



# Heinolan taajama-alueiden maaperän taustapitoisuudet

**Timo Tarvainen, Birgitta Backman ja Ilaria Guagliardi**





## GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

## KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro 18.11.2014

Tekijät Timo Tarvainen, Birgitta Backman ja Ilaria Guagliardi		Raportin laji Arkistoraportti	
		Toimeksiantaja Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi Heinolan taajama-alueiden maaperän taustapitoisuudet			
Tiivistelmä Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperägeokemian tietokantaa täydennettiin vuonna 2013 ottamalla ja analysoimalla Heinolan kaupungin taajama-alueilta yhteensä 161 pintamaanäytettä. Taajamien 0 – 10 cm:n syvyydeltä otetut maanäytteet edustivat erilaisia maankäyttömuotoja Heinolan keskustan ja lähiöiden taajama-alueilla. Heinolan kaupungin taajama-alueiden maaperän arseenipitoisuudet ovat suuremmat kuin tavanomaiset arseenipitoisuudet muualla Suomessa. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissavoidaan käyttää Heinolan taajama-alueilla kynnysarvoa 5 mg/kg ja ympäröivillä luonnonmailla Etelä-Suomen arseeniprovinssin alueellista suurinta suositeltua taustapitoisuusarvoa 9 mg/kg. Pääosa Heinolan pintamaan arseenista on luontaista. Koboltin, kromin ja lyijyn taustapitoisuus on suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo yksittäisissä näytteissä Heinolan taajama-alueilla, mutta kaikkien muiden alkuaineiden paitsi arseenin tavanomaiset taustapitoisuudet ovat pienempiä kuin kynnysarvo.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) ympäristögeologia, geokemialliset tutkimukset, perustilan kartoitus, maaperä, alkuaineet, arseeni, lyijy, koboltti, kromi, antimoni			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Heinola			
Karttalehdet			
Muut tiedot Kansikuva Tauno Valli GTK Tähtiniemen uimaranta, Heinola syyskuu 2013			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus 108/2014	
Kokonaissivumäärä 30	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus julkinen
Yksikkö ja vastuualue Etelä-Suomen yksikkö, Maankäyttö ja ympäristö		Hanketunnus 2533009	

## Sisällysluettelo



18.11.2014

**Kuvailulehti**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 HEINOLAN YMPÄRISTÖN KALLIOPERÄ JA MAAPERÄ</b>	<b>3</b>
<b>3 HEINOLAN YMPÄRISTÖN TEOLLISUUS JA LIIKENNE</b>	<b>5</b>
<b>4 NÄYTTEENOTTO JA ANALYTIikka</b>	<b>6</b>
4.1 Näytteenotto	6
4.2 Analytiikka ja laadunvarmistus	9
4.3 Tilastolliset menetelmät ja karttatuotanto	11
<b>5 TULOKSET JA POHDINTA</b>	<b>13</b>
5.1 Pintamaan taustapitoisuuksia selittävät tekijät	13
5.2 Arseenipitoisuudet pintamaassa	16
5.3 Lyijypitoisuus pintamaassa	19
5.4 Kobolttipitoisuus pintamaassa	20
5.5 Kromipitoisuus pintamaassa	21
5.6 Antimonipitoisuus pintamaassa	22
5.7 Muiden metallien pitoisuuksia pintamaassa	23
5.8 Suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot	23
<b>6 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>25</b>

**KIRJALLISUUSLUETTELO**

18.11.2014

## 1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperägeokemian tietokantaa täydennettiin vuosina 2013 - 2014 ottamalla ja analysoimalla Heinolan kaupungin taajama-alueilta 161 maaperänäytettä pintamaasta. Maanäytteet edustivat erilaisia maankäyttömuotoja Heinolan keskustan ja lähiöiden taajama-alueilla sekä tulevilla rakennuspaikoilla. Pintamaanäytteet otettiin pintamaasta 10 cm syvyyteen asti Euroopan geologisten tutkimuslaitosten (EuroGeoSurveys) tekemän URGE-ohjeistuksen (Ottesen 2009) mukaisesti. Suomessa samoin tutkimusmenetelmin on aiemmin tehty maaperägeokemiallinen kartoitus Hämeenlinnassa (Tarvainen 2011) ja Tampereella (Tarvainen ym. 2013a).

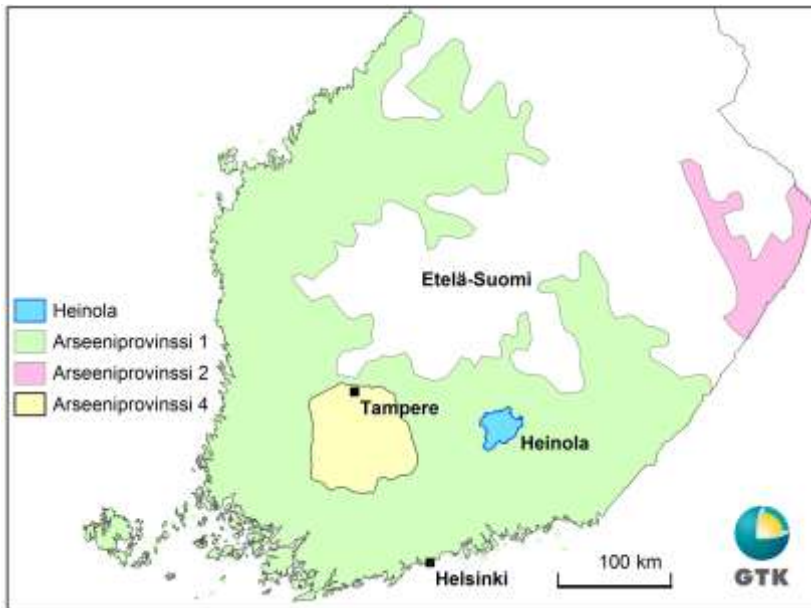
Maaperän taustapitoisuudella tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaista pitoisuutta maaperässä tai sellaisia kohonneita pitoisuuksia, jotka esiintyvät pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympäristössä (VNa 214/2007 eli PIMA-asetus). Suomen maaperän taustapitoisuuksia on esitetty GTK:n taustapitoisuusrekisterissä. Siinä Suomi on jaettu alueisiin, joissa mahdollisesti haitallisten alkuaineiden luonnolliset taustapitoisuudet ovat suurempia kuin Suomessa keskimäärin. Heinolan maaperä kuuluu Etelä-Suomen arseeniprovinssiin (kuva 1), jossa maaperän luonnollinen arseenipitoisuus on keskimäärin suurempi kuin suurimmassa osassa Suomea. Myös Etelä-Suomen maaperän metalliprovinssi, jossa maaperän luontainen koboltti-, kromi-, kupari-, nikkeli-, vanadiini- tai sinkkipitoisuus voi olla suurempi kuin muualla Suomessa, ulottuu Heinolaan saakka (kuva 2).

Vuosien 2013 – 2014 tutkimuksessa Heinolan maaperänäytteistä analysoitiin kuningasvesiliukoisia alkuainepitoisuuksia. Kuningasvesiliuotus on yleisesti käytetty menetelmä maanäytteiden analyyseissä geokemian kartoitushankkeissa ja maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa. Myös PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) metallien kynnys- ja ohjearvot perustuvat kuningasvesiliukoisiin pitoisuuksiin. Nykyisillä analyysimenetelmillä voidaan analysoida luotettavasti sellaisia ympäristöselvitysten kannalta keskeisiä alkuaineita (mm. arseeni, kadmium, lyijy ja elohopea), jotka ovat puuttuneet lähes kokonaan aiemmista geokemiallisista kartoitusohjelmista.

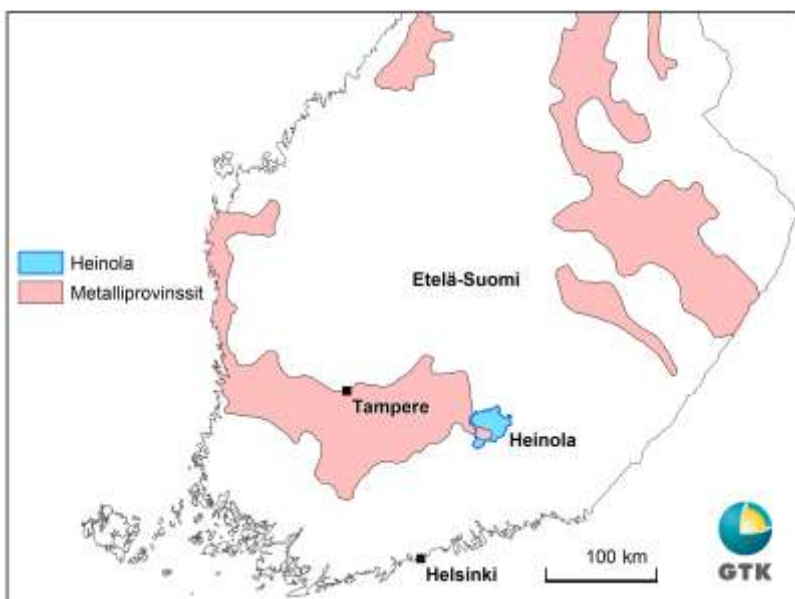
GTK:n taajamageokemiallisen kartoituksen tavoitteena on tuottaa kasvukeskusten kaavoitus- ja ympäristöviranomaisille päätöksenteossa tarvittavaa tietoa geologiasta ja hajakuormituksen tulevista ilmaskeumasta peräisin olevien haitallisten aineiden taustapitoisuuksista maaperässä. Taustapitoisuustietoja tarvitaan muun muassa maa-alueiden pilaantuneisuutta arvioitaessa. GTK on kartoittanut maaperän taustapitoisuuksia myös Porvoossa (Tarvainen ym. 2003), pääkaupunkiseudun kehyskuntien (Kirkkonummi, Vihti, Hyvinkää, Nurmijärvi, Järvenpää, Tuusula, Kerava ja Sipoo) alueella (Tarvainen ym. 2006), Satakunnassa (Kuusisto ym. 2007), Hämeessä (Tarvainen 2010a), Espoossa (Tarvainen 2010b), Pirkanmaalla (Hatakka ym. 2010), Hämeenlinnassa (Tarvainen ym. 2011) ja Tampereella (Tarvainen ym. 2013a).



18.11.2014



**Kuva 1.** Suomen maaperän arseeniprovinssit. Arseeniprovinssien alueella maaperän arseenin taustapitoisuus on moreenissa usein suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) arseenin kynnysarvo 5 mg/kg. Heinola kuuluu Etelä-Suomen arseeniprovinssiin, jossa yleisimmän maalajin eli moreenin suurin suositeltu taustapitoisuus on 9 mg/kg. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietopalvelukeskus. Kuva: Samrit Luoma GTK.



**Kuva 2.** Suomen maaperän metalliprovinssit. Metalliprovinssien alueella maaperän koboltin, kromin, kuparin, nikkelin, vanadiinin tai sinkin taustapitoisuus on usein suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo. Osa Heinolaa kuuluu Etelä-Suomen metalliprovinssiin. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja hallinnon tietopalvelukeskus. Kuva: Samrit Luoma GTK.

18.11.2014

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää yli 40 alkuaineen taustapitoisuudet Heinolan taajama-alueiden pintamaassa. Varsinaisten taajama-alueiden lisäksi kartoitukseen otettiin mukaan alueita, joilla maankäyttö tulee lähivuosina todennäköisesti muuttumaan. Tuloksista laskettiin suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot (SSTP-arvot), joita voidaan käyttää maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa Heinolan taajama-alueilla. Tuloksia voidaan hyödyntää myös kaavoituksessa ja arvioitaessa taajamista kaivettujen maamassojen alkuainepitoisuuksia. Kartoituksen tulokset lisätään valtakunnalliseen taustapitoisuusrekisteriin (<http://gkdata.gtk.fi/tapir/>).

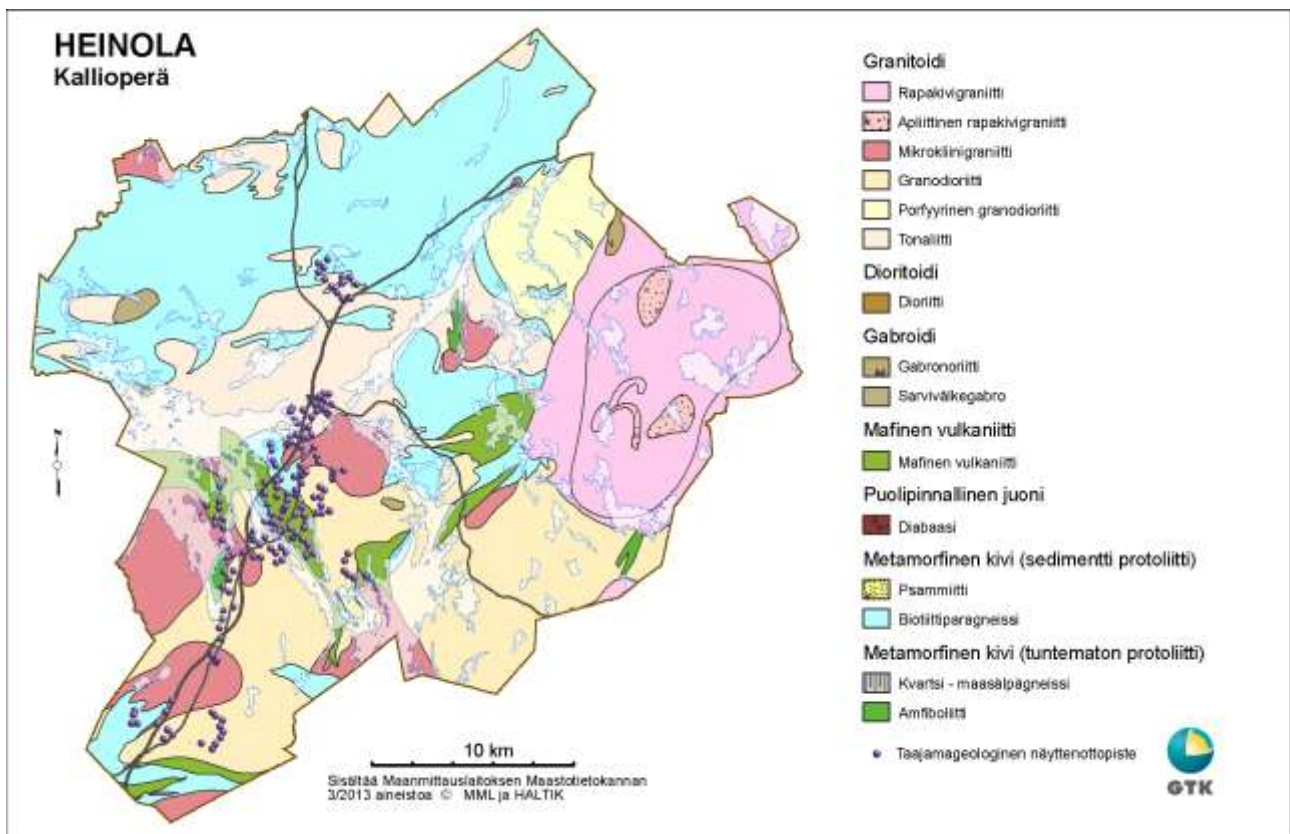
## 2 HEINOLAN YMPÄRISTÖN KALLIOPERÄ JA MAAPERÄ

Kartoitusalueen yleisimpiä kivilajeja ovat granodioriitti, graniitti ja mafiset vulkaaniset kivet. Kartoitusalueen pohjoisosassa on myös kvartsidioriittia ja kiillegneissia. Näytteitä otettiin ainoastaan taajama-alueilta, joten kaikkien kivilajien, esimerkiksi Heinolan itäosan rapakivigraniitin, alueelta ei otettu näytteitä (kuva 3).

Päijät-Hämeessä, kuten myös muualla Suomessa, vanhaa kallioperää peittää nuori, viimeisen jääkauden aikana ja sen jälkeen syntynyt maaperä (kuva 4). Viimeinen jääkausi päättyi Päijät-Hämeen alueella runsaat 10000 vuotta sitten. Kiteisen vanhan kallion ja nuoren maaperän raja on selvä ja hyvin jyrkkä. Maaperän paksuus vaihtelee Päijät-Hämeessä muutamasta metrillä useisiin kymmeneen metreihin. Paksuimmat maaperäkerrokset liittyvät harjuihin ja reunamuodostumiin.

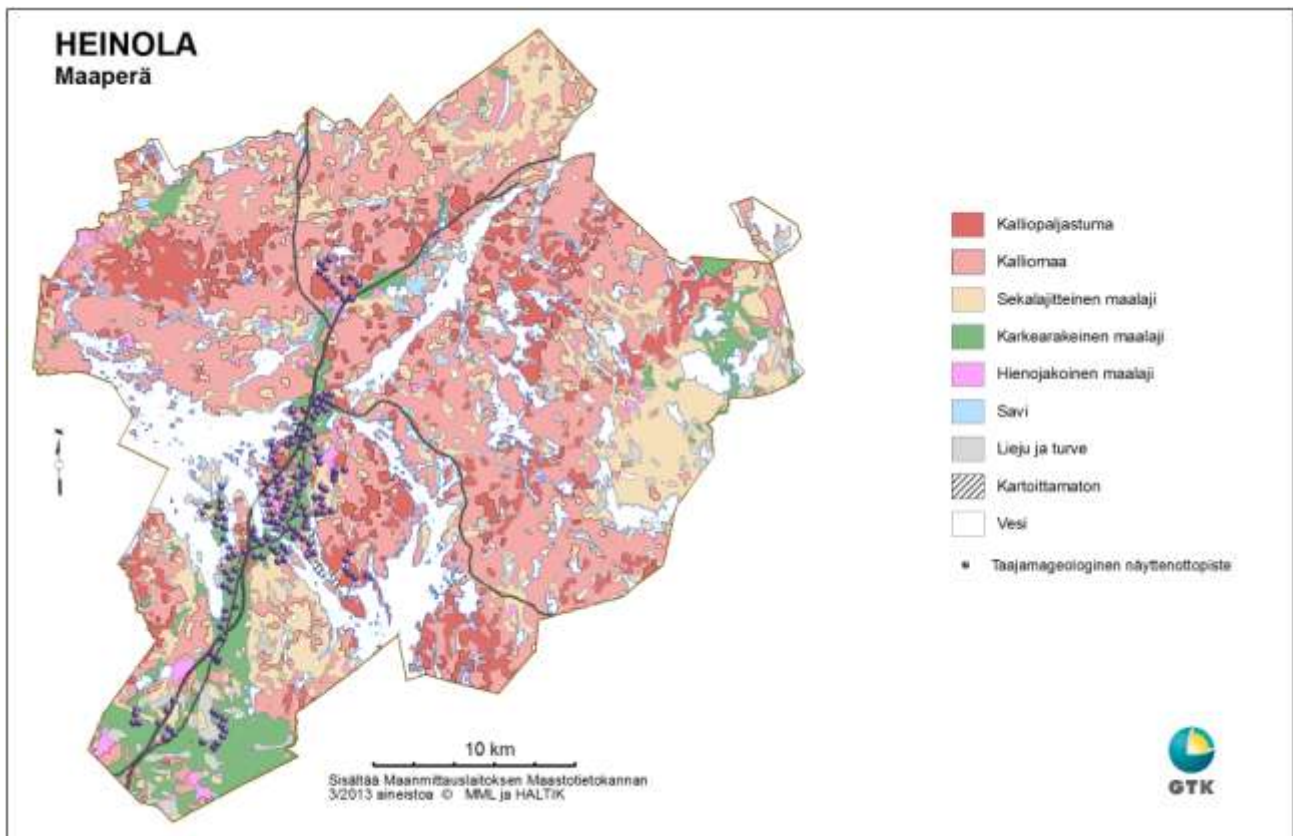
Maalajit ovat erilaisia geokemiallisilta ominaisuuksiltaan. Suomen yleisin maalaji moreeni on paikallisesta kallioperästä jääkauden aikana irronneesta mineraaliaineksesta ja vanhasta sedimentistä sekoittumalla muodostunut, jäätikön kerrostama, lajittumaton maalaji, jonka raekoko vaihtelee savipartikkeleista lohka-reisiin. Tämän syntyvän vuoksi moreenin, erityisesti pohjamoreenin, geokemiallinen koostumus heijastaa hyvin alla olevan kallioperän geokemiallista koostumusta. Muut maalajit, kuten sora, hiekka, hieta ja savi, ovat jääkauden loppuvaiheen aikana tai sen jälkeen veden kuljettamisen ja lajittelun sekä kerrostamisen tuloksena syntyneitä maalajeja. Erityisesti sorassa ja hiekassa veden kulutustyö näkyy kivien ja rakeiden pyörityneisyytenä. Näiden maalajien aines on usein kulkeutunut kauas siitä kallioalueesta, josta jää ja vesi ne alun perin irrotti. Tämän vuoksi niiden geokemiallinen koostumus vain harvoin antaa viitteitä suoraan niiden alla olevan kallioperän geokemiallisesta koostumuksesta. Hiedat, hiesut ja savet ovat maalajeja, joissa raekoko on pieni ja siksi rakenne on tiivis. Savet ovat kulkeutuneet veden mukana usein pitkän matkan, ja savikoiden geokemiallinen koostumus edustaa yleensä laajaa aluetta. Savet ovat kerrostuneet järvi- ja merialtasiin. Lieju ja turve muodostuvat pääasiassa kasvien jäänteistä, joten ne eivät kuvasta alueen kallioperän geokemiallista koostumusta niin selvästi kuin mineraalimaanäytteet (Hatakka ym. 2010). Heinolan taajamien maaperänäytteenotossa otettiin näytteitä edellä kuvattujen luontaisten maalajien lisäksi erilaisista täyttömaista.

18.11.2014



**Kuva 3.** Heinolan kallioperä ja taajamageokemiallisen kartoituksen näytteenottpisteet. Kartta on laadittu GTK:n digitaalisen 1:250 000 –mittakaavaisen kallioperäkartan perusteella. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietopalvelukeskus.

18.11.2014



**Kuva 4.** Heinolan maaperä ja taajamageokemiallisen kartoituksen näytteenottpisteet. Kartta on laadittu GTK:n digitaalisen 1:250 000 –mittakaavaisen maaperäkartan perusteella. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietopalvelukeskus

### 3 HEINOLAN YMPÄRISTÖN TEOLLISUUS JA LIIKENNE

Pintamaan alkuaineiden taustapitoisuuteen vaikuttaa maaperän luonnollisten alkuainepitoisuuksien lisäksi laskeuma ja muu hajakuormitus. Heinolan kaupungin verkkosivuilla ([http://www.heinola.fi/FIN/Yleistietoja\\_Heinolasta/Historia/Teollisuuden\\_alat/etusivu.htm](http://www.heinola.fi/FIN/Yleistietoja_Heinolasta/Historia/Teollisuuden_alat/etusivu.htm)) on yhteenve-to alueella eri aikoina toimineista teollisuuden aloista. Heinolan teollisuus muuttui sotien jälkeen huomattavasti aikaisempaa monipuolisemmaksi. Metsäteollisuuden toimialat, jotka ennen talvisotaa tarjosivat yhdeksän kymmenestä teollisuuden työpaikasta kaupungissa, menettivät vähitellen asemiaan. Vielä vuonna 1970 puolet Heinolan teollisuuden työpaikoista oli puu-, paperi- ja graafisen teollisuuden yrityksissä. Sektorin suhteellinen osuus supistui kuitenkin jatkossa.

Sotien jälkeisinä vuosikymmeninä varsinkin metalliteollisuuden merkitys heinolalaisten työllistäjänä kasvoi tuotannon laajentuessa ja uusien tuotannonhaarojen aloittaessa toimintansa. Kulutustavaratuotannossa tekstiiliteollisuus oli kasvava ala. Heinolan teollisuus oli tosin niin pientä, että yhden suurehkon tehtaan käynnistyminen merkitsi kyseisen tuotannonalan huomattavaa laajentumista. Tässä suhteessa merkittäviä tuotantolaitoksia olivat esimerkiksi Högfors, Tampella, Mattisen Teollisuus ja Nokia (aluksi Kymarno).

Heinolan läpi kulkee valtatie 4, jonka liikenne ohjautui kaupungin keskustaastaan ennen Tähtisalmen sillan valmistumista 1993. Heinolan pohjoisosassa valtatie 4:stä haarautuu valtatie 5. Liikenteestä voi päätyä pintamaahan lyijyä, kuparia, sinkkiä, tinaa, vanadiinia ja antimonia (Albanese ja Breward 2011).

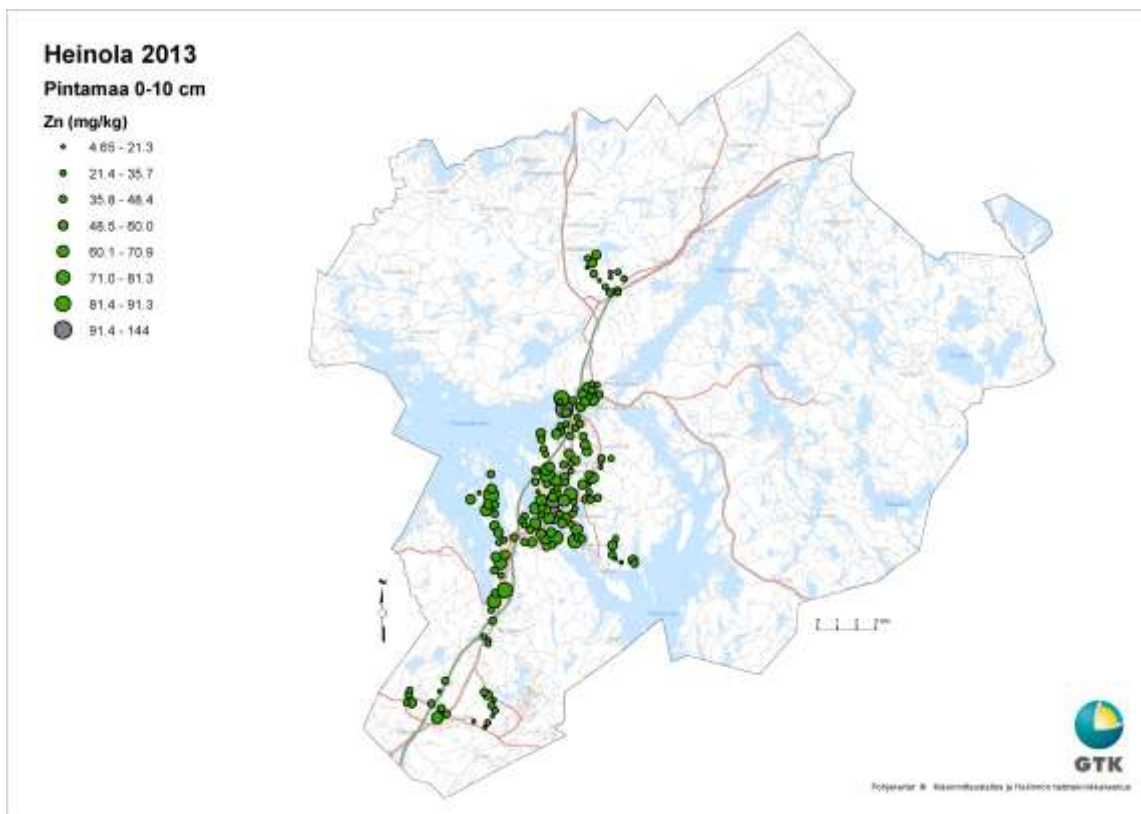


18.11.2014

## 4 NÄYTTEENOTTO JA ANALYTIikka

### 4.1 Näytteenotto

Näytteenottpisteet valittiin mahdollisimman tasavälisesti Heinolan taajama-alueilta ja kaavoituksen kannalta keskeisiltä luonnonmailta kaupungin omistamilta tonteilta. Näytteenottiheys oli noin 3 näytettä/km<sup>2</sup>. Tarkoituksena oli kartoittaa taajamien taustapitoisuuksia, ja varsinaisia pilaantuneita maita pyrittiin välttämään. Sen sijaan tavanomaista liikenteestä, teollisuudesta ja asutuksesta johtuvaa taajamien nuhraantumista ei rajattu tutkimuksen ulkopuolelle. Näytteenottpaikat sijoitettiin kaupungin omistamille maa-alueille. Osa näytteenottpisteistä sijoittui täyttömaille, mutta aivan tuoreita täyttömaita vältettiin näytteenotossa. Näytteenotoryhmään kuului kaksi henkilöä ja näytteenoton vastuhenkilö oli GTK:n sertifioitu näytteenottaja.



**Kuva 5.** Maaperän näytteenottpisteiden sijainti ja näytteiden sinkkipitoisuus Heinolassa vuonna 2013. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

Alustavat näytteenottpaikat oli merkitty kartoille. Lopullinen näytteenottpiste valittiin maastotarkastelun perusteella näytteenoton yhteydessä (kuva 5).

Näytteenottpaikan valintaperusteita olivat:

- Näytteenottpiste edusti kartalle merkityn näytteenottoalueen vallitsevaa maalajia
- Jos alue oli laaja täyttömaa-alue, täyttömaista valittiin ensisijaisesti runsaasti hienoainesta sisältävä täyttömaalaji.

18.11.2014

- Kaikkea paikallista pilaantumista vältettiin, mutta näytteessä saa olla pintamaan tavanomaista hajakuormitusta.

- Jos alueella oli nurmikko, näyte otettiin ensisijaisesti sellaisesta paikasta, josta nurmikko on kulunut pois. Mikäli se ei ollut mahdollista, nurmikkokerros poistettiin ensin näytteenotto paikasta ja maaperänäyte otettiin nurmen alta.

Valittuun pisteeseen kaivettiin lapiolla vähintään 10 cm syvyinen kuoppa, jonka reunalta otettiin maaperänäyte muovikauhalla Rilsan<sup>®</sup>-pussiin. Joka 20. pisteestä otettiin myös rinnakkaisnäyte. Näytteenotto paikalla täytettiin kenttähavaintokortti (liite 1), johon merkittiin näytteen tunnus, koordinaatit, osoite, näytteenotto päivä, näytteenottaja, maalaji ja maankäyttömuoto. Näytteenotto paikasta otettiin vähintään kaksi valokuvaa: yksi lähikuva ja yksi yleiskuva (esim. kuvat 6 ja 7). Suuri osa näytteistä otettiin erityyppisiltä täyttömailta (kuva 8), luonnonmaista suurin osa oli hiekkaa ja soraa.

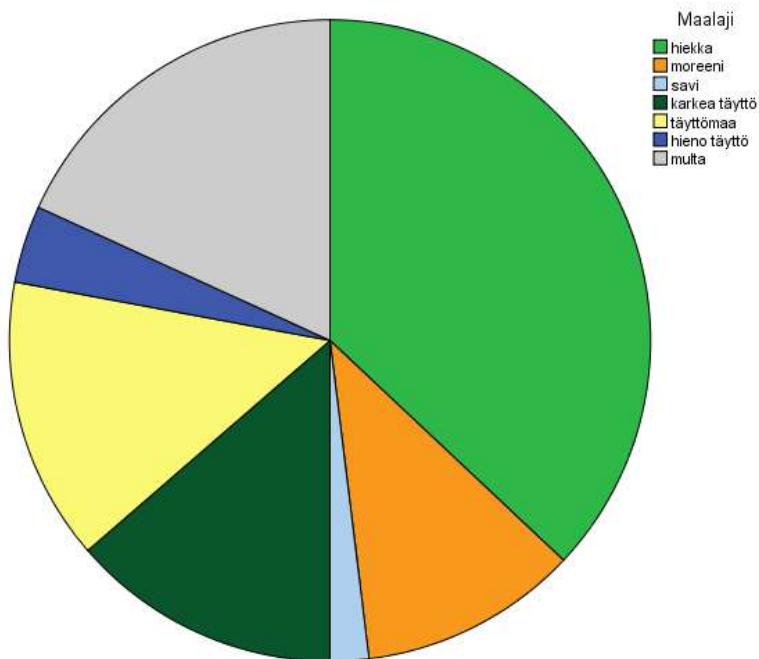


*Kuva 6. Lähikuva näytteenottokuopasta Heinolassa. Kuvaaaja Tauno Valli GTK.*

18.11.2014



**Kuva 7.** Yleiskuva näytteenotto paikan ympäristöstä. Kuvaaja Tauno Valli GTK.



**Kuva 8.** Heinolan pintamaanäytteiden näytteenoton yhteydessä silmämääräisesti määritetyt maalajit. Legendassa mainittu 'Täyttömaa' tarkoittaa täyttöjä, joissa on vaihteleva raekoko. Näyttemäärät: hiekka 57, moreeni 17, savi 3, karkea täyttö 21, täyttömaa, jossa vaihteleva raekoko 22, hieno täyttö 6, multa 28.

18.11.2014

## 4.2 Analytiikka ja laadunvarmistus

Heinolan taajamista 0 - 10 cm:n syvyydeltä otetut maanäytteet toimitettiin Labtium Oy:n akkreditoituun laboratorioon Espooseen, jossa näytteet kuivattiin alle 40°C lämpötilassa ja seulottiin <2 mm:n rakekokoalajitteeseen. Näytteistä määritettiin 42 alkuaineen kuningasvesiliukoiset (AR-liuos) pitoisuudet ICP-AES- tai ICP-MS-tekniikalla. Palladiumin ja kullin pitoisuus määritettiin grafiittiuni-AAS-tekniikalla. Elohopeapitoisuus määritettiin pyrolyytisesti Hg-analyysaattorilla. Lisäksi näytteistä määritettiin orgaanisen hiilen määrä hiilianalyysaattorilla ja maaperän pH potentiometrisesti (0,01 M CaCl<sub>2</sub>-uutto). Käytettyjen analyysimenetelmien määrittämisrajat on esitetty taulukossa 1.

Laadunvarmistus perustui rinnakkaisnäytteisiin (5 % näytteistä), uusinta-analyyseihin (5 %), hankkeen omiin seurantanäytteisiin sekä laboratorion käyttämiin seurantamateriaaleihin.

Laadunvarmistuksesta on tehty erillinen raportti (Guagliardi ja Tarvainen 2014). Yhtään näytettä ei jätetty pois aineistosta laadunvarmistuksen perusteella. Boorin ja platinan analyysitulokset olivat pääosin pienempiä kuin analyysimenetelmän määrittämisraja ja näiden alkuaineiden analytiikan luotettavuutta ei voitu varmistaa seurantanäytteillä, rinnakkaisnäytteillä ja uusinta-analyyseillä. Siksi boorin ja platinan pitoisuuksia ei ole esitetty tässä raportissa.

18.11.2014

*Taulukko 1. Heinolan taajamageokemiallisessa kartoituksessa määritettyjen alkuaineiden määrittämissuoritukset ja analyysitekniikat.*

Alkuaine	Määrittämissuoritukset mg/kg	Analyysitekniikka
Hopea (Ag)	0,06	ICP-MS
Alumiini (Al)	15	ICP-AES
Arseeni (As)	0,06	ICP-MS
Kulta (Au)	0,0005	GFAAS
Barium (Ba)	1	ICP-AES
Beryllium (Be)	0,01	ICP-MS
Vismutti (Bi)	0,02	ICP-MS
Hiili (C)	0,01 %	CS-analyysiaattori
Kalsium (Ca)	50	ICP-AES
Kadmium (Cd)	0,01	ICP-MS
Koboltti (Co)	1	ICP-AES
Kromi (Cr)	1	ICP-AES
Kupari (Cu)	1	ICP-MS
Rauta (Fe)	50	ICP-AES
Elohopea (Hg)	0.005	Hg-analyysiaattori
Kalium (K)	100	ICP-AES
Magnesium (Mg)	10	ICP-AES
Mangaani (Mn)	1	ICP-AES
Molybdeeni (Mo)	0,01	ICP-MS
Natrium (Na)	50	ICP-AES
Nikkeli (Ni)	2	ICP-AES
Fosfori (P)	50	ICP-AES
Lyijy (Pb)	0,1	ICP-MS
Palladium (Pd)	0,001	GFAAS
Rikki (S)	50	ICP-AES
Antimoni (Sb)	0,1	ICP-MS
Seleeni (Se)	0,02	ICP-MS
Tina (Sn)	0,05	ICP-MS
Strontium (Sr)	1	ICP-AES
Titaani (Ti)	2	ICP-AES
Tallium (Tl)	0,3	ICP-MS
Uraani (U)	0,01	ICP-MS
Vanadiini (V)	1	ICP-AES
Sinkki (Zn)	1	ICP-AES

18.11.2014

### 4.3 Tilastolliset menetelmät ja karttatuotanto

Kenttähavainnot ja analyysitulokset yhdistettiin SPSS- tilasto-ohjelmalla. Samalla tarkistettiin pitoisuustasot mahdollisten raportointivirheiden havaitsemiseksi ja verrattiin eri analyysierissä käytettyjä määrittämissä rajoja. Kuvien työstämisessä käytettiin ArcMap- ohjelmaa.

Taustapitoisuuskartoituksen yhtenä tavoitteena on määrittää Heinolan taajamien maaperälle tavanomaisen taustapitoisuusjakauman yläraja eli suurin suositeltu taustapitoisuusarvo (SSTP). SSTP-arvo perustuu SFS-ISO-standardin 19258 suosituksen mukaisesti laatikko-jana-kuvaajan (box-whisker-plot) ylemmän whisker-janan ylärajaan riittävän suuresta näytejoukosta. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki laatikko-jana-kuvaajan käytöstä erään esimerkkiaineiston arseenipitoisuuksille. Suurimman suositellun taustapitoisuuden lukuarvo laskettiin seuraavasti:

$$SSTP_{AA} = P_{75} + 1,5 \times (P_{75} - P_{25}) \quad [1]$$

jossa

$SSTP_{AA}$  = alkuaineen AA suurin suositeltu taustapitoisuusarvo

$P_{75}$  = alkuaineen AA pitoisuusjakauman 75. persentiili

$P_{25}$  = alkuaineen AA pitoisuusjakauman 25. persentiili.

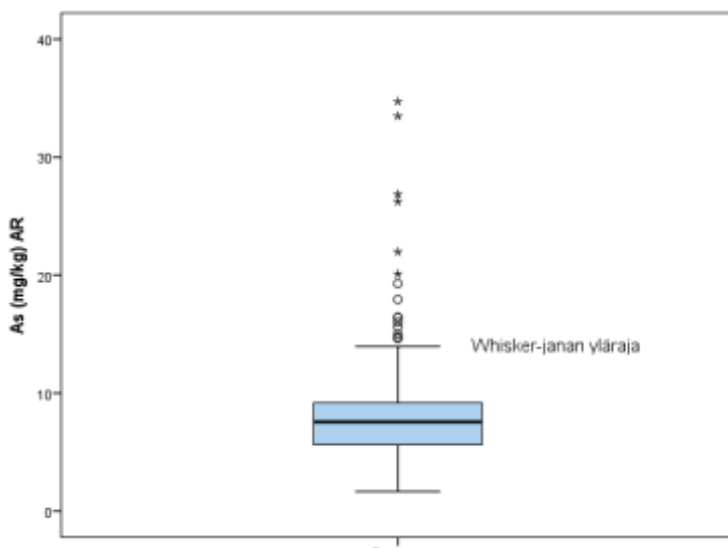
Kuitenkin, jos laskettu SSTP-arvo oli suurempi kuin suurin mitattu pitoisuusarvo, SSTP-arvona on käytetty aineiston maksimia. Kaavan [1] avulla pyritään laskemaan taustapitoisuudelle arvo, jossa huomioidaan näytejoukon tavanomaiset suuret pitoisuudet, mutta jossa poikkeukselliset arvot jätetään huomiotta.

Kartoissa taajamageokemialliset näytteet on esitetty pallosymboleilla. Symbolin paikka osoittaa näytteenottoaikaan ja symbolin koko on verrannollinen kartalla kuvatun alkuaineen pitoisuuteen. 10 % havainnoista on esitetty pienimmällä symbolilla ja 2 % (Heinolan aineistossa 3 näytettä) on esitetty suurimmalla pallosymbolilla. Useimmissa kartoissa suurimmat pitoisuudet on esitetty harmaalla värillä (esimerkiksi sinkkipitoisuudet kuvassa 5). Mikäli yli 10 % pitoisuuksista on pienempiä kuin käytetyn analyysimenetelmän määrittämissä rajoja, kaikki määrittämissä rajoja pienemmät pitoisuudet on esitetty pienimmällä pallosymbolilla. Mikäli jonkin alkuaineen pitoisuus oli suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo niin kynnysarvon ylittävät pitoisuudet on piirretty keltaisella pallosymbolilla. Heinolassa yhdenkään tutkitun alkuaineen pitoisuus ei ylittänyt alemmaa tai ylempää ohjearvoa (taulukko 2).

18.11.2014

**Taulukko 2.** Maaperän haitallisten metallien ja puolimetallien kynnys- ja ohjearvot. Lähde: Valtioneuvoston asetus pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007).

Alkuaine	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
Antimoni (Sb)	2	10	50
Arseeni (As)	5	50	100
Elohopea (Hg)	0,5	2	5
Kadmium (Cd)	1	10	20
Koboltti (Co)	20	100	250
Kromi (Cr)	100	200	300
Kupari (Cu)	100	150	200
Lyijy (Pb)	60	200	750
Nikkeli (Ni)	50	100	150
Sinkki (Zn)	200	250	400
Vanadiini (V)	100	150	250



**Kuva 9.** Esimerkkialueen taajamien maaperän kuningasvesiliukoinen (AR) arseenipitoisuus laatikko-jana-kuvaajalla esitettynä (ei perustu Heinolan kartoitukseen). Pystyakselilla arseenipitoisuus yksikössä mg/kg (alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus). Sinisen laatikon keskellä oleva paksu viiva on mediaaniarvo. Kaikista havainnoista 25 % on pienempiä kuin laatikon alaraja ja 25 % suurempia kuin laatikon yläraja. Laatikosta lähtevät ns. Whisker-janat, joiden päät osoittavat pienimmän ja suurimman tavanomaisena pidettävän pitoisuuden. Whisker-janan yläraja on 15 mg/kg, mitä voitaisiin tämän aineiston perusteella pitää koko esimerkkialueen ylimmän pintamaan suurimpana suositeltuna taustapitoisuutena (SSTP). Sitä suuremmat yksittäiset arvot on merkitty kuvaajaan palloilla ja tähdillä. Kaikkein suurimmat tähdellä merkityt arvot ovat suurempia kuin laatikon yläraja + 3 x laatikon korkeus.

18.11.2014

## 5 TULOKSET JA POHDINTA

### 5.1 Pintamaan taustapitoisuuksia selittävät tekijät

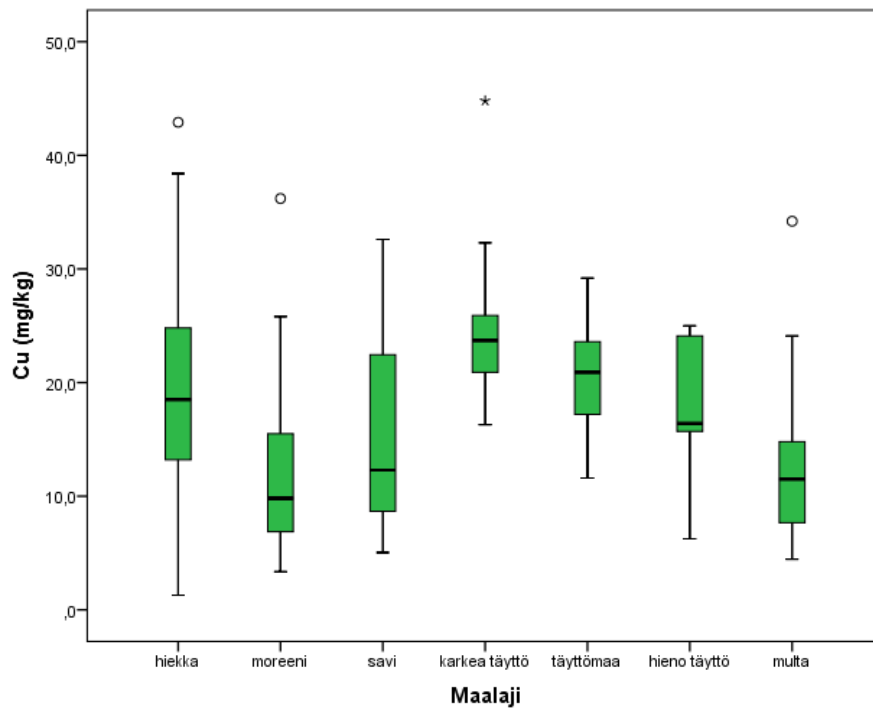
Maaperän taustapitoisuudella tarkoitetaan haitallisten aineiden luontaisesti tavanomaista pitoisuutta maaperässä tai sellaisia kohonneita pitoisuuksia, jotka esiintyvät pintamaassa laajalla alueella pilaantuneeksi epäillyn alueen ympäristössä (VNa 214/2007 eli PIMA-asetus). Luontaisiin pitoisuuksiin vaikuttavat alla olevan kallioperän alkuainekoostumus ja pintamaan maalaji. Paikallisen kallioperän koostumus vaikuttaa eniten jäätiköitymisen aikana syntyneen, lyhyen matkaa kulkeutuneen pohjamooreenin koostumukseen. Useiden metallien (koboltti, kromi, kupari, nikkeli, sinkki, vanadiini) keskimääräiset pitoisuudet ovat Suomessa usein suurempia hienorakeisissa savi- ja silttinäytteissä kuin moreenissa tai hiekassa (esim. Tarvainen ym. 2013). Taajama-alueilla on paljon täyttömaita, joissa alkuaineiden pitoisuudet voivat poiketa läheisten luonnonmaiden pitoisuuksista.

Kuvassa 10 on esitetty Heinolan pintamaan kuparipitoisuus maalajin mukaan ryhmiteltyinä. Savissa on keskimäärin suurempi kuparipitoisuus kuin moreenissa. Hiekan kuparipitoisuuksien vaihtelu on suurin. Täyttömaiten kuparipitoisuus on keskimäärin suurempi kuin luonnonmaiden (hiekkamoreeni, savi) kuparipitoisuus. Suurimmatkin mitatut kuparipitoisuudet ovat pienempiä kuin maaperän pilaantumisen ja puhdistustarpeen arvioinnin kynnyisarvo 100 mg/kg. Luonnossa maaperän kupari on usein sitoutuneena kiille- ja savimineraaleihin. Kuningasveteen liukeneva kalium on pääosin peräisin tummista kiillemineraaleista (biotitista). Kuvassa 11 on esitetty kuningasvesiliukoisen kaliumin ja kuparipitoisuuden hajontakuvio. Kaliumin määrä ja sen kuvastama kiillemineraalien runsaus selittää suuren osan pintamaan kuparipitoisuuden vaihtelusta. Kuparin lisäksi alumiinin, bariumin, koboltin, kromin, magnesiumin, nikkelin, sinkin ja vanadiinin pitoisuudet korreloivat positiivisesti kaliumpitoisuuden kanssa.

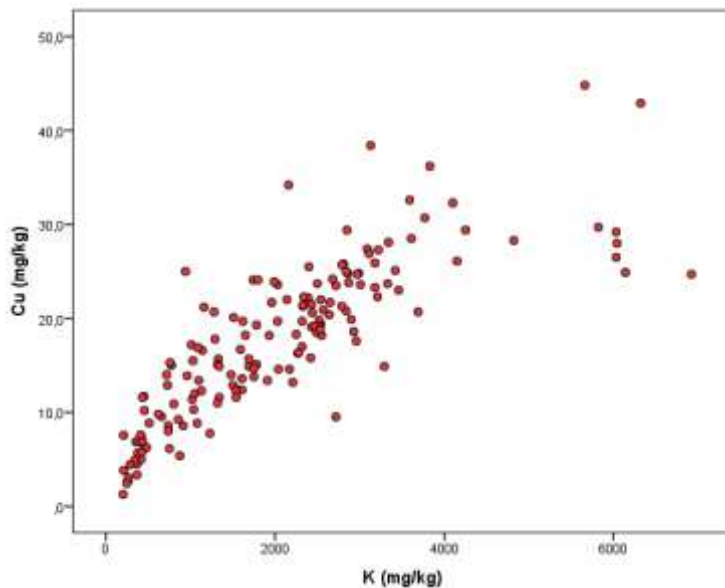
Kuvassa 12 on esitetty Heinolan maaperän kuparipitoisuus maankäyttömuodon mukaan ryhmiteltyinä. Koulujen ja asuintonttien pihoiilla on usein täyttömaita, joissa on hieman suurempi kuparipitoisuus kuin luonnonmaissa. Monet metsästä otetut näytteet edustavat hiekkamaita, joissa kuparipitoisuuden vaihtelu oli suurta. Maankäyttömuotojen kuparipitoisuuksien erot kuvastavat lähinnä eri maalajien runsautta eri maankäyttömuodoissa, ei niinkään maankäytöstä johtuvaa kuparipitoisuuden mahdollista lisäystä. Esimerkiksi pelloilla voisi näkyä lannoitteiden mukana lisätty kupari, mutta taajamakartoitukseen valikoitui mukaan vain kaksi pelloksi tai niityksi luokiteltua näytepaikkaa tulevilta kaavoitusalueilta.



18.11.2014

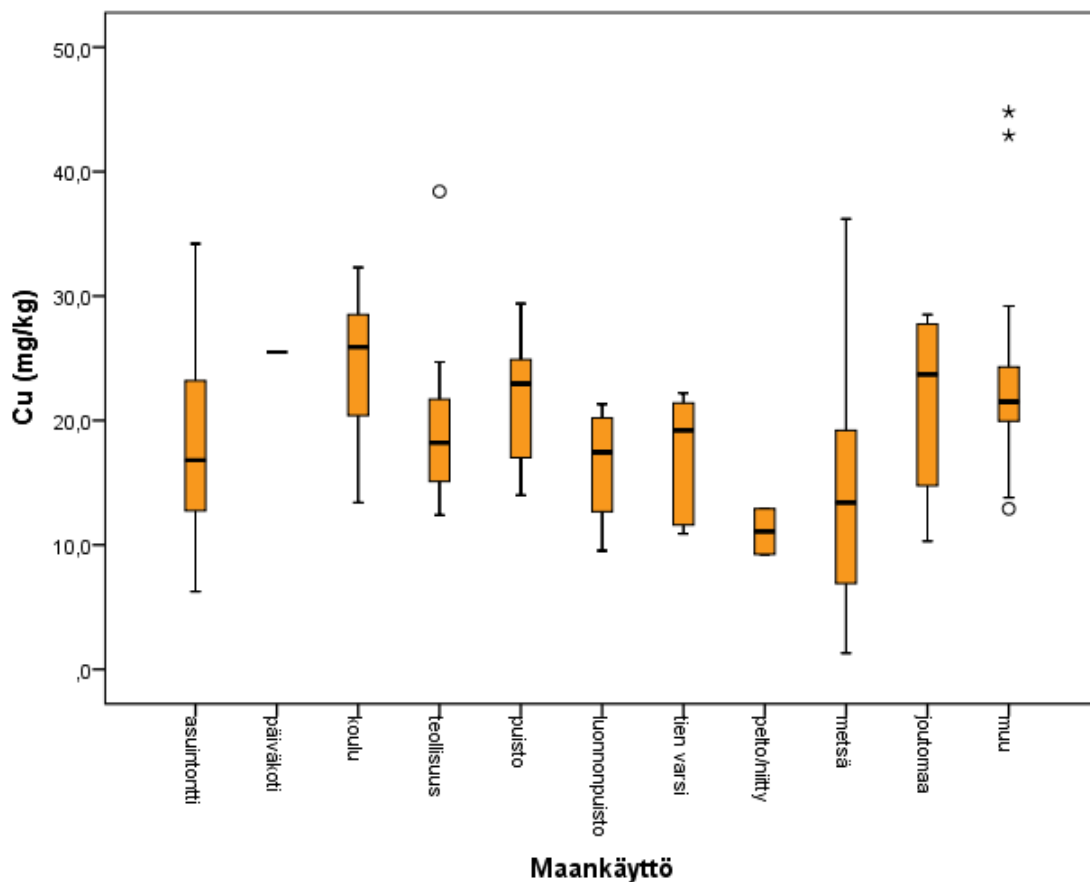


**Kuva 10.** Heinolan taajama-alueiden pintamaan (0 – 10 cm) kuparipitoisuus (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) maalajin mukaan ryhmiteltynä. Näytemäärät: hiekka 57, moreeni 17, savi 3, karkea täyttö 21, täyttömaa, jossa vaihteleva raekoko 22, hieno täyttö 6, multa 28. Laatikon keskellä oleva viiva on mediaaniarvo, laatikon alaja yläpää 25. ja 75. prosenttipiste, laatikosta lähtevien janojen päät osoittavat aineiston tavanomaisen pitoisuusjakuman pienimmän ja suurimman arvon. Kuitenkin mahdolliset poikkeavan suuret tai pienet pitoisuudet on esitetty pallo- ja tähtisymboleilla.



**Kuva 11.** Hajontadiagrammi kaliumpitoisuuksista ja kuparipitoisuuksista (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) Heinolan taajama-alueiden pintamaassa (0 – 10 cm) vuonna 2013.

18.11.2014

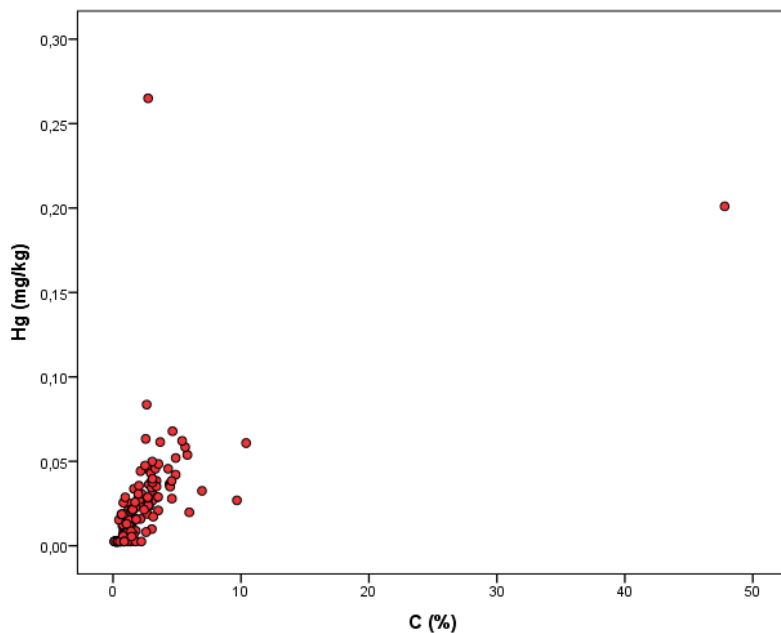


**Kuva 12.** Heinolan taajama-alueiden pintamaan (0 – 10 cm) kuparipitoisuus (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) maankäyttömuodon mukaan ryhmiteltyinä. Näytemäärät: asuintontti 20, päiväkotiki 1, koulu 7, teollisuus 9, puisto 14, luonnonpuisto taajamassa 4, vilkkaan tien varsi 5, pelto tai niitty 2, metsä 69, joutomaa 11, muu 19. Laatikon keskellä oleva viiva on mediaaniarvo, laatikon ala- ja yläpää 25. ja 75. prosenttipiste, laatikosta lähtevien janojen päät osoittavat aineiston tavanomaisen pitoisuusjakauman pienimmän ja suurimman arvon. Kuitenkin mahdolliset poikkeavan suuret tai pienet pitoisuudet on esitetty pallo- ja tähtisymboleilla.

Luontaiset taustapitoisuudet selittävät useimpien alkuaineiden pitoisuudet pintamaassa. Hajakuormitus näkyy selvimmin niiden alkuaineiden pitoisuuksissa, jotka sitoutuvat helposti pintamaan orgaaniseen ainekseen. Kuvassa 13 on esitetty Heinolan pintamaan elohopeapitoisuuden ja hiilipitoisuuden hajontakuvio. Laskeuman mukana tullut elohopea on sitoutunut pintamaan orgaaniseen ainekseen. Elohopean lisäksi antimoni-, hopea-, kadmium-, molybdeeni-, lyijy- ja rikkipitoisuudet korreloivat positiivisesti pintamaan hiilipitoisuuden kanssa.

Täyttömaissa on paikoin yksittäisiä tavanomaista suurempia antimoni-, kadmium-, koboltti-, kupari-, nikkeli-, fosfori-, lyijy-, strontium-, titaani-, tallium-, vanadiini-, volframi- ja sinkkipitoisuuksia. Tämä voi johtua esimerkiksi täytössä käytetyn murskeen alkuperäisestä metallipitoisuudesta tai näytteenottoaikan aikaisemmasta teollisuushistoriasta.

18.11.2014



**Kuva 13.** Hajontadiagrammi hiilipitoisuuksista ja elohopeapitoisuuksista (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) Heinolan pintamaassa (0 – 10 cm) vuonna 2013.

## 5.2 Arseenipitoisuudet pintamaassa

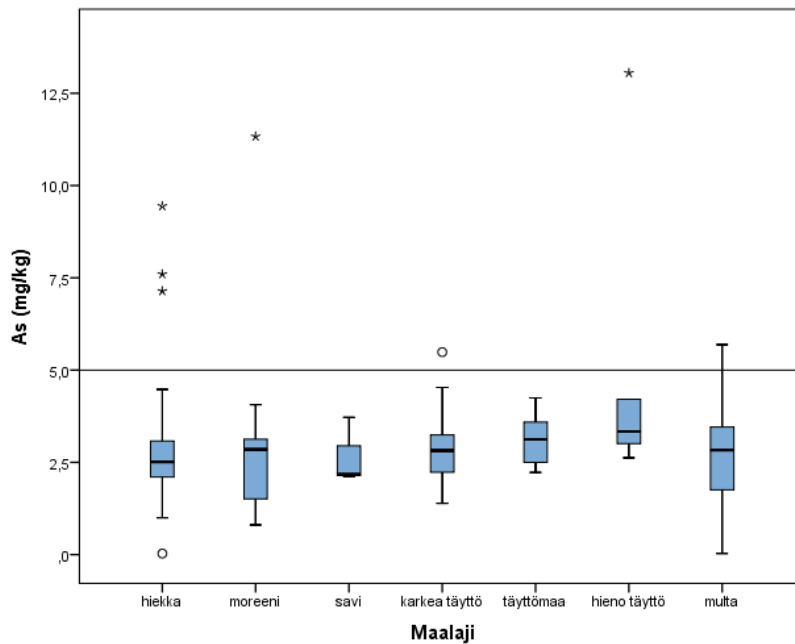
Suomen yleisimmän mineraalisen maalajin moreenin keskimääräinen arseenipitoisuus on noin 3 mg/kg (Koljonen 1992). PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) arseenin kynnysarvo on 5 mg/kg. Näitä suuremmat pitoisuudet ovat yleisiä koko eteläisessä Suomessa (Koljonen 1992). Maaperän arseenipitoisuudet ovat koko Päijät-Hämeessä suuremmat kuin Suomessa keskimäärin.

Heinola kuuluu tavanomaista suurempien luontaisten arseenipitoisuuksien alueena tunnettuun Etelä-Suomen arseeniprovinssiin (kuva 1), jossa maaperän arseenipitoisuudet ovat yleisesti suurempia kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 5 mg/kg. Etelä-Suomen arseeniprovinssissa moreenin suurin suositeltu taustapitoisuus on taajamien ulkopuolella 9 mg/kg. Myös ihmisen toiminta vaikuttaa maaperän arseenipitoisuuksiin, esimerkiksi puunkyllästämön toiminta voi näkyä paikallisesti pintamaan kohonneina arseenipitoisuuksina.

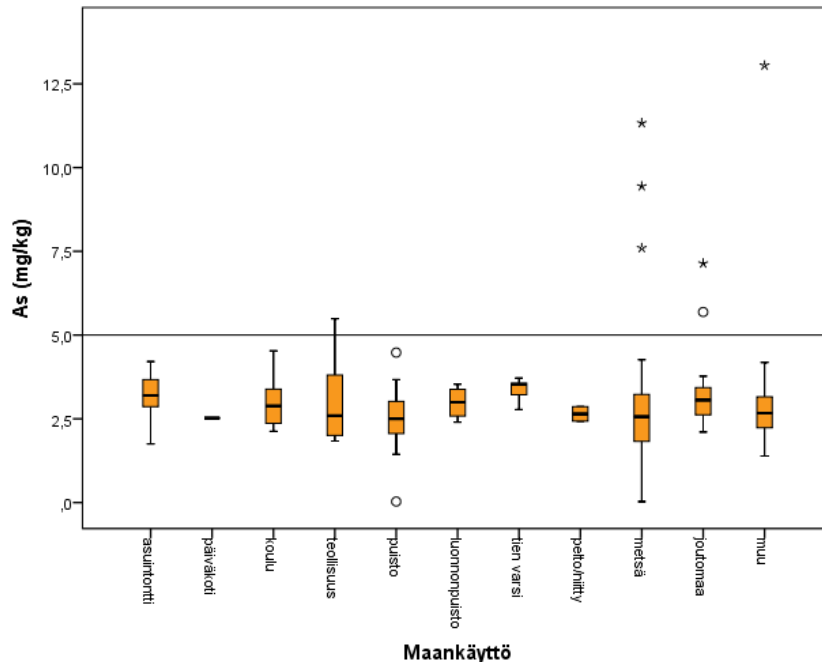
Heinolan 161 taajamanäytteen arseenipitoisuuksien perusteella laskettu suurin suositeltu taustapitoisuus on 5,14 mg/kg eli samaa suuruusluokkaa kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo 5 mg/kg. Yksittäisiä suurempia arseenipitoisuuksia oli kuitenkin useissa maalajeissa (kuva 14). Hienorakeisten täyttömaiden arseenipitoisuuden mediaaniarvo oli hieman suurempi kuin muiden maalajien arseenin mediaanipitoisuus. Vain kolmen näytteen arseenipitoisuus oli suurempi kuin Etelä-Suomen arseeniprovinssin moreenimaiden suurin suositeltu taustapitoisuus 9 mg/kg. Suurin arseenipitoisuus 13 mg/kg mitattiin Tähtiniemen alueen leikkipuiston läheisyydestä.

Heinolan maaperän arseeni on pääosin luontaista, kynnysarvon 5 mg/kg ylittäviä pitoisuuksia oli eniten metsämailla (kuvat 15 ja 16). GTK:n suuralueellisen moreenigeokemiallisen kartoituksen ja aiempien Etelä-Suomen taustapitoisuuskartoitusten perusteella tiedetään, että 9 mg/kg arseenipitoisuudet ovat tavanomaisia Etelä-Suomen luonnon moreenimaille.

18.11.2014

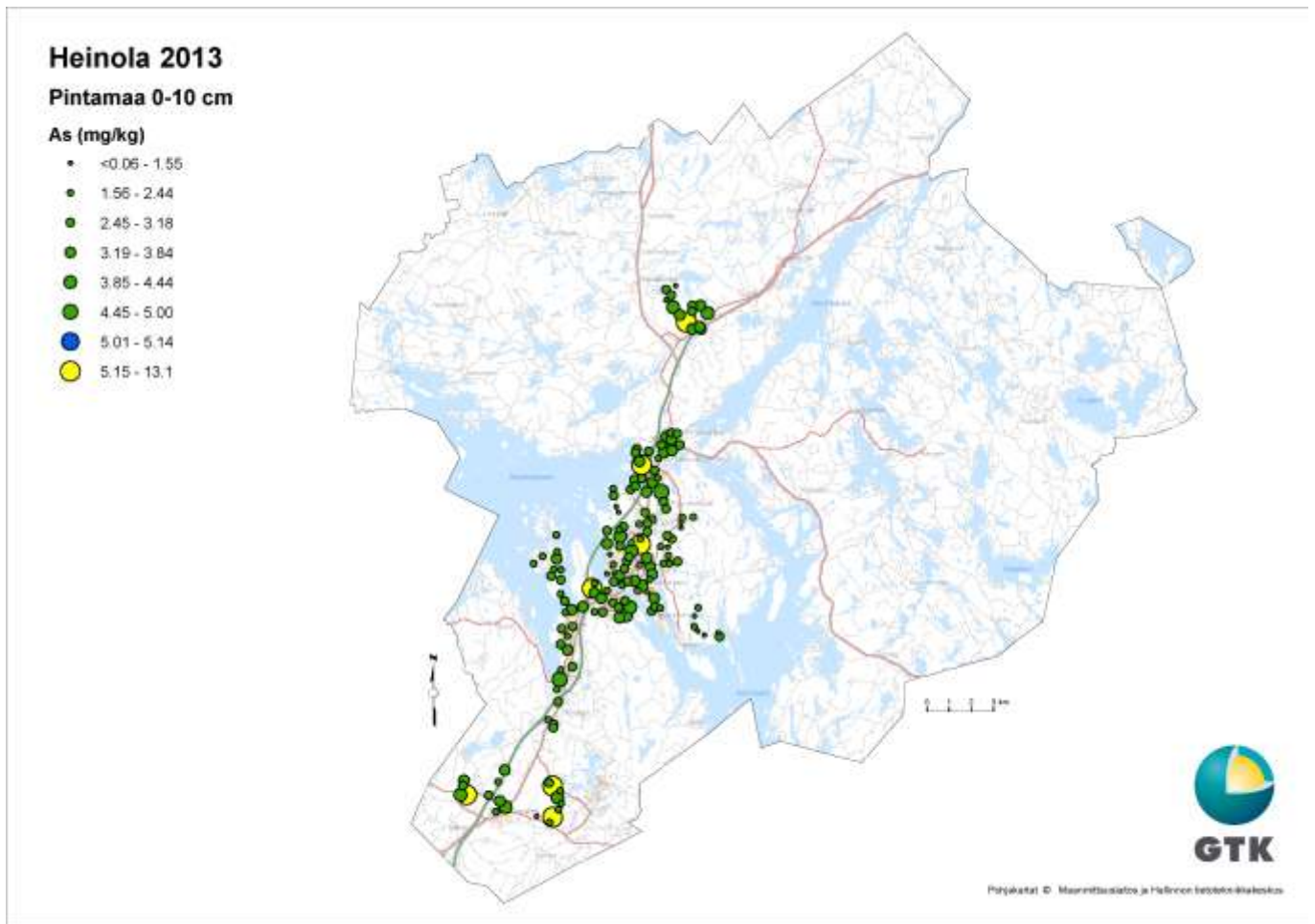


**Kuva 14.** Heinolan taajama-alueiden pintamaan (0 – 10 cm) arseenipitoisuus (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) maalajin mukaan ryhmiteltyinä. Näytämäärät: hiekka 57, moreeni 17, savi 3, karkea täyttö 21, täyttömaa, jossa vaihteleva raekoko 22, hieno täyttö 6, multa 28. Vaakaviiva: PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 5 mg As/kg.



**Kuva 15.** Heinolan taajama-alueiden pintamaan (0 – 10 cm) arseenipitoisuus (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) maankäyttömuodon mukaan ryhmiteltyinä. Näytämäärät: asuintontti 20, päiväkotii 1, koulu 7, teollisuus 9, puisto 14, luonnonpuisto taajamassa 4, vilkkaan tien varsi 5, pelto tai niitty 2, metsä 69, joutomaa 11, muu 19. Vaakaviiva: PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 5 mg As/kg.

18.11.2014

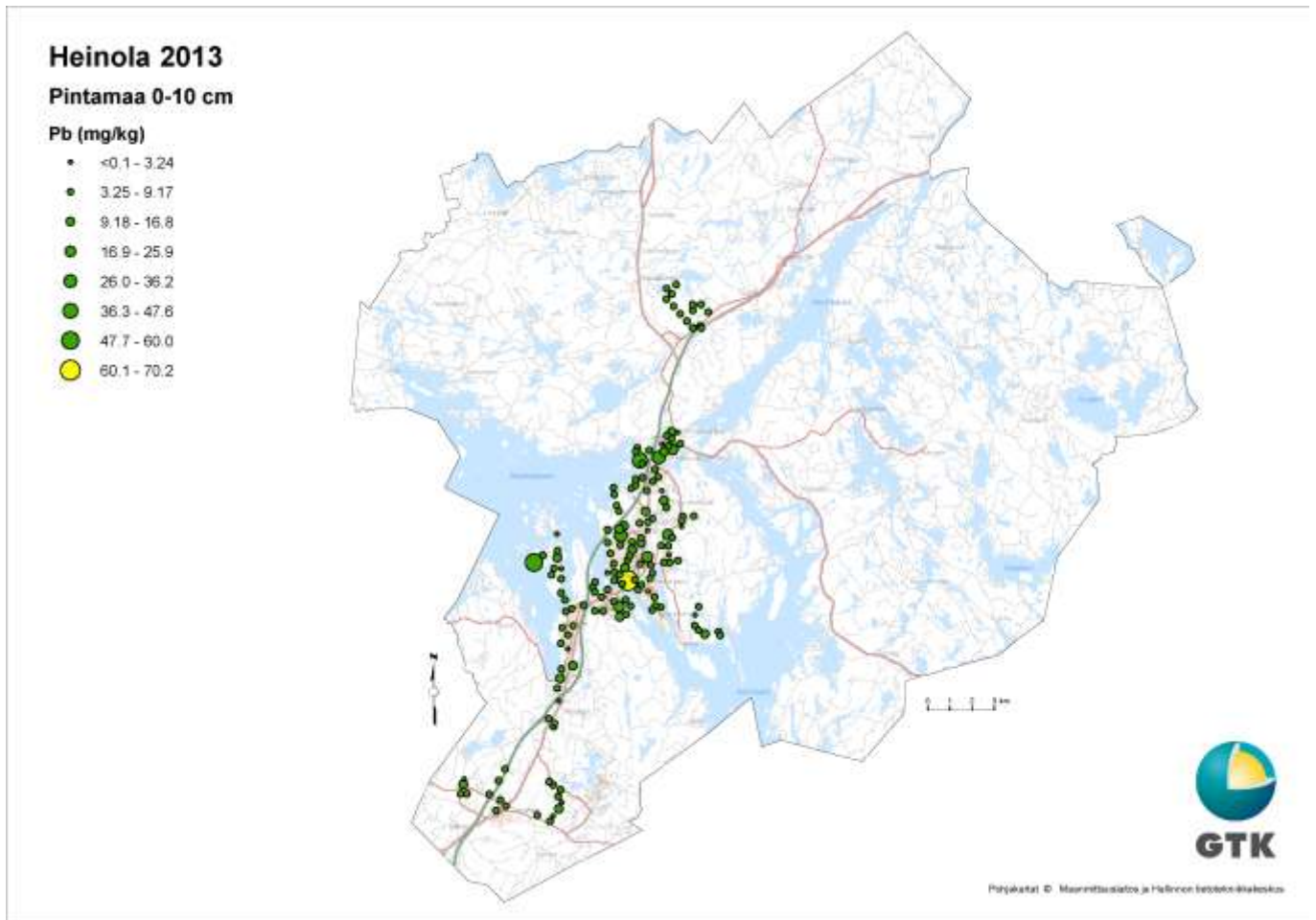


**Kuva 16.** Heinolan taajama-alueiden maaperän arseenipitoisuus vuonna 2013 (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto). Symbolien väritys: pienimmät vihreät symbolit = pitoisuus alle kynnyksarvon 5 mg/kg, keltaiset symbolit = pitoisuus yli laskennallisen SSTP-arvon 5,14 mg/kg, mutta alle alemman ohjearvon 50 mg/kg. Näytteiden lukumäärä 161. Pohjakaarta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

18.11.2014

### 5.3 Lyijypitoisuus pintamaassa

Lyijypitoisuudet ovat usein suurimmat taajamien keskustassa. Esimerkiksi Tampereella ihmisen toiminta on lisännyt pintamaan lyijypitoisuutta (Tarvainen ym. 2013b). Heinolassa yhden tutkitun näytteen lyijypitoisuus oli suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnyksiarvo 60 mg/kg (kuva 17). Kyseinen näyte oli otettu Heinolan keskustasta Kirkkokadun varresta täyttömaasta, jossa oli vaihteleva raekoko.

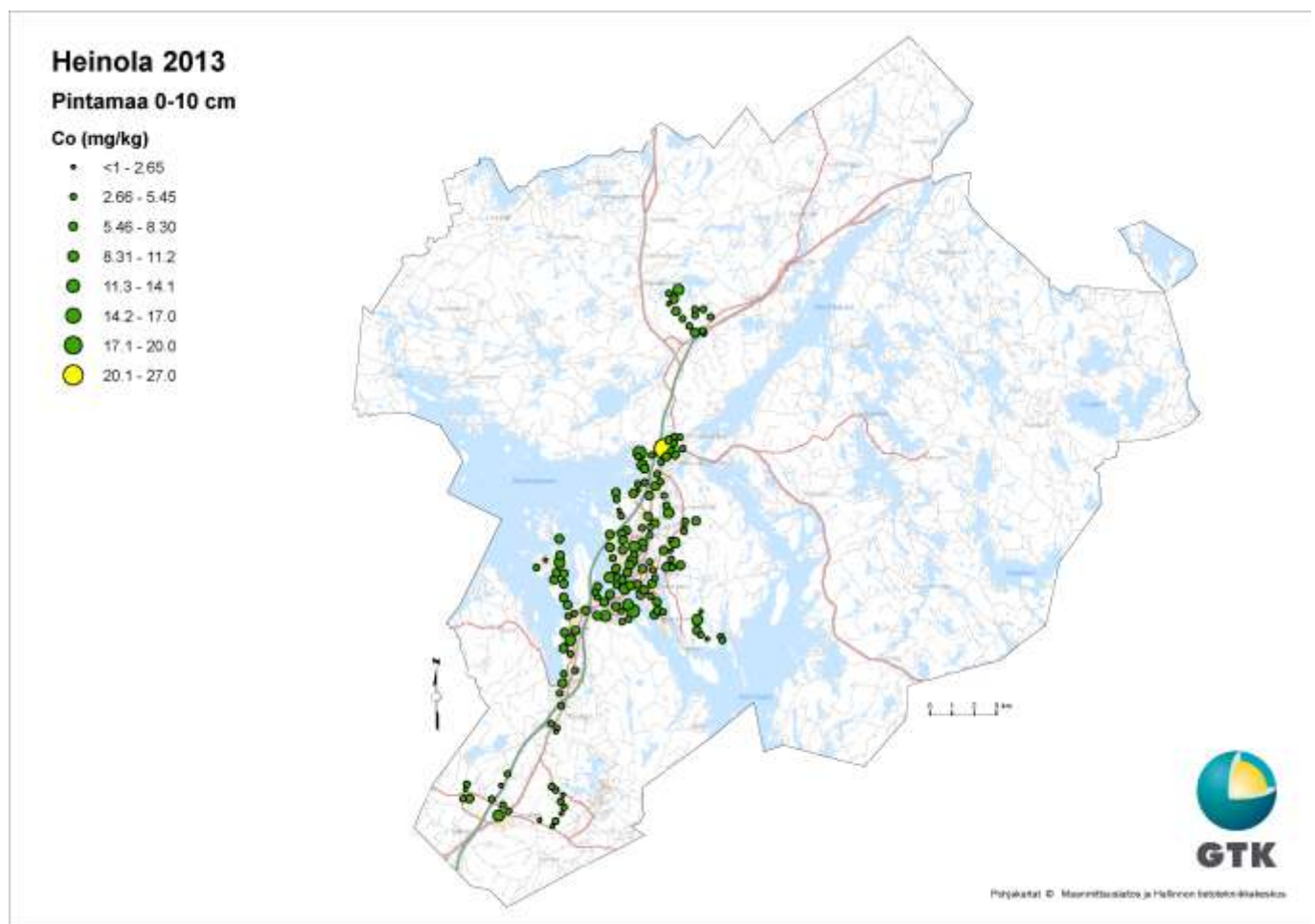


**Kuva 17.** Heinolan taajama-alueiden maaperän lyijypitoisuus vuonna 2013 (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuinto). Symbolien väritys: pienimmät vihreät symbolit = pitoisuus alle kynnyksiarvon 60 mg/kg, keltaiset symbolit = pitoisuus yli kynnyksiarvon 60 mg/kg, mutta alle alemman ohjearvon 200 mg/kg. Näytteiden lukumäärä 161. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

18.11.2014

#### 5.4 Kobolttipitoisuus pintamaassa

Kuvassa 18 on esitetty Heinolan pintamaan kobolttipitoisuus. Yhden tutkitun näytteen kobolttipitoisuus oli suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnyksarvo 20 mg/kg. Kyseinen näyte oli otettu Aitjärveltä vanhalla tienpohjalta karkearakeisesta täyttömaasta. Samassa näytteessä oli tavanomaista enemmän myös nikkeliä, natriumia ja strontiumia. Alueellisessa moreenigeokemiallisessa kartoituksessa (Salminen 1995) havaittiin Heinolan alueella kahdessa pohjamoreeninäytteessä kynnyksarvoa (20 mg/kg) suurempia kobolttipitoisuuksia ja useimpien pohjamoreeninäytteiden kobolttipitoisuus oli yli 10 mg/kg. Heinolan pintamaan geokemiallisen kartoituksen perusteella laskettu kobolttin suurin suositeltu taustapitoisuus on 11,2 mg/kg eli pienempi kuin kynnyksarvo 20 mg/kg. Yksittäistapauksissa maaperän kynnyksarvoa suuremmat kobolttipitoisuudet voivat kuitenkin olla luontaisia.

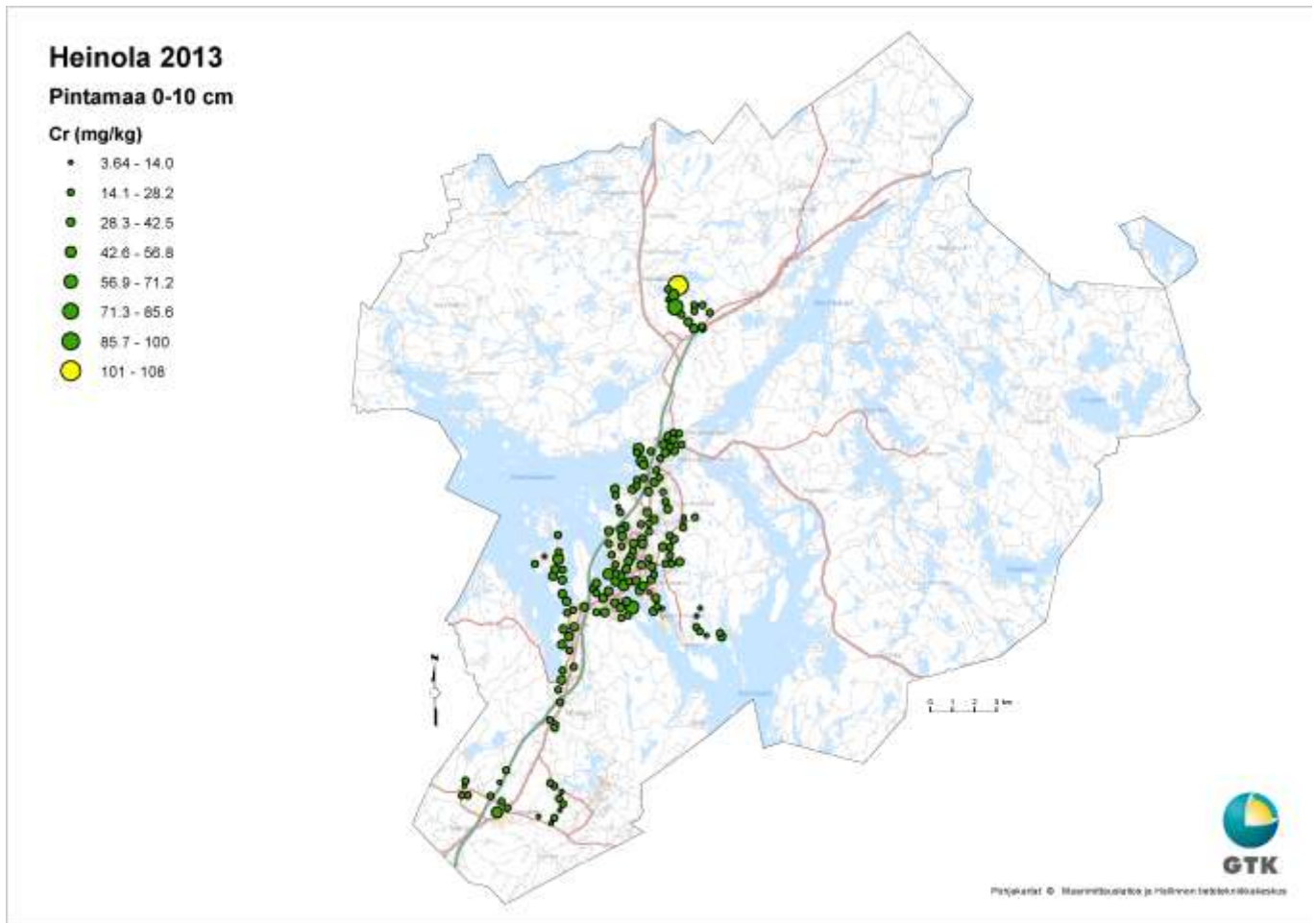


**Kuva 18.** Heinolan taajama-alueiden maaperän kobolttipitoisuus vuonna 2013 (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto). Symbolien värit: pienimmät vihreät symbolit = pitoisuus alle kynnyksarvon 20 mg/kg, keltaiset symbolit = pitoisuus yli kynnyksarvon 20 mg/kg, mutta alle alemman ohjearvon 100 mg/kg. Näytteiden lukumäärä 161. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

18.11.2014

### 5.5 Kromipitoisuus pintamaassa

Kuvassa 19 on esitetty Heinolan pintamaan kromipitoisuus. Yhden Lusista otetun näytteen kromipitoisuus, 108 mg/kg, on hieman suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnyksarvo 100 mg/kg. Kyseinen näyte on otettu metsästä luonnontilaisesta moreenimaasta. Pintamassa on ollut paksusti orgaanista ainesta. Myös alueellisessa moreenigeokemiallisessa kartoituksessa (Salminen 1995) on havaittu Heinolan ympäristössä kahdessa paikassa luonnontilaisessa pohjamoreenissa yli 100 mg/kg kromipitoisuuksia ja useiden näytteiden kromipitoisuus oli 50 – 100 mg/kg.



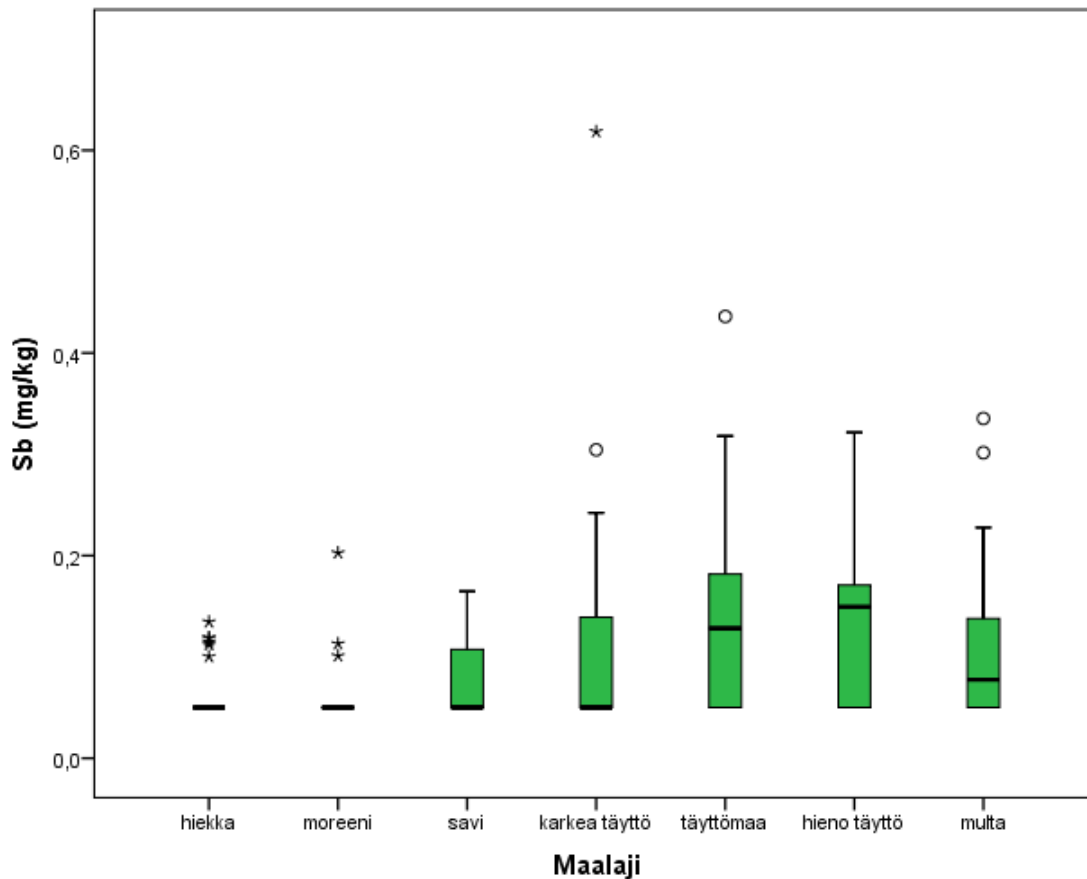
**Kuva 19.** Heinolan taajama-alueiden maaperän kromipitoisuus vuonna 2013 (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto). Symbolien väritys: pienimmät vihreät symbolit = pitoisuus alle kynnyksarvon 100 mg/kg, keltaiset symbolit = pitoisuus yli kynnyksarvon 100 mg/kg, mutta alle alemman ohjearvon 200 mg/kg. Näytteiden lukumäärä 161. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.



18.11.2014

### 5.6 Antimonipitoisuus pintamaassa

Antimoni on esimerkki alkuaineesta, jonka taustapitoisuus on suurempi täyttömaissa kuin Heinolan luonnonmaissa. Kuvassa 20 on esitetty Heinolan pintamaan antimonipitoisuus maalajeittain jaoteltuna. Suuri osa pitoisuuksista on pienempiä kuin analyysimenetelmän määrittäysraja 0,1 mg/kg. Suurimmatkin pitoisuudet ovat pienempiä kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnyksiarvo 2 mg/kg.



**Kuva 20.** Heinolan taajamien pintamaan antimonipitoisuus (<2 mm raesuuruus, kuningasvesiuutto) maalajin mukaan ryhmiteltyinä. Näyttemäärät: hiekka 57, moreeni 17, savi 3, karkea täyttö 21, täyttömaa, jossa vaihteleva rae-koko 22, hieno täyttö 6, multa 28. Laatikon keskellä oleva viiva on mediaaniarvo, laatikon ala- ja yläpää 25. ja 75. prosenttipiste, laatikosta lähtevien janojen päät osoittavat aineiston pienimmän ja suurimman arvon. Kuitenkin mahdolliset poikkeavat suuret pitoisuudet on esitetty pallo- ja tähtisymboleilla.

18.11.2014

### 5.7 Muiden metallien pitoisuuksia pintamaassa

Heinola kuuluu Etelä-Suomen metalliprovinssiin (kuva 2), joten arseenin lisäksi koboltin (luku 6.4), kuparin, kromin (luku 6.5), nikkelin tai vanadiinin pitoisuudet voivat olla luonnonmailla paikoin tavanomaista suurempia. Metalliprovinssin rajauksessa on käytetty myös sinkkipitoisuuksia, mutta valtakunnallisen alueellisen moreenigeokemiallisen kartoituksen (Salminen 1995) perusteella Heinolan moreenissa ei ole kynnysarvoa 200 mg/kg suurempia sinkkipitoisuuksia.

PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) on määritelty kynnysarvot 11 metallille tai puolimetallille. Arseenia, lyijyä, kobolttia ja kromia lukuun ottamatta kaikkien metallien suurimmat pitoisuudet olivat Heinolan taajama-alueiden pintamaassa pienempiä kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo. Heinolan taajama-alueiden näytteen suurin sinkkipitoisuus oli 144 mg/kg, suurin kuparipitoisuus oli 41,6 mg/kg, suurin nikkelpitoisuus 26,9 mg/kg, suurin elohopeapitoisuus 0,265 mg/kg, suurin kadmiumpitoisuus 0,447 mg/kg ja suurin vanadiinipitoisuus 52,1 mg/kg.

### 5.8 Suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot

Taulukossa 3 on esitetty Heinolan taajama-alueiden pintamaan alkuainepitoisuuksien mediaani- ja maksimi-arvot sekä laskennalliset suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot. Vain arseenin laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuusarvo 5,14 mg/kg oli hieman suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 5 mg/kg.

18.11.2014

**Taulukko 3. Heinolan taajama-alueiden pintamaan (0 – 10 cm) alkuainepitoisuuksien mediaani- ja maksimi-arvot sekä laskennalliset suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot (SSTP) ja PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvot. Kuningasvesiliuotus, < 2 mm raekoko.**

Alkuaine	Mediaani	Maksimi	SSTP	Kynnysarvo
Alumiini Al (mg/kg)	10200	29300	15900	
Antimoni Sb (mg/kg)	<0,1	0,618	0,214	2
Arseeni As (mg/kg)	2,78	13,0	5,14	5
Barium Ba (mg/kg)	47,3	140	88,6	
Beryllium Be (mg/kg)	0,337	0,985	0,549	
Elohopea Hg (mg/kg)	0,014	0,265	0,067	0,5
Fosfori P (mg/kg)	446	1380	759	
Hiili C (%)	1,39	47,8	6,01	
Hopea Ag (mg/kg)	<0,06	0,222		
Kalsium Ca (mg/kg)	1980	13400	4645	
Kadmium Cd (mg/kg)	0,074	0,447	0,160	1
Kalium K (mg/kg)	1960	6920	5510	
Kalsium Ca (mg/kg)	1980	13400	4645	
Koboltti Co (mg/kg)	5,12	27	11,2	20
Kromi Cr (mg/kg)	26,2	108	51,6	100
Kulta Au (µg/kg)	0,782	51,6	3,02	
Kupari Cu (mg/kg)	18,2	44,8	41,6	100
Lyijy Pb (mg/kg)	5,08	70,2	10,9	60
Magnesium Mg (mg/kg)	4240	18000	9370	
Mangaani Mn (mg/kg)	172	406	369	
Molybdeeni Mo (mg/kg)	0,402	2,46	0,905	
Natrium Na (mg/kg)	126	1820	283	
Nikkeli Ni (mg/kg)	13,1	43,4	26,9	50
Palladium Pd (µg/kg)	1,11	3,88	4,05	
Rauta Fe (mg/kg)	14900	44900	25550	
Rikki S (mg/kg)	123	2090	372	
Seleeni Se (mg/kg)	0,359	1,05	0,729	
Sinkki Zn (mg/kg)	43,3	144	88,2	200
Strontium Sr (mg/kg)	10,7	59,4	20,5	
Tallium Tl (mg/kg)	<0,3	1,98		
Titaani Ti (mg/kg)	810	2420	1470	
Uraani U (mg/kg)	1,73	16,9	4,37	
Vanadiini V (mg/kg)	29,4	65,9	52,1	100
Vismutti Bi (mg/kg)	0,139	0,750	0,276	
Volframi W (mg/kg)	0,226	3,40	0,492	

18.11.2014

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Alkuainepitoisuuksia selittää kiille- ja savimineraalien runsaus ja hiilen määrä. Alumiinin, bariumin, koboltin, kromin, kuparin, magnesiumin, nikkelin, sinkin ja vanadiinin pitoisuudet ovat usein suuremmat, jos maaperässä on runsaasti kiillemineraaleja. Pintamaan orgaaninen aines sitoo erityisesti hajakuormituksen tulevaa antimonia, elohopeaa, hopeaa, kadmiumia, molybdeenia ja lyijyä. Taajamissa on paljon myös täyttömaita. Erityisesti antimonin pitoisuudet ovat suuremmat täyttömaissa kuin luonnonmaissa.

Heinola kuuluu Etelä-Suomen arseeniprovinssiin ja arseenin luontaiset pitoisuudet ovat suurempia kuin Suomessa keskimäärin. Heinolan taajama-alueiden maaperän pintaosan taustapitoisuudet ovat pääosin pienempiä kuin PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) annetut kynnsarvot. Heinolan taajamien pintamaiden pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiin voi käyttää kynnsarvoa 5 mg/kg, mutta yksittäisissä tapauksissa kynnsarvoa suuremmat taustapitoisuudet ovat mahdollisia. Tässä tutkimuksessa suurin taustapitoisuus taajama-alueiden maaperässä oli 13 mg As/kg. Jos kaupunkirakenne laajenee ympäröiville luonnon moreenimaille, valtakunnallisen taustapitoisuusrekisterin mukaisesti suurimpana suositeltuna taustapitoisuusarvona voi käyttää 9 mg As/kg uusilla rakennuskohteilla.

Osa Heinolaa kuuluu Etelä-Suomen metalliprovinssiin. Alueellisen geokemiallisen kartoituksen perusteella koboltin, kromin, kuparin, nikkelin ja vanadiinin pitoisuudet pohjamoreenissa ovat paikoin suuremmat kuin PIMA-asetuksen kynnsarvo (VNa 214/2007). Tässä taajamageokemiallisessa kartoituksessa havaittiin kynnsarvoa suurempia kromi- ja kobolttipitoisuuksia. Lisäksi yhden täyttömaanäytteen lyijypitoisuus oli suurempi kuin PIMA-asetuksen kynnsarvo. Heinolassa voidaan käyttää maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa kynnsarvoja muille alkuaineille paitsi arseenille. Yksittäistapauksissa koboltin, kromin, kuparin, nikkelin ja vanadiinin tavanomaista suuremmat pitoisuudet voivat olla kuitenkin luonnollisia.

### Kiitokset

Mikael Eklund GTK:sta teki näytteenottosuunnitelman. Eklundilla oli käytettävissään Heinolan kaupungin toimittama numeerinen kartta-aineisto kaupungin maaomistuksista. Tauno Valli ja Kari Jauhiainen GTK:sta vastasivat näytteenotosta. Tiina Nurminen ja Ilaria Guagliardi GTK:sta tuottivat geokemialliset kartat Kirsti Keskisaaren suunnittelemaa pohjalle. Kirsti Keskisaari laati kallioperä- ja maaperäkartat. Samrit Luoma vastasi muiden karttojen teosta. Heinolan kaupungin asiantuntijat kommentoivat tutkimuksen tuloksia ennen raportin viimeistelyä. Tarja Hatakka, Jaana Jarva ja Kristiina Nuottimäki toimivat ennakotarkastajina ja esittivät hyviä muutosehdotuksia. Kiitokset kaikille tutkimukseen ja raportointiin osallistuneille hyvästä yhteistyöstä.



18.11.2014

## Kirjallisuus

- Albanese, S. & Breward, N. 2011. Sources of anthropogenic contaminants in the urban environment. Sivut 116 – 127 teoksessa C.C.Johnsson, A. Demetriades, J. Locutura & R.T. Ottesen (toim.) Mapping the Chemical Environment of Urban Areas. John Wiley & Sons. 616 s.
- Guagliardi, I. & Tarvainen, T. 2014. Quality control of urban soil samples from Tampere, Heinola and Lahti. Geologian tutkimuskeskus. Arkistoraportti 65/2014. 25 s. + 2 liitettä.
- Hatakka, T. (toim.), Tarvainen, T., Jarva, J., Backman, B., Eklund, M., Huhta, P., Kärkkäinen, N., & Luoma, S. 2010. Pirkanmaan maaperän geokemialliset taustapitoisuudet. Summary: Geochemical baselines in Pirkanmaa area. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 182. 104 s.
- Koljonen, T. 1992. Results of the mapping. Sivut 106 – 125 teoksessa Koljonen, T. (toim.) Suomen geokemian atlas, osa 2: moreeni – The Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Kuusisto, E., Tarvainen, T. & Huhta, P. 2007. Alkuaineiden taustapitoisuudet eri maalajeissa Satakunnan alueella. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S41/1141/2007/1, 22 s.
- Ottesen, R.T. 2009. Sampling protocol for Urban Geochemistry in Europe (URGE). Geological Survey of Norway. 3 s.
- Salminen, R. (toim.) 1995. Alueellinen geokemiallinen kartoitus Suomessa vuosina 1982 – 1994. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 130. 47 s.
- Tarvainen, T., Hatakka, T., Kumpulainen, S., Tanskanen, H., Ojalainen, J. & Kahelin, H. 2003. Alkuaineiden taustapitoisuudet eri maalajeissa Porvoon ympäristössä. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S/41/3021/2003/1. 56 s. 1 liite.
- Tarvainen, T. (toim.), Eklund, M., Haavisto-Hyvärinen, M., Hatakka, T., Jarva, J., Kerttunen, V., Kuusisto, E., Ojalainen, J. & Teräsvuori, E. 2006. Alkuaineiden taustapitoisuudet pääkaupunkiseudun kehyskuntien maaperässä. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 163, 40 s.
- Tarvainen, T. 2010a. Hämeen maaperän taustapitoisuudet. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S41/2010/22, 24 s.
- Tarvainen, T. 2010b. Espoon maaperän taustapitoisuudet. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S41/2010/39, 32 s.
- Tarvainen, T. 2011. Hämeenlinnan taajamageokemia. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 17, 30 s.
- Tarvainen, T., Luoma, S. & Hatakka, T. 2013a. Tampereen taajama-alueen maaperän taustapitoisuudet. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti 128/2013, 31 s.
- Tarvainen, T., Hatakka, T., Salla, A., Jarva, J., Pitkäranta, P., Antilla, H., Maidell-Münster, L. 2013b. Pääkaupunkiseudun maaperän taustapitoisuudet. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 201. 91 s + 4 liitettä.
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007), annettu 1 .3.2007.

18.11.2014

## LIITE 1

**GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS**  
**PL 96**  
**02151 ESPOO**

**NÄYTEKORTTI**  
**(V6.1 16.4.2013)**  
**YMPÄRISTÖGEOKEMIA**

Projekti: Taajamageokemia Heinola 2013  
 (Liimaa yksi tarroista tähän tai kirjoita näytepaikan tunnus)

TTTA-2013-

Rasti viivalle mitkä näytetyypit ja rinnakkaisnäytteet on otettu:  
 Pintamaanäyte 0-10 cm otettu: \_\_\_\_\_ Myös rinn: \_\_\_\_\_ Pvm: \_\_\_\_\_

PAH+PCB näyte 0-10 cm otettu: \_\_\_\_\_ Myös rinn: \_\_\_\_\_ Ottaja: \_\_\_\_\_  
 Muu näyte: \_\_\_\_\_ Organisaatio: GTK  
*Rinnakkaisnäytteen tunnuksen lopussa on numero .2, normaali näyte on .1*

Kaupunginosa: \_\_\_\_\_ Osoite: \_\_\_\_\_

Näyte on otettu etukäteen suunnitellulta paikalta: KYLLÄ / EI

Koordinaatit X: \_\_\_\_\_ Y: \_\_\_\_\_ Z: \_\_\_\_\_

*Koordinaattijärjestelmä KKI 3. kaista*

Oliko pintamaanäytteen päällä nurmikko joka otettiin pois ennen näytteenottoa? KYLLÄ / EI

Maalaji (numero viivalle) Ensisijainen Muu vaikuttava maalaji

Pintamaa 0 – 10 cm \_\_\_\_\_

Pohjamaa \_\_\_\_\_

Valitse numero: 1 = humus; 2 = sora/hiekka/karkea hieta; 3 = moreeni; 4 = savi, siltti; 5 = turve; 6 = karkea täyttömaa; 7 = täyttömaa jossa vaihteleva raekoko; 8 = hienojakoinen täyttömaa; 9 = multa, puistomulta

Maankäyttö: \_ Asuintontti \_ Päiväkoti \_ Koulu \_ Teollisuustontti \_ Puisto  
 \_ Luonnonpuisto taajamassa \_ Vilkkaan tien varsi \_ Pelto, niitty \_ Metsä  
 \_ Joutomaa \_ Muu: \_\_\_\_\_

Valokuva kuopasta (kuvan numero): \_\_\_\_\_ Alueesta: \_\_\_\_\_

Mahdollinen likaantumislähde: \_\_\_\_\_

