

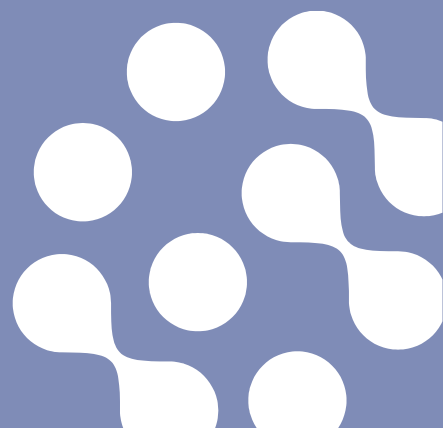


Environment Testing

Eurofins Ahma Oy
6.4.2023

TERRAFAME OY

PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2022



TERRAFAME OY, PÖLYLASKEUMATARKKAILU 2022

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	2
2.	TARKKAILUN TOTEUTUS	2
2.1	TARKKAILUPISTEET	2
2.2	NÄYTTEENOTON AJANKOHDAT	5
2.3	MENETELMÄ	5
2.4	MÄÄRITYKSET JA TULOSTEN LASKENTA.....	5
2.5	METEOROLOGISET OLOSUHTEET	6
2.5.1	<i>Lämpötila ja sade</i>	6
2.5.2	<i>Tuuli</i>	7
3.	TARKKAILUTULOKSET 2022	9
3.1	PH.....	9
3.2	SÄHKÖNJOHTAVUUS.....	11
3.3	KIINTOAINE	13
3.4	HEHKUTUSJÄÄNNÖS.....	15
3.5	ALKUAINEET.....	18
3.5.1	<i>Nikkeli</i>	18
3.5.2	<i>Kupari</i>	20
3.5.3	<i>Koboltti</i>	22
3.5.4	<i>Sinkki</i>	24
3.5.5	<i>Rikki</i>	26
3.5.6	<i>Rauta</i>	29
3.5.7	<i>Uraani</i>	31
4.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	33

LIITTEET

Liite 1. Pölylaskeumatarkkailun havaintopaikat

Liite 2. Pölylaskeumatarkkailun tulokset vuonna 2022

Liite 3. Pitoisuusjakaumakartat

Eurofins Ahma Oy

Laura Kemppainen
Ympäristöasiantuntija

Tiina Härmä
Projektipäällikkö

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

Vuonna 2022 Terrafamen pölylaskeuman tarkkailua toteutettiin 2019 koostetun tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2019) mukaisesti. Tarkkailuohjelmassa on yhdistetty eri toimintojen tarkkailua koskevat voimassa olevat Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskusten hyväksymät erilliset tarkkailuohjelmat sekä niihin tehdyt lisäykset.

Laskeumatarkkailuun vuonna 2022 kuului 17 tarkkailupistettä, joista neljä sijaitsee kaivospiirin alueella ja 13 sen ympäristössä. Sivukivialueen KL2 itäpuolella sijaitsevia pisteitä (liikkuvat pisteet: Pöly19, Pöly20) siirrettiin loppuvuodesta pohjoisemmas sivukiven läjityksen painopisteen muuttuessa.

Toiminnan vaikutuksia arvioitaessa voidaan alkuvuotta 2015 pitää ns. vertailujaksona, koska silloin louhinta ja malmin käsittelyyn liittyvät prosessit olivat keskeytettynä. Vuonna 2022 tuotanto ja louhinta ovat olleet käynnissä läpi vuoden. Kuusilammen avolouhos on laajentunut etenkin kohti pohjoista louhinnan edetessä. Louhintamäärä oli vuonna 2022 jonkin verran edellisvuotta suurempi, kokonaislouhinnan ollessa 46,6 Mt vuonna 2021 ja 51,7 Mt vuonna 2022.

Lisäksi Terrafamen alueella oli käynnissä maanrakennushankkeita, joista merkittävimpiä olivat sivukivialueen KL2 lohkon 5 rakentaminen, uuden sekundääriliuotusalueen valmistelevat työt, Rahvaantien ja sen sillan rakentaminen, sekä sivukivialueen KL1 valmistelevien töiden, kuten tien rakentamisen, aloitus vuoden 2022 loppupuolella.

Tässä raportissa esitetään vuoden 2022 laskeumatarkkailun tulokset, arvioidaan Terrafamen toiminnan vaikutuksia laskeumaan sekä tarkastellaan tulosten kehitystä pidemmällä aikavälillä.

2. TARKKAILUN TOTEUTUS

2.1 Tarkkailupisteet

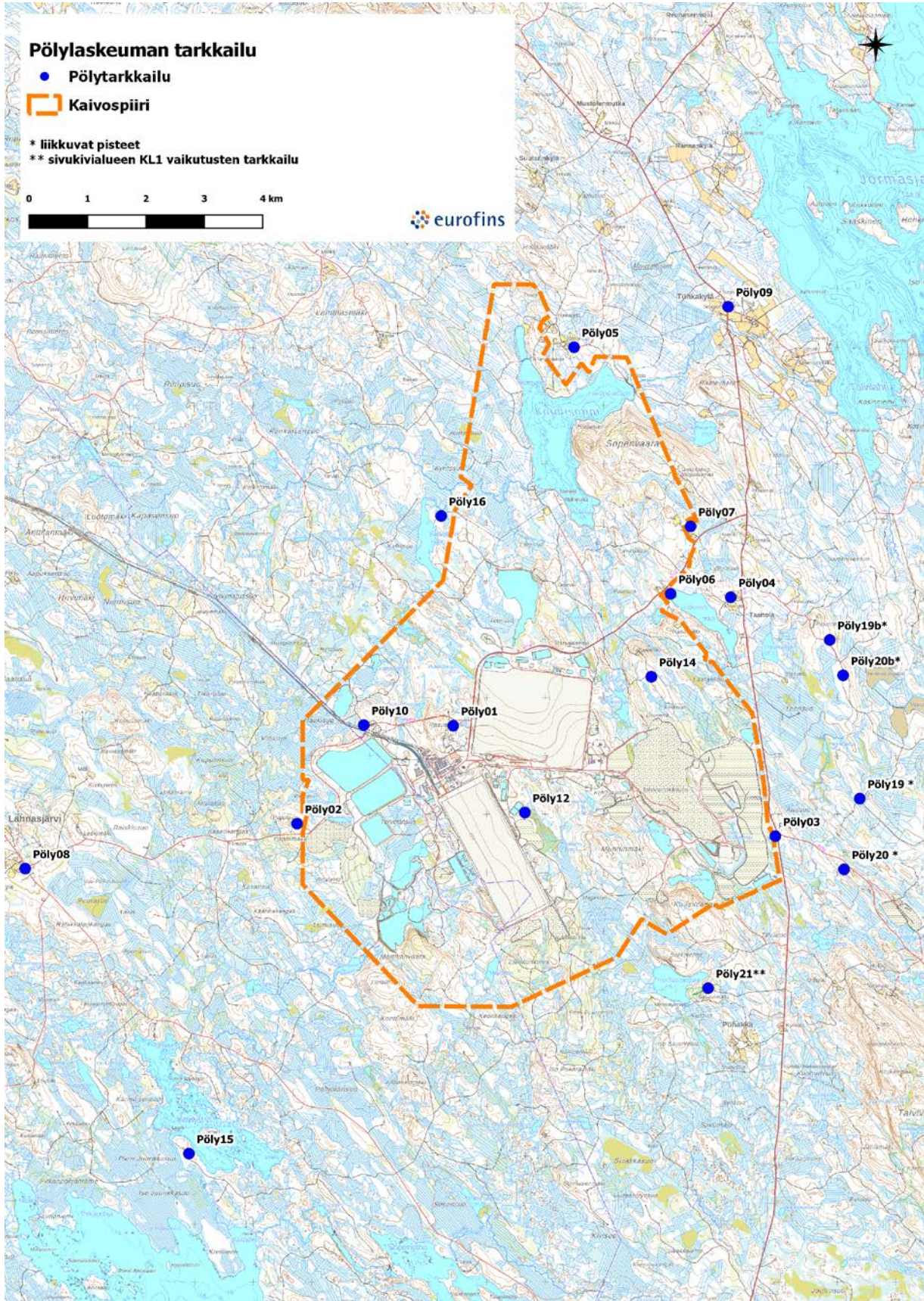
Tarkkailupisteiden tiedot on esitetty oheisessa taulukossa (taulukko 2-1). Pisteiden sijainnit kartalla on esitetty seuraavassa kuvassa (kuva 2-1) ja suurempi karttakuva liitteessä 1. Loka-marraskuun vaihteessa sivukivialueen KL2 itäpuolella sijaitsevia pisteitä Pöly19 ja Pöly20 siirrettiin pohjoisemmas sivukiven läjityksen painopisteen siirryttyä sivukivialueen pohjoisosiin. Uudet pisteet nimettiin Pöly19b ja Pöly20b. Pisteet pöly19 ja pöly20 ovat olleet mukana tarkkailussa vuodesta 2018 lähtien. Pisteiden pöly21 tarkkailu on aloitettu heinäkuussa 2021.

Taulukko 2-1. Terrafame Oy:n laskeumatarkkailun tarkkailupisteet vuonna 2022.

Tunnus	ETRS N	ETRS E	Alue	Kohde
Pöly01	7095518	549424	Tehdasalue	Kaivospiiri
Pöly02	7093843	546752	Pappila	Asuinkiinteistö
Pöly03	7093629	554934	Pirttimäki	Asuinkiinteistö
Pöly04	7097716	554170	Taattola	Asuinkiinteistö
Pöly05	7101992	551491	Metsäpirtti	Asuinkiinteistö, tausta-asema
Pöly06	7097774	553142	Myllyniemi	Asuinkiinteistö
Pöly07	7098927	553483	Sorsala	Asuinkiinteistö
Pöly08	7093074	542101	Lahnasjärven metsästysmaja	Ympäristö
Pöly09	7102686	554126	Tuhkakylän koulu	Ympäristö
Pöly10	7095530	547893	Kipsisakka-altaan koillispuoli	Kaivospiiri
Pöly12	7094034	550649	1-vaiheen liuotusalueen itäpuoli	Kaivospiiri
Pöly14	7096356	552812	Kuusilammen louhoksen pohjoispuoli	Kaivospiiri
Pöly15	7088200	544902	Juuso	Asuinkiinteistö, tausta-asema
Pöly16	7099106	549217	Kalliojärvi	Loma-asunto
Pöly19 *	7094273	556378	KL2-läjitysalueen itäpuoli	Ympäristö
Pöly19b *	7096985	555865	Naurismäki, KL2-läjitysalueen itäpuoli	Ympäristö
Pöly20 *	7093062	556109	Raatteikontörmä, KL2-läjitysalueen itäpuoli	Ympäristö
Pöly20b *	7096381	556093	KL2-läjitysalueen itäpuoli	Ympäristö
Pöly21	7091029	553783	Savonmäki, Iso Savonjärven kaakkoispuoli. KL1-alueen tarkkailu.	Ympäristö

*liikkuvat pisteet

Kaivospiirin alueelle sijoittuu neljä tarkkailupistettä: pöly1, pöly10, pöly12, pöly14. Uusin piste, pöly21, sijoittuu alle 2 km päähän tuotantoalueesta. Tuotantoalueelta yli 2 km etäisyydellä sijaitsevat tarkkailupisteet pöly2, pöly3, pöly4, pöly5, pöly6, pöly7, pöly16, pöly19 ja pöly20 ja yli 5 km etäisyydellä tarkkailupisteet pöly8, pöly9 ja pöly15.



Kuva 2-1. Terrafame Oy:n laskeumatarkkailun tarkkailupisteet vuonna 2022. Suurempi karttakuva on esitetty liitteessä 1.

2.2 Näytteenoton ajankohdat

Näytteenotto ja keräinten vaihto pyrittiin tekemään standardin SFS3865 mukaisesti 30±2 pv välein. Taulukossa 2-2 on esitetty keräysjaksot vuonna 2022. Talvikaudella osalle näytteenotopisteistä ei sääolosuhteiden vuoksi päästy aina samoina näytteenottopäivinä kuin valtaosalle pisteistä. Poikkeavat näytteenottoajankohdat on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 2-2. Terrafame Oy:n laskeumatarkkailun toteutus vuonna 2022.

Keräysjakso	Aloitus	Lopetus	Keräysjakson pituus (vrk)	Poikkeukset
Tammikuu	4.1.2022	2.2.2022	29	
Helmikuu	2.2.2022	1.3.2022	27	Pöly8: 2.2.-2.3. (28 vrk) Pöly15: 2.2.-8.3. (34 vrk)
Maaliskuu	1.3.2022	31.3.2022	30	Pöly8: 2.3.-4.4. (33 vrk) Pöly15: 8.3.-4.4. (27 vrk)
Huhtikuu	31.3.2022	2.5.2022	32	Pöly8: 4.4.-2.5. (28 vrk) Pöly15: 4.4.-31.5. (57 vrk)
Toukokuu	2.5.2022	31.5.2022	29	Pöly4 ja Pöly17-21: 2.5.-3.6. (32 vrk)
Kesäkuu	31.5.2022	4.7.2022	34	Pöly4 ja Pöly17-21: 3.6.-4.7. (31 vrk)
Heinäkuu	4.7.2022	3.8.2022	30	
Elokuu	3.8.2022	5.9.2022	33	
Syyskuu	5.9.2022	4.10.2022	29	
Lokakuu	4.10.2022	31.10.2022	27	
Marraskuu	31.10.2022	30.11.2022	30	
Joulukuu	30.11.2022	2.1.2022	33	Pöly8: 30.11.2022-4.1.2023 (35 vrk) Pöly15: 30.11.2022-9.1.2023 (40 vrk) Pöly21: 30.11.2022-3.1.2023 (34 vrk)

2.3 Menetelmä

Laskeumalla tarkoitetaan sitä osaa ilmakehän pölystä, joka tietyn mittausjakson aikana laskeutuu painovoiman vaikutuksesta tunnetun pinta-alaiseen keräimeen. Keräimeen joutuneita hiukkasia, joiden läpimitta on suurempi kuin 1 mm ei lueta laskeumaan. Laskeuma määritetään kuukausilaskeumana, jonka yksikkö on g/m²/kk. Laskeumatutkimukset tehdään standardin SFS3865 mukaisesti.

Laskeumatarkkailussa seurataan toiminta-alueelle ja sen ympäristöön ilmasta laskeutuvan kiintoaineen kokonaismäärää ja koostumusta. Kiintoaines kulkeutuu keräysastiaan kuiva- ja märkälaskeumana. Kuivalaskeumassa hiukkaset ja yhdisteet kulkeutuvat keräimeen painovoiman vaikutuksesta ja märkälaskeumassa ne tulevat sadepisaroiden mukana astiaan.

Terrafamen laskeumatarkkailun keräiminä käytetään muovista valmistettuja astioita, joiden sisähalkaisija on 248 mm. Astiat kiinnitetään telineeseen ja sijoitetaan avoimelle ja vaakasuoralle pinnalle siten, että keräimen suuaukko on noin 180 cm korkeudella maanpinnasta. Terrafamen laskeumatarkkailussa jokaiselle tarkkailupisteelle on asennettu 2 keräintä.

Näytteenotto ja keräinten vaihto suoritettiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n näytteenottajien toimesta ja määritykset tehtiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n ympäristölaboratoriossa Lahdessa (T039).

2.4 Määritykset ja tulosten laskenta

Laskeumanäytteistä määritettiin kuukausittain laskeumanesteen pH, sähkönjohtavuus, kiintoaineen pitoisuus, kiintoaineen hehkutushäviö ja kiintoaineen hehkutusjäännös sekä nikkelpitoisuudet. Neljä kertaa vuodessa

(maalis-, kesä-, syys- ja joulukuun ajan kerätyistä näytteistä) laskeumanäytteistä määritettiin lisäksi koboltti-, kupari-, sinkki-, rauta-, rikki- ja uraanipitoisuudet.

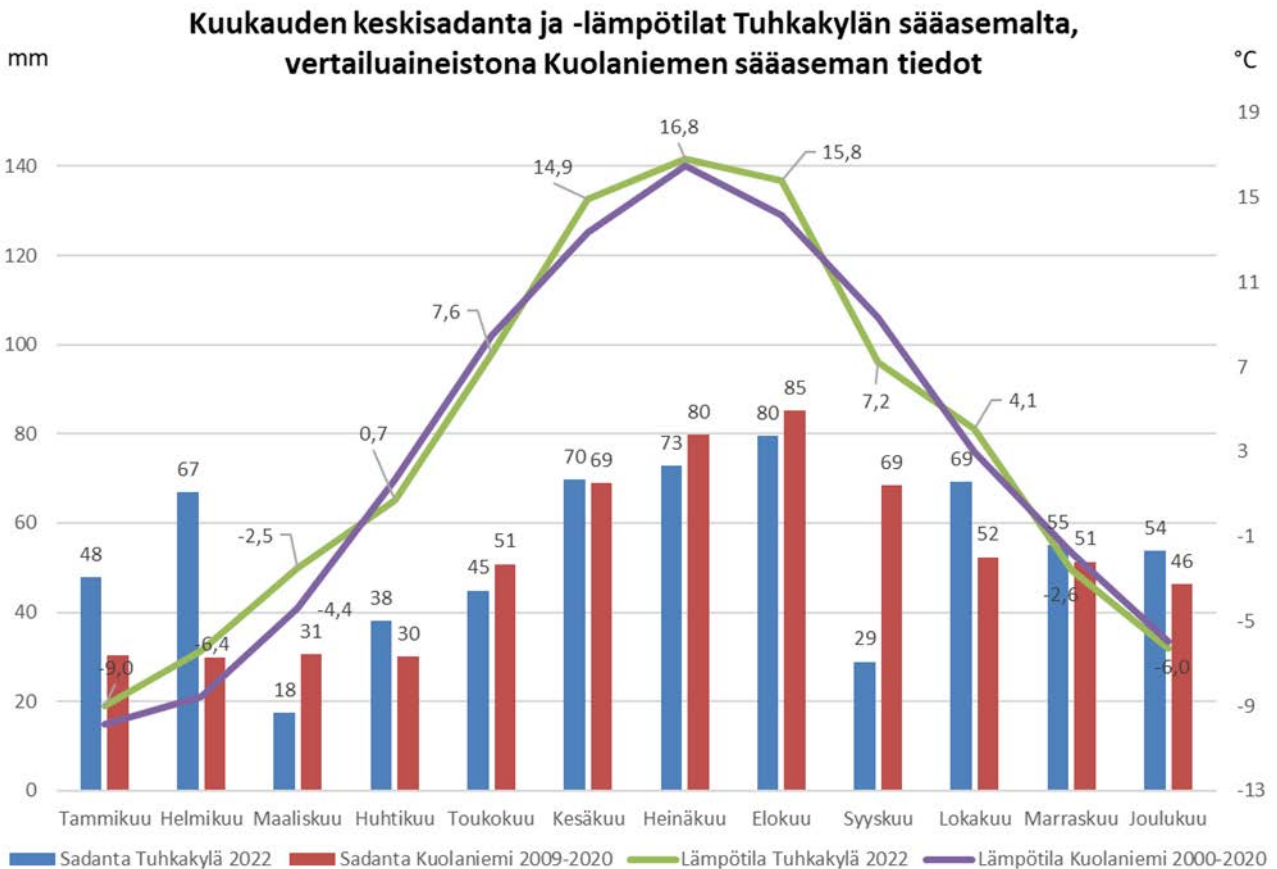
Laskeumatulokset esitetään kuukausilaskeumana ($g/(m^2 \cdot kk)$ tai $mg/(m^2 \cdot kk)$). Laskeumatulokset lasketaan pitoisuuksien (g/l tai mg/l), nestemäärän (ml), keräinten yhteenlasketun pinta-alan (m^2) ja keräysjakson pituuden (vrk) perusteella. Mikäli pitoisuus oli alle määrittärajän (määrittärajat: kiintoaine $< 1 mg/l$, kiintoaineen hehkutusjäännös $< 1 mg/l$, kiintoaineen hehkutushäviö $< 1 mg/l$, Ni $3,0 \mu g/l$, Cu $< 3,0 \mu g/l$, Co $< 0,5 \mu g/l$, S < 500 tai $5000 \mu g/l$ ja U $< 0,5 \mu g/l$), käytettiin laskennassa arvoa puolet määrittärajapitoisuudesta. Tämän jälkeen tulos kerrotaan standardin mukaisen 30 vuorokauden ja toteutuneen tarkkailujakson vuorokausimäärän suhteella (30/keräysaika). Tällä tavoin on varmistettu, että myöskään poikkeuksellisen pitkät keräysjaksot (esim. 57 tai 40 vrk) eivät vääristä aineistoa.

2.5 Meteorologiset olosuhteet

2.5.1 Lämpötila ja sade

Vuoden 2022 ensimmäisellä kvartaalilla sateisuus oli Sotkamon Tuhkakylän sääasemalla selvästi Sotkamon Kuolaniemen pitkänajan keskiarvojen yläpuolella, kun taas syyskuussa sadesumma jäi alle puoleen pitkänajan keskiarvosta. Vuoden sadesumma (n. 644 mm) oli kuitenkin keskiarvon (642 mm) tuntumassa.

Kuukausittaiset keskilämpötilat Tuhkakylässä olivat tammi-maaliskuussa noin $1,7^\circ C$ Kuolaniemen pitkänajan keskiarvon yläpuolella, mutta syyskuussa keskilämpötila oli noin $2,1^\circ C$ keskiarvon alapuolella. Koko vuoden osalta keskilämpötila oli asemalla $3,4^\circ C$, joka oli noin $0,4$ astetta yli pitkänajan keskiarvon (Kuva 2-2). Tuhkakylän sääasema sijaitsee aivan Terrafamen tuotantoalueen pohjoispuolella ja Kuolaniemen sääasema n. 20 km etäisyydellä Terrafamen tuotantoalueesta koilliseen Iso-Sapsojärven rannalla.



Kuva 2-2. Meteorologiset tiedot Sotkamon Tuhkakylän ja Kuolaniemen asemilta. (Ilmatieteen laitos, avoin data 1/2023)

2.5.2 Tuuli

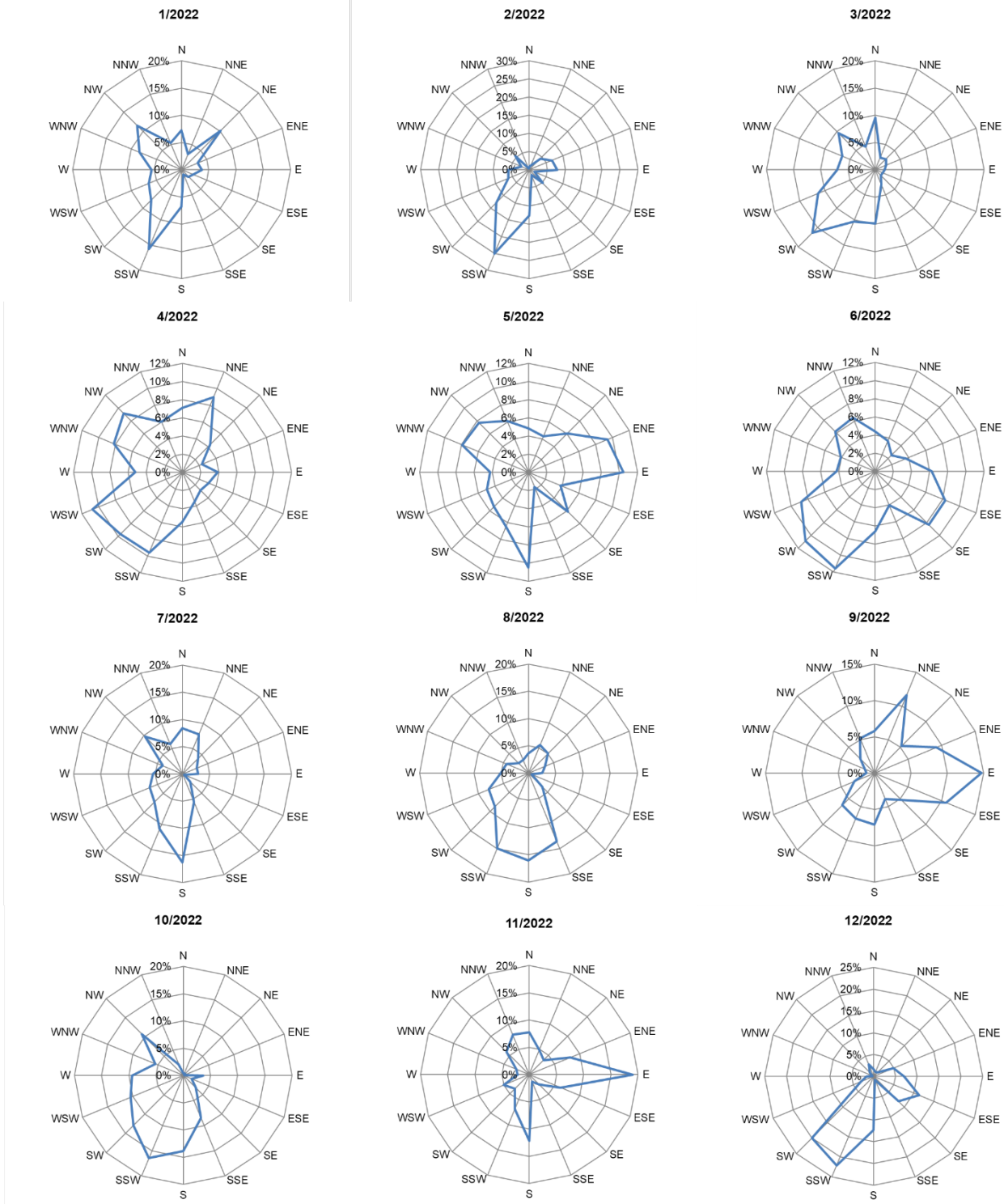
Vuonna 2022 vallitsevia tuulen suuntia on tarkasteltu Sotkamon Tuhkakylän sääaseman tuulimittausten perusteella. Tuulitiedot on koottu tunnin välein mitatuista arvoista. Tammikuun osalta tuulidatassa on jonkin verran puutteita, ja mittaustuloksista n. 29 % puuttuu. Puutteet ajoittuvat pääosin (74 %) tammikuun ensimmäiselle puoliskolle (1.-15.1.2022). Tammikuun osalta raporttia laadittaessa tarkasteltiin mahdollisuutta hyödyntää Sotkamon Kuolaniemen tuulidataa. Muiden kuukausien tuulimittausten tulokset Kuolaniemessä poikkesivat kuitenkin selvästi Tuhkakylän tuloksista, joten tämä mahdollisuus hylättiin. Tuulen suunnat kuukausittain vuonna 2022 on esitetty seuraavassa taulukossa (taulukko 2-3) ja kuvassa (kuva 2-3).

Vuositasolla yleisimmät tuulen suunnat olivat sektorissa etelä-lounas, josta tuuli kävi yhteensä n. 34 % vuodesta. Tämän sektorin ohella hieman muita ilmansuuntia enemmän tuuli idän, länsilounaan ja koillisen suunnasta (6,8-7 %). Muiden ilmansuuntien osalta tuulensuunnat jakautuivat suhteellisen tasaisesti (4,1-5,1 %).

Kuukausitasolla tuuli kävi enimmäkseen etelän ja lounaan väliseltä sektorilta tammi-maaliskuussa, heinä-elo-kuussa, lokakuussa ja joulukuussa. Näiden ohella yleisiä tuulensuuntia olivat idän sektori (itäkaakko-itäkoillinen) touko-, syys-, marras- ja joulukuussa. Myös pohjoiselta sektorilta (luode-koillinen) suunnasta tuuli usein tammi-, maaliskuussa ja syys-lokakuussa.

Taulukko 2-3. Tuulen suunnat kuukausittain Sotkamon Tuhkakylässä. (Ilmatieteen laitos, avoin data 1/2023).

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Tammikuu	7.2 %	3.1 %	10.2 %	3.2 %	3.7 %	2.3 %	1.8 %	0.9 %	6.8 %	15.7 %	7.9 %	6.5 %	5.5 %	8.4 %	11.5 %	5.3 %
Helmikuu	0.9 %	1.3 %	4.4 %	6.8 %	7.6 %	1.6 %	5.2 %	1.6 %	12.5 %	25.1 %	12.9 %	6.2 %	5.7 %	2.4 %	5.4 %	0.4 %
Maaliskuu	9.5 %	2.4 %	2.8 %	2.1 %	1.7 %	1.5 %	1.5 %	2.9 %	9.9 %	10.3 %	16.3 %	11.4 %	7.0 %	6.5 %	9.5 %	4.6 %
Huhtikuu	7.1 %	8.9 %	4.4 %	2.3 %	3.9 %	3.1 %	2.8 %	3.5 %	5.5 %	9.6 %	9.6 %	10.7 %	5.2 %	8.2 %	9.1 %	6.0 %
Toukokuu	4.9 %	4.3 %	6.1 %	9.4 %	10.5 %	3.8 %	6.1 %	1.8 %	10.5 %	6.5 %	5.4 %	4.9 %	4.2 %	7.9 %	7.7 %	6.1 %
Kesäkuu	4.4 %	3.7 %	2.5 %	3.7 %	6.2 %	8.4 %	8.3 %	4.1 %	6.6 %	11.6 %	10.8 %	8.8 %	4.2 %	4.1 %	6.2 %	6.4 %
Heinäkuu	8.4 %	7.8 %	4.1 %	2.9 %	2.9 %	0.4 %	2.0 %	5.7 %	16.3 %	10.9 %	7.2 %	6.5 %	5.4 %	3.9 %	9.7 %	5.9 %
Elokuu	3.6 %	5.6 %	5.1 %	3.3 %	2.6 %	0.6 %	3.6 %	13.6 %	16.0 %	15.0 %	8.7 %	7.8 %	5.0 %	4.3 %	2.5 %	2.6 %
Syyskuu	5.8 %	11.6 %	5.3 %	9.2 %	14.7 %	10.7 %	5.2 %	3.9 %	7.1 %	6.8 %	6.2 %	3.0 %	1.1 %	1.4 %	2.8 %	5.2 %
Lokakuu	0.4 %	0.5 %	0.5 %	0.2 %	3.6 %	1.7 %	3.2 %	8.4 %	13.9 %	16.4 %	12.9 %	10.4 %	9.4 %	5.6 %	10.7 %	2.2 %
Marraskuu	7.8 %	4.8 %	3.7 %	8.1 %	19.0 %	6.2 %	2.6 %	1.4 %	12.2 %	6.9 %	3.7 %	5.1 %	2.1 %	2.6 %	5.9 %	7.9 %
Joulukuu	1.7 %	1.2 %	1.3 %	4.9 %	7.0 %	11.4 %	8.1 %	0.9 %	12.3 %	22.2 %	20.0 %	3.1 %	1.6 %	0.2 %	1.2 %	3.0 %
Koko vuosi	5.1 %	4.6 %	4.1 %	4.6 %	6.9 %	4.4 %	4.3 %	4.1 %	10.9 %	13.0 %	10.3 %	7.0 %	4.7 %	4.6 %	6.8 %	4.6 %



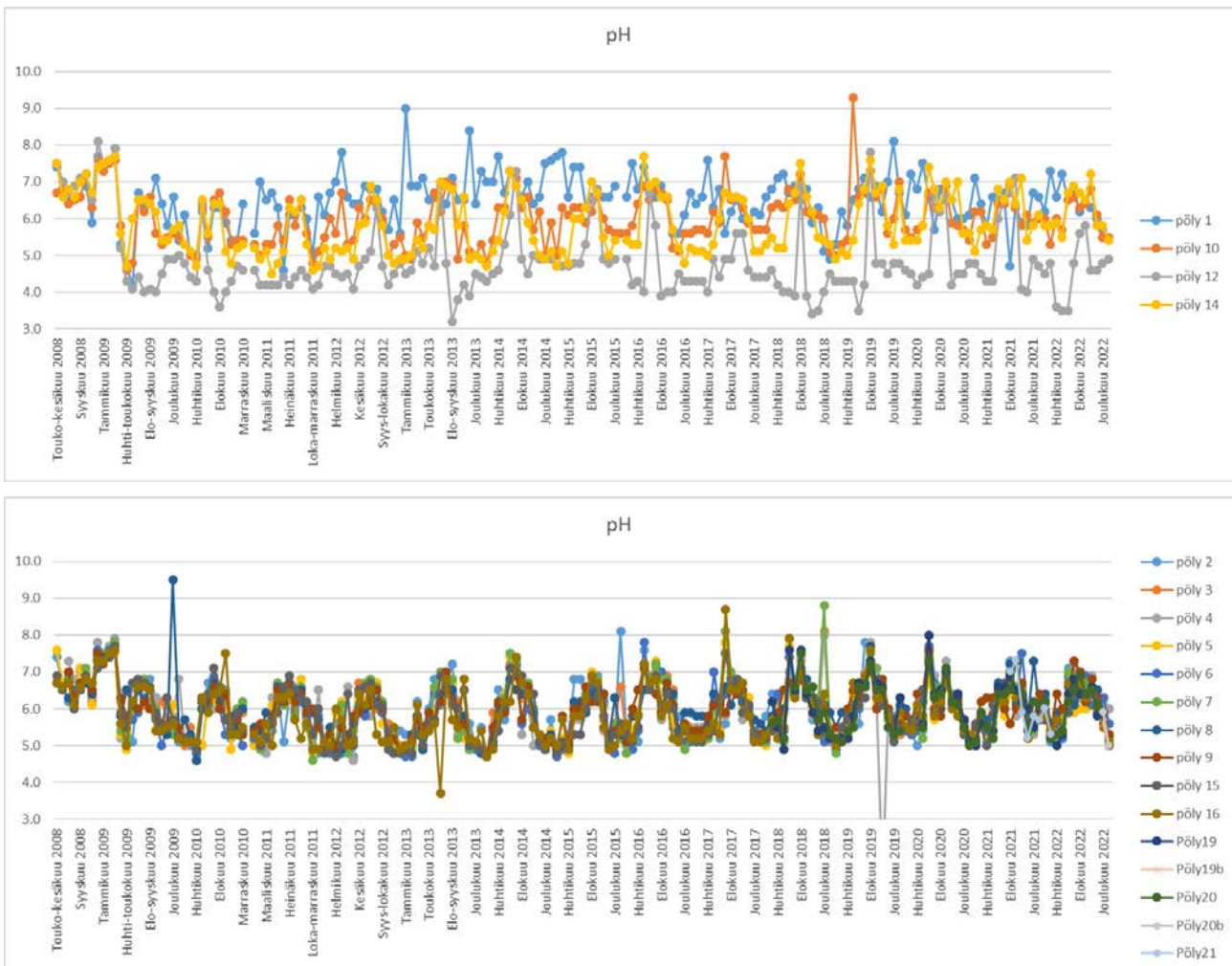
Kuva 2-3. Tuulen suunnat kuukausittain Sotkamon Tuhkakylässä. (Ilmatieteen laitos, avoin data 1/2023)

3. TARKKAILUTULOKSET 2022

Pölylaskeumatarkkailun tuloksia on tarkasteltu kuvaajien ja taulukoiden avulla kappaleissa 3.1-3.3. Kaikki vuoden 2022 laskeumatarkkailun tulokset on esitetty liitteessä 2. Tarkkailutulosten pitkän aikavälin tuloksia havainnollistavat kuvat on laadittu siten, että kaivospiirillä sijaitsevien pisteiden (Pöly1, pöly10, pöly12 ja pöly14) tulosgraafit on esitetty omassa kuvassaan ja kaivospiirin ulkopuolisten pisteiden tulokset toisessa kuvassa.

3.1 pH

Laskeumanäytteiden pH:n kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-1 ja pH-arvoista lasketut vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-1.



Kuva 3-1. Laskeumanäytteiden (laskeumanesteiden) pH-arvon kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-1. Laskeumanäytteiden (laskeumanesteiden) pH-arvon keskiarvot vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	6.9	6.3	5.7	6.1	6.6	7.0	7.0	7.0	6.6	6.4	6.5	6.5	6.5	6.2	6.5
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	6.8	6.1	5.7	5.5	5.8	5.7	6.0	6.0	6.1	6.1	6.3	6.3	6.0	6.1	6.1
Liutusalue E	pöly 12	7.1	5.2	4.6	4.3	4.7	4.6	5.1	5.2	4.6	4.7	4.3	4.7	5.0	5.2	4.6
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	7.0	6.2	5.5	5.3	5.5	5.8	5.7	5.6	6.0	5.8	5.9	5.9	6.2	6.1	6.2
Pappila	pöly 2	6.8	6.3	5.8	5.5	5.5	5.9	5.9	6.0	6.2	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Pirttimäki	pöly 3	6.6	6.4	5.7	5.8	5.6	5.7	5.8	5.6	6.2	6.1	6.3	6.0	6.0	6.0	5.9
Taattola	pöly 4	7.1	6.3	5.8	5.8	5.5	5.6	5.6	5.5	5.8	5.8	6.2	5.6	6.2	5.8	6.1
Metsäpirtti	pöly 5	6.9	6.2	5.5	5.8	5.7	5.6	5.8	5.8	6.0	6.0	6.1	5.9	5.9	5.8	5.9
Myllyniemi	pöly 6	6.8	6.2	5.6	5.7	5.4	5.6	5.7	5.6	6.0	6.0	6.1	5.9	6.0	6.1	6.1
Sorsala	pöly 7	6.8	6.3	5.8	5.7	5.6	5.6	5.9	5.7	6.1	6.1	6.3	6.0	6.0	6.0	6.2
Lahnasjärven metsästysmäja	pöly 8	6.6	6.6	5.8	6.0	5.5	5.7	5.8	5.8	6.0	6.1	6.1	6.2	6.1	6.1	6.1
Tuhkakylän koulu	pöly 9	6.8	6.3	5.7	5.9	5.6	5.7	5.8	5.7	6.1	5.9	6.1	6.1	6.2	6.1	6.2
Juuso	pöly 15	6.7	6.5	5.8	5.8	5.6	5.6	5.8	5.5	5.9	5.9	5.9	5.8	5.9	6.0	6.0
Kalliojärvi	pöly 16	6.7	6.2	5.8	5.5	5.5	5.5	5.8	5.6	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	5.8	6.0
Liikkuva piste	pöly19											6.2	5.9	6.3	6.0	6.0
Liikkuva piste	pöly19b															5.3
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											6.1	5.9	6.2	6.0	6.1
Liikkuva piste	pöly20b															5.5
Savonmäki	pöly21														6.2	5.9

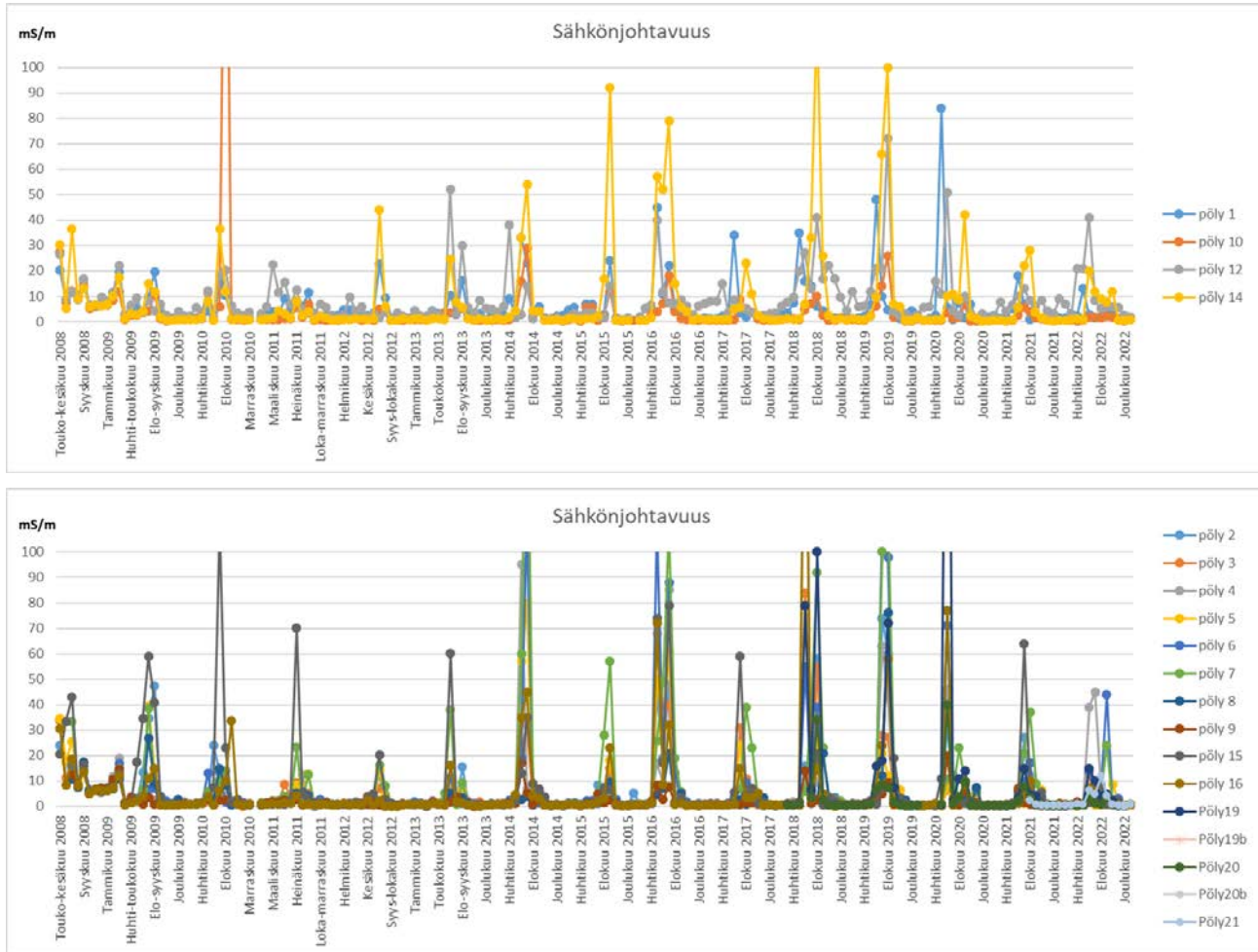
Vuonna 2022 kaivospiirin alueella sijaitsevien tarkkailupisteiden laskeumanäytteiden pH-arvoissa esiintyi edellisvuosien tapaan enemmän vaihtelua kuin kaivospiirin ulkopuolella sijaitsevien tarkkailupisteiden näytteissä. Alimmalla tasolla pH vaihteli primääriliutusalueen itäpuolella sijaitsevassa pisteessä pöly12, jossa pH:n vaihteluväli oli 3,5-5,8. pH:n vaihteluväli oli muissa kaivospiirillä sijaitsevilla pisteillä 5,3-7,3, ja ympäristön pisteissä 5,0-7,3.

Yksittäisissä pH-tuloksissa tai vuosikeskiarvossa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia verrattuna viimeisten vuosien tuloksiin. Alhaisin pH-taso oli aikaisempien vuosien tapaan pisteen pöly12 laskeumanäytteissä.

Varsinkin kaivospiirin ulkopuolisilla alueilla pH-tasoissa nähdään vaihtelua vuodenaikojen mukaisesti siten, että kesäaikana (touko-elokuussa) pH-arvo on tyypillisesti korkeimmillaan ja talviaikana vastaavasti alhaisimmillaan. Myös kaivospiirin sisäpuolella sijaitsevilla pisteillä esiintyy vuodenaikaisvaihtelua, mutta vaihtelu ei ole yhtä säännömukaista kuin kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä.

3.2 Sähkönjohtavuus

Laskeumanäytteiden sähkönjohtavuuden kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-2 ja sähkönjohtavuuden arvoista lasketut vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-2.



Kuva 3-2. Laskeumanäytteiden (laskeumanesteiden) sähkönjohtavuuden kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-2. Laskeumanäytteiden (laskeumanesteiden) sähkönjohtavuuden keskiarvot (mS/m) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	10.6	7.2	3.6	4.4	4.6	4.4	7.5	5.0	9.2	4.6	8.0	7.4	9.5	3.7	3.2
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	11.4	4.2	21.2	1.8	1.4	1.8	4.9	2.5	3.4	2.0	2.7	4.7	1.4	1.6	1.2
Liutusalue E	pöly 12	11.9	7.1	7.0	8.1	3.3	9.6	6.7	3.1	9.5	6.1	16.2	13.8	9.6	6.9	10.7
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	14.2	5.9	5.5	2.5	4.6	3.7	8.9	9.9	19.8	4.5	16.3	16.3	6.6	5.4	5.5
Pappila	pöly 2	11.8	10.5	4.8	2.1	2.1	2.7	13.2	2.9	10.5	2.0	7.3	12.2	4.9	3.5	2.6
Pirttimäki	pöly 3	12.1	3.5	2.5	2.9	1.9	2.1	5.4	2.4	13.3	4.6	13.6	6.0	2.2	1.8	2.6
Taattola	pöly 4	9.6	4.5	1.9	2.5	1.1	1.4	9.4	1.6	10.2	1.0	2.6	10.0	5.9	2.7	8.1
Metsäpirtti	pöly 5	15.1	7.2	2.8	3.0	2.7	2.3	12.5	2.9	12.5	3.2	20.2	3.9	1.8	1.2	1.4
Myllyniemi	pöly 6	9.9	4.7	3.3	1.6	1.1	2.0	12.7	2.4	19.9	2.6	9.8	18.6	8.4	3.0	6.6
Sorsala	pöly 7	12.2	7.2	3.4	4.2	2.9	5.0	21.3	8.1	18.0	6.7	13.9	20.3	5.1	6.4	4.1
Lahnajärven metsästymaja	pöly 8	9.2	5.8	3.2	2.1	1.1	1.5	2.0	1.8	3.7	1.4	3.4	8.7	7.9	1.6	1.2
Tuhkakylän koulu	pöly 9	9.3	3.7	1.5	1.4	1.1	1.2	2.7	1.3	2.3	0.9	2.3	2.1	2.8	1.4	1.3
Juuso	pöly 15	17.4	14.4	12.9	6.8	3.1	5.9	6.2	1.9	15.0	6.9	3.5	3.3	1.9	7.0	1.6
Kalliojärvi	pöly 16	12.2	4.8	5.0	1.2	1.1	2.2	8.1	2.8	10.0	2.7	19.1	8.2	7.9	1.7	2.3
Liikkuva piste	pöly19											19.3	9.9	34.5	2.6	3.9
Liikkuva piste	pöly19b															0.5
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											4.9	2.5	6.4	1.5	1.1
Liikkuva piste	pöly20b															0.5
Savonmäki	pöly21														0.8	2.7

Laskeumanesteiden sähkönjohtavuusarvot kaivospiirin sisäpuolella ovat olleet korkeimmillaan liutusalueen pisteellä pöly12 sekä avolouhoksen pohjoispuolen pisteellä pöly14. Toisaalta kipsisakka-altaiden läheisyydessä sijaitsevalla pisteellä (pöly10) vuosikeskiarvo on vuodesta 2011 lähtien ollut alhaista tasoa. Osalla kaivospiirin ulkopuolisista pisteistä on havaittu saman tasoisia sähkönjohtavuusarvoja kuin lähellä tuotantoalueen toimintoja olevissa pisteissä. Vuonna 2022 sähkönjohtavuuden vuosikeskiarvo oli kaivospiirin ulkopuolella korkeimmillaan pisteillä pöly4 ja pöly6, joissa sähkönjohtavuuden vuosikeskiarvo oli hieman korkeampi kuin pisteellä pöly14.

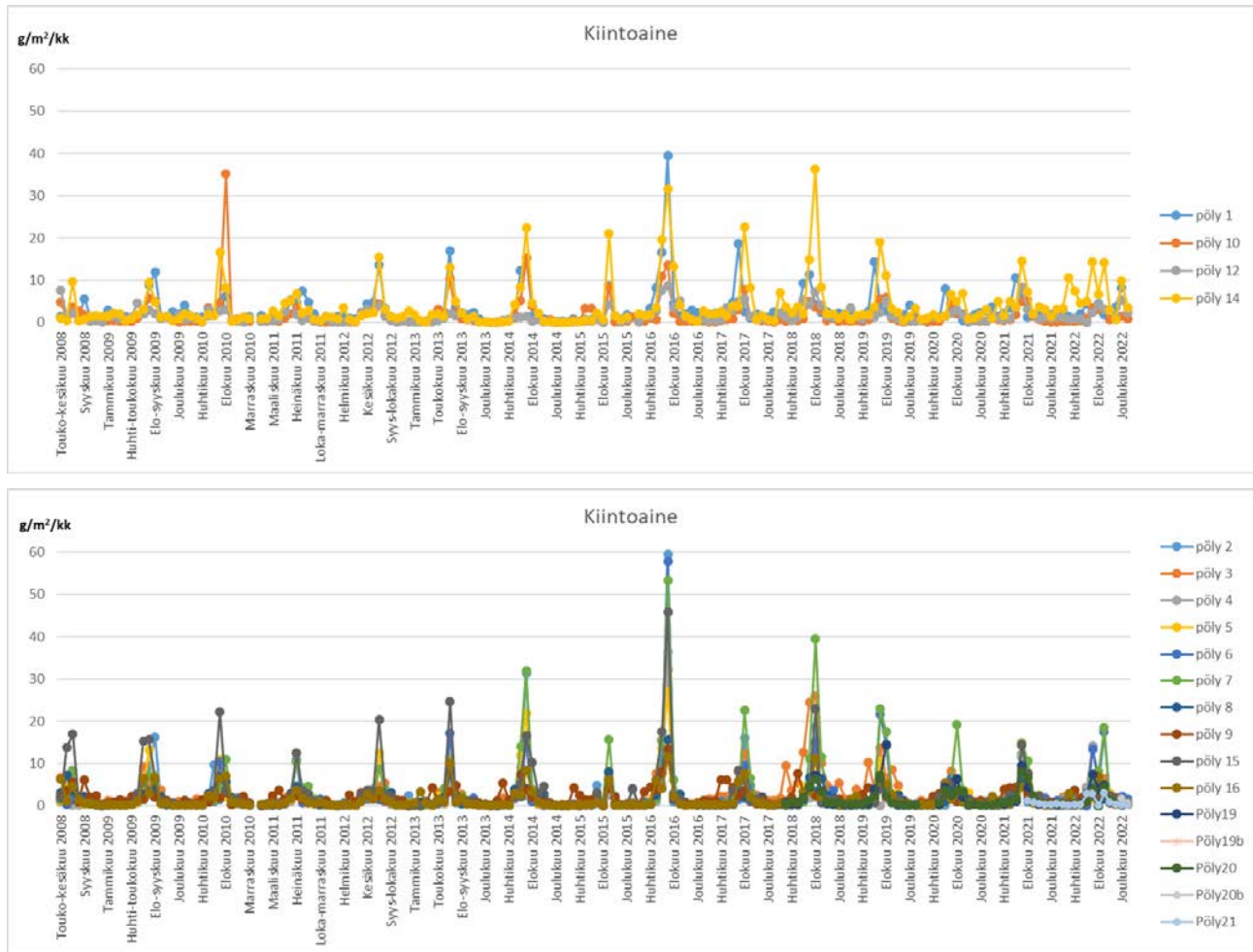
pH:n tavoin myös sähkönjohtavuuden tuloksissa nähdään vaihtelua vuodenaikojen mukaisesti siten, että kesäaikana sähkönjohtavuus on korkeampi kuin talviaikana. Vuonna 2022 yksittäisissä sähkönjohtavuuden tuloksissa ei havaittu selviä poikkeamia edellisvuosien tuloksiin verrattuna. Korkeimmat sähkönjohtavuudet havaittiin kesäaikana pisteissä pöly12, pöly4 ja pöly6 (41-45 mS/m). Saman tasoisia ja korkeampiakin sähkönjohtavuuden arvoja on määritetty myös edellisvuosien laskeumanäytteistä kesäisin.

Vuodesta 2019 lähtien sähkönjohtavuuden vuosikeskiarvot ovat kuitenkin laskeneet lähes kaikissa tarkkailupisteissä. Tämä liittyy yksittäisten näytteiden korkeimpien arvojen laskuun, mikä on havaittavissa vuodenaikavaihtelun tasoittumisena (kuva 3-2).

3.3 Kiintoaine

Laskeumanäytteiden kiintoainelaskeuman kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-3 ja kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-3.

Kiintoainelaskeuma sisältää sekä orgaanista että epäorgaanista ainesta, ja kesäaikana keräimiin voi kertyä hyönteisiä ja kasvimateriaalia, joiden poistaminen näytteistä on hankalaa. Toiminnasta peräisin olevia vaikutuksia kuvaakin paremmin laskeumanäytteiden hehkutusjäynnös, joka sisältää vain laskeuman epäorgaanisen aineksen. Kiintoaineen hehkutusjäynnöstä on käsitelty kappaleessa 3.4.



Kuva 3-3. Kiintoainelaskeuman kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-3. Kiintoainelaskeuman keskiarvot (g/m²/kk) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	2.0	3.1	2.2	2.5	2.8	2.8	2.9	1.4	7.7	3.4	3.8	3.2	2.1	3.3	3.2
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	2.0	1.5	4.0	1.1	1.3	1.7	2.4	1.5	2.7	1.4	1.4	1.6	1.1	1.5	1.4
Liutusalue E	pöly 12	1.7	1.7	1.4	1.2	1.2	0.8	0.5	0.7	3.1	2.0	2.6	1.8	1.2	2.2	2.1
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	2.2	2.4	3.1	2.5	2.9	2.4	3.6	2.4	7.3	4.4	7.0	4.2	2.7	4.3	7.0
Pappila	pöly 2	1.7	2.5	1.6	0.9	1.1	1.1	3.5	1.1	6.4	1.9	2.2	1.7	0.7	1.5	0.7
Pirttimäki	pöly 3	2.0	2.2	1.9	1.3	1.8	1.6	3.0	1.2	5.4	3.5	9.0	4.8	1.8	2.6	2.4
Taattola	pöly 4	0.5	1.3	1.0	1.1	0.9	0.7	1.5	0.5	4.0	1.0	0.9	0.6	1.2	2.1	3.0
Metsäpirtti	pöly 5	1.8	2.1	1.7	1.2	2.0	1.5	3.5	1.0	4.2	1.5	2.3	2.1	1.3	1.5	1.5
Myllyniemi	pöly 6	1.1	1.6	2.2	1.7	1.1	2.0	2.2	1.1	6.8	2.2	2.6	3.8	1.9	1.9	4.1
Sorsala	pöly 7	1.8	1.7	2.0	2.0	1.6	1.8	4.5	1.7	6.7	3.2	5.7	4.1	2.7	3.0	3.4
Lahnajärven metsästysmaja	pöly 8	2.5	1.3	2.0	1.2	1.2	1.4	1.5	1.1	2.8	1.0	2.0	1.7	1.0	1.4	1.1
Tuhkakylän koulu	pöly 9	2.9	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	2.2	1.7	3.2	2.5	2.4	1.9	1.6	2.2	1.9
Juuso	pöly 15	4.5	3.3	3.0	1.9	2.8	2.5	3.6	0.9	6.5	1.8	3.2	0.9	1.3	2.5	1.5
Kalliojärvi	pöly 16	1.9	1.6	1.7	0.9	1.0	1.7	1.6	0.8	2.2	1.6	2.0	1.9	1.2	1.3	2.1
Liikkuva piste	pöly19											2.0	2.5	1.8	1.7	2.2
Liikkuva piste	pöly19b															0.6
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											2.1	1.4	1.7	2.0	1.3
Liikkuva piste	pöly20b															1.2
Savonmäki	pöly21														0.5	1.0

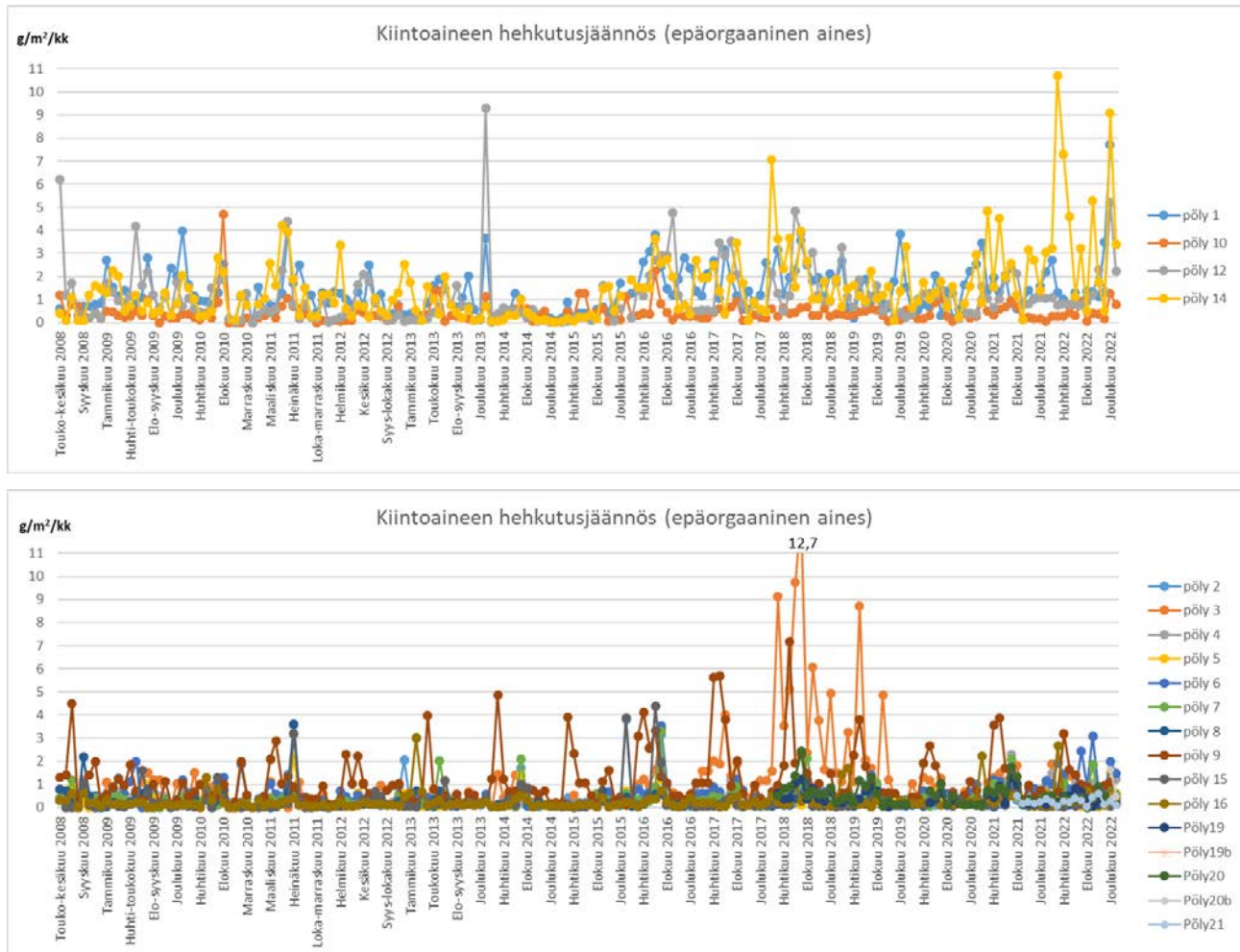
Kiintoainelaskeuma kaivospiirin alueella sijaitsevilla tarkkailupisteillä on tyypillisesti ollut vain vähän korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Tuloksissa nähdään vaihtelua vuodenaikojen mukaisesti siten, että kesäaikana kiintoainelaskeuma on korkeampi kuin talviaikana.

Kiintoainelaskeumalle ei ole nykyisin olemassa raja- tai ohjearvoja. Aikaisemmin viihtyvyyshaittarajana käytettiin 10 g/m²/kk, joka on kuitenkin kumottu jo 1980-luvulla ilmansuojeluasetuksen tultua voimaan. Vuonna 2022 kiintoainelaskeumat jäivät pääosin entisen viihtyvyyshaittarajan alapuolelle lukuun ottamatta kesäaikana havaittuja kohonneita arvoja (kesäkuussa: pöly4 14,2 g/m²/kk, pöly6 13,5 g/m²/kk, pöly14 14,3 g/m²/kk, ja elokuussa: pöly6 17,5 g/m²/kk, pöly7 18,5 g/m²/kk). Kyseisissä näytteissä kiintoaine koostui pääosin orgaanisesta aineksesta, joka ei ole peräisin Terrafamen toiminnasta. Kesäaikana laskeumanäytteiden sisältämä orgaaninen aine koostuu mm. hyönteisistä ja kasvimateriaalista. Lisäksi talviaikana havaittiin yksittäinen rajan 10 g/m²/kk ylittävä kiintoainelaskeuma helmikuussa (pöly14: 10,7 g/m²/kk), joka koostui lähes kokonaan epäorgaanisesta aineksesta.

Vuoden 2022 kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvot olivat lähes kaikilla pisteillä samaa suuruusluokkaa kuin vuosina 2019-2021, mutta pisteellä pöly14 vuosikeskiarvo kohosi vuoden 2018 tasolle helmi- ja marraskuussa määritettyjen, vuodenaikaan nähden tavallista korkeampien pitoisuuksien seurauksena. Kyseisellä pisteellä kiintoainelaskeuman vuosikeskiarvo oli myös korkein kaivospiirin sisäpuolisista pisteistä (pöly 14: 7,0 g/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella vuosikeskiarvo oli korkeimmillaan pisteellä pöly6 (4,1 g/m²/kk).

3.4 Hehkutusjäännös

Laskeumanäytteiden kiintoaineen hehkutusjäännöksen (epäorgaaninen aines) kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-4 ja hehkutusjäännöksen arvoista lasketut vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-4.



Kuva 3-4. Kiintoainelaskeuman hehkutusjäännöksen (epäorgaaninen aines) kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-4. Kiintoainelaskeuman hehkutusjäännöksen (epäorgaaninen aines) keskiarvot (g/m²/kk) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	0.7	1.5	1.2	1.4	1.0	0.9	0.7	0.5	2.2	1.6	2.2	1.5	1.0	1.6	2.1
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	0.5	0.4	0.6	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5
Liutusalue E	pöly 12	1.3	1.5	0.8	0.9	0.7	0.6	1.1	0.4	1.9	1.4	1.9	1.2	0.8	1.3	1.5
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	0.8	1.0	1.1	1.6	1.0	0.7	0.3	0.5	1.7	1.6	2.5	1.3	1.3	2.3	4.2
Pappila	pöly 2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.8	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2
Pirttimäki	pöly 3	0.5	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.2	0.9	1.5	5.1	2.3	0.7	0.9	1.0
Taattola	pöly 4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.7	0.9
Metsäpirtti	pöly 5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4
Myllyniemi	pöly 6	0.4	0.5	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.8	1.4
Sorsala	pöly 7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3	0.6	0.7
Lahnajärven metsästysmäja	pöly 8	0.6	0.2	0.2	0.4	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2
Tuhkakylän koulu	pöly 9	1.5	0.8	0.7	0.9	0.9	0.7	1.1	1.1	1.5	1.9	1.8	1.1	1.0	1.2	1.1
Juuso	pöly 15	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	1.0	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1
Kalliojärvi	pöly 16	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.5
Liikkuva piste	pöly19											0.6	0.4	0.2	0.4	0.4
Liikkuva piste	pöly19b															0.5
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											0.9	0.5	0.4	0.6	0.4
Liikkuva piste	pöly20b															1.1
Savonmäki	pöly21														0.3	0.2

Laskeumanäytteiden sisältämän epäorgaanisen aineksen määrä (hehkutusjäännös) kaivospiirin ulkopuolella on pääsääntöisesti hieman pienempi kuin kaivospiirin sisäpuolella. Pääosalla tarkkailupisteistä tuloksista ei pystytä toteamaan säännöllistä vuodenaikaisvaihtelua samaan tapaan kuin esimerkiksi kiintoaineen laskeumassa. Pisteellä pöly9 (Tuhkakylän koulu) epäorgaanisen aineksen määrä on kuitenkin ollut useina peräkkäisinä vuosina koholla kevätkuukausina. Tämä voi liittyä esimerkiksi tiepölyn määrän kasvuun kuivina kevätkuukausina, sillä tarkkailupiste sijaitsee vain n. 20 m päässä lähimmästä tiestä (Tuhkalantie, tie nro 870).

Suurimmalla osalla tarkkailupisteistä yksittäisten laskeumanäytteiden epäorgaanisen aineksen määrässä ei havaittu merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Vuosien 2015-2021 tuloksiin nähden korkeammalle tasolle epäorgaaninen kiintoainelaskeuma kohosi avolouhoksen pohjoispuolella sijaitsevalla pisteellä pöly14 maalisi- ja joulukuussa (10,7 g/m²/kk ja 9,1 g/m²/kk) sekä tehdasalueen pohjoispuolen pisteellä pöly1 joulukuussa (7,7 g/m²/kk). Näissä näytteissä todettiin myös suurimmat epäorgaanisen aineksen määrät vuoden 2022 muihin näytteisiin verrattuna. Kaivospiirin ulkopuolisissa pisteissä vaihteluväli oli samaa tasoa kuin vuosina 2015-2021. Suurimmat epäorgaanisen aineksen pitoisuudet todettiin Tuhkakylän koulun pisteessä pöly9 huhtikuussa (3,2 g/m²/kk) ja Myllyniemessä sijaitsevassa pisteessä pöly6 syyskuussa (3,1 g/m²/kk). Tuhkakylän koulun pisteellä kohonnutta pitoisuutta voidaan pitää tavanomaisena, mutta Myllyniemessä pitoisuustaso kohosi yleisesti vuosien 2017-2021 tasoon nähden.

Myllyniemen (pöly6) pisteen kohonnut pitoisuustaso näkyy myös hieman kohonneena vuoden keskiarvopitoisuutena. Myllyniemen ohella myös Taattolan (pöly4) ja Sorsalan (pöly7) osalta vuoden keskiarvopitoisuuksissa on havaittavissa hiljalleen nouseva suuntaus vuosina 2015-2022. (taulukko 3-4). Yleisesti vuosikeskiarvot olivat vuonna 2022 pääosin samalla tasolla edellisiin vuosiin verrattuna. Selvimmin vuosikeskiarvo kohosi avolouhoksen pohjoispuolisella pisteellä pöly14, jonka vuosikeskiarvo oli edellisvuosien tapaan korkein kaivospiirin sisäpuolisista pisteistä (4,2 g/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella vuosikeskiarvo oli korkein Myllyniemen pisteellä pöly6 (1,4 g/m²/kk).

Vuosikeskiarvon nousevaan suuntaukseen pisteellä pöly14 (Kuusilammen louhos NE) on todennäköisesti vaikuttanut se, että louhoksen laajentuessa louhinta etenee kohti pohjoista, ja siirtyy siten lähemmäs tarkkailupistettä. Lisäksi avolouhoksen pohjoisosassa on vuosina 2021-2022 tehty tarvekiven murskausta, joka siirrettiin louhoksen alemmille tasoille tuulensuojaan loka-marraskuun 2022 vaihteessa. Vuosikeskiarvojen kohoamisessa näkyvät todennäköisesti myös sivukiven läjitysalueen KL2 pohjoisosassa sijaitsevan lohkon 5 rakentaminen, Rahvaantien kiviautoreitin ja sillan rakentaminen, sekä kasvaneet louhintamäärät (kokonaislouhinta 2021: 46,6 Mt ja 2022: 51,7 Mt). Edellä mainitut syyt ovat voineet vaikuttaa vuosikeskiarvon kohoamiseen myös pisteillä pöly6 (Myllyniemi), pöly4 (Taattola) ja pöly7 (Sorsala), joiden sijainti on n. 2-3 km säteellä Terrafamen toiminnoista koillisen suuntaan.

Kun tarkastellaan hehkutusjäännöksen eli epäorgaanisen aineksen osuutta kiintoainelaskeumasta (taulukko 4-5), huomataan että kaivospiirin alueella epäorgaanisen aineksen osuus kiintoainelaskeumasta on keskimäärin korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Kaivospiirin alueella hehkutusjäännöksen osuudet olivat vuonna 2022 34% - 71% kiintoainelaskeumasta ja kaivospiirin ulkopuolella 6% - 56%, kun jätetään huomioimatta pisteen pöly19b ja pöly20b, joiden tarkkailu aloitettiin vasta loka-marraskuun vaihteessa. Pisteessä pöly9 (Tuhkakylän koulu) epäorgaanisen aineksen osuus on tyypillisesti ollut selvästi suurempi kuin muissa kaivospiirin ulkopuolella olevissa tarkkailupisteissä.

Taulukko 3-5. Hehkutusjäännöksen (epäorgaaninen aines) osuus kiintoainelaskeumasta vuonna 2022.

		hehkutusjäännöksen %-osuus kiintoainelaskeumasta vuonna 2022
Tehdasalue	pöly 1	65 %
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	34 %
Liuotusalue E	pöly 12	71 %
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	61 %
Pappila	pöly 2	33 %
Pirttimäki	pöly 3	40 %
Taattola	pöly 4	32 %
Metsäpirtti	pöly 5	28 %
Myllyniemi	pöly 6	34 %
Sorsala	pöly 7	20 %
Lahnasjärven	pöly 8	17 %
Tuhkakylän koulu	pöly 9	56 %
Juuso	pöly 15	6 %
Kalliojärvi	pöly 16	27 %
Liikkuva piste	pöly19	18 %
Liikkuva piste	pöly19b	82 %
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20	30 %
Liikkuva piste	pöly20b	88 %
Savonmäki	pöly21	25 %

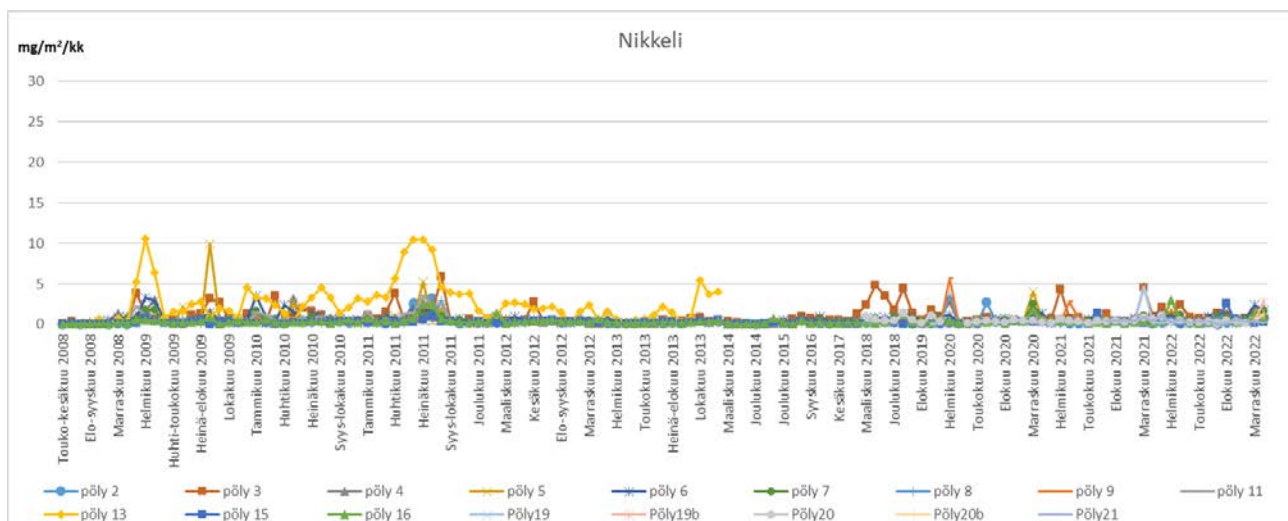
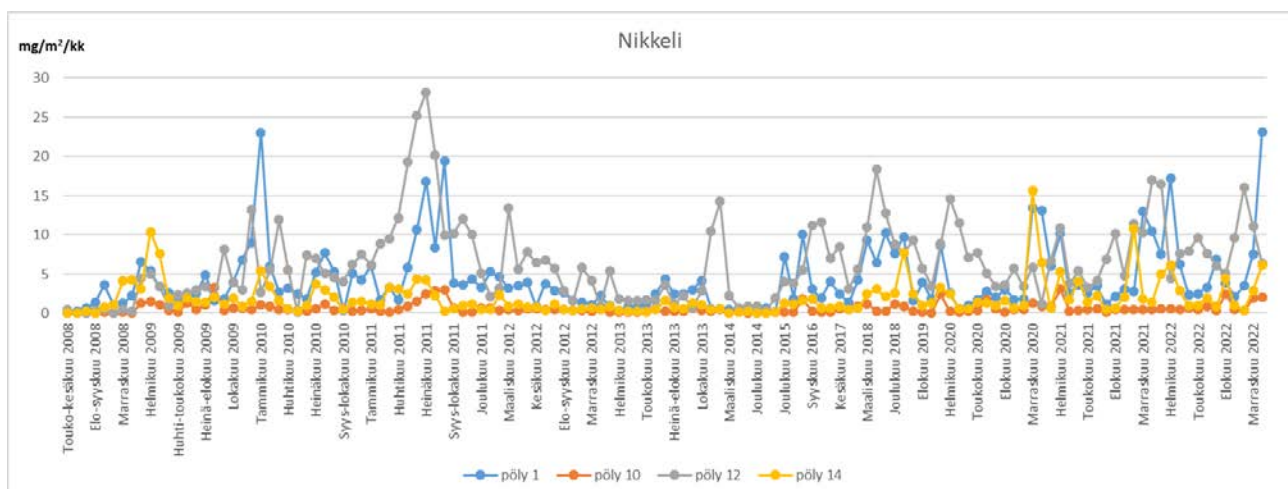
3.5 Alkuaineet

Metallien ja rikin laskeumatuloksien 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.

Alkuaineiden laskeumaa Terrafamen pölylaskeumatarkkailun havaintopisteillä ja niiden ympäristössä on havainnollistettu karttakuvilla, jotka ovat raportin liitteenä (liite 2). Lähtötietona karttakuvissa on käytetty kunkin alkuaineen vuoden 2022 keskiarvopitoisuuksia tarkkailupisteittäin. Tarkkailupisteiden välisellä alueella ja niiden ympäristössä esiintyviä pitoisuuksia on arvioitu paikkatieto-ohjelmiston interpolointimenetelmällä. Interpolointimenetelmäksi valittiin käänteisen etäisyyden menetelmä, joka arvioi pitoisuuksia tarkkailupisteiden ympäristössä siten, että kunkin tarkkailupisteen tuloksen vaikutus interpoloitavaan arvoon pienenee etäisyyden kasvaessa. Tuntemattomien pisteiden arvot vaihtelevat lähtötietoina käytettyjen tarkkailupisteiden pienimmän ja suurimman arvon välillä. Karttoja tarkastellessa on siis huomioitava, että menetelmällä ei voida laskea luotettavasti Terrafamen pölylaskeuman tarkkailupisteiden ympäristön pitoisuuksia, koska tarkkailupisteiden verkosto ei ole tähän tarkoitukseen riittävän tiheä. Karttakuvien tarkoituksena onkin ainoastaan havainnollistaa pitoisuuksien vaihtelua eri tarkkailupisteiden ympäristössä.

3.5.1 Nikkeli

Laskeumanäytteistä määritetyn nikkeli-laskeuman kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-5 ja vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-6.



Kuva 3-5. Nikkeli-laskeuman kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-6. Nikkelilaskeuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	1.3	4.0	5.6	6.9	2.9	1.9	0.3	2.7	4.2	3.0	8.4	5.2	4.0	5.1	7.2
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	0.1	1.0	0.6	1.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.6	0.4	0.7	0.5	0.6	0.7	0.9
Liutusalue E	pöly 12	0.3	4.3	5.6	13.6	5.1	3.8	1.2	2.1	8.0	6.2	11.9	7.0	6.3	7.9	9.0
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	1.3	2.8	2.0	2.0	0.8	0.7	0.1	0.5	1.4	0.7	2.1	3.0	3.0	2.7	2.8
Pappila	pöly 2	0.1	0.5	0.5	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.4
Pirttimäki	pöly 3	0.2	1.4	1.0	1.5	0.5	0.4	0.2	0.1	0.8	0.5	3.0	1.9	0.6	1.3	1.1
Taattola	pöly 4	0.4	0.9	0.8	0.8	0.3	0.3	0.1	0.1	0.5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.5	0.8
Metsäpirtti	pöly 5	0.1	1.2	0.6	0.9	0.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.7	0.4	0.6
Myllyniemi	pöly 6	0.5	1.0	1.2	0.9	0.5	0.4	0.1	0.3	0.6	0.3	0.7	0.8	0.7	0.6	1.1
Sorsala	pöly 7	0.2	0.5	0.6	0.6	0.4	0.3	0.1	0.1	0.4	0.3	0.5	0.7	0.6	0.4	0.7
Lahnajärven metsästysmaja	pöly 8	0.0	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.2	0.2
Tuhkakylän koulu	pöly 9	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.9	0.6	0.4
Juuso	pöly 15	0.0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.3	0.3	0.4
Kalliojärvi	pöly 16	0.1	0.3	0.3	0.7	0.4	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.3	0.7
Liikkuva piste	pöly19											0.4	0.6	0.3	0.7	0.3
Liikkuva piste	pöly19b															1.6
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											0.7	0.7	0.4	0.4	0.3
Liikkuva piste	pöly20b															0.9
Savonmäki	pöly21														0.5	0.4

Nikkelilaskeumat kaivospiirin alueella sijaitsevilla tarkkailupisteillä ovat pääsääntöisesti korkeampia kuin kaivospiirin ulkopuolella. Viime vuosina nikkelpitoisuus on ollut keskimäärin korkeimmillaan primääriliutusalueen itäpuolen pisteellä pöly12 ja tehdasalueen pisteellä pöly1, joka toisaalta sijaitsee myös sekundääriliutusalueen länsipuolelle (taulukko 3-6). Myös avolouhoksen pohjoispuolisella pisteellä pöly14 nikkelpitoisuus on ollut jonkin verran koholla. Kipsisakka-aitaiden pohjoispuolen pisteen pöly10 nikkelpitoisuudet sen sijaan ovat olleet selvästi alemmaa tasoa.

Vuonna 2022 korkeimmat yksittäiset nikkelaskeuman arvot (10-23 mg/m²/kk) todettiin kaivospiirin sisäpuolella sijaitsevilla pisteillä pöly1 (helmi- ja joulukuu) ja pöly 12 (tammikuu, syys-marraskuu). Kaivospiirin ulkopuolella korkeimmat nikkelaskeumat (2,6-3,0 mg/m²/kk) olivat pisteillä pöly15 (elokuussa), pöly16 (helmikuussa) ja pöly19b (joulukuussa).

Nikkelilaskeuman vuosikeskiarvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Kaivospiirin sisäpuolella vuosikeskiarvoissa on esiintynyt ajoittain vaihtelua etenkin pisteillä pöly12 (liutusalue E) ja pöly14 (Kuusilammen avolouhos NE), mutta ajanjaksoa 2014-2022 tarkastellessa kyseisten pisteiden vuosikeskiarvoissa havaitaan nouseva trendi. Myös pisteellä pöly14 nikkelpitoisuuden vuosikeskiarvo on noussut vuosina 2014-2019, mutta sittemmin tasoittunut. Pisteillä pöly1 (tehdasalue) ja pöly12 (liutusalue E) vuosikeskiarvot ovat laskeneet vuosina 2019 ja 2020 vuodesta 2018, mutta kääntyneet jälleen nousuun vuosina 2021 ja 2022. Kaivospiirin ulkopuolella vuosikeskiarvo on noussut hiljalleen pisteillä pöly4 (Taattola), pöly5 (Metsäpirtti), pöly6 (Myllyniemi) ja pöly7 (Sorsala) vuosina 2014-2022.

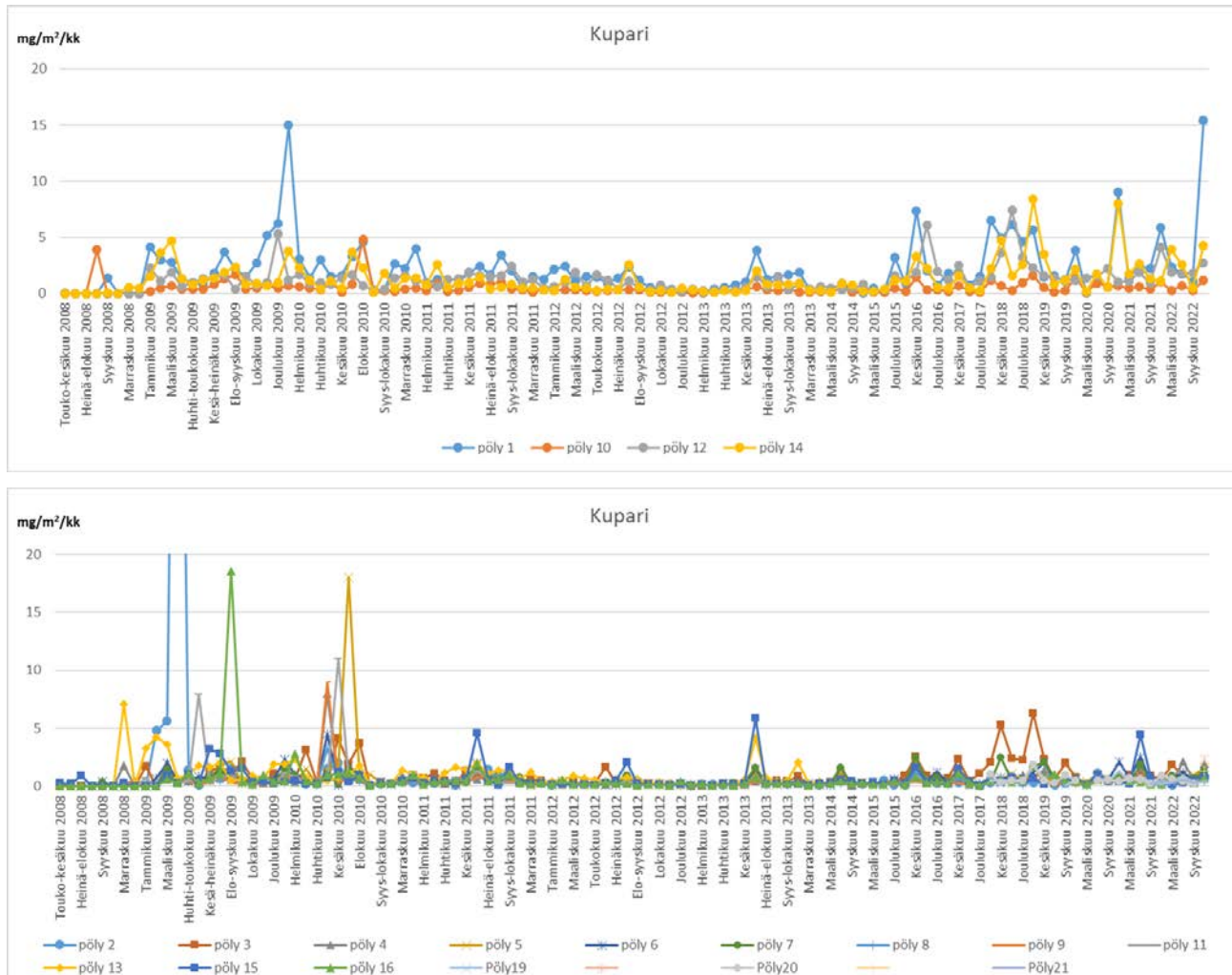
Pisteiden pöly1 ja pöly12 vuosikeskiarvojen kohoamiseen vuosina 2021 ja 2022 on todennäköisesti vaikuttanut primääriliutusalueen kasauksen eteneminen. Lisäksi keskiarvojen kohoamista osaltaan selittää vuosittain käsitellyn malmin määrän kasvaminen. Bioliutusalueen laajentumisen myötä malmia on kasattu, purettu ja siirretty sekundääriliutusalueelle suurempia määriä kuin edellisinä vuosina.

Vuonna 2022 nikkelaskeuman korkein vuosikeskiarvo kaivospiirin sisäpuolella oli pisteellä pöly12 (9,0 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella korkeimmat vuosikeskiarvot olivat pisteillä pöly3 ja pöly6 (1,1 g/m²/kk), kun jätetään huomioimatta pöly19b, jonka tarkkailu aloitettiin vasta marraskuussa. Pisteiden pöly19b ja pöly20b keskimääräinen nikkelaskeuma on laskettu marras- ja joulukuun tulosten perusteella, ja muilta pisteiltä on pääsääntöisesti käytettävissä 12 keräysjakson tulokset, joten pisteiden pöly19b ja pöly20b vuosikeskiarvot eivät ole vertailukelpoisia muiden pisteiden vuosikeskiarvojen kanssa.

Pisteillä pöly19b ja pöly20b nikkelpitoisuudet olivat joulukuussa hieman korkeampaa tasoa kuin marraskuussa. Joulukuussa yleisimpiä olivat lounaan ja etelälounaan suunnista tulevat tuulet, joten todennäköisesti tuloksissa näkyy sivukivialueen KL2 vaikutus. Joulukuun pitoisuudet olivat kuitenkin samaa tasoa kuin esimerkiksi pisteellä pöly4 (Taattola). Tarkemmin sivukivialueen vaikutusta pölylaskeumaan tarkkailupisteiden pöly19b ja pöly20b alueella voidaan arvioida vuoden 2023 tarkkailun raportissa, jossa tarkkailutuloksia tulee olemaan käytettävissä reilun vuoden mittaiselta ajanjaksolta.

3.5.2 Kupari

Laskeumanäytteistä määritetyn kuparilaskeuman kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-6 ja vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-7.



Kuva 3-6. Kuparilaskeuman kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-7. Kuparilaskeuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	0.2	2.8	3.2	1.7	1.2	1.1	0.4	1.3	2.8	1.5	5.6	2.7	2.8	3.0	5.2
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	0.5	0.7	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.4	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
Liutusalue E	pöly 12	0.0	1.6	1.1	1.3	0.8	0.6	0.5	0.7	2.8	1.4	3.4	2.0	1.6	2.0	2.1
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	0.1	1.7	1.6	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	1.8	0.8	2.2	3.3	2.6	1.7	2.8
Pappila	pöly 2	0.0	7.2	0.6	0.5	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	0.4	0.7	0.7	0.4
Pirttimäki	pöly 3	0.0	0.9	1.4	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	1.3	1.1	2.7	2.7	0.5	0.8	1.1
Taattola	pöly 4	0.3	0.6	1.1	0.5	0.2	0.2	0.5	0.2	0.5	0.3	0.3	0.8	0.5	0.7	1.2
Metsäpirtti	pöly 5	0.0	0.6	2.2	0.5	0.2	0.2	0.4	0.3	0.7	0.7	0.5	0.7	0.6	0.5	0.8
Myllyniemi	pöly 6	0.1	0.7	1.0	0.6	0.2	0.3	0.2	0.3	0.9	0.5	0.6	1.0	1.0	1.0	0.9
Sorsala	pöly 7	0.1	0.5	0.6	0.6	0.2	0.3	0.5	0.2	1.0	0.5	0.8	1.1	0.5	0.7	0.9
Lahnasjärven metsästysmaja	pöly 8	0.1	0.4	0.6	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
Tuhkakytän koulu	pöly 9	0.1	0.3	1.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
Juuso	pöly 15	0.2	0.9	0.4	0.8	0.3	0.6	0.3	0.3	0.6	0.7	0.4	0.4	0.5	1.4	0.4
Kalliojärvi	pöly 16	0.0	1.9	0.7	0.6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.8	0.5	0.3	0.5
Liikkuva piste	pöly19											0.5	0.7	0.8	0.4	0.5
Liikkuva piste	pöly19b															2.4
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											0.6	0.8	0.4	0.6	0.4
Liikkuva piste	pöly20b															1.3
Savonmäki	pöly21														0.3	0.4

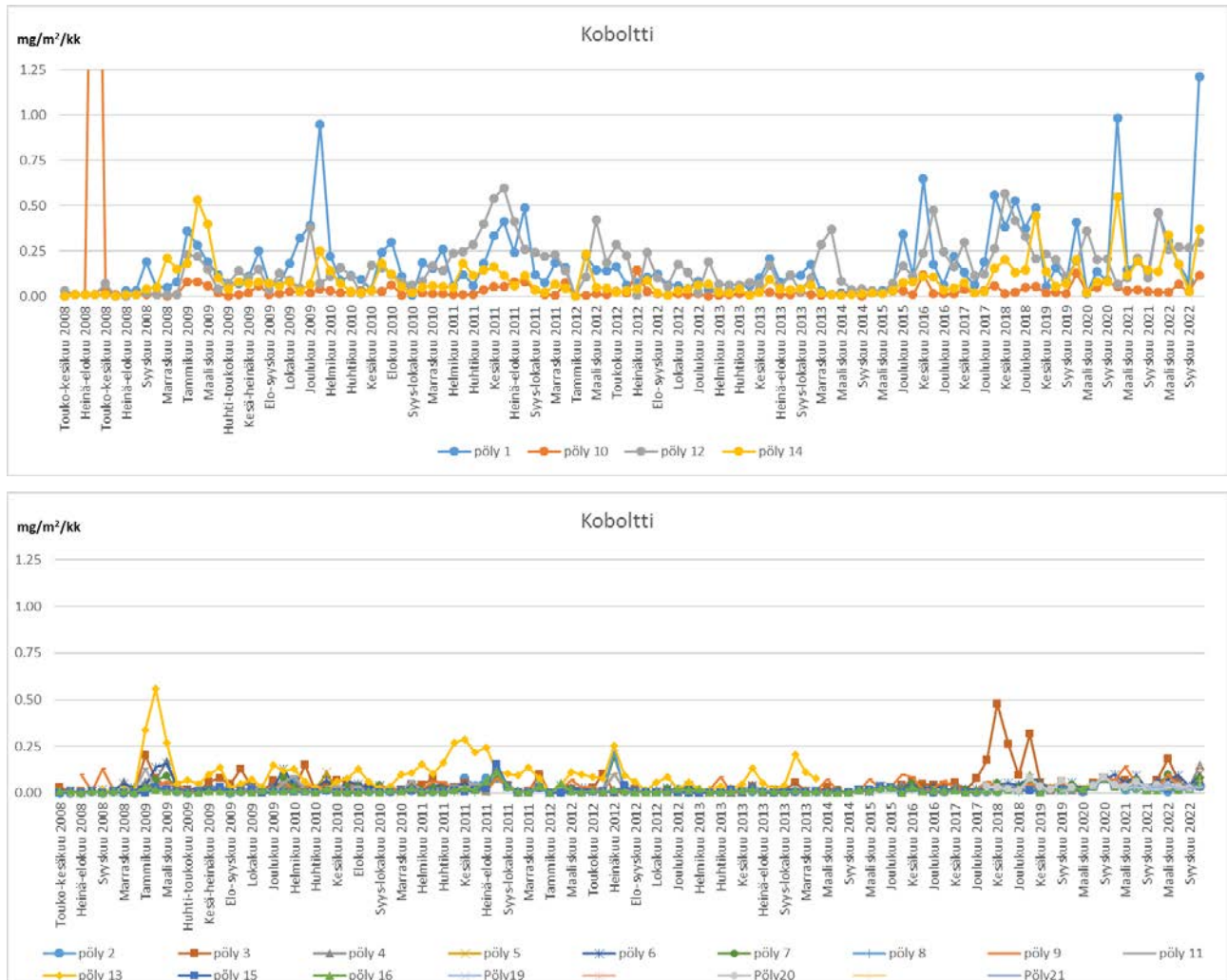
Nikkelilaskeuman tapaan myös kuparilaskeumat kaivospiirin alueella sijaitsevilla tarkkailupisteillä ovat pääsääntöisesti korkeampia kuin kaivospiirin ulkopuolella. Vuonna 2022 korkein kuparilaskeuma todettiin joulukuussa pisteellä pöly1 (15,4 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella korkein kuparilaskeuma oli pisteellä pöly19b (2,4 mg/m²/kk joulukuussa).

Kuparilaskeuman vuosikeskiarvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Ajanjaksoa 2014-2022 tarkastellessa havaitaan kuitenkin kuparilaskeuman vuosikeskiarvoissa hiljalleen nouseva trendi kaivospiirin sisäpuolen pisteillä pöly1 (tehdasalue), pöly12 (liutusalue NE) ja pöly14 (Kuusilammen avolouhos NE). Kaivospiirin ulkopuolella lievästi kohoava suuntaus on havaittavissa samalla ajanjaksolla pisteillä pöly4 (Taattola), pöly5 (Metsäpirtti), pöly6 (Myllyniemi) ja pöly7 (Sorsala).

Vuonna 2022 kuparilaskeuman korkein vuosikeskiarvo kaivospiirin sisäpuolella oli pisteellä pöly1 (5,2 mg/m²/kk) ja kaivospiirin ulkopuolella pisteellä pöly4 (1,2 g/m²/kk), kun jätetään huomioimatta pisteet pöly19b ja pöly20b, joiden osalta vuodelta 2022 on käytettävissä kuparipitoisuuden tulokset vain joulukuulta.

3.5.3 Koboltti

Laskeumanäytteistä määritetyn koboltilaskeuman kehitys vuosina 2008–2022 on esitetty kuvassa 3-7 ja vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-8.



Kuva 3-7. Koboltilaskeuman kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-8. Koboltilaskeuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	0.06	0.19	0.21	0.21	0.10	0.08	0.02	0.14	0.25	0.15	0.46	0.24	0.31	0.23	0.44
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	0.01	0.03	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05	0.03	0.06
Liutusalue E	pöly 12	0.02	0.14	0.11	0.30	0.15	0.13	0.05	0.09	0.27	0.19	0.34	0.22	0.21	0.22	0.28
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	0.06	0.14	0.09	0.09	0.05	0.04	0.01	0.04	0.08	0.05	0.13	0.17	0.18	0.15	0.23
Pappila	pöly 2	0.00	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.02
Pirttimäki	pöly 3	0.01	0.06	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.25	0.11	0.05	0.04	0.08
Taattola	pöly 4	0.02	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.06	0.06	0.08
Metsäpirtti	pöly 5	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05
Myllyniemi	pöly 6	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.02	0.08
Sorsala	pöly 7	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.06	0.06
Lahnasjärven metsästysmaja	pöly 8	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.02
Tuhkakylän koulu	pöly 9	0.05	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.06	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02	0.05
Juuso	pöly 15	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02
Kalliojärvi	pöly 16	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.06	0.03
Liikkuva piste	pöly19											0.03	0.04	0.05	0.03	0.13
Liikkuva piste	pöly19b															0.03
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											0.03	0.04	0.06	0.04	0.03
Liikkuva piste	pöly20b															0.06
Savonmäki	pöly21														0.03	0.03

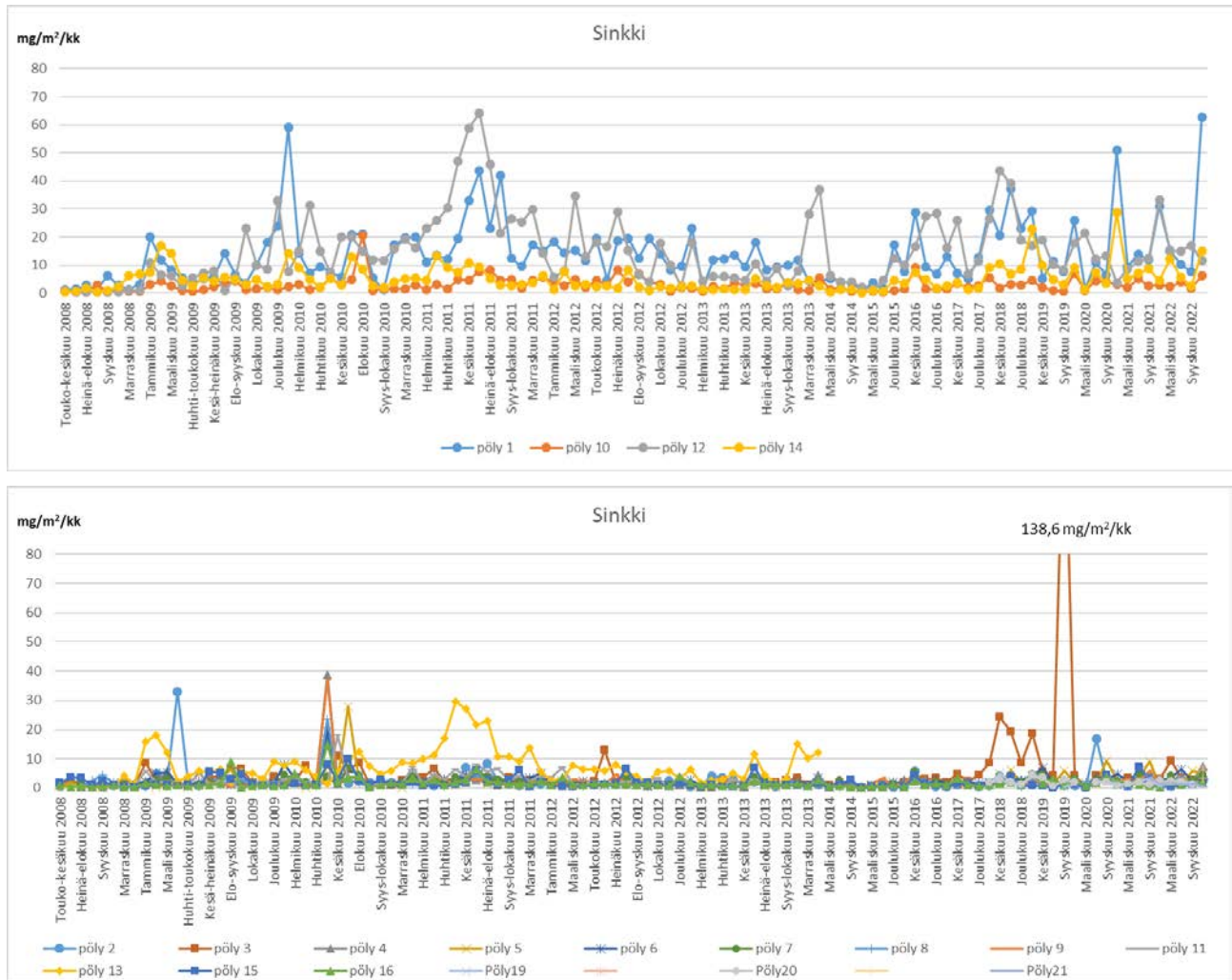
Kupari- ja nikkelilaskeuman tapaan myös koboltilaskeuma on kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä pääsääntöisesti korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Vuonna 2022 selvästi korkein tulos todettiin joulukuussa pisteellä pöly1 (1,21 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolisista pisteistä suurin koboltilaskeuma todettiin maaliskuussa pisteellä pöly3 (0,19 mg/m²/kk).

Koboltilaskeuman vuosikeskiarvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Samoin kuin nikkelin ja kuparin osalta, havaitaan kuitenkin hiljalleen nouseva trendi kuparilaskeuman vuosikeskiarvoissa kaivospiirin sisäpuolen pisteillä pöly1 (tehdasalue), pöly12 (liutusalue NE) ja pöly14 (Kuusilammen avolouhos NE) vuosina 2014-2022. Kaivospiirin ulkopuolella samankaltainen lievästi nouseva suuntaus on havaittavissa samalla ajanjaksolla pisteillä pöly4 (Taattola), pöly5 (Metsäpirtti), pöly6 (Myllyniemi) ja pöly7 (Sorsala).

Koboltilaskeuman korkeimmat vuosikeskiarvot kaivospiirin sisäpuolella olivat pisteellä pöly1 (0,44 mg/m²/kk) ja pöly12 (0,28 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella sijaitsevilla pisteillä keskiarvopitoisuudet olivat pieniä. Jonkin verran muita pisteitä korkeampi keskiarvo havaittiin pisteellä pöly19b, jonka keskiarvopitoisuus (0,13 g/m²/kk) kuitenkin perustuu vain joulukuun laskeumaan.

3.5.4 Sinkki

Laskeumanäytteistä määritetyn sinkkilaskeuman kehitys vuosina 2008-2022 on esitetty kuvassa 3-8 ja vuosikeskiarvot vuosina 2008–2022 taulukossa 3-9.



Kuva 3-8. Sinkkilaskeuman kehitys vuosina 2008–2022.

Taulukko 3-9. Sinkkilaskeuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2008–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1	2.6	10.5	15.7	20.9	14.3	10.6	3.5	7.4	13.2	9.5	27.6	15.9	17.5	16.6	23.9
Kipsisakka-allas NE	pöly 10	1.0	2.2	4.0	4.3	3.8	2.4	1.1	0.6	3.4	2.3	3.3	2.2	3.1	3.2	3.6
Liutusalue E	pöly 12	0.6	9.8	15.8	32.9	13.9	11.0	4.1	6.1	20.5	16.3	30.1	14.6	12.7	16.4	14.6
Kuusilammen louhos NE	pöly 14	2.4	6.1	6.1	6.4	3.0	2.6	0.7	2.1	4.4	2.5	7.0	9.8	10.2	6.3	8.9
Pappila	pöly 2	0.8	4.7	3.5	2.7	1.6	1.7	0.7	0.7	2.1	1.1	1.6	1.4	5.5	2.5	1.9
Pirttimäki	pöly 3	1.4	3.3	4.1	2.8	2.3	1.4	0.8	0.6	3.2	3.0	14.2	35.1	2.4	3.0	4.5
Taattola	pöly 4	1.1	2.2	5.3	2.6	1.2	1.3	0.7	0.7	2.1	1.3	2.0	2.2	2.0	2.9	4.2
Metsäpirtti	pöly 5	0.9	1.5	4.0	2.0	1.3	0.9	0.7	1.1	1.6	1.5	2.4	2.5	3.8	3.7	3.5
Myllyniemi	pöly 6	1.0	2.2	4.3	3.6	1.4	1.7	0.5	1.1	2.4	1.5	2.7	3.4	3.1	3.0	4.3
Sorsala	pöly 7	1.0	1.6	2.8	3.0	1.4	1.3	1.0	1.0	2.4	1.5	2.1	2.8	2.1	2.3	3.2
Lahnasjärven metsästysmaja	pöly 8	1.8	1.2	3.2	1.6	1.0	1.4	0.7	0.5	1.7	1.0	1.7	1.3	2.4	1.2	1.2
Tuhkakylän koulu	pöly 9	0.8	1.4	4.8	2.2	1.8	1.4	0.8	2.1	2.1	1.0	1.5	1.6	2.0	3.0	1.6
Juuso	pöly 15	1.8	2.0	2.8	2.1	1.5	1.3	1.1	0.7	1.7	1.2	1.9	0.8	1.8	2.9	1.1
Kalliojärvi	pöly 16	0.6	1.6	3.0	2.3	1.5	1.3	0.5	0.7	1.2	1.8	1.2	2.3	2.1	1.0	1.8
Liikkuva piste	pöly19											2.8	2.1	2.0	1.8	2.1
Liikkuva piste	pöly19b															6.6
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											2.3	2.5	1.6	1.8	1.9
Liikkuva piste	pöly20b															3.3
Savonmäki	pöly21														2.5	1.3

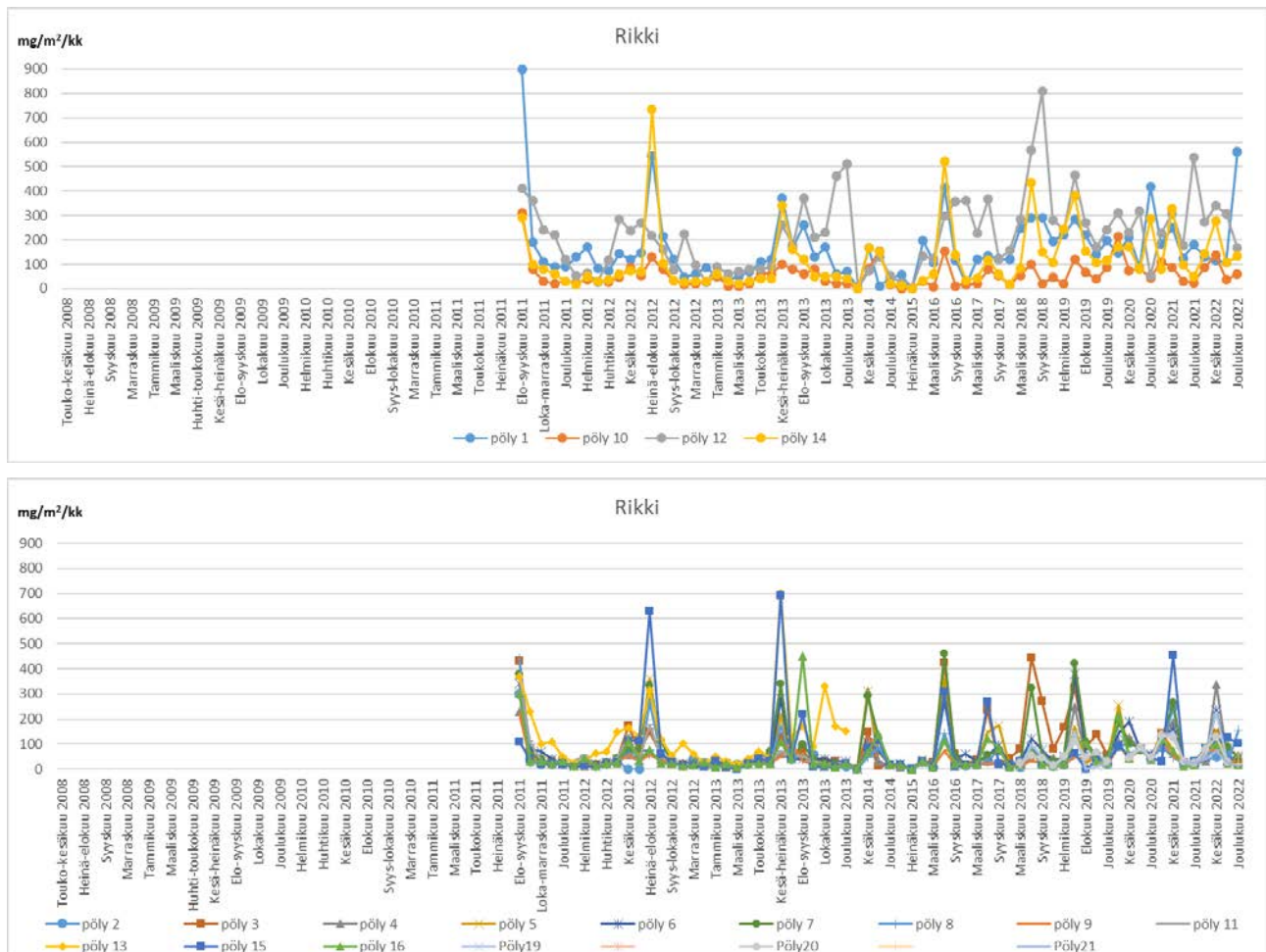
Nikkelin, kuparin ja koboltin tapaan myös sinkkilaskeuma on kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä pääsääntöisesti korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Vuoden 2022 selvästi korkein sinkkilaskeuman tulos todettiin joulukuussa pisteellä pöly1 (62,8 mg/m²/kk). Korkein sinkkilaskeuma kaivospiirin ulkopuolella oli pisteellä pöly3 maaliskuussa (9,3 mg/m²/kk).

Yksittäisissä tuloksissa tai sinkkilaskeuman vuosikeskiarvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisimpien vuosien tuloksiin verrattuna. Ajanjaksoa 2014-2022 tarkastellessa kuitenkin huomataan hiljalleen nouseva trendi sinkkilaskeuman vuosikeskiarvoissa kaivospiirin sisäpuolen pisteillä pöly1 (tehdasalue), pöly12 (liutusalue NE) ja pöly14 (Kuusilammen avolouhos NE) sekä kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä pöly4 (Taattola), pöly5 (Metsäpirtti), pöly6 (Myllyniemi) ja pöly7 (Sorsala).

Vuonna 2022 sinkkilaskeuman korkein vuosikeskiarvo kaivospiirin sisäpuolella oli pisteellä pöly1 (23,9 mg/m²/kk), ja kaivospiirin ulkopuolella pisteillä pöly3, pöly4 ja pöly6 (4,2-4,5 g/m²/kk), kun jätetään huomiomatta piste pöly19b, jonka vuosikeskiarvo (6,6 mg/m²/kk) perustuu vain joulukuun tulokseen.

3.5.5 Rikki

Laskeumanäytteistä määritetyn rikkilaskeuman kehitys vuosina 2011-2022 on esitetty kuvassa 3-9 ja vuosikeskiarvot vuosina 2011–2022 taulukossa 3-10. Vuosina 2011-2021 laskeumanäytteiden rikkipitoisuuden määrittämisessä on pääasiassa käytetty menetelmää, jonka määrittäysraja on 500 µg/l. Vuonna 2022 maaliskuu- ja kesäkuun näytteiden analysoinnissa jouduttiin laboratorion laiterikkojen vuoksi käyttämään menetelmää, jonka määrittäysraja on 5000 µg/l. Tämän vuoksi vuoden 2022 tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia aikaisempien vuosien tulosten kanssa. Vuoden 2022 tulosten käsittelyssä määrittäysrajan 5000 µg/l alittavien pitoisuuksien osalta laskennassa on käytetty arvona määrittäysrajan puolikasta. Alle 500 µg/l tulosten osalta arvona on käytetty määrittäysrajaa. Vuoden 2022 tulosten osalta määrittäysrajan vaihtelu aiheuttaa aikaisempia vuosia suurempaa epävarmuutta tulosten tulkintaan, koska maaliskuu- ja kesäkuun näytteenottokierroksilla valtaosassa näytteistä rikkipitoisuus alitti määrittäysrajan. Määrittäysrajan <5000 alittavia pitoisuuksia esiintyi maaliskuu- ja kesäkuussa muilla tarkkailupisteillä paitsi kaivospiirille sijoituvilla pisteellä pöly12 (liuotusalue E) ja pöly14 (Kuusilammen avolouhos NE) (ks. liite 2). Terrafamen tarkkailupisteiden (pl. pöly12 ja pöly14) rikkipitoisuuksien keskiarvo ajanjaksolla 2019-2021 vaihtelee välillä 962-3681 µg/l, ja pistettä Pöly20b lukuun ottamatta keskiarvo on ollut yli 1000 µg/l, joten merkittävästä vääristymästä ei voida kuitenkaan puhua.



Kuva 3-9. Rikkilaskeuman kehitys vuosina 2011–2022.

Taulukko 3-10. Rikkilaskeuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2011–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1				276	149	128	57	84	164	124	256	212	216	185	229
Kipsisakka-allas NE	pöly 10				94	47	46	64	11	47	50	48	59	104	63	80
Liutusalue E	pöly 12				270	143	207	65	54	285	238	454	286	228	312	272
Kuusilammen louhos NE	pöly 14				112	99	79	85	16	189	74	172	199	177	139	165
Pappila	pöly 2				78	41	37	32	14	80	41	38	47	80	94	45
Pirttimäki	pöly 3				118	49	39	45	15	133	98	210	160	105	87	69
Taattola	pöly 4				76	31	26	90	13	52	25	34	85	88	85	114
Metsäpirtti	pöly 5				86	59	41	100	18	101	115	38	56	109	68	78
Mylyniemi	pöly 6				110	33	49	50	17	99	61	61	113	117	82	92
Sorsala	pöly 7				104	60	57	109	14	137	53	104	132	102	108	79
Lahnasjärven metsästysmaja	pöly 8				108	28	34	38	16	50	22	39	39	69	45	78
Tuhkakylän koulu	pöly 9				66	27	31	61	17	29	22	20	31	64	53	51
Juuso	pöly 15				42	81	87	55	16	86	102	35	38	68	135	105
Kalliojärvi	pöly 16				82	34	59	57	16	41	75	29	57	96	55	62
Liikkuva piste	pöly19											53	54	62	81	104
Liikkuva piste	pöly19b															57
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											40	58	59	79	79
Liikkuva piste	pöly20b															45
Savonmäki	pöly21														25	42

Rikkilaskeuma kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä on pääsääntöisesti ollut korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Vuonna 2022 korkeimmat tulokset todettiin pisteellä pöly1 (651 mg/m²/kk joulukuussa). Kaivospiirin ulkopuolella korkein rikkilaskeuma oli pisteellä pöly4, jossa rikkilaskeuma oli kesäkuussa 335 mg/m²/kk. Rikkilaskeuman korkein vuosikeskiarvo kaivospiirin sisäpuolella oli pisteellä pöly12 (272 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella korkein rikkilaskeuman vuosikeskiarvo havaittiin pisteellä pöly4 (114 mg/m²/kk).

Rikkilaskeuman yksittäisissä tuloksissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia viimeisten vuosien tuloksiin verrattuna. Myöskään vuosikeskiarvoissa ei havaita selvää suuntausta ylös- tai alaspäin. Pisteillä pöly4 (Taattola) ja pöly8 (Lahnasjärven metsästysmaja) vuoden 2022 vuosikeskiarvot vaikuttaisivat nousseen hieman korkeammalle kuin vuosina 2015-2021, ja pisteellä pöly19 (Liikkuva piste) havaitaan nouseva suuntaus vuosina 2018-2022. Pisteillä pöly4 ja pöly19 vuoden 2022 keskiarvoa eivät kuitenkaan nosta kohonneet määrittelyrajat, vaan kesäkuun näytteistä määritetyt korkeat rikkilaskeumat (pöly4: 335 mg/m²/kk, pöly19: 227 mg/m²/kk), joka perustuvat laskeumanäytteiden määrittelyrajan ylittäviin pitoisuuksiin (ks. liite 2). Pisteellä pöly8 selvästi suurin rikkilaskeuma määritettiin joulukuussa (155 mg/m²/kk), mikä myös perustuu määrittelyrajan ylittävään laskeumanäytteen rikkipitoisuuteen. Savonmäen pisteellä (pöly21) vuosikeskiarvo on myös kohonnut vuodesta 2021. Savonmäen pisteellä korkeimmat rikkilaskeumat määritettiin maalisi- ja kesäkuussa, jolloin laskeumanäytteiden rikkipitoisuudet kyseisellä pisteellä alittivat määrittelyrajan 5000 µg/l. Näillä perusteilla ainoastaan Savonmäen pisteen osalta vaikuttaa siltä, että vuosikeskiarvon kohoaminen edellisvuodesta on todennäköisesti seurausta menetelmän korkeammasta määrittelyrajasta vuonna 2022, eikä välttämättä kuvaa todellista tilannetta.

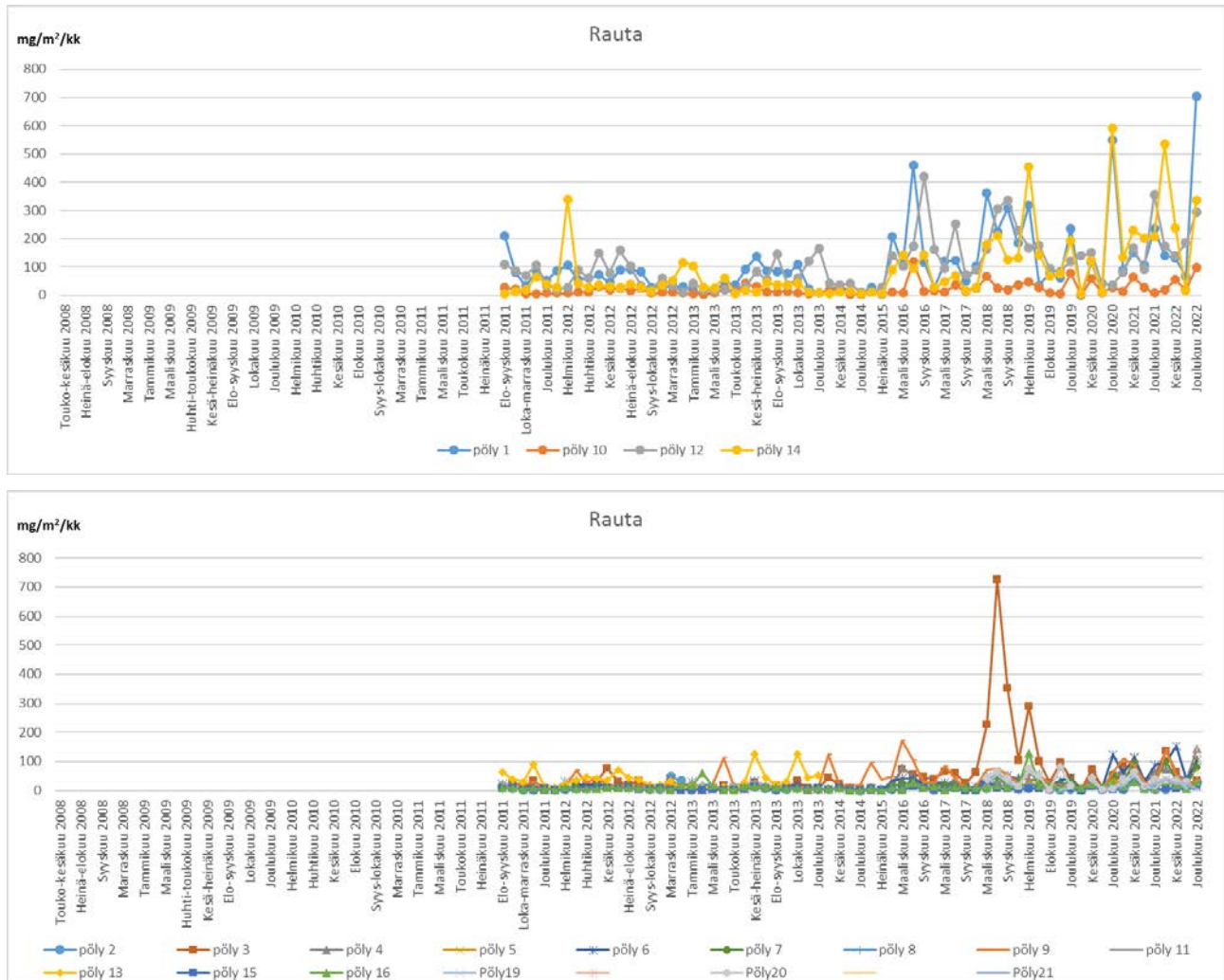
Valtioneuvoston päätöksessä 480/1996 on Suomen metsätalouksmaiden rikkilaskeumalle asetettu pitkänajan keskimääräiseksi tavoitearvoksi 0,3 g/m²/vuosi. Vuonna 2022 rikkilaskeumat Terrafamen tarkkailussa määritettiin neljä kertaa. Pisteiltä pöly19 ja pöly20 rikkilaskeuma määritettiin kolme kertaa, ja pisteiltä pöly19b ja pöly20b vain kerran. Vertailu tavoitearvoon tehtiin laskemalla keskimääräinen rikkilaskeuma (mg/m²/kk) jokaisella tarkkailupisteellä ja kertomalla se kuukausien lukumäärällä (12). Tavoitearvo 0,3 g/m²/vuosi ylittyi lähes kaikilla tarkkailupisteillä, ja pisteellä Pöly20b joulukuussa kerätyn näytteen perusteella laskettu rikkilaskeuma sivusi raja-arvoa (taulukko 3-11). Laskennallinen rikkilaskeuma kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä oli 1,0-3,3 g/m²/vuosi. Kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä rikkilaskeuma vaihteli välillä 0,3–1,4 g/m²/vuosi.

Taulukko 3-11. Rikkilaskeuma vuositasolla (mg/m²/vuosi) vuosina 2019–2022.

Tarkkai- lupiste	Vuosi-ka (g/m ² /vuosi)				Kk-ka (mg/m ² /kk)
	2019	2020	2021	2022	2022
pöly 1	2.5	2.6	2.6	2,8	229
pöly 10	0.8	1.2	1.2	1,0	80
pöly 12	3.3	2.7	2.7	3,3	272
pöly 14	2.4	2.1	2.1	2,0	165
pöly 2	0.6	1.0	1.0	0,5	45
pöly 3	1.9	1.3	1.3	0,8	69
pöly 4	1.0	1.1	1.1	1,4	114
pöly 5	0.7	1.3	1.3	0,9	78
pöly 6	1.4	1.4	1.4	1,1	92
pöly 7	1.6	1.2	1.2	0,9	79
pöly 8	0.5	0.8	0.8	0,9	78
pöly 9	0.4	0.8	0.8	0,6	51
pöly 15	0.5	0.8	0.8	1,3	105
pöly 16	0.7	1.1	1.1	0,7	62
Pöly19	0.5	0.7	0.7	1,2	104
Pöly19b				0,7	57
Pöly20	0.7	0.7	0.7	0,9	79
Pöly20b				0,5	45
Pöly 21				0,5	42

3.5.6 Rauta

Laskeumanäytteistä määritetyn rautalaskeman kehitys vuosina 2011-2022 on esitetty kuvassa 3-10 ja vuosikeskiarvot vuosina 2011–2022 taulukossa 3-12.



Kuva 3-10. Rautalaskeman kehitys vuosina 2011–2022.

Taulukko 3-12. Rautalasteuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2011–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1				93	62	56	16	80	177	99	270	146	169	145	261
Kipsisakka-allas NE	pöly 10				81	65	62	32	59	39	22	37	34	24	29	48
Liutosalue E	pöly 12				28	63	33	8	36	102	45	136	175	92	174	198
Kuusilammen louhos NE	pöly 14				4.7	5.3	5.3	3.7	3.6	6.2	3.0	11.6	5.0	183	193	282
Pappila	pöly 2				5.8	16.1	7.5	4.9	5.5	13	11	11	9.0	12	15	18
Pirttimäki	pöly 3				15	22	12	20	6	53	53	351	111	24	62	65
Taattola	pöly 4				10	10	9	5	5	39	22	25	30	26	64	77
Metsäpirtti	pöly 5				6.2	7.8	6.1	4.1	4.7	10	8.1	13	18	23	41	45
Myllyniemi	pöly 6				18	17	15	6	15	34	18	40	42	48	74	98
Sorsala	pöly 7				12	10	9	5	8	19	15	28	32	22	43	61
Lahnajärven metsästysmaja	pöly 8				4.5	6.1	9.4	5.5	2.6	11	7.3	12	10	8.9	10	14
Tuhkakylän koulu	pöly 9				16	23	22	45	61	83	45	54	35	30	61	61
Juuso	pöly 15				4.7	5.3	5.3	3.7	3.6	6.2	3.0	12	5	5	14	8
Kalliojärvi	pöly 16				6.8	8.0	14	4.2	4.8	14	7.9	11	38	18	14	22
Liikkuva piste	pöly19											36	31	17	23	29
Liikkuva piste	pöly19b															142
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											49	45	17	37	33
Liikkuva piste	pöly20b															61
Savonmäki	pöly21														20	23

Rautalasteuma kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä on pääsääntöisesti korkeampi kuin kaivospiirin ulkopuolella. Vuonna 2022 korkeimmat tulokset todettiin joulukuussa pisteellä pöly1 (705 mg/m²/kk) ja maaliskuussa pisteellä pöly14 (535 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella korkein tulos todettiin kesäkuussa pisteellä pöly6 (154 mg/m²/kk).

Aikaisempien vuosien tuloksiin verrattuna rautalasteuman vuosikeskiarvoissa esiintyy huomattavasti suurempaa vaihtelua kuin muiden metallien osalta. Merkittävä poikkeama rautalasteuman tuloksissa nähdään pisteellä pöly14, jossa vuosikeskiarvo on vuosina 2020-2022 ollut huomattavasti korkeampi kuin vuonna 2019 ja sitä edeltävinä vuosina. Piste pöly14 sijaitsee n. 1 km Kuusilammen avolouhosalueen pohjoispuolella, ja lisäksi sen lähetyillä sijaitsevat sivukiven läjitysalue KL2 (n. 1 km pisteestä pöly14 kaakkoon) sekä sekundääriliuotusalue (n. 1 km pisteestä pöly14 länteen). Vuonna 2022 korkeita rautapitoisuuksia määritettiin maaliskuussa ja joulukuussa, jolloin tuuli kävi pääasiassa lounaan suunnasta. Vuonna 2021 pitoisuudet olivat korkeita kaikissa näytteissä, ja vuonna 2020 rautalasteuman keskiarvoa nosti joulukuussa määritetty korkea laskeumatulokset.

Todennäköisesti avolouhoksen, sivukivialueen KL2 ja/tai sekundääriliuotusalueen toiminnot kuten malmin ja sivukiven lastaus, purku ja kuljetus ovat vaikuttaneet pisteen pöly14 kohonneisiin pitoisuuksiin. Erityisesti sivukivialueen KL2 läjityksen etenemisen arvioidaan vaikuttaneen pitoisuuksien kohoamiseen. Sivukivialueen KL2 täyttö on aloitettu vuonna 2017 sen eteläisimmistä osista, jonka jälkeen läjitys on edennyt pohjoiseen päin. Läjityksen siirtyessä pohjoisemmas tulee todennäköisemmäksi, että alueen toimintojen vaikutus näkyy pisteellä pöly14. Vuonna 2022 sivukiven läjitys on kesällä edennyt lohkolle 5 eli pohjoisimpaan osaan. Lisäksi pisteen pöly14 länsipuolella, n. 600 m etäisyydellä pisteestä pöly14, on vuosina 2021-2022 ollut rakenteilla uusi kiviautoreitti (Rahvaantie) avolouhoksen pohjoisosasta Malmiteille. Kiviautotien rakentamisessa on hyödynnetty kiilleliusketta. Avolouhoksen pohjoisosassa on myös tehty tarvekivimurskausta vuosina 2021-2022, joka on siirretty louhoksen alemmille tasoille parempaan tuulensuojaan loka-marraskuun vaiheessa 2022. Myös kiviautoreitin rakentaminen ja tarvekivimurskaus ovat voineet osaltaan vaikuttaa pisteen pöly14 pitoisuuksiin.

Lisäksi kaivospiirillä sijaitsevilla pisteillä pöly12 (liuotusalue NE) ja pöly14 (Kuusilammen avolouhos NE) rautalasteuman vuosikeskiarvo on kohonnut hiljalleen aikavälillä 2014-2022.

Kaivospiirin ulkopuolisista pisteistä keskimääräinen rautalasteuma on ollut selvästi koholla pisteellä pöly3 (Pirttimäki) vuosina 2018 ja 2019, ja laskenut sen jälkeen. Kyseisellä pisteellä myös muut metallipitoisuudet ovat olleet koholla samoina vuosina. Piste pöly3 sijaitsee sivukivialueen KL2 eteläisen osan itäpuolella. Muiden kaivospiirin ulkopuolisten pisteiden laskeumissa ei havaita yhtä merkittäviä muutoksia.

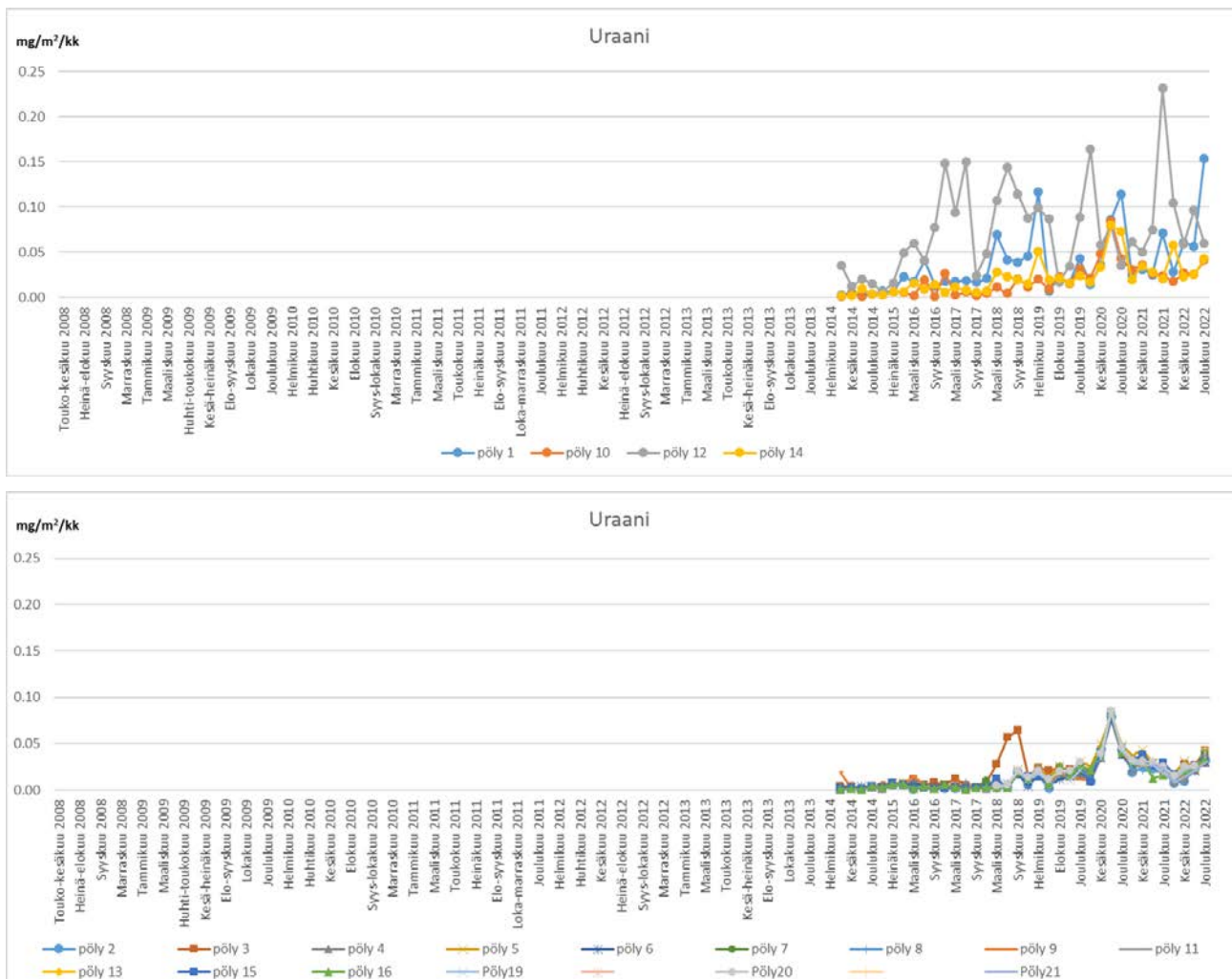
Rautalasteuman vuosikeskiarvoissa nähdään kuitenkin hienoista nousua pisteillä pöly4-7 (Taattola, Metsäpirtti, Myllyniemi ja Sorsala) vuosina 2017-2022. Varsinkin pisteillä pöly4 (Taattola) ja pöly6 (Myllyniemi) rautapitoisuuden kohoaminen voi liittyä Terrafamen toimintoihin, eikä myöskään pisteen pöly7 (Sorsala) osalta

Terrafamen tai alueelle tulevan liikenteen vaikutusta voida varmasti poissulkea. Pöly5 (Nurminiemi) on kuitenkin selvästi kauempana tuotantoalueesta. Pisteet pöly4 (Taattola) ja pöly6 (Myllyniemi) sijaitsevat kaivospiirin itäpuolella naapurikiinteistöjen piha-alueilla lähellä Hakonen-järven rantaan, alle 2 km päässä Terrafamen toiminnoista. Pöly7 (Sorsala) sijaitsee näistä pisteistä pohjoisen suunnassa, hieman kauempana tuotantoalueesta, mutta n. 200 m päässä tuotantoalueelle tulevasta Malmi tiestä. Pöly5 (Metsäpirtti) sijaitsee Nurminiemessä Kolmisoppijärven pohjoispuolella. Pisteiden pöly6 (Myllyniemi) osalta myös kiintoaineen hehkusäännöksen vuosikeskiarvon kehityssuunta on nousujohteinen. Nurminiemen pisteen (pöly5) osalta vuosikeskiarvoja vuosina 2021-2022 ovat nostaneet erityisesti kesäkuussa 2021 (112,5 mg/m²/kk) ja joulukuussa 2022 (115,9 mg/m²/kk) määritetyt korkeat laskeumatulokset. Nurminiemessä on Terrafamen mukaan tehty yksityisten maanomistajien toimesta hakkuuta talvella 2022-2023, mikä voi osaltaan selittää joulukuun 2022 kohonnutta tulosta.

Vuonna 2022 rautalasteen korkein vuosikeskiarvo kaivospiirin sisäpuolella oli pisteellä pöly14 (282 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella korkein vuosikeskiarvo pisteellä pöly6 (98 g/m²/kk), jos jätetään huomiotta piste 19b, jonka osalta vuosikeskiarvo (142 g/m²/kk) perustuu vain joulukuun keräysjaksoon.

3.5.7 Uraani

Laskeumanäytteistä määritetyn uraanilaskeuman kehitys vuosina 2014-2022 on esitetty kuvassa 3-11 ja vuosikeskiarvot vuosina 2014–2022 taulukossa 3-13.



Kuva 3-11. Uraanilaskeuman kehitys vuosina 2014–2022.

Taulukko 3-13. Uraanilaskeuman keskiarvot (mg/m²/kk) vuosina 2014–2022.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tehdasalue	pöly 1							0.004	0.012	0.022	0.019	0.049	0.041	0.046	0.038	0.075
Kipsisakka-allas NE	pöly 10							0.003	0.005	0.013	0.004	0.010	0.016	0.025	0.030	0.028
Liutosalue E	pöly 12							0.021	0.024	0.082	0.090	0.104	0.065	0.070	0.105	0.080
Kuusilammen louhos NE	pöly 14							0.004	0.005	0.012	0.009	0.020	0.025	0.035	0.026	0.037
Pappila	pöly 2							0.002	0.004	0.002	0.002	0.007	0.011	0.022	0.022	0.018
Pirttimäki	pöly 3							0.003	0.005	0.008	0.007	0.039	0.021	0.029	0.030	0.028
Taattola	pöly 4							0.002	0.004	0.004	0.004	0.007	0.012	0.020	0.024	0.018
Metsäpirtti	pöly 5							0.002	0.006	0.002	0.003	0.008	0.019	0.026	0.032	0.028
Myllyniemi	pöly 6							0.003	0.005	0.005	0.003	0.009	0.011	0.020	0.024	0.022
Sorsala	pöly 7							0.002	0.005	0.003	0.003	0.010	0.015	0.022	0.026	0.025
Lahnasjärven metsästymaja	pöly 8							0.002	0.005	0.002	0.002	0.007	0.014	0.022	0.021	0.021
Tuhkakylän koulu	pöly 9							0.007	0.007	0.006	0.005	0.008	0.014	0.021	0.025	0.021
Juuso	pöly 15							0.002	0.006	0.002	0.002	0.009	0.015	0.022	0.032	0.025
Kalliojärvi	pöly 16							0.002	0.005	0.003	0.002	0.007	0.017	0.024	0.023	0.024
Liikkuva piste	pöly19											0.010	0.013	0.027	0.025	0.020
Liikkuva piste	pöly19b															0.040
Raateikontörmä (liikkuva piste)	pöly20											0.011	0.018	0.028	0.030	0.023
Liikkuva piste	pöly20b															0.045
Savonmäki	pöly21														0.025	0.018

Vuonna 2022 laskeumanäytteiden uraanipitoisuus ylitti menetelmän määrittäjärajan (0,5 µg/l) vain yhteensä 15 näytteessä, ja pääosin pitoisuudet siis alittivat määrittäjärajan. Määrittäjärajan ylittäviä pitoisuuksia todettiin kaivospiirille sijoituvissa pisteissä pöly1, pöly12 ja pöly14 maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa, sekä kaivospiirin ulkopuolisissa pisteissä pöly4, pöly6 ja pöly3 maaliskuu- ja kesäkuussa. Pisteiden laskennalliset uraanilaskeumat olivat pieniä (ks. kuva 3-11).

Vuosikeskiarvojen laskennassa niissä näytteissä, joissa laskeumanäytteen uraanipitoisuus alitti menetelmän määrittäjärajan, käytettiin arvona menetelmän määrittäjäraja eli näytteen uraanipitoisuutta 0,5 µg/l.

Yksittäisissä tuloksissa tai uraanilaskeuman vuosikeskiarvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä muutoksia tai poikkeamia aikaisempien vuosien tuloksiin verrattuna. Uraanilaskeuman korkein vuosikeskiarvo kaivospiirin sisäpuolella oli pisteellä pöly12 (0,080 mg/m²/kk). Kaivospiirin ulkopuolella uraanilaskeuman vuosikeskiarvot olivat 0,01 – 0,05 mg/m²/kk. Vuosikeskiarvojen hienoista nousua on havaittavissa kaikilla tarkkailupisteillä, mutta pitoisuudet ovat hyvin pieniä. Kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä uraanilaskeuman vuosikeskiarvot ovat vuosittain olleet hyvin samaa tasoa riippumatta etäisyydestä Terrafamen tuotantoalueeseen, minkä perusteella vuosikeskiarvojen kohoaminen kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä on todennäköisemmin seurausta kaukokulkeumasta tai muusta ulkoisesta tekijästä kuin Terrafamen vaikutuksesta.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Terrafamen pölylaskeumaa tarkkailtiin vuonna 2022 yhteensä 17 tarkkailupisteestä, joista kaivospiirin alueella oli 4 pistettä ja 13 pistettä kaivospiirin ulkopuolella. Sivukivialueen KL2 itäpuolella sijaitsevia pisteitä (liikkuvat pisteet: Pöly19, Pöly20) siirrettiin loppuvuodesta pohjoisemmas läjityksen painopisteen muuttuessa. Toiminnan vaikutukset olivat nähtävissä kaivospiirin sisäpuolella olevissa tarkkailupisteissä, joissa laskeuman epäorgaanisen aineksen ja metallien määrät ovat pääosin korkeammat kuin kaivospiirin ulkopuolella.

Vuonna 2022 kiintoainelaskeuma alitti pääosassa näytteistä aikaisemmin viihtyvyshaittarajana pidetyn arvon 10 g/m²/kk. Tätä arvoa korkeampia kiintoainelaskeuman arvoja havaittiin kesäkuussa pisteillä pöly4, pöly6 ja pöly14, elokuussa pisteillä pöly6 ja pöly7, sekä helmikuussa pisteellä pöly14. Kesä- ja elokuun näytteissä kiintoaine koostui pääosin orgaanisesta aineksesta, joka ei ole peräisin Terrafamen toiminnasta. Kesäaikana laskeumanäytteiden sisältämä orgaaninen aines koostuu mm. hyönteisistä ja kasvimateriaalista. Helmikuussa pisteen pöly14 näytteessä kiintoaine koostui lähes kokonaan epäorgaanisesta aineksesta, joka on todennäköisesti peräisin Terrafamen toiminnasta.

Laskeumanäytteiden hehkutusjäännös (epäorgaaninen aines) kuvaa toiminnan vaikutuksia paremmin kuin kiintoainelaskeuma, koska kiintoaine sisältää epäorgaanisen aineksen lisäksi myös orgaanista materiaalia, joka on lähtöisin muusta kuin yhtiön toiminnasta. Epäorgaanisen aineksen osuus kiintoainelaskeumasta oli lähes poikkeuksetta pienempi kuin orgaanisen aineksen määrä. Vain tarkkailupisteillä pöly1, pöly12, pöly14 ja pöly9 epäorgaanisen aineksen osuus oli orgaanista ainesta suurempi vuosikeskiarvona määritettynä. Hehkutusjäännöksen määrä oli laskeumanäytteissä pääosin verrattain alhainen, lukuun ottamatta pisteellä pöly1 joulukuussa sekä pisteellä pöly14 maalisi- ja joulukuussa havaittuja korkeampia arvoja. Kaivospiirin alueella olevissa näytteissä kiintoaineen hehkutusjäännöksen vaihteluväli oli 0,08 – 10,7 g/m²/kk ja kaivospiirin ulkopuolella 0,001 – 3,2 g/m²/kk. Kiintoaineen hehkutusjäännöksen vuosikeskiarvoja tarkastellessa havaitaan nouseva trendi vuosina 2014-2022 etenkin pisteellä pöly14. Lievempi vuosikeskiarvojen nouseva suuntaus on havaittavissa kaivospiirin ulkopuolisilla pisteillä pöly4 (Taattola), pöly6 (Myllyniemi) ja pöly7 (Sorsala).

Vuosikeskiarvon nousevaan suuntaukseen pisteellä pöly14 (Kuusilammen louhos NE) on todennäköisesti vaikuttanut se, että louhoksen laajentuessa louhinta etenee kohti pohjoista, ja siirtyy siten lähemmäs tarkkailupistettä pöly14. Vuonna 2022 louhintamäärä myös kasvoi jonkin verran vuodesta 2021, kokonaislouhinnan ollessa 46,6 Mt vuonna 2021 ja 51,7 Mt vuonna 2022. Lisäksi avolouhoksen pohjoisosassa on vuosina 2021-2022 tehty tarvekiven murskausta, joka siirrettiin louhoksen alemmille tasoille tuulensuojaan loka-marraskuun 2022 vaihteessa. Vuosikeskiarvojen kohoamisessa näkyvät todennäköisesti myös sivukiven läjitysalueen KL2 rakentamisen ja läjityksen siirtyminen kohti pohjoista. Sivukivialueen KL2 täyttö on aloitettu vuonna 2017 sen eteläisimmistä osista. Vuonna 2022 sivukiven läjitys on kesällä edennyt lohkolle 5 eli pohjoisimpaan osaan. Lisäksi pisteen pöly14 länsipuolella, n. 600 m etäisyydellä pisteestä pöly14, on vuosina 2021-2022 ollut rakenteilla uusi Rahvaantien kiviautoreitti ja silta avolouhoksen pohjoisosasta Malmitielle. Kiviautotien rakentamisessa on hyödynnetty kiilleliusketta. Edellä mainitut syyt ovat voineet vaikuttaa vuosikeskiarvon kohoamiseen myös pisteillä pöly6 (Myllyniemi), pöly4 (Taattola) ja pöly7 (Sorsala), joiden sijainti on n. 2-3 km säteellä Terrafamen toiminnoista koillisen suuntaan.

Vuonna 2022 metallilaskeumassa ei havaittu merkittäviä muutoksia tai poikkeamia aikaisempien vuosien tuloksiin verrattuna. Tarkastellessa pisteiden metallilaskeuman vuosikeskiarvoja kuitenkin huomataan nikkelin, kuparin, koboltin ja sinkin vuosikeskiarvoissa nouseva suuntaus vuosina 2014-2022 kaivospiirille sijoittuvilla pisteillä pöly1, pöly12 ja pöly14. Myös raudan osalta trendi on nouseva pisteillä pöly1 ja pöly12 vuosina 2014-2022, mutta pisteellä pöly14 raudan vuosikeskiarvon kohoaminen on alkanut vasta vuonna 2022. Kyseisellä pisteellä vuoden keskimääräinen rautalaskeuma onkin viime vuosina kohonnut selvästi vuosiin 2011-2018 verrattuna.

Pisteiden pöly1 ja pöly12 vuosikeskiarvojen kohoamiseen vuosina 2021 ja 2022 on todennäköisesti vaikuttanut primääriliuotusalueen kasauksen eteneminen. Lisäksi keskiarvojen kohoamista osaltaan selittää vuosittain käsitellyn malmin määrän kasvaminen. Bioliuotusalueen laajentumisen myötä malmia on kasattu, purettu ja siirretty sekundääriliuotusalueelle suurempia määriä kuin edellisinä vuosina. Pisteen pöly14 osalta vuosikeskiarvojen kohoamisen taustalla ovat samat syyt kuin on aiemmin tuotu esille epäorgaanisen kiintoainelaskeuman osalta.

Kaivospiirin ulkopuolisista pisteistä keskimääräiset metallilaskeumat ovat olleet koholla pisteellä pöly3 vuosina 2018 ja 2019, ja laskeneet sen jälkeen. Piste pöly3 sijaitsee sivukivialueen KL2 eteläisen osan itäpuolella. Muiden kaivospiirin ulkopuolisten pisteiden laskeumissa ei havaita yhtä merkittäviä muutoksia. Kaivospiirin

ulkopuolisilla pisteillä pöly4, pöly5, pöly6 ja pöly7 havaitaan kuitenkin nikkelin, kuparin, koboltin, sinkin ja raudan osalta lievästi nouseva suuntaus vuosina 2014-2022. Pisteet pöly4 ja pöly6 sijaitsevat kaivospiirin itäpuolella naapurikiinteistöjen piha-alueilla, alle 2 km päässä Terrafamen toiminnoista. Pöly7 sijaitsee näistä pisteistä pohjoisen suunnassa, hieman kauempana tuotantoalueesta, mutta n. 200 m päässä tuotantoalueelle tulevasta tiestä. Pöly5 sijaitsee Nurminiemessä Kolmisoppijärven pohjoispuolella. Pisteiden pöly6 osalta myös kiintoaineen hehkutusjäännöksen vuosikeskiarvon kehityssuunta on nousujohteinen. Pisteillä pöly4 ja pöly6 rautapitoisuuden kohoaminen voi liittyä Terrafamen toimintoihin, eikä myöskään pisteen pöly7 osalta Terrafamen tai alueelle tulevan liikenteen vaikutusta voida varmasti poissulkea. Nurminiemen piste (pöly5) on kuitenkin selvästi kauempana tuotantoalueesta. Pisteiden pöly5 osalta vuosikeskiarvoja vuosina 2021-2022 ovat nostaneet erityisesti kesäkuussa 2021 (112,5 mg/m²/kk) ja joulukuussa 2022 (115,9 mg/m²/kk) määritetyt korkeat laskeumatulokset. Nurminiemessä on Terrafamen mukaan tehty yksityisten maanomistajien toimesta hakkuita talvella 2022-2023, mikä voi osaltaan selittää joulukuun 2022 kohonnutta tulosta.

Vuonna 2022 kuparin, koboltin, sinkin, rikin, raudan ja uraanin pitoisuudet määritettiin maaliskuu-, kesä-, syys- ja joulukuussa kerätyistä laskeumanäytteistä. Tuhkakylän sääaseman datan perusteella maaliskuu-, kesä- ja joulukuussa Terrafamen alueella yleisimpiä olivat lounaan suunnasta puhaltavat tuulet, jolloin tuuli on käynyt Terrafamen tuotantoalueilta pisteiden pöly4, pöly6 ja pöly7 suuntaan. Kun metallipitoisuuksia ei määritetä laskeumanäytteistä kuukausittain, sääolosuhteiden vaihtelu voi vaikuttaa merkittävästikin vuosikeskiarvoihin varsinkin tuotantoalueen lähellä sijaitsevilla pisteillä. Nikkelin pitoisuus määritetään laskeumanäytteistä kuukausittain, jolloin sääolosuhteiden vaihtelulla ei ole yhtä suurta painoarvoa. Vuoden 2022 Tuhkakylän sääaseman tuulilaineiston perusteella tuulen suunnat painottuivat etelän ja lännen väliselle sektorille 8 kuukautena, minkä perusteella on kuitenkin todennäköistä, että Terrafamen toimintojen aiheuttaman pölylaskeuman vaikutukset kohdistuivat pisteiden pöly4, pöly6 ja pöly7 suuntaan suurimman osan ajasta vuodesta 2022.

Suomen lainsäädännössä ei kiintoaine- tai metallilaskeumalle ole määrätty raja- tai ohjearvoja. Rikkilaskeumalle on annettu Suomen metsätaloukselle pitkänajan keskimääräinen tavoitearvo 0,3 g/m²/vuosi (Vnp 480/1996). Edellisvuosien tapaan rikkilaskeuman tavoitearvo ylittyi lähes kaikilla tarkkailupisteillä. Rikkilaskeuma kaivospiirin alueen tarkkailupisteillä oli 1,0-3,3 g/m²/vuosi ja kaivospiirin ulkopuolella 0,3-1,4 g/m²/vuosi. Vuonna 2022 laskeumanäytteiden rikkipitoisuuden määrittämisessä jouduttiin maaliskuu- ja kesäkuussa käyttämään laboratorion laiterikkojen vuoksi menetelmää, jonka määritysraja on 5000 µg/l. Vuosina 2011-2021 määritysraja on pääosin ollut 500 µg/l. Tämän vuoksi vuoden 2022 tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia aikaisempien vuosien tulosten kanssa, ja laskeuman tulokset voivat vääristyä jonkin verran. Tulosten käsittelyssä on määritysrajan 5000 µg/l alittavien pitoisuuksien osalta käytetty arvona määritysrajan puolikasta, ja alle 500 µg/l tulosten osalta määritysrajan arvoa.

Pöyylaskeuman tarkkailu

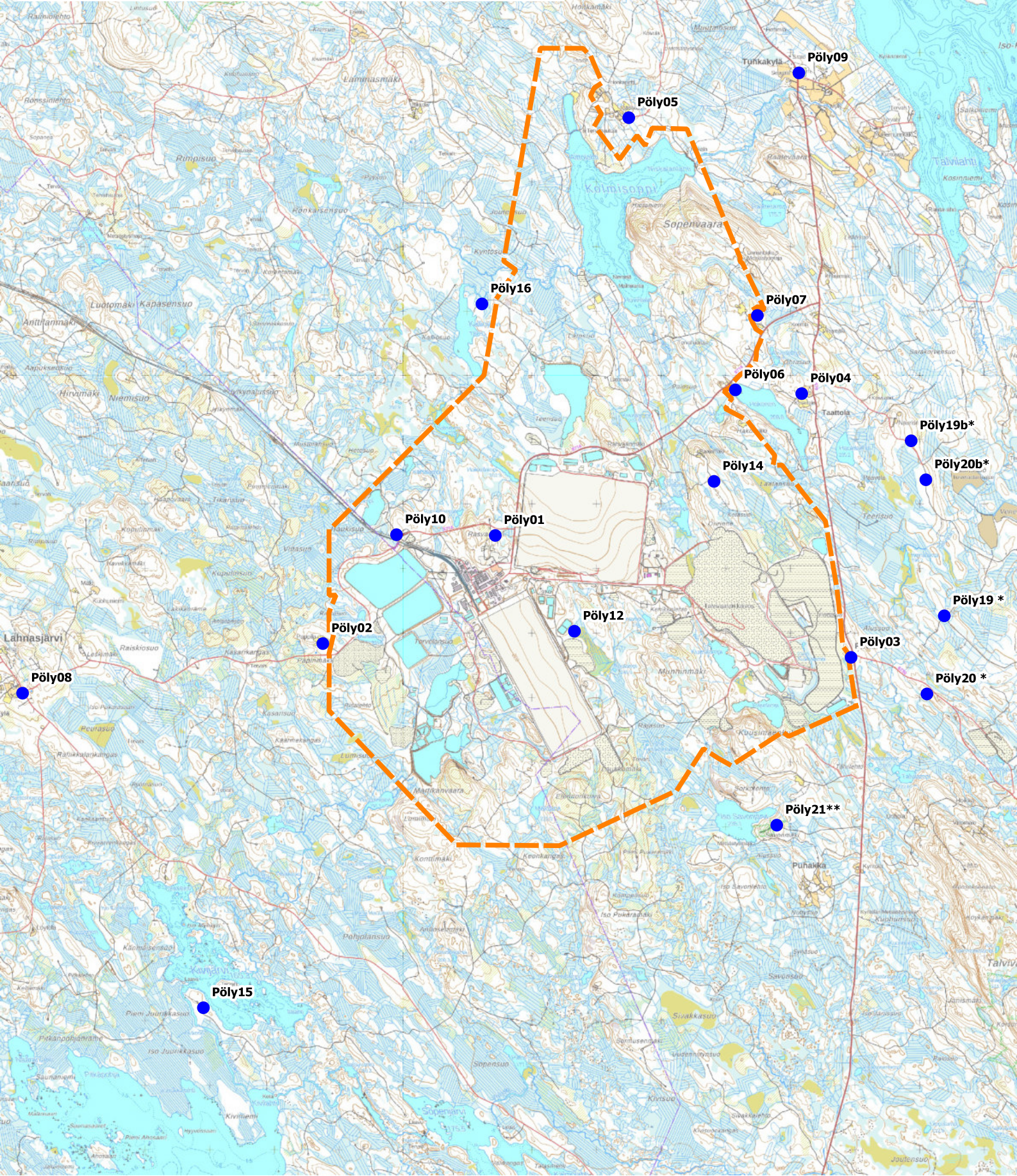
● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

* liikkuvat pisteet

** sivukivialueen KL1 vaikutusten tarkkailu

0 1 2 3 4 km



Piste	Keräin asennettu	Keräin poistettu	Keräys-aika, vrk	Keräinten pinta-ala yhteensä, m ²	Näyte-tilavuus, ml	pH	Sähköjohtavuus, mS/m	Kiintoaine			Kiintoaineen hehkutusjäännös			Kiintoaineen hehkutushäviö			Nikkeli (Ni)			Kupari (Cu)			Koboltti (Co)			Sinkki (Zn)			Rauta (Fe)			Rikki (S)			Uraani (U)					
								mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk
								Pöly01	5.9.2022	4.10.2022	29	0.097	4400	6.4	2.6	40	1.82	1.88	12	0.55	0.57	28	1.28	1.32	45	2.05	2.12	22	1.00	1.04	1.8	0.08	0.08	160	7.29	7.54	1400	63.76	65.96	2300

Piste	Keräin asennettu	Keräin poistettu	Keräys-aika, vrk	Keräinten pinta-ala yhteensä, m ²	Näyte-tilavuus, ml	pH	Sähköjohtavuus, mS/m	Kiintoaine			Kiintoaineen hehkutusjäännös			Kiintoaineen hehkutushäviö			Nikkeli (Ni)			Kupari (Cu)			Koboltti (Co)			Sinkki (Zn)			Rauta (Fe)			Rikki (S)			Uraani (U)			
								mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	
								Pöly01	4.10.2022	31.10.2022	27	0.097	7550	6.3	4.2	35	2.74	3.04	21	1.64	1.82	13	1.02	1.13	40	3.13	3.47											

Piste	Keräin asennettu	Keräin poistettu	Keräys-aika, vrk	Keräinten pinta-ala yhteensä, m ²	Näyte-tilavuus, ml	pH	Sähköjohtavuus, mS/m	Kiintoaine			Kiintoaineen hehkutusjäännös			Kiintoaineen hehkutushäviö			Nikkeli (Ni)			Kupari (Cu)			Koboltti (Co)			Sinkki (Zn)			Rauta (Fe)			Rikki (S)			Uraani (U)		
								mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk
								Pöly01	31.10.2022	30.11.2022	30	0.097	7350	6	0.83	48	3.65	3.65	2.2	0.17	0.17	46	3.50	3.50	99	7.53	7.53										

Piste	Keräin asennettu	Keräin poistettu	Keräys-aika, vrk	Keräinten pinta-ala yhteensä, m ²	Näyte-tilavuus, ml	pH	Sähköjohtavuus, mS/m	Kiintoaine			Kiintoaineen hehkutusjäännös			Kiintoaineen hehkutushäviö			Nikkeli (Ni)			Kupari (Cu)			Koboltti (Co)			Sinkki (Zn)			Rauta (Fe)			Rikki (S)			Uraani (U)		
								mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	mg/l	g/m ²	g/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk	µg/l	mg/m ²	mg/m ² kk
								Pöly01	30.11.2022	2.1.2023	33	0.097	11700	5.7	2.4	75	9.08	8.26	4.2	0.51	0.46	70	8.48	7.71	210	25.43	23.12	140	16.95	15.41	11	1.33	1.21	570	69.03	62.75	6400

analyysitulokset pienempi kuin määritysraja (tulos = määritysraja) analyysitulokset pienempi kuin määritysraja (tulos = 0.5*määritysraja)

Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

Ni-laskeuma mg/m²/kk 2022

■ Min

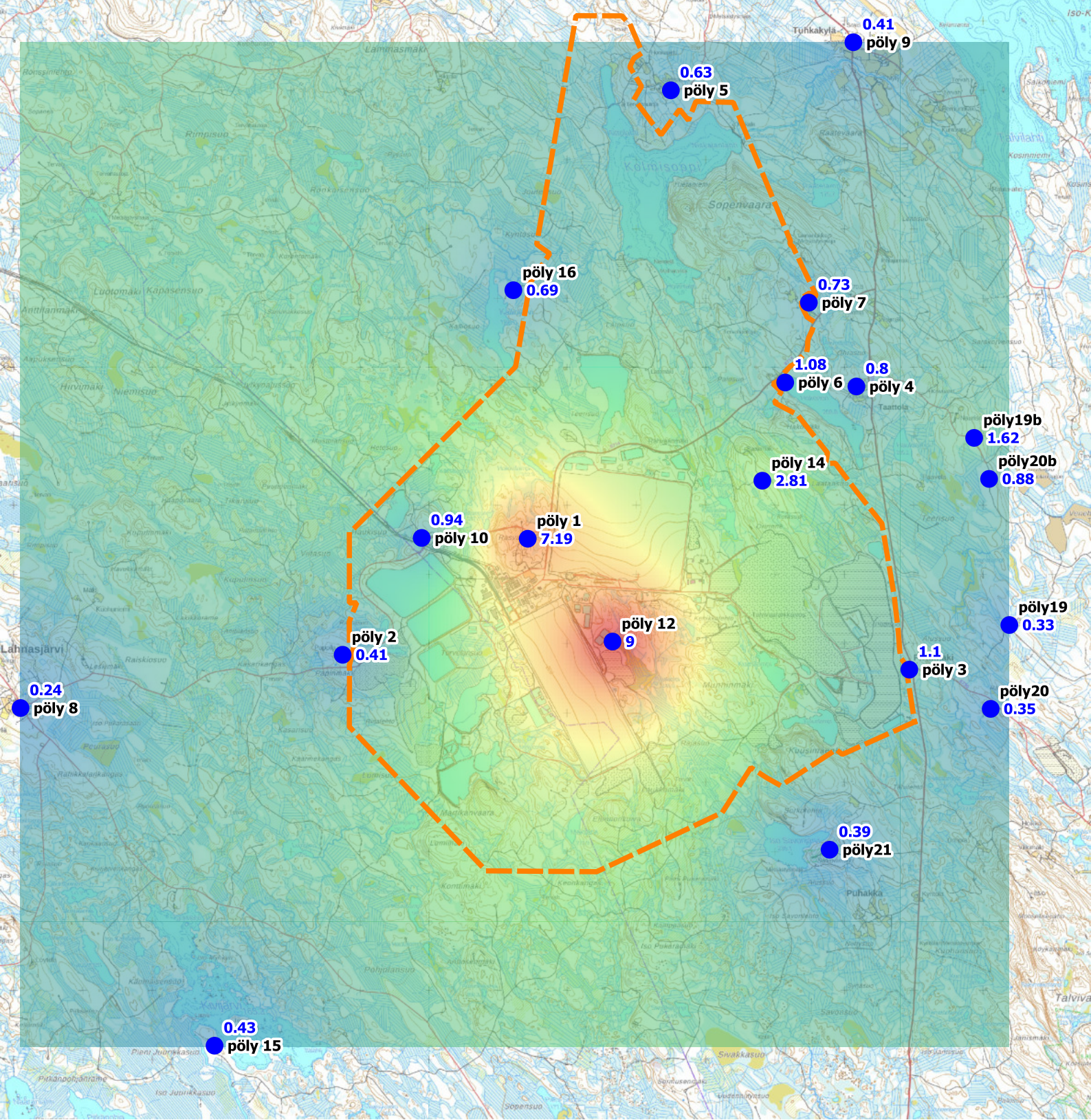


■ Max

0 1 2 3 4 km



eurofins



Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

Cu-laskeuma mg/m²/kk

■ Min

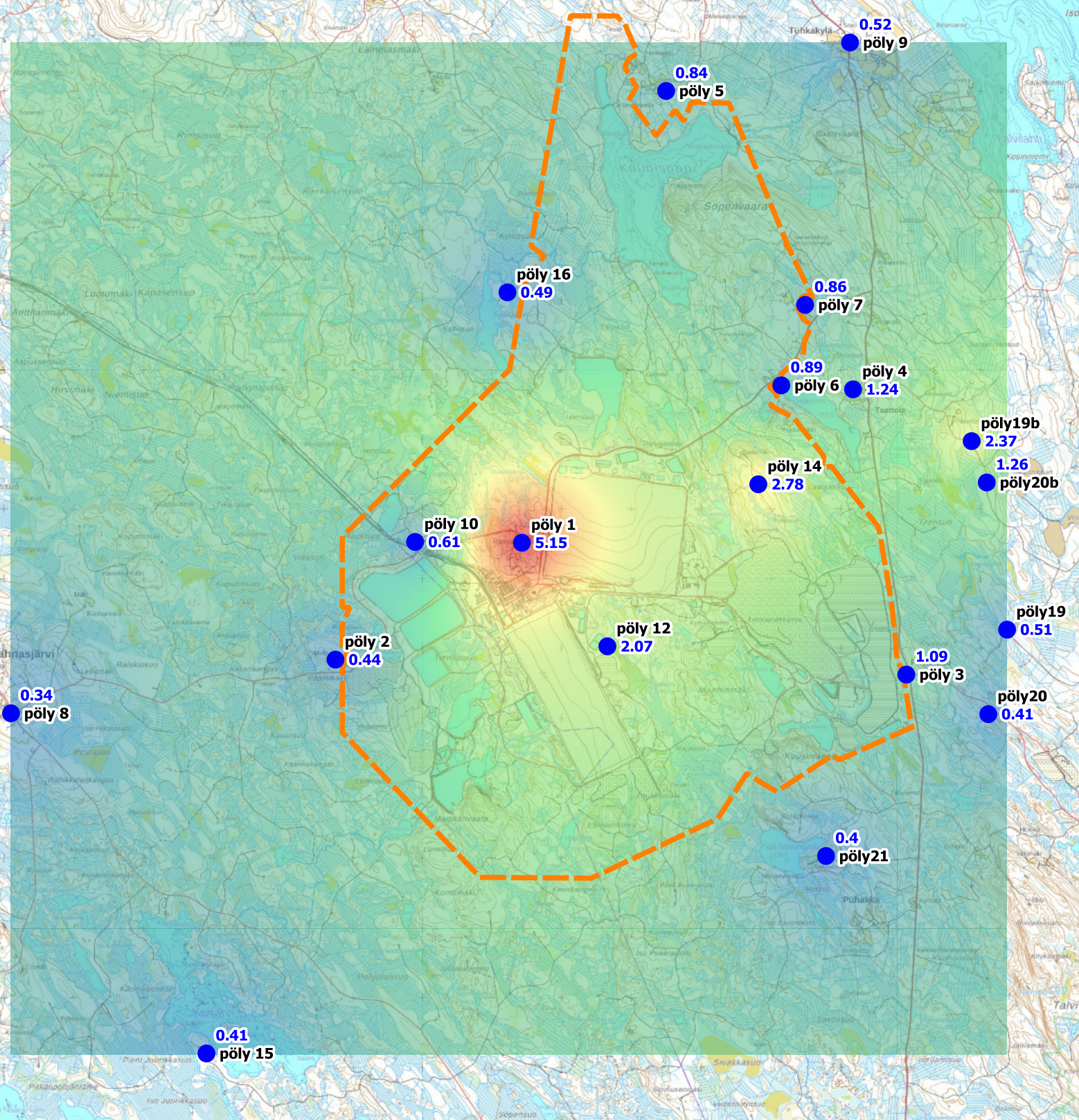


■ Max

0 1 2 3 4 km



eurofins



Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

Co-laskeuma mg/m²/kk 2022

■ Min

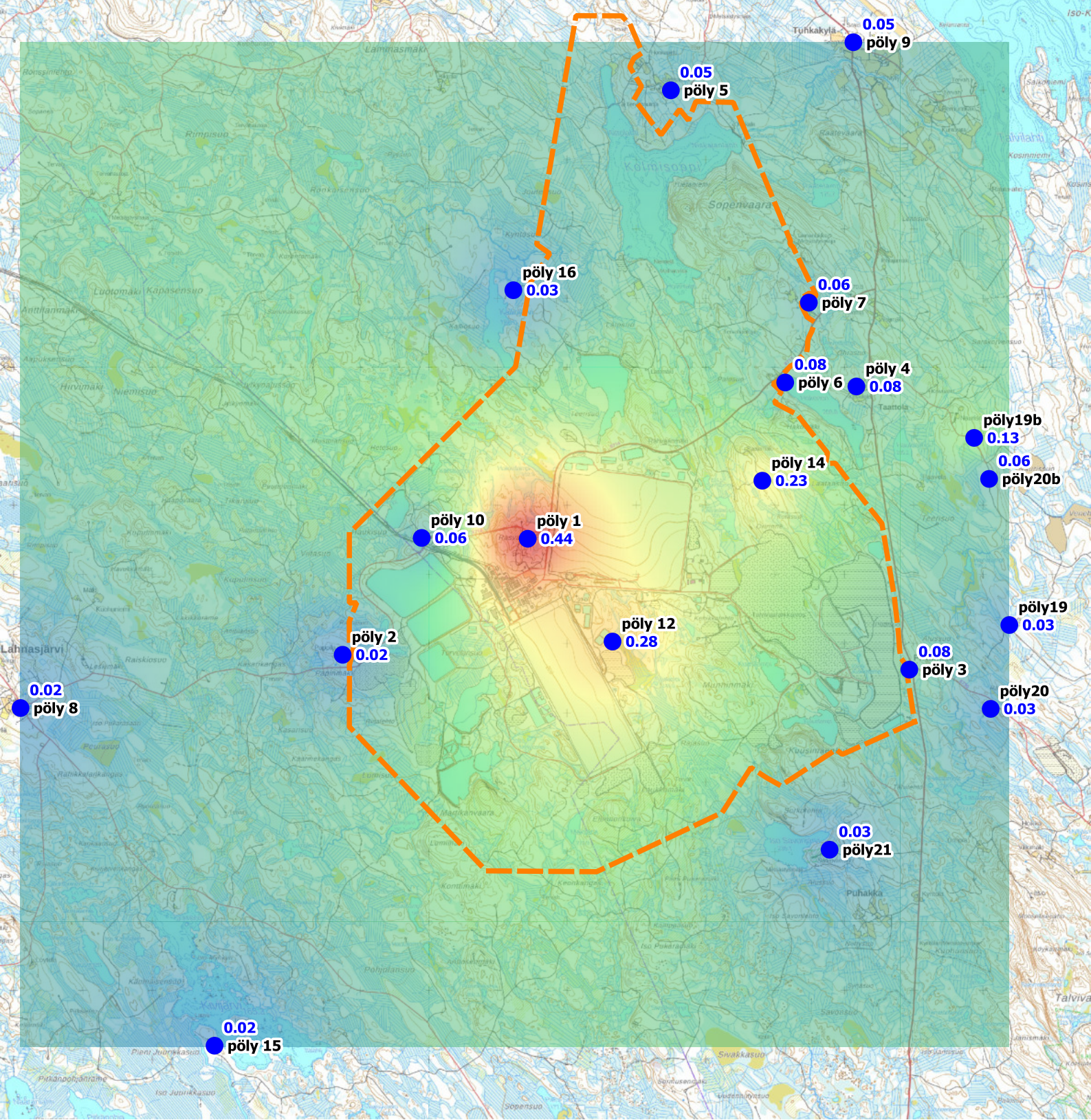


■ Max

0 1 2 3 4 km



euromins



Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

Zn-laskeuma mg/m²/kk 2022

■ Min

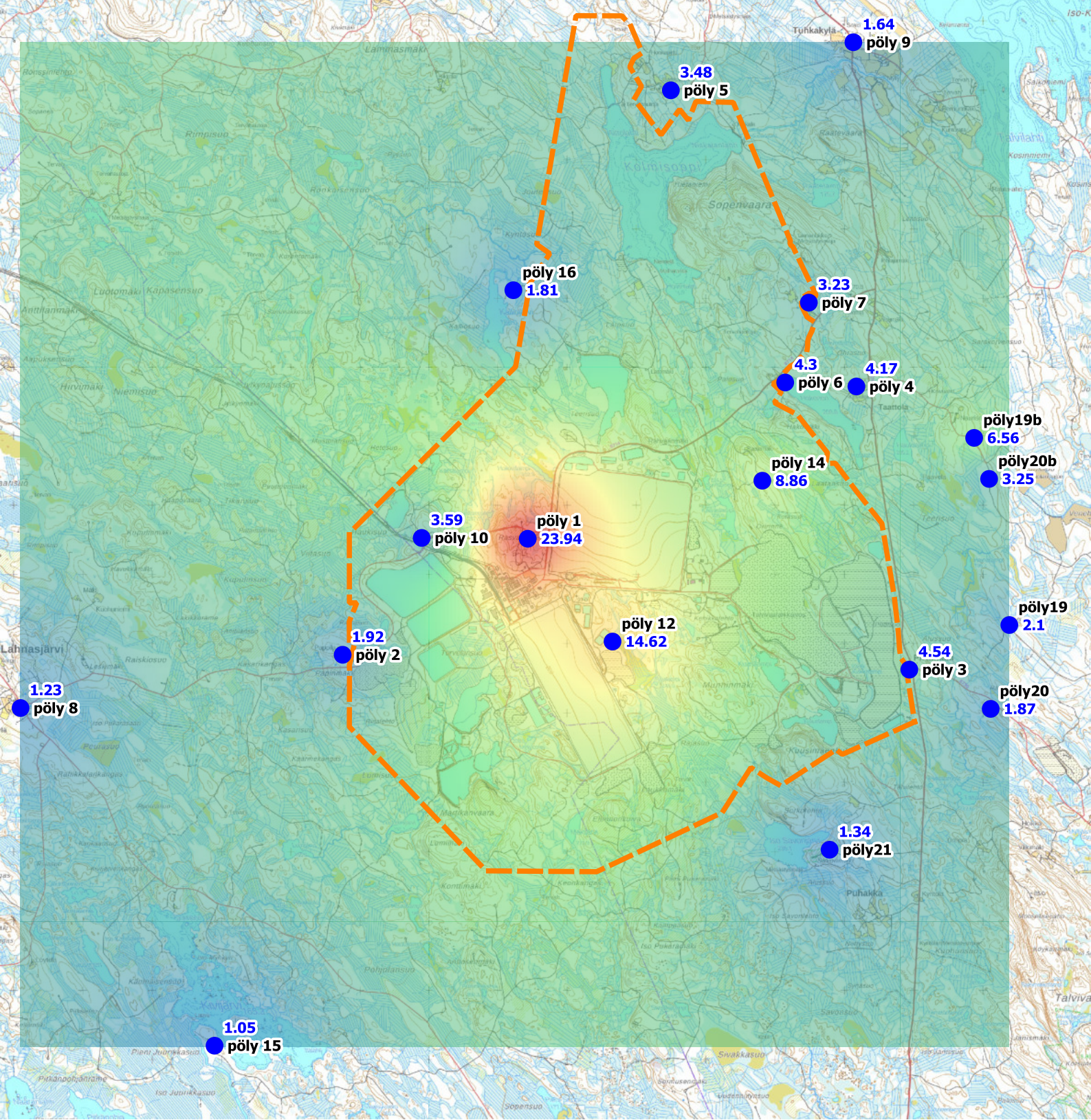


■ Max

0 1 2 3 4 km



euromet



Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

S-laskeuma mg/m²/kk 2022

■ Min

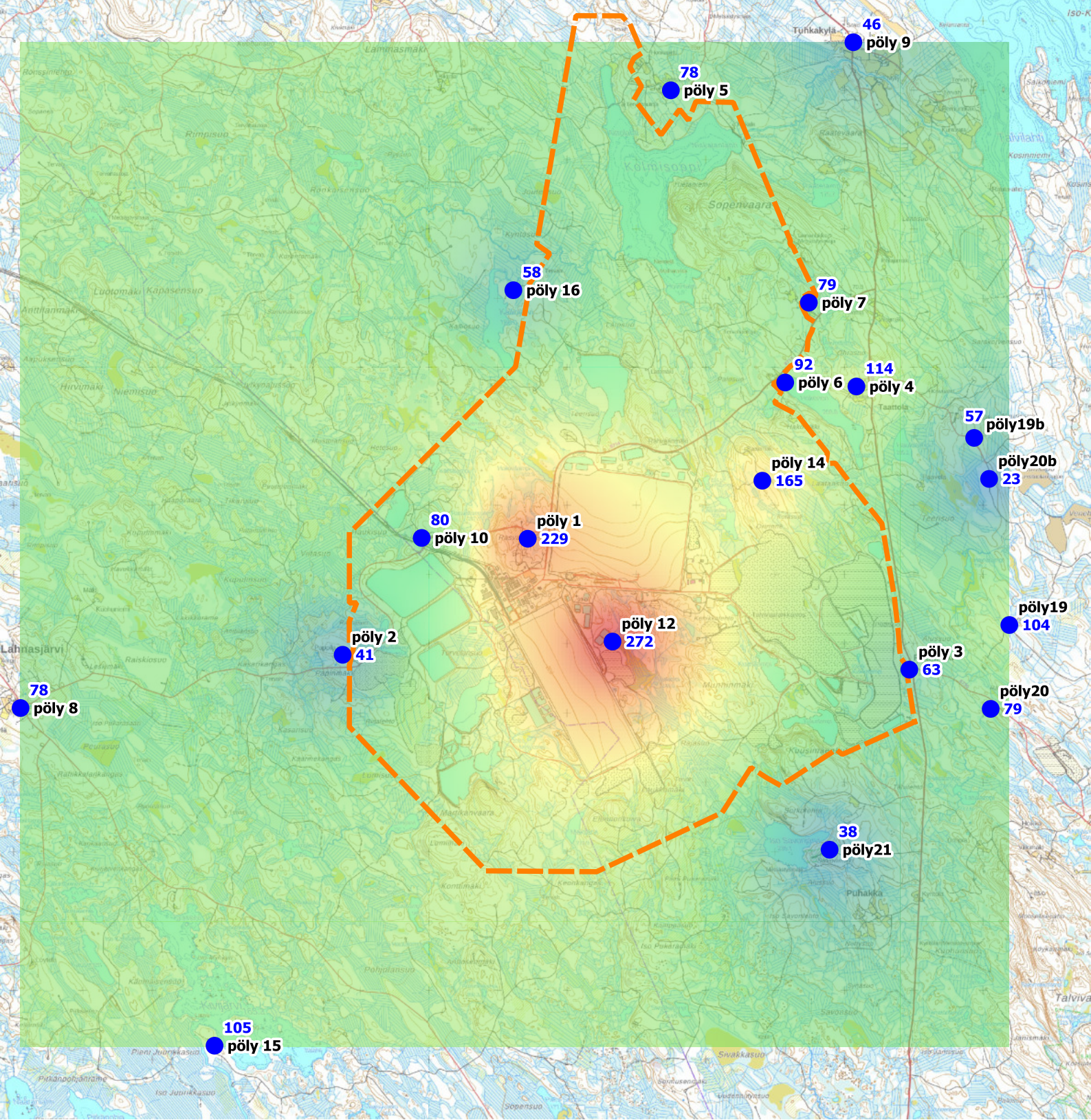


■ Max

0 1 2 3 4 km



euromins



Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

Fe-laskeuma mg/m²/kk 2022

■ Min

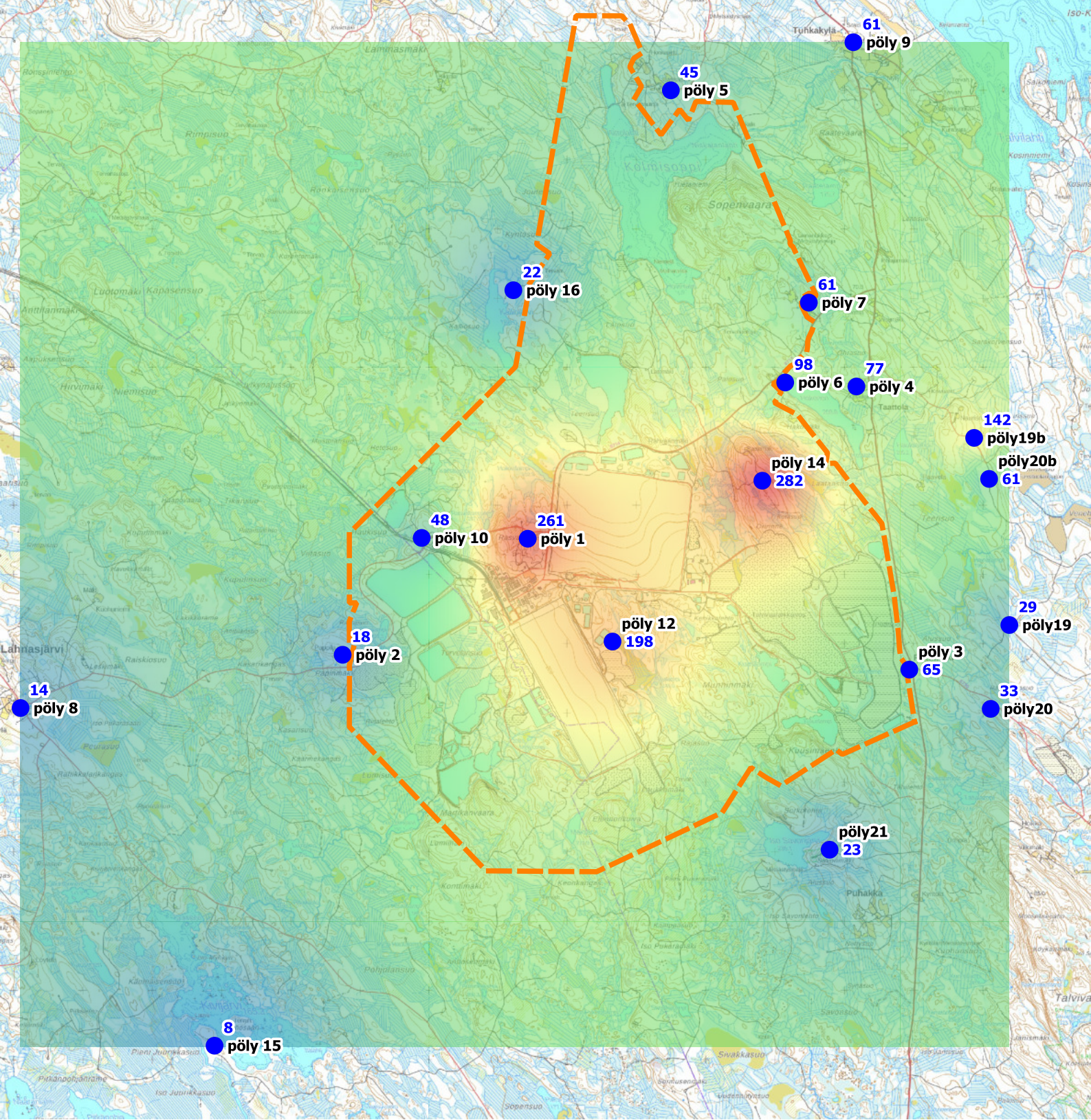
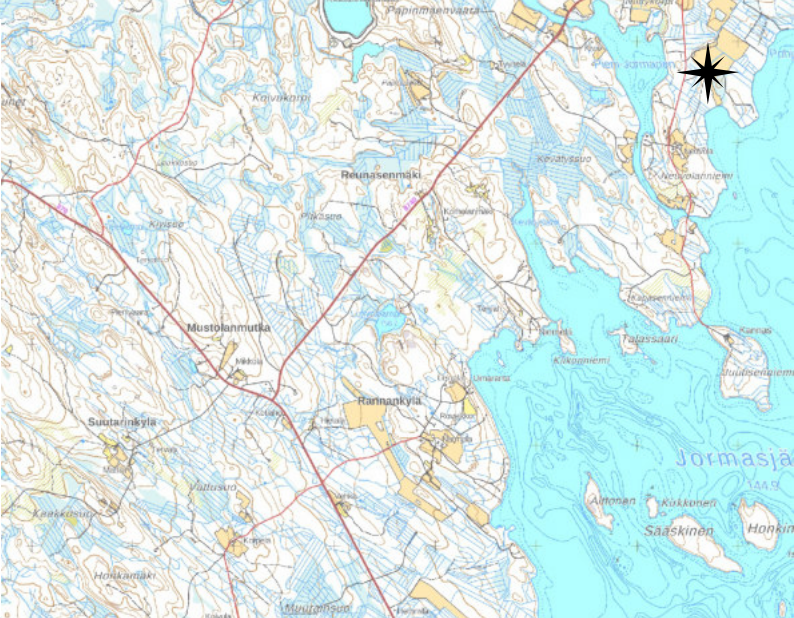


■ Max

0 1 2 3 4 km



euromins



Pölylaskeuman tarkkailu

● Pölytarkkailu

▭ Kaivospiiri

U-laskeuma mg/m²/kk 2022

■ Min



■ Max

0 1 2 3 4 km



euromins

