

Vastaanottaja
Boliden Kevitsa Mining Oy

Asiakirjatyyppe
Raportti

Päivämäärä
28.2.2017, täydennetty 10.4.2017

Viite
1510022875

BOLIDEN KEVITSA MINING OY **KEVITSA KAIVOKSEN PÖLY-** **LASKEUMAN TARKKAILU** **VUONNA 2016**



**BOLIDEN KEVITSA MINING OY
KEVITSAN KAIVOKSEN PÖLYLASKEUMAN TARKKAILU
VUONNA 2016**

Laatija **Mika Kallo**
Tarkastaja **Anna Hakala**
Kuvaus **Kevitsan kaivoksen pölylaskeuman tarkkailu vuonna
2016**

Viite **1510022875-001**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Sääolosuhteet	1
3.	Pölyn muodostuminen kaivosalueella	4
4.	Pölylaskeumatarkkailun tulokset	4
4.1	Analyysit	4
4.2	Pölylaskeumat	4
4.2.1	Kiintoaine	5
4.2.2	Metallilaskeumat	9
5.	Kokonaisepävarmuuden tarkastelu	15
6.	Yhteenveto	16
7.	Viitteet	18

LIITTEET

Liite 1	Tarkkailupistekartta
Liite 2	Tuulen suunnat ja nopeudet kuukausittain
Liite 3	Tulostaulukko, pölylaskeumatarkkailu vuonna 2016
Liite 4	Kiintoaineslaskeumakuvaajat
Liite 5	Laboratorion analyysimenetelmät ja mittausepävarmuudet
Liite 6	Kokonaisepävarmuuden arviointi

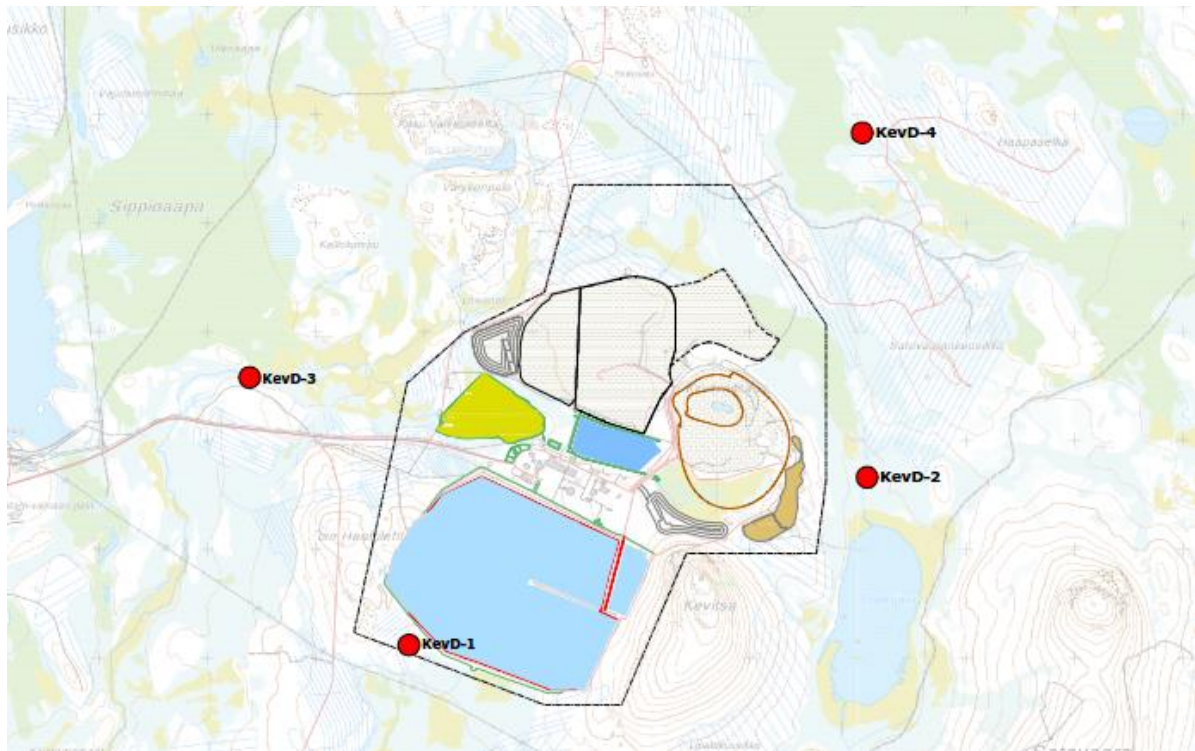
1. JOHDANTO

Kevitsan kaivoksen rakennustyöt aloitettiin kaivosalueella vuonna 2010, rakennus- sekä laitteistojen asennustyöt jatkuivat vuonna 2011. Kaivoksen tuotannon ylösajovaihe aloitettiin keväällä 2012. Ensimmäinen kokonainen tuotantovuosi oli 2013.

Rakennusvaiheen pölylaskeumia tarkkailtiin alueella 29.8.2011 lähtien rakennusvaiheen tarkkailuohjelman (WSP Environmental 2010) mukaisesti. Tarkkailua varten alueelle asetettiin pölynkeräimet KevD-1 ja KevD-2. Tuotannon ylösajon käynnistyttyä tarkkailupisteitä lisättiin tuotannon ylösajon (Ramp-Up) ja tuotantovaiheen tarkkailuohjelman (Pöyry Finland Oy, 2012) mukaisesti kahdella pisteellä KevD-3 ja KevD-4. Vuonna 2016 laskeumaa tarkkailtiin tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy, 2015) mukaisesti. Nykyiset pölytarkkailupisteet ovat seuraavat:

KevD-1	Rikastushiekka-alueen lounaispuoli
KevD-2	Satojärven pohjoispuoli
KevD-3	Vapaa-ajan asunnon läheisyydessä Mataraojan varrella
KevD-4	Natura-alue Huuhtamoavan kaakkoispuolella

Pölytarkkailupisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1 sekä liitteen 1 kartassa.



Kuva 1. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen pölytarkkailun havaintopisteet.

Keräysastioiden vaihdon yhteydessä astioihin laitetaan pakkasvahinkojen sekä levä- ja bakteerikasvun ehkäisemiseksi 5 %:n isopropanoliliuosta, joko 0,5 tai 1,0 litraa. Käytettävä näytteenottoväli ja isopropanolin määrä kirjataan näytteenoton yhteydessä ja huomioidaan tulosten laskennassa. Keräimiä on jokaisessa tarkkailukohteessa kaksi rinnakkaista, joiden sisällöt yhdistetään ennen määrittämiä. Laskeuman keräysaika oli tarkkailuohjelman mukaan 30 ± 2 vrk. Kesäajalla heinä-syyskuun alkuun näytteenottovälinä oli 14 ± 1 vrk. Keräimet vaihdetaan em. välein standardin SFS 3865 mukaisesti.

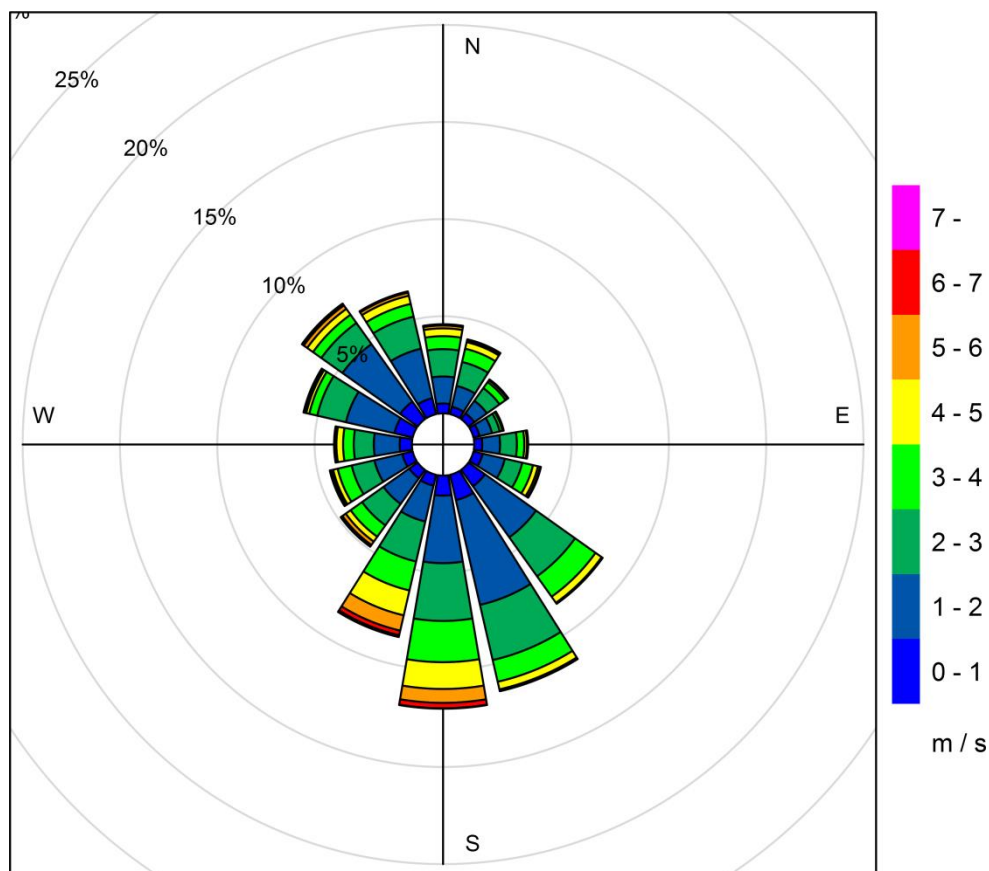
2. SÄÄOLOSUHTEET

Vuoden 2016 sääolosuhteiden osalta tuulitietoja tarkasteltaessa hyödynnettiin Ilmatieteen laitoksen avoin data -palvelua. Raportissa esitetyt tuuliruusut laadittiin Sodankylän havaintoaseman tietojen perusteella.

Kevitsan kaivoksella toimii oma säähavaintoasema, joka mittaa jatkuvatoimisesti tuulen suuntaa ja nopeutta sekä lämpötilaa ja sademäärää. Sääasema sijaitsee rikastamon katolla. Kevitsan sääaseman tuulen suuntatiedot olivat vuonna 2016 epäluotettavia, esimerkiksi tuulimittarin suuntalaitteisto jäätyy herkästi pakkasjakson aikana osoittamaan yhteen suuntaan ja alkaa toimia normaalisti vasta lämpötilan noustessa riittävästi. Toisena ongelmana on ollut sääaseman sijainti katolla, jolloin mittarin huolto on vaikeaa.

Sodankylän Tähtelän vuoden 2016 keskimääräiset tuulensuunnat sekä -nopeudet on esitetty kuvassa 2. Vastaavat kuvat jokaisen kuukauden tuulijakaumista on esitetty liitteessä 2.

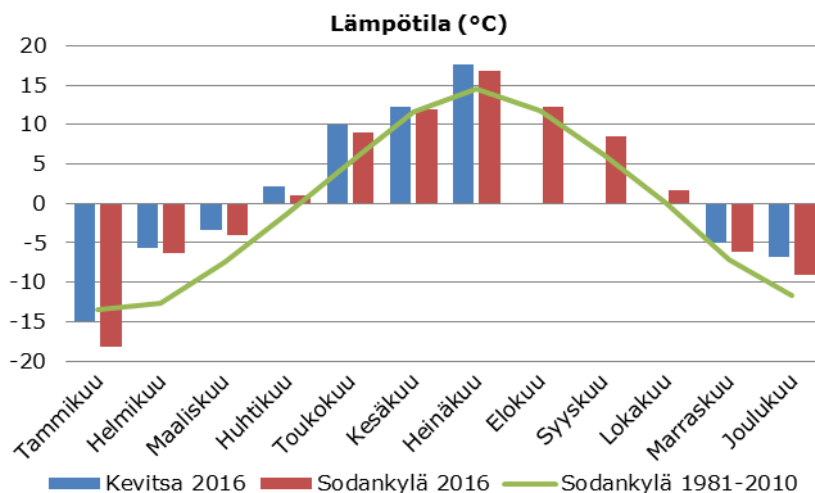
Pölykeräin KevD-1 sijaitsee kaivosalueen etelä-/lounaispuolella, jolloin pölyjen leviämisen riski kaivosalueelta on suurin pohjoisen ja koillisen puoleisilla tuulilla. Keräin KevD-2 sijaitsee kaivosalueelta itään, jolloin lännenpuoleiset tuulet lisäävät pölyn leviämismahdollisuutta keräimen suuntaan. Keräin KevD-3 sijaitsee kaivosalueesta länteen, jolloin pölyä saattaa levitä kaivokselta keräimelle itäpuoleisten tuulten myötä. Keräin KevD-4 sijaitsee kaivosalueen koillispuolella, jolloin lounaasta puhaltavat tuulet voivat kuljettaa pölyä kaivosalueelta keräimelle.



Kuva 2. Tuulen suunnat ja nopeudet vuodelta 2016

Sääaseman mittaustulosten mukaan vuoden 2016 vallitsevimmat tuulensuunnat olivat etelänpuoleisia. Tuulen nopeus oli pääosin heikkoa tai kohtalaista (0-4 m/s). Keskimäärin tuulisinta oli elokuussa. Tilastoista on nähtävissä marras- ja joulukuun myrskyjaksot.

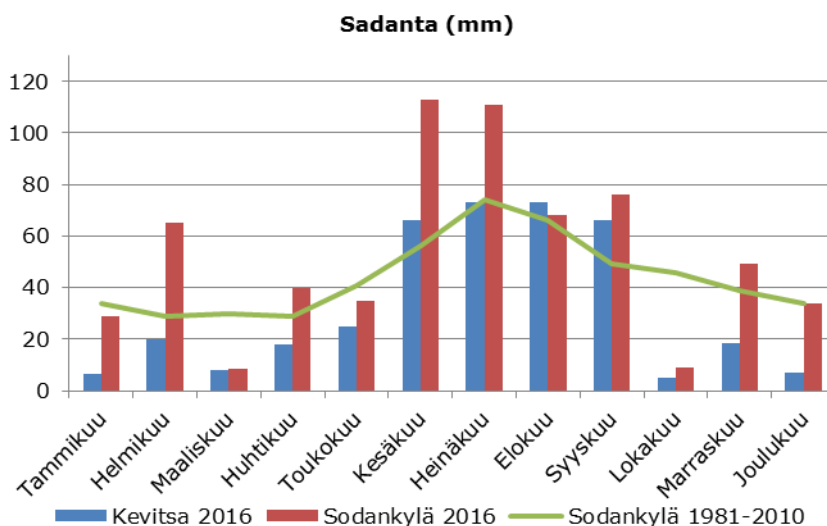
Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasema sijaitsee, noin 50 km kaivosalueelta etelään. Vuosien 1981–2010 Sodankylän keskiarvoihin verrattuna vuosi 2016, kuten myös vuosi 2015, oli keskiarvoa lämpimämpi. Kuukausien keskilämpötilat olivat tammikuuta lukuun ottamatta 0,5-6,4 astetta korkeammat kuin pitkänajan keskiarvo. Selvimät poikkeamat keskiarvosta olivat keväällä, helmikuussa 6,4 astetta, maaliskuussa 3,5 astetta ja toukokuussa 3,7 astetta. Kesä- ja heinäkuussa keskilämpötilat olivat korkeammat kuin pitkänajan keskiarvo, muuta kuukaudet olivat myös sateisia. Vuoden 2016 kuukausittaiset keskilämpötilat ja niiden vertailu pitkänajan keskilämpötilaan on esitetty kuvassa 3 ja taulukossa 1.



Kuva 3. Vuoden 2016 kuukausittaiset lämpötilat sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin.

Vuotuinen sademäärä Sodankylässä vuonna 2016 oli yhteensä 637,3 mm (vuonna 2015 665 mm). Vuodet 2015 ja 2016 ovat olleet tilastollisesti sateisia, kun verrataan pitkän ajan eli vuosi- en 1981–2010 keskisadantaan 527 mm. Vuonna 2016 kesä- ja heinäkuun sadesummat olivat huomattavasti korkeammat vastaavan ajankohdan pitkänajan keskisadantaan verrattuna, mikä oli havaittavissa myös maastossa purojen ja jokien kesätulvina. (Kuva 4 ja taulukko 1)

Kevitsan sääaseman sadantatiedot eivät ole luotettavia varsinkaan elo-lokakuun ajalta, jolloin asemalla oli toimintahäiriöitä. Sääaseman tulokset eivät myöskään ole luotettavia talvikuukausilta, koska laitteisto ei mittaa luotettavasti lumisademääriä. Tämän vuoksi talvikuukausien sadantatiedot poikkeavat huomattavasti Ilmatieteen laitoksen virallisista tuloksista. Vuoden 2016 kuukausittaiset sadesummat sekä niiden vertailu pitkänajan keskiarvoihin on esitetty kuvassa 4 ja taulukossa 1.



Kuva 4. Vuoden 2016 kuukausittaiset sadesummat Kevitsan kaivoksen omalla sääasemalla ja Ilmatieteen laitoksen Sodankylän havaintoasemalla sekä vertailu pitkänajan keskiarvoihin.

Taulukko 1. Vuoden 2016 kuukausittaiset keskilämpötilat ja sadesummat Ilmatieteen laitoksen Sodankylän sääasemalla sekä Kevitsan kaivoksen sääasemalla sekä vertailu pitkän ajan keskiarvoihin. Kevitsan asemalta ei saatu lämpötietoa elo-, syys- eikä lokakuussa.

kk	Keskilämpötila (°C)			Sadesumma (mm/kk)		
	Kevitsa 2016	Sodankylä 2016	Sodankylä 1981-2010	Kevitsa 2016	Sodankylä 2016	Sodankylä 1981-2010
Tammikuu	-15	-18,1	-13,5	6,6	29	34
Helmikuu	-5,7	-6,3	-12,7	20	65	29
Maaliskuu	-3,4	-4	-7,5	8	8,3	30
Huhtikuu	2,2	1,1	-1,3	18	40	29
Toukokuu	10	9	5,3	25	35	41
Kesäkuu	12,3	12	11,6	66	113	56
Heinäkuu	17,6	16,8	14,5	73	111	74
Elokuu		12,2	11,7	73	68	66
Syyskuu		8,5	6,2	66	76	49
Lokakuu		1,7	0,1	5,2	9	46
Marraskuu	-5	-6,1	-7,1	18,2	49	39
Joulukuu	-6,8	-9,1	-11,7	7,2	34	34
Vuosikeskiarvo		1,5	-0,4	449,2	637,3	527,0

3. PÖLYN MUODOSTUMINEN KAIVOSALUEELLA

Kaivosalueella muodostuu pölyä erityisesti kuivaan aikaan rikastushiekka-altaalla, louhoksella ja tieliikenteestä. Teiden, louhosalueen ja rikastushiekka-altaan A osalta tehtiin vuonna 2016 seuraavat ympäristöpoikkeamat:

- 18.3.2016 kova pohjoistuuli aiheutti pölyämistä rikastushiekka-altaalla A.
- 20.3.2016 pölyämisestä louhoksella (Malmitie)
- 14.4.2016 pölyämisestä louhoksella (Malmitie)
- 8.5., 12.5. ja 18.5.2016 Rikastushiekka-altaalla A havaittiin voimakasta pölyämistä kivan kelin takia. Hiekkapintaa kasteltiin pölyämisen estämiseksi.
- 3.6.2016 Rikastushiekka-altaalla A havaittiin voimakasta pölyämistä padon pohjoisreunalla voimakkaan tuulen vuoksi. Pöly kantautui tuulen mukana Kevitsan sarven suuntaan.
- 26.10.2016 pölyämisestä louhoksella (Malmitie)
- 7.11.2016 pölyämisestä louhoksella

Rikastamolta ei raportoitu pölyongelmista vuoden 2016 aikana. Pölyntorjunnassa louhoksella suola on todettu kemikaaleja paremmaksi vaihtoehdoksi. Tiestöllä pölynsidontaan käytetään myös vettä.

4. PÖLYLASKEUMATARKKAILUN TULOKSET

4.1 Analyysit

Jokaisen näytteenottojakson näytteistä määritetään aina pH, sähkönjohtavuus, kiintoainepitoisuus sekä kiintoaineen hehkutushäviö ja hehkutusjäännös. Kerran vuodessa näytteistä määritetään myös koboltti-, kromi-, kupari-, nikkeli- ja rautapitoisuudet. Määrittymenetelmät ja mittausepävarmuudet on esitetty liitteessä 5. Loppuvuodesta tehtiin myös laadunvarmistusta.

Kiintoaineen hehkutusjäännöksen ja -häviön tulokset puuttuvat näytteiden virheellisen käsittelyn vuoksi keräysjaksolta 17.8.–14.9.2016. Tapahtunut on käsitelty laboratoriossa vakavana poikkeamana. Määrittystä tehneen laborantin perehdytys oli puutteellinen.

4.2 Pölylaskeumat

Pölylaskeumat on laskettu kunkin keräimen osalta kuukauden laskeumalle, jossa keräysaikana käytetään 30 vuorokautta ja ilmoitettu yksikössä g/(m²*kk) tai mg/(m²*kk). Pitoisuuden alittaisessa määrittysrajan (esim. kiintoaine <2 mg/l) laskennassa on käytetty määrittysrajan puolikasta (esim. kiintoaine 1 mg/l). Laskentatapa saattaa aliarvioida kokonaislaskeumaa.

Keräysjaksot olivat tammi-kesäkuun sekä syys-joulukuun aikana määritellyn 30 ± 2 vrk pituisia, käytännön syistä keräysväli oli pääsääntöisesti 28 vrk. Kesäaikana keräysväliä lyhennettiin tarkkailuohjelman mukaisesti 14 ± 1 vrk mittaiseksi hyönteis- ja leväongelmien minimoimiseksi (taulukko 2).

4.2.1 Kiintoaine

Tulosten mukaan vuoden 2016 kiintoainelaskeumat olivat pääsääntöisesti alhaisia ($< 2 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$), laskeumat vaihtelivat välillä $0,05\text{--}3,32 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$. Vuosien 2014 ja 2015 kesistä poiketen kesällä 2016 ei ollut runsasta hyönteisistä johtuvaa orgaanista laskeumaa, kylmä alkukesä vähensi varsinkin kimalaisten määrää. Tämän vuoksi kiintoainelaskeumat olivat kauttaaltaan edellisvuosia pienempiä. Suurimmat laskeumat ($3,30\text{--}3,32 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$) mitattiin pisteeltä KevD-2 helmikuussa ja touko-kesäkuussa.

Epäorgaanisen aineksen määrä (hehkutusjäännös), sekä orgaaninen aineksen määrä (hehkutushäviö) jäivät joissakin tapauksissa alle määritysrajan ($< 2 \text{ mg/l}$), tällöin laskennassa käytettiin arvoa 1 mg/l . Kuukausittaiset kiintoainemäärät sekä hehkutushäviöt ja -jäännökset on esitetty joikaista pistettä ja tarkkailujaksota kohden taulukossa 2. Tarkempi tulostaulukko on esitetty liitteessä 3.

Kiintoainelaskeumalle ei ole nykyisin olemassa raja- tai ohjearvoja. Aikaisemmin viihtyvyshaittarajana käytettiin $10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$, joka on kuitenkin kumottu jo 80-luvulla. Vuoden 2016 jokaisella tarkkailujaksolla mitatut kiintoainelaskeumamäärät jäivät alle entisen viihtyvyshaittarajan.

Taulukko 2. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailun kiintoainelaskeumat vuonna 2016. 20.6.–17.8.2016 keräysvälinä oli 14±1 vrk, hyönteisongelmien välttämiseksi. Alle määrittärajän (<2 mg/l) jääneet pitoisuudet on taulukossa vaihdettu arvoon 1 mg/l laskelmien vuoksi. Keräysjaksolta 17.8.–14.9. ei saatu määritettyä hehikutushäviötä ja -jäännöstä näytteiden käsittelyssä sattuneen virheen vuoksi.

Piste	Jakso	Keräintien ala m ²	Näyte-tilavuus ml	pH	Sähkön johtavuus mS/m	Kiintoaine			Kiintoaine hehikutusjäännos			Kiintoaine hehikutushäviö		
						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
KevD-1	29.12.15-26.1.16 (28 vrk)	0,097	2980	6,3	0,69	14	0,43	0,46	13	0,40	0,43	1	0,03	0,03
KevD-2	29.12.15-26.1.16 (28 vrk)	0,097	2800	6,2	0,62	14	0,41	0,43	13	0,38	0,40	1	0,03	0,03
KevD-3	29.12.15-26.1.16 (28 vrk)	0,097	2680	6	0,61	8,8	0,24	0,26	7,8	0,22	0,23	1	0,03	0,03
KevD-4	29.12.15-26.1.16 (28 vrk)	0,097	2580	6,7	0,91	26	0,69	0,74	25	0,67	0,72	1	0,03	0,03
KevD-1	26.1.-23.2.16 (28 vrk)	0,097	4200	5,2	0,37	3,3	0,14	0,15	2	0,09	0,09	1	0,04	0,05
KevD-2	26.1.-23.2.16 (28 vrk)	0,097	3720	6	0,27	18	0,69	0,74	14	0,54	0,58	3,9	0,15	0,16
KevD-3	26.1.-23.2.16 (28 vrk)	0,097	4500	5	0,29	1	0,05	0,05	1	0,05	0,05	1	0,05	0,05
KevD-4	26.1.-23.2.16 (28 vrk)	0,097	4940	5,3	0,17	4	0,20	0,22	3,3	0,17	0,18	1	0,05	0,05
KevD-1	23.2.-22.3.16 (28 vrk)	0,097	2420	5,8	0,2	15	0,38	0,40	9,7	0,24	0,26	5,1	0,13	0,14
KevD-2	23.2.-22.3.16 (28 vrk)	0,097	1750	6,9	1,9	170	3,08	3,30	160	2,90	3,11	3,7	0,07	0,07
KevD-3	23.2.-22.3.16 (28 vrk)	0,097	1440	5,5	0,35	4,5	0,07	0,07	2,6	0,04	0,04	1	0,01	0,02
KevD-4	23.2.-22.3.16 (28 vrk)	0,097	1520	6,3	0,56	29	0,46	0,49	28	0,44	0,47	1	0,02	0,02
KevD-1	22.3.-19.4.16 (28 vrk)	0,097	3660	5,6	0,56	4,4	0,17	0,18	2,5	0,09	0,10	1	0,04	0,04
KevD-2	22.3.-19.4.16 (28 vrk)	0,097	2650	6,2	0,85	36	0,99	1,06	34	0,93	1,00	2	0,05	0,06
KevD-3	22.3.-19.4.16 (28 vrk)	0,097	3090	6,2	0,89	8,3	0,27	0,28	7,2	0,23	0,25	1	0,03	0,03
KevD-4	22.3.-19.4.16 (28 vrk)	0,097	2560	5,2	0,77	25	0,66	0,71	23	0,61	0,65	2	0,05	0,06
KevD-1	19.4.-19.5.16 (30 vrk)	0,097	2650	6,2	0,68	20	0,55	0,55	16	0,44	0,44	3,9	0,11	0,11
KevD-2	19.4.-19.5.16 (30 vrk)	0,097	1600	6,8	1,4	26	0,43	0,43	17	0,28	0,28	8,6	0,14	0,14
KevD-3	19.4.-19.5.16 (30 vrk)	0,097	1550	6	1,2	18	0,29	0,29	14	0,22	0,22	3,7	0,06	0,06
KevD-4	19.4.-19.5.16 (30 vrk)	0,097	1625	6,5	1,3	27	0,45	0,45	23	0,39	0,39	4,2	0,07	0,07
KevD-1	19.5.-20.6.16 (32 vrk)	0,097	8000	6,4	1,5	10	0,83	0,78	1	0,08	0,08	8,5	0,70	0,66
KevD-2	19.5.-20.6.16 (32 vrk)	0,097	6000	7	2,6	57	3,54	3,32	4,2	0,26	0,24	53	3,29	3,09
KevD-3	19.5.-20.6.16 (32 vrk)	0,097	6400	5,6	0,84	8,8	0,58	0,55	3,6	0,24	0,22	5,2	0,34	0,32
KevD-4	19.5.-20.6.16 (32 vrk)	0,097	5600	7	4,3	17	0,99	0,92	4,2	0,24	0,23	12	0,70	0,65
KevD-1	20.6.-5.7.16 (14 vrk)	0,097	4000	7	3,8	10	0,41	0,89	2,3	0,10	0,20	7,9	0,33	0,70
KevD-2	20.6.-5.7.16 (14 vrk)	0,097	2300	7,3	12	48	1,14	2,45	7,5	0,18	0,38	41	0,98	2,09
KevD-3	20.6.-5.7.16 (14 vrk)	0,097	2240	7,4	8,5	23	0,53	1,14	5	0,12	0,25	18	0,42	0,89
KevD-4	20.6.-5.7.16 (14 vrk)	0,097	2465	6,8	2,5	15	0,38	0,82	6,8	0,17	0,37	8	0,20	0,44
KevD-1	5.7.-19.7.16 (14 vrk)	0,097	6500	6,9	2,1	5,7	0,38	0,82	0,4	0,03	0,06	5,3	0,36	0,76
KevD-2	5.7.-19.7.16 (14 vrk)	0,097	4200	7,5	6	27	1,17	2,52	8,8	0,38	0,82	18	0,78	1,68
KevD-3	5.7.-19.7.16 (14 vrk)	0,097	4000	7,1	2,1	8,6	0,36	0,76	1,8	0,07	0,16	6,8	0,28	0,60
KevD-4	5.7.-19.7.16 (14 vrk)	0,097	4600	7,1	1,8	12	0,57	1,22	2,1	0,10	0,21	9,9	0,47	1,01
KevD-1	19.7.-2.8.16 (14 vrk)	0,097	5900	6,8	1,4	4,8	0,29	0,63	0,7	0,04	0,09	4,1	0,25	0,54
KevD-2	19.7.-2.8.16 (14 vrk)	0,097	5200	7,3	4	20	1,08	2,31	2,4	0,13	0,28	18	0,97	2,08
KevD-3	19.7.-2.8.16 (14 vrk)	0,097	4300	6,8	3,8	24	1,07	2,29	2,8	0,12	0,27	21	0,93	2,00
KevD-4	19.7.-2.8.16 (14 vrk)	0,097	6600	7,4	4,9	15	1,02	2,20	2,4	0,16	0,35	12	0,82	1,76
KevD-1	2.8.-17.8.16 (14 vrk)	0,097	8760	6,4	0,72	5,9	0,53	1,15	3	0,27	0,58	2,9	0,26	0,56
KevD-2	2.8.-17.8.16 (14 vrk)	0,097	6020	6,3	0,68	7,1	0,44	0,95	3,5	0,22	0,47	3,6	0,22	0,48
KevD-3	2.8.-17.8.16 (14 vrk)	0,097	6460	6,6	1,3	6,8	0,45	0,97	1	0,07	0,14	5,8	0,39	0,83
KevD-4	2.8.-17.8.16 (14 vrk)	0,097	5700	6,6	1,1	7,8	0,46	0,99	2,2	0,13	0,28	5,6	0,33	0,71
KevD-1	17.8.-14.9.16 (28 vrk)	0,097	3400	6,2	0,25	3,6	0,13	0,14	*			*		
KevD-2	17.8.-14.9.16 (28 vrk)	0,097	3000	6,3	0,32	5,3	0,16	0,18	*			*		
KevD-3	17.8.-14.9.16 (28 vrk)	0,097	4800	6,4	0,36	3,6	0,18	0,19	*			*		
KevD-4	17.8.-14.9.16 (28 vrk)	0,097	9000	5,9	0,11	4,6	0,43	0,46	*			*		
KevD-1	14.9.-12.10.16 (28 vrk)	0,097	4600	6	<0,1	2,6	0,12	0,13	1,8	0,09	0,09	0,8	0,04	0,04
KevD-2	14.9.-12.10.16 (28 vrk)	0,097	4000	6,7	0,63	12	0,50	0,53	1,1	0,05	0,05	1,1	0,45	0,48
KevD-3	14.9.-12.10.16 (28 vrk)	0,097	4000	6,3	0,52	3,3	0,14	0,15	2	0,08	0,09	1,4	0,06	0,06
KevD-4	14.9.-12.10.16 (28 vrk)	0,097	4000	6,6	0,55	6,8	0,28	0,30	1,4	0,06	0,06	5,4	0,22	0,24
KevD-1	12.10.-9.11.16 (28 vrk)	0,097	2700	6,1	0,45	9,8	0,27	0,29	8,1	0,23	0,24	1	0,03	0,03
KevD-2	12.10.-9.11.16 (28 vrk)	0,097	2500	6,4	0,67	18	0,47	0,50	17	0,44	0,47	1	0,03	0,03
KevD-3	12.10.-9.11.16 (28 vrk)	0,097	2700	5,9	0,53	6,2	0,17	0,19	4,8	0,13	0,14	1	0,03	0,03
KevD-4	12.10.-9.11.16 (28 vrk)	0,097	2500	6,2	0,5	7	0,18	0,19	6	0,16	0,17	1	0,03	0,03
KevD-1	9.11.-8.12.2016 (29 vrk)	0,097	4406	6,3	0,47	3,5	0,16	0,17	2,2	0,10	0,10	1	0,05	0,05
KevD-2	9.11.-8.12.2016 (29 vrk)	0,097	5900	6	0,36	9,3	0,57	0,59	8,8	0,54	0,56	1	0,06	0,06
KevD-3	9.11.-8.12.2016 (29 vrk)	0,097	5920	5,5	0,39	1	0,06	0,06	1	0,06	0,06	1	0,06	0,06
KevD-4	9.11.-8.12.2016 (29 vrk)	0,097	5720	5,7	0,39	3	0,18	0,18	2,5	0,15	0,15	1	0,06	0,06
KevD-1	8.12.16-9.1.17 (32 vrk)	0,097	4650	5,8	0,47	4,1	0,20	0,19	2,4	0,12	0,11	1	0,05	0,05
KevD-2	8.12.16-9.1.17 (32 vrk)	0,097	3800	6,5	0,66	32	1,26	1,18	31	1,22	1,14	1	0,04	0,04
KevD-3	8.12.16-9.1.17 (32 vrk)	0,097	4300	5,9	0,41	3	0,13	0,13	2,3	0,10	0,10	1	0,04	0,04
KevD-4	8.12.16-9.1.17 (32 vrk)	0,097	3600	6,3	0,47	12	0,45	0,42	11	0,41	0,38	1	0,04	0,03

* näytteiden hehikutusjäännöksen ja -häviön tulokset puuttuvat näytteiden virheellisen käsittelyn vuoksi.

Pölyn leviäminen on riippuvainen kaivosalueella vallitsevista sääolosuhteista kuten tuulen suunnasta, voimakkuudesta, lumipeitteestä, ilman kosteudesta sekä myös kasvillisuudesta.

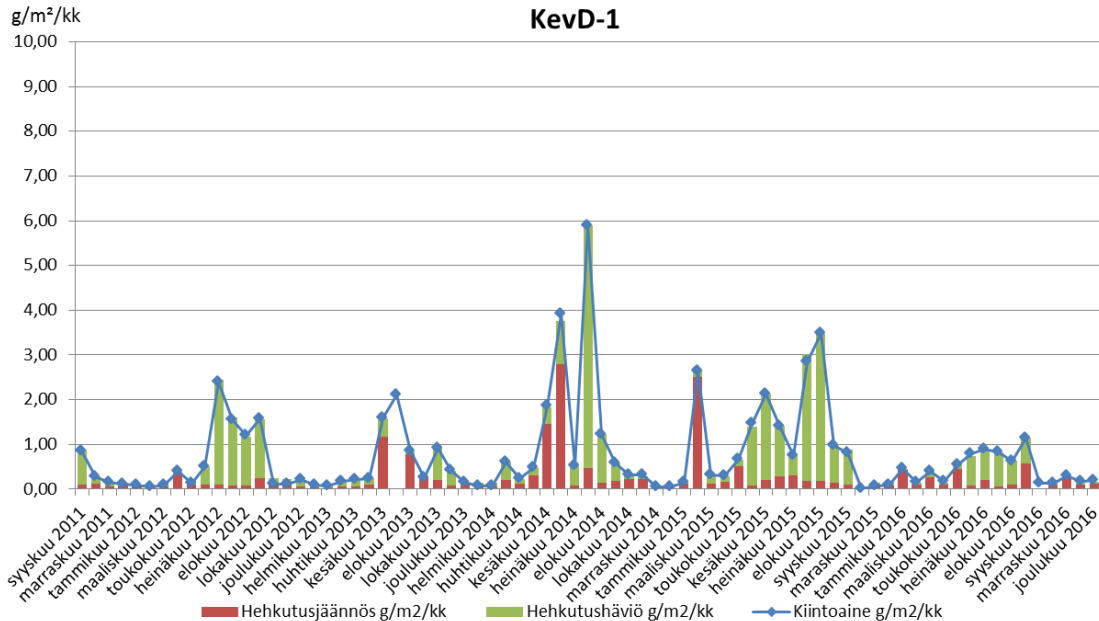
Laskeuma tarkkailupisteittäin KevD-1

Kaivosalueen eteläpuolella sijaitsevalta pisteellä KevD-1 kiintoainesmäärät vaihtelivat välillä (0,15–1,15 g/(m²*kk)). Suurimmat laskeumat 0,55–1,15 g/(m²*kk) mitattiin touko-elokuu välisenä aikana. Kesäkuusta elokuun puolen välin kierroksen asti laskeuma oli pääsääntöisesti (79–93%) orgaanista, tällöin keräimissä oli hiukan hyönteisiä ja levää.

Suurimmat epäorgaaniset laskeumat mitattiin tammikuun (0,43 g/(m²*kk)), toukokuun (0,44 g/(m²*kk)) ja elokuun (0,58 g/(m²*kk)) jälkimmäisellä kierroksella. Muilla kierroksilla epäor-

gaanisen laskeuma määrät jäivät alle $0,26 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$, määrät olivat pieniä verrattuna edellisiin vuosiin. (Kuva 5)

Toukokuussa on havaittu edellisiinäkin vuosina epäorgaanisen laskeuman nousevan hetkellisesti. Alkukesästä mm. tiestöstä irtoava pöly levittäytyy tehokkaasti, kun pölyä sitova kasvillisuus (puiden lehdet, ruohot) ovat vielä kasvuvaiheessa. Toukokuussa tehtiin myös useita ympäristöpoikkeamia rikastushiekka-altaan pölyämisestä mikä on voinut nostaa laskeumaa tarkkailupisteellä KevD-1. Tammi- ja elokuun epäorgaanisille laskeumille ei ole yksilöitävissä mahdollisia lähteitä. (kuva 5)



Kuva 5. Pölytarkkailupiste KevD-1 tulokset tarkkailun alusta alkaen.

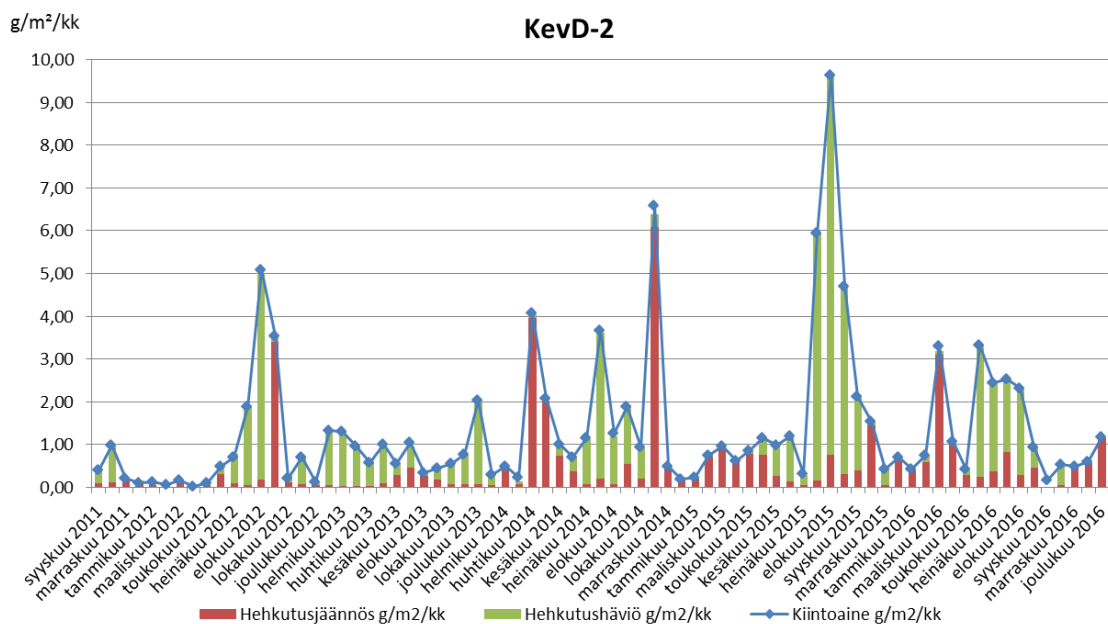
KevD-2

Kaivosalueen itäpuolella sijaitsevalta pisteellä KevD-2 kiintoainesmäärät vaihtelivat vuoden aikana välillä $0,18\text{--}3,32 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$. Kesä- ja elokuun aikana oli havaittavissa orgaanisen laskeuman ($1,68\text{--}3,09 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$) vastaavan 67–93 % kokonaislaskeuman ($2,31\text{--}3,32 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$) määräsistä.

Epäorgaanisen laskeuman määrä sekä osuus kokonaislaskeumasta kasvoi vuodesta 2015. Vuonna 2016 epäorgaaninen laskeuma oli $0,65 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$, kun se vuonna 2015 oli $0,51 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$. Maaliskuussa mitattu laskeuma ($3,30 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$), josta 98 % oli epäorgaanista ($3,11 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{kk})$) poikkesi muusta vuoden aineistosta. Maaliskuu oli suhteellisen sateeton ja vallitsevat tuulen suunnat olivat kaivokselta keräimille päin, mikä edisti laskeuman kertymistä. Myös avolouhoksen eteläpuolella ja meluvallin länsipuolella sijaitseva mobiilimurskain pölyä ja voi vaikuttaa erityisesti keräimen KevD-2 laskeumaan. (kuva 6)

Yleisenä havaintona tuloksista on havaittavissa talvinen/keväinen ja sitten taas alkutalvinen epäorgaanisen laskeuman suuremmat määrät verrattuna kesän kierroksiin. Tällöin kasvillisuuden pölyä sitova vaikutus on vähäistä ja pöly leviää tehokkaasti varsinkin keväällä, jolloin voi olla tuulisia jaksoja. Vuoden 2016 aikana kaivosalueelta poistettiin puustoa, sekä meluvallia korotettiin ja jatkettiin, joiden seurauksena pölyä on voinut levitä ympäristöön. Myös rikastushiekka-altaan pölyäminen vuonna 2016 voi osaltaan vaikuttaa pölyämiseen kaivosalueen itäpuolella.

Pisteelle kertyvä epäorgaaninen laskeuma (sekä kokonaislaskeuma) on viihtyvyyksirajan alapuolella, mutta havaittavissa läpi vuoden.

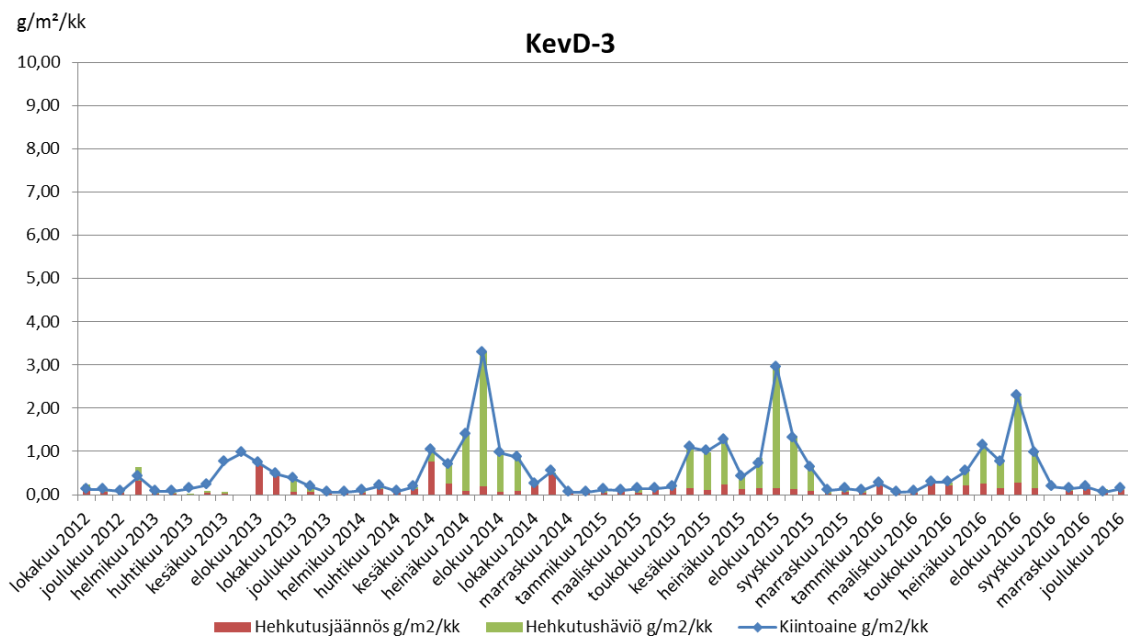


Kuva 6. Pölytarkkailupiste KevD-2 tulokset tarkkailun alusta alkaen.

KevD-3

Kaivosalueen länsipuolella sijaitsevalta pisteellä KevD-3 kiintoainemäärät, varsinkin epäorgaaninen laskeuma oli vuonna 2016 tavanomaisen pientä (<1 g/(m²*kk)). Suurimmat kokonaislaskeumamäärät mitattiin kesäkuukausina, jolloin laskeumasta (58–88 %) oli orgaanista eli hyönteisiä, siitepölyä ja levää. (kuva 7)

Epäorgaanista laskeumaa pisteellä havaittiin pieniä määriä lumettomana aikana toukokuun alun-syyskuun lopun välillä. Todennäköisesti suurin yksittäinen epäorgaanista laskeumaa keräimille kerryttävä tekijä on Kevitsan tulotien liikenne. Tammikuussa 2016 epäorgaanisen laskeuman määrä oli edellisvuosia korkeampi, mutta edelleen pientä. Vallitsevat tuulensuunnat ovat keräimiltä kaivosalueelle päin.



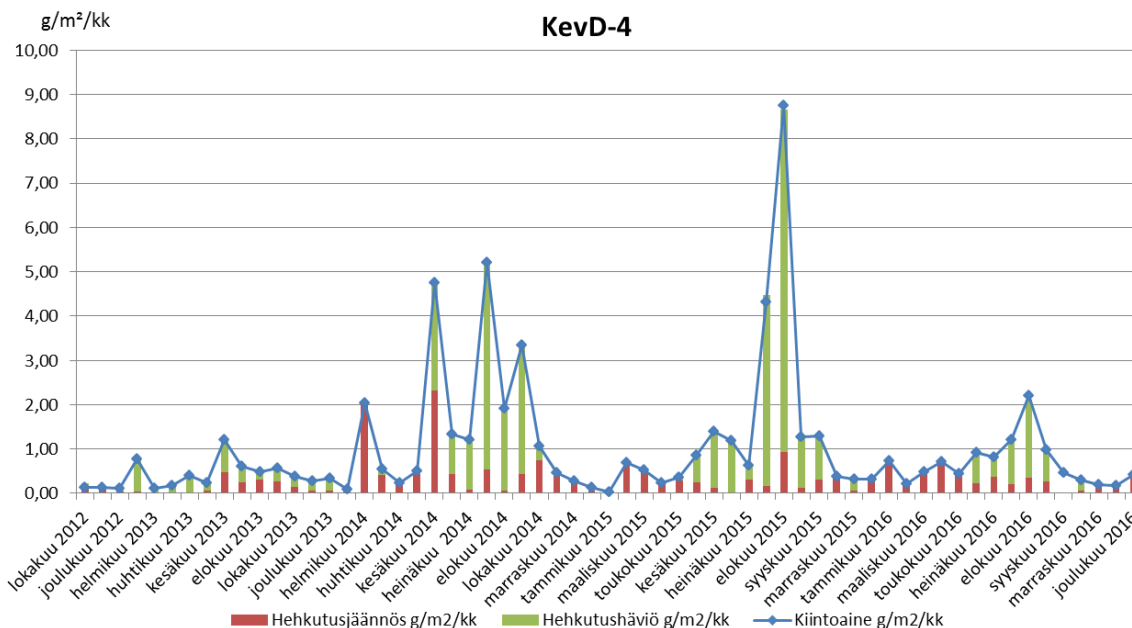
Kuva 7. Pölytarkkailupiste KevD-3 tulokset tarkkailun alusta alkaen.

KevD-4

Kaivosalueen koillispuolella sijaitsevalta pisteellä KevD-4 kiintoaineslaskeumassa oli havaittavissa vuonna 2014 toimintojen laajentuminen kaivosalueella. Tällöin epäorgaanisen laskeuman määrä nousi, varsinkin kevättalvella huomattavasti.

Suurimmat kokonaislaskeumat mitattiin muiden tarkkailupisteiden tapaan kesällä. Tällöin orgaanisen laskeuman osuus kokonaislaskeumasta oli 54–72 %.

Vuonna 2016 epäorgaanisen laskeuman (ka. 0,31 g/(m²*kk)) määrä oli vuoden 2015 tasoilla (0,29 g/(m²*kk)), jotka olivat alle vuoden 2014 keskiarvon 0,56 g/(m²*kk). Pisteellä on havaittavissa epäorgaanista laskeumaa yleisesti talvisin joulukuusta huhtikuun välisenä aikana. Lounaanpuoleisten tuulten aikana pölyn kulkeutuminen keräimille on tehokkainta. Laskeumat ovat edelleen yleisesti pieniä, mutta mitattavia. (kuva 8)



Kuva 8. Pölytarkkailupisteen KevD-4 tulokset tarkkailun alusta alkaen.

Yleisesti voidaan todeta että kaivosalueen toimintojen laajentuminen (puuston poisto, alueiden laajennus) ja pölyvien pintojen lisääntymien oli vuonna 2014 nähtävissä suurempina laskeumina pisteillä KevD-2 ja KevD-4. Vuonna 2015 ja edelleen vuonna 2016 epäorgaanista laskeumaa havaittiin em. pisteillä vuosia 2012–2013 suurempia pitoisuuksia, mutta todennäköisesti sateisten kesien ansiosta laskeuman kokonaismäärä jäi keskimäärin alhaisemmaksi kuin vuonna 2014. Keräimillä KevD-1 ja KevD-3 havaitut epäorgaaniset laskeumat ovat yksittäisiä ja selkeää lisäystä edellisvuosiin ei ole havaittavissa. Epäorgaanista laskeumaa kertyy yleisesti keräimiin tehokkaimmin joulukuusta huhtikuun välisenä aikana.

4.2.2 Metallilaskeumat

Keräysjakson 14.9.–12.10.2016 näytteistä analysoitiin tarkkailuohjelman mukaiset kerran vuodessa määritettävät alkuainepitoisuudet. Metallilaskeumat pyritään määrittämään ajankohtana, jolloin pölyn leviäminen kaivosalueelta on runsainta, eli kokonaislaskeumasta epäorgaanisen osuus on suurin (luku 3.2.1). Kahtena viimeisenä vuotena suurimman epäorgaaniset laskeumat ovat sattuneet ennakoarveluista poiketen alkuvuodesta. Metallimääritysten ajankohtaa voisi tulosten perusteella harkita siirrettäväksi alkuvuoteen, maaliskuun huhtikuulle.

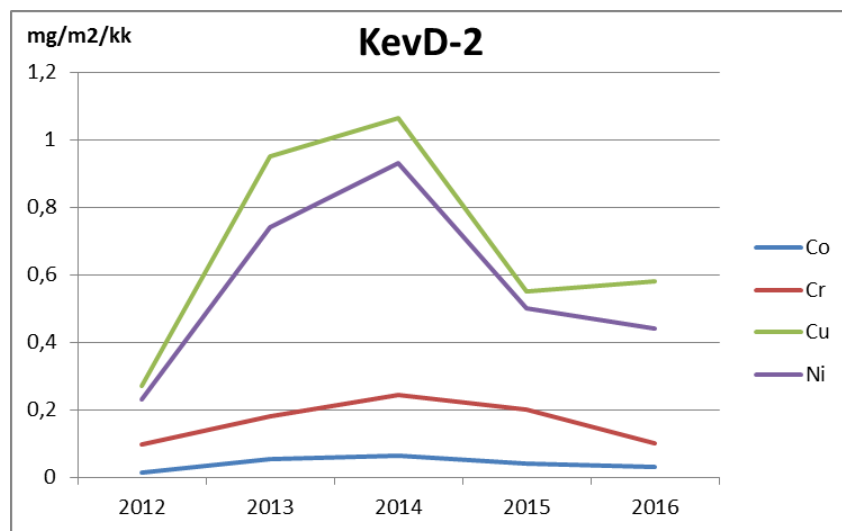
Taulukossa 3 on esitetty tarkkailukierroksen metallilaskeumat sekä vertailuna metallilaskeumat vuosilta 2012, 2013, 2014 ja 2015. Yleisesti aineistosta on havaittavissa vuosien 2012 ja vuoden 2013 välinen muutos.

Taulukko 3. Laskeumatarkkailun metallilaskeumat vuosilta 2012–2016.

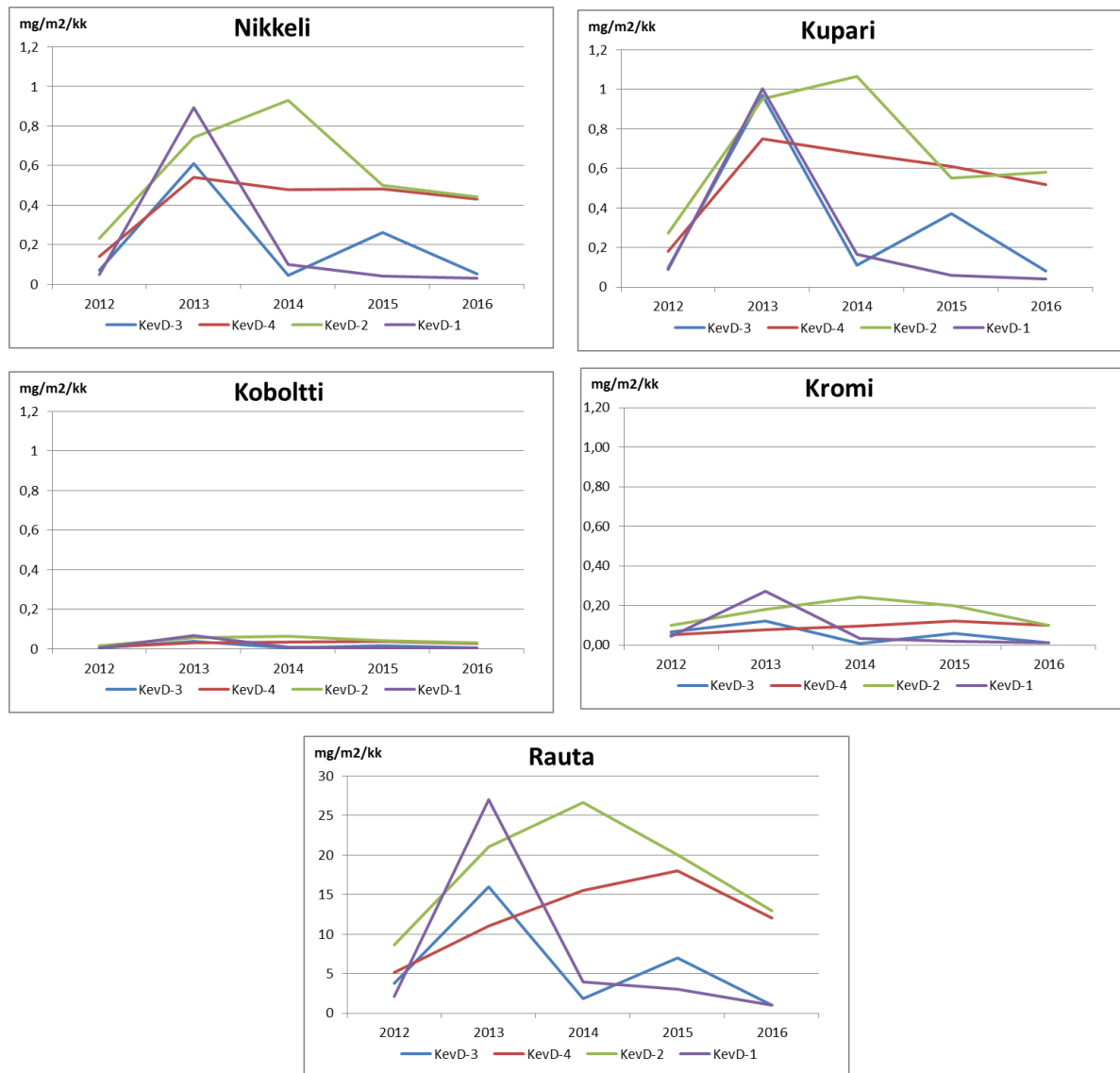
Piste	Jakso	eräinter- ala m ²	Näyte- tilavuus ml	pH	Sähkön- johtavuus mS/m	Koboltti (Co)			Kromi (Cr)			Kupari (Cu)			Nikkeli (Ni)			Rauta (Fe)		
						µg/l	mg/m ²	kg/m ² /k	µg/l	mg/m ²	kg/m ² /k	µg/l	mg/m ²	kg/m ² /k	µg/l	mg/m ²	kg/m ² /k	µg/l	mg/m ²	kg/m ² /k
KevD-1	2012 - 25.10.2012 (31)	0,097	11980	6,4	0,39	0,023	0,003	0,003	0,376	0,05	0,05	0,73	0,1	0,09	0,40	0,05	0,05	18	2	2
KevD-2	2012 - 25.10.2012 (31)	0,097	11410	6,2	0,42	0,131	0,02	0,02	0,859	0,1	0,1	2,37	0,3	0,27	2,02	0,2	0,23	75	9	9
KevD-3	2012 - 23.10.2012 (29)	0,097	11040	6,1	0,45	0,034	0,004	0,004	0,553	0,06	0,07	0,82	0,1	0,10	0,59	0,07	0,07	32	4	4
KevD-4	2012 - 23.10.2012 (29)	0,097	10920	6,0	0,43	0,062	0,007	0,007	0,449	0,05	0,05	1,56	0,2	0,18	1,19	0,1	0,14	44	5	5
KevD-1	2013 - 17.10.2013 (31)	0,097	5270	6,3	0,45	1,252	0,068	0,066	5,123	0,28	0,27	18,98	1,0	1,00	16,89	0,92	0,89	512	28	27
KevD-2	2013 - 17.10.2013 (31)	0,097	4050	6,2	0,54	1,358	0,06	0,06	4,444	0,2	0,2	23,46	1,0	0,95	18,27	0,8	0,74	519	22	21
KevD-3	2013 - 17.10.2013 (31)	0,097	3950	6,2	0,85	0,937	0,038	0,037	3,038	0,12	0,12	24,56	1,0	0,97	15,44	0,63	0,61	405	17	16
KevD-4	2013 - 17.10.2013 (31)	0,097	4480	6,1	0,49	0,647	0,030	0,029	1,696	0,08	0,08	16,74	0,8	0,75	12,05	0,6	0,54	246	11	11
KevD-1	9.9.-7.10.2014 (28 vrk)	0,097	6450	5,9	0,49	0,090	0,006	0,006	0,450	0,03	0,03	2,33	0,2	0,17	1,41	0,09	0,10	56	4	4
KevD-2	9.9.-7.10.2014 (28 vrk)	0,097	5290	6,5	1,2	1,096	0,06	0,06	4,159	0,2	0,2	18,15	1,0	1,06	15,88	0,9	0,93	454	25	27
KevD-3	9.9.-7.10.2014 (28 vrk)	0,097	5580	6,5	1,3	0,050	0,003	0,003	0,131	0,01	0,01	1,76	0,1	0,11	0,73	0,04	0,05	30	2	2
KevD-4	9.9.-7.10.2014 (28 vrk)	0,097	5620	7,4	7,9	0,534	0,031	0,033	1,512	0,09	0,09	10,85	0,6	0,68	7,65	0,4	0,48	249	14	16
KevD-1	1.11.-1.12.2015 (28 vrk)	0,097	5940	5,4	<0,1	0,047	0,003	0,003	0,25	0,02	0,02	0,94	0,1	0,06	0,61	0,04	0,04	39	2	3
KevD-2	1.11.-1.12.2015 (28 vrk)	0,097	5410	5,6	<0,1	0,647	0,04	0,04	2,96	0,2	0,2	9,24	0,5	0,55	8,32	0,5	0,50	333	19	20
KevD-3	1.11.-1.12.2015 (28 vrk)	0,097	6400	5,5	<0,1	0,219	0,014	0,016	0,80	0,05	0,06	5,16	0,3	0,37	3,59	0,24	0,26	92	6	7
KevD-4	1.11.-1.12.2015 (28 vrk)	0,097	5640	5,7	<0,1	0,603	0,035	0,038	1,95	0,11	0,12	9,75	0,6	0,61	7,62	0,4	0,48	284	17	18
KevD-1	4.9.-12.10.2016 (28 vrk)	0,097	4600	6	<0,1	0,033	0,002	0,002	0,13	0,01	0,01	0,76	0,0	0,04	0,57	0,03	0,03	16	1	1
KevD-2	4.9.-12.10.2016 (28 vrk)	0,097	4000	6,7	0,63	0,625	0,03	0,03	2,28	0,1	0,1	13,00	0,5	0,58	10,00	0,4	0,44	300	12	13
KevD-3	4.9.-12.10.2016 (28 vrk)	0,097	4000	6,3	0,52	0,060	0,002	0,003	0,25	0,01	0,01	1,80	0,1	0,08	1,05	0,04	0,05	30	1	1
KevD-4	4.9.-12.10.2016 (28 vrk)	0,097	4000	6,6	0,55	0,600	0,025	0,027	2,28	0,09	0,10	11,75	0,5	0,52	9,75	0,4	0,43	275	11	12

Pääpiirteissään määritysten perusteella havaittiin pitoisuuksien olevan alhaisempia kuin vuonna 2015. Tarkkailupisteellä KevD-2 kuparipitoisuus nousi edellisvuodesta. Suurimmat metallipitoisuudet nikkelin ja kuparin osalta pisteillä on mitattu vuosina 2013 ja 2014 (taulukko 3).

Suurimmat metallilaskeumat havaittiin kaivosalueen itäpuolella sijaitsevan tarkkailupisteen KevD-2 keräimistä (kuva 11). Vallitsevat tuulensuunnat ovat yleisesti keräimille päin sekä keräimet sijaitsevat lähinnä potentiaalista pölylähde eli avolouhosta ja sen tiestä. Kaivoksen siirrettyä tuotannonvaiheeseen (2013) alkuainepitoisuudet nousivat huomattavasti, nouseva trendi jatkui vielä vuonna 2014. Vuonna 2015 pitoisuudet lähtivät laskuun ja kehitys jatkui nikkelin, kobolttiin ja kromin osalta vuonna 2016, kuparin määrässä havaittiin pientä lisäystä. (kuva 9 ja 10)

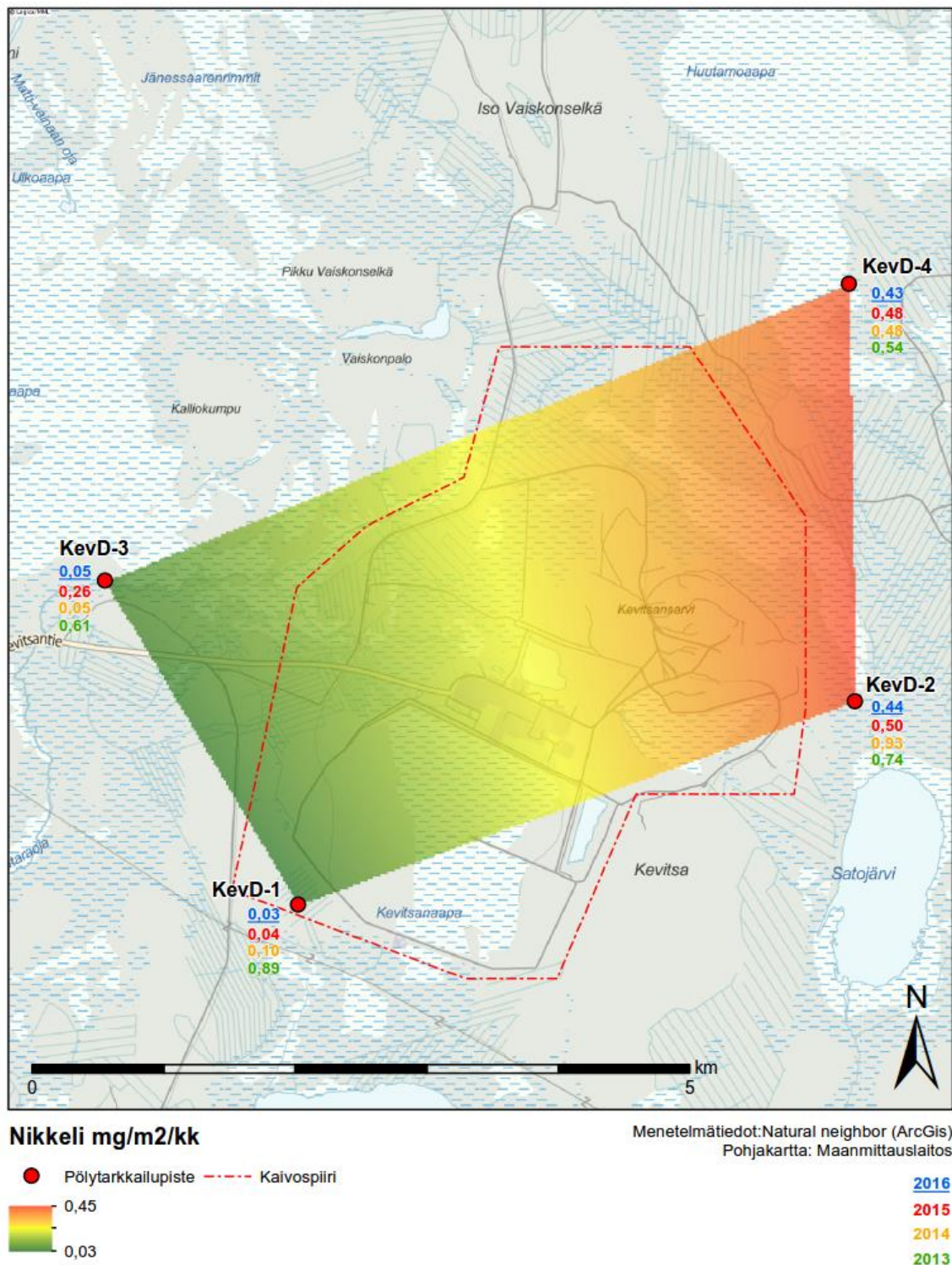


Kuva 9. Metallipitoisuudet pisteessä KevD-2 vuosina 2012–2016.



Kuva 10. Metallipitoisuudet keräinten näytteissä 2012–2016.

Kevitsan nikkelilaskeuman havainnollistamiseksi laadittiin interpolaatiokartta (kuva 11). Vaikka laskeumatarkkailun pisteverkko on harva, on kuvaajissa havaittavissa vallitsevien tuulensuuntien ja nikkelilaskeuman yhteys. Kuormitus painottuu idän suuntaan.



Kuva 11. Kevitsan nikkeli-laskeuman suuntaus 2016.

Metallilaskeumille ei ole olemassa ohje- tai raja-arvoja.

Varsinaista kuormittamatonta taustapistettä ei Kevitsan kaivoksen ympäristössä ole ja taustapistete on tarkoitus perustaa vuonna 2017 ja lisätä osaksi tarkkailua. Kuormittamattomana alueena vertailussa voidaan käyttää Raahen kaupungin ilmanlaadun tarkkailuohjelmaa, jossa seurataan

mm. metallilaskeumia kolmesta pisteestä. Laskeuman taustapisteenä käytetään noin 10 kilometriä Raahan keskustasta itään sijaitsevaa lentokentäntie pistettä. Pisteiden metallilaskeumat vuodelta 2015 on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Raahan kaupungin ilmanlaadun tarkkailun taustapisteen kuukausittaiset ja keskipitoisuudet vuodelta 2015. (Ramboll, 2016)

Lentokentäntie	mg/m ² /kk								
	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Fe	Zn	V
tammi	<0,001	<0,001	0,004	1,0	0,003	0,073	0,80	0,022	0,027
helmi	<0,001	<0,001	0,015	1,1	0,022	0,010	3,0	0,59	0,038
maalis	<0,001	<0,001	0,005	0,71	0,027	0,009	2,6	0,17	0,037
huhti	0,004	<0,001	0,02	0,68	0,027	0,006	2,3	0,18	0,051
touko	<0,001	<0,001	0,014	1,1	0,047	0,017	1,6	0,31	0,066
kesä	0,001	<0,001	0,017	0,17	0,025	0,004	2,3	0,12	0,040
heinä	0,003	<0,001	0,044	0,24	0,034	0,036	6,0	0,24	0,045
elo	0,001	<0,001	0,023	0,23	0,016	0,013	4,3	0,28	0,031
syys	<0,001	<0,001	0,018	0,37	0,007	0,015	1,2	0,28	0,050
loka	<0,001	<0,001	0,032	0,83	0,010	0,006	2,7	0,68	0,13
marras	<0,001	<0,001	0,043	0,15	0,014	0,018	1,0	0,38	0,027
joulu	<0,001	<0,001	0,032	0,24	0,019	0,026	1,8	0,044	0,40
keskiarvo	0,001	<0,001	0,022	0,57	0,021	0,019	2,5	0,28	0,079

Lentokentäntien pisteen tuloksiin verrattuna Kevitsan kaivoksen vaikutus on nähtävissä pisteillä KevD-2 ja KevD-4, joiden kromi- (0,10 ja 0,10 mg/(m²*kk)), nikkeli- (0,44 ja 0,43 mg/(m²*kk)) sekä rautalaskeumat (13 ja 12 mg/(m²*kk)) olivat suurempia kuin taustapisteellä. Kuparia on yleisesti Kevitsan laskeumassa hieman pienempiä määriä kuin lentokentäntien pisteellä. Pisteiden KevD-1 ja KevD-3 metallipitoisuudet olivat taustapisteen tasoa.

Kuormitetun alueen vertailukohtana voidaan käyttää samaisen seurannan Välikylän mittausasemaa, jonka tulokset vuodelta 2015 on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Raahan kaupungin ilmanlaadun tarkkailun Välikylän kuukausittaiset ja keskiarvopitoisuudet vuodelta 2015. (Ramboll, 2016)

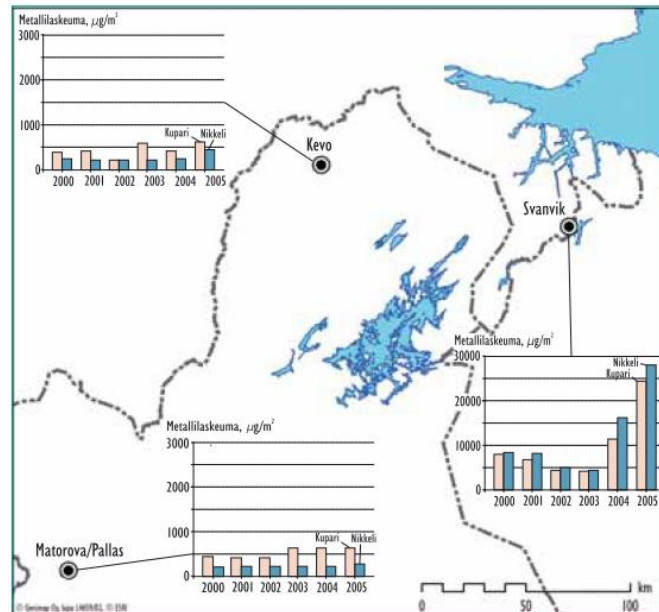
Välikylä	mg/m ² /kk								
	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Fe	Zn	V
tammi	0,013	<0,001	0,81	<0,001	0,059	0,056	46	4,6	5,8
helmi	0,006	<0,001	0,49	0,42	0,042	0,058	78	4,6	4,3
maalis	0,020	<0,001	0,78	0,66	0,057	0,086	61	7,8	6,3
huhti	0,010	<0,001	0,33	0,32	0,024	0,043	27	1,6	2,4
touko	0,008	<0,001	0,71	0,87	0,058	0,058	49	6,7	6,2
kesä	0,006	0,003	0,37	0,17	0,058	0,041	33	5,3	3,6
heinä	0,003	<0,001	0,32	0,034	0,016	0,02	20	3,1	2,8
elo	0,007	0,001	0,67	0,19	0,035	0,084	64	2,2	3,9
syys	0,006	<0,001	0,50	0,27	0,037	0,042	31	4,5	5,0
loka	0,005	<0,001	0,16	1,0	0,018	0,046	23	3,7	1,4
marras	0,004	<0,001	0,39	<0,001	0,019	0,036	22	3,3	3,4
joulu	0,004	<0,001	0,37	<0,001	0,017	0,055	44	3,2	3,9
keskiarvo	0,008	<0,001	0,49	0,33	0,037	0,052	41	4,2	4,1

Kevitsan tietoja Välikylän tietoihin verrattaessa huomataan kromi- ja rautapitoisuuksien olevan huomattavasti pienempiä kuin Välikylässä. Kuparilaskeumassa näyttäisi olevan Välikylässä suurta vuodenaikaisvaihtelua, keskiarvon ollessa lentokentäntien taustapisteellä suurempi kuin Välikylässä. Kevitsan malmion johdosta nikkelilaskeuma on selvästi Raahan seudun laskeumia suurempaa varsinkin tarkkailupisteillä KevD-2 ja KevD-4.

Ilmatieteen laitoksen Pallaksen/Matorovan asemalla on tarkkailtu laskeumaa märkälasseuman tarkkailuna sadevesistä vuodesta 2000. Aseman ilmanlaatu on Euroopan puhtaimpia ja asema toimii ns. tausta-asemana monissa seurannoissa. Pallaksen aseman metallilaskeumat ovat erittäin pieniä, esim. vuonna 2004 nikkelilaskeuman kuukausikeskiarvot vaihtelivat välillä n.2-45 µg/(m²*kk) eli n. 0,002-0,045 mg/(m²*kk) (Ilmatieteen laitos 2007). Aseman tiedot eivät ole

suoraan verrannollisia Kevitsan tarkkailuun, koska Kevitsan keräimet keräävät myös kuivalaskeumaa.

Suomen, Norjan ja Venäjän yhteisessä Paatsjoki-ohjelmassa seurataan alueen metallilaskeumaa. Metallilaskeumat ovat peräisin Venäjän puolella sijaitsevissa Petšenganikelin tuotantoyksiköistä Nikkelistä ja Zapoljarnyista. Vuonna 2005 Norjan Svanvikin-aseamalla, joka sijaitsee n. 10 kilometriä Nikkelin sulattamolla, nikkeli- ja kuparilaskeuma sadevedessä oli keskimäärin n. 2,25 mg/(m²*kk), nousten kesäkuukausina yli 4 mg/(m²*kk) (kuva 12). (Paatsjoki-ohjelma 2008 ja 2011)



Kuva 12. Metallilaskeumat sadevesissä (Paatsjoki-ohjelma, 2011)

Toisena, myös kuivalaskeumaa keräävänä, kuormitetun alueen vertailukohtana voidaan pitää Harjavallan kaupungin ilmanlaadun tarkkailuohjelmaa, jossa seurataan mm. metallilaskeumia kahdesta pisteestä (taulukko 6). Vuodesta 2015 tarkkailuraportointia on muutettu ja laskeumaluoksia vuosilta 2014 ja 2015 ei ollut käytettävissä (Elo, 2015).

Pisteistä Kaleva sijaitsee kaupunkialueella ja Pirkkala asuinalueella. Kevitsan tuloksiin verrattuna Kalevan sekä myös Pirkkalan tarkkailun kupari- ja nikkeli- ja kuparilaskeumat ovat moninkertaisia. Rautalaskeuma on Pirkkalan asemalla ollut samaa suuruusluokkaa Kevitsan tarkkailupisteiden KevD-2 ja KevD-4 kanssa.

Taulukko 6. Harjavallan kaupungin ilmanlaatutarkkailun keskimääräiset metallilaskeumat vuosina 2008–2013 (Anttila & Roininen 2014).

Laskeumamittaukset - vuosikeskiarvot											
	Laskeuma	Cu	Ni	As	Cd	Fe	Zn	Al	Pb	SO ₄	NH ₄ -N
	g/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk	mg/m ² /kk
Kaleva											
2008	1,6	32	7	1,2	0,06	72	3	20	0,8	987	39
2009	1,2	14	7	0,6	0,05	39	2	9	0,3	188	18
2010	1,1	12	6	0,8	0,06	33	1	9	0,4	198	12
2011	1,0	24	8	0,9	0,07	66	3	13	0,7	311	20
2012	1,1	18	5	0,6	0,10	36	3	13	0,5	246	16
2013	0,9	24	4	0,6	0,09	41	3	21	0,7	189	17
Pirkkala											
2008	0,8	9	2	0,4	0,03	27	1,3	14	0,2	227	55
2009	0,5	6	3	0,5	0,04	17	0,9	4	0,2	84	12
2010	0,6	6	3	0,6	0,03	20	0,8	6	0,2	149	16
2011	0,7	9	3	0,5	0,04	20	1,2	8	0,3	205	38
2012	0,6	7	2	0,4	0,04	16	1,5	9	0,3	172	30
2013	0,4	9	2	0,5	0,04	15	1,6	6	0,3	137	27

Yhteenvetona tarkasteltaessa muihin metallilaskeumaseurantoihin; Kevitsan kaivoksen toiminta voidaan havaita lisääntyneenä kokonaislaskeumana sekä sitä kautta metallilaskeumien lisääntymisenä varsinkin kaivosalueen itä- ja pohjoispuolella. Suuntautumiseen vaikuttaa alueen vallitsevat tuulensuunnat (länsi- ja itä), sekä mahdollisten pölyn alkulähteiden (avolouhos, rikastushieka-allas, sivukivialue) sijainti. Metallilaskeumille ei ole suoraa raja-arvoa, mutta Kevitsan pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin esimerkiksi Harjavallassa.

5. KOKONAISEPÄVARMUUDEN TARKASTELU

Laskeuman tarkkailussa tarkkailutulosten kokonaispävarmuuteen vaikuttavat näytteenotto- ja näytteenotto-olosuhteet, näytteenottajan ammattitaito, näytteiden kuljetus ja käsittely, pitoisuuksien vaihtelu näytepisteittäin, laboratorion mittausepävarmuus sekä tulosten tulkintaan liittyvät epävarmuudet.

Näytepisteiden sijainti pyritään valitsemaan siten, että se kuvaisi aidosti tarkkailtavan kohteen vaikutusta. Tarkkailupistettä ei kannata sijoittaa välittömästi pölyävien teiden läheisyyteen. Laskeuman määrityksen epävarmuutta lisää keräysastioihin kertyvät roskat sekä ötökät ja mahdollinen levän muodostuminen kesäaikaan. Näihin pyritään vaikuttamaan näyteastioiden ja sopivan säilöntä- ja jäätymisenestoaineen valinnalla. Säilöntäaineena käytettiin isopropanolia. Näyteastioiden kunnosta ja puhtaudesta huolehdittiin. Runsaan lumen aikana osa laskeumasta saattaa kertyä keräimen päälle ja pyyhkiytyy pois näytteenoton yhteydessä.

Kokonaispävarmuutta näytteenoton osalta pyrittiin minimoimaan käyttämällä samoja näytteenottajia näytteenottokertojen välillä. Näytteenotosta vastasi sertifioitu tai kokenut näytteenottaja, joka noudattaa työssään näytteenoton standardeja ja ympäristöhallinnon erikseen antamia ohjeita. Näyteasiat ja näytteenottovälineet ovat ohjeiden mukaiset. Siten näytteenoton aiheuttama epävarmuus minimoituu. Näytteenottajan muistiinpanot tallennetaan ja ne voidaan helposti palauttaa tulosten tarkastelun yhteydessä tarvittaessa. Näytteenotto, ottovälineet ja näytteenottaja ovat standardoituja ja siten kokonaispävarmuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi.

Laboratorion mittausepävarmuudet on esitetty parametrikohteisesti liitteessä 5. Näytteenoton aiheuttama epävarmuutta arvioitiin laskeuman tarkkailussa vuonna 2016 kokeiluolanteisesti systemaattisesti huhtikuun alusta alkaen. Epävarmuuden arviointiin sovellettiin FINAS:n ohjeistusta ja se perustui rinnakkaisnäytteisiin ja nollanäytteisiin, joiden kokonaismäärä vastasi 8,9 % tarkkailunäytteiden kokonaismäärästä. Kussakin laskeumakeräimessä on kaksi keräysastiaa, joiden sisältö yhdistetään ennen määrittäystä. Rinnakkaisnäytteet toteutettiin tekemällä määrittäykset erillisistä näytteistä ennen yhdistämistä ja lisäksi normaalisti yhdistetystä näytteestä. Nollanäyte

valmistettiin kentällä keräinten vaihdon yhteydessä lisäämällä isopropanoli ja ionivaihdettua vettä tyhjään näyteastiaan samassa suhteessa kuin varsinaiseen näytteeseen. Laadunvarmistusnäytteitä kerättiin onnistuneesti loppuvuoden aikana. Laskeumatarkkailun näytteitä otettiin vuoden aikana yhteensä 56 kappaletta, nollanäytteitä saatiin onnistuneesti 5 kpl ja rinnakkain vertailtavien määritysten joukkoja 5 kappaletta. Laadunvarmistus kohdistettiin tarkkailun kannalta keskeisiin parametreihin, joiksi valittiin pH, sähkönjohtavuus ja kiintoaine. Näytteiden tulokset on koottu liitteeseen 6.

Nollanäytteiden pH vaihteli välillä 5,7–6,9. Yhtä näytettä lukuun ottamatta nollanäytteistä havaittiin määritysrajan ylittävä, mutta alhainen sähkönjohtavuus. Korkein havaittu nollanäytteen sähkönjohtavuus oli 0,64 mS/m, mikä vastaa varsinaisista laskeumanäytteistä havaittua tasoa, mutta on tasoltaan alhainen. Sähkönjohtavuutta nollanäytteissä voi nostaa näytteissä käytetty isopropanoli tai näyteastioihin liittyvä kontaminaatio. Yhdestä nollanäytteestä havaittiin määritysrajan ylittävä alhainen kiintoainepitoisuus 2,4 mg/l. Muissa nollanäytteissä kiintoainepitoisuus oli alle määritysrajan (<2,0 mg/l).

Laskeuman pH vaihteli rinnakkaismäärityksissä 0,2–0,8 pH-yksikkö rinnakkaismääritysten kesken. Rinnakkaisten määritysten tuloksia tarkasteltiin kiintoaineen ja sähkönjohtavuuden osalta vertailtavien rinnakkaismääritysten ja varsinaisen näytteen tulosten hajonnan avulla siten, että keskihajonta suhteutettiin havaintojen keskiarvoon. Sähkönjohtavuuden hajonta vaihteli välillä 0,06–0,31 mS/m vastaten 13–65 % kunkin havaintojoukon keskiarvosta. Kiintoainepitoisuuden hajonta vaihteli välillä 0,07–2,6 mg/l ja vastasi 2–66 % havaintojen keskiarvosta.

Laadunvarmistusnäytteiden tulosten perusteella voidaan todeta, että laskeuman arvioiminen on haastavaa ja rinnakkaisten näytteiden välillä esiintyy isoakin hajontaa. Nykyinen tarkkailussa ollut järjestelmä, jossa kahden rinnakkaisen laskeumakeräimen näytteet yhdistetään ennen määrittystä, on perusteltu, sillä kahden näytteen yhdistelmä kuvaa paremmin keskimääräisiä olosuhteita kuin erilliset näytteet. Sähkönjohtavuuden tason ollessa alhainen, tulee tuloksiin suhtautua varauksella, sillä näytteiden säilyvyyden takia käytettävä isopropanoli näyttää jonkin verran vaikuttavan saatuihin tuloksiin.

Systemaattista rinnakkais- ja nollanäytteisiin perustuvaa laadunvarmistusta ei ole tarpeen jatkaa vuoden 2016 laajuudessa. Tulokset ovat kuitenkin tärkeitä muistaa tuloksia tulkittaessa ja tehtäessä johtopäätöksiä laskeuman määrästä ja laadusta kaivosalueen ympäristössä. Laadunvarmistusnäytteiden ja etenkin nollanäytteiden keruu, analysointi ja hallinnointi osoittautuivat vuoden aikana yllättävän työlääksi.

6. YHTEENVETO

Kevitsan kaivoksen aiheuttaman pölylaskeuman määrää ja laatua tarkkailtiin kaikkiaan neljän havaintopisteen perusteella vuonna 2016. Laskeumanäytteiden perusteella pölylaskeumat olivat samalla tasolla kuin vuonna 2015. Orgaanisen laskeuman kokonaismäärä laski, kun taas epäorgaanisen laskeuman määrä oli noussut vähän pisteillä KevD-2 (kaivoksen itäpuolella) ja KevD-4 (kaivosalueen koillispuolella). Tulokset olivat kuitenkin huomattavasti vuonna 2014 havaitun tason alapuolella. Todennäköisesti sateinen kesä on estänyt pölyn leviämistä. Tarkkailussa ei havaittu merkittäviä muutoksia laskeumien suuntautumisessa eikä tarkkailupisteiden keskinäisissä suhteissa. Suurimmat laskeumat kulkeutuvat kaivosalueelta itään ja koilliseen vallitsevien tuulensuuntien mukaisesti.

Kaivosalueen koilliseen sijaitsevan tarkkailupisteen KevD-2 kiintoainelaskeumat sekä metallilaskeumat nousivat vuonna 2013 huomattavasti tuotannon käynnistyessä. Vuonna 2014 nousu jatkui, mutta vuonna 2015 laskeumat pienivät. Vuonna kokonaislaskeumat laskivat edelleen, mutta epäorgaanisen laskeuman osuus ja sitä kautta laskeuman kokonaismäärä oli pienoisessa nousussa vuoteen 2015 verrattuna. Tarkkailupiste KevD-2 sijaitsee lähinnä toimintoja ja vallitsevat tuulensuunnat tuovat laskeumaa keräimille, joten muutokset kaivosalueen toiminnoissa näkyvät pisteellä välittömästi. Avolouhos on vielä tällä hetkellä matala ja laaja, jolloin räjäytykset ja liikenne levittävät tehokkaasti pölyä ympäristöönsä. Louhoksen syventyessä alueelta leviävän pölyn määrä vähenee. Myös rikastushiekka-altaan pölyäminen voi osaltaan vaikuttaa laskeumaan pisteellä KevD-2.

Kaivosalueen koillispuolisen tarkkailupisteen KevD-4 laskeumat nousivat vuonna 2014, jolloin pisteellä mitattiin tarkkailun suurimmat epäorgaaniset laskeumat lokakuussa. Vuonna 2015 epäorgaanisen laskeuman määrä oli laskusuunnassa, kun taas vuonna 2016 kehitys kääntyi pienoiseen nousuun. Pisteiden metallilaskeumat ovat olleet vuodesta 2014 melko tasaisia ja muutokset ovat samankaltaisia pisteen KevD-2 kanssa. Pisteelle kertyy todennäköisesti epäorgaanista laskeumaa sivukivialueelta etelätuulten vaikutuksesta.

Pisteillä suurimmat kiintoainelaskeumat havaittiin totuttuun tapaan kesäisin, tällöin suurin osa laskeumasta oli orgaanista alkuperää, mikä käy ilmi tuloksissa suurena hehikutushäviön määränä. Suurimmat epäorgaanisen laskeuman jaksot sijoittuivat pääsääntöisesti kevääseen, jolloin pöly leviää tehokkaasti kun pölyä sitovaa kasvillisuutta on kesää vähemmän ja sää on yleensä poutainen, mutta tuulinen. Edellisinä vuosina epäorgaanien laskeuma on painottunut lähinnä loppusyksyyn, mahdollisesti sateinen syksy esti vuonna 2016 pölyämistä. Laskeuman määrät ovat korkeimmillaankin yhä selvästi alle entisen viihtyvyyshaittarajan.

Metallilaskeumat olivat vuonna 2016 pisteillä edellisvuosien tasoilla. Vuonna 2014 pisteillä KevD-2 ja KevD-4 kaivoksen laajentuneet toiminnot näkyivät kohonneina kromi-, nikkeli- ja rautapitoisuuksina, vuosina 2015 ja 2016 pitoisuudet ovat olleet pääsääntöisesti hieman pienempiä em. pisteillä, mutta selvästi suurempia kuin muilla tarkkailupisteillä. Muihin vastaaviin metallilaskeumatarkkailuihin vertailtaessa, kaivoksen toiminta on nähtävissä tarkkailupisteillä KevD-2 sekä KevD-4.

Metallilaskeumat pyritään määrittämään tällä hetkellä ajankohtana, jolloin epäorgaaninen laskeuma on suurinta ja määritykset on ajoitettu lokakuulle. Poiketen ennakkokäsityksistä ja edellisistä vuosista vuonna 2016 suurimmat epäorgaaniset laskeumat on havaittu kevättalvella. Metallilaskeumat tulisi määrittää syksyn lisäksi myös keväällä. Myös määrityksiä vähäisen kokonaislaskeuman ajalta voisi harkita taustatiedoksi, tällainen ajanjakso vuonna 2016 oli elo-syyskuu.

Kevitsan alueella ei ole tällä hetkellä olemassa kiintoaine- ja metallilaskeuman taustapistettä, eikä tarkkailun tuloksille tällä hetkellä ole käytettävissä hyvää vertailuaineistoa. Laskeumatarkkailun taustapiste on tarkoitus perustaa keväällä 2017. Ilmanlaadun tarkkailuja on käynnissä mm. Ilmatieteen laitoksella, mutta tutkimuksissa määritetään lähinnä hengitettävän ilman laatutekijöitä, joihin on myös sovellettavissa Valtioneuvoston raja-arvoja. Metallilaskeuma sen sijaan määritetään yleensä lähinnä märkälasseumana eli sadekertymistä tai sammal- ja jäkälänäytteillä, joten ne eivät ole suoraan vertailukelpoisia Kevitsan tarkkailuun.

Laskeuman tarkkailuun liittyvä epävarmuus on suurta ja rinnakkaisten näytteiden tuloksissa voi olla suurtakin hajontaa. Käytäntö, jossa määritykset tehdään useamman keräimen yhdistetystä näytteestä on hyvä ja suositeltava satunnaistekijöiden vaikutuksen vähentämiseksi.

Pölylaskeumatarkkailua esitetään jatkettavaksi vuonna 2017 samoilla paikoilla ja tiheydellä kuin vuonna 2016. Lisäksi vuonna 2017 aloitetaan tarkkailu perustettavalla taustapisteellä. Kesän ajalla keräysjaksoa lyhennetään tarvittaessa hyönteisten ja levänmuodostuksen aiheuttaman virheen vähentämiseksi. Metallilaskeuman määrittämistä useamman kerran vuodessa suositellaan.

7. VIITTEET

Anttila, M. & Roininen, R. 2014. Harjavallan kaupunki. Harjavallan ilmanlaaturaportti 2013.

Elo, L. 2015. Porin ja Harjavallan ilmanlaadun raportoinnin uudistaminen.
<http://www.theseus.fi/handle/10024/87736>

Ilmatieteen laitos, 2007. Ilmalaadun alustava arviointi Suomessa. Arseeni, kadmium, nikkeli, elohopea ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt (pah –yhdisteet).

Paatsjoki-ohjelma, 2008. Paatsjoki-ohjelma yhteistyöraportti 2008.
<http://www.pasvikmonitoring.org/fin/ILMANLAATU/ilmanlaatu.html>

Paatsjoki-ohjelma, 2011. Ilmanlaatu 2011.
<http://www.pasvikmonitoring.org/fin/ILMANLAATU/ilmanlaatu.html>

Pöyry Finland Oy 2012. FQM Kevitsa Mining Oy. Tuotantovaiheen ja tuotannon ylösajovaiheen (RampUp) tarkkailusuunnitelma. 16WWE1628. Täydennys 2.5.2012.

Ramboll Finland Oy. 2015. FQM Kevitsa Mining Oy. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma. 5.5.2015 täydennys 2.10.2015.

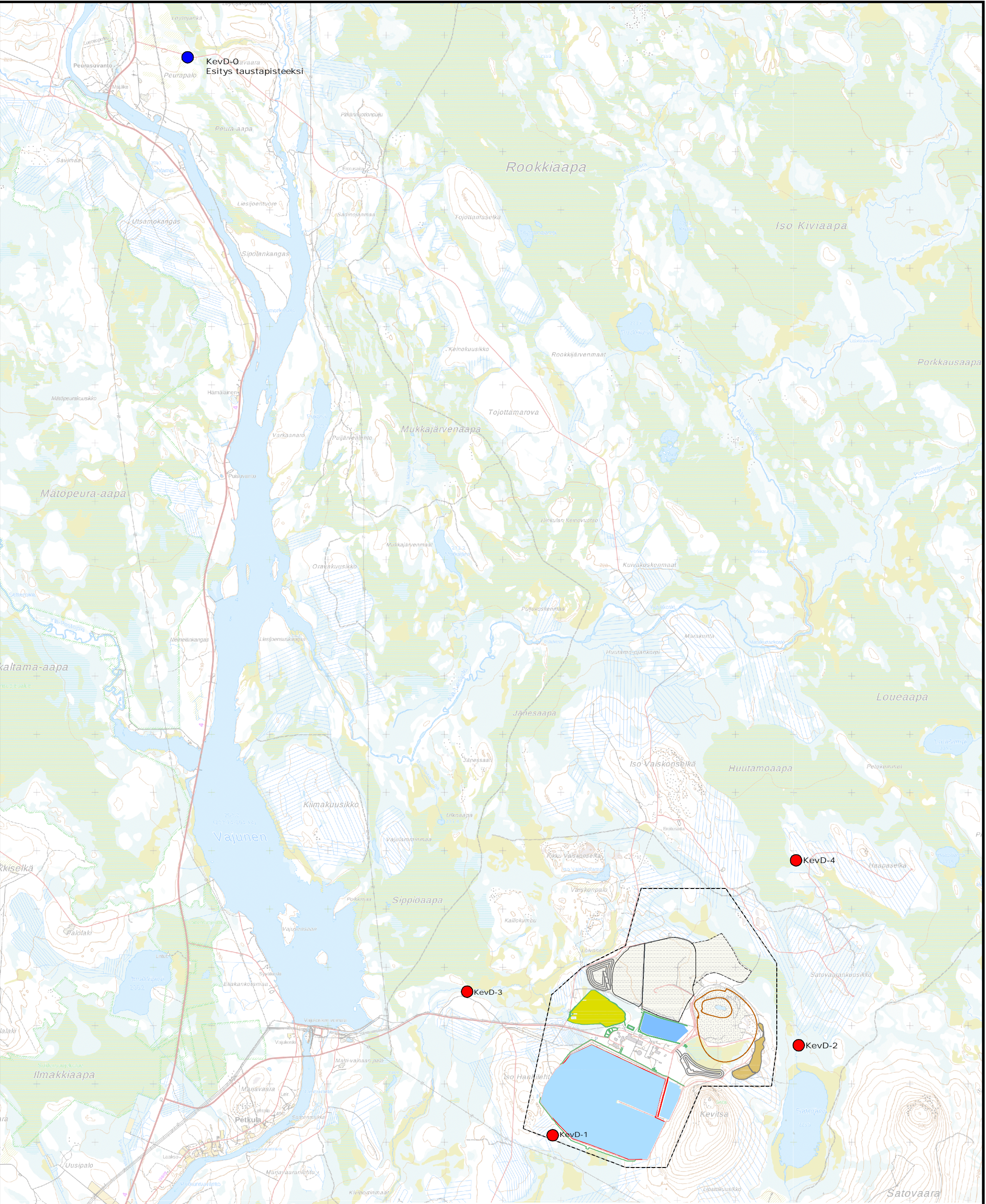
Ramboll Finland Oy. 2015 b. Raahen kaupungin ilmanlaadun tarkkailu, vuosiraportti 2014.


Ramboll Finland Oy. 2016 . Raahen kaupungin ilmanlaadun tarkkailu, vuosiraportti 2015.

WSP Environmental Oy. 2010. Kevitsa Mining Oy. Rakentamisen aikainen tarkkailu.

LIITE 1
TARKKAILUPISTEKARTTA

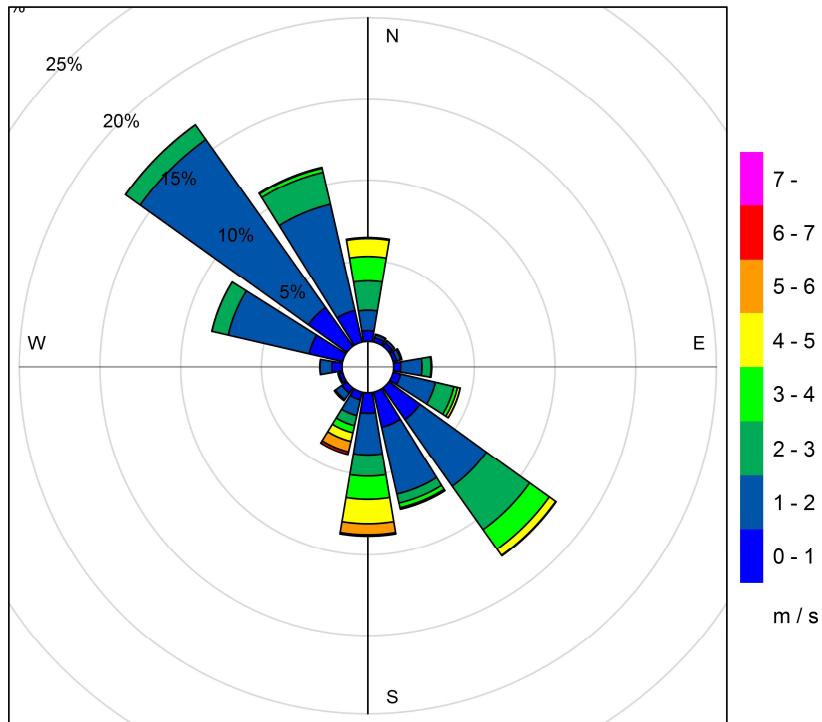
W:\YHTEINEN\Kaivokset\KEVITSA\kartat\Pöly_tarkkailupisteet_1-12-2016.dwg



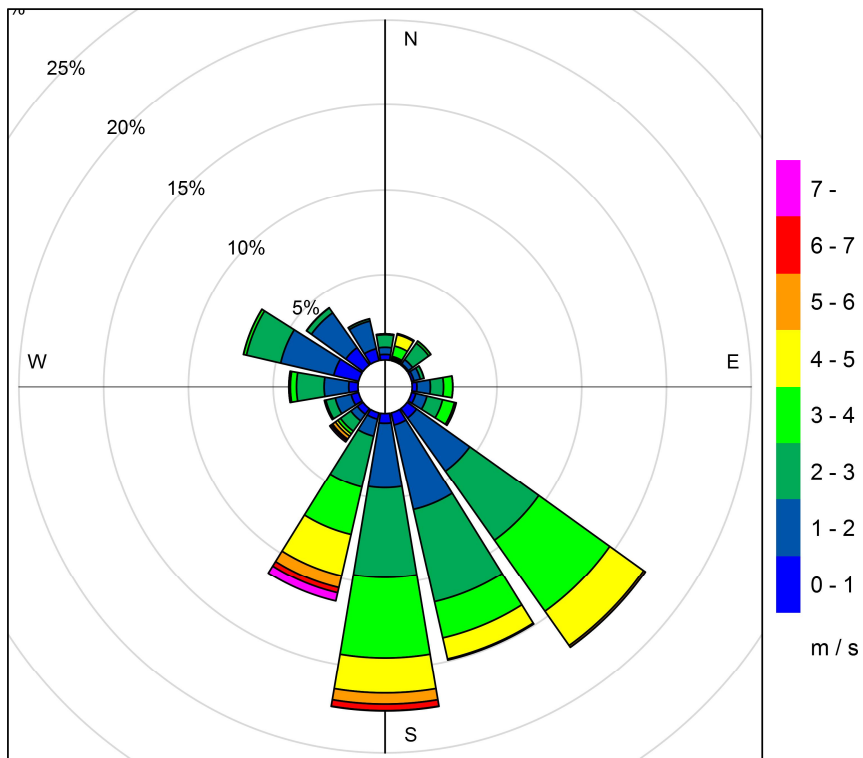
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Päiväys
Rakennuskohteen nimi ja osoite Boliden Kevitsa Mining Oy Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailu			Piirustuksen sisältö Laskeuman tarkkailupisteet Mittakaava 1:60 000 (A3)	
		Suunn.ala YMP		Työnro 1510022875
Ramboll Niemenkatu 73 15140 LAHTI puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		Piirustusnro		Tiedosto Muutos
hyv.		piir. PIVK	suunn. A.Hakala	pvm 1.12.2016

LIITE 2
TUULITIEDOT KUUKAUSITTAIN ILMATIETEEN LAITOKSEN
SODANKYLÄN ASEMAN MUKAAN, AVOIN DATA-PELVELU

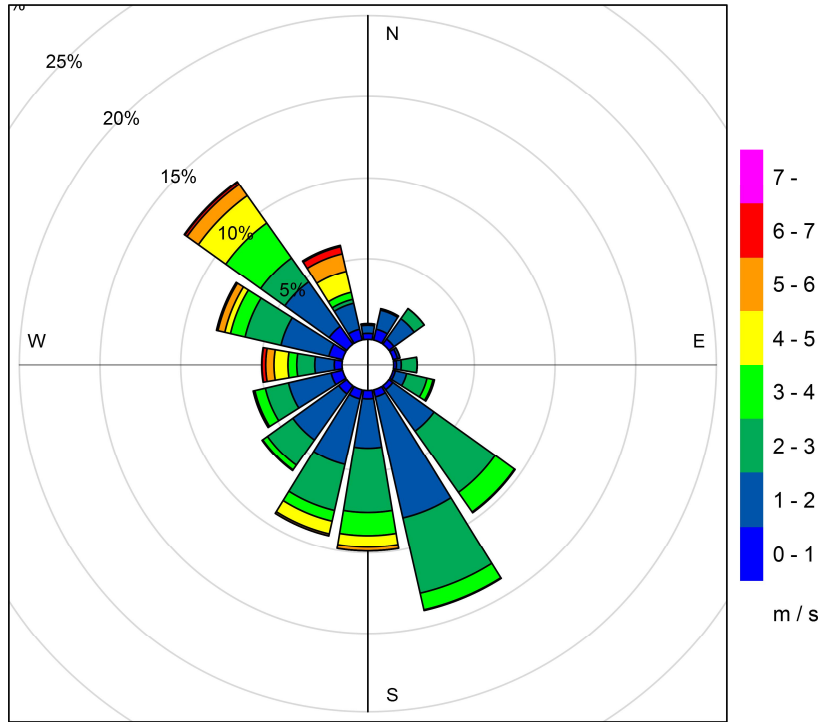
Keräysjakso 30.12.2015-26.1.2016



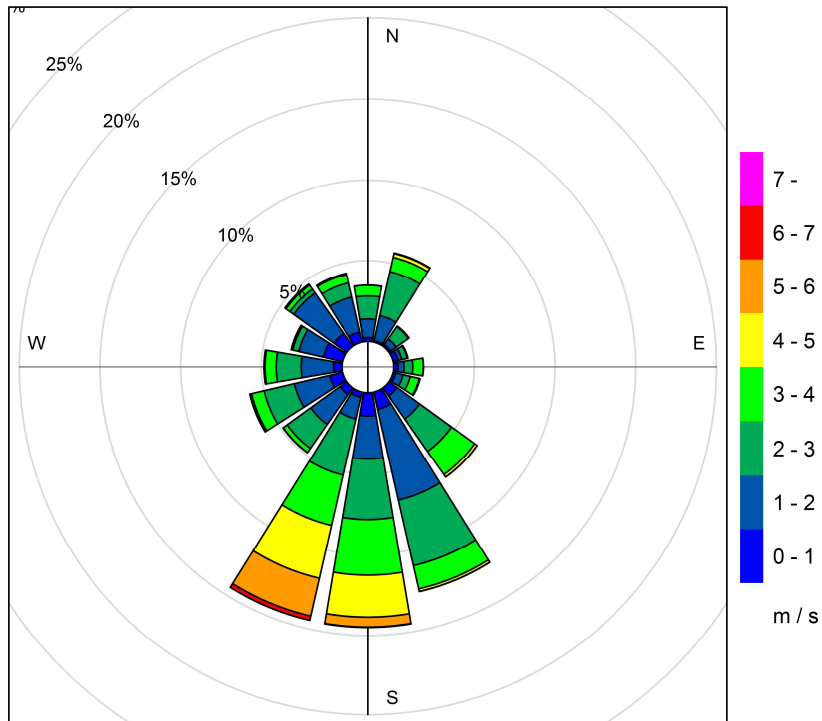
Keräysjakso 26.1.-23.2.2016



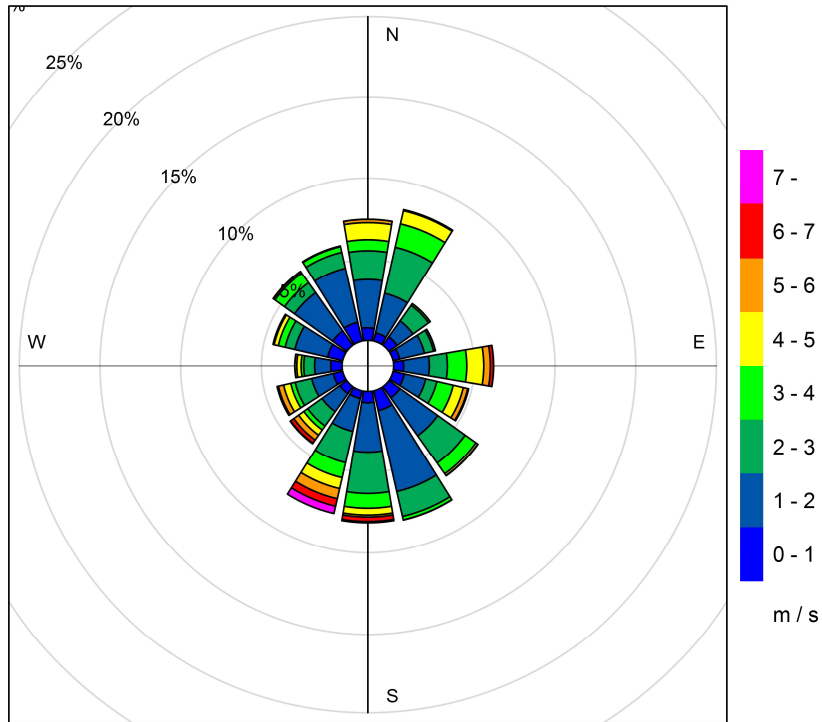
Keräysjakso 23.2.–22.3.2016



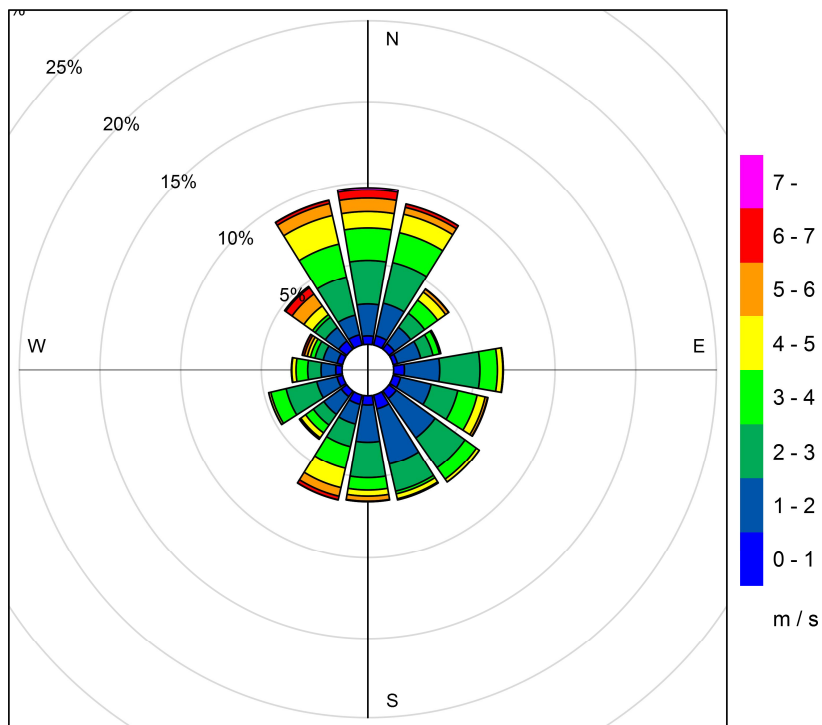
Keräysjakso 22.3.–19.4.2016



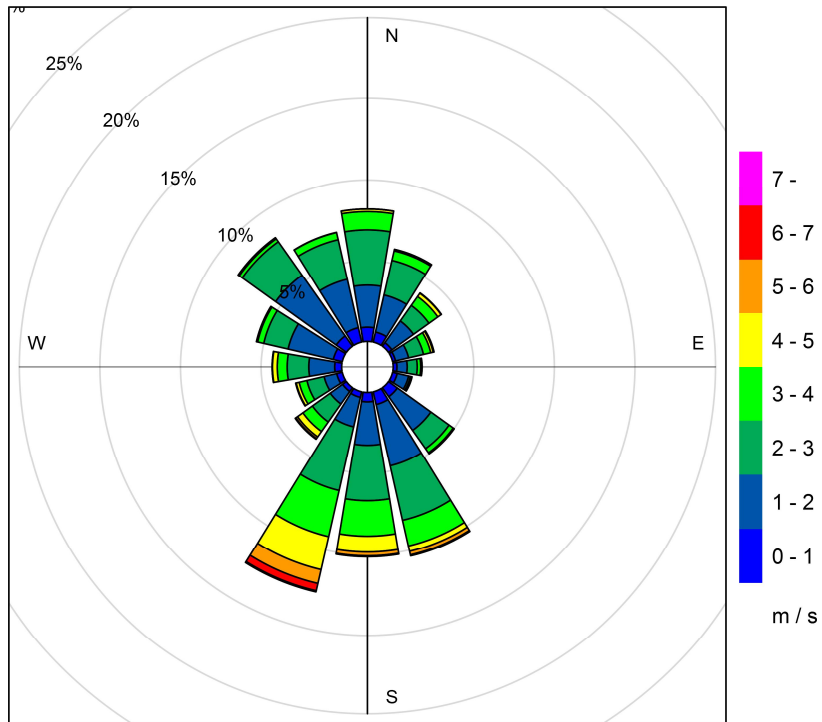
Keräysjakso 19.4.–19.5.2016



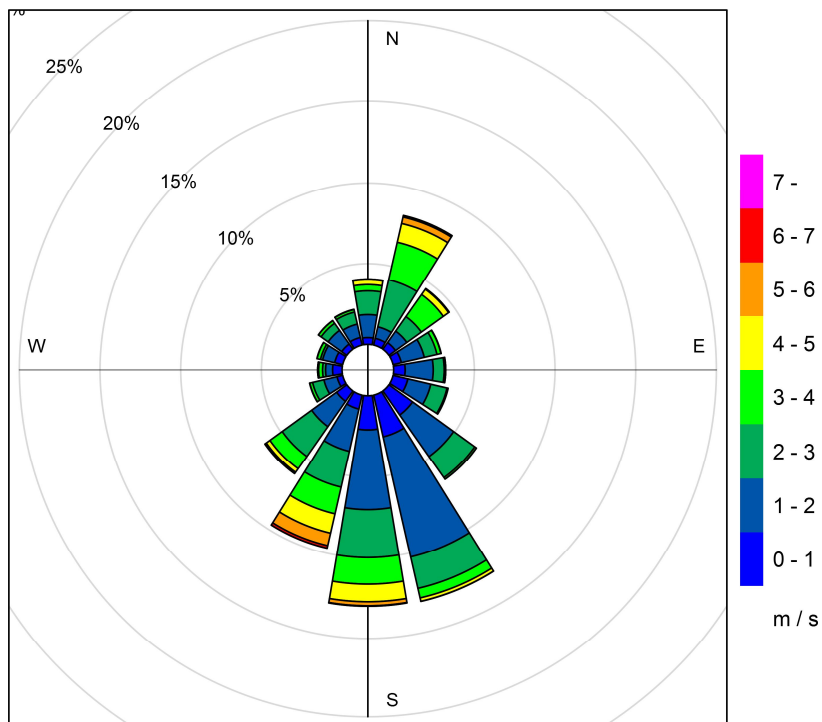
Keräysjakso 19.5.–20.6.2016



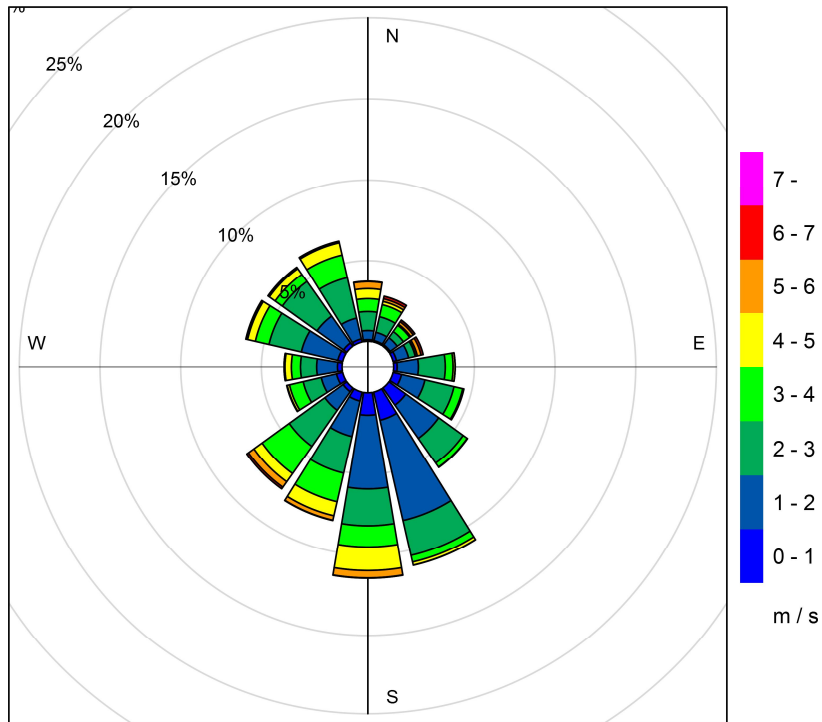
Keräysjakso 20.6.–19.7.2016, kaksi 14 vrk keräysjaksoa



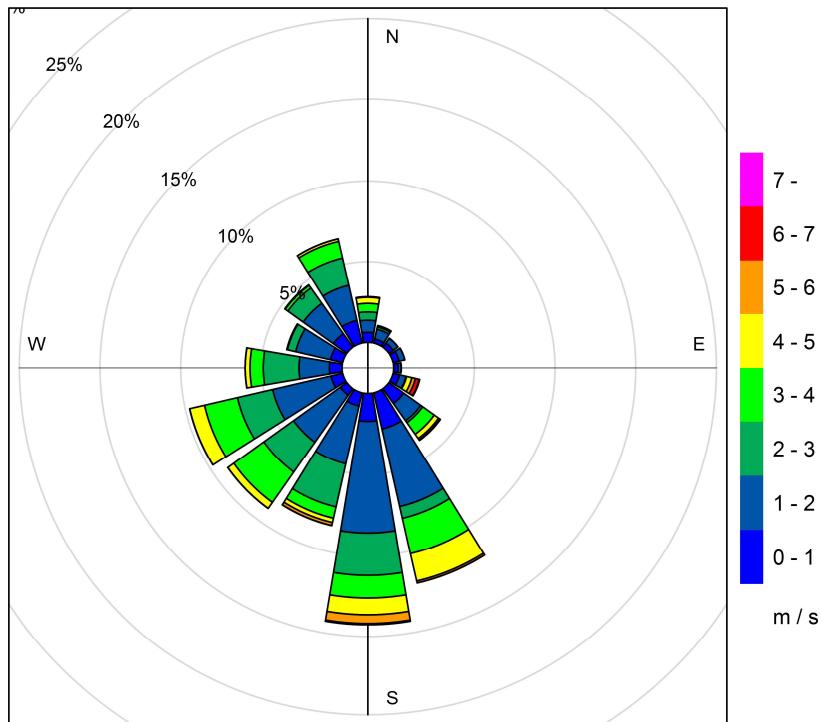
Keräysjakso 19.7.–17.8.2016, kaksi 14 vrk keräysjaksoa



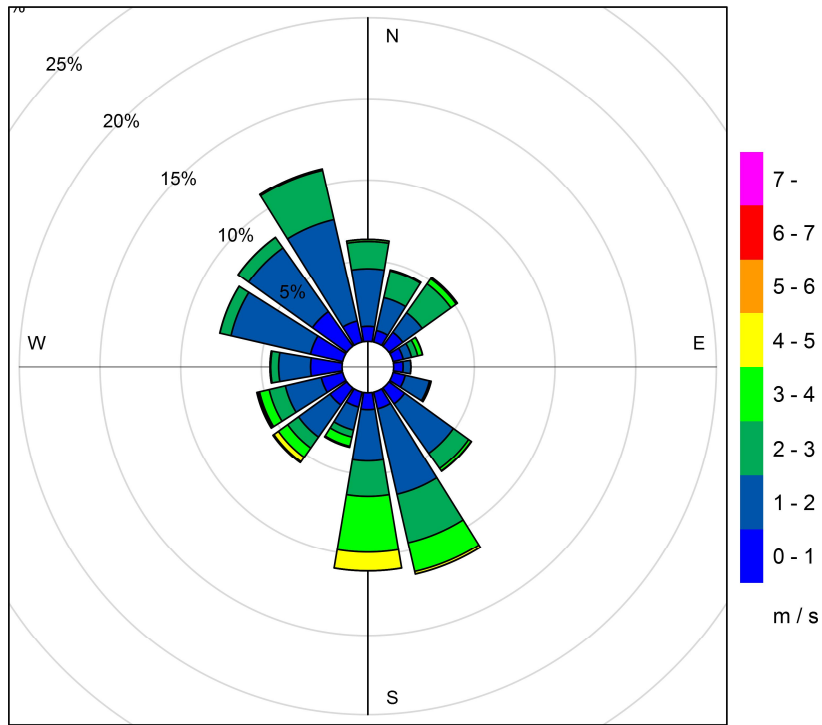
Keräysjakso 17.8.–14.9.2016



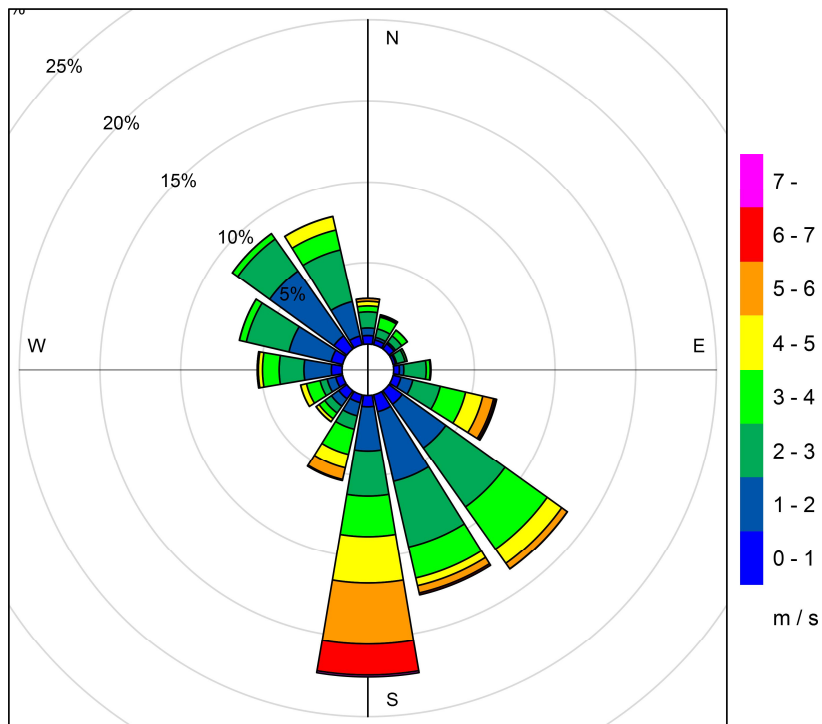
Keräysjakso 14.9.–12.10.2016



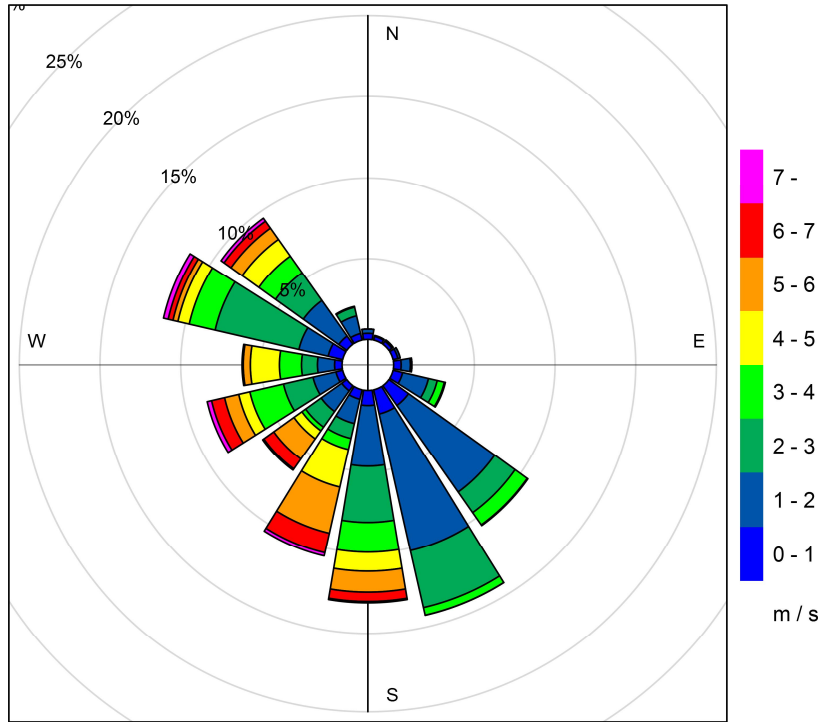
Keräysjakso 12.10.–9.11.2016



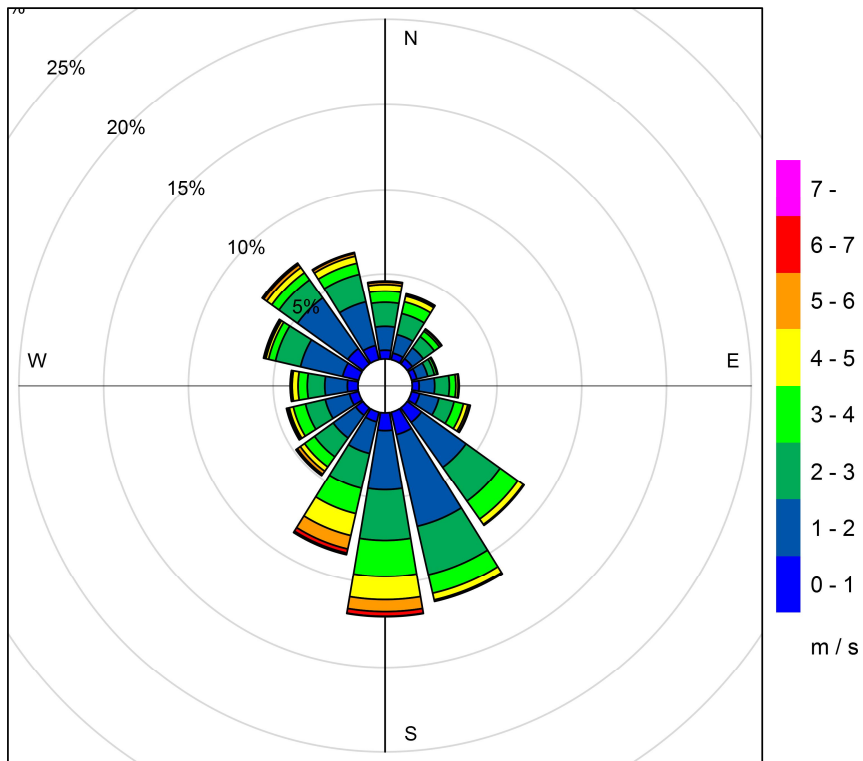
Keräysjakso 9.11.–8.12.2016



Keräysjakso 8.12.–1.1.2017

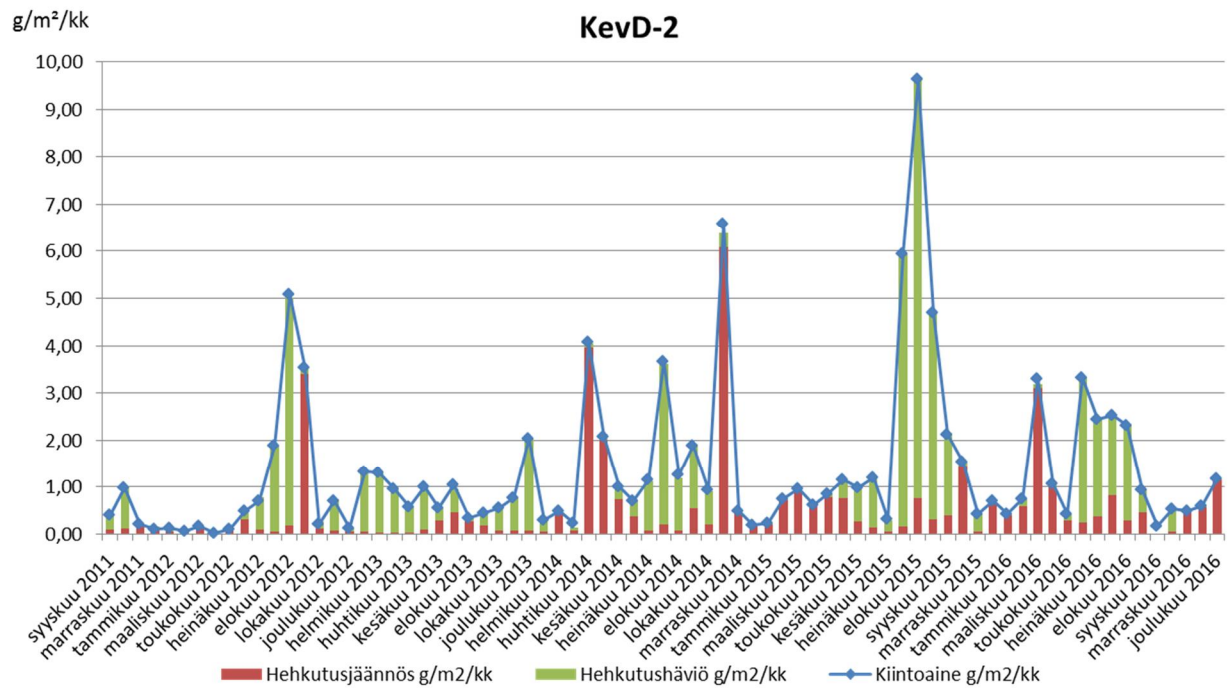
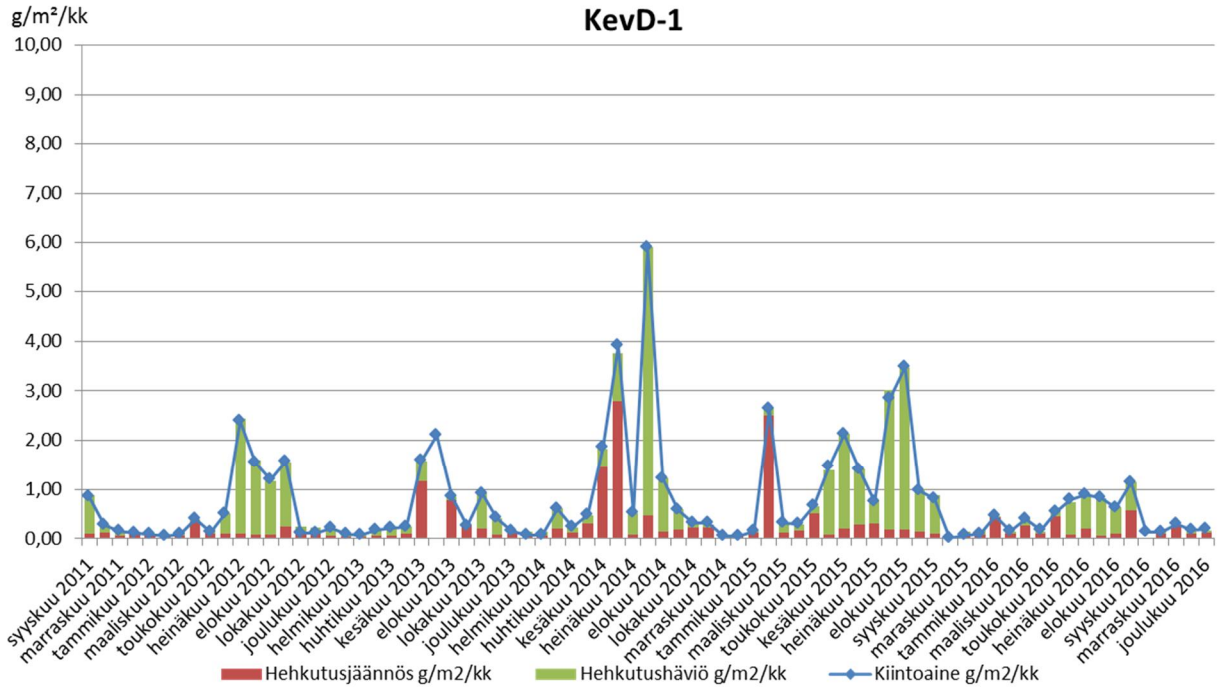


Koko vuosi



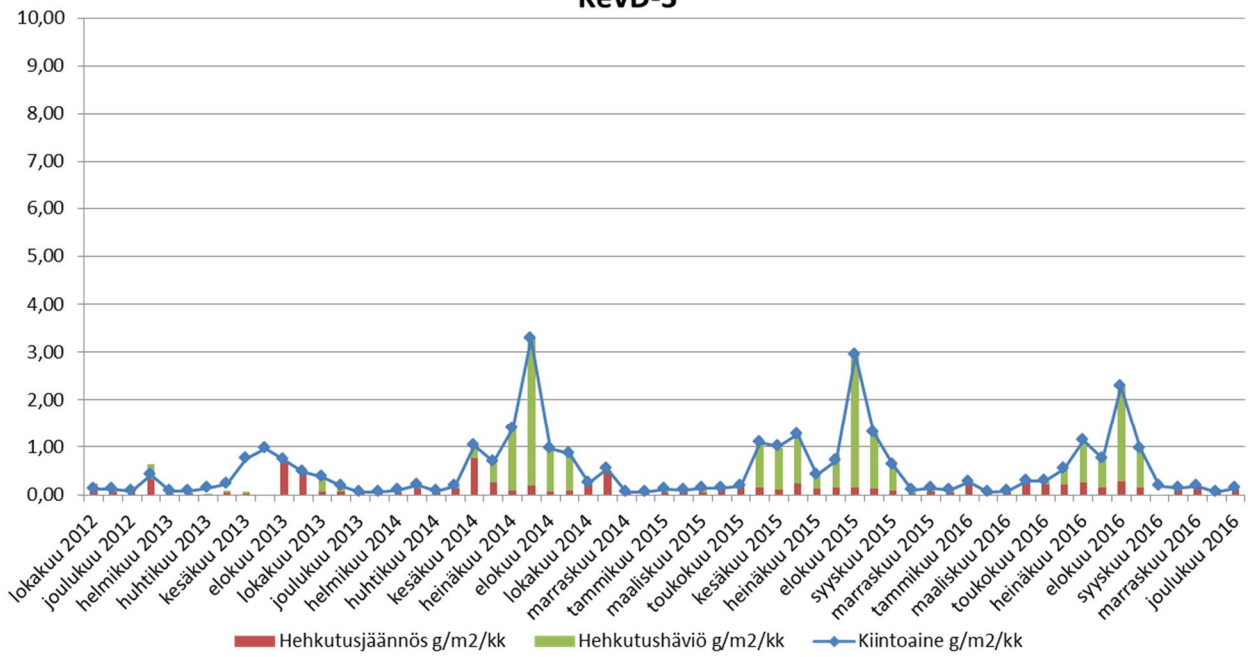
LIITE 3
PÖLYLASKEUMATARKKAILUN TULOSTAULUKKO

LIITE 4
KIINTOAINE LASKEUMAKUVAAJAT TARKKAILUPISTEITTÄIN



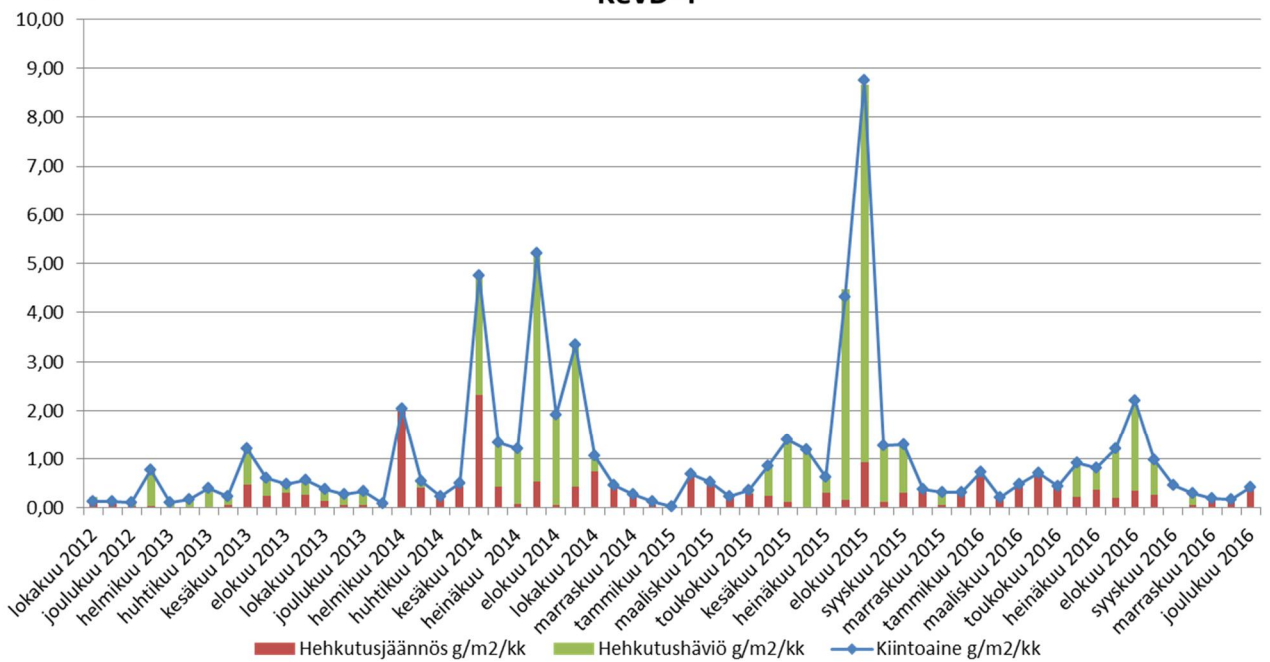
g/m²/kk

KevD-3



g/m²/kk

KevD-4



LIITE 5
LABORATORION MITTAUSEPÄVARMUUDET


Ramboll Analytics T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

Boliden Kevitsa Mining Oy

5.10.2016/pj

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
RA2001	Alkaliniteetti	SFS-EN ISO 9963-1	0,020 mmol/l	10 % (>0,1 mmol/l) ±0,01 mmol/l (<0,1 mmol/l)	KYLLÄ
RA2046	Ammoniumtyppi (spektro.)	SFS 3032	4 µg/l	15 % (>20 µg/l) 25 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA2034	Ammoniumtyppi (tisl.)	SFS 5505	1,5 mg/l	20 % (>10 mg/l) 25 % (<10 µg/l)	KYLLÄ
RA2006	BOD7	SFS-EN 1899-2	2 mg/l	20 %	KYLLÄ
RA2006	BOD7 ATU	SFS-EN 1899-1	3 mg/l	20 %	KYLLÄ
RA2011	CODCr	SFS 5504, ISO 15705		12 % (>500 mg/l) 15 % (<500 mg/l)	KYLLÄ
RA2012	CODMn	SFS 3036	0,5 mgO2/l	10 % (>2 mgO2/l) 20 % (<2 mgO2/l)	KYLLÄ
RA2007	DOC	SFS-EN 1484	1,0 mg/l	15 % (>2 mg/l) 35 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
RA5002	Fekaaliset koliformiset bakteerit	SFS 4088:2001	0 pmy/100ml		KYLLÄ
RA2010	Fosfaattifosfori (PO4-P), kokonais-	kumottu SFS 3025	2 µg/l	10 % (>50 µg/l) 15 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2010	Fosfaattifosfori (PO4-P), liuennut	kumottu SFS 3025	2 µg/l	10 % (>50 µg/l) 15 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2009	Fosfori, kokonais- (Ganimede)	SFS-EN ISO 6878	20 µg/l	19 % (>50 µg/l) 24 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2008	Fosfori, kokonais- (spektro.)	SFS-EN ISO 6878	2 µg/l	11 % (>25 µg/l) 15 % (<25 µg/l)	KYLLÄ
RA2002	Hapen kyllästysprosentti	SFS-EN 25813	2,0 %	15 %	EI
RA2002	Happipitoisuus (potentiometrinen titraus)	SFS-EN 25813	0,2 mg O2/l	10 % (>2 mg/l) 20 % (<2 mg/l)	KYLLÄ
RA4019	Öljyhiilivedyt (mineraaliöljyt C10-C40)	mod .SFS-EN ISO 9377-2	0,05 mg/l	26 %	KYLLÄ
RA2029	Kiintoaine, jätevesi (A-suodatin)	SFS-EN 872	2,0 mg/l	17 %	KYLLÄ
RA2029	Kiintoaine, vesistövesi (C-suodatin)	SFS-EN 872	2,0 mg/l	15 %	KYLLÄ
RA4016	Kiintoaineen hehkutushäviö 550 °C	SFS-EN 872 + SFS 3008	2,0 mg/l	22 %	EI
RA4016	Kiintoaineen hehkutusjäännös 550 °C	SFS-EN 872 + SFS 3008	2,0 mg/l	22 %	EI
RA2018	Kloridi	SFS-EN ISO 10304-1	0,5 mg/l	10 % (>5,0 mg/l) 20 % (<5,0 mg/l)	KYLLÄ
RA2031	klorofylli	SFS 5772	1 µg/l	20 %	EI
RA2035	Nitraattityppi (NO3-N), FIA	SFS-EN ISO 13395	jätevedet 100 µg/l muut vedet 4,0 µg/l	20 % (>50 µg/l) 25 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2018	Nitraattityppi (NO3-N), IC	SFS-EN ISO 10304-1	0,25 mg/l	15 % (>1,25 mg/l) 25 % (<1,25 mg/l)	KYLLÄ
RA2035	Nitriittityppi (NO2-N), FIA	SFS-EN ISO 13395	jätevedet 100 µg/l muut vedet 2 µg/l	11 % (>10 µg/l) 20 % (<10 µg/l)	KYLLÄ
RA2018	Nitriittityppi (NO2-N), IC	SFS-EN ISO 10304-1	0,02 mg/l	25 %	KYLLÄ
RA2035	Nitraatti- ja nitriittityypen summa (NO2-N + NO3-N), FIA	SFS-EN ISO 13395	jätevedet 100 µg/l muut vedet 4,0 µg/l	20 % (>50 µg/l) 25 % (<50 µg/l)	KYLLÄ
RA2000	pH	ISO 10523, SFS 3021	± 0,2 yks. 3 %		KYLLÄ
RA2077	Redox-potentiaali	Sis. Men.	-	25 %	EI
RA2024	sameus	SFS-EN ISO 7027	0,20 FTU	10 % (>10 FTU) 15 % (<10 FTU)	KYLLÄ
RA2018	Sulfaatti	SFS-EN ISO 10304-1	0,5 mg/l	15 % (>20 mg/l) 25 % (<20 mg/l)	KYLLÄ
RA2013	sähkönjohtavuus	SFS-EN 27888	0,1 mS/m	5 % (>4 mS/m) 10 % (<4 mS/m)	KYLLÄ
RA2018	Tiosulfaatti	SFS-EN ISO 10304-3:1998	5 mg/l	20 %	KYLLÄ
RA2007	TOC	SFS-EN 1484	1,0 mg/l (arvittaessa 0,5 mg/l)	55 % (0,5-1,0 mg/l) 24 % (1,0-2,0 mg/l) 13 % (>2,0 mg/l)	KYLLÄ
RA5217	Toksisuus, levätesti	Inhibiititesti (OECD 201 ja SFS-EN ISO 8692), <i>Selenastrum capricornutum</i>			EI
RA5218	Toksisuus, valobakteeritesti	ISO 11348-3, <i>Vibrio fischeri</i>			EI
RA5216	Toksisuus, vesikirpputesti	Akuutti toksisuus (OECD 202 ja ISO 6341 mod.), <i>Daphnia magna</i>			EI

Ramboll Analytics T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

Boliden Kevitsa Mining Oy

5.10.2016/pj

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
RA2004	Typpi, kokonais-, FIA	SFS-EN ISO 11905-1	50 µg/l	25 % (50-70 µg/l) 15 % (70-250 µg/l) 12 % (>250 µg/l)	KYLLÄ

Ramboll Analytics T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

Boliden Kevitsa Mining Oy

5.10.2016/pj

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
RA2087	Typpi, kokonais-N, Gallery	ISO 15923-1, Epa Method 353.1	50 µg/l	15 % (>70 µg/l) 15-20 % (50-70 µg/l)	KYLLÄ
RA2085	Typpi, kokonais-N, CFA	SFS-EN ISO 11905-2	50 µg/l	10 µg/l (50-70 µg/l) 15 % (>70 µg/l)	KYLLÄ
RA2003	Typpi, kokonais-N, Ganimede-N	Mod. SFS-EN ISO 11905-1	100 µg/l	22 % (>500 µg/l) 30 % (<500 µg/l)	KYLLÄ
RA2021	Typpi, kokonais-N, Kjeldahl	SFS 5505	2,0 mg/l	15 % (>5 mg/l) 25 % (<5 mg/l)	KYLLÄ
RA2014	Väriiluku	SFS-EN ISO 7887	5 mg/l Pt	20 %	KYLLÄ
Alkuaineet					
RA3000	Alumiini, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Antimoni	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (2-20 µg/l) 19 % (<2 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Arseeni	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (2-20 µg/l) 19 % (<2 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Barium	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Beryllium	SFS-EN ISO 17294-2	0,2 µg/l	15 % (>2 µg/l) 17 % (1-2 µg/l) 25 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Boori	SFS-EN ISO 17294-2	20 µg/l	16 % (>200 µg/l) 19 % (<200 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Bromi	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	25 %	EI
RA3000	Elohopea	SFS-EN ISO 17294-2	0,02 µg/l	15 % (>1 µg/l) 25 % (0,05-1 µg/l) 40 % (>0,02 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Fosfori, ICP-MS	SFS-EN ISO 17294-2	2 µg/l	15 % (>10 µg/l) ±1,5 (<10 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Fosfori, ICP-MS (jätevesi)	SFS-EN ISO 17294-2, SFS-EN ISO 15587 (1-2)	20 µg/l	15 % (>10 µg/l) ±1,5 (<10 µg/l) 17 % (1-2 µg/l) 25 % (0,2-1 µg/l) 30 % (>0,03 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kadmium	SFS-EN ISO 17294-2	0,03 µg/l	15 % (>4000 µg/l) 17 % (400-4000 µg/l) 19 % (<400 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kalium	SFS-EN ISO 17294-2	100 µg/l	15 % (>4000 µg/l) 17 % (400-4000 µg/l) 19 % (<400 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kalsium	SFS-EN ISO 17294-2	100 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kromi	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	16 % (>20 µg/l) 20 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Kupari	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (1-20 µg/l) 19 % (<1 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Lyijy	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	16 % (>4 mg/l) 19 % (<4 mg/l)	KYLLÄ
RA3000	Magnesium	SFS-EN ISO 17294-2	50 µg/l	15 % (>20 µg/l) 18 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Mangaani	SFS-EN ISO 17294-2	2 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Molybdeeni	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>4000 µg/l) 17 % (400-4000 µg/l) 19 % (<400 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Natrium	SFS-EN ISO 17294-2	100 µg/l	15 % (>20 µg/l) 18 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Nikkeli	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	17 % (>200 µg/l) 20 % (>10 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Rauta	SFS-EN ISO 17294-2	10 µg/l	25 %	EI
RA3000	Rikki	SFS-EN ISO 17294-2	500 µg/l		

Ramboll Analytics T039: Menetelmät ja mittausepävarmuudet

Päivitetty

Boliden Kevitsa Mining Oy

5.10.2016/pj

Koodi	Analyysi	Menetelmä	Määrittäysraja	Mittausepävarmuus (ME %)	Akkreditointi
RA3000	Seleeni	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>200 µg/l) 17 % (20-200 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Sinkki	SFS-EN ISO 17294-2	5 µg/l	16 % (>200 µg/l) 19 % (20-200 µg/l) 25 % (>5 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Tina	SFS-EN ISO 17294-2	0,5 µg/l	15 % (>20 µg/l) 17 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3000	Titaani	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	EI
RA3000	Vanadiini	SFS-EN ISO 17294-2	1 µg/l	15 % (>20 µg/l) 19 % (<20 µg/l)	KYLLÄ
RA3004	Kokonaiskovuus	sisäinen menetelmä (SFS 3003, muunneltu)	0,005 mmol/l	15 % (>0,27 mmol/l) 17 % (0,027-0,27 mmol/l) 19 % (>0,005 mmol/l)	KYLLÄ

LIITE 6
KOKONAISEPÄVARMUUDEN ARVIOINTI

Paikka	Tunnus	N/R/V	Keruun aloitus	Keruun lopetus	pH	Sähkön- johtavuus mS/m	Kiinto- aine (GF/C) mg/l	pH	Sähkön- johtavuus	Kiinto- aine (GF/C)	hajonnan osuus rinnakkaisten määritysten keskiarvosta			
											%	%	%	
KevD-1	QKevD-1_L0	N	22.6.2016	22.6.2016	6,1	0,48	2,4							
KevD-2	QKevD-2_LR0	N	13.10.2016	13.10.2016	6,9	0,64	<2,0							
KevD-3	QKevD-3_L0	N	13.10.2016	13.10.2016	5,7	<0,1	<2,0							
KevD-3	QKevD-3_L0	N	9.11.2016	9.11.2016	6	0,14	<2,0							
KevD-1	QKevD-1_L0	N	8.12.2016	8.12.2016	5,9	0,15	<2,0							
KevD-3	KevD-3	V	17.8.2016	14.9.2016	6,4	0,36	3,6	keskihajonta	0,26	0,31	1,40	4,0 %	48,9 %	65,8 %
KevD-3	QKevD-3_LR1	R	17.8.2016	14.9.2016	6,5	0,57	2	keskiarvo	6,60	0,63	2,13			
KevD-3	QKevD-3_LR2	R	17.8.2016	14.9.2016	6,9	0,97	0,8							
KevD-2	KevD-2	V	14.9.2016	13.10.2016	6,7	0,63	12	keskihajonta	0,17	0,23	2,60	2,7 %	65,0 %	28,9 %
KevD-2	QKevD-2_LR1	R	14.9.2016	13.10.2016	6,4	0,22	7,4	keskiarvo	6,50	0,36	9,00			
KevD-2	QKevD-2_LR2	R	14.9.2016	13.10.2016	6,4	0,23	7,6							
KevD-3	KevD-3	V	13.10.2016	9.11.2016	6,3	0,52	3,3	keskihajonta	0,32	0,18	0,07	5,2 %	49,0 %	2,1 %
KevD-3	QKevD-3_LR1	R	13.10.2016	9.11.2016	5,8	0,17	2	keskiarvo	6,17	0,36	3,35			
KevD-3	QKevD-3_LR2	R	13.10.2016	9.11.2016	6,4	0,4	3,4							
KevD-3	KevD-3	V	9.11.2016	8.12.2016	5,9	0,53	6,2	keskihajonta	0,10	0,07	0,85	1,7 %	12,5 %	12,0 %
KevD-3	QKevD-3_LR1	R	9.11.2016	8.12.2016	6,1	0,64	7,2	keskiarvo	6,00	0,56	7,10			
KevD-3	QKevD-3_LR2	R	9.11.2016	8.12.2016	6	0,51	7,9							
KevD-1	KevD-1	V	8.12.2016		6,3	0,47	3,5	keskihajonta	0,44	0,06	0,72	7,5 %	14,3 %	18,7 %
KevD-1	QKevD-1_R1	R	8.12.2016		5,6	0,37	3,4	keskiarvo	5,80	0,40	3,87			
KevD-1	QKevD-1_R2	R	8.12.2016		5,5	0,37	4,7							