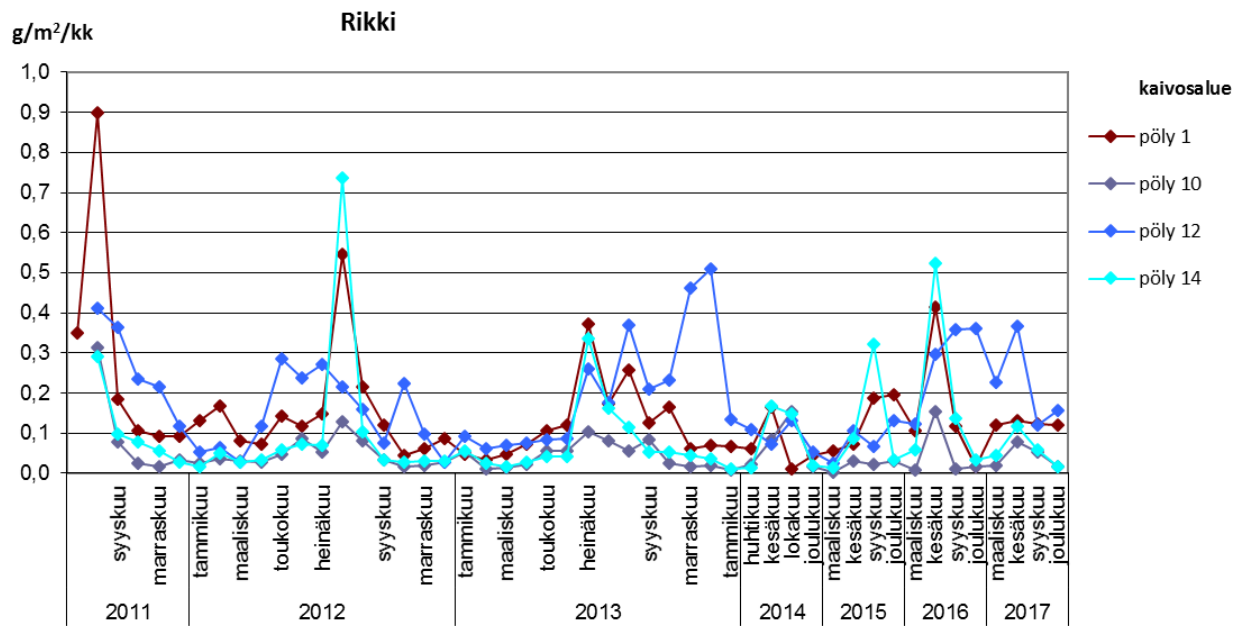
Kaivosalueella rikkilaskeumat vaihtelivat välillä 0,016–0,37 g/m²/kk vuonna 2017 (Kuva 4-24). Korkeimmillaan keskimääräiset laskeumat olivat pisteissä pöly12 ja pöly1. Korkein rikkilaskeuma määritettiin kesäkuussa tarkkailupisteessä pöly12.

Kaivosalueen ympäristöstä määritetyt rikkilaskeumat vaihtelivat välillä 0,01–0,27 g/m²/kk. Kaivosalueen ympäristöstä määritetyt laskeumat olivat matalammat vuonna 2017 kuin vuonna 2016. Kaivoksen ympäristön laskeumanäytteiden rikkipitoisuudet olivat yleisesti ottaen aiempien vuosien pitoisuustasolla (Kuva 4-25).

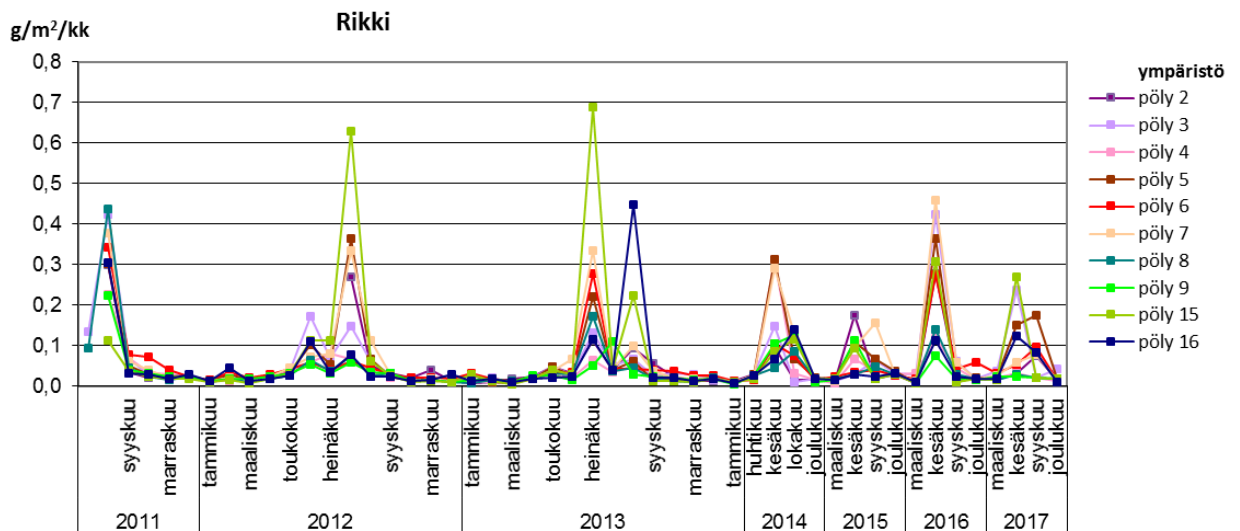
Kaivosalueen ja ympäristön tarkkailupisteissä keskimääräinen rikkilaskeuma oli keskimäärin matalampi vuonna 2017 kuin kaivosalueella vuonna 2016 lähes kaikissa tarkkailupisteissä (Kuva 4-26).

Valtioneuvoston päätöksessä 480/1996 on Suomen metsätalousmaiden rikkilaskeumalle asetettu pitkänajan keskimääräiseksi tavoitearvoksi 0,3 g/m²/v. Rikkilaskeumat määritettiin joka kolmas kuukausi, joten vertailu tavoitearvoon tehtiin laskemalla keskimääräiset pitoisuudet jokaiselta tarkkailupisteeltä ja kertomalla se kahdellatoista. Tavoitearvo ylittyi jokaisella pisteellä lukuun ottamatta kolmea pistettä kaivosalueen ympäristössä. Rikkilaskeuma oli kaivosalueen pisteillä 0,50–2,6 g/m²/v ja ympäristön pisteillä 0,25–1,1 g/m²/v. Korkeimmat vuosilaskeumat havaittiin kaivosalueen pisteillä pöly12 (2,6 g/m²/v) ja pöly1 (1,5 g/m²/v). Tulosten tulkinnessa on kuitenkin huomioitava näytteiden ajallinen edustavuus (4/12). Tulosten perusteella rikkilaskeuman tavoitearvon ylittymisen voi olettaa olevan mahdollista.

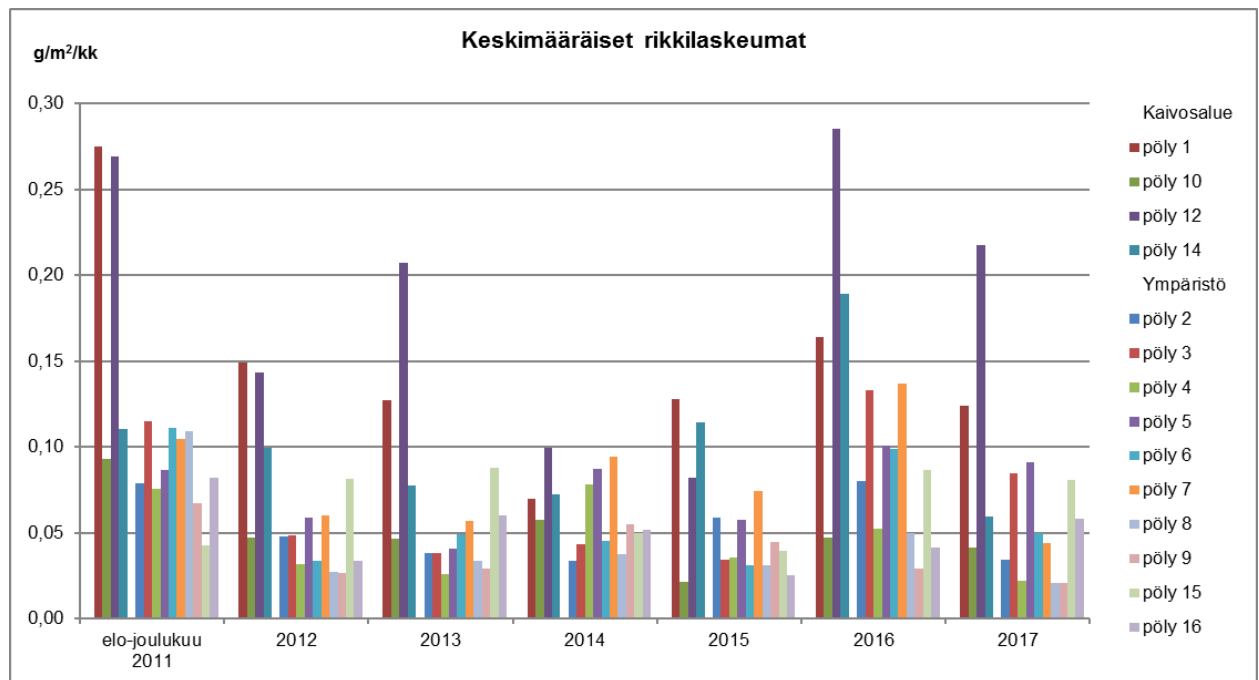
Rikkipäästöjen vaikutusten näkyvyyteen ympäristössä yksi syy lienee se, että toiminnoista voi vapautua kaasufaasissa rikkiyhdisteitä, jotka päätyvät osittain myös poistopiippujen kautta korkeammalle ilmaan ja kulkeutuvat kauemmaksi ennen kuin laskeutuvat sateen tai hiukkasten mukana maahan.



Kuva 4-24. Rikkilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2011 - 2017.



Kuva 4-25. Rikkilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2011–2017.



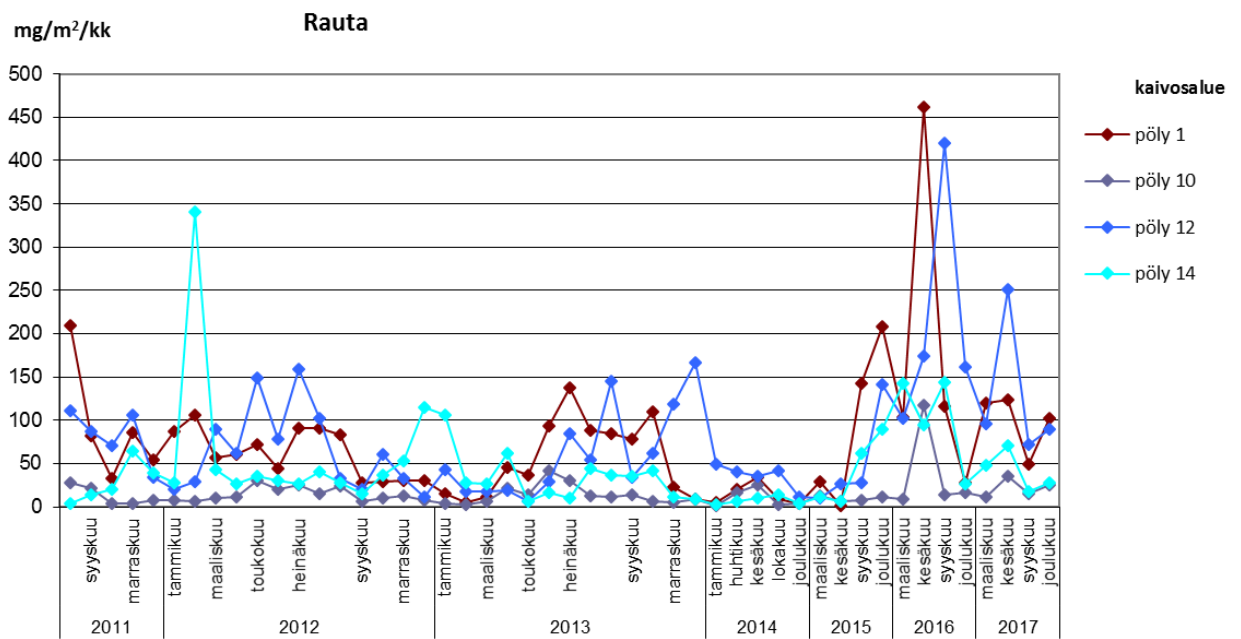
Kuva 4-26. Keskimääräiset rikkilaskeumat kaivoksen ja sen ympäristössä vuosina 2011–2017.

4.3.6 Rauta

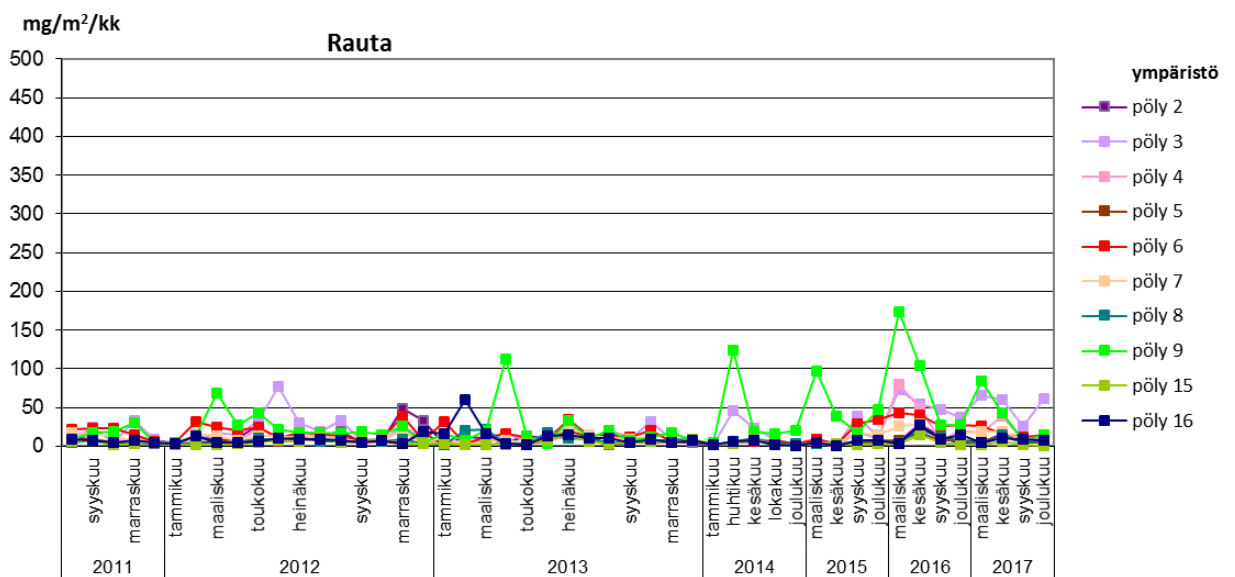
Rautalaskeumat ovat nousseet vuoden 2014 ja alkuvuoden 2015 tasosta vuoteen 2016 kaivosalueella pisteillä pöly1 ja pöly12 (Kuva 4-27). Pitoisuudet lähtivät nousuun louhinnan uudelleen alkamisen jälkeen. Vuonna 2017 pitoisuudet olivat kaikilla kaivosalueen mittauspisteillä matalammat kuin vuonna 2016. Kaivosalueella rautalaskeumat vaihtelivat välillä 11,1–251 mg/m²/kk (Kuva 4-27). Suurin pölypitoisuus määritettiin kesäkuussa tarkkailupisteessä pöly12.

Myös kaivosalueen ympäristössä rautalaskeumat olivat matalammat vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (kuva 4-28). Kaivosalueen ympäristössä rautalaskeumat vaihtelivat välillä 0,47–84 mg/m²/kk.

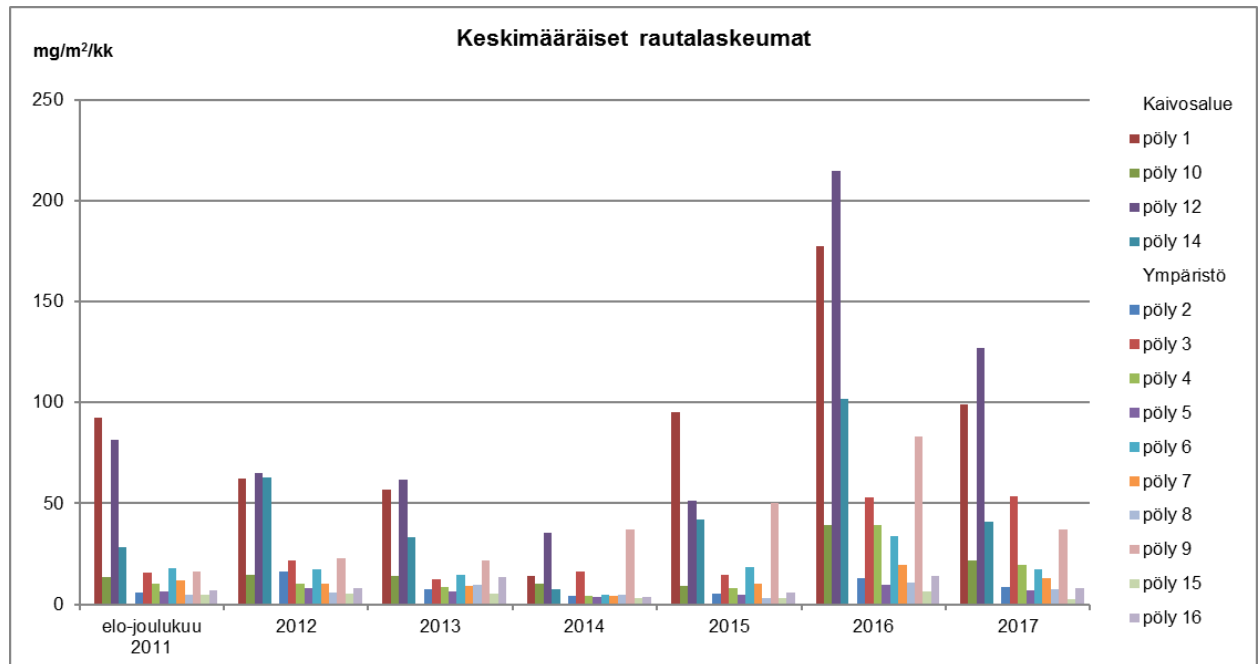
Kaivosalueen ja ympäristön tarkkailupisteissä keskimääräinen rautalaskeuma matalampi vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (Kuva 4-29).



Kuva 4-27. Rautalasteuman kehitys kaivosalueella vuosina 2011 – 2017.



Kuva 4-28. Rautalasteumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2011 – 2017.



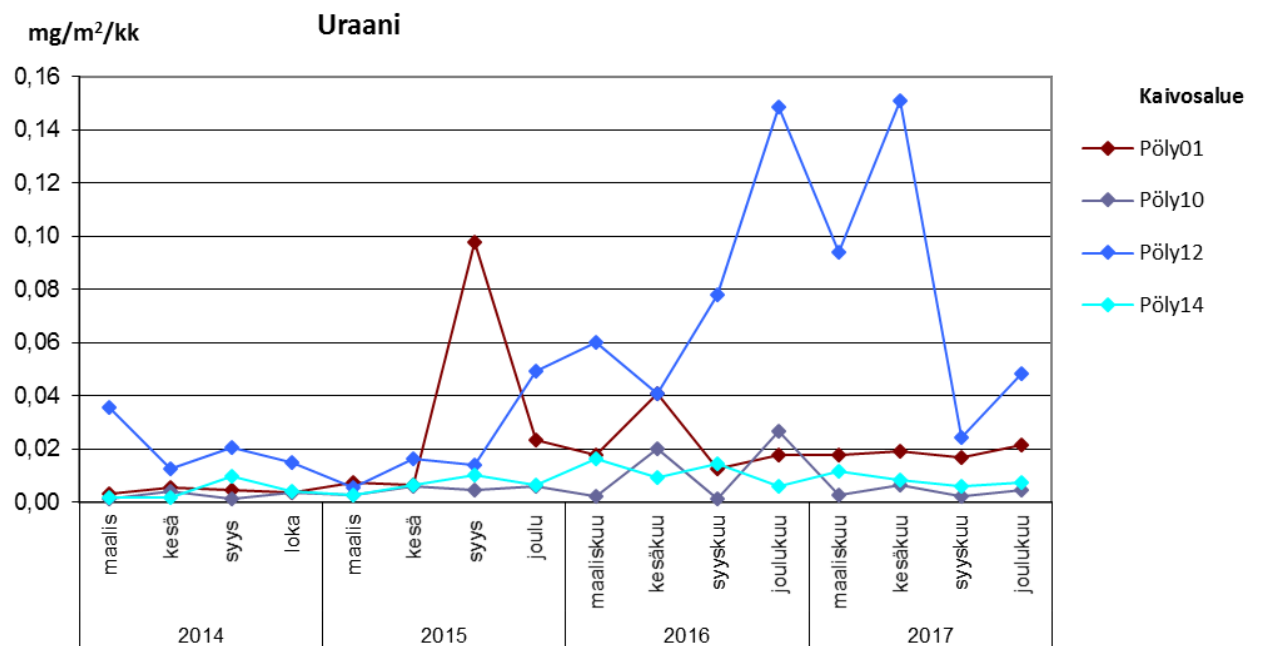
Kuva 4-29. Keskimääräiset rautalaskeumat kaivoksen ja ympäristössä vuosina 2011–2017.

4.3.7 Uraani

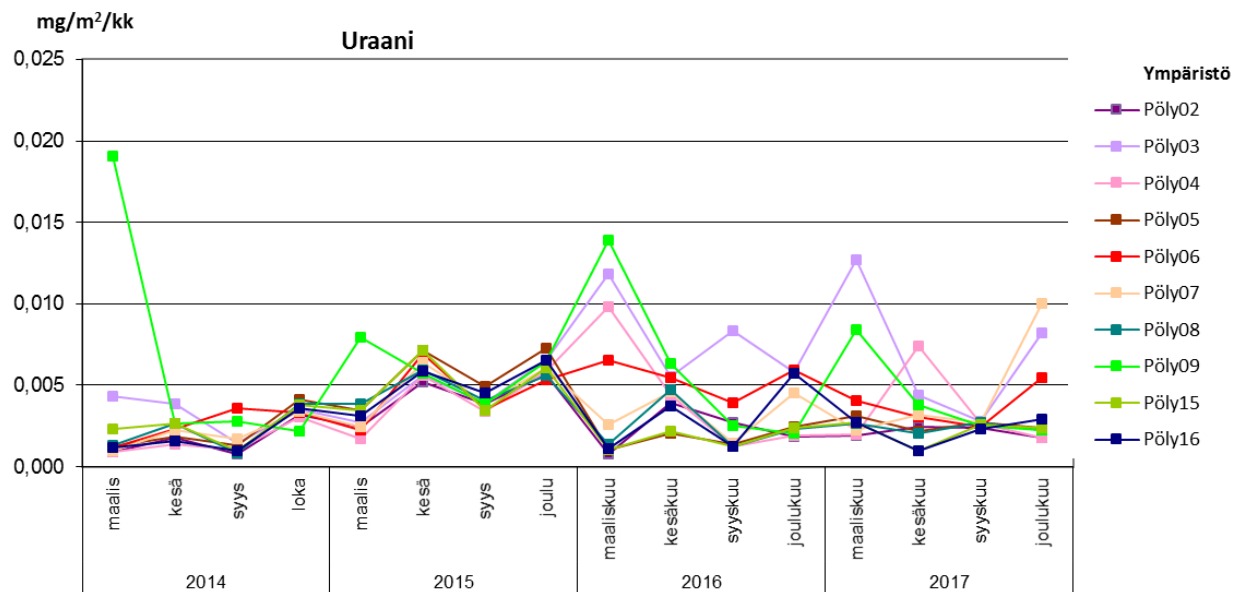
Uraanilaskeumaa ryhdyttiin kaivoksen alueella ja sen ympäristössä seuraamaan vuonna 2014. Kaivosalueella uraanilaskeumat olivat pienemmät vuonna 2017 kuin vuonna 2016. Vuonna 2017 korkeimmat uraanilaskeumat todettiin pisteellä pöly12 (Kuva 4-30). Kaivosalueella laskeumat vaihtelivat välillä 0,002-0,15 mg/m²/kk.

Kaivosalueen ympäristössä laskeumat vaihtelivat välillä 0,001-0,013 mg/m²/kk (Kuva 4-31). Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset eivät olleet selvästi todettavissa. Suurimmat uraanilaskeumat määritettiin maaliskuussa tarkkailupisteestä pöly03 (0,013 mg/m²/kk) ja joulukuussa tarkkailupisteestä pöly07 (0,010 mg/m²/kk).

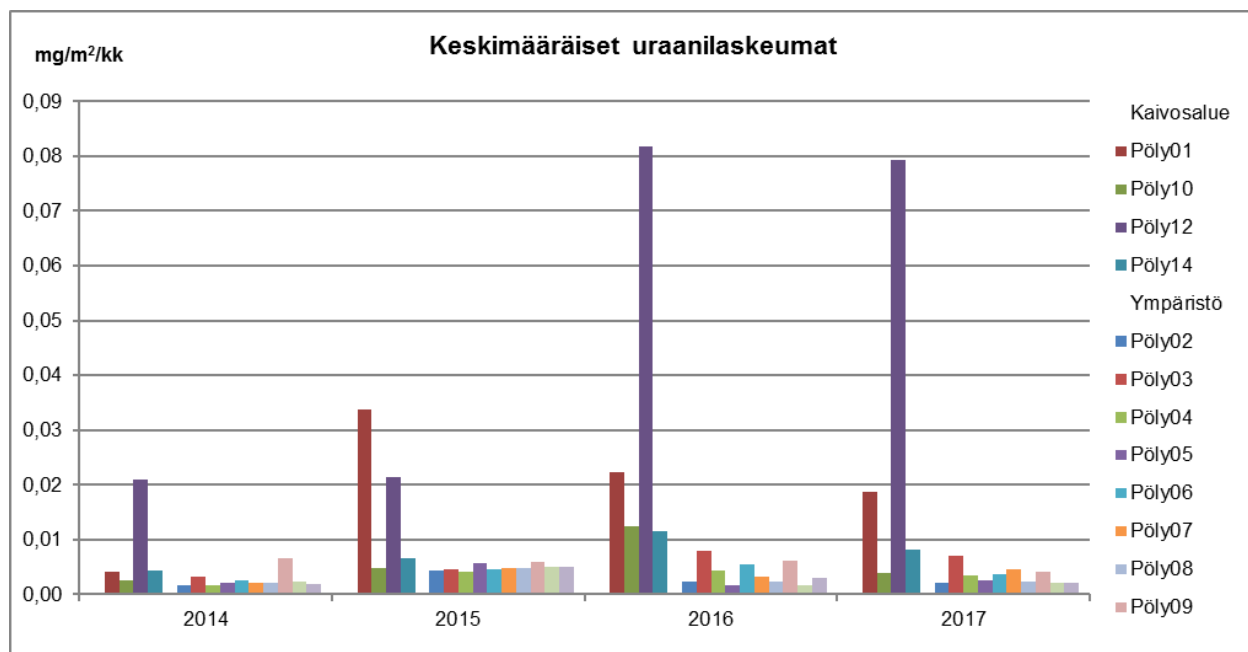
Kaivosalueen tarkkailupisteissä keskimääräinen uraanilaskeuma oli matalampi vuonna 2017 kuin vuonna 2016 (Kuva 4-32). Ympäristön tarkkailupisteissä keskimääräinen uraanilaskeuma oli samalla tasolla kuin vuonna 2016.



Kuva 4-30. Uraanilaskeumien kehitys kaivosalueella vuosina 2014 – 2017.



Kuva 4-31. Uraanilaskeumien kehitys kaivosalueen ympäristössä vuosina 2014–2017.



Kuva 4-32. Keskimääräiset uraani-laskeumat kaivosalueella ja ympäristössä vuosina 2014–2017.

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 2017 määrittystulosten 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 2017 yhteensä 14 tarkkailupisteestä kaivoksen alueella sekä sen ympäristössä. Kaivostoiminnan vaikutukset olivat nähtävissä kaivosalueella toimintojen läheisyydessä. Kaivostoiminnan mahdollisia vaikutuksia kiintoaineslaskeumaa paremmin kuvaavat laskeumanäytteiden hehkutusjäännökset olivat kaikilla tarkkailupisteillä verrattain alhaisia (0,04-5,7 g/m²/kk). Suurin osa ympäristön tarkkailupisteiden kiintoaineslaskeumasta oli orgaanista ainesta, etenkin kesällä, jolloin kokonaislaskeumamäärät ovat poikkeuksetta huomattavasti suuremmat kuin talvella.

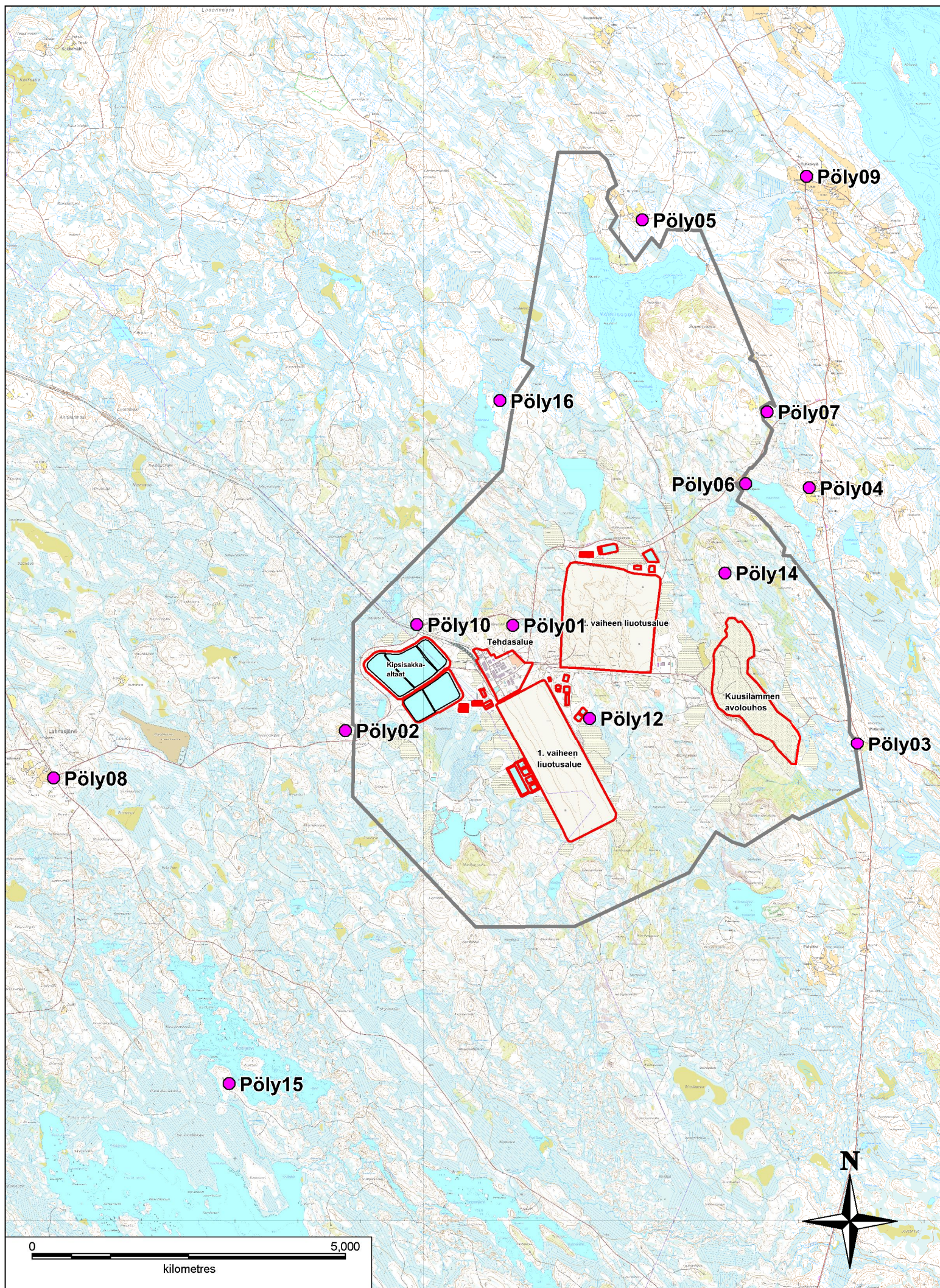
Laskeumatuloksissa, erityisesti metallilaskeumissa on ollut nähtävissä louhinnan uudelleen käynnistyminen elokuusta 2015 lähtien. Suhteellisesti eniten nousua on todettu nikkelin, sinkin ja raudan osalta vuodesta 2015 vuoteen 2016. Vuonna 2017 keskimääräiset metallipitoisuudet olivat kaikissa tarkkailupisteissä matalammat kuin vuonna 2016. Kaivosalueella korkeimmat metallilaskeumat todettiin Kuusilammen avolouhoksen (pöly12) ja toiminta-alueen pohjoispuolella (pöly1). Vuonna 2017 vallitsevat tuulensuunnat olivat itäkaakosta ja etelälounaasta puhaltavat tuulet. Tehdasalueen pohjois- ja länsipuolen pitoisuudet selittyvät tuulen suunnalla sekä pisteen ja toimintojen lyhyellä välimatkalla. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset ovat osittain havaittavissa, mutta ne ovat suhteellisen pieniä. Suurimmat pitoisuuserot ympäristön tarkkailupisteiden ja ns. taustapisteen (pöly5 ja pöly15) välillä olivat nikkeli- ja rautalaskeumissa. Kuormituksen kehittymistä ei vielä voi ennakoida, johtuen jaksottaisesta ja vaihtelevasta toiminnantasosta.

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

Laskeumanesteiden pH-arvoissa ei todettu merkittäviä muutoksia aikaisempiin vuosiin verrattuna. Pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna laskeumanäytteiden pH-arvoissa on nähtävissä vuoden aikainen vaihtelu; pH-arvot ovat talvella huomattavasti matalammalla tasolla kuin kesällä. Kaivostoiminnan ensimmäisiin vuosiin (2008-2009) verrattuna keskimääräiset laskeumanesteiden pH-arvot ovat olleet alhaisemmalla tasolla miltei kaikissa tarkkailupisteissä.

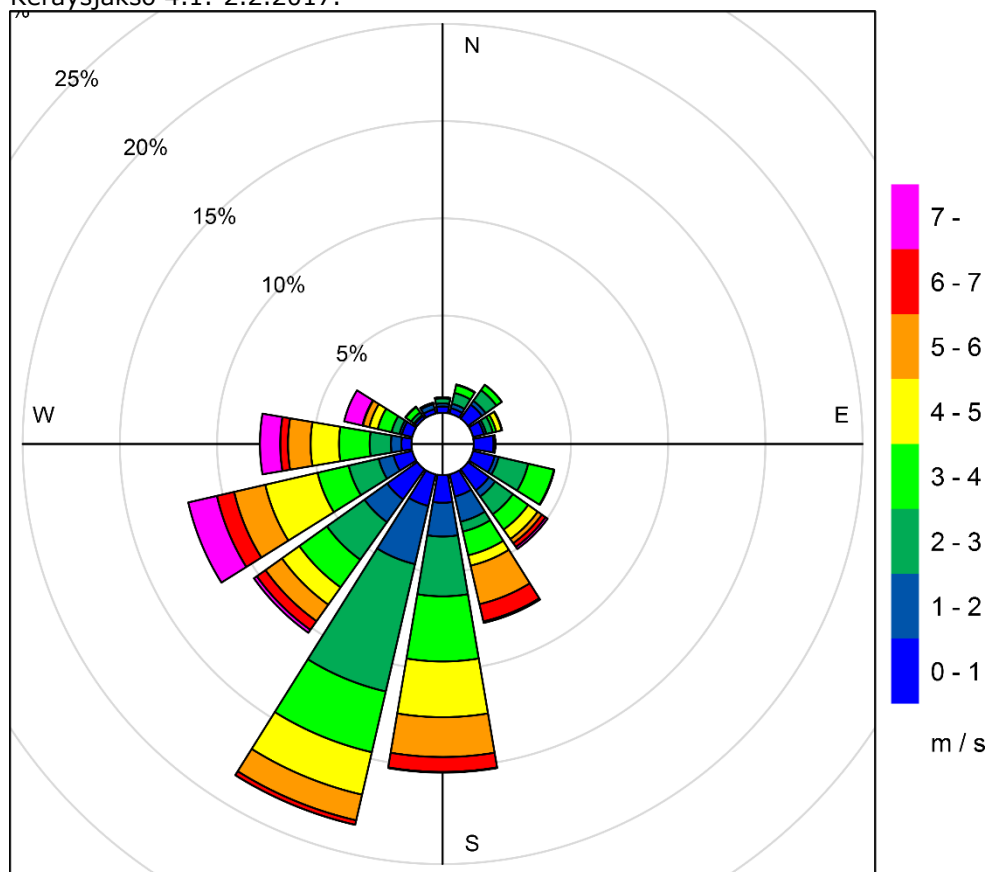
Vuoden 2017 laskeumatarkkailun tulosten perusteella kaivoksen toiminnan aiheuttamat vaikutukset näkyvät selvimmin tuotantoalueilla ja niiden välittömässä läheisyydessä. Ympäristössä kaivostoiminnan vaikutukset todettiin suhteellisen pieniksi, ja niiden arvioidaan edelleen tarkentuvan seurannan edetessä tarkkailusuunnitelman mukaisesti.

LIITE 1
PÖLYTARKKAILUN HAVAINTOPISTEET

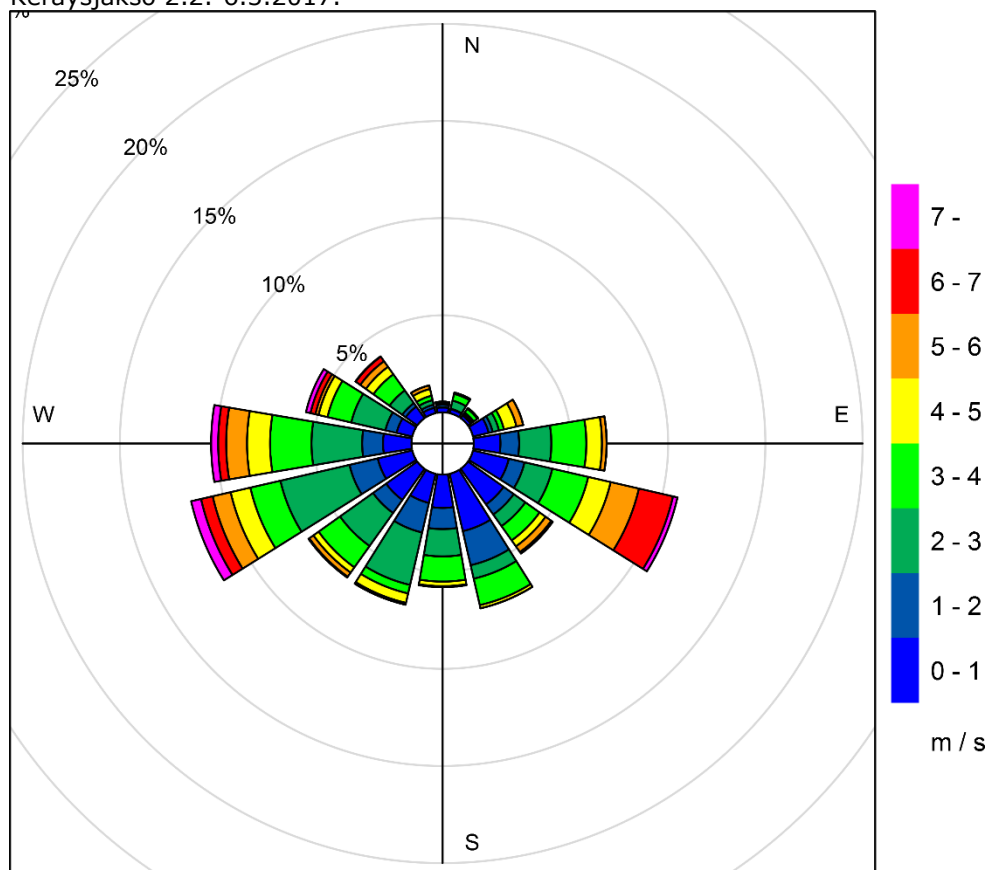


LIITE 2
TUULITIEDOT KUUKAUSITTAIN ILMATIETEEN LAITOKSEN KAJAANIN
ASEMAN MUKAAN

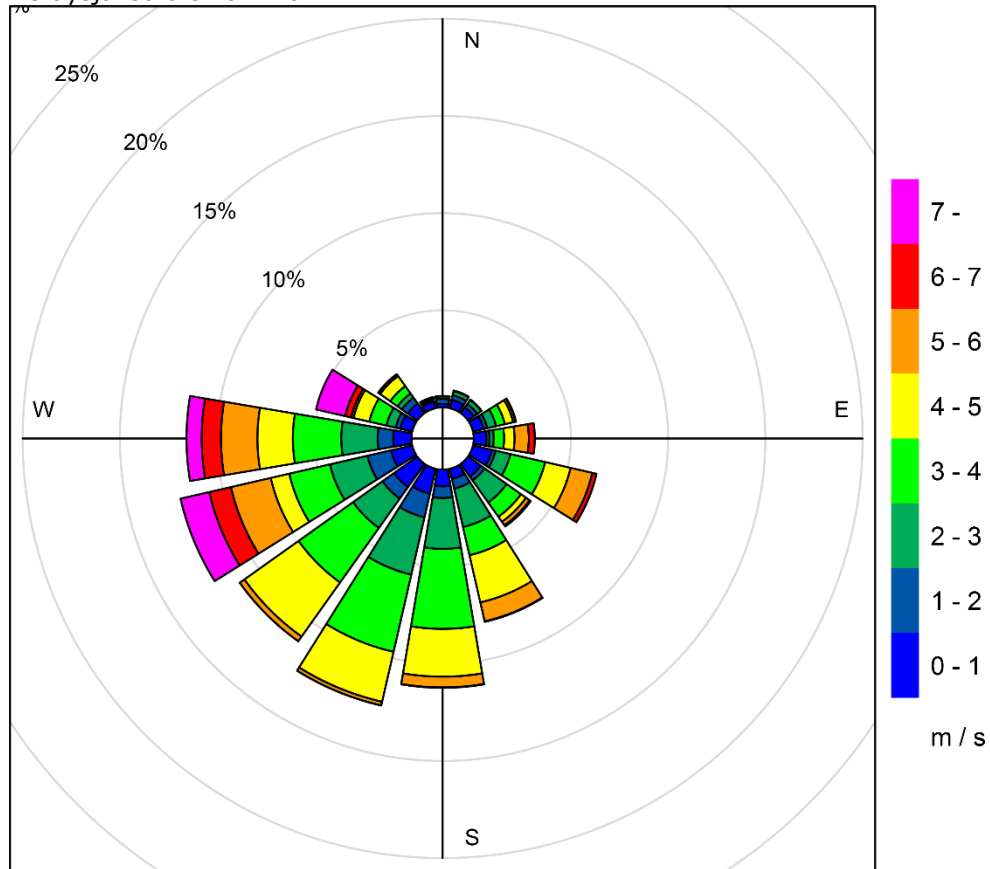
Keräysjakso 4.1.-2.2.2017.



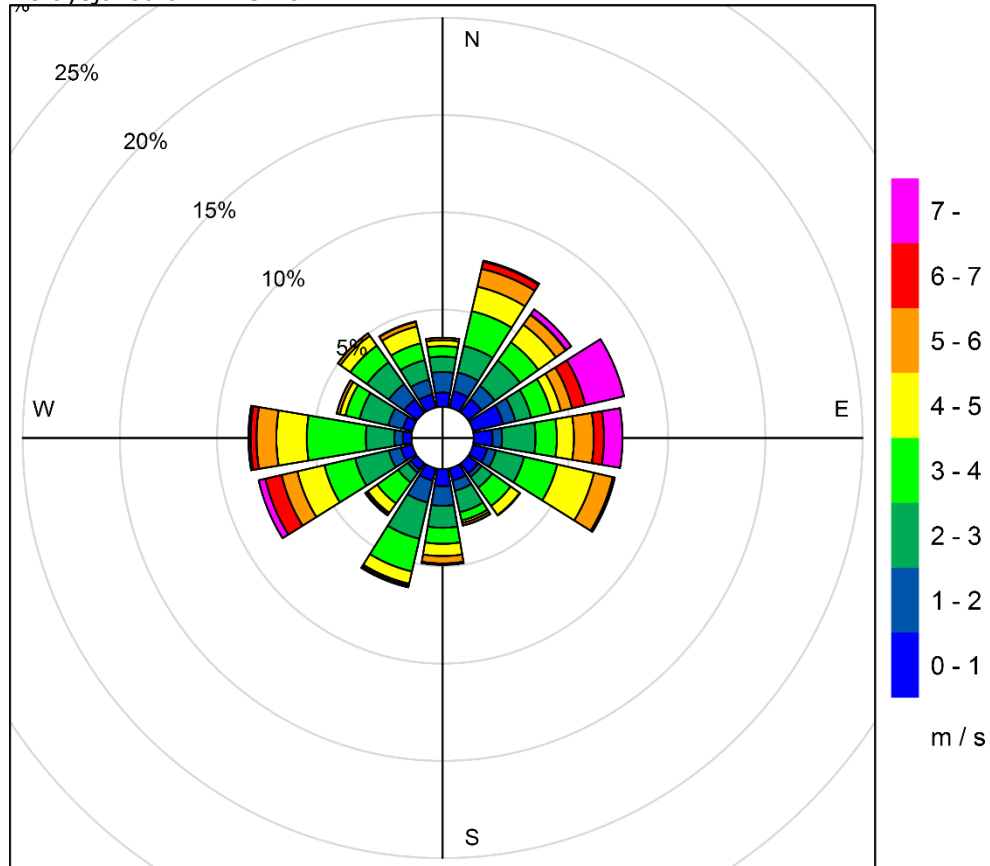
Keräysjakso 2.2.-6.3.2017.



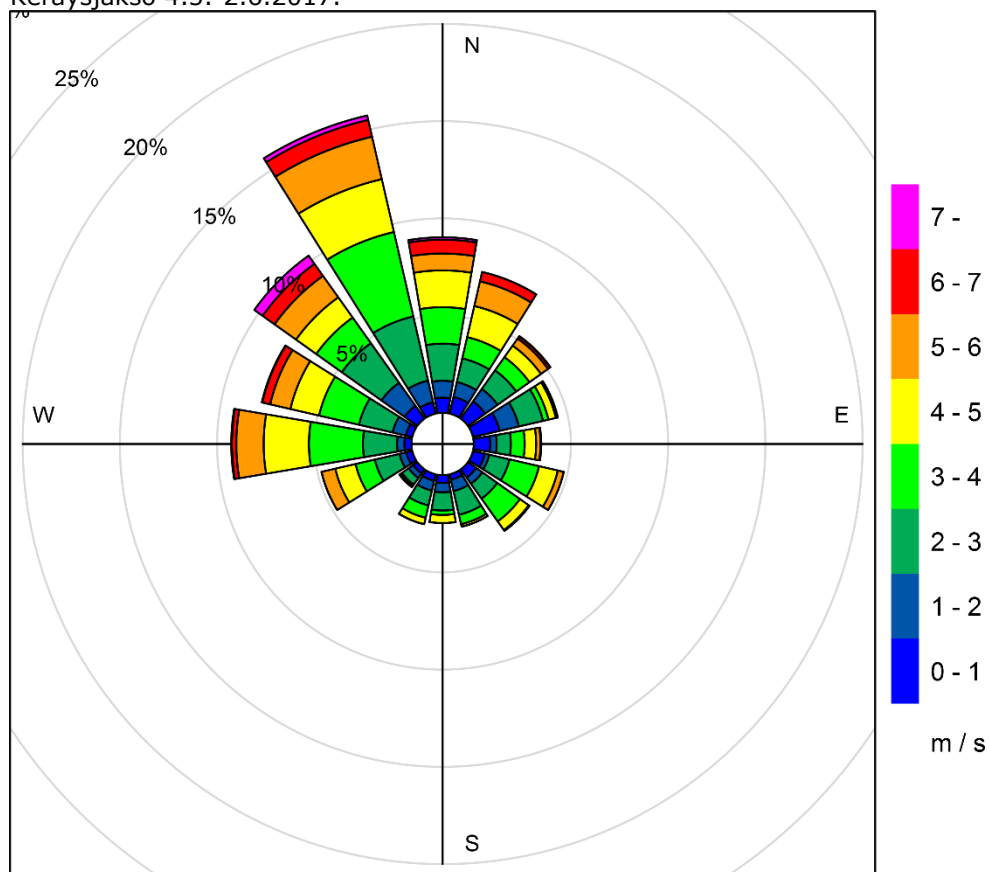
Keräysjakso 6.3.-6.4.2017.



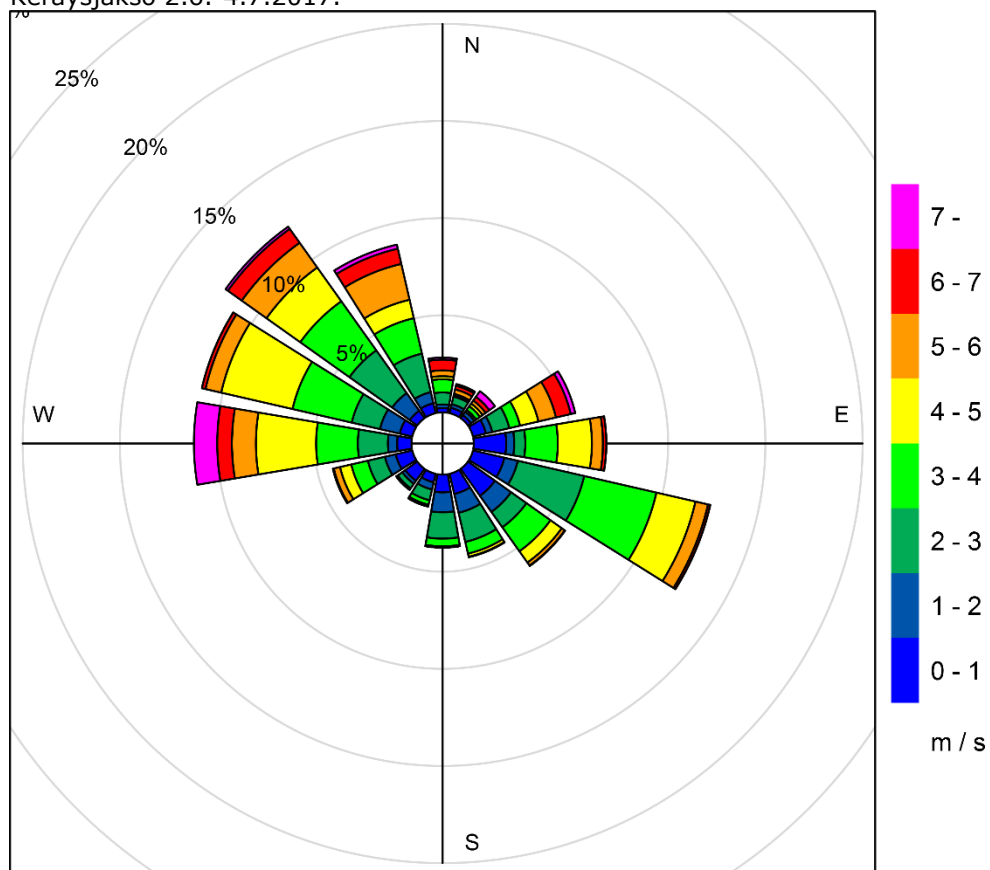
Keräysjakso 6.4.-4.5.2017.



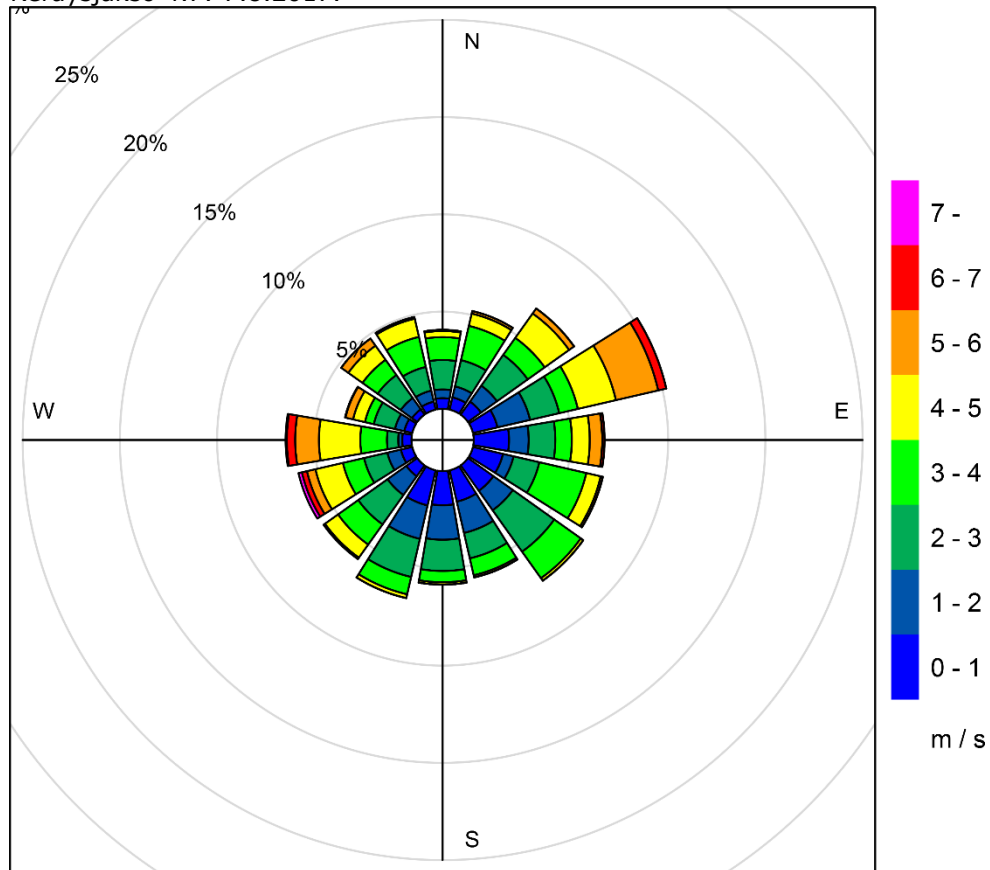
Keräysjakso 4.5.-2.6.2017.



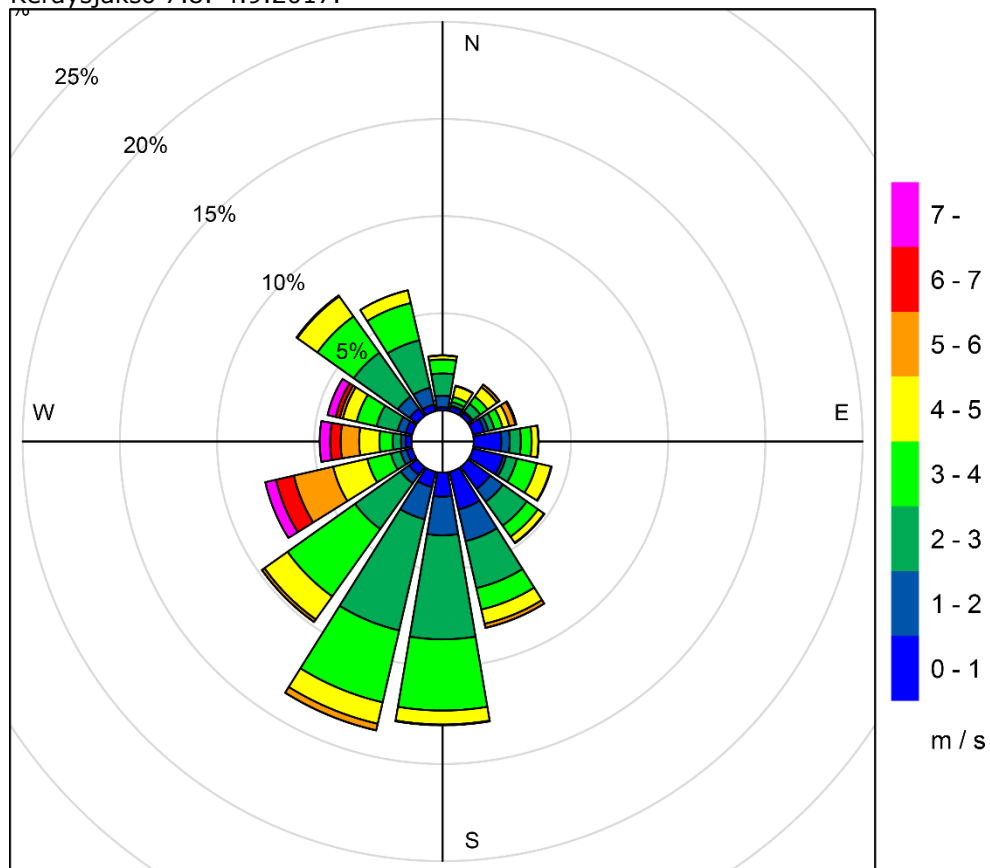
Keräysjakso 2.6.-4.7.2017.



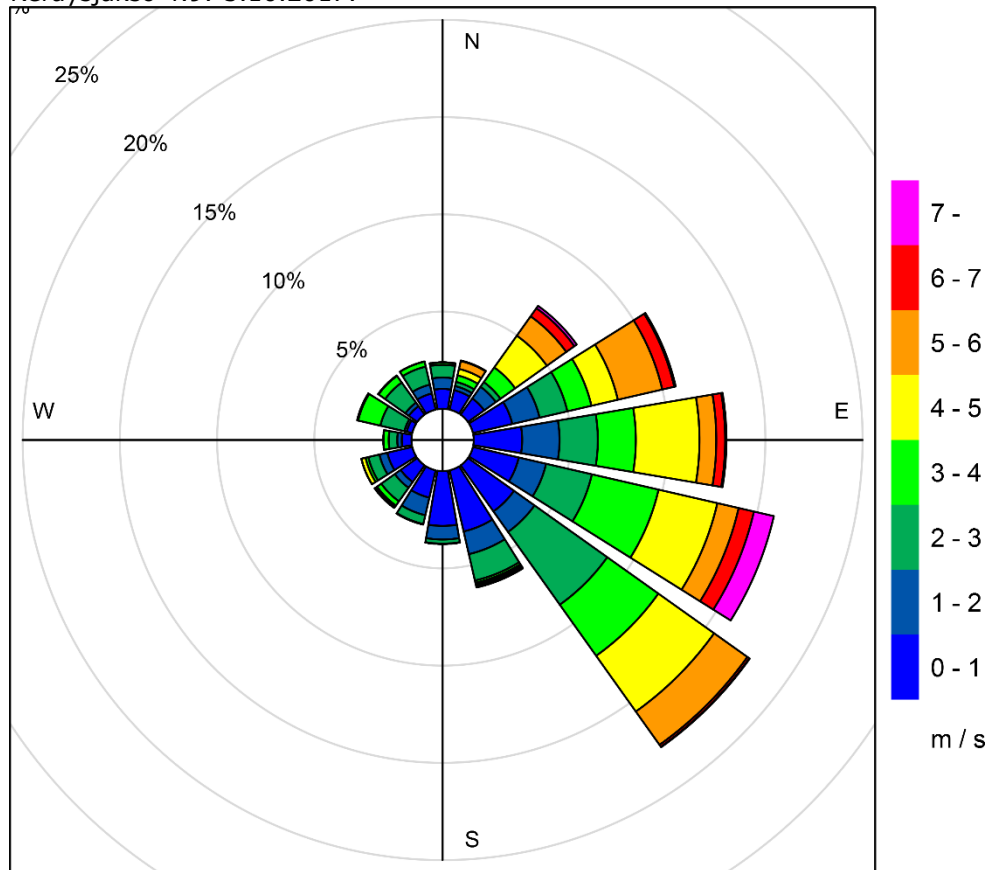
Keräysjakso 4.7.-7.8.2017.



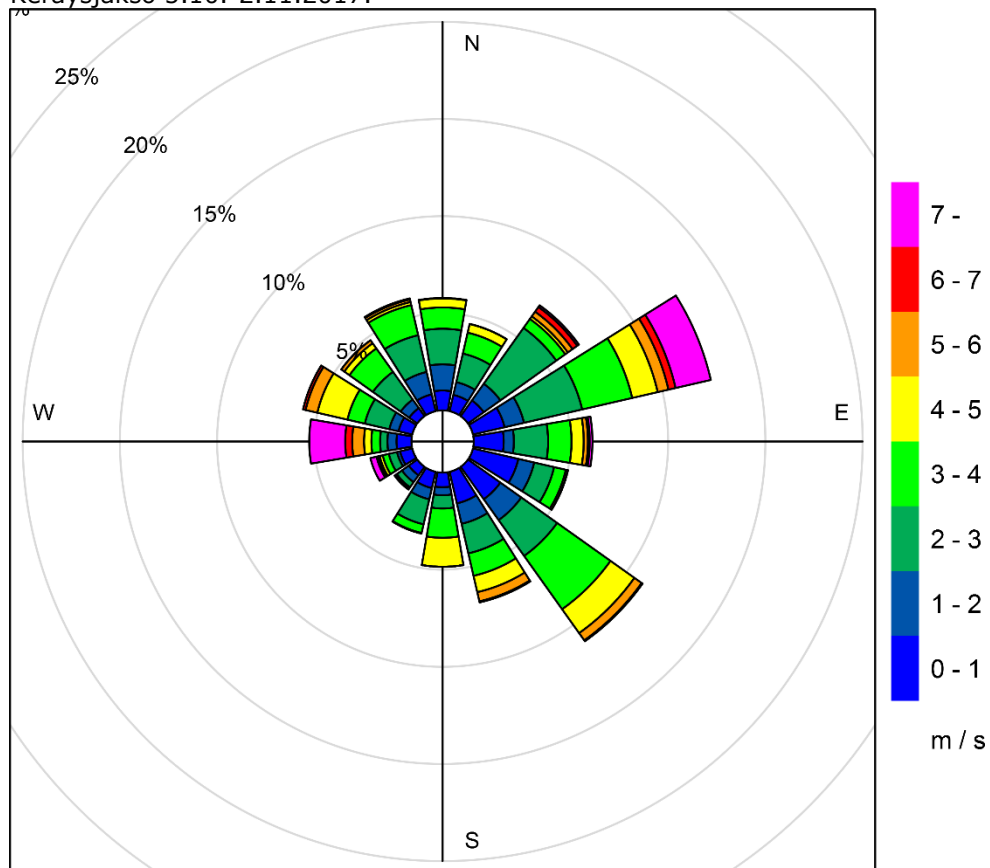
Keräysjakso 7.8.-4.9.2017.



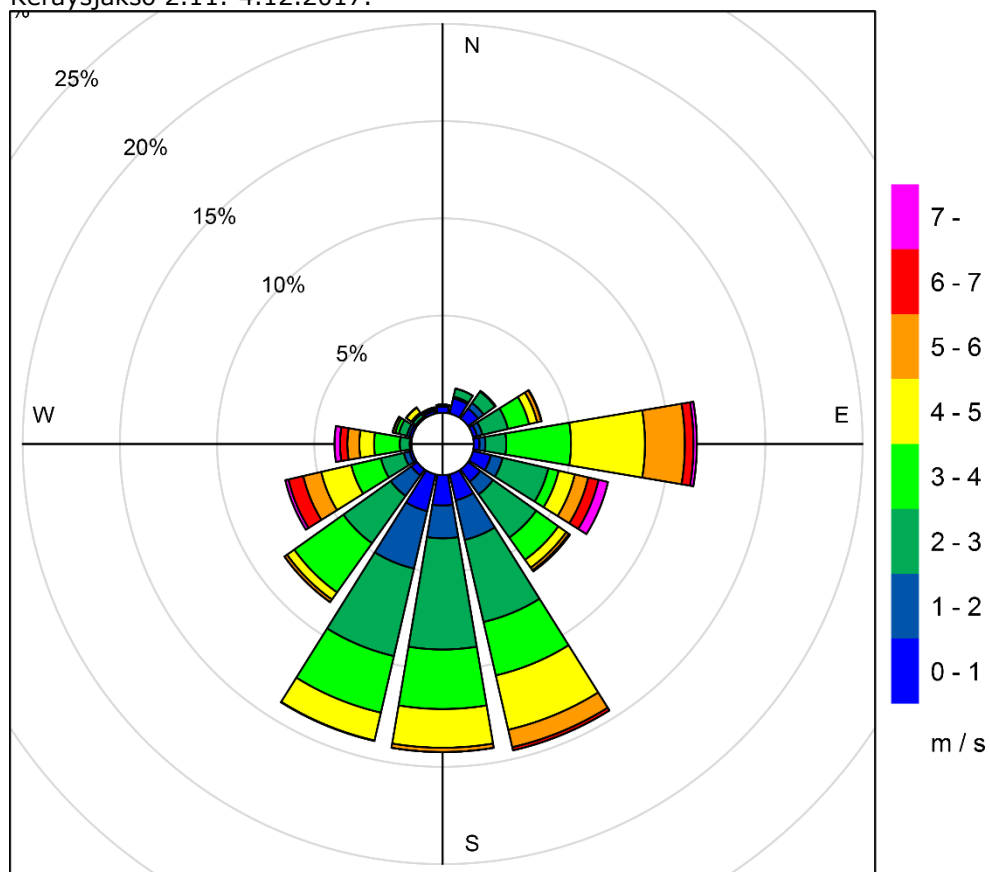
Keräysjakso 4.9.-5.10.2017.



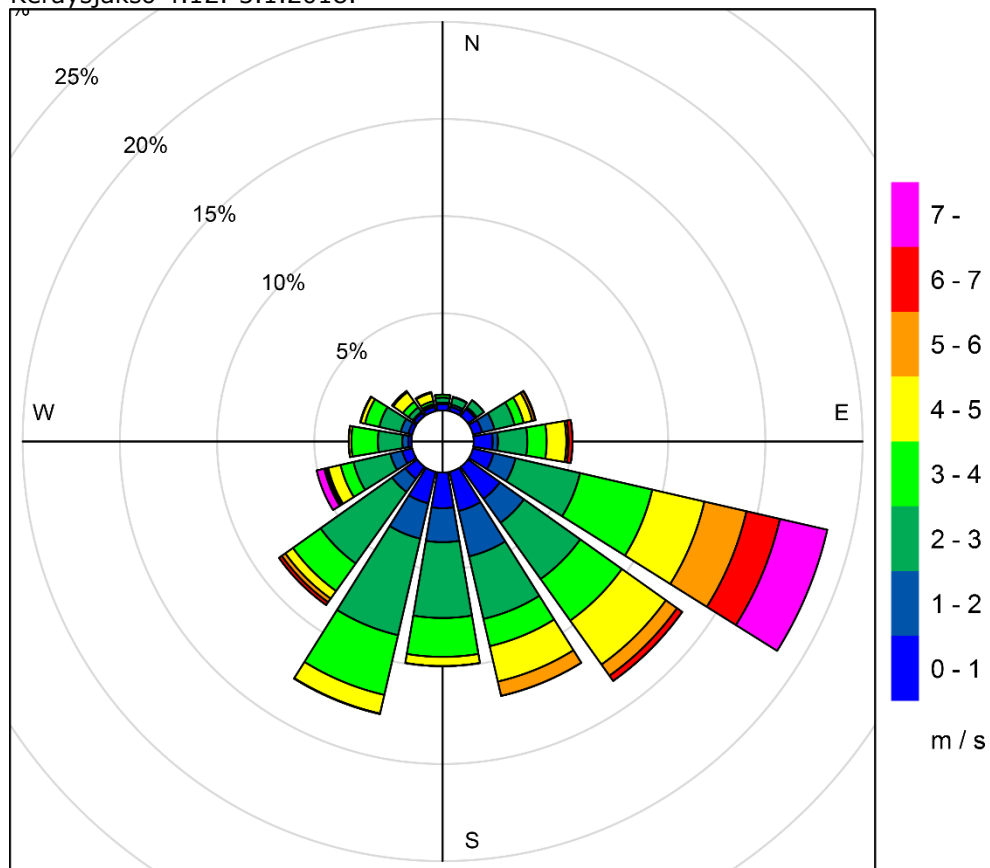
Keräysjakso 5.10.-2.11.2017.



70



70



LIITE 3
PÖLYTARKKAILUN TULOKSET VUONNA 2017

4.1.-2.2.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	4260	6,7	1,6	32	1,45	30	1,36	2,2	0,10														
Pöly02	3960	5,2	0,72	4,8	0,20	3,2	0,14	1	0,04														
Pöly03	4150	5,5	0,64	20	0,89	12	0,53	8,1	0,36														
Pöly04	3440	5,3	0,77	21	0,77	19	0,70	2	0,07														
Pöly05	4620	5,2	0,58	9,7	0,48	6,8	0,34	3	0,15														
Pöly06	3780	5,1	0,98	18	0,73	14	0,56	3,9	0,16														
Pöly07	4050	5,2	0,71	9,2	0,40	6,5	0,28	2,7	0,12														
Pöly08	4980	5,9	0,6	6,3	0,33	1	0,05	4,9	0,26														
Pöly09	3700	5,4	0,88	31	1,22	27	1,07	4,3	0,17														
Pöly10	4500	5,6	0,91	8	0,38	5,7	0,27	2,3	0,11														
Pöly12	3100	4,3	7,3	16	0,53	15	0,50	1	0,03														
Pöly14	3400	5,2	0,87	79	2,86	75	2,72	3,7	0,13														
Pöly15	4000	5,2	0,58	4,3	0,18	1	0,04	3	0,13														
Pöly16	4600	5,2	0,66	6,9	0,34	4,3	0,21	2,6	0,13														

2.2.-6.3.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	5800	6,4	1,2	22	1,23	21	1,18	1	0,06														
Pöly02	4950	5,3	0,72	3,8	0,18	3,2	0,15	1	0,05														
Pöly03	6000	5,3	0,89	30	1,74	27	1,57	2,7	0,16														
Pöly04	4750	5,5	0,98	11	0,50	10	0,46	1	0,05														
Pöly05	6300	5,3	0,66	2,7	0,16	1	0,06	1	0,06														
Pöly06	4800	5,4	1,1	14	0,65	13	0,60	1	0,05														
Pöly07	5700	5,3	0,84	6,9	0,38	5,8	0,32	1	0,06														
Pöly08	6755	5,8	0,73	2,7	0,18	1	0,07	1	0,07														
Pöly09	5470	5,4	0,88	22	1,16	20	1,06	1	0,05														
Pöly10	5080	5,7	0,7	5,1	0,25	4	0,20	1	0,05														
Pöly12	3900	4,3	8,1	15	0,57	14	0,53	1	0,04														
Pöly14	6160	5,1	0,92	35	2,08	33	1,96	1	0,06														
Pöly15	6600	5,1	0,56	2,3	0,15	1	0,06	1	0,06														
Pöly16	6550	5,2	0,55	4,7	0,30	3,4	0,22	1	0,06														

6.3.-6.4.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	5225	6,6	1,4	43	2,24	41	2,14	1	0,05	4,2	0,219	35	1,82	77	4,01	2300	119,9	2300	0,12	250	13,03	0,34	0,018
Pöly02	3900	5,4	0,73	5	0,19	3,9	0,15	1	0,04	0,25	0,010	5,9	0,23	3,0	0,12	120	4,7	390	0,02	16	0,62	0,05	0,002
Pöly03	5100	5,6	0,58	45	2,29	40	2,04	5	0,25	0,88	0,045	13	0,66	11	0,56	1300	66,1	720	0,04	38	1,93	0,25	0,013
Pöly04	3950	5,3	0,73	17	0,67	15	0,59	1	0,04	0,25	0,010	8,1	0,32	6,2	0,24	460	18,1	560	0,02	28	1,10	0,05	0,002
Pöly05	6200	5,3	0,57	5,7	0,35	3	0,19	2,8	0,17	0,25	0,015	6,2	0,38	4,7	0,29	110	6,8	330	0,02	14	0,87	0,05	0,003
Pöly06	4100	5,4	0,74	26	1,06	22	0,90	4,2	0,17	0,52	0,021	7,9	0,32	8,7	0,36	650	26,6	790	0,03	39	1,60	0,1	0,004
Pöly07	4450	5,2	0,67	13	0,58	11	0,49	2	0,09	0,25	0,011	7,0	0,31	6,0	0,27	420	18,6	580	0,03	20	0,89	0,05	0,002
Pöly08	5250	5,6	0,51	7,8	0,41	2,5	0,13	5,3	0,28	0,25	0,013	2,4	0,13	0,5	0,03	42	2,2	310	0,02	6,1	0,32	0,05	0,003
Pöly09	4700	5,8	0,74	130	6,10	120	5,63	8,6	0,40	1,40	0,066	5,8	0,27	7,8	0,37	1800	84,4	500	0,02	30	1,41	0,18	0,008
Pöly10	5300	5,6	0,56	10	0,53	8,1	0,43	2	0,11	0,25	0,013	3,8	0,20	2,9	0,15	210	11,1	370	0,02	26	1,37	0,05	0,003
Pöly12	1625	4	15	34	0,55	31	0,50	2,3	0,04	10	0,162	71	1,15	430	6,97	5900	95,7	14000	0,23	1000	16,21	5,8	0,094
Pöly14	5000	5	1	53	2,64	50	2,49	3,2	0,16	0,89	0,044	9,9	0,49	14	0,70	970	48,4	900	0,04	50	2,49	0,23	0,011
Pöly15	5450	5,3	0,54	4	0,22	1	0,05	2,9	0,16	0,25	0,014	3,3	0,18	0,5	0,03	24	1,3	280	0,02	7,8	0,42	0,05	0,003
Pöly16	5425	5,4	0,62	6,5	0,35	3,7	0,20	2,8	0,15	0,25	0,014	3,9	0,21	3,0	0,16	77	4,2	330	0,02	17	0,92	0,05	0,003

6.4.-4.5.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	6050	7,6	2,2	38	2,54	40	2,67	2,6	0,17														
Pöly02	4750	6,4	1,1	7,3	0,38	5,7	0,30	1	0,05														
Pöly03	6100	5,9	0,67	32	2,16	28	1,89	4,1	0,28														
Pöly04	4850	6	0,91	14	0,75	12	0,64	2,3	0,12														
Pöly05	6500	5,8	0,71	5,6	0,40	2,1	0,15	3,4	0,24														
Pöly06	5250	7	1,3	16	0,93	12	0,70	3,8	0,22														
Pöly07	6450	6	0,78	9	0,64	5,6	0,40	3,4	0,24														
Pöly08	5750	6,4	0,85	5,3	0,34	2,1	0,13	3,2	0,20														
Pöly09	6000	6,1	0,77	92	6,10	86	5,70	6,7	0,44														
Pöly10	7300	6,2	0,76	9,7	0,78	7,7	0,62	2	0,16														
Pöly12	4350	4,9	3,5	74	3,56	72	3,46	2,3	0,11														
Pöly14	6600	5,3	0,87	23	1,68	19	1,39	3,3	0,24														
Pöly15	3200	5,4	0,68	4,3	0,15	1	0,04	2,4	0,08														
Pöly16	6250	5,6	0,69	3,9	0,27	1	0,07	2,2	0,15														

4.5.-2.6.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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
Pöly01	4450	6,3	2,7	44	2,09	22	1,04	22	1,04														
Pöly02	3100	5,2	1,3	10	0,33	5,9	0,20	4,2	0,14														
Pöly03	4625	6,1	1,2	90	4,44	81	4,00	9,2	0,45														
Pöly04	3325	6,1	1,4	22	0,78	11	0,39	11	0,39														
Pöly05	5925	5,4	0,78	5,3	0,33	1	0,06	3,6	0,23														
Pöly06	3525	5,9	3,6	55	2,07	6	0,23	49	1,84														
Pöly07	4850	6,2	2,7	29	1,50	2,5	0,13	27	1,40														
Pöly08	4650	6,2	1	8,5	0,42	2,7	0,13	5,8	0,29														
Pöly09	4875	6,1	1,1	81	4,21	73	3,80	7,7	0,40														
Pöly10	5125	5,9	0,86	16	0,87	9	0,49	6,8	0,37														
Pöly12	2270	4,4	8,8	130	3,15	120	2,91	8,2	0,20														
Pöly14	3725	6	5	100	3,97	9,3	0,37	92	3,65														
Pöly 15	4550	6,3	5,6	72	3,49	6,6	0,32	66	3,20														
Pöly16	5150	5,3	0,94	8,3	0,46	1	0,05	6,7	0,37														

2.6.-4.7.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	4140	6,8	34	120	4,80	79	3,16	46	1,84	3,3	0,132	47	1,88	62	2,48	3100	124,0	3300	0,13	180	7,20	0,48	0,019
Pöly02	4000	5,6	0,95	39	1,51	12	0,46	27	1,04	0,42	0,016	8,6	0,33	7	0,27	410	15,9	810	0,03	29	1,12	0,06	0,002
Pöly03	4150	7,8	31	200	8,02	34	1,36	170	6,82	1,4	0,056	57	2,29	13	0,52	1500	60,2	5900	0,24	120	4,81	0,11	0,004
Pöly04	4020	5,8	0,65	59	2,29	30	1,17	29	1,13	0,93	0,036	14	0,54	13	0,51	1000	38,9	790	0,03	48	1,86	0,19	0,007
Pöly05	4300	7,8	24	140	5,82	6	0,25	130	5,40	0,51	0,021	36	1,50	4,4	0,18	310	12,9	3600	0,15	37	1,54	0,05	0,002
Pöly06	4000	6,4	2,7	46	1,78	11	0,43	35	1,35	0,51	0,020	15	0,58	5,4	0,21	410	15,9	1400	0,05	33	1,28	0,08	0,003
Pöly07	4000	8,1	6,7	63	2,44	14	0,54	49	1,89	0,42	0,016	20	0,77	6,6	0,26	500	19,3	1500	0,06	58	2,24	0,08	0,003
Pöly08	4180	6,6	2,4	82	3,31	8,2	0,33	74	2,99	0,35	0,014	17	0,69	3,3	0,13	370	14,9	700	0,03	30	1,21	0,05	0,002
Pöly09	4000	5,9	0,8	64	2,47	24	0,93	41	1,59	0,74	0,029	6,5	0,25	5,8	0,22	1100	42,5	590	0,02	25	0,97	0,10	0,004
Pöly10	4070	7,7	8,6	82	3,23	17	0,67	65	2,56	0,98	0,039	18	0,71	14	0,55	910	35,8	2000	0,08	89	3,50	0,16	0,006
Pöly12	4000	4,9	6,2	130	5,03	91	3,52	36	1,39	7,7	0,298	64	2,47	220	8,51	6500	251,3	9500	0,37	670	25,90	3,90	0,151
Pöly14	4070	6,7	5,7	97	3,82	49	1,93	49	1,93	1,9	0,075	40	1,57	23	0,90	1800	70,8	3000	0,12	94	3,70	0,21	0,008
Pöly15	4100	7,5	59	210	8,32	11	0,44	200	7,93	0,28	0,011	38	1,51	1,5	0,06	150	5,9	6800	0,27	41	1,62	0,025	0,001
Pöly16	4000	8,7	15	150	5,80	10	0,39	140	5,41	0,39	0,015	29	1,12	3,4	0,13	270	10,4	3200	0,12	86	3,32	0,025	0,001

4.7.-7.8.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	9800	5,6	3,4	210	18,72	22	1,96	180	16,05														
Pöly02	8000	6,6	11	220	16,01	8,6	0,63	220	16,01														
Pöly03	10450	6,7	11	130	12,36	20	1,90	100	9,51														
Pöly04	8575	6,5	2,3	41	3,20	8,8	0,69	32	2,50														
Pöly05	11960	6,9	5,4	61	6,64	1	0,11	59	6,42														
Pöly06	10525	6,8	9,2	99	9,48	13	1,24	87	8,33														
Pöly07	10350	7	39	240	22,60	9,6	0,90	230	21,65														
Pöly08	10950	6,1	0,78	18	1,79	1	0,10	18	1,79														
Pöly09	8900	6,5	1,4	47	3,81	25	2,02	22	1,78														
Pöly10	10850	6,5	5,3	79	7,80	9,4	0,93	70	6,91														
Pöly12	8490	4,9	5	73	5,64	27	2,09	46	3,55														
Pöly14	10825	6,6	23	230	22,65	35	3,45	190	18,71														
Pöly15	10650	6,6	4,5	62	6,01	1	0,10	62	6,01														
Pöly16	10000	6,5	3,5	84	7,64	5,3	0,48	79	7,19														

7.8.-4.9.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	8800	6,2	1,9	26	2,53	12	1,17	14	1,36														
Pöly02	8000	6,4	2,2	20	1,77	1	0,09	19	1,68														
Pöly03	10365	6,6	5	27	3,09	5,1	0,58	22	2,52														
Pöly04	8000	6,5	2	15	1,33	4,5	0,40	10	0,88														
Pöly05	10200	6,5	1,3	9,8	1,10	1	0,11	8,4	0,95														
Pöly06	7750	6,4	4,1	57	4,88	8,6	0,74	48	4,11														
Pöly07	8100	6,8	23	73	6,53	7	0,63	66	5,91														
Pöly08	10200	6,6	2,8	14	1,58	1	0,11	14	1,58														
Pöly09	6900	6,4	1,4	24	1,83	8	0,61	16	1,22														
Pöly10	9500	6,6	3,7	14	1,47	1	0,10	12	1,26														
Pöly12	4900	5,6	3,4	27	1,46	15	0,81	12	0,65														
Pöly14	8600	6,6	11	87	8,26	18	1,71	69	6,55														
Pöly15	4000	6,8	7,2	24	1,06	1	0,04	24	1,06														
Pöly16	8850	6,5	3,4	22	2,15	1	0,10	21	2,05														

4.9.-5.10.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	5150	6,5	3,4	23	1,18	11	0,57	12	0,62	1,2	0,062	15	0,77	27	1,39	960	49,3	2400	0,12	99	5,09	0,33	0,017
Pöly02	9550	6,4	2,8	12	1,14	1	0,10	11	1,05	0,14	0,013	3,4	0,32	3,5	0,33	120	11,4	800	0,08	17	1,62	0,025	0,002
Pöly03	11100	6,3	2,3	24	2,66	3,6	0,40	20	2,21	0,15	0,017	3,9	0,43	3	0,33	230	25,5	200	0,02	21	2,33	0,025	0,003
Pöly04	10500	5,7	0,54	4,3	0,45	2	0,21	2,3	0,24	0,05	0,005	1,4	0,15	2,3	0,24	75	7,9	200	0,02	7,6	0,80	0,025	0,003
Pöly05	11000	6,1	1,6	13	1,43	1	0,11	15	1,65	0,05	0,005	2,5	0,27	0,5	0,05	42	4,6	1600	0,18	19	2,09	0,025	0,003
Pöly06	9800	6,4	5	18	1,76	1	0,10	18	1,76	0,22	0,022	5,2	0,51	3,2	0,31	120	11,7	1000	0,10	17	1,66	0,025	0,002
Pöly07	10800	6,4	3,7	16	1,72	1	0,11	16	1,72	0,16	0,017	3,7	0,40	2,9	0,31	77	8,3	710	0,08	13	1,40	0,025	0,003
Pöly08	10800	6,2	2,2	14	1,51	1	0,11	14	1,51	0,05	0,005	2,8	0,30	1,1	0,12	45	4,8	200	0,02	14	1,51	0,025	0,003
Pöly09	10000	6,5	1,1	5,3	0,53	1	0,10	3,4	0,34	0,05	0,005	1,2	0,12	1,5	0,15	77	7,7	200	0,02	6,2	0,62	0,025	0,002
Pöly10	9800	6,3	1,3	7,7	0,75	1	0,10	6	0,59	0,2	0,020	2,1	0,21	4,6	0,45	150	14,7	530	0,05	20	1,96	0,025	0,002
Pöly12	4500	5,6	2,5	23	1,03	13	0,58	9,8	0,44	2,6	0,117	12	0,54	70	3,14	1600	71,8	2700	0,12	150	6,73	0,54	0,024
Pöly14	10800	6,5	2,5	6,8	0,73	1	0,11	4,9	0,53	0,17	0,018	4,2	0,45	4,1	0,44	160	17,2	550	0,06	12	1,29	0,054	0,006
Pöly15	10300	5,9	1,5	14	1,44	1	0,10	16	1,64	0,05	0,005	3,5	0,36	0,5	0,05	16	1,6	200	0,02	15	1,54	0,025	0,003
Pöly16	9400	6,7	5,2	8,9	0,83	1	0,09	8,3	0,78	0,05	0,005	2,8	0,26	2,6	0,24	96	9,0	880	0,08	13	1,22	0,025	0,002

5.10.-2.11.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	6450	6	1,4	28	1,99	19	1,35	8,4	0,60														
Pöly02	5850	6	1,4	8,2	0,53	4	0,26	4,2	0,27														
Pöly03	6800	6,3	0,88	17	1,28	9,3	0,70	7,3	0,55														
Pöly04	5650	5,8	0,47	6,5	0,41	4,9	0,31	1	0,06														
Pöly05	6350	6,3	1	8,4	0,59	1	0,07	6,8	0,48														
Pöly06	5550	6	1,3	34	2,08	7	0,43	27	1,66														
Pöly07	6325	5,9	0,42	5,5	0,38	3,8	0,27	1	0,07														
Pöly08	5550	6,1	3,5	32	1,96	4	0,25	28	1,72														
Pöly09	5800	6,1	0,62	23	1,47	15	0,96	7,7	0,49														
Pöly10	6250	5,9	0,54	7	0,48	4,9	0,34	2,1	0,14														
Pöly12	6200	4,6	2,6	13	0,89	12	0,82	1	0,07														
Pöly14	6750	6	1,1	22	1,64	12	0,89	10	0,75														
Pöly15	5900	6,1	1,4	9,8	0,64	1	0,07	9,4	0,61														
Pöly16	5800	5,8	0,56	7	0,45	4,1	0,26	2,9	0,19														

2.11.-4.12.2017

Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	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	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	9400	5,9	1,3	11	1,00	10	0,91	1	0,09														
Pöly02	8700	5,4	0,59	1	0,08	1	0,08	1	0,08														
Pöly03	7450	5,7	0,5	18	1,30	16	1,15	2,3	0,17														
Pöly04	8400	5,4	0,59	5	0,41	4,2	0,34	1	0,08														
Pöly05	11050	5,7	0,71	1	0,11	1	0,11	1	0,11														
Pöly06	9050	5,4	0,63	7	0,61	4,5	0,39	2,5	0,22														
Pöly07	9350	5,3	0,75	4,5	0,41	2,4	0,22	2,1	0,19														
Pöly08	7800	5,7	0,47	2,3	0,17	1	0,08	1	0,08														
Pöly09	9050	5,2	0,63	5,8	0,51	4,4	0,38	1	0,09														
Pöly10	7950	5,7	0,48	4,1	0,32	3	0,23	1	0,08														
Pöly12	8000	4,4	3,1	7,3	0,56	6,7	0,52	1	0,08														
Pöly14	8950	5,1	0,81	7,3	0,63	6,5	0,56	1	0,09														
Pöly15	9500	5,3	0,52	1	0,09	1	0,09	1	0,09														
Pöly16	9500	5,1	0,71	2,2	0,20	1	0,09	1	0,09														

4.12.2017-3.1.2018

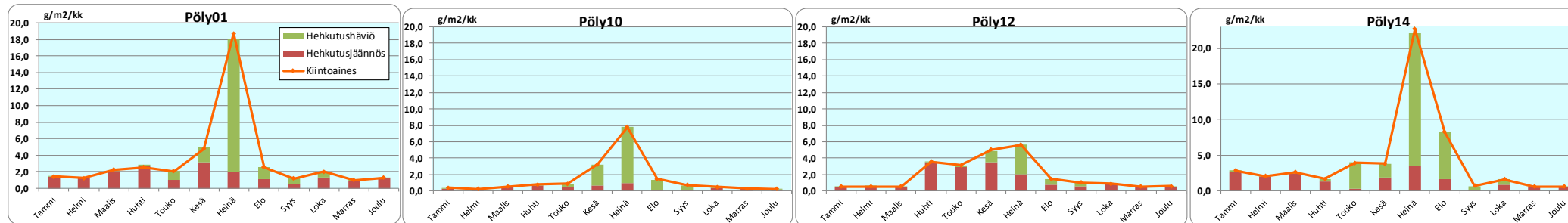
Piste	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön-johtavuus	Kiintoaine		Kiintoaineen hehkutusjäännös		Kiintoaineen hehkutushäviö		Koboltti (Co)		Kupari (Cu)		Nikkeli (Ni)		Rauta (Fe)		Rikki (S)		Sinkki (Zn)		Uraani (U)	
				mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	mg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	g/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk	µg/l	mg/m2/kk
Pöly01	8300	6,2	1,2	15	1,28	14	1,20	1	0,09	2,2	0,188	18	1,54	50	4,28	1200	102,7	1400	0,12	150	12,84	0,25	0,021
Pöly02	7000	5,3	0,52	1	0,07	1	0,07	1	0,07	0,05	0,004	0,5	0,04	2,2	0,16	44	3,2	200	0,01	6	0,43	0,025	0,002
Pöly03	8600	5,5	0,45	15	1,33	13	1,15	1	0,09	0,89	0,079	12	1,06	14	1,24	700	62,1	490	0,04	49	4,34	0,09	0,008
Pöly04	6800	5,3	0,56	3,6	0,25	3	0,21	1	0,07	0,23	0,016	0,5	0,04	4,1	0,29	180	12,6	200	0,01	11	0,77	0,025	0,002
Pöly05	9200	5,5	0,43	1	0,09	1	0,09	1	0,09	0,12	0,011	0,5	0,05	1,7	0,16	44	4,2	200	0,02	7,3	0,69	0,025	0,002
Pöly06	7700	5,2	0,64	3,4	0,27	2,5	0,20	1	0,08	0,27	0,021	2,9	0,23	5,6	0,44	180	14,3	200	0,02	23	1,83	0,07	0,005
Pöly07	7500	5,3	0,52	1	0,08	1	0,08	1	0,08	0,13	0,010	1,2	0,09	3,1	0,24	78	6,0	200	0,02	9,5	0,73	0,13	0,010
Pöly08	8700	5,6	0,4	2,7	0,24	1	0,09	1	0,09	0,05	0,004	0,5	0,04	0,5	0,04	84	7,5	200	0,02	5,5	0,49	0,025	0,002
Pöly09	8600	5,3	0,67	3,6	0,32	2,8	0,25	1	0,09	0,21	0,019	0,5	0,04	2,4	0,21	160	14,2	200	0,02	9,9	0,88	0,025	0,002
Pöly10	8000	5,7	0,63	3	0,25	2,5	0,21	1	0,08	0,39	0,032	1,2	0,10	11	0,91	300	24,7	200	0,02	32	2,64	0,06	0,005
Pöly12	5800	4,4	3,4	9,6	0,57	8,5	0,51	1	0,06	2,1	0,126	19	1,14	95	5,68	1500	89,7	2600	0,16	190	11,36	0,81	0,048
Pöly14	8000	5,1	0,63	7,5	0,62	5,9	0,49	1	0,08	0,34	0,028	3,1	0,26	7,7	0,64	340	28,0	200	0,02	20	1,65	0,09	0,007
Pöly15	9200	5,2	0,46	1	0,09	1	0,09	1	0,09	0,05	0,005	0,5	0,05	0,5	0,05	5	0,5	200	0,02	7,7	0,73	0,025	0,002
Pöly16	4700	5,1	0,64	7,1	0,34	5,1	0,25	2	0,10	0,22	0,011	1,7	0,08	4,4	0,21	150	7,3	200	0,01	14	0,68	0,06	0,003

LIITE 4
KIINTOAINESKUVAAJAT

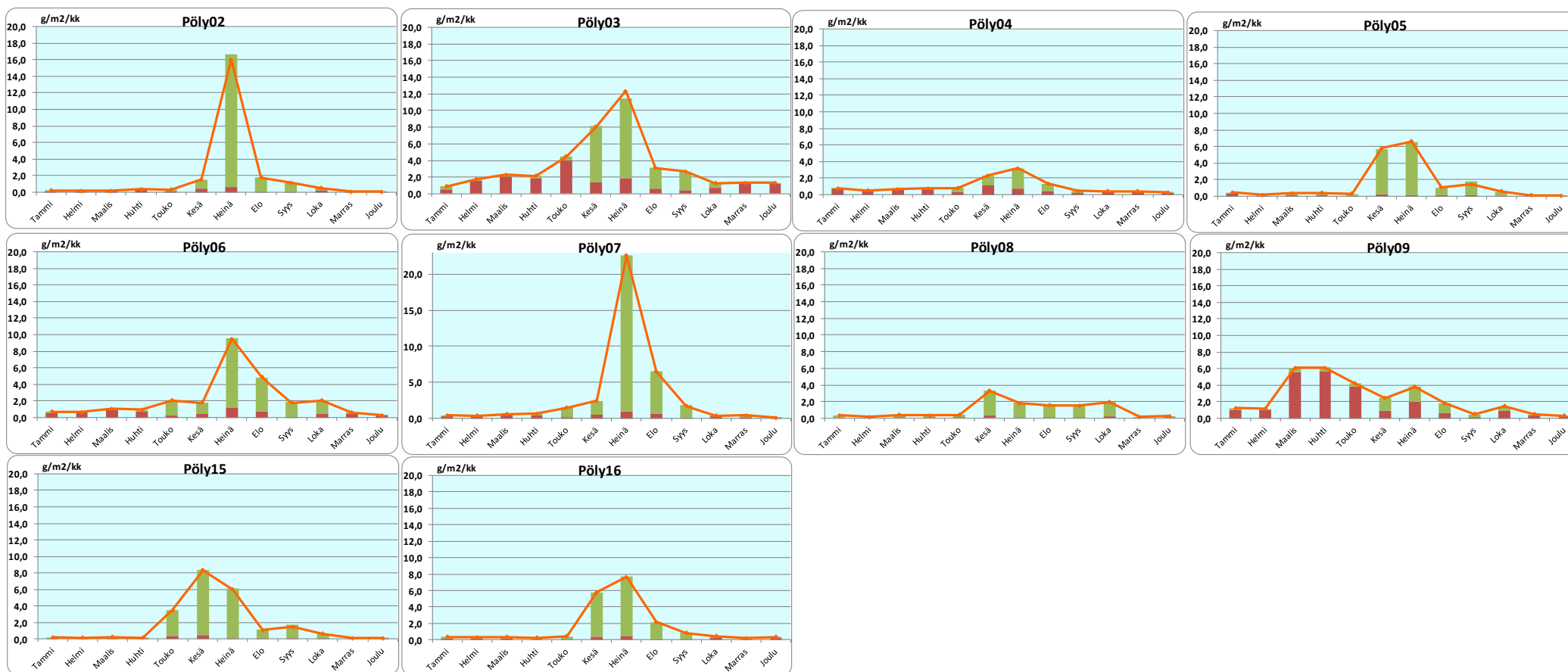
Kiintoaineksen, hehkutusjäännöksen ja -hävion suhteet laskeumatarkkailupisteillä vuonna 2017

RAMBOLL

Kaivosalueen tarkkailupisteet

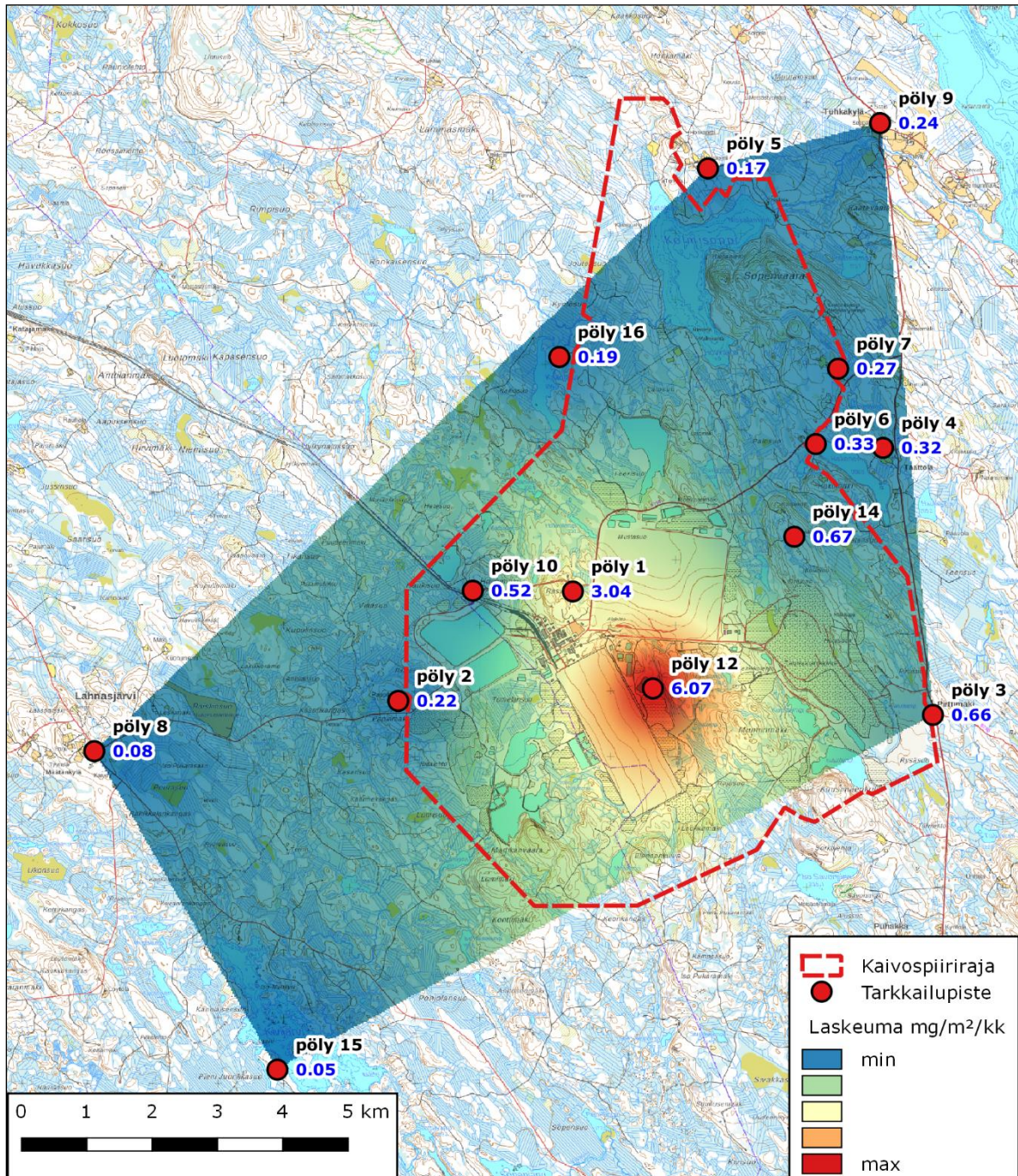


Ympäristön tarkkailupisteet

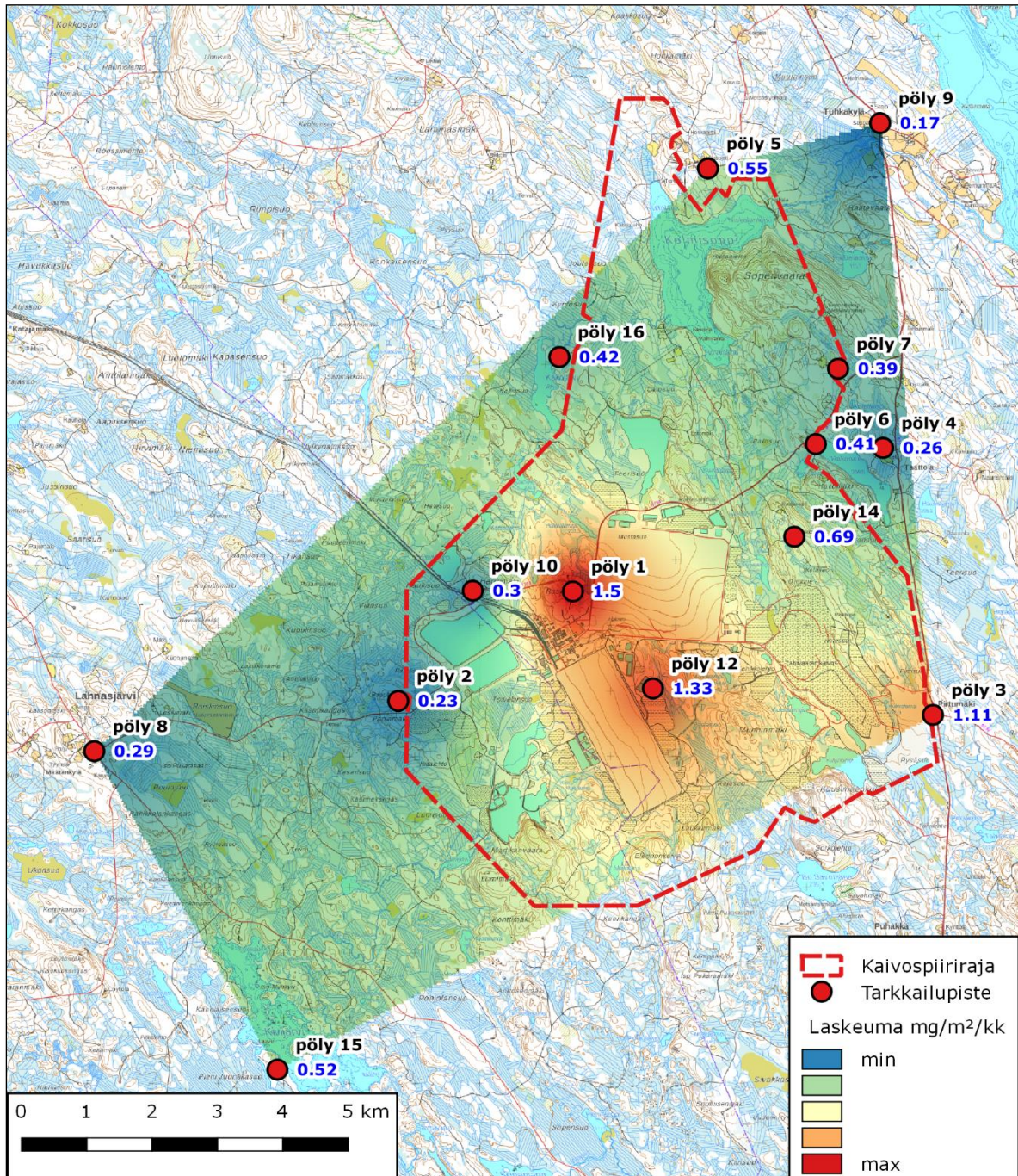


LIITE 5
PITOISUUSJAKAUMAKARTAT

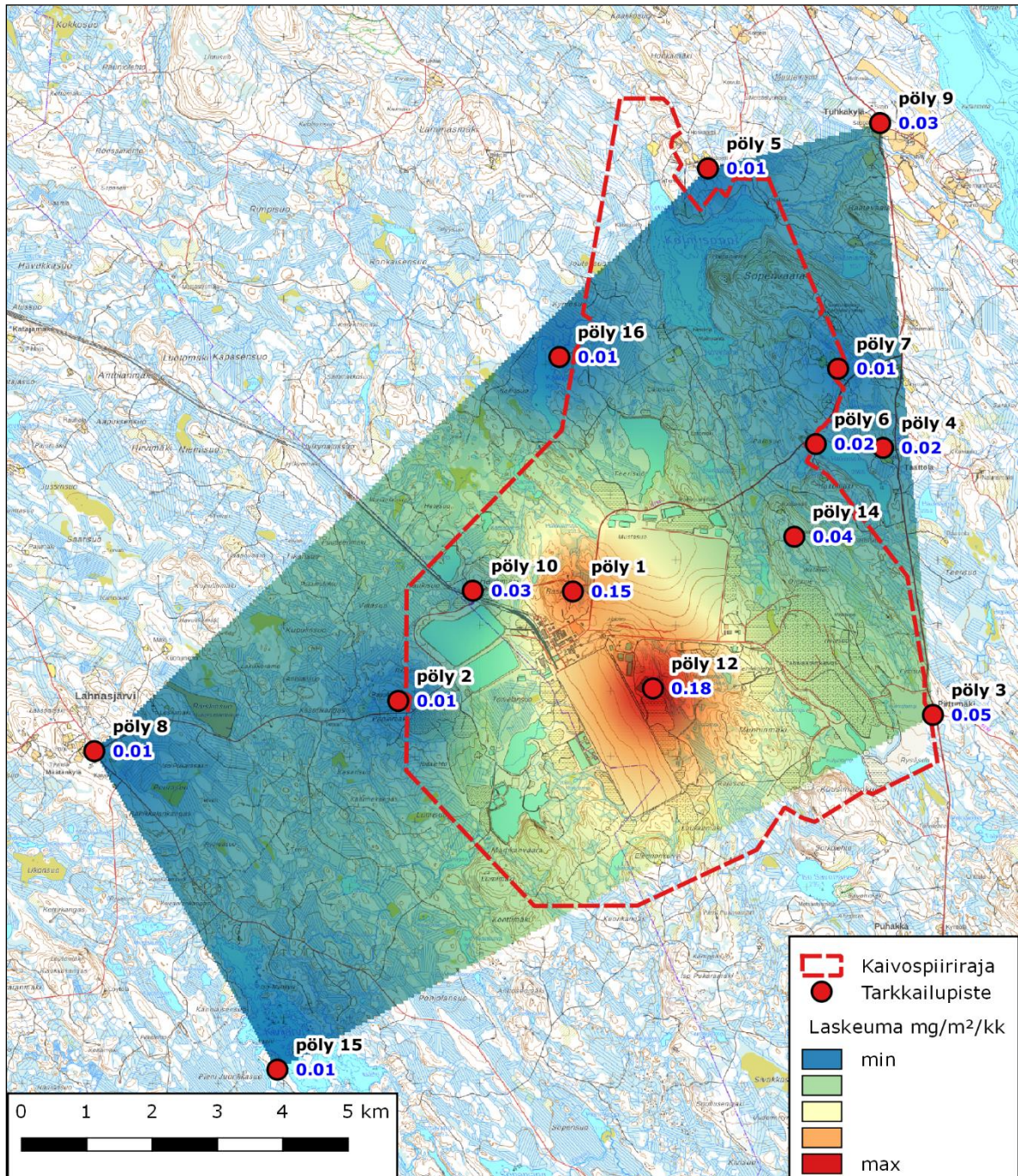
Keskimääräinen nikkelilaskeuma vuonna 2017



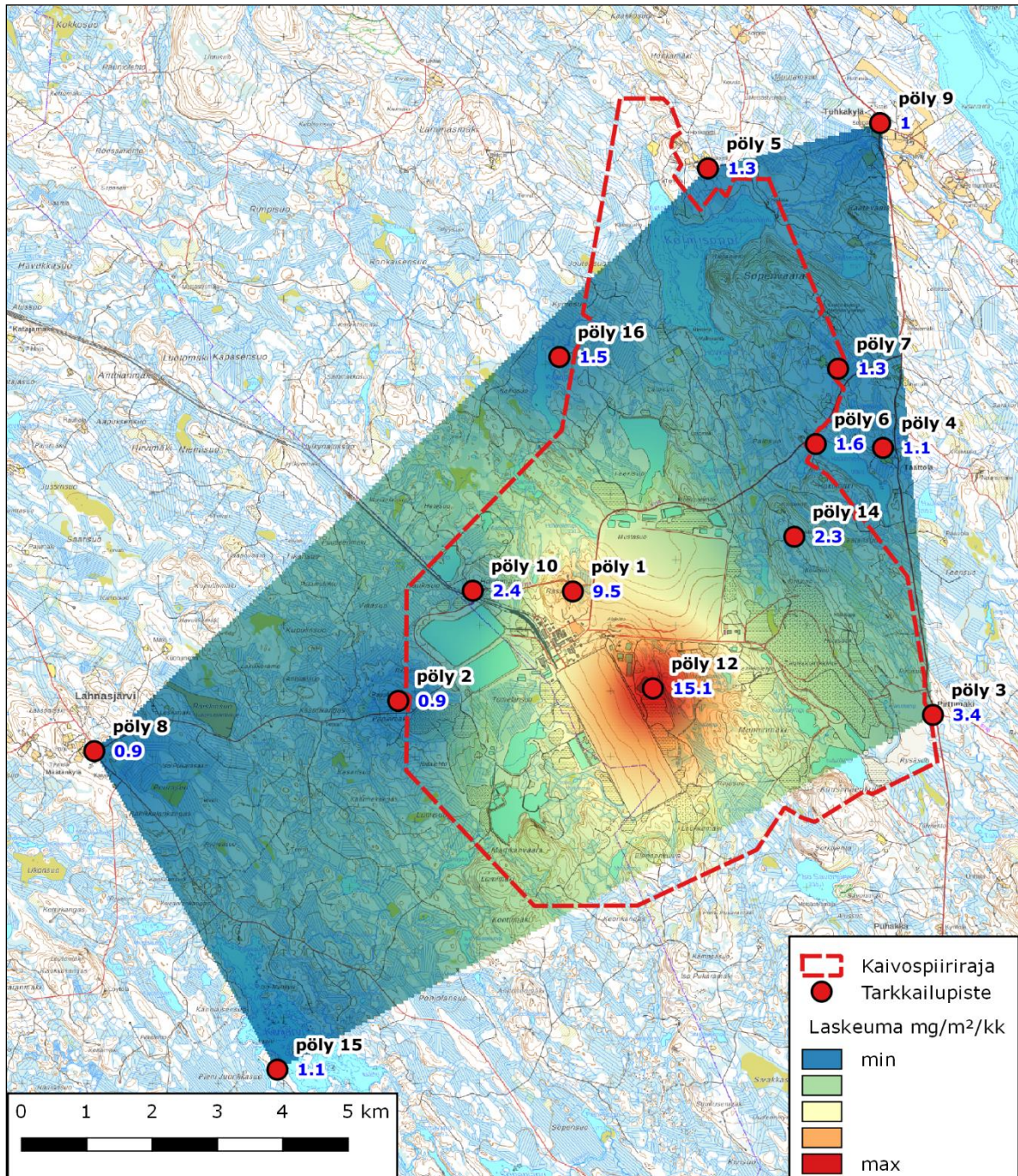
Keskimääräinen kuparilaskeuma vuonna 2017



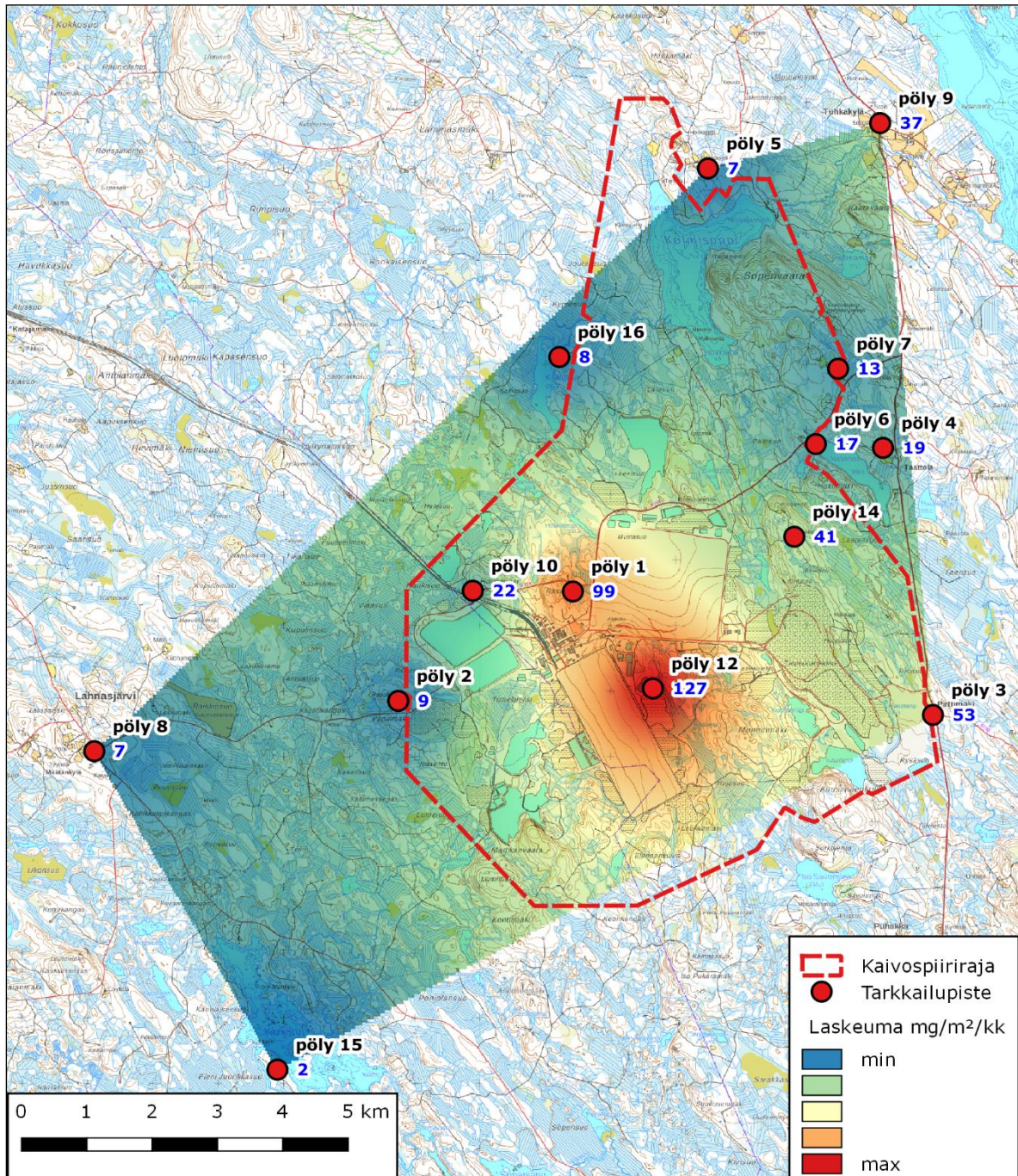
Keskimääräinen koboltilaskeuma vuonna 2017



Keskimääräinen sinkkilaskeuma vuonna 2017



Keskimääräinen rautalaskeuma vuonna 2017



Keskimääräinen uraanilaskeuma vuonna 2017

