

Vastaanottaja  
**Vuolijoen Metsästysseura ry**

Asiakirjatyyppi  
**Tutkimusraportti**

Päivämäärä  
**16.10.2018**

# HONKAMÄEN TOIMINTAKESKUS MAAPERÄ- JA VESITUTKIMUKSET **TUTKIMUSRAPORTTI JA RISKINARVIO**



**HONKAMÄEN TOIMINTAKESKUS  
MAAPERÄ- JA VESITUTKIMUKSET  
TUTKIMUSRAPORTTI JA RISKINARVIO**

Päivämäärä **16.10.2018**  
Laatija **Pauliina Salonen, Ramboll Finland Oy**  
Tarkastaja **Hanna Tolvanen, Ramboll Finland Oy**  
Hyväksyjä  
Kuvaus **Honkamäen toimintakeskus  
Maaperä- ja vesitutkimukset,  
tutkimusraportti ja riskinarvio**

Viite 1510042256-007

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>KOHDE</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET</b>	<b>1</b>
3.1	Tutkimukset	1
3.2	Analyysit	1
3.3	Tulokset	2
<b>4.</b>	<b>HAITTA-AINEPITOISUUKSIEN VERTAILU</b>	<b>2</b>
4.1	Maaperän haitta-ainepitoisuuksien vertailuarvot	2
4.2	Maaperän pilaantuneisuus	3
4.3	Pintaveden pilaantuneisuus	3
4.4	Pohjaveden pilaantuneisuus	4
<b>5.</b>	<b>RISKINARVIOINTI</b>	<b>4</b>
5.1	Tavoitteet	4
5.2	Tarkasteltavat haitta-aineet	4
5.3	Käsitteellinen malli	4
5.4	Kulkeutumisriskien arviointi	5
5.5	Terveysriskien arviointi	5
5.6	Ekologisten riskien arviointi	6
5.7	Epävarmuustekijät	6
5.8	Johtopäätökset	6
<b>6.</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>7</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Sijaintikartta

### Liite 2

Tutkimuspistekartta

### Liite 3

Yhteenveto näytteistä ja analyyseistä

### Liite 4

Laboratorion tutkimustodistus

### Liite 5

Valokuvia

### Liite 6

Haitta-aineiden ominaisuuksia

### Liite 7

Altistumisen laskennallinen tarkastelu

## 1. JOHDANTO

Vuolijoen Metsästysseura ry suunnittelee ja hakee ympäristölupaa Honkamäen toimintakeskukselle, joka sisältää mm. ampumaharrastustoimintaa sekä sen tukitoimintoja.

Toimintakeskushankkeen suunnittelualueella toimii nykyisin pienimuotoinen Honkamäen ampumarata, jossa harjoitetaan kivääri- ja haulikkoammuntaa kolmella rata-alueella. Ramboll Finland Oy on toteuttanut maaperä- sekä pinta- ja pohjavesitutkimukset hankealueen ympäristön nykytilan selvittämiseksi kesäkuussa 2018.

## 2. KOHDE

Honkamäen ampumarata sijaitsee noin 6 kilometriä Vuolijoen keskustasta lounaaseen, kiinteistöllä 205-416-15-32. Kiinteistön omistaa Vuolijoen Metsästysseura ry. Ampumaradalla on nykyisin käytössä haulikkorata (skeet), luotiaserata sekä pienoiskiväärirata.

Ampumarata sijaitsee osittain vedenhankintaa varten tärkeäksi luokitellulla pohjavesialueella (Hautakangas 1194001). Lähin pohjaveden pumppaamo sijaitsee noin 950 metriä ampumaradalta koilliseen, mutta ei tiettävästi ole käytössä (liite 5, valokuva 4). Lähin pintavesistö on lähimmillään noin 8,5 kilometrin päässä ampumaradalta koilliseen sijaitseva Oulujärvi.

Kohteen sijainti on esitetty liitteessä 1.

## 3. YMPÄRISTÖTUTKIMUKSET

### 3.1 Tutkimukset

Maaperä- sekä pinta- ja pohjavesitutkimukset toteutettiin maastokatselmuksen yhteydessä 6.6.2018. Maaperänäytteet otettiin haulikkoradalta, haulien todennäköiseltä laskeutumisalueelta. Pintavesinäytteet otettiin haulikkoradan kokoojaojista, ja pohjavesinäyte vanhalta pumppaamolta.

Maaperänäytteiden ottopaikaksi valittiin haulikkorata-alueen ampumapaikoilta 2 ja 4 lähtevät linjat, jonne haulit näiltä paikoilta ammuttaessa laskeutuvat. Ampumapaikat 2 ja 4 valittiin perustuen arvioon siitä, miltä ampumapaikalta merkittävin osa laukauksista ammutaan. Ampumapaikan 2 edustalla havaittiin suurin määrä ammuttotoiminnan seurauksena jääneitä roskia/hylsyjä, mikä myös viittaa runsaimpaan käyttöön.

Pohjaveden pumppaamon sijainti on esitetty liitteenä 1 olevassa sijaintikartassa. Ampumarata-alueen tutkimuspisteiden sijainti on esitetty liitteenä 2 olevassa tutkimuspistekartassa.

### 3.2 Analyysit

Kaikista näytteistä tehtiin haitta-aineiden ja/tai jätejakeiden esiintymistä koskevat aistinvaraiset havainnot (haju, ulkonäkö). Lisäksi maanäytteistä tehtiin maalajia koskevat havainnot.

Maanäytteistä määritettiin raskasmetallien pitoisuudet XRF -kenttäanalysaattorilla (Olympus Innov-X). Kenttämittausten varmentamiseksi raskasmetallien pitoisuus analysoitiin kolmesta maanäytteestä SYNLAB Analytics & Services Finland Oy:n akkreditoidussa laboratorioissa.

Pintavesinäytteistä määritettiin SYNLAB Analytics & Services Oy:n akkreditoitussa laboratoriossa pH, sähkönjohtavuus, kalsiumpitoisuus, DOC ja liukoiset raskasmetallit. Pohjavesinäytteestä määritettiin pH, sähkönjohtavuus sekä liukoiset raskasmetallit.

### 3.3 Tulokset

XRF-kenttäanalyyseissa havaittiin kohonneita lyijypitoisuuksia (90 – 3532 mg/kg) tutkimuspisteissä MN1, MN2 ja MN6. Lisäksi havaittiin kohonneita arseenipitoisuuksia (5,1 – 226 mg/kg) tutkimuspisteissä MN1, MN2, MN3, MN4 ja MN6. Kohonneet metallipitoisuudet sijoittuvat pääasiassa tutkimuspisteiden pintamaan alapuoliseen maaperään ja sijoittuvat tehdyille tutkimuslinjoille karttaliitteen 2 mukaisesti.

Varmentavissa laboratorioanalyyseissa kaikissa analysoiduissa maanäytteissä (MN1, MN2, MN6) todettiin kohonneita lyijy- sekä antimonipitoisuuksia. Lisäksi näytteessä MN6 todettiin kohonnut arseenipitoisuus.

Suurimmat lyijy-, antimoni- ja arseenipitoisuudet todettiin tutkimuspisteessä MN6, joka sijoittuu ampumapaikan 2 linjan mukaiselle keskeiselle haulien laskeuma-alueelle (liite 2). Tämä on myös alue, jonne on arvioitu ammuttavan eniten laukauksia.

Pintavesinäytteessä VN1 todettiin laboratorioanalyyseissa kohonnut lyijypitoisuus (7,2 µg/l). Muutoin pintavesinäytteissä todetut pitoisuudet olivat pieniä, tai alittivat laboratorion määrittämissä raja-arvoissa. Pohjavesinäytteestä määritetyt haitta-aineiden pitoisuudet alittivat pääasiassa laboratorion määrittämissä raja-arvoissa.

Yhteenveto näytteitä koskevista havainnoista ja tuloksista on esitetty liitteessä 3. Laboratorion analyysiraportit on esitetty liitteessä 4. Maanäytteiden MN2 ja MN6 laboratorioanalyysien suuren hehkutushäviön vuoksi lyijypitoisuudet on laskennallisesti määritetty myös näytteen tuorepainoa kohden.

## 4. HAITTA-AINEPITOISUUKSIEN VERTAILU

### 4.1 Maaperän haitta-ainepitoisuuksien vertailuarvot

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin perusteet on esitetty valtioneuvoston asetuksessa 214/2007. Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen määrittelyyn tulee perustua arvioon maaperässä olevien haitallisten aineiden aiheuttamasta vaarasta tai haitasta terveydelle ja ympäristölle. Asetuksen liitteessä on arvioinnin apuna käytettävät, viimeisimpään kansainväliseen tutkimustietouteen perustuvat, kynnys- ja ohjearvot (ylempi ja alempi ohjearvo) noin 50:lle maaperänsuojelun kannalta olennaiselle haitalliselle aineelle/aineryhmälle.

Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on arvioitava, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus maaperässä ylittää asetuksessa säädetyn kynnysarvon tai alueen luontaisen taustapitoisuuden, mikäli se on suurempi kuin kynnysarvo. Teollisuus-, varasto-, liikenne- tai muulla vastaavalla alueella maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, jos yhden tai useamman haitallisen aineen pitoisuus ylittää asetuksen liitteessä esitetyn ylempään ohjearvon. Muilla alueilla sovelletaan pääsääntöisesti alempia ohjearvoja. Tässä kohteessa pilaantuneisuuden perusarvioinnin viitearvona pidetään lähtökohtaisesti alempia ohjearvoja. Asetuksen mukaiset kynnys- ja ohjearvot tässä kohteessa määritettyjen haitta-aineiden osalta on esitetty liitteen 3 yhteenvetotaulukossa.

## 4.2 Maaperän pilaantuneisuus

Laboratorioanalyysissä todettiin vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävä lyijypitoisuus tutkimuspisteessä MN6 (5750 mg/kg tuorepainoa kohden). Lisäksi lyijypitoisuus ylitti ylemmän ohjearvon tutkimuspisteessä MN2 (1100 mg/kg) ja kynnysarvon tutkimuspisteessä MN1 (78 mg/kg). Antimoni- pitoisuus ylitti tutkimuspisteessä MN6 ylemmän ohjearvon, tutkimuspisteessä MN2 alemman ohjearvon sekä tutkimuspisteessä MN1 kynnysarvon. Lisäksi arseenipitoisuus ylitti alemman ohjearvon tutkimuspisteessä MN6.

Muutoin todetut haitta-aineiden pitoisuudet olivat hyvin pieniä tai alittivat laboratorion määrittämisraajat.

## 4.3 Pintaveden pilaantuneisuus

Pintaveden pilaantuneisuuden arviointiin on käytetty valtioneuvoston asetusta 1308/2015 vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista. Asetuksessa määritetyt ympäristölaatu- normit koskevat kuitenkin sisämaanpintavesistöjä, eikä ojavesistä otettujen pintavesinäytteiden tuloksia siten voida suoraan verrata ympäristölaatu- normeihin. Lisäksi lyijyn ja nikkelin osalta asetuksen mukainen ympäristölaatu- normi on asetettu biosaatavalle pitoisuudelle.

Pintavesinäytteessä VN1 todettiin laboratorioanalyysissä lyijypitoisuus 7,2 µg/l, mikä ylittää VNa 1308/2015 mukaisen biosaatavalle lyijylle annetun ympäristölaatu- normin vuosikeskiarvon 1,2 µg/l (AA-EQS). Todettu lyijypitoisuus 7,2 µg/l kuitenkin alittaa liukoiselle lyijylle annetun sallitun enimmäispitoisuuden 14 µg/l (MAC-EQS). Pintavesinäytteessä VN2 havaitut pitoisuudet olivat pieniä tai alittivat laboratorion määrittämisraajat.

Pintavedestä analysoidun lyijyn liukoisen pitoisuuden ylittäessä vuosikeskiarvoon ja biosaatavuuteen perustuvan ympäristölaatu- normin (1,2 µg/l) tulee raskasmetallien liukoisten pitoisuuksien sekä taustamuuttujien avulla määrittää lyijyn biosaatava pitoisuus tutkimuspisteessä. Biosaatavan pitoisuuden määrittämiseen on käytetty nk. Bio-Met -laskentatyökalua. Pintavesinäytteille VN1 ja VN2 lasketut raskasmetallien biosaatavat pitoisuudet sekä niiden vertailu ympäristölaatu- normiin on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1. Pintavesinäytteille Bio- Met -työkalun avulla määritetyt metallien biosaatavat pitoisuudet sekä niiden vertailu VNa 1308/2015 mukaisiin ympäristölaatu- normeihin.**

	Kupari Cu µg/l	Nikkeli Ni µg/l	Sinkki Zn µg/l	Lyijy Pb µg/l
Ympäristölaatu- normi VNa 1308/2015 MAC-EQS		34		14
<b>Liukoiset pitoisuudet</b>				
<b>Pintavesinäyte VN1</b>	<b>&lt;0,50</b>	<b>0,25</b>	<b>3,4</b>	<b>7,2</b>
<b>Pintavesinäyte VN2</b>	<b>&lt;0,50</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>&lt;1,4</b>	<b>0,71</b>
Ympäristölaatu- normi VNa 1308/2015 AA-EQS		4		1,2
<b>Biosaatavat pitoisuudet</b>				
<b>Pintavesinäyte VN1</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,19</b>	<b>0,14</b>
<b>Pintavesinäyte VN2</b>	<b>0,09</b>	<b>0,06</b>	<b>0,21</b>	<b>0,08</b>

Raskasmetallien biosaatavat pitoisuudet alittavat VNa 1308/2015 mukaiset ympäristölaatonormit molemmissa pintavesinäytteissä selvästi.

#### 4.4 Pohjaveden pilaantuneisuus

Pohjaveden pilaantuneisuutta on arvioitu sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen talousveden laatuvaatimuksista (STMa 1352/2015) sekä valtioneuvoston asetuksen vesienhoidon järjestämisestä (VNa 1040/2006) avulla.

Laboratorioanalyseissa kaikkien määritettyjen haitta-aineiden pitoisuudet täyttivät tutkituilta osin STMa 1352/2015 mukaiset talousveden laatuvaatimukset sekä alittivat VNa 1040/2006 mukaiset raja-arvot.

## 5. RISKINARVIOINTI

### 5.1 Tavoitteet

Riskinarvioinnin tavoitteena on arvioida Honkamäen haulikkoradan alueen maaperässä esiintyvien metallien ympäristö- ja terveysriskejä. Alueen pilaantuneisuus ja sen puhdistustarve arvioidaan mahdollisten riskien esiintymisen perusteella.

### 5.2 Tarkasteltavat haitta-aineet

Ampumatoiminnan aikana haulikkoradan alueen pintamaakerros on kuormittunut pääasiassa lyijyllä ja antimonilla (ks. kohta 3.3). Haitta-aineiden ominaisuudet on esitetty liitteessä 6.

Haulikkoradalla ammutaan noin 5 000 laukausta vuodessa. Suhteutettuna ammuttavien panosten ja haulien painoihin sekä niiden metallisisältöön, arvioidaan haulikkoradan ampumasektorille ammuttavan vuosittain noin 120 kg lyijyä. Kivääriradoilla arvioidaan ammuttavan yhteensä noin 5 000 laukausta vuodessa, jolloin luotien iskemäkohtiin arvioidaan ammuttavan vuosittain noin 30 kg lyijyä. Haulien ja luotien sisältämän arseenin, antimonin ja kuparin aiheuttama kuormitus on huomattavasti vähäisempää, noin 1 – 4 kg/a. Haulikkoradan maaperätutkimuksissa havaittu lyijyn maksimipitoisuus oli 5750 mg/kg ja antimonin 590 mg/kg.

### 5.3 Käsitteellinen malli

Käsitteellisessä mallissa on esitetty kohteen olosuhteet ja nykytilanne todettujen haitta-aineiden kulkeutumis- sekä altistumisreittien hahmottamiseksi. Käsitteellisessä mallissa on lisäksi arvioitu todennäköiset, mahdolliset sekä epätodennäköiset kulkeutumis- ja altistumisreitit sekä altistujat. Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan käsitteellisen mallin avulla tunnistettuja kulkeutumis- ja altistumismahdollisuuksia sanallisena tarkasteluna.

Haulikkorata on ampumapaikkojen läheisyydestä metsittyä. Muutoin rata-alue on pääasiassa suoaluetta, joka sisältää runsaasti orgaanista ainesta. Kohonneiden raskasmetallipitoisuuksien kulkeutumisen syvemmälle maaperään liukenemisen kautta arvioidaan olevan vähäistä. Hauleista vähitellen rapautuvat metallit sitoutuvat pintamaakerroksen orgaaniseen ainekseen, eikä suoalueella juurikaan arvioida muodostuvan pohjavettä. Näin ollen kulkeutumisen pohjaveteen ei arvioida olevan mahdollista.

Noin 950 metriä haulikkoradalta koilliseen sijaitsee tiettävästi käytöstä poistettu pohjaveden pumppaamo. Pohjaveden virtaussuunnan arvioidaan karttatarkastelun perusteella olevan haulikkoradan alueella etelään pois päin pohjavesialueelta. Pohjaveden laatua on tutkittu maaperätutkimusten yhteydessä. Tutkimusten perusteella raskasmetallien pitoisuudet olivat pieniä, eikä viitteitä

ampumatoiminnan vaikutuksesta havaittu. Näin ollen ihmisten altistumisen haulikkoradan haitta-aineille pohjaveden juonnin kautta arvioidaan epätodennäköiseksi, vaikka pohjaveden pumppaamo otettaisiin uudelleen käyttöön.

Haulikkoradan alue on pääosin ojitettu. Alueella muodostuvat pintavedet virtaavat oja pitkin etelään runsaasti ojitetulle suoalueelle. Ojituksen myötä pintavalunnan mukana voi jossain määrin kulkeutua raskasmetalleja, vaikka vuonna 2018 otetuissa pintavesinäytteissä ei havaittu merkittävästi kohonneita raskasmetallipitoisuuksia.

Soisella, osittain metsittyneellä alueella maa-aineksen pölyäminen on epätodennäköistä, jolloin sitä kautta ei tapahdu kulkeutumista tai altistumista. Kasvien syöminen on mahdollista, sillä alueella voi esiintyä luonnonvaraisena syötäväksi kelpaavia marjoja tai sieniä. Niiden esiintymisen katsotaan kuitenkin olevan niin vähäistä ja rajallista, ettei merkittävä altistuminen metalleille ole mahdollista.

Suoran kosketuksen kautta altistuminen on mahdollista, sillä rapautuvat haulit sijaitsevat haulikkoradan pintamaakerroksessa. Suoran kosketuksen sekä maan tahattoman nielemisen välityksellä altistuvat pääasiassa maaperäeliöstö ja eläimet, mutta myös ihmisten altistuminen maan tahattoman nielemisen kautta on mahdollista.

Merkittäviksi tarkasteltaviksi kulkeutumis- ja altistumisreitiksi tunnistettiin:

- suora kosketus maahan; altistujina eliöt ja ihmiset
- kulkeutuminen pintaveden välityksellä; altistujina vesieliöt

#### 5.4 Kulkeutumisriskien arviointi

Honkamäen haulikkoradan ampumatoiminnan aiheuttama kuormitus on kohdistunut pintamaakerroksen orgaaniseen maa-ainekseen. Lyijy ja antimoni sitoutuvat hyvin orgaaniseen ainekseen, joten on todennäköistä, että haulista rapautuneet raskasmetallit pidättyvät humuskerrokseen ja kulkeutuminen liukoisessa muodossa on vähäistä.

Alueella muodostuvat pintavedet kulkeutuvat pääasiassa etelään runsaasti ojitetulle laajalle suoalueelle, jossa pintavedet voivat ohjautua eri puolille suoaluetta ja purkautua laajan suoalueen eri puolilla vastaanottaviin vesistöihin. Ojituksen sekä laajan suoalueen vuoksi ei voida tarkkaan arvioida mihin vesistöön ampumaradan alueelta kulkeutuvat pintavedet purkautuvat. Haulikkoradan alueella todetut raskasmetallien liukoiset ja biosaavat pitoisuudet ovat kuitenkin hyvin pieniä, jolloin raskasmetallien mahdollisesta kulkeutumisesta ei arvioida olevan haittaa alapuolisiin vesistöihin. Tällä perusteella kulkeutumisriski on vähäinen.

#### 5.5 Terveysriskien arviointi

Entinen haulikkorata jää alueelle suunnitteilla olevan toimintakeskuksen käyttöön, ja ampumaratatoiminta alueella jatkuu. Alueella ei kulje merkittäviä ulkoilureittejä, eikä sellaisia ole suunnitteilla merkittävästi laajenevan ampumaratatoiminnan vuoksi.

Lähimmät asuin- ja lomarakennukset sijaitsevat noin 1,7 kilometrin etäisyydellä kohteesta, minkä perusteella ihmisten altistumiskertojen määrä vuodessa on todennäköisesti hyvin vähäinen. Altistuminen voi tapahtua lähinnä maa-aineksen tahattoman nielemisen seurauksena.

Ympäristöhallinnon ohjeen 6/2014 (s. 112) mukaisen laskennallisen tarkastelun perusteella lapsen, joka on herkin altistujaryhmä lyijylle, tulisi tahattomasti niellä maaperätutkimuksissa todetun maksimipitoisuuden (5750 mg/kg) sisältämää maa-ainesta 100 mg/vuorokausi 17 päivänä vuodessa, jotta altistumisesta aiheutuisi laskennallisesti haittaa. Käytännössä tämä tarkoittaisi altistumista



noin kerran viikossa neljän kuukauden ajan sulan maan aikana. Laskennallinen tarkastelu on esitetty liitteessä 7.

Altistumista maa-aineksen tahattoman nielemisen seurauksena ja sitä kautta tapahtuvia terveyshaittoja ei pidetä merkittävänä altistumisen satunnaisuuden vuoksi.

## 5.6 Ekologisten riskien arviointi

### *Maaperäeliöt ja eläimistö*

Haulikkoradan alue on ja tulee tulevaisuudessakin olemaan luonnoneläinten elinympäristöä. Organismisessa maa-aineksessa esiintyvät raskasmetallit voivat jossain määrin vaikuttaa eläimistöön, mikäli alue kuuluu niiden pääasialliseen elinpiiriin.

Alueella on kuitenkin harjoitettu ampumatoimintaa vuosia, eikä sen pintamaakerroksen sisältämien haitta-aineiden uskota aiheuttavan merkittävää ekologista riskiä, sillä alueella ei ole luonnonsuojellusta eikä sen uskota olevan merkittävässä määrin minkään eläinpopulaation ainutlaatuisuutta elinpiiriä. Näin ollen ekologiset riskit luonnoneläimille katsotaan hyväksyttäväksi.

### *Vesieliöt*

Pintavesien tutkimuspisteissä VN1 ja VN2 vuonna 2018 todettuja haitta-ainepitoisuuksia on verrattu vesieliöille vaikutuksettomiin sekä mahdollisesti vaikutuksia aiheuttaviin ekologiin viitearvoihin taulukossa 2.

**Taulukko 2. Pintavesinäytteissä todettujen metallipitoisuuksien vertailu ekologiin viitearvoihin.**

	VN1	VN2	PNEC	HC <sub>5</sub>	HC <sub>50</sub>
<b>Lyijy Pb µg/l</b>	7,2	0,71	-	11	150
<b>Antimoni Sb µg/l</b>	2,6	0,31	113	6,2	21 000

PNEC = Predicted No Effect Concentration, vaikutukseton pitoisuus (YO 6/2014)

HC<sub>5</sub> = Hazardous Concentration, haitallisia vaikutuksia 5% eliölajeista

HC<sub>50</sub> = Hazardous Concentration, haitallisia vaikutuksia 50% eliölajeista

Vesinäytteiden lyijyn ja antimonin pitoisuudet alittavat vertailuarvot. Lisäksi tutkimuspisteiden ympäristön ei arvioida olevan elinympäristönä vesieliöille erityisen merkittävä. Näin ollen alueelle ei arvioida aiheutuvan ampumatoiminnasta johtuvia ekologisia riskejä.

## 5.7 Epävarmuustekijät

Haulikkoradalla esiintyvistä haitta-aineista ja niiden ominaisuuksista on käytettävissä paljon kirjallisuus- sekä tilastotietoa. Riskinarvioinnissa on keskitytty olennaisten haitta-aineiden sekä kulkeutumisen- ja altistumisreittien tarkasteluun.

Todetut haitta-aineet pintamaassa haulien laskeuma-alueella ovat tyypillisiä haulikkoratojen ampumatoiminnalle. Todetusta maksimipitoisuudesta laskettu haitta-ainekuormitusta kuvaava laskeuma yliarvioi todellista raskasmetallien määrää alueella.

Maaperätutkimukset sekä pinta- ja pohjavesinäytteenotto on toteutettu kertanaytteenottona, mikä luo epävarmuutta ampumaradan vuositasolla esiintyvään kuormittavuuden vaihteluun. Alueen käyttö on kuitenkin nykyisin melko vähäistä, mistä johtuen sen kuormitus ei ole voimakasta ja vuoden aikaisvaihtelujen arvioidaan olevan lopulta vähäisiä.

## 5.8 Johtopäätökset

Edellä esitetyn VNa 214/2007 mukaiseen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin perusteella haulikkoradalta voi aiheutua vähäistä raskasmetallien kulkeutumista ympäristöön. Kulkeutumisesta ei kuitenkaan arvioida tapahtuvan siinä määrin, että alueen ulkopuolelle aiheutuisi

haitallisia vaikutuksia. Satunnaisesta liikkumisesta alueella ei myöskään arvioida aiheutuvan terveydellistä haittaa.

Riskinarvioinnin perusteella alueella ei ole välitöntä puhdistustarvetta.

## 6. YHTEENVETO

Kesäkuun 2018 ympäristöteknisissä tutkimuksissa Honkamäen ampumaradalla todettiin haulikkoradan rata-alueella kohonneita lyijypitoisuuksia sekä paikoin kohonneita arseeni- ja antimonipitoisuuksia. Suurimmat pitoisuudet todettiin haulikkoradalla, noin 75 metrin sekä 150 metrin etäisyyksillä ampumapaikoilta, joka on haulien pääsääntöistä laskeuma-alueita. Haulikkoradan pintavesien kokoojaojassa todettiin hieman kohonnut liuenneen lyijyn pitoisuus.

Tutkimuksissa havaitut pitoisuudet ovat jatkuneelle ampumaratatoiminnalle tyypillisiä. Riskinarvioinnin perusteella alueella ei todettu merkittäviä ekologisia tai terveydellisiä riskejä. Haulikkoradan pintamaakerrokseen on jonkin verran kuormittunut raskasmetalleilla, mutta merkittäviä kulkeutumisriskejä alueen ulkopuolelle ei arvioida olevan. Näin ollen haulikkoradan alueella ei arvioida olevan VNa 214/2007 mukaista välitöntä puhdistustarvetta.

Kohonneet raskasmetallipitoisuudet tulee kuitenkin huomioida, mikäli alueella suoritetaan maanrakennustöitä. Kohonneita raskasmetallipitoisuuksia sisältävät maa-ainekset tulee toimittaa luvanvaraisiin käsittelypaikkaan, mikäli niitä ei voida hyödyntää kohdealueella. Kaivutöistä tulee lisäksi informoida alueellista ELY-keskusta ja laatia tarvittaessa YSL 136§:n mukainen ilmoitus pilaantuneen maaperän kunnostuksesta.

Kuopiossa 16.10.2018

**Ramboll Finland Oy**

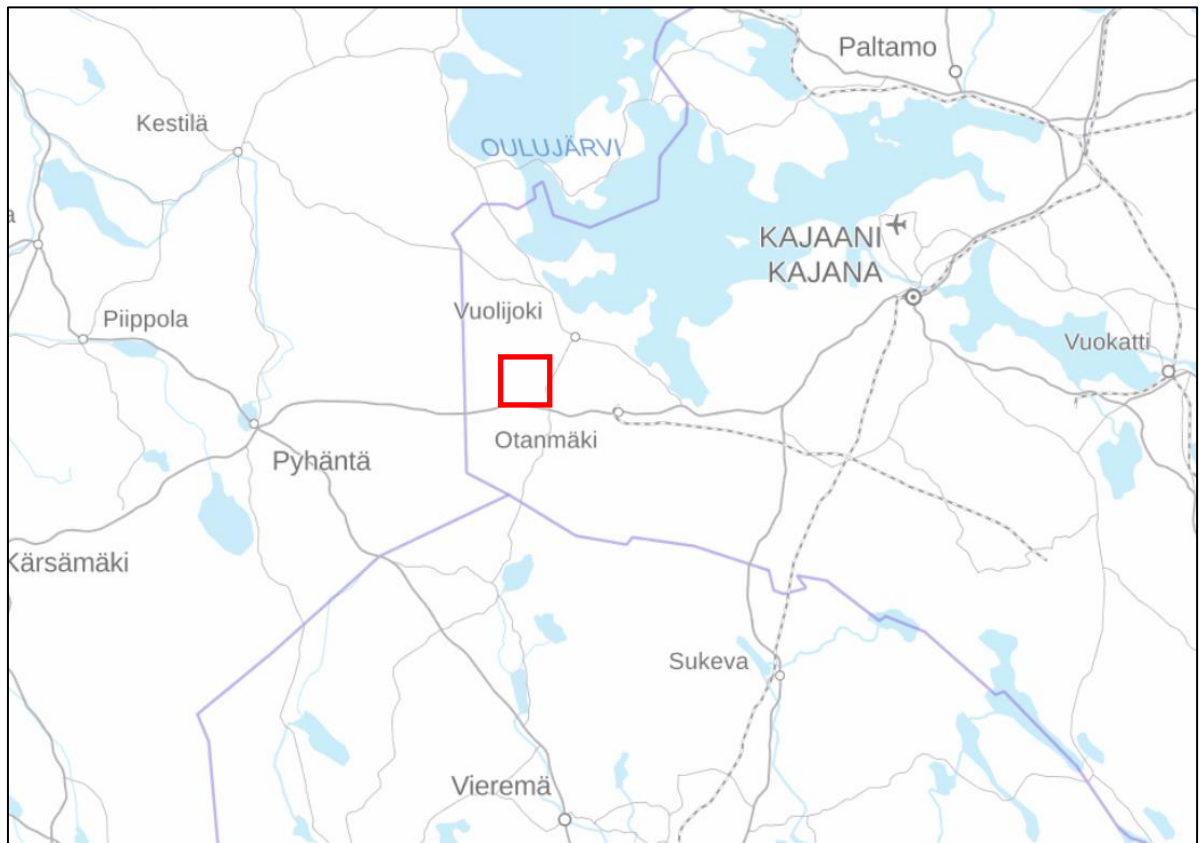


Pauliina Salonen  
suunnittelija



Hanna Tolvanen  
ympäristökemisti

**LIITE 1**  
**SIJAINTIKARTTA**



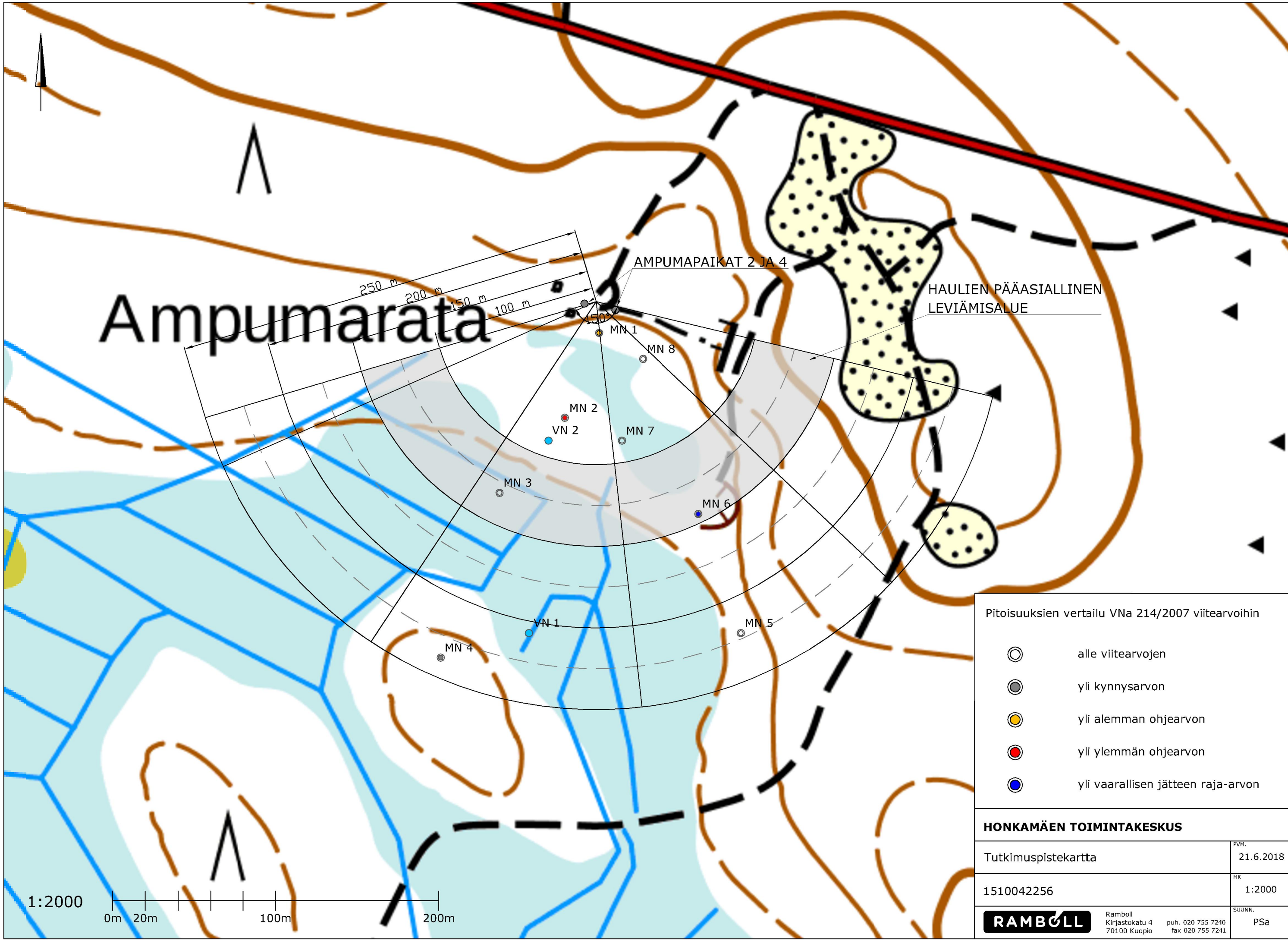
**LIITE 2**  
**TUTKIMUSPISTEKARTTA**



# Ampumarata

AMPUMAPAIKAT 2 JA 4

HAULIEN PÄÄSIALLINEN LEVIÄMISALUE



Pitoisuuksien vertailu VNa 214/2007 viitearvoihin

- alle viitearvojen
- yli kynnsarvon
- yli alemman ohjearvon
- yli ylemmän ohjearvon
- yli vaarallisen jätteen raja-arvon

**HONKAMÄEN TOIMINTAKESKUS**

Tutkimuspistekartta PVM.  
21.6.2018

1510042256 MK  
1:2000

**RAMBOLL** SUUNN.  
PSa

Ramboll  
Kirjastokatu 4  
70100 Kuopio

puh. 020 755 7240  
fax 020 755 7241

## **LIITE 3 YHTEENVETO NÄYTTEISTÄ JA ANALYYSEISTÄ**

1510042256  
Honkamäen toimintakeskus

Pistetunnus	Syvyys	Kerrospaksuus	Vertailuarvot	Kenttämittaukset						Metallit ja puolimetallit <sup>2</sup>											
				As	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Org.aines	Sb	As	Hg	Cd	Co	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	V
				1	31	22	5	17	31		0,02	1	0,005	0,03	8	31	22	5	17	31	38
			luontainen pit. <sup>1</sup>	5	100	100	60	50	200		2	5	0,5	1	20	100	100	60	50	200	100
			kynnysarvo	50	200	150	200	100	250		10	50	2	10	100	200	150	200	100	250	150
			alempi ohjearvo	100	300	200	750	150	400		50	100	5	20	250	300	200	750	150	400	250
			ylempi ohjearvo	1 000	1 000	2 500	2 500	1 000	2 500		2 500	1 000	1 000	100	1 000	1 000	2 500	2 500	1 000	2 500	10 000
			vaarallisen jätteen raja-arvo																		
	m		Lisätietoja / havainnot	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	%	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
MN1 Humus	0,00 - 0,05	0,1		35	15		382		31												
MN1	0,05 - 0,10	0,1			37		90	15	22	2,3 %	2,4	1,2	<0,50	<0,50	2,5	13	6,4	78	6,4	17	15
MN2 Humus	0,00 - 0,05	0,1		5,1	9,9		9,7		27												
MN2	0,05 - 0,10	0,1	Laboratorioanalyysit kuivapainoa kohden	124	8,2		811		25	96,0 %	16	2,9	<0,50	<0,50	<0,50	3,6	5,8	1100	3,8	47	5,6
			Laboratorioanalyysit tuorepainoa kohden															44			
MN3 Humus1	0,00 - 0,05	0,1		3,5			9,7														
MN3 Humus2	0,00 - 0,05	0,1		4,5	14				15,5												
MN4 Humus	0,00 - 0,05	0,1		3,9	13				61												
MN4	0,05 - 0,10	0,1		7,3	17		19,2		33												
MN5 Humus	0,00 - 0,05	0,1			17		11,6		26												
MN5	0,05 - 0,10	0,1			19		10,6		9												
MN6 Humus	0,00 - 0,05	0,1			7,5				14,7												
MN6	0,05 - 0,10	0,1	Laboratorioanalyysit kuivapainoa kohden	226			3532			77,0 %	590	79	<0,50	0,89	1	15	12	25000	4,3	28	6,8
			Laboratorioanalyysit tuorepainoa kohden															5750			
MN7 Pinta	0,00 - 0,05	0,1	Hiekkamaa		21		37		22												
MN7 Pohja	0,05 - 0,10	0,1	Hiekkamaa		33		9,5		17												
MN8 Humus	0,00 - 0,05	0,1					20,6		10												
MN8	0,05 - 0,10	0,1			29		11		19												

Viihteävertailu, VNa 214/2007 ja Syke opas 98/2002:

- x Tulos ylittää kynnysarvon
- xx Tulos ylittää alemman ohjearvon
- xxx Tulos ylittää ylempään ohjearvon
- xxx Tulos ylittää suuntaa-antavan vaarallisen jätteen raja-arvon

Huomautukset:

- 1.-12. = kts. VNa 214/2007
- 13. = Luvuissa mukana kaikki numeeriset tulokset
- Jos tulos alle detektoriarajan, on laskennassa tuloksena käytetty detektoriaraja
- 14. = Aistihavainto kosteudesta, kts. oheinen luokitus
- 15. = Aistihavainto pilaantuneisuudesta, kts. oheinen luokitus

Kosteus:

- 0 = kuiva
- 1 = kostea
- 2 = märkä
- 3 = pv-tason alla

Aistihavainnot pilaantuneisuudesta:

- 0 = pilaantumaton
- 1 = lievä
- 2 = kohtalainen
- 3 = voimakas
- L = Luonnonmaa
- T = Täyttömaa







**LIITE 4**  
**LABORATORION TUTKIMUSTODISTUS**

Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

Näytetunnus		18MN 2340	18MN 2341	18MN 2342	18VN 1628	18VN 1629	
Näytteen nimi		MN1	MN2	MN6	VN1	VN2	
Näytteen ottaja		PSa, HTo	PSa, HTo	PSa, HTo	PSa, HTo	PSa, HTo	
Ottopäivä		06.06.2018	06.06.2018	06.06.2018	06.06.2018	06.06.2018	
Näytteen saapumispäivä		08.06.2018	08.06.2018	08.06.2018	08.06.2018	08.06.2018	
Näytteen aloituspäivä		13.06.2018	13.06.2018	13.06.2018	11.06.2018	11.06.2018	
Näytteen valmistuspäivä		14.06.2018	14.06.2018	14.06.2018	13.06.2018	13.06.2018	
<b>Määritykset</b>							
Kuiva-aine	%	89,8	33,0	16,9			Sis. men. 010
DOC	mg/l				30	3,8	SFS-EN 1484:1997
Hehkutushäviö kuiva-aineessa	%	2,3	96	77			SFS-EN 15169
pH					4,1	5,4	SFS 3021:1979 Titraatto- ri*
Arseeni, kokonais (As)	mg/kg	1,2	2,9	79			Sis. men. 068, ICP- OES*
Kadmium, kokonais (Cd)	mg/kg	< 0,50	< 0,50	0,89			Sis. men. 068, ICP- OES*
Koboltti, kokonais (Co)	mg/kg	2,5	< 0,50	1,0			Sis. men. 068, ICP- OES*
Kromi, kokonais (Cr)	mg/kg	13	3,6	15			Sis. men. 068, ICP- OES*
Kupari, kokonais (Cu)	mg/kg	6,4	5,8	12			Sis. men. 068, ICP- OES*
Elohopea, kokonais (Hg)	mg/kg	< 0,50	< 0,50	< 0,50			Sis. men. 068, ICP- OES*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittauserävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä.

Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

		18MN 2340 MN1	18MN 2341 MN2	18MN 2342 MN6	18VN 1628 VN1	18VN 1629 VN2		
Nikkeli, kokonais (Ni)	mg/kg	6,4	3,8	4,3			Sis. men. 068, ICP- OES*	
Lyijy, kokonais (Pb)	mg/kg	78	1100	25000			Sis. men. 068, ICP- OES*	
Antimoni, kokonais (Sb)	mg/kg	2,4	16	590			Sis. men. 068, ICP- OES*	
Vanadiini, kokonais (V)	mg/kg	15	5,6	6,8			Sis. men. 068, ICP- OES*	
Sinkki, kokonais (Zn)	mg/kg	17	47	28			Sis. men. 068, ICP- OES*	
Kalsium, kokonais (Ca)	mg/l				0,51	0,34	SFS-EN ISO 11885*	
Arseeni, liukoinen (As)	µg/l				1,0	< 0,20	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*	
Kadmium, liukoinen (Cd)	µg/l				< 0,10	< 0,10	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*	
Koboltti, liukoinen (Co)	µg/l				< 0,10	0,13	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*	
Kromi, liukoinen (Cr)	µg/l				0,26	0,13	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*	

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittauserävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä.

Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

		18MN 2340 MN1	18MN 2341 MN2	18MN 2342 MN6	18VN 1628 VN1	18VN 1629 VN2	
Kupari, liukoinen (Cu)	µg/l				< 0,50	< 0,50	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Elohopea, liukoinen (Hg)	µg/l				< 0,10	< 0,10	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Nikkeli, liukoinen (Ni)	µg/l				0,25	< 0,20	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Lyijy, liukoinen (Pb)	µg/l				7,2	0,71	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Antimoni, liukoinen (Sb)	µg/l				2,6	0,31	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Vanadiini, liukoinen (V)	µg/l				0,50	0,15	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Sinkki, liukoinen (Zn)	µg/l				3,4	< 1,4	SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Sähkönjohtavuus	mS/m				3,3	1,1	SFS-EN 27888:1994  Titraatto- ri*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittauserävarmuudet ovat saatavilla pyydettyäessä.

Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

Näytetunnus		18VN 1630					
Näytteen nimi		Pohjavesi 1					
Näytteen ottaja		PSa, HTo					
Ottopäivä		06.06.2018					
Näytteen saapumispäivä		08.06.2018					
Näytteen aloituspäivä		11.06.2018					
Näytteen valmistuspäivä		12.06.2018					
<b>Määritykset</b>							
Kuiva-aine	%						Sis. men. 010
DOC	mg/l						SFS-EN 1484:1997
Hekikutushäviö kuiva-aineessa	%						SFS-EN 15169
pH		6,3					SFS 3021:1979 Titraatto- ri*
Arseeni, kokonais (As)	mg/kg						Sis. men. 068, ICP- OES*
Kadmium, kokonais (Cd)	mg/kg						Sis. men. 068, ICP- OES*
Koboltti, kokonais (Co)	mg/kg						Sis. men. 068, ICP- OES*
Kromi, kokonais (Cr)	mg/kg						Sis. men. 068, ICP- OES*
Kupari, kokonais (Cu)	mg/kg						Sis. men. 068, ICP- OES*
Elohopea, kokonais (Hg)	mg/kg						Sis. men. 068, ICP- OES*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä.

Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

 18VN  
 1630  
 Pohjavesi  
 1

Nikkeli, kokonais (Ni)	mg/kg					Sis. men. 068, ICP- OES*
Lyijy, kokonais (Pb)	mg/kg					Sis. men. 068, ICP- OES*
Antimoni, kokonais (Sb)	mg/kg					Sis. men. 068, ICP- OES*
Vanadiini, kokonais (V)	mg/kg					Sis. men. 068, ICP- OES*
Sinkki, kokonais (Zn)	mg/kg					Sis. men. 068, ICP- OES*
Kalsium, kokonais (Ca)	mg/l					SFS-EN ISO 11885*
Arseeni, liukoinen (As)	µg/l	< 0,20				SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Kadmium, liukoinen (Cd)	µg/l	< 0,10				SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Koboltti, liukoinen (Co)	µg/l	< 0,10				SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Kromi, liukoinen (Cr)	µg/l	< 0,10				SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyä.



Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

 18VN  
 1630  
 Pohjavesi  
 1

Kupari, liukoinen (Cu)	µg/l	< 0,50					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Elohopea, liukoinen (Hg)	µg/l	< 0,10					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Nikkeli, liukoinen (Ni)	µg/l	< 0,20					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Lyijy, liukoinen (Pb)	µg/l	< 0,10					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Antimoni, liukoinen (Sb)	µg/l	< 0,10					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Vanadiini, liukoinen (V)	µg/l	0,10					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Sinkki, liukoinen (Zn)	µg/l	< 1,4					SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä.

Ramboll Finland Oy  
 Pauliina Salonen  
 Kirjastokatu 4  
 70100 KUOPIO

 Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

 18VN  
 1630  
 Pohjavesi  
 1

Sähkönjohtavuus	mS/m	1,3						SFS-EN 27888:1994
								Titraatto- ri*

**Lausunto**
**SYNLAB Analytics & Services Finland Oy**


 Joona Sahamies  
 Kemisti

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

**Tuloksia koskevat tiedustelut**

Vesikemia

 Joona Sahamies, Kemisti, puh. 043-850 1146,  
 joona.sahamies@novalab.fi

 Ympäristö- ja  
 metallianalytiikka

 Matti Mäkelä, Laboratorion johtaja, puh. 050-381 2412,  
 matti.makela@novalab.fi

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittauserävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä.

Ramboll Finland Oy  
Pauliina Salonen  
Kirjastokatu 4  
70100 KUOPIO

Tilauksen nimi: **Maa, vesi, 1510042256, Honkamäen toimintakeskus**

**Lisätiedot** Maanäytteelle metallianalyysien (ICP-OES) epävarmuusarvio:  
Sb: 0,5-10 mg/kg  $\pm$  100 % ja yli 10 mg/kg  $\pm$  50 %.  
Muut metallit: 0,5-10 mg/kg  $\pm$  50 %, 11-100 mg/kg  $\pm$  20 % ja yli 100 mg/kg  $\pm$  10 %.

Kalsiumin mittausepävarmuus:  
< 1,0 mg/l:  $\pm$  0,5 mg/l  
1,0–5 mg/l:  $\pm$  30 %  
> 5 mg/l:  $\pm$  20 %

Talous- ja luonnonvesinäytteelle metallianalyysin (ICP-MS) mittausepävarmuusarvio: As  $\pm$ 17 %, Cd  $\pm$ 13 %, Co  $\pm$ 19 %, Cr  $\pm$ 22 %, Cu  $\pm$ 16 %, Hg  $\pm$ 23 %, Ni  $\pm$ 15 %, Pb  $\pm$ 25 %, Sb  $\pm$ 20 %, V  $\pm$ 21 % ja Zn  $\pm$ 25 %.

#### Laboratoriot

**Jakelu** pauliina.salonen@ramboll.fi  
hanna.tolvanen@ramboll.fi

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettäessä.

**LIITE 5**  
**VALOKUVIA**





**Kuva 1.** Yleiskuva haulikkoradan ampumapaikoista.



**Kuva 2.** Maaperän tutkimuspiste MN2.





**Kuva 3.** Pintaveden tutkimuspiste MN2.



**Kuva 4.** Pohjaveden tutkimuspisteen pumppaamo.



## **LIITE 6**

### **HAITTA-AINEIDEN OMINAISUUKSIA**

## Lyijy

Lyijy esiintyy luonnossa hapetusluvulla +2 ja +4. Suomen kallio- ja maaperässä lyijy esiintyy niukkaliukoisina karbonaatti- ja sulfidimineraaleina ja vähäisinä määrinä sitoutuneena silikaattimineraaleihin. Lyijyä esiintyy tavallisesti kertyneenä maaperän orgaaniseen pintakerrokseen. Lyijyn kulkeutuvuus maaperässä on yleensä heikkoa. Hapettavat ja happamat olosuhteet sekä kompleksoituminen liukoisin yhdisteisiin lisäävät lyijyn liukoisuutta ja kulkeutuvuutta. Lyijy yhdisteeneen (joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta) on luokiteltu terveys- ja ympäristövaaran perusteella seuraavasti: Repr. Cat. 1; R61; Repr. Cat.3; R62; Xn; R20/22; R33; N; R50-53. Lyijy kertyy ihmiseen ravintoketjussa ja on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Lyijyn on todettu olevan erityisen haitallista kehitysiässä oleville lapsille, mikä tulee ottaa huomioon arvioitaessa maaperässä olevan lyijyn mahdollisesti aiheuttamaa terveysriskiä. Lyijyä on käytetty runsaasti mm. elektroniikkateollisuudessa. Suomessa paikallista maaperän lyijykuormitusta ovat aiheuttaneet mm. ampumaratojen haulit ja luodit, kuparisulattojen kuonat sekä autojen akut. Pintamaakerroksissa alueellisesti kohonneet lyijypitoisuudet voivat olla peräisin energiantuotannon polttoprosessien aiheuttamasta ilmalaskeumasta ja lyijyn käytöstä bensiinin lisäaineena.

Lyijy									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	Kd l/kg	NOECterr lajit mg/kg	NOECterr prosessit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja merivesi µg/l
	<b>490</b> <sup>1a</sup> (lajit) <b>520</b> <sup>1b</sup> (pros.)	<b>55</b> <sup>2a</sup> (pros.) <b>66</b> <sup>2b</sup> (lajit)	150 <sup>3)</sup>	11 <sup>4)</sup>	2380	40-1500	15-7700	-	9-2100
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m <sup>3</sup>	SVP <sub>PV</sub> mg/kg (Kd = 1000 l/kg)	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	<b>212</b> (lapset)	<b>5260</b>	1,8 <sup>5)</sup>	-	<b>100</b>	10	3,6 µg/kg/vrk, altistus suun kautta, (WHO) 0,5-1 µg/m <sup>3</sup> , altistus hengitysteitse, (WHO)		

<sup>1a</sup> Tilastollisesti NOECterr(lajit)-jakaumasta (n= 13, lajit). 90 % luotettavuusväli: 270-890 mg/kg. HC50aq x Kd: 360 mg/kg.

<sup>1b</sup> Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 39, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 360-750 mg/kg.

<sup>2a</sup> Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n=39, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 29-90 mg/kg.

<sup>2b</sup> Tilastollisesti NOECterr(lajit)-jakaumasta (n= 13, lajit). 90 % luotettavuusväli: 20-136 mg/kg. HC50aq x Kd: 26 mg/kg.

<sup>3)</sup> Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=42, meri + makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 100-220 µg/l.

<sup>4)</sup> Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=42, meri + makea vesi). 90 % luotettavuusväli: 5-18 µg/l.

<sup>5)</sup> Perustana FAO/WHO:n esittämä suurin sallittu viikkoannos 25 µg/kg/vko (TDI: 25 µg/kg/vko / 7 vrk/vko = 3,6 µg/kg/vrk), jonka ei vielä pitäisi nostaa veren lyijypitoisuutta haitalliselle tasolle (> 50 µg/l). Arviossa otettu huomioon erityisesti lapset lyijylle herkkänä ryhmänä. Tähän arvioon (3,6 µg/kg/vrk) käytetty edelleen varmuuskerrointa [2], jolla otettu huomioon uusimpien tutkimusten perusteella todettu epävarmuus lyijyn haitattomasta pitoisuustasosta ja mahdollisesta karsinogeenisuudesta (mm. Selevan ym. 2003; IARC).

Luontainen pitoisuus: **5 (0,1-5) mg/kg**

Kynnysarvo: **60 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **200 (t) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **750 (e) mg/kg**



## Antimoni

Antimoni esiintyy luonnossa yleisimmin hapetusmuodossa +3 ja satunnaisesti hapetusmuodossa +5 ja -3. Antimoni on puolimetalli ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan arseenin kaltainen. Luonnonkivissä antimoni esiintyy pääasiassa sulfidimineraaleissa, antimonihosteina ( $Sb_2S_3$ ) tai seosmetallina erilaisissa arseeni-, lyijy-, kupari-, vismutti-, palladium-, ja kulta-hopeasulfideissa ja harvemmin oksidimineraalina ( $Sb_2O_3$ ), joka on useimmiten antimonihosteen muuttumistuote. Suomen kallio- ja maaperässä antimonia esiintyy hyvin vähän ja sen alueellinen jakautuminen seuraa arseenin esiintymistä. Antimonisulfidit hajoavat hyvin happamissa ja hapettavissa oloissa sulfidimineraalien rapautuessa. Maaperän humus, alumiini- ja rautahydroksioksidit sekä fosfaatit sitovat herkästi antimonia ja säätelevät siten sen kulkeutuvuutta. Antimoni voi olla maaperässä hyvin kulkeutuvaa ja päätyä pohjaveteen. Antimonin yhdisteistä terveys- että ympäristövaaran perusteella on luokiteltu mm. antimonitri- ja pentakloridi (C; R34;N; R51-53) sekä syöpävaaralliseksi arvioitu antimonitrioksidi (Carc. Cat. 3;R40). Tietyt antimoniyhdisteet luokitellaan erittäin myrkyllisiksi vesieliöille. Antimonia käytetään mm. erilaisissa metalliseoksissa, kuten lyijyluodeissa. Siten antimonia löydetään usein maaperässä ampumaradoilla.

Antimoni									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	Kd l/kg	NOECterr lajit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECAq makea vesi mg/l	L(E)C50aq makea vesi mg/l
	26 <sup>1)</sup>	0,2 <sup>2)</sup>	21000 <sup>3)</sup>	6,2 <sup>4)</sup>	85	10-65	-	23 ja 120	6,2-1100
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m <sup>3</sup>	SVP <sub>PV</sub> mg/kg	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	9	1171	0,4 <sup>5)</sup>	-	4	5	0,4 µg/kg/vrk, altistus suun kautta (U.S.EPA)		

<sup>1)</sup> Geom. ka. NOECterr(lajit). NOECterr-arvojen määrittäminen: NOECterr = EC20terr / 3. HC50aq x Kd: 1790 mg/kg.

<sup>2)</sup> NOECterr<sub>min</sub> / 50 (EU/TGD: 3 NOECterr-arvoa, ei L(E)C50terr-arvoja). HC5aq x Kd: 0,53 mg/kg.

<sup>3)</sup> Geom. ka. L(E)C50aq / 10 < geom. ka. NOECAq (53 mg/l). Vain kaksi NOECAq-arvoa.

<sup>4)</sup> L(E)C50aq<sub>min</sub> / 1000 < NOECAq<sub>min</sub> / 10 (Modified EPA Method). Ei riittävästi tietoa EU/TGD:n menettelyyn.

<sup>5)</sup> Perustana tutkimus, jossa koe-eläinrotille annosteltiin juomaveden mukana antimonia 0,35 mg/kg/vrk (juomaveden pitoisuus 5 mg/l) (Schroeder ym. 1970). Tällä annoksella havaittiin altistetuilla koe-eläimillä lyhyempi elinikä kontrolliryhmään verrattuna sekä muutoksia veren glukoosi- ja kolesterolitasoissa. Kyseisestä LOAEL-tasosta johdettu TDI käyttämällä varmuuskerrointa 1000: lajinväliset ja -sisäiset vaihtelut [10 x 10] sekä LOAEL-arvon käyttö [10] (U.S.EPA, IRIS).

Luontainen pitoisuus: **0,02 (0,01-0,2) mg/kg**

Kynnysarvo: **2 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **10 (t) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **50 (e) mg/kg**

## Arseeni

Arseeni on luonnossa yleinen, tavallisimmin sulfidimineraalien kanssa esiintyvä puolimetalli. Maaperässä se esiintyy tavallisesti hapetusasteilla 0, +3 ja +5. Hapettavissa oloissa  $As^{5+}$  muodostaa maavedessä liukoisia arsenaattianioneja ( $H_2AsO_4^-$ ,  $HAsO_4^{2-}$  ja  $AsO_4^{3-}$ ). Jos hapettuminen tapahtuu raudan hapettumisen yhteydessä, arsenaatti sitoutuu niukkaliukoisena rautasaostumiin. Pelkistävässä ympäristössä  $As^{3+}$  esiintyy tavallisesti liukoisena arseenihapokkeena ( $H_2AsO_3$ ) tai arseniittina ( $H_2AsO_3^-$ ,  $HasO_3^{2-}$  ja  $AsO_3^{3-}$ ). Arseeni yhdisteineen on luokiteltu sekä terveys- että ympäristövaaran perusteella seuraavasti: T; R23/25; N; R50-53. Arseenihappo ja sen suolat sekä CCA-kyllästeen sisältämä arseenipentoksidi ovat lisäksi syöpävaarallisia (Carc. Cat. 1;R45; T; R23/25; N; R50-53). Arseeni on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Arseeni sitoutuu tavallisesti maaperän oksideihin, orgaaniseen ainekseen ja savimineraaleihin. Karkearakeisissa maalajeissa arseeni voi olla helposti liikkuvaa ja kulkeutua pohjaveteen. Pohjaveden luontaisesti korkeat arseenipitoisuudet ovat tavallisia alueilla, joissa arseenia esiintyy runsaasti kallioperässä. Arseenia käytetään mm. elektroniikkateollisuudessa. Suomessa paikallista maaperän arseenikuormitusta on aiheuttanut lähinnä arseenin käyttö puunsuojaukseen CCA-kyllästeinä.

Arseeni									
Ekologia	SHPeko mg/kg	SVP mg/kg	HC50aq µg/l	HC5aq µg/l	Kd l/kg	NOECterr lajit mg/kg	NOECterr prosessit mg/kg	L(E)C50terr mg/kg	NOECaq makea ja merivesi µg/l
	<b>56<sup>1a</sup></b> (lajit) 160 <sup>b</sup> (pros.)	<b>0,9<sup>2a</sup></b> (lajit) 25 <sup>2b</sup> (pros.)	890 <sup>3)</sup>	24 <sup>4)</sup>	980	45-72	17-1100	-	10-11000
Terveys	SHPter mg/kg	SHPTter mg/kg	TDI µg/kg/vrk	TCA µg/m <sup>3</sup>	SVP <sub>PV</sub> mg/kg (Kd=100 l/kg)	STM 461/2000 µg/l	Eri organisaatioiden esittämiä sallitun enimmäissaannin arvoja pitkäaikaisessa altistuksessa (ellei muuta mainintaa)		
	<b>424</b>	<b>2920</b>	1 <sup>5)</sup>	1 <sup>6)</sup>	<b>10</b>	10	15 µg/kg/vko (WHO) 0,3 µg/kg/vrk, altistus suun kautta (U.S.EPA) 0,3 µg/kg/vrk, altistus suun kautta (ATSDR)		

<sup>1a</sup> Geom. ka. NOECterr(lajit). Käytössä vain kolme NOEC-arvoa kasveille ja madolle. HC50aq x Kd: 89 mg/kg.

<sup>1b</sup> Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 20, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 110-250 mg/kg.

<sup>2a</sup> NOEC50terr<sub>min</sub>/10 (EU/TGD: 3 NOEC-arvoa, mutta ei NOEC-arvoa samasta lajiryhmästä kuin L(E)C50terr<sub>min</sub>). HC5aq x Kd (2,4 mg/kg).

<sup>2b</sup> Tilastollisesti NOECterr(prosessit)-jakaumasta (n= 20, prosessit). 90 % luotettavuusväli: 0,2-3,6 mg/kg.

<sup>3)</sup> Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=20). 90 % luotettavuusväli: 360-2210 µg/l.

<sup>4)</sup> Tilastollisesti NOECaq-jakaumasta (n=20). **90 % luotettavuusväli: 4-77 µg/l.**

<sup>5)</sup> Perustana WHO:n esittämä sallittu enimmäissaanti viikossa (provisional tolerable weekly intake) 15 µg/kg/vko (2,1 µg/kg/vrk), johon käytetty ylimääristä varmuuskerrointa [2] arvion pohjana oleviin epidemiologisiin tutkimuksiin liittyvien epävarmuuksien huomioon ottamiseksi (Health Council of the Netherlands 1993).

<sup>6)</sup> Kolmenarvoiselle arseenille määritetty, epidemiologisiin keuhkosityöpätutkimuksiin perustuva LOAEC 10 µg/m<sup>3</sup> (ATSDR 1999a) jaettuna varmuuskertoimella 10 (vaihtelut ihmisten herkkyudessa arseenille).

Luontainen pitoisuus: **1 (0,1-25) mg/kg**

Kynnysarvo: **5 mg/kg**

Alempi ohjearvo: **50 (e) mg/kg**

Ylempi ohjearvo: **100 (e) mg/kg**

**LIITE 7**  
**ALTISTUMISEN LASKENNALLINEN TARKASTELU**

Pintamaa-aineksen tahattoman nielemisen muodostama terveysriski

Maaperän tahattoman nielemisen seurauksena saatu altistumisannos on arvioitu seuraavan kaavan perusteella (mm. U.S.EPA 1989, jota vastaava kaava on esitetty ympäristöhallinnon ohjeessa 6/2014, s. 112):

$$ADD_{niel} = \frac{C \times IR \times f_a \times CF \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

ADD<sub>niel</sub>/ADD<sub>tot</sub> = tarkasteltavan altistusreitit kautta elimistöön päätyvä keskimääräinen päivittäisannos [mg/kg/d]

C = haitta-aineen pitoisuus tarkasteltavassa väliaineessa maaperässä [mg/kg]

IR = haitta-ainepitoisen väliaineen otto elimistöön aikayksikössä [mg/d]

f<sub>a</sub> = elimistöön absorboituva osuus [-]

CF = yksiköiden muunnoskerroin tarvittaessa

EF = altistustiheys [d/a]

ED = altistuksen kesto [a]

BW = kehon paino [kg]

AT = aika, jonka perusteella keskimääräinen altistus arvioidaan [d].

Laskenta

Parametri	Yksikkö	Lyijy
C	mg/kg	5750
IR	mg d <sup>-1</sup>	100
EF	d a <sup>-1</sup>	17
ED	a	10
BW	kg	15
AT	d	3650
f <sub>a</sub>	-	1
CF	kg mg <sup>-1</sup>	1,00E-06
ADD <sub>niel</sub>	mg kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	0,00179
ADD <sub>niel</sub>	µg kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	1,78539
TDI	µg kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	1,8
HQ	-	1,0

Parametri Perustelu

C	Suurin tutkimuksissa todettu haitta-aineen pitoisuus
IR	Tahattomasti niellyn maa-aineksen määrä (100 mg), ohje 6/2014 s. 113
EF	Altistuspäivien määrä, 17 d taso, jolla altistumisen hyväksyttävä taso täyttyy
ED	Lapsen oletetaan altistuvan alueella 10 vuotta
BW	Lapsen paino yleensä 15 kg, ohje 6/2014 s.114
AT	Lapsen oletetaan asuvan alueella 10 vuotta eli 3650 päivää
f <sub>a</sub>	Kaikki nielty haitta-aine imeytyy ja pääsee vaikuttamaan kehossa
CF	Muunnoskerroin mg->kg
ADD <sub>niel</sub>	Haitta-aineannos, laskettu arvioinnin tuloksena
TDI	Vertailuarvo ohjeesta 6/2014, s. 84-85
HQ	Terveysriskiä kuvaava vaaraosamäärä