

Tampereen taajama-alueen maaperän taustapitoisuudet

Timo Tarvainen, Samrit Luoma ja Tarja Hatakka

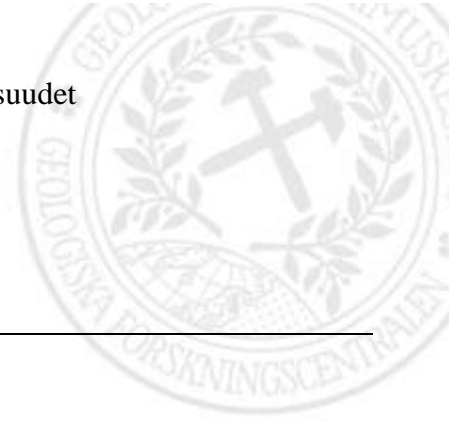


GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro 15.4.2013

| | | | |
|---|----------------|--|------------------------|
| Tekijät Timo Tarvainen, Samrit Luoma ja Tarja Hatakka | | Raportin laji Arkistoraportti | |
| | | Toimeksiantaja Geologian tutkimuskeskus | |
| Raportin nimi Tampereen taajama-alueen maaperän taustapitoisuudet | | | |
| Tiivistelmä Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperägeokemian tietokantaa täydennettiin vuonna 2012 ottamalla ja analysoimalla Tampereen kaupungin taajamien alueelta 360 pintamaanäytettä. Taajamien 0 – 10 cm:n syvyydeltä otetut maanäytteet edustivat erilaisia maankäyttömuotoja Tampereen keskustan ja lähiöiden taajama-alueilla. Tampereen kaupungin taajama-alueiden maaperän arseenipitoisuudet ovat suuremmat kuin tavanomaiset arseenipitoisuudet muualla Suomessa. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulisi käyttää Tampereen taajama-alueilla kynnysarvon sijaan alueellista suurinta suositeltua taustapitoisuusarvoa 26 mg/kg. Pääosa Tampereen pintamaan arseenista on luontaista. Lyijyn taustapitoisuus on suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 60 mg/kg aivan Tampereen keskustassa. Tampereen seudun taajamien keskustan pintamaassa laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuusarvo on lyijylle 77 mg/kg, mutta yleisesti Tampereella lyijyn taustapitoisuus on pienempi kuin kynnysarvo 60 mg/kg. Myös sinkin, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet ovat usein suuremmat Tampereen keskustan maaperässä verrattuna ympäröiviin kaupunginosiin. Tampereen kaupungin taajama-alueilla useiden hivenalkuaineiden pitoisuudet ovat suuremmat savissa verrattuna muihin maalajeihin. Humuksessa on enemmän vismuttia, kadmiumia, elohopeaa, lyijyä ja rikkiä kuin Tampereen ympäristön luonnonmailla. Karkeissa täyttömaissa on enemmän titaania, volframia ja zirkoniumia kuin muissa maalajeissa. PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä, yleensä alle analyysimenetelmän määrittämissä rajoissa. | | | |
| Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) ympäristögeologia, geokemialliset tutkimukset, perustilan kartoitus, maaperä, alkuaineet, arseeni, lyijy | | | |
| Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Tampere | | | |
| Karttalehdet | | | |
| Muut tiedot Kansikuva Tauno Valli GTK | | | |
| Arkistosarjan nimi | | Arkistotunnus 128/2013 | |
| Kokonaissivumäärä 31 | Kieli suomi | Hinta | Julkuisuus julkinen |
| Yksikkö ja vastuualue Etelä-Suomen yksikkö, Maankäyttö ja ympäristö | | Hanketunnus 2533009 | |



Sisällysluettelo

Kuvailulehti

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | TUTKIMUKSEN TAVOITE | 1 |
| 3 | TAMPEREEN YMPÄRISTÖN KALLIOPERÄ JA MAAPERÄ | 2 |
| 4 | NÄYTTEENOTTO JA ANALYTIikka | 3 |
| 4.1 | Näytteenotto | 3 |
| 4.2 | Analytiikka ja laadunvarmistus | 6 |
| 4.3 | Tilastolliset menetelmät ja karttatuotanto | 6 |
| 5 | TULOKSET JA POHDINTA | 8 |
| 5.1 | Arseenipitoisuudet pintamaassa | 8 |
| 5.2 | Lyijypitoisuus pintamaassa | 12 |
| 5.3 | Kobolttipitoisuus pintamaassa | 15 |
| 5.4 | Sinkkipitoisuus pintamaassa | 16 |
| 5.5 | Platina, palladium ja kulta pintamaassa | 17 |
| 5.6 | Yhteenveto alkuaineiden pitoisuuksista Tampereen pintamaassa | 19 |
| 5.7 | Maalajitteen ja maankäytön vaikutus pitoisuuksiin | 21 |
| 5.8 | PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet | 25 |
| 6 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 26 |

KIRJALLISUUSLUETTELO

15.4.2013

1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperägeokemian tietokantaa täydennettiin vuonna 2012 ottamalla ja analysoimalla Tampereen kaupungin taajamien alueelta 360 maaperänäytettä pintamaasta. Maanäytteet edustivat erilaisia maankäyttömuotoja Tampereen keskustan ja lähiöiden taajama-alueilla. Pintamaanäytteet otettiin pintamaasta aina 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).

Pirkanmaan taajamien maaperän geokemiallisesta koostumuksesta saatiin alustavia tietoja TAATA-hankkeessa (Tampereen seudun taajamageologinen kartoitus- ja kehittämishanke; Jarva & Tarvainen 2008, Tarvainen ym. 2009), joka toteutettiin vuosina 2007 – 2009. TAATA-hanke oli useiden Pirkanmaan kuntien ja kaupunkien (Tampere, Kangasala, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala, Vesilahti, Ylöjärvi), Tampereen veden, Hämeen tiepiirin, Pirkanmaan liiton, Pirkanmaan ympäristökeskuksen ja GTK:n yhteisrahoitteinen hanke, joka kartoitti kattavasti erilaisin geologisista, geofysikaalisista ja geokemiallisista menetelmin alueen maa- ja kallioperää yhdyskuntasuunnittelun tarpeisiin. TAATA-hankkeessa otettiin yhteensä 39 maaperänäytettä hankkeeseen osallistuneiden kaupunkien ja kuntien taajama-alueilta. Tässä raportissa esiteltävät tulokset antavat yksityiskohtaisemman kuvan alkuaineiden pitoisuusjakaumasta Tampereen keskustan ja lähiöiden taajamien maaperässä kuin aiemmin raportoidut tulokset.

Vuoden 2012 tutkimuksessa Tampereen maaperänäytteistä analysoitiin kuningasvesiliukoisia pitoisuuksia. Kuningasvesiliuotus on yleisesti käytetty menetelmä maanäytteiden analyysissä geokemian kartoitushankkeissa ja maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa. Nykyisillä analyysimenetelmillä voidaan analysoida luotettavasti myös 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 ilmalaskeumasta peräisin olevien haitallisten aineiden taustapitoisuuksista maaperässä. Taustapitoisuustietoja tarvitaan muun muassa maa-alueiden pilaantuneisuutta arvioitaessa. GTK on kartoittanut myös Tampereen taajamia ympäröivien luonnonmaiden taustapitoisuuksia (Hatakka ym. 2010). Lisäksi GTK on tehnyt taustapitoisuuskartoituksia 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) ja Espoossa (Tarvainen 2010b).

2 TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää yli 40 alkuaineen taustapitoisuudet Tampereen taajama-alueiden pintamaassa. Tuloksia verrattiin Pirkanmaalta otettujen luonnonmaanäytteiden alkuainepitoisuuksiin. Tuloksista laskettiin suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot, joita voidaan käyttää maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa Tampereen taajama-alueilla. Tuloksia voidaan käyttää



15.4.2013

myös kaavoituksessa ja arvioitaessa taajamista kaivettujen maamassojen alkuainepitoisuuksia. Kartoituksen tulokset lisätään valtakunnalliseen taustapitoisuusrekisteriin (<http://www.geo.fi/tapir>).

3 TAMPEREEN YMPÄRISTÖN KALLIOPERÄ JA MAAPERÄ

Pirkanmaa voidaan jakaa kallioperän kehityksen perusteella kolmeen päävyöhykkeeseen: eteläisimpänä Pirkanmaan migmatiittivyöhyke, sen pohjoispuolella kapeampi Tampereen liuskevyyhyke ja pohjoisimpana Keski-Suomen granitoidivyöhyke (Lehtinen ym. 1998, Nironen ym. 2002, Lahtinen ym. 2005). Tampereen keskustan ja kaupungin eteläisimmän osan kallioperä kuuluu Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeeseen, jota hallitsevat turbidiittisyntyiset gneissit. Paikoin esiintyy mustaliuskeita ja grafiittipitoisia liuskeita. Migmatiittialueen eteläosassa on emäksisiä vulkaniitteja (Kähkönen 1998). Tampereen keskustan pohjoispuolella sijaitseva Tampereen liuskevyyhyke muodostuu pääasiassa siltti- ja savisyntyisistä liuskeista ja niihin liittyvistä emäksisistä ja happamista vulkaanisperäisistä kivilajeista. Sekä Pirkanmaan migmatiittivyöhykkeellä että Tampereen liuskevyyhykkeellä arseenin ja useiden metallien pitoisuudet kallioperässä ovat suurempia kuin Suomen kallioperässä keskimäärin. Tampereen pohjoinen osa kuuluu Keski-Suomen granitoidivyöhykkeeseen, jonka kallioperän arseeni- ja metallipitoisuudet ovat yleensä selvästi pienempiä kuin Pirkanmaan eteläosissa (Backman ym. 2007, Tarvainen ym. 2009).

Pirkanmaalla, kuten myös muualla Suomessa, vanhaa kallioperää peittää nuori, viimeisen jääkauden aikana ja sen jälkeen syntynyt maaperä. Viimeinen jääkausi päättyi Pirkanmaan alueella runsaat 10 000 vuotta sitten. Kiteisen vanhan kallion ja nuoren maaperän raja on selvä ja hyvin jyrkkä. Maaperän paksuus vaihtelee Pirkanmaalla muutamasta metristä useisiin kymmeneen metreihin. Paksuimmat maaperäkerrokset liittyvät harjuihin ja reunamuodostumiin. Pirkanmaan alue jakaantuu pääpiirteissään kahteen toisistaan eroavaan osaan. Pohjoisessa on runsaasti moreenia, turvekerrostumia, avokallioita sekä suuria hiekka- ja soramuodostumia. Keski-Suomen reunamuodostuman eteläpuolella on jääkauden aikana veden kerrostuneita hienorakeisia maalajeja, kuten savea ja hiesua. Etelä-Pirkanmaalla on myös runsaasti moreenikerrostumia sekä luoteis-kaakkosuuntaisia suuria harjuja, joista merkittävin on Kangasalan-Pyynikinharju (Hatakka ym. 2010).

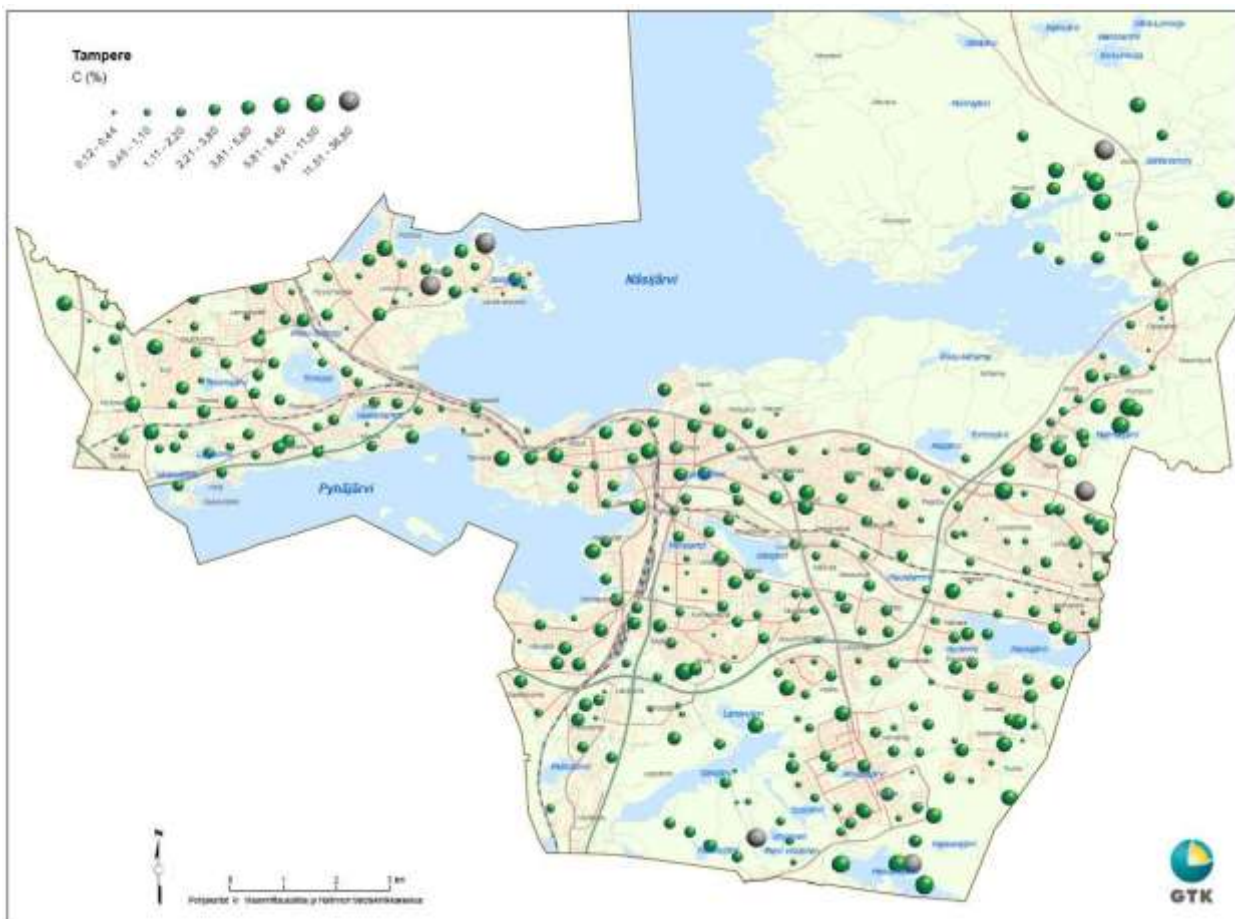
Maalajit ovat erilaisia geokemiallisilta ominaisuuksiltaan. Moreeni, Suomen yleisin maalaji, on muista maalajeista poiketen paikallisesta kallioperästä jääkauden aikana irronneesta mineraaliaineksesta ja vanhasta sedimentistä sekoittumalla muodostunut, jäätikön kerrostama, lajittumaton maalaji, jonka raekoko vaihtelee savipartikkeleista lohkaraisiin. 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 kerrostumisen tuloksena syntyneitä maalajeja. Erityisesti sorassa ja hiekassa veden kulutustyö näkyy kivien pyöritystyönä. 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 sedimentaation päätetasoon, järvi- ja merialtaisiin. Lieju ja turve muodostuvat pääasiassa kasvien jäänteistä, joten ne eivät kuvasta alueen kallioperän geokemiallista koostumusta niin selvästi kuin mineraalimaanäytteet (Hatakka ym. 2010). Tampereen taajamien maaperänäytteenotossa otettiin näytteitä edellä kuvattujen maalajien lisäksi erilaisista täyttömaista.

15.4.2013

4 NÄYTTEENOTTO JA ANALYTIikka

4.1 Näytteenotto

Näytteenottpisteet valittiin mahdollisimman tasavälisesti (noin 3 näytettä/km²) Tampereen taajama-alueilta ja kaavoituksen kannalta keskeisiltä luonnonmailta kaupungin omistamilta tonteilta. 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. Osa näytteenottpisteistä sijoittui täyttömaille, mutta aivan tuoreita täyttömaita vältettiin näytteenotossa. Näytteenotoryhmän vastuhenkilö oli GTK:n sertifioitu näytteenottaja. Molemmat näytteenottajat osallistuivat sertifioitujen näytteenottajien taajamageologiseen täydennyskurssiin Hämeenlinnassa 2009, jossa perehdyttiin URGE-ohjeistuksen (Ottesen 2009) mukaiseen näytteenottoon.



Kuva 1. Maaperän näytteenottpisteiden sijainti ja näytteiden hiilipitoisuus Tampereella vuonna 2012. Pohjakarta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

15.4.2013

Alustavat näytteenottopaikat oli merkitty kartoille. Tarkempi näytteenottpiste valittiin maastotarkastelun perusteella (kuva 1). Näytteenotossa suosittiin kohteita, missä mahdollinen nurmikko oli kulunut pois. Jos alue oli laaja täyttömaa-alue, täyttömaista valittiin ensisijaisesti runsaasti hienoinesta sisältävä maalaji. Valittuun pisteeseen kaivettiin lapiolla vähintään 10 cm syvyinen kuoppa, jonka reunalta otettiin maaperänäyte muovikauhalla Rilsan[®] -pussiin. Joka 20. pisteestä otettiin myös rinnakkaisnäyte. Näytteenottpaikalla täytettiin kenttähavaintokortti, johon merkittiin näytteen tunnus, koordinaatit, osoite, näytteenottpäivä, näytteenottaja, maalaji ja maankäyttömuoto. Näytteenottpaikasta otettiin vähintään kaksi valokuvaa: yksi lähikuva ja yksi yleiskuva (esim. kuvat 2 ja 3). Suurin osa näytteistä otettiin erityyppisiltä täyttömailta (kuva 4), luonnonmaita oli pääasiassa kartoitusalueen reunoilla.

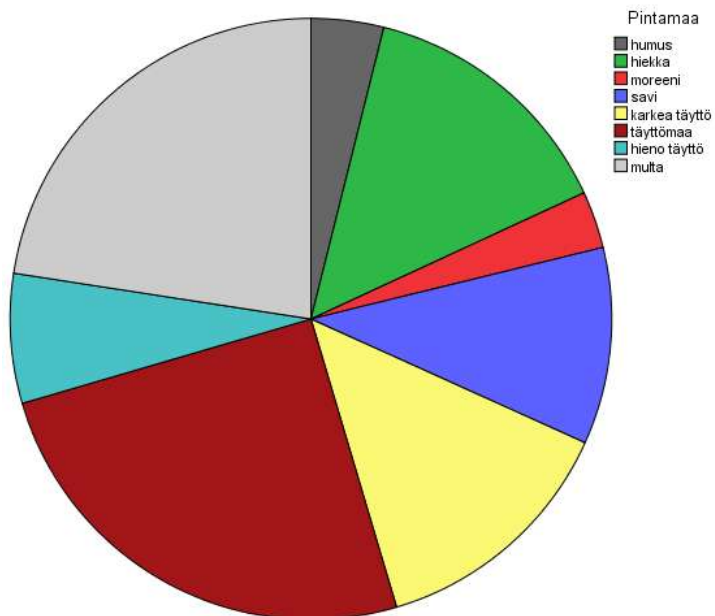


Kuva 2. Lähikuva näytteenottokuopasta Tampereella. Kuvaaaja Tauno Valli GTK.

15.4.2013



Kuva 3. Yleiskuva näytteenottoaikan ympäristöstä. Kuvaaja Tauno Valli GTK.



Kuva 4. Tampereen pintamaanäytteiden näytteenoton yhteydessä silmämääräisesti määritetyt maalajit. Legendassa mainittu 'Täyttömaa' tarkoittaa täyttöjä, joissa on vaihteleva raekoko.

15.4.2013

4.2 Analytiikka ja laadunvarmistus

Tampereen 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 rae-kokolajitteeseen. Näytteistä määritettiin 42 alkuaineen kuningasvesiliukoiset pitoisuudet ICP-AES- tai ICP-MS-tekniikalla. Elohopeapitoisuus määritettiin pyrolyytisesti Hg-analysaattorilla. Lisäksi näytteistä määritettiin orgaanisen hiilen määrä hiilianalysaattorilla ja maaperän pH potentiometrisesti (0,01 M CaCl₂-uutto).

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

Tampereen pintamaan tutkimusaineistossa huomio kiinnittyi yhteen näytteeseen, jonka lyijypitoisuus oli peräti 18900 mg/kg eli pitoisuus oli suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) ylempi ohjearvo 750 mg/kg. Kyseinen näyte on otettu läheltä Särkänniemeä pysäköintialueen reunasta. Pitoisuushavainto perustuu yhteen 10 cm syvyiseen näytekuoppaan parkkipaikan reunassa, eikä pitoisuuden aiheuttajaa ja mahdollisen anomalian laajuutta ole tässä tutkimuksessa selvitetty. Samassa näytteessä oli kadmiumia 15,5 mg/kg, kuparia 115 mg/kg ja sinkkiä 6770 mg/kg. Myös antimonin, bariumin, mangaanin, palladiumin ja strontiumin pitoisuudet olivat poikkeuksellisen suuret. Kyseistä näytettä ei voida pitää tavanomaisena taustapitoisuusnäytteenä ja se jätettiin pois jatkotarkastelusta. Tilastolliset laskut perustuvat siis 359 näytepisteen analyysituloksiin.

Joka 10. näytepisteestä otettiin lisänäyte PAH- ja PCB-yhdisteiden määrittämiseksi varten. PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet määritettiin Nab Labs Oy:n laboratorion sisäisellä menetelmällä (Soxhlet-uutto tolueenilla, mittaus GC/MS-tekniikalla).

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 Tampereen 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 (kuva 5). Lukuarvo laskettiin seuraavasti:

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

jossa

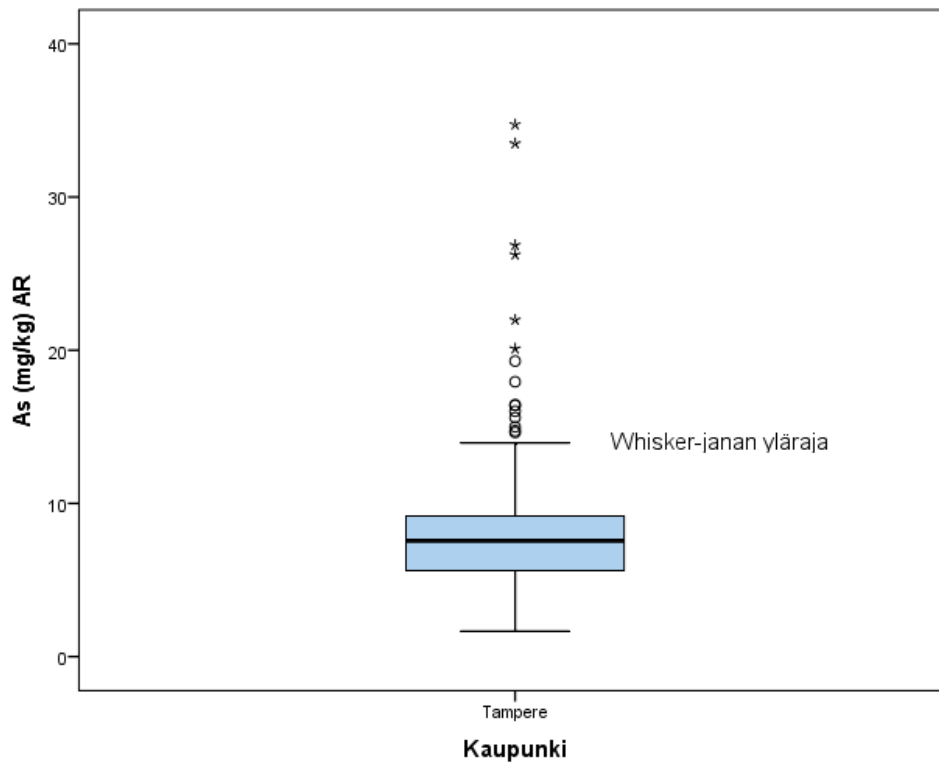
SSTP_{AA} = alkuaineen AA suurin suositeltu taustapitoisuusarvo

P₇₅ = alkuaineen AA pitoisuusjakauman 75. persentiili

P₂₅ = alkuaineen AA pitoisuusjakauman 25. persentiili.

15.4.2013

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 huomioida.



Kuva 5. Tampereen taajamien maaperän arseenipitoisuus laatikko-jana-kuvaajalla esitettynä. Pystyakselilla arseenipitoisuus yksikössä mg/kg (alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus). Yksi poikkeavan suuri havainto on jätetty pois kuvasta. 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 Tampereen taajama-alueen ylimmän pintamaan suurimpana suositeltuna taustapitoisuutena (SSTP). Sitä suuremmat yksittäiset arvot on merkitty kuvaajaan palloilla ja tähdillä.

15.4.2013

5 TULOKSET JA POHDINTA

5.1 Arseenipitoisuudet pintamaassa

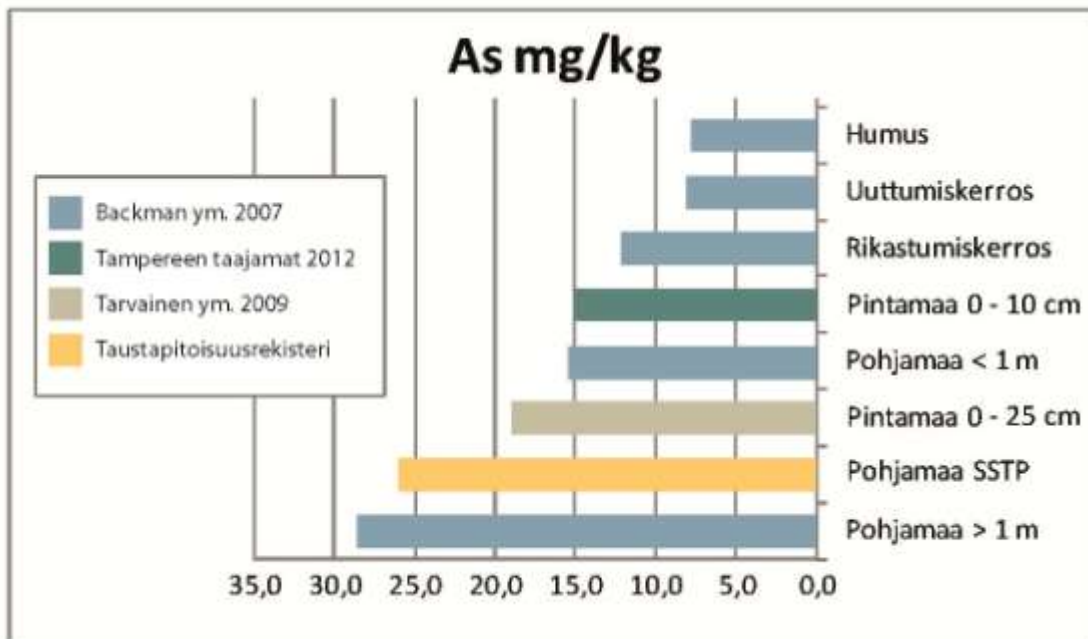
Maaperän arseenipitoisuudet ovat koko Pirkanmaalla suuremmat kuin Suomessa keskimäärin. Suomen yleisimmän mineraalisen maalajin moreenin keskimääräinen arseenipitoisuus on noin 3 mg/kg (Koljonen 1992). PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) arseenin kynnsarvo on 5 mg/kg. Näitä suuremmat pitoisuudet ovat yleisiä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

Tampereen kaupungin eteläinen osa kuuluu suurien luontaisten arseenipitoisuuksien alueena tunnettuun Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssiin, jossa maaperän arseenipitoisuudet ovat yleisesti suurempia kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnsarvo 5 mg/kg. Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssissa moreenin suurin suositeltu taustapitoisuus on taajamien ulkopuolella 26 mg/kg. Pirkanmaan arseenipitoisuuksia ja niistä aiheutuvia riskejä sekä arseenipitoisuuksien huomioimista maankäytössä on tutkittu mm. RAMAS-hankkeessa (esim. Backman ym. 2006) ja Pirkanmaan taustapitoisuuskartoituksissa (Hatakka ym. 2010). Sama suurien maaperän arseenipitoisuuksien vyöhyke jatkuu Kanta-Hämeen luoteisosiin.

Taulukossa 1 on esitetty pintamaan arseenipitoisuuksien mediaaniarvot ja suurimmat suositellut taustapitoisuudet Tampereen 359 pintamaanäytteen aineistossa, aiemmassa Tampereen seudun taajamien tutkimuksessa (Tarvainen ym. 2009) ja Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssin (provinssi 4) luonnonmaissa (Hatakka ym. 2010). Kynnsarvon (5 mg/kg) ylitykset ovat yleisiä kaikissa maalajeissa luonnonmailla ja taajamien pintamaanäytteissä. Laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuusarvo on jokaiselle maalajille sekä luonnonmailla että taajamissa suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnsarvo 5 mg/kg, joten taustapitoisuutta tulisi käyttää maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa kynnsarvon tilalla. Tampereen seudun taajamille (Tampere, Kangasala, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala, Vesilahti, Ylöjärvi) suositeltiin vuoden 2009 tutkimuksessa pintamaalle suurimmaksi arseenin taustapitoisuusarvoksi 19 mg/kg (Tarvainen ym. 2009). Tampereen uuden, vuoden 2012 kartoitusaineiston perusteella pintamaan laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuusarvo on Tampereen kaupungin taajamille 15 mg/kg.

Sekä vuonna 2009 tehdyssä Tampereen seudun taajamien kartoituksessa että vuoden 2012 kartoituksessa otettiin vain pintamaanäytteitä korkeintaan 25 cm syvyydeltä. Backman ym. (2007) ovat todenneet, että Pirkanmaan maaperän arseenipitoisuus on keskimäärin suurempi syvemmltä otetuissa näytteissä. Backmanin ym. (2007) Pirkanmaalla tutkimien maaperäprofiilien pintaosien arseenipitoisuudet olivat yleensä noin 15 mg/kg ja syvemmltä otetuissa näytteissä pitoisuudet olivat keskimäärin noin 28 mg/kg (kuva 6). Hatakan ym. (2010) mukaan Pirkanmaan arseeniprovinssin pohjamaan suurin suositeltu arseenin taustapitoisuus on hiekalle 33 mg/kg, moreenille 25 mg/kg ja savelle 16 mg/kg. Valtakunnallisessa taustapitoisuusrekisterissä Pirkanmaan yleisimmän maalajin eli moreenin suurin suositeltu taustapitoisuus on keskimäärin 26 mg/kg pinta- ja pohjamaanäytteissä. Maaperän pilaantuneisuutta arvioitaessa tulisikin tutkitavasta kohteesta ottaa näytteitä myös syvemmltä maaperästä, ja puhdistustarpeen arviointiin voi käyttää vertailukohtana arseenille Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssin suurinta suositeltua taustapitoisuusarvoa 26 mg/kg.

15.4.2013



Kuva 6. Maaperän arseenipitoisuuksia Pirkanmaalla ja Tampereella. Harmaat palkit (Backman ym. 2007): Pirkanmaan maaperästä otettujen 11 profiilinäytteen keskimääräiset kuningasvesiliukoiset arseenipitoisuudet. Vihreä palkki (Tampereen taajamat 2012): Tampereen taajamien maaperän (0 – 10 cm) laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuus. Ruskea palkki (Tarvainen ym. 2009): Tampereen seudun kaupunkien ja kuntien maaperän (0 – 25 cm) laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuus. Keltainen palkki (taustapitoisuusrekisteri): Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssin moreenin suurin suositeltu taustapitoisuus. Kuva: Harri Kutvonen GTK.

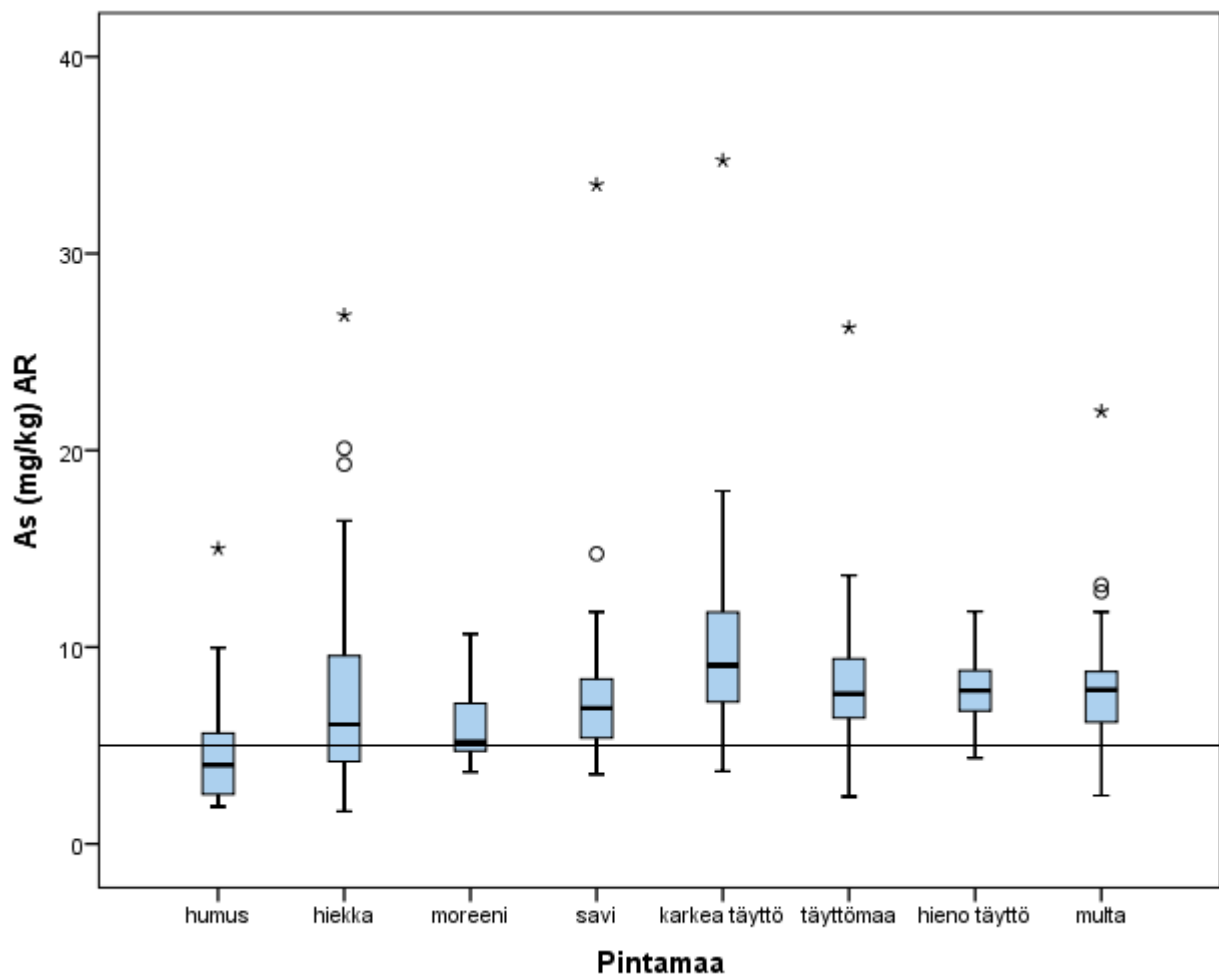
15.4.2013

Taulukko 1. Maaperän arseenipitoisuuksien mediaaniarvot ja laskennalliset suurimmat suositellut taustapitoisuudet (SSTP) Tampereen kaupungin taajamissa, Tampereen seudun taajamissa ja niitä ympäröivillä Etelä-Pirkanmaan arseeniprovinssin luonnonmailla. Tietolähteet: (1) Tampereen kaupungin taajamien geokemiallinen kartoitus 2012, (2) TAATA-hanke, kts. Tarvainen ym. 2009; (3) Pirkanmaan taustapitoisuudet, kts. Hatakka ym. 2010, (4) Taustapitoisuusrekisteri (www.geo.fi/tapir)

| Tutkimus | Näytämäärä | Mediaani As mg/kg | SSTP As mg/kg |
|----------------------------------|------------|----------------------|------------------|
| Taajamien pintamaa: | | | |
| Tampereen kaupungin taajamat (1) | 359 | 7,6 | 15 |
| Tampereen seudun taajamat (2) | 39 | 9,33 | 19 |
| Luonnonmaat, pintamaa: | | | |
| Hiekka (3) | 50 | 8,7 | 29 |
| Moreeni (3) | 59 | 7,4 | 26 |
| Savi (3) | 53 | 7,2 | 15 |
| Luonnonmaat, pohjamaa: | | | |
| Hiekka (3) | 50 | 10,3 | 33 |
| Moreeni (3) | 59 | 8,7 | 25 |
| Savi (3) | 53 | 8,0 | 16 |
| Taustapitoisuusrekisteri (4) | | | |
| Moreeni | 261 | 8,9 | 26 |

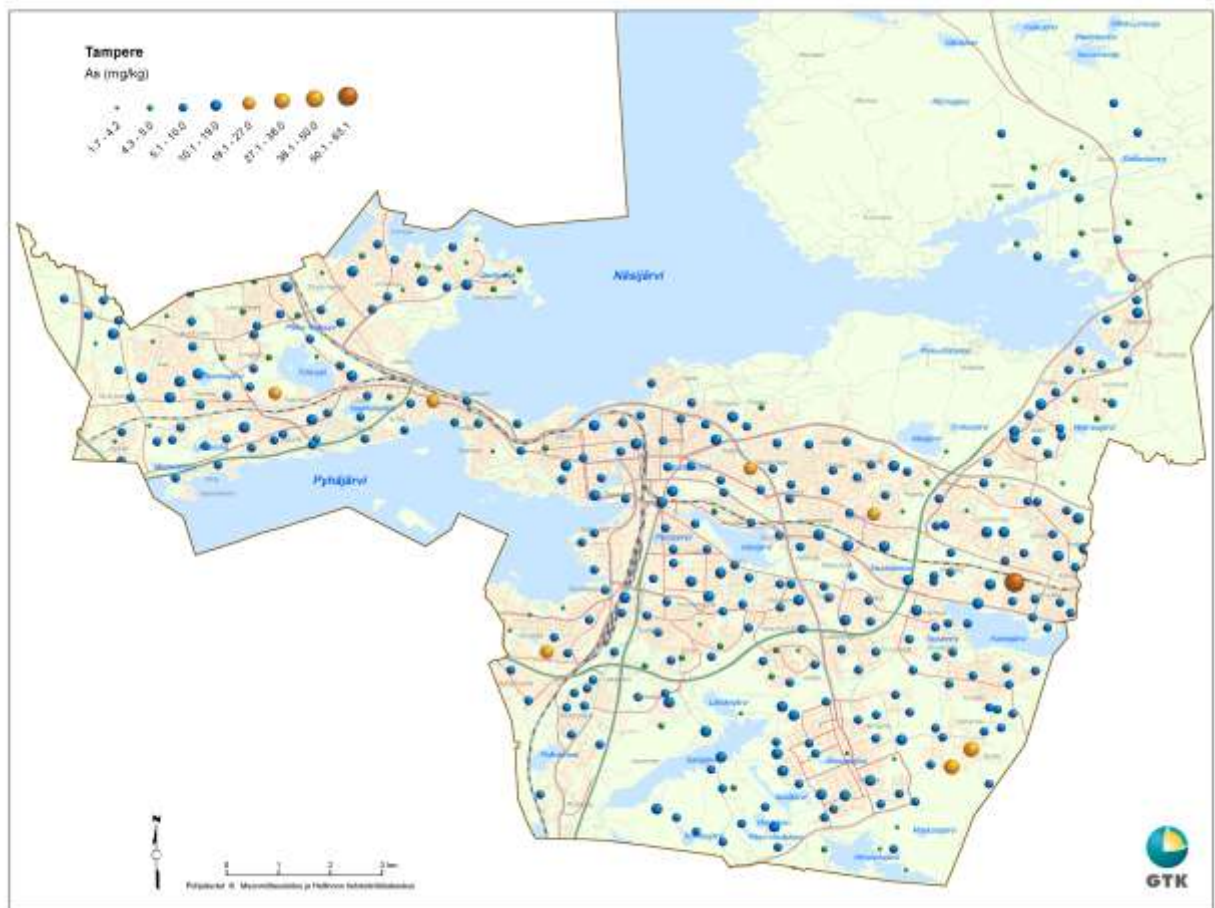
15.4.2013

Tampereen kaupungin taajama-alueilla suurimmat analysoidut arseenipitoisuudet olivat karkeiden täyttömaiden ja hiekkamaiden näytteissä (kuva 7). Arseni poikkeaa näin ollen useista metalleista, joiden suurimmat pitoisuudet ovat yleensä hienojakoisimmissa maalajeissa (Tarvainen ym. 2003). Suurin arseenipitoisuus 63 mg/kg mitattiin Hankkion kaupunginosasta asuintontilta. Maalaji on aistinvaraisesti arvioitu karkealajitteiseksi täyttömaaksi. Kaksi seuraavaksi suurinta arseenipitoisuutta (33 ja 34 mg/kg) havaittiin Ruskon kaupunginosassa (kuva 8).



Kuva 7. Tampereen pintamaanäytteiden (0–10 cm) arseenipitoisuus maalajin mukaan jaoteltuna. Kuningasvesiliuotus (AR) alle 2 mm raekokolajitteesta. Yksi hiekkamaalta tehty havainto, 63 mg/kg, on jätetty pois kuvaajasta. Vaakaviiva on PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) arseenin kynnysarvo 5 mg/kg. Kuvan 'Täyttömaa'-luokka tarkoittaa täyttömaata, jonka raekoko vaihtelee. Näytemäärät: humus 14, hiekka 51, moreeni 11, savi 38, karkea täyttö 49, täyttömaa (vaihteleva raekoko) 90, hieno täyttö 25, multa 81.

15.4.2013



Kuva 8. Tampereen maaperän arseenipitoisuus vuonna 2012. Alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus. Symbolien väritys: pienimmät vihreät symbolit = pitoisuus alle kynnyksarvon 5 mg/kg, siniset symbolit = pitoisuus yli kynnyksarvon, mutta alle SSTP-arvon 19 mg/kg; keltaiset symbolit = pitoisuus yli SSTP-arvon, mutta alle alemman ohjearvon 50 mg/kg; oranssi symboli = pitoisuus yli alemman ohjearvon. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Helsingin tietotekniikkakeskus.

5.2 Lyijypitoisuus pintamaassa

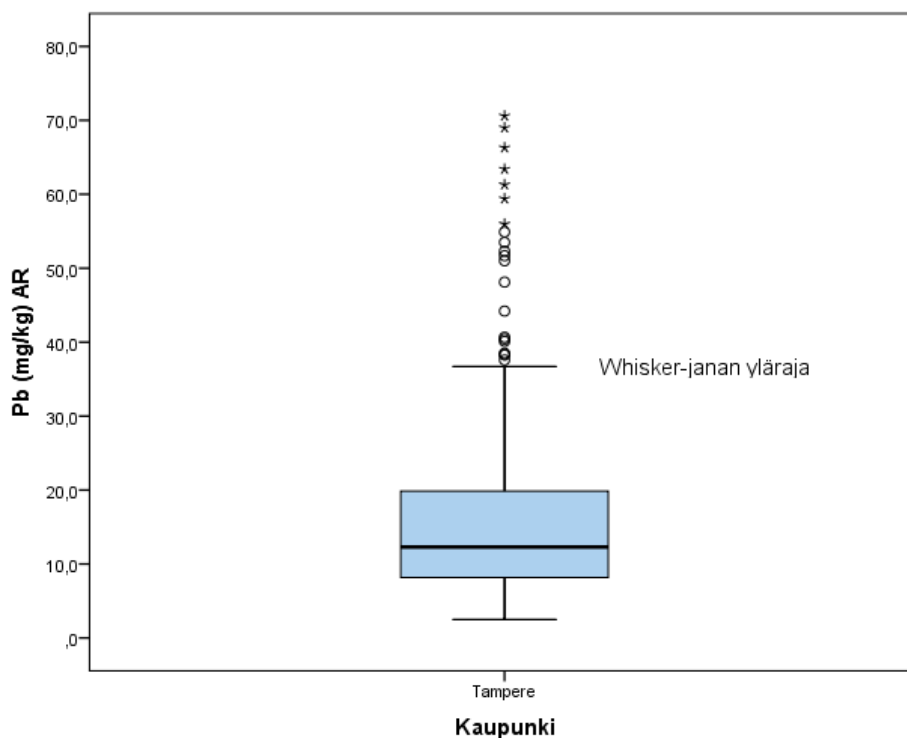
Lyijy on arseenin, koboltin ja sinkin ohella alkuaine, jonka taustapitoisuuden Tampereen seudun taajamien maaperässä arvioitiin olevan suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnyksarvo 60 mg/kg (Jarva & Tarvainen 2008). TAATA-hankkeessa kahdeksan kunnan taajama-alueen maaperänäytteiden perusteella lyijyn laskennallinen suurin suositeltu taustapitoisuus oli 77 mg/kg (Tarvainen ym. 2009). Toisin kuin arseenin, koboltin ja sinkin pitoisuudet, lyijyn taustapitoisuus on koholla vain taajamien keskusten maaperässä, ei ympäröivillä luonnonmailla. Ihmisen toiminta on lisännyt Tampereen seudun taajama-alueiden maaperän lyijypitoisuutta.

Vuoden 2012 Tampereen taajama-alueiden maaperän kartoituksessa lyijypitoisuudet olivat keskimäärin pienempiä kuin aiemmassa tutkimuksessa. Vuoden 2012 kartoitus oli laaja-alaisempi ja näytteitä otettiin vanhan keskustan lisäksi kaupungin laita-alueilta. Uuden aineiston perusteella laskettu suurin suositeltu

15.4.2013

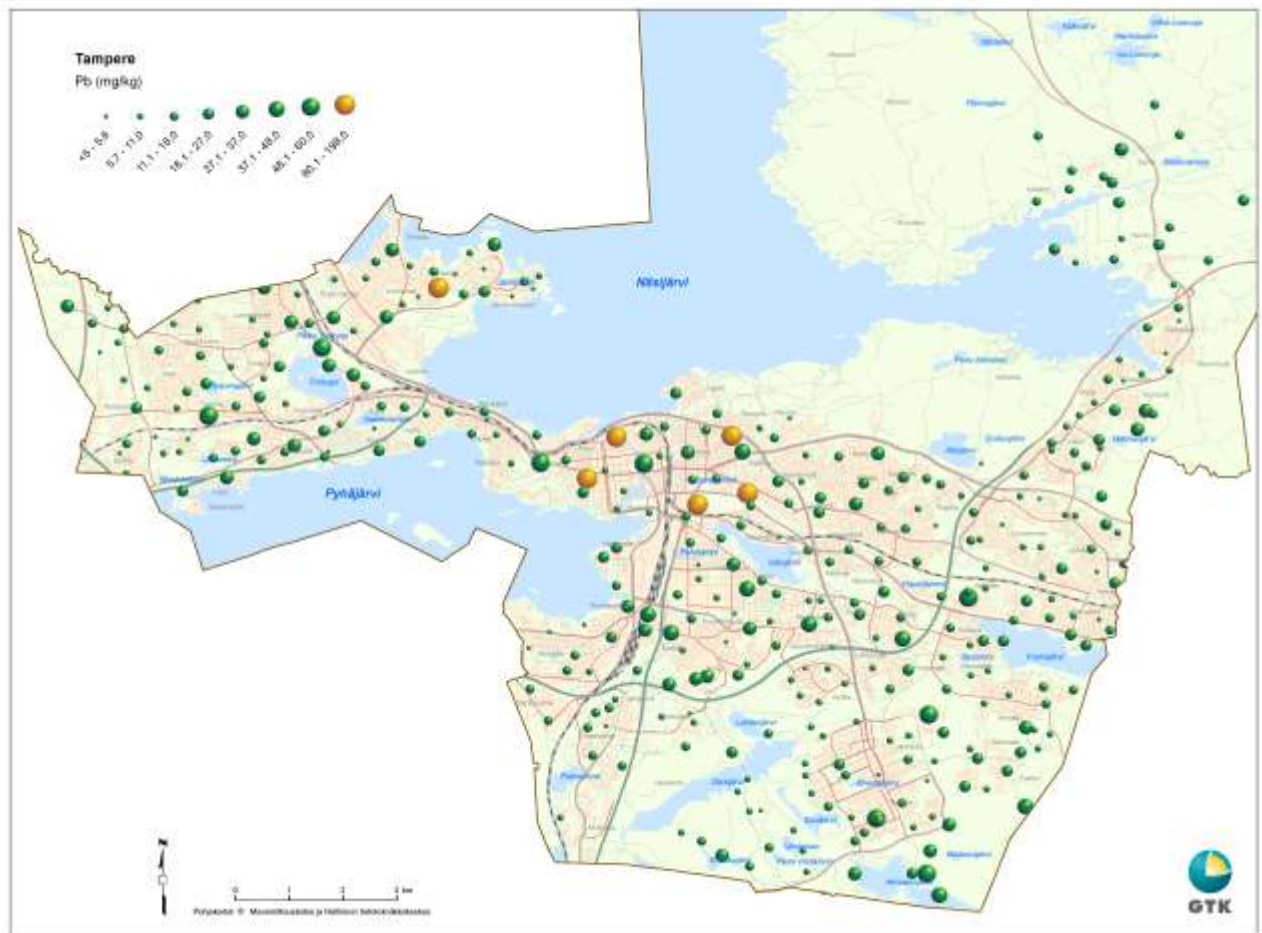
taustapitoisuus olisi 37,5 mg/kg, joka on pienempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 60 mg/kg (kuva 9). Lähes kaikki kynnysarvoa suuremmat pitoisuudet sijaitsevat Tampereen keskustassa (kuva 10). Mikäli näytteenotto olisi rajoittunut pelkästään kaupungin vanhaan keskustaan, niin laskennallinen suurin suositeltu lyijyn taustapitoisuusarvo olisi todennäköisesti ollut lähempänä TAATA-hankkeen näytteiden perusteella laskettua arvoa 77 mg/kg. Tässä tutkimuksessa keskustasta ei ollut riittävästi näytteitä, jotta keskustalle olisi voitu laskea erillinen lyijyn SSTP-arvo.

Keskimäärin suurimmat lyijypitoisuudet mitattiin humuksesta ja multamaasta (kuva 11). Lyijy sitoutuu voimakkaasti pintamaan orgaaniseen ainekseen. Lyijypitoisuudet ovat suurimpia keskustassa, jossa täyttömaat ovat yleisiä. Lyijypitoisuus korreloi orgaanisen hiilen määrän kanssa parhaiten humusmailla. Hienojakoisilla täyttömailla orgaanisen hiilen pitoisuuden ja lyijypitoisuuden välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Maaperän lyijypitoisuus on muita maalajeja pienempi hiekkamailla ja karkeissa täyttömaissa.



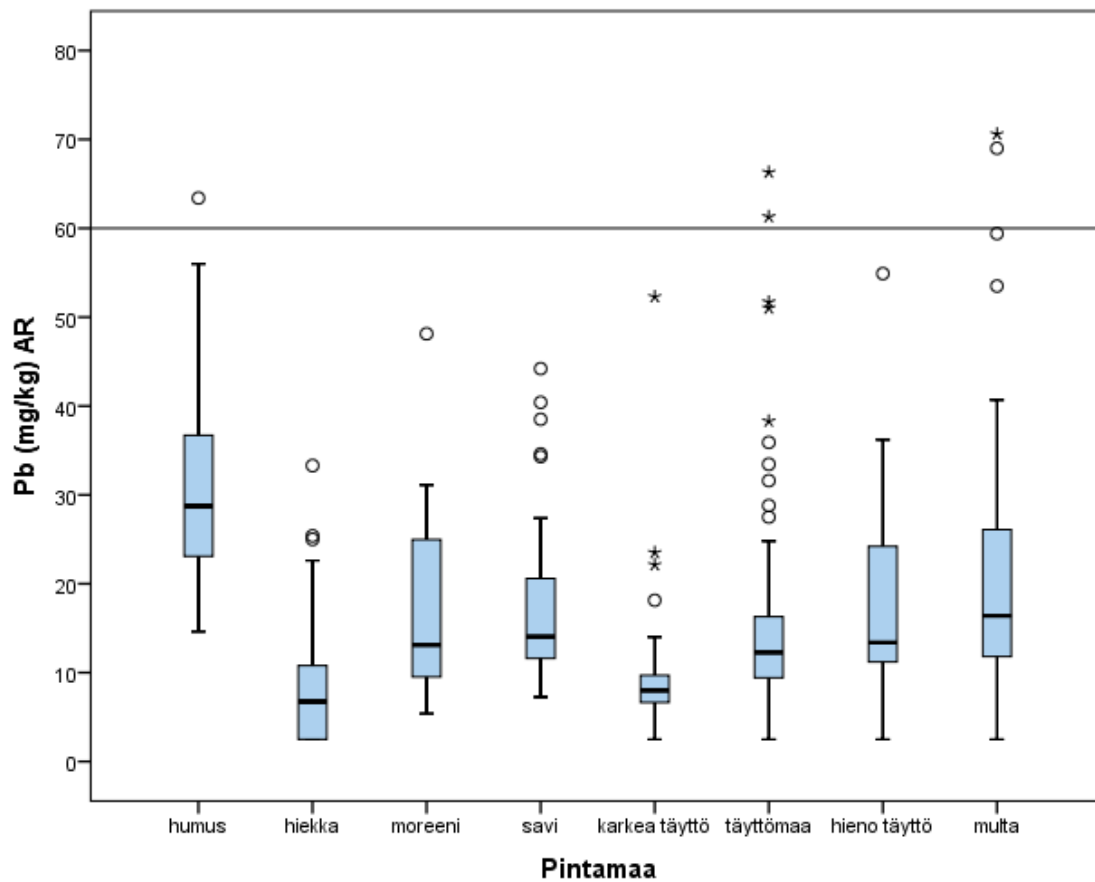
Kuva 9. Tampereen taajamien lyijypitoisuus laatikko-jana-kuvaajalla esitettynä. Pystyakselilla lyijypitoisuus yksikössä mg/kg (alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus). Yksi poikkeavan suuri havainto, 198 mg/kg, on jätetty pois kuvaajasta. Whisker-janan yläraja on 37,5 mg/kg.

15.4.2013



Kuva 10. Tampereen maaperän lyijypitoisuus vuonna 2012. Alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus. Keltaiset pallot ylittävät PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvon 60 mg/kg. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

15.4.2013

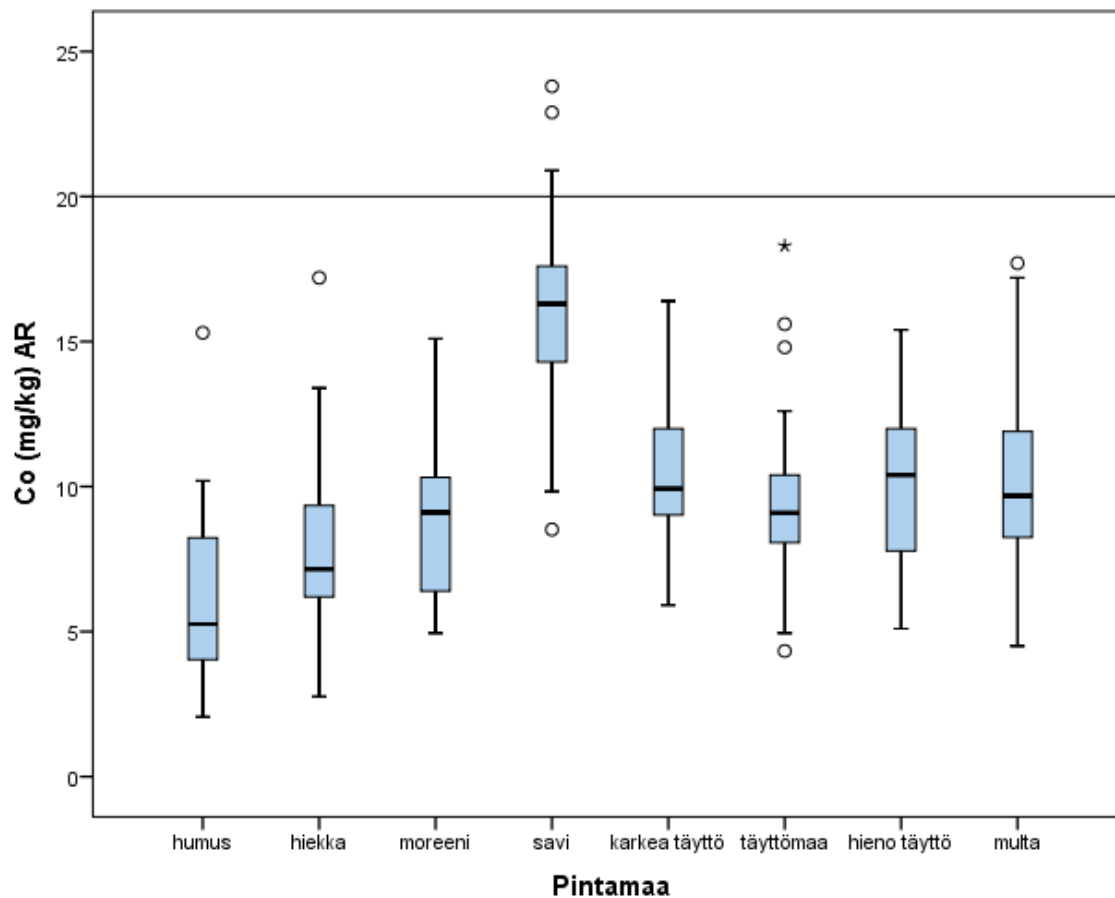


Kuva 11. Tampereen pintamaan lyijypitoisuus maalajeittain jaoteltuna. Kuningasvesiliuotus (AR) alle 2 mm rae-kokolajitteesta. Suurin arvo (198 mg/kg) täyttömaassa on jätetty pois kuvaajasta. Vaakaviiva on PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) lyijyn kynnsarvo 60 mg/kg. Näytemäärät: humus 14, hiekka 51, moreeni 11, savi 38, karkea täyttö 49, täyttömaa (vaihteleva raekoko) 90, hieno täyttö 25, multa 81.

5.3 Kobolttipitoisuus pintamaassa

Tampereen seudun taajamien maaperän geokemiallisessa kartoituksessa (Tarvainen ym. 2009) taajama-keskustojen maaperässä kobolttin suurin suositeltu taustapitoisuus oli 29 mg/kg. PIMA-asetuksen kynnsarvo on 20 mg/kg (VNa 214/2007). Vuoden 2012 Tampereen kaupungin taustapitoisuuskartoituksen keskimääräiset kobolttipitoisuudet ovat hieman pienempiä, ja niiden perusteella laskettu suurin suositeltu taustapitoisuus on pienempi kuin kynnsarvo. Yksittäisistä maalajeista ainoastaan saviille (38 kpl) erikseen laskettu SSTP-arvo on suurempi kuin kynnsarvo (kuva 12). Tampereen savi- ja silttimaiden suurin suositeltu kobolttin taustapitoisuus on vuoden 2012 tulosten perusteella 24 mg/kg.

15.4.2013



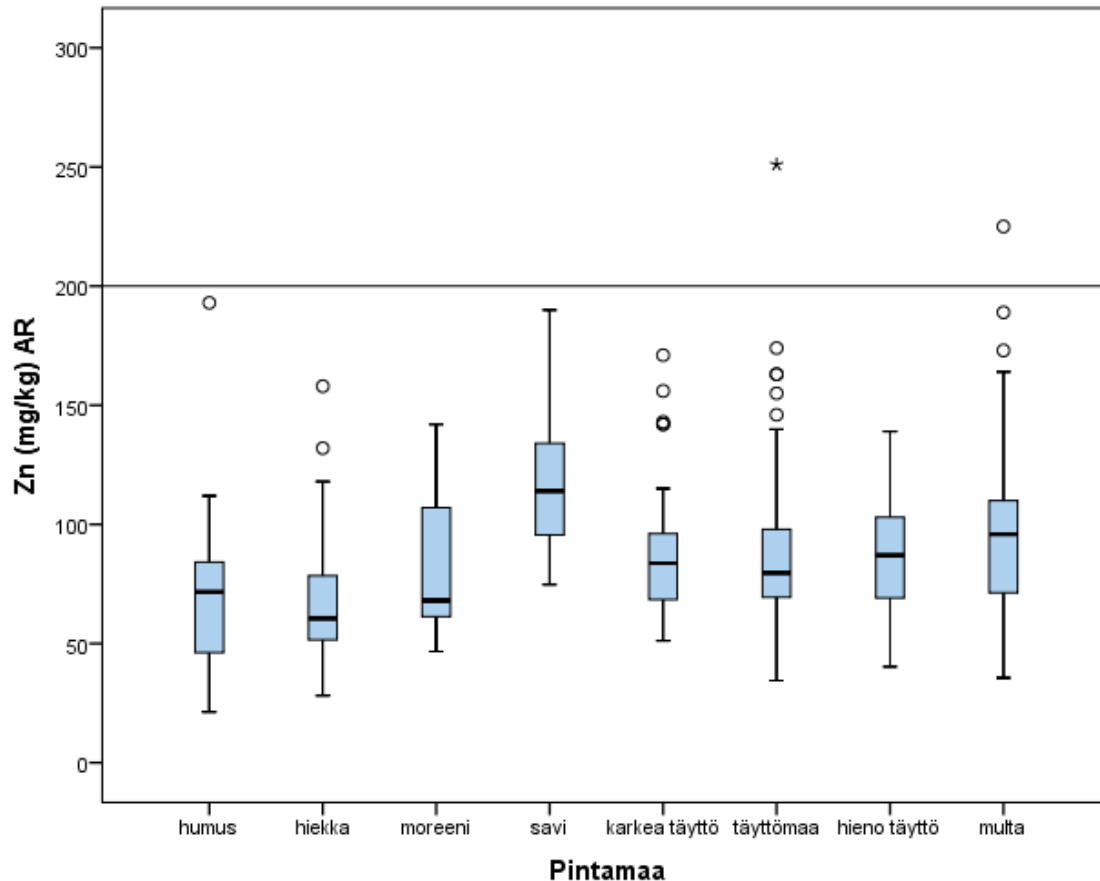
Kuva 12. Tampereen pintamaan kobolttipitoisuus vuonna 2012 maalajeittain luokiteltuna. Kuningasvesiliuotus alle 2 mm raekokolajitteesta. Täyttömaa = täyttö, jossa vaihteleva raekoko. Vaakaviiva on PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kobolttin kynnysarvo 20 mg/kg. Näytämäärät: humus 14, hiekka 51, moreeni 11, savi 38, karkea täyttö 49, täyttömaa (vaihteleva raekoko) 90, hieno täyttö 25, multa 81.

5.4 Sinkkipitoisuus pintamaassa

Tampereen 359 pintamaanäytteen sinkkipitoisuuksien mediaaniarvo oli 84,9 mg/kg, suurin pitoisuus 251 mg/kg. Aiemman Tampereen seudun kuntien keskustoihin keskittyneen näytteenoton perusteella laskettu sinkin suurin suositeltu taustapitoisuus oli 208 mg/kg eli hieman suurempi kuin kynnysarvo 200 mg/kg (Tarvainen ym. 2009). Tampereen pintamaista otetun 359 näytteen aineiston perusteella laskettu suurin suositeltu taustapitoisuus on pienempi kuin kynnysarvo. Tavanomaista suurempia pitoisuuksia esiintyy eniten kaupungin keskustan pintamaassa.

Savessa ja siltissä sinkkipitoisuus on keskimäärin suurempi kuin muissa maalajeissa. Yksittäisissä täyttömäiden ja multamäiden näytteissä sinkkipitoisuudet ylittivät kynnysarvon (kuva 13).

15.4.2013



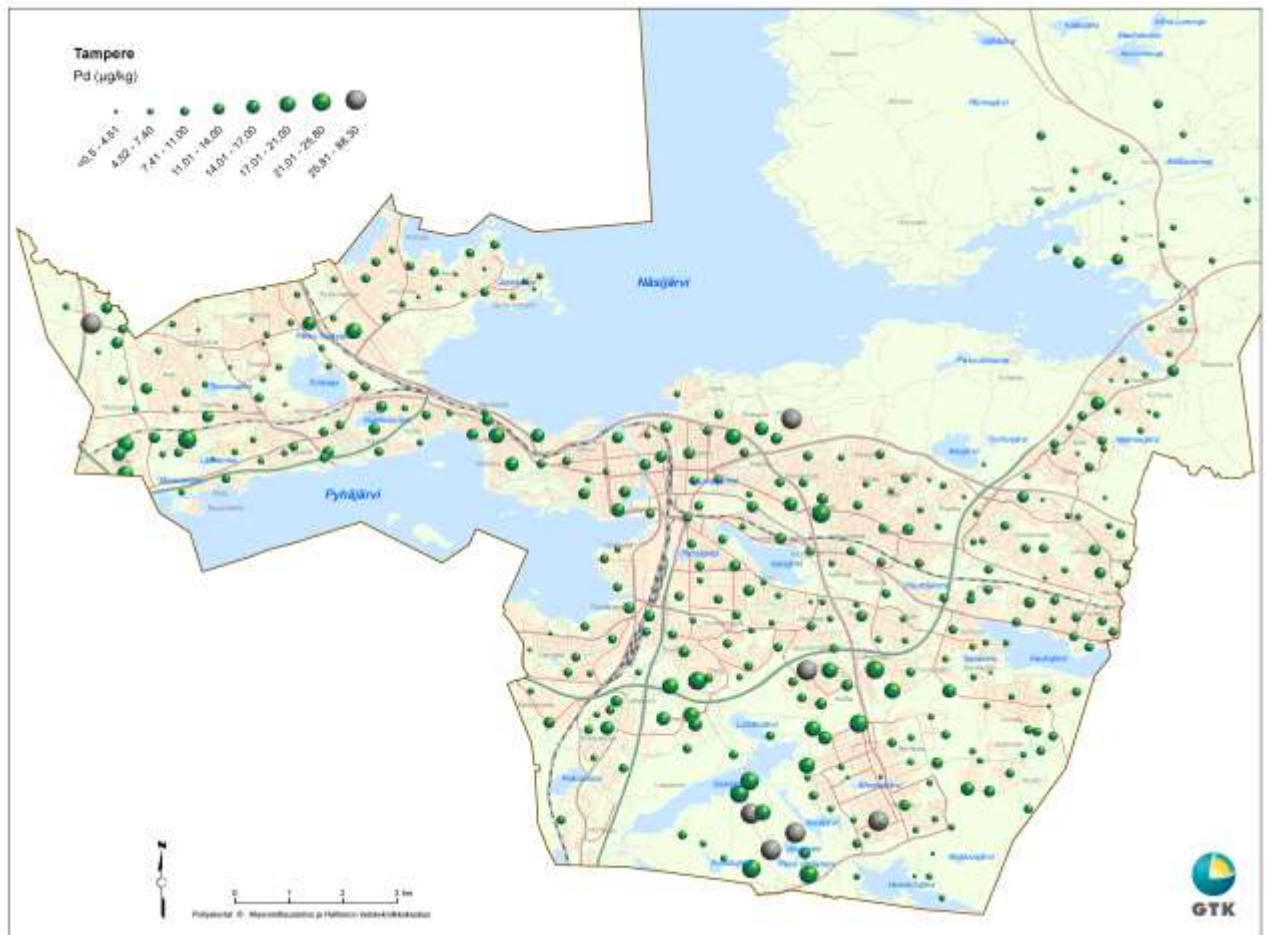
Kuva 13. Tampereen pintamaan sinkkipitoisuus maalajeittain luokiteltuna. Kuningasvesiliuotus alle 2 mm raekolajitteesta. Täyttömaa = täyttömaa, jossa vaihteleva raekoko. Vaakaviiva on PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) sinkin kynnysarvo 200 mg/kg. Näytemäärät: humus 14, hiekka 51, moreeni 11, savi 38, karkea täyttö 49, täyttömaa (vaihteleva raekoko) 90, hieno täyttö 25, multa 81.

5.5 Platina, palladium ja kulta pintamaassa

Tampereen taajamien pintamaanäytteistä analysoitiin myös platinan, palladiumin ja kullan pitoisuudet, joista on aiemmin ollut vain vähän systemaattista kartoitustietoa Suomen kaupunkiympäristöistä. Palladiumia ja platinaa joutuu ympäristöön autojen katalysaattoreista, mikä voi selittää läheltä isoja teitä otettujen näytteiden platina- ja palladiumpitoisuuksia (Tarvainen ym. 2000). Kuvassa 14 useimmat tavanomaista suuremmat palladiumin (ja platinan) pitoisuudet keskittyvät Hervannan länsipuolelle, missä kivilaji on porfyryistä granitoidia ja gabroa. Samanlaisessa kivilajiympäristössä on havaittu tavanomaista suurempia platina- ja palladiumpitoisuuksia myös muualla eteläisessä Suomessa (Ferenc Molnar, suullinen tiedonanto 2013).

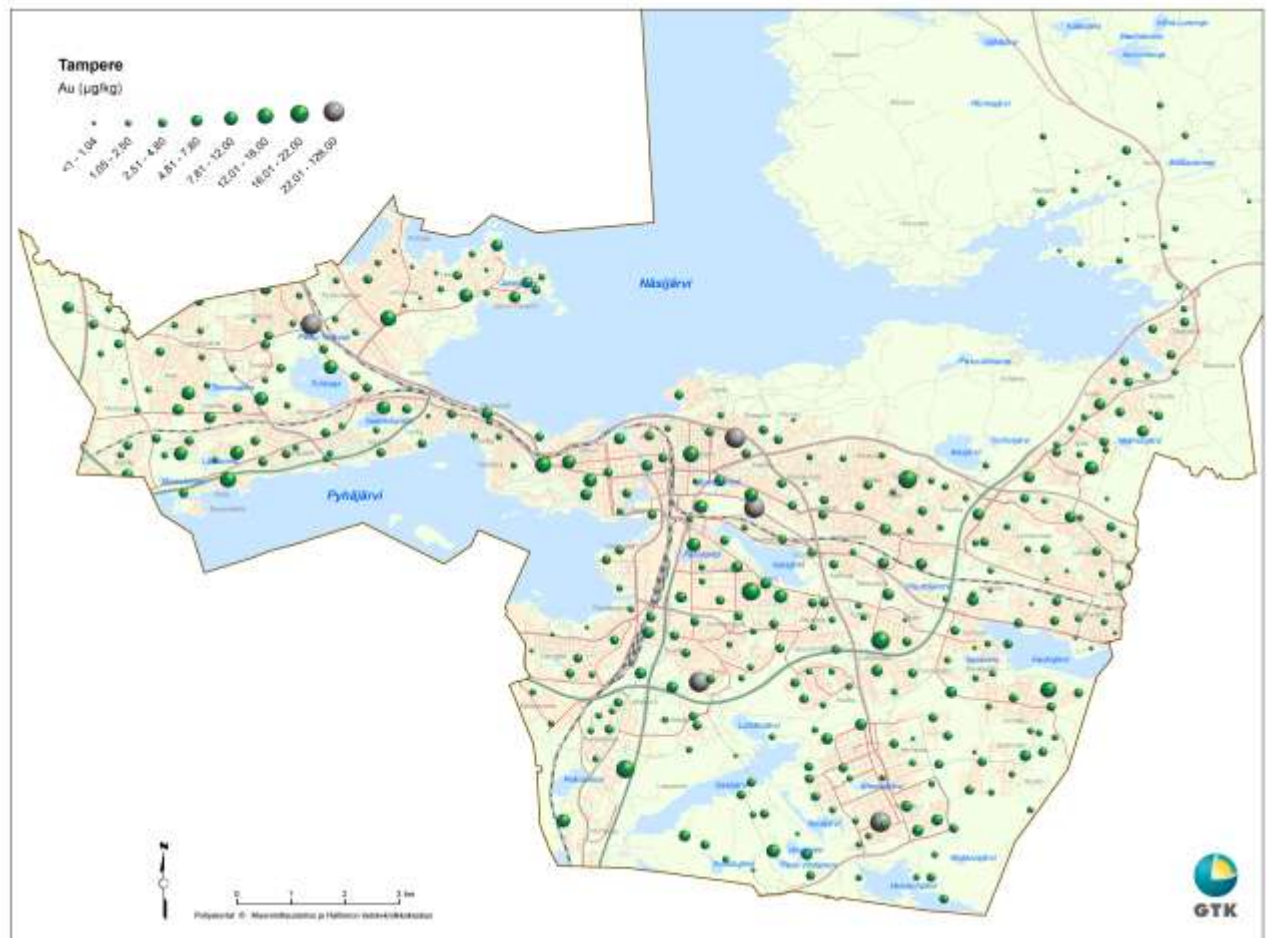
15.4.2013

Tampereen taajama-alueiden pintamaan keskimääräinen kultapitoisuus on 2,55 µg/kg ja suurin pitoisuus 126 µg/kg. Alueellinen jakauma on esitetty kuvassa 15. Suurin osa isoimmista pitoisuuksista havaittiin keskusta-alueella.



Kuva 14. Tampereen maaperän palladiumpitoisuus vuonna 2012. Alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

15.4.2013



Kuva 15. Tampereen maaperän kultapitoisuus vuonna 2012. Alle 2 mm raekokolajite, kuningasvesiliuotus. Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus.

5.6 Yhteenveto alkuaineiden pitoisuuksista Tampereen pintamaassa

Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto Tampereen taajama-alueiden 0 – 10 cm pintamaanäytteiden alkuainepitoisuuksien mediaani- ja maksimiarvoista. PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) mainituista alkuaineista on esitetty kynnysarvot. Lisäksi PIMA-asetuksessa mainituille alkuaineille ja muille valtakunnalliseen taustapitoisuusrekisteriin sisältyville alkuaineille sekä platinalle, palladiumille ja kullalle on laskettu suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot.

Ajmone-Marsanin ja Biasolin (2010) mukaan lyijy, kupari, sinkki, nikkeli, kromi, kadmium ja elohopea ovat kaikkialla maailmassa taajamaympäristössä tavanomaisia suhteellisen suurina pitoisuuksina esiintyviä alkuaineita. Karttatarkastelun perusteella näistä lyijyä, sinkkiä, kadmiumia ja elohopeaa sekä jossakin määrin myös nikkeliä on enemmän Tampereen keskustassa verrattuna taajama-alueen laitaosiin.

15.4.2013

Taulukko 2. Tampereen taajamien pintamaan alkuainepitoisuuksien mediaani- ja maksimi-arvot, eräiden alkuainneiden suurimmat suositellut taustapitoisuusarvot (SSTP) sekä PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvot. Kuningasvesiliuotus alle 2 mm raekokolajitteesta lukuun ottamatta pH-, hiili- ja elohopeamääriä. 359 näytettä.

| Alkuaine / ominaisuus | Mediaani | Maksimi | SSTP | Kynnysarvo |
|-----------------------|----------|---------|-------|------------|
| Alumiini Al (mg/kg) | 14 900 | 28 700 | | |
| Antimoni Sb (mg/kg) | 0,300 | 4,08 | 0,68 | 2 |
| Arseeni As (mg/kg) | 7,56 | 63,1 | 15 | 5 |
| Barium Ba (mg/kg) | 102 | 810 | 205 | |
| Beryllium Be (mg/kg) | 0,400 | 1,06 | 0,825 | |
| Boori B (mg/kg) | <5 | 43,6 | <5 | |
| Elohopea Hg (mg/kg) | 0,029 | 1,50 | 0,114 | 0,5 |
| Fosfori P (mg/kg) AR | 616 | 5210 | | |
| Hiili C (%) | 2,72 | 36,8 | | |
| Hopea Ag (mg/kg) | 0,110 | 7,77 | 0,305 | |
| Kadmium Cd (mg/kg) | 0,150 | 0,590 | 0,360 | 1 |
| Kalium K (mg/kg) | 4 000 | 24 300 | | |
| Kalsium Ca (mg/kg) | 3 360 | 78 000 | | |
| Koboltti Co (mg/kg) | 9,50 | 23,8 | 18,2 | 20 |
| Kromi Cr (mg/kg) | 38,8 | 141 | 71,9 | 100 |
| Kulta Au (µg/kg) | 2,55 | 126 | 7,20 | |
| Kupari Cu (mg/kg) | 25,6 | 232 | 46,6 | 100 |
| Lantaani La (mg/kg) | 23,3 | 82,0 | | |
| Lyijy Pb (mg/kg) AR | 12,3 | 198 | 37,5 | 60 |
| Magnesium Mg (mg/kg) | 7 510 | 15 000 | | |
| Mangaani Mn (mg/kg) | 381 | 2660 | | |
| Molybdeeni Mo (mg/kg) | 1,12 | 3,64 | 2,11 | |
| Natrium Na (mg/kg) | 150 | 592 | | |
| Nikkeli Ni (mg/kg) | 18,4 | 38,8 | 33,7 | 50 |
| Palladium Pd (µg/kg) | 7,93 | 88,3 | 17,8 | |
| Platina Pt (µg/kg) | 0,790 | 155 | 3,15 | |
| Rauta Fe (mg/kg) | 25 600 | 64 500 | | |
| Rikki S (mg/kg) | 254 | 1910 | | |
| Rubidium Rb (mg/kg) | 45,1 | 151 | | |
| Seleeni Se (mg/kg) | 0,260 | 1,38 | 0,610 | |
| Sinkki Zn (mg/kg) | 84,9 | 251 | 163 | 200 |
| Skandium Sc (mg/kg) | 5,04 | 21,4 | | |

15.4.2013

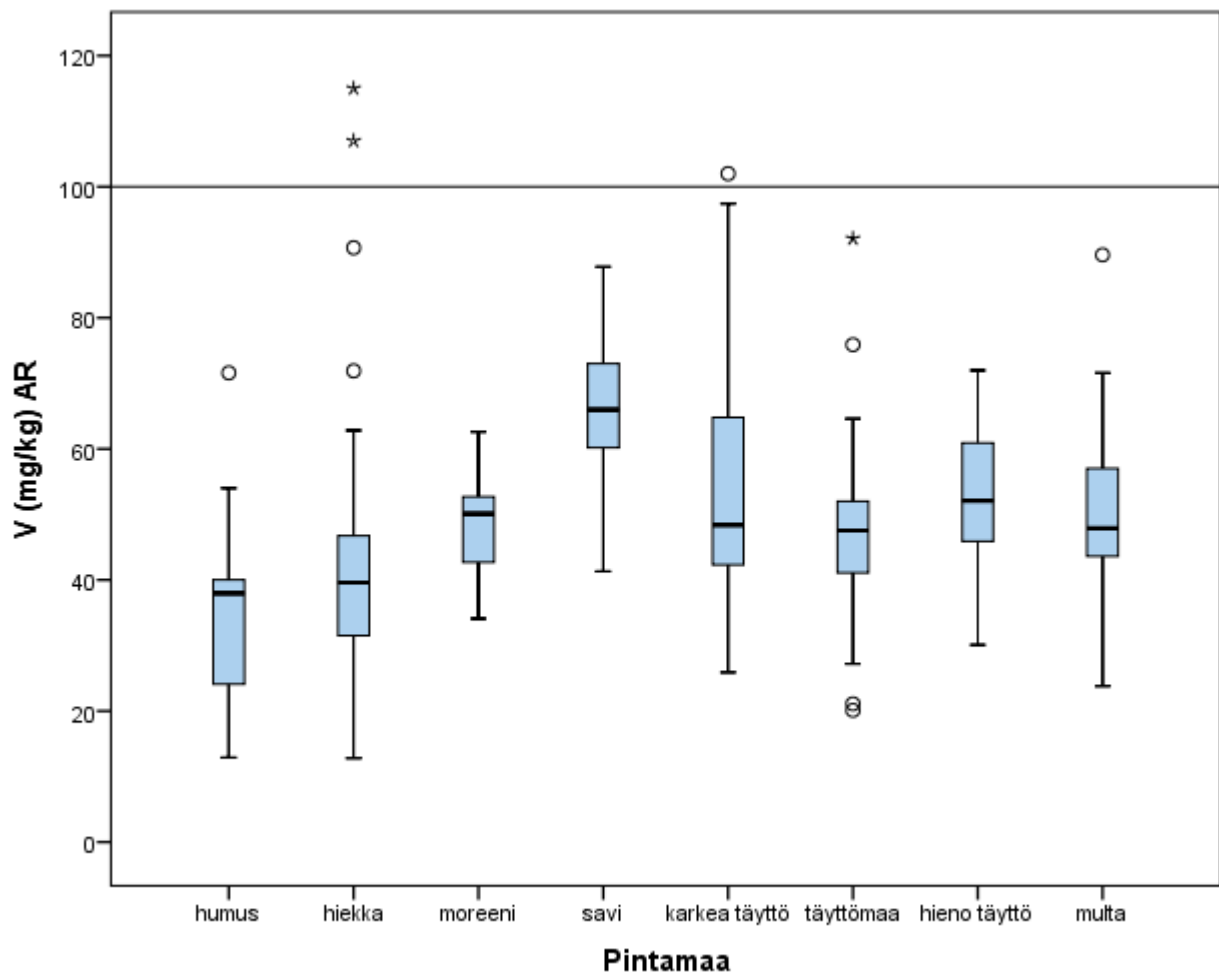
| Alkuaine / ominaisuus | Mediaani | Maksimi | SSTP | Kynnysarvo |
|-----------------------|----------|---------|-------|------------|
| Strontium Sr (mg/kg) | 17,4 | 91,1 | | |
| Tallium Tl (mg/kg) | 0,300 | 0,890 | 0,595 | |
| Telluuri Te (µg/kg) | 16,8 | 47,1 | | |
| Tina Sn (mg/kg) | 1,20 | 81,6 | 2,68 | |
| Titaani Ti (mg/kg) | 1 410 | 6 280 | | |
| Torium Th (mg/kg) | 6,83 | 54,0 | | |
| Uraani U (mg/kg) | 1,89 | 8,10 | | |
| Vanadiini V (mg/kg) | 48,1 | 115 | 81,8 | 100 |
| Vismutti Bi (mg/kg) | 0,230 | 2,26 | ,470 | |
| Volframi W (mg/kg) | 0,470 | 12,1 | 1,05 | |
| Yttrium Y (mg/kg) | 8,62 | 28,8 | | |
| Zirkonium Zr (mg/kg) | 2,68 | 21,1 | | |
| pH | 5,18 | 7,6 | | |

5.7 Maalajitteen ja maankäytön vaikutus pitoisuuksiin

Näytteiden maalaji on havainnoitu silmämääräisesti näytteenoton yhteydessä, maalajia ei ole varmistettu rakeisuusmäärityksillä. Useiden alkuaineiden pitoisuudet ovat keskimääräistä suurempia savimaissa: Al-, Be-, Bi-, Cd-, Co-, K-, La-, Mn-, Mo-, Na-, Ni-, Sc-, Sr-, V-, Y- ja Zn-pitoisuuksien suurimmat mediaaniarvot olivat savimaista otetuissa näytteissä. Kuvassa 16 on esimerkkinä vanadiinin pitoisuus eri maalajeissa Tampereen pintamaassa. Vanadiinin mediaanipitoisuus on suurin savissa, mutta hiekoissa ja karkeissa täytömaissa on yksittäisiä suurempia pitoisuuksia.

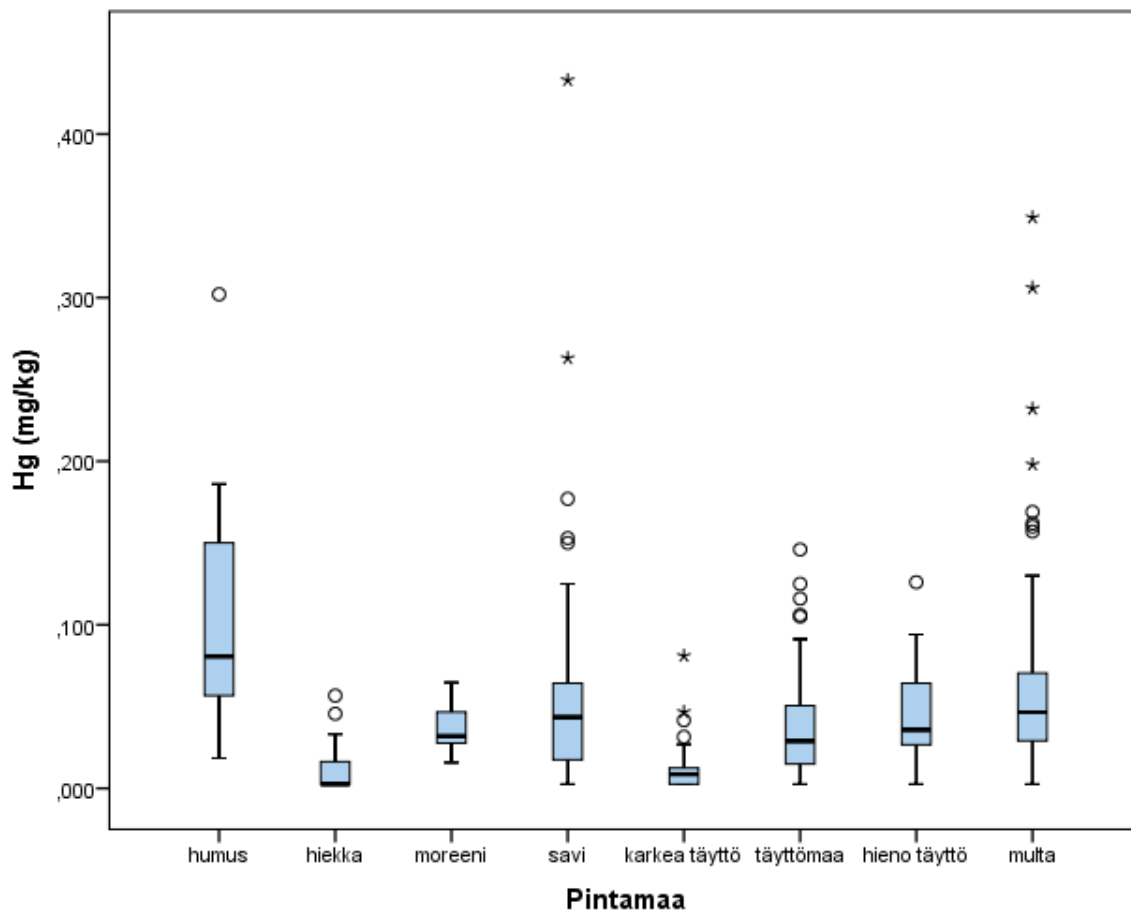
Titaanin, volframin ja zirkoniumin pitoisuudet olivat keskimääräistä suuremmat karkeissa täytömaissa. Zirkoniumia oli suhteellisen paljon myös luontaisilla hiekkamailla. Humusnäytteissä oli hiilen lisäksi muita maalajeja enemmän vismuttia, kadmiumia, elohopeaa (kuva 17), lyijyä ja rikkiä.

15.4.2013



Kuva 16. Tampereen pintamaan vanadiinipitoisuus maalajeittain jaoteltuna vuonna 2012. Kuvassa 'Täyttömaa' tarkoittaa täyttöä, jossa on vaihteleva raekoko. Kuningasvesiliuotus (AR) alle 2 mm raekokolajitteesta. Vaakaviiva on PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) vanadiinin kynnysarvo 100 mg/kg. Näytemäärät: humus 14, hiekka 51, moreeni 11, savi 38, karkea täyttö 49, täyttömaa (vaihteleva raekoko) 90, hieno täyttö 25, multa 81.

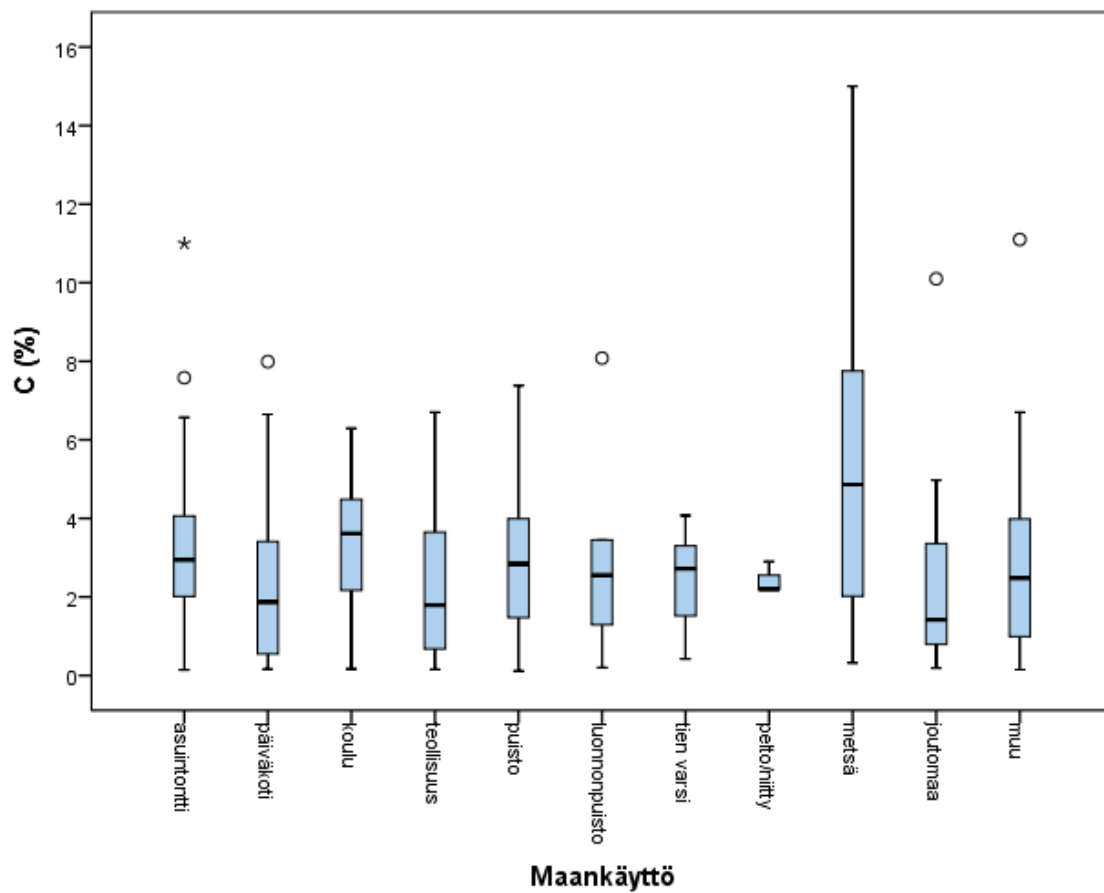
15.4.2013



Kuva 17. Tampereen pintamaan elohopeapitoisuus maalajeittain jaoteltuna vuonna 2012. Kuvassa 'Täyttömaa' tarkoittaa täyttötä, jossa on vaihteleva raekoko. Kaksi suurinta pitoisuutta (hienossa täytössä ja mullassa) jätetty pois kuvasta. Näytämäärät: humus 14, hiekka 51, moreeni 11, savi 38, karkea täyttö 49, täyttömaa (vaihteleva raekoko) 90, hieno täyttö 25, multa 81.

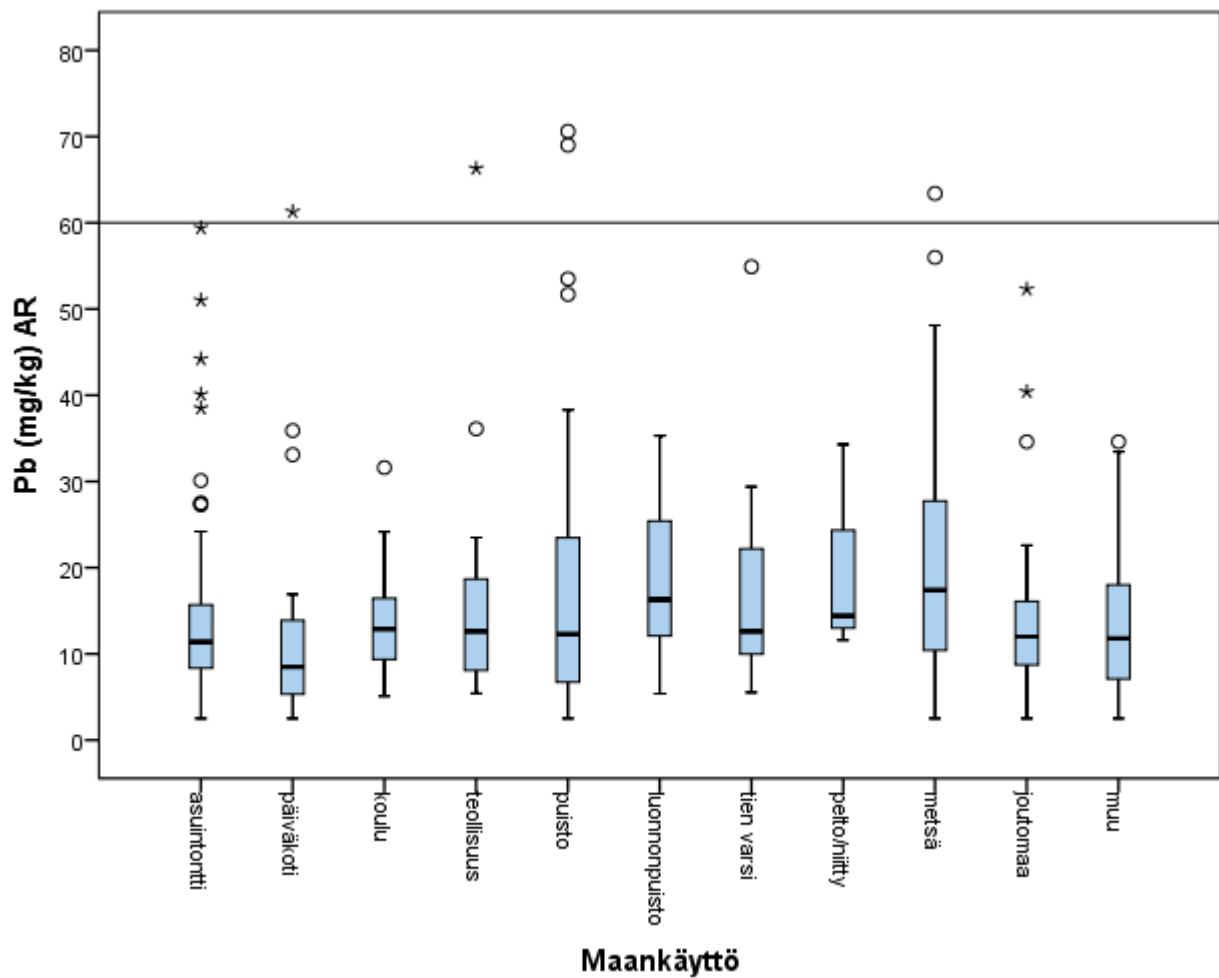
Näytteenottopaikoista raportoitiin näytteenoton yhteydessä myös maankäyttömuoto. Maankäyttö kuvasti pääosin samoja asioita kuin maalaji. Useiden alkuaineiden (esimerkiksi Al, Be, Co, Mn, Ni) suurimmat keskimääräiset pitoisuudet olivat pelloilta otetuista näytteistä. Pelloilla savi on yleisempi maalaji kuin muissa näytteenottopaikoissa. Metsistä otetuissa näytteissä oli tavanomaista enemmän hiiltä (kuva 18) ja lyijyä. Metsämaiden orgaaninen pintakerros sitoo hyvin lyijyä (kuva 19). Puistoissa maaperän pintaosassa oli monia muita maankäyttömuotoja enemmän orgaanista ainesta ja orgaaniseen ainekseen sitoutunutta kadmiumia. Teiden varsilta otetuissa näytteissä oli enemmän kalsiumia kuin muissa näytteissä. Teollisuusalueilla on usein karkeaa täyttömaata ja niille on tyypillistä tavanomaista suuremmat volframi- ja zirkoniumpitoisuudet. Kultapitoisuuden mediaaniarvot olivat suurin koulujen piholla ja metsissä, mutta yksittäisiä keskimääräistä suurempia pitoisuuksia oli useissa eri maankäyttömuodoissa (kuva 20).

15.4.2013



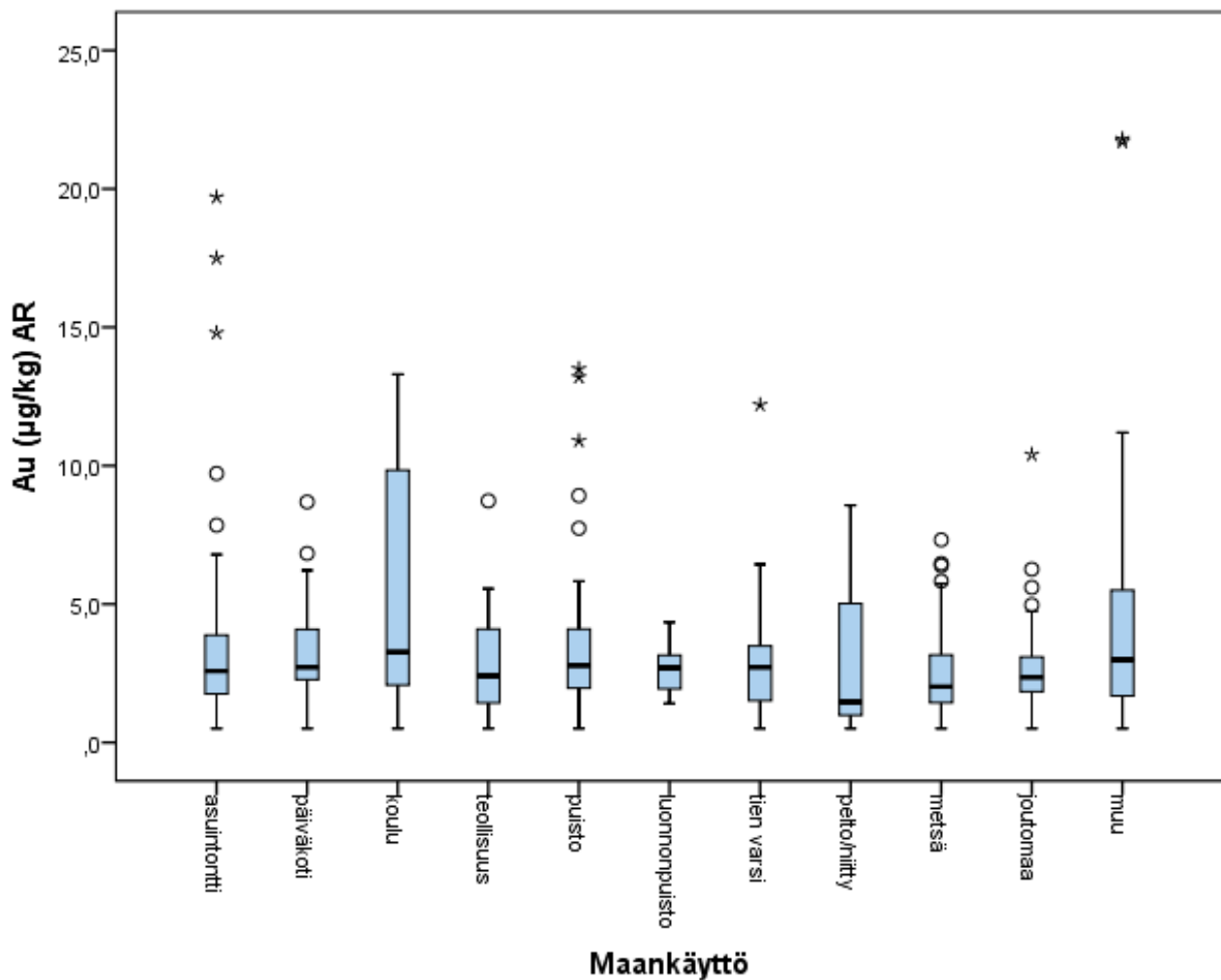
Kuva 18. Tampereen pintamaan hiilipitoisuus maankäyttömuodoittain jaoteltuna vuonna 2012. Näytemäärät: asuintontti 74, päiväkotii 17, koulu 20, teollisuus 26, puisto 49, luonnonpuisto taajamassa 6, tien varsi 13, pelto/niitty 3, metsä 61, joutomaa 37, muu 51.

15.4.2013



Kuva 19. Tampereen pintamaan lyijypitoisuus maankäyttömuodoittain jaoteltuna vuonna 2012. Kuningasvesiliuotus (AR) alle 2 mm raekokolajitteesta. Vaakaviiva on PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) lyijyn kynnsarvo 60 mg/kg. Näytemäärät: asuintontti 74, päiväkotii 17, koulu 20, teollisuus 26, puisto 49, luonnonpuisto taajamassa 6, tien varsi 13, pelto/niitty 3, metsä 61, joutomaa 37, muu 51. Yksi suuri lyijypitoisuus muu-luokassa jätetty pois kuvaajasta.

15.4.2013



Kuva 20. Tampereen pintamaan kultapitoisuus maankäyttömuodoittain jaoteltuna vuonna 2012. Näyttemäärät: asuintontti 74, päiväkotii 17, koulu 20, teollisuus 26, puisto 49, luonnonpuisto taajamassa 6, tien varsi 13, pelto/niitty 3, metsä 61, joutomaa 37, muu 51.

5.8 PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet

PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet määritettiin joka 10. näytteestä. Orgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet olivat pääosin pieniä, lähes kaikkien näytteiden PAH- ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle analyysimenetelmän määrittäysrajan: PAH-yhdisteiden summapitoisuus alle 250 µg/kg ja PCB-yhdisteiden summapitoisuus alle 10 µg/kg.

PIMA-asetuksessa (VNa 214/2007) esitetyt kynnys- ja ohjearvot PCB-yhdisteille on laskettu seitsemän PCB-kongeneerin (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180) summapitoisuudelle. Näitä seitsemää kongeneeria kutsutaan ns. indikaattorikongeneereiksi (ΣPCB_7) (Reinikainen 2007). Summapitoisuuden laskennassa alle analyysimenetelmän määrittäysrajan olevat pitoisuudet on korvattu arvolla, joka on puolet määrittäysrajasta. Messukylässä yhdellä asuintontin viereisellä viheralueella oli nurmikon alla täyttömaassa

15.4.2013

PCB-kongeneereja PCB-153 3,8 µg/kg, PCB-138 4,8 µg/kg, PCB-180 4,0 µg/kg ja kaikkia muita PCB-kongeneereja alle 2 µg/kg. Messukylän näytteen PCB-yhdisteiden summapitoisuus 16,6 µg/kg oli selvästi alle PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvon 100 µg/kg.

Linnainmaalla yhdellä teollisuustontilla PCB-yhdisteiden summapitoisuus oli täyttömaalla 19,5 µg/kg. Perkiön alueella teiden välisen viheralueen täyttömaassa oli PCB-yhdisteiden summapitoisuus 50 µg/kg. Epilässä luonnontilaisen puiston polulta otetussa näytteessä PCB-yhdisteiden summapitoisuus oli 10,8 µg/kg.

Suurin PAH-yhdisteiden summapitoisuus 1859 µg/kg määritettiin Epilänharjulta. Se on pienempi kuin PIMA-asetuksen kynnysarvo 15000 µg/kg (VNa 214/2007). Epilässä tutkilla alueella on vanhojen ilmakuvien mukaan ollut 1950-luvulla kuoppa, joka on myöhemmin täytetty. Näytteenoton yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan maalaji on karkearakeista täyttömaata, pinnalla on multaa. Näytteessä oli fenatreeninia 180 µg/kg, fluoranteenia 473 µg/kg, pyreeniä 378 µg/kg, bentso(a)antraseenia 162 µg/kg, kryseeniä 218 µg/kg, bentso(b)fluoranteenia 136 µg/kg, bentso(k)fluoranteenia 164 µg/kg, bentso(a)pyreeniä 148 µg/kg, ja muita PAH-yhdisteitä alle analyysimenetelmän määrittämissä rajoissa.

Viinikassa rakentamattomalla savimaalla PAH-yhdisteiden summapitoisuus oli 670 µg/kg. Näytteessä oli fluoranteenia 230 µg/kg, pyreeniä 190 µg/kg, kryseeniä 140 µg/kg ja bentso(b)fluoranteenia 110 µg/kg. Kaikkien muiden PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat kyseissä näytteessä pienempiä kuin analyysimenetelmän määrittämissä rajoissa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Maaperän luontaiset arseenipitoisuudet ovat koko Pirkanmaalla suurempia kuin Suomessa keskimäärin. Myös Tampereen kaupungin taajama-alueiden maaperässä arseenipitoisuudet ovat suuremmat kuin maaperän tavanomaiset arseenipitoisuudet muualla Suomessa, ja PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo 5 mg/kg ylittyy usein pintamaassa. Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnissa tulisi käyttää kynnysarvon sijaan alueellista taustapitoisuusarvoa 26 mg/kg.

Myös lyijyn tavanomainen pitoisuus on suurempi kuin PIMA-asetuksen (VNa 214/2007) kynnysarvo, 60 mg/kg, aivan Tampereen keskustassa. TAATA-hankkeessa on suositeltu Tampereen ja sen lähikuntien keskusta-alueiden lyijyn taustapitoisuusarvoksi 77 mg/kg. Vuoden 2012 tutkimuksen mukaan koko Tampereen kaupungin alueella lyijyn taustapitoisuus on kuitenkin pienempi kuin kynnysarvo 60 mg/kg.

Lyijyn, sinkin, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet maaperässä ovat usein suuremmat Tampereen keskustassa verrattuna ympäröiviin kaupunginosiin. Tämä on tyypillistä kaikissa isoissa taajamissa, joissa ihmistoimintaa on paljon.

Tampereen kaupungin taajamissa useiden hivenalkuaineiden pitoisuudet ovat suuremmat savissa verrattuna muihin maalajeihin. Humuksessa on enemmän vismuttia, kadmiumia, elohopeaa, lyijyä ja rikkiä kuin mineraalimaassa. Karkeissa täyttömaissa on muita maalajitteita enemmän titaania, volframia ja zirkoniumia.

15.4.2013

Kiitokset

Mikael Eklund GTK:sta teki näytteenottosuunnitelman. Eklundilla oli käytettävissään Tampereen kaupungin toimittama numeerinen kartta-aineisto kaupungin maaomistuksista. Tauno Valli ja Kari Jauhiainen GTK:sta vastasivat näytteenotosta. Kartat piirsi Kirsti Keskisaari GTK:sta Timo Tarvaisen ja Kristiina Nuottimäen suunnittelemien jakaumaluokitusten pohjalta. Birgitta Backman ja Jaana Jarva GTK:sta toimivat raportin ennakkotarkastajana ja antoivat hyviä ehdotuksia. Myös keskustelut Tampereen kaupungin ja Pirkanmaan ELY-keskuksen asiantuntijoiden kanssa auttoivat raportin laadinnassa. Kiitokset kaikille tutkimukseen ja raportointiin osallistuneille hyvästä yhteistyöstä.

Kirjallisuus

- Ajmone-Marsan, F. & Biasioli, M. 2010. Trace elements in soils of urban areas. *Water, Air and Soil Pollution* 213, 121-143.
- Backman, B., Luoma, S., Ruskeenieni, T., Karttunen, V., Talikka, M. & Kaija, J. 2006. Natural Occurrence of Arsenic in the Pirkanmaa Region in Finland. *Geologian tutkimuskeskus, Erikoisjulkaisut*, 82 s.
- Backman, B., Eklund, M., Luoma, S., Pullinen, A. & Karttunen, V. 2007. Luontaisia ja ihmisen aiheuttamia arseenipitoisuuksia Pirkanmaan alueella. Arseenipitoisuustietoa maaperän eri kerroksista, kaivosten rikastushiekasta ja sen pölystä, vedestä louhoksilla, kyllästämöalueilla ja kaatopaikkojen lähellä sekä marjoista, sienistä ja koivunmahlasta. *Geologian tutkimuskeskus, Erikoisjulkaisut* 72, 33 s.
- 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 – Geological Survey of Finland, Report of Investigation* 182.
- Jarva, J. & Tarvainen, T. 2008. Tampereen seudun taajamien taustapitoisuudet: Esiselvitys. *Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti* S41/2008/36, 13 s.
- Koljonen, T. 1992. Results of the mapping. Teoksessa Koljonen, T. (toim.) Suomen geokemian atlas, osa 2: moreeni – The Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till. Espoo: *Geologian tutkimuskeskus*, 106 – 125.
- Kuusisto, E., Tarvainen, T. & Huhta, P. 2007. Alkuaineiden taustapitoisuudet eri maalajeissa Satakunnan alueella. *Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti* S41/1141/2007/1, 22 s.
- Kähkönen, Y. 1998. Svekofenniset liuskealueet – merestä peruskallioksi. Teoksessa Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) 3000 vuosimiljoonaa. Suomen kallioperä. Helsinki: Suomen Geologinen Seura, 200 – 227.
- Lahtinen, R., Korja, A. & Nironen, M. 2005. Paleoproterozoic tectonic evolution of the Fennoscandian Shield – a plate tectonic model. In: Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, O. T. (eds.) *Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of the Fennoscandia Shield*. Elsevier Science B. V., Amsterdam, 483 – 504.
- Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, T. (toim.) 1998. Suomen kallioperä. Suomen geologinen seura, 375 s.

15.4.2013

- Nironen, M., Lahtinen, R. & Koistinen, T., 2002. Suomen geologiset aluenimet – yhtenäisempään nimikäytäntöön. Summary: Subdivision of Finnish bedrock – an attempt to harmonize terminology. *Geologi* 54, 8 – 14.
- Ottesen, R.T. 2009. Sampling protocol for Urban Geochemistry in Europe (URGE). Geological Survey of Norway. 3 s.
- Reinikainen, J. 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet. Suomen ympäristö 23/2007, 164 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., Hillamo, R., Tanskanen, H. & Paukola, T. 2000. Espoon Suomenojan ympäristögeokemiallinen platinatutkimus. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S/42/2032/1/2000, 10 s.
- Tarvainen, T., Jarva, J., Backman, B., Luoma, S. & Ruskeeniemi, T. 2009. Tampereen seudun taajamien taustapitoisuudet ja kohonneiden arseenipitoisuuksien vaikutus maankäyttöön. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S41/2009/31, 39 s.
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistusterpeen arvioinnista (214/2007), annettu 1.3.2007.