

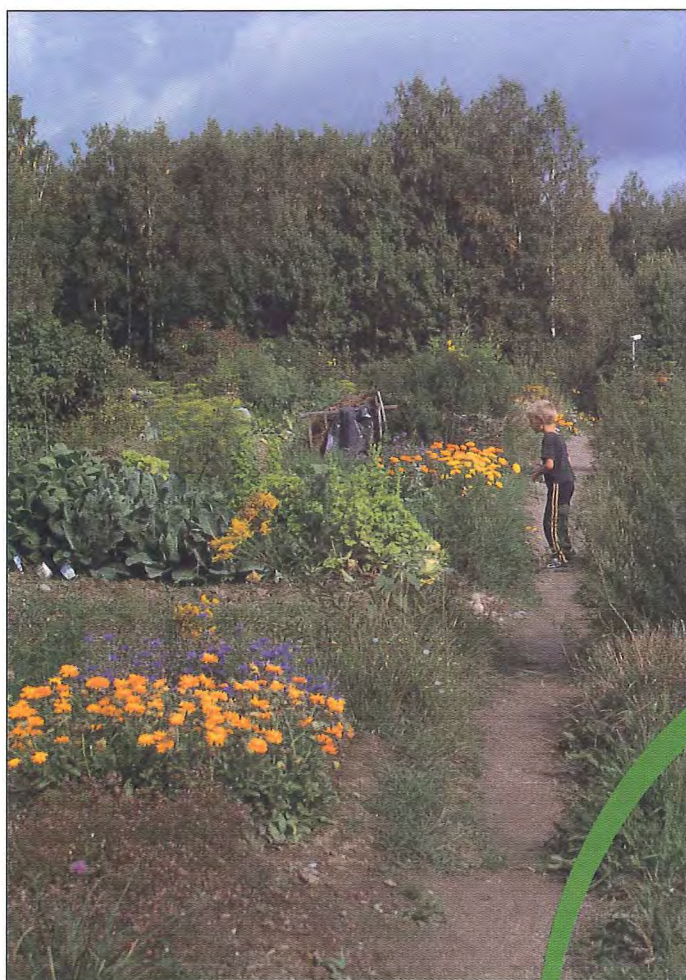


HELSINGIN KAUPUNGIN

YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA

Helsingin viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuudet

Eija-Leena Ranta



Helsinki 1999

Eija-Leena Ranta

HELSINGIN VILJELYPALSTA-ALUEIDEN
RASKASMETALLIPITOISUUDET

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 1999

ISSN 1235-9718

ISBN 951-718-345-3

Painopaikka: Helsingin kaupungin hankintakeskus
Helsinki 1999

Sisältö

Yhteenveto

Sammandrag

Summary

1. Johdanto	1
1.1. Tausta	1
1.2. Aikaisemmat tutkimukset	1
1.3. Maaperän raskasmetallipitoisuuksia koskevat säädökset	2
1.4. Elintarvikkeiden raskasmetallipitoisuuksia koskeva säädös	2
2. Viljelyspalsta-alueet ja niiden tutkiminen	2
2.1. Viljelyspalsta-alueet	2
2.2. Näytteenotto	3
2.3. Näytteiden analyysimenetelmät	3
3. Raskasmetalleista	4
3.1. Yleistä	4
3.1.1. Kadmium	4
3.1.2. Kupari, sinkki ja nikkeli	5
3.1.3. Lyijy	5
3.1.4. Elohopea	5
3.1.5. Kromi	6
3.1.6. Arseeni	6
3.2 Raskasmetallien kulkeutuminen maaperässä	6
3.2.1. Yleistä	6
3.2.2. Maaperäolot: pH, kationinvaihtokapasiteetti ja maalajit	7

4. Tulokset	7
4.1. Maaperätulokset	7
4.2. Ainekohtaiset tulokset	9
4.3. EDTA-uuton tulokset	10
4.4. Kuningasvesiuuton ja EDTA-uuton tulosten erot	10
4.5. Maan pH	11
4.6. Kasvisten sisältämät raskasmetallit	11
5. Johtopäätökset	12
Lähteet	13

Liitteet

LIITE 1	Helsingin viljelyspalsta-alueiden maaperän raskasmetallipitoisuudet 1996-1999
LIITE 2	Viiden viljelyspalsta-alueen heikkouutolla saadut raskasmetallien pitoisuudet
LIITE 3	Kasvinäytteiden raskasmetallipitoisuudet 1997

Yhteenveto

Helsingin kaupungin viljelyspalstojen maasta tutkittiin kahdeksan raskasmetallin pitoisuuksia. Tutkitut raskasmetallit olivat arseeni, kadmium, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki sekä elohopea. Maanäytteitä otettiin kaupungin 35 viljelyspalsta-alueelta yhteensä 250 näytettä, joiden tutkimisessa käytettiin uuttomenetelmänä kuningasvesiuuttoa. Erillisiä tuloksia saatiin 2000 kappaletta. Lisäksi tutkittiin kasvisnäytteiden raskasmetallipitoisuuksia kolmelta palsta-alueelta sekä maan pH kahdeksalta palsta-alueelta. Viideltä palsta-alueelta otettiin myös maanäytteitä, joiden raskasmetallipitoisuuksia tutkittiin ns. heikkouutolla, jota on käytetty aiemmin vastaavissa tutkimuksissa.

Kaikkien palsta-alueiden raskasmetallien keskiarvopitoisuudet olivat elohopeaa lukuunottamatta alle ympäristöministeriön saastuneen maan arviointiin antamien ohjearvojen. Keskiarvot ovat seuraavat, suluissa ohjearvo, arseeni 5,4 mg/kg (10 mg/kg), kadmium 0,33 mg/kg (0,5 mg/kg), kromi 44 mg/kg (100 mg/kg), kupari 52 mg/kg (100 mg/kg), lyijy 52 mg/kg (60 mg/kg), nikkeli 21 mg/kg (60 mg/kg), sinkki 117 mg/kg (150 mg/kg) ja elohopea 0,31 mg/kg (0,2 mg/kg). Pitoisuudet olivat lähellä Helsingin luonnontilaisten alueiden humusmaiden pitoisuuksia.

Kasvisnäytteitä otettiin kolmelta palsta-alueelta. Kasvien raskasmetallipitoisuudet ovat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta alle sallittujen enimmäismäärien. Kaikki näytekasvikset olivat ravinnoksi kelpaavia.

Tutkimuksessa esitetään lisäksi kirjallisuusselvitysten pohjalta tietoa raskasmetallien kulkeutumisesta maassa ja siirtymisestä kasveihin. Esimerkiksi elohopea, jonka keskipitoisuus viljelysmaassa oli yli ympäristöministeriön ohjearvon, ei nykyisten tutkimusten mukaan kulkeudu kasveihin. Tärkein keino pitää raskasmetallit maahan kiinnittyneinä on maan pH:sta huolehtiminen esim. kalkitsemalla. Kun pH on yli 5,5 - 6,0 raskasmetallit eivät merkittävästi kulkeudu kasveihin.

Helsingin kaupungin viljelyspalsta-alueiden raskasmetalleja on tutkittu myös vuosina 1980 - 1982 ja vuonna 1985. Aikaisemmissa selvityksissä tutkittiin lähinnä lyijyn ja kadmiumin pitoisuutta viljelymaassa sekä kasvien raskasmetallipitoisuuksia.

Tämä selvitys on tehty Helsingin kaupungin rakennusviraston viherosaston ja ympäristökeskuksen yhteistyönä.

Sammandrag

Odlingslotternas tungmetallhalter i Helsingfors

Jordmånen i Helsingfors stads odlingslotter undersöktes med avseende på halterna av åtta tungmetaller: arsenik, kadmium, krom, koppar, bly, nickel, zink och kvicksilver. Totalt 250 jordprovar togs från Helsingfors stads 35 odlingslottsområden. Som undersökningsmetod användes extraktion med kungsvatten. Totalt erhöles 2000 separata resultat. Dessutom undersöktes tungmetallhalterna i växtprover från tre odlingslottsområden samt pH-värdet i jorden från åtta odlingslottsområden. Dessutom undersöktes tungmetallhalterna i jordprovar från fem områden genom s.k. svag extraktion, en metod som tidigare har använts vid motsvarande undersökningar.

Med undantag av kvicksilver låg tungmetallernas genomsnittshalter i proverna från alla odlingslottsområden under miljöministeriets riktvärden för bedömning av förorenad jord. Följande medelvärden erhöles (riktvärdet anges inom parentes): arsenik 5,4 mg/kg (10 mg/kg), kadmium 0,33 mg/kg (0,5 mg/kg), krom 44 mg/kg (100 mg/kg), koppar 52 mg/kg (100 mg/kg), bly 52 mg/kg (60 mg/kg), nickel 21 mg/kg (60 mg/kg), zink 117 mg/kg (150 mg/kg) och kvicksilver 0,31 mg/kg (0,2 mg/kg). Halterna låg nära motsvarande halter i humusjordar från områden i naturligt tillstånd i Helsingfors.

Växtprover togs från tre odlingslottsområden. Växternas tungmetallhalter låg med några undantag under de tillåtna maximihalterna. Alla växter som omfattades av provtagningen var dugliga som föda.

I undersökningen framläggs även resultaten från litteraturforskning om hur tungmetaller vandrar i jorden och tas upp i växter. Som exempel kan nämnas att kvicksilver, vars genomsnittshalt i odlingsjorden låg över miljöministeriets riktvärde, enligt aktuell forskning inte tas upp i växter. Den viktigaste metoden för att hålla tungmetallerna bundna i jorden är att reglera jordens pH-värde t.ex. genom över 5,5 - 6,0 sker ingen betydande upptagning av tungmetaller i växter.

Tungmetallerna inom Helsingfors stads odlingslottsområden undersöktes även åren 1980 - 1982 och år 1985. I de tidigare undersökningarna undersöktes huvudsakligen bly- och kadmiumhalterna i odlingsjord samt tungmetallhalterna i växterna.

Denna undersökning har gjorts i samarbete mellan grönavdelningen vid Helsingfors stads byggnadskontor och miljöcentral.

Summary

Heavy Metal Concentrations of the Cultivation Plots in Helsinki

The soil in the cultivation plots of the City of Helsinki was analysed for levels of the following eight heavy metals: arsenic, cadmium, chrome, copper, lead, nickel, zinc and mercury. A total of 250 soil samples were taken from Helsinki's 35 cultivation plot areas. For the analysis the samples were treated with aqua regia as extractant. A total of 2,000 separate results were obtained. In addition, heavy metal levels in plants were analysed from samples taken from three cultivation plot areas, and soil pH was analysed from samples taken from eight cultivation plot areas. Soil samples from five cultivation plot areas were also analysed for heavy metal levels using weak extraction, a method applied in earlier similar surveys.

With the exception of mercury, the average levels of heavy metals in all cultivation plot areas were lower than the guideline values for the assessment of contaminated soil published by the Finnish Ministry of the Environment. The following average values were measured (guideline values are shown in parentheses): arsenic 5.4 mg/kg (10 mg/kg), cadmium 0.33 mg/kg (0.5 mg/kg), chrome 44 mg/kg (100 mg/kg), copper 52 mg/kg (100 mg/kg), lead 52 mg/kg (60 g/kg), nickel 21 mg/kg (60 mg/kg), zinc 117 mg/kg (150 mg/kg) and mercury 0.31 mg/kg (0.2 mg/kg). These levels are similar to those of the natural humus areas in Helsinki.

Vegetable samples were taken from three plot areas. With a few exceptions, the levels of heavy metals in the vegetables were below the maximum value permitted. All vegetable samples were found to be consumable.

The survey also exposes literature-based data on the migration of heavy metals in soil and their uptake in plants. For example mercury, whose average level in cultivation soil were higher than the Ministry of the Environment's guideline values, is not taken up in plants. The most important method of keeping the heavy metals bound in the soil is pH control through adding lime to the soil. As long as the pH level of the soil is kept above 5.5 - 6.0, there is no significant uptake of heavy metals in plants.

Heavy metal levels in the soil of the cultivation plots in Helsinki were already analysed in 1980 - 1982 and in 1985. The earlier studies were mainly focused on lead and cadmium levels in cultivation soils, and on heavy metal levels in vegetables.

This study was carried out in co-operation between the City of Helsinki Public Works Department's Green Area Division and the City of Helsinki Environment Centre.

1. Johdanto

1.1. Tausta

Helsingissä on 35 kaupungin hallinnassa olevaa viljelyspalsta-aluetta, joilla on noin 2000 palstaa. Viljelymaan laatu ja haitta-ainepitoisuudet ovat kiinnostaneet niin viljelijöitä kuin viranomaisiakin. Ennen tätä selvitystä on viljelymaan ja kasvien raskasmetallipitoisuuksia tutkittu vuosina 1980 - 1982 ja 1985.

Tämän selvityksen viljelyspalstatutkimukset aloitettiin keväällä 1996, koska edellisen talven aikana oli Annalan viljelyspalsta-alueen tutkimuksessa löytynyt korkeita raskasmetallipitoisuuksia. Alueella oli ollut kauppapuutarha 1940- ja 1950-luvuilla. Kauppapuutarhan lasinalaisviljelyssä kompostoitui yhdyskuntajätettä, joka sisälsi biojätteen lisäksi tuhkaa, lääkkeitä, kuumemittareita. Yhdyskuntajätteen laatu selitti korkeat raskasmetallipitoisuudet. Annalan palsta-alue kunnostettiin syksyllä 1996. Tällä selvityksellä haluttiin varmistua siitä, että Annalan kaltaisilta yllätyksiltä vastedes välttäisiin.

Selvitys on tehty kaupungin rakennusviraston viherosaston ja ympäristökeskuksen yhteistyönä.

1.2. Aikaisemmat tutkimukset

Helsingin kaupungin terveystieteiden valvontaosaston elintarvike- ja ympäristölaboratorio tutki vuosina 1980 - 1982 lyijyn ja kadmiumin esiintymistä viljelymaissa. Viljelyspalstoilta, siirtolapuutarhoista ja kaupungin viljelymaista otettiin yhteensä 258 maanäytettä. Korkeimmat lyijypitoisuudet tavattiin liikenneväylien läheltä. Lisäksi tutkittiin kasvinäytteitä, lähinnä porkkanoita, joiden lyijypitoisuutta verrattiin maan pitoisuuksiin. Maan lyijypitoisuuden kasvu vaikutti hyvin vähän porkkanan lyijypitoisuuteen. (Forss ja Ahonen 1982.)

Vuonna 1985 terveystieteiden valvontaosasto teki seuraavan tutkimuksen, jossa otettiin maa- ja kasvinäytteitä 26 siirtolapuutarha- ja viljelyspalsta-alueelta. Kohteiksi valittiin sekä liikennealueiden läheisyydessä että kauempana olevia alueita. Varsinaiset maanäytteet otettiin kokoomanäytteinä useasta osanäytteestä. Lisäksi tutkittiin kasvinäytteitä ja niiden kasvupaikkojen maanäytteet. (Sinervo ja Ahonen 1990.)

Tutkimuksen mukaan tutkituista raskasmetalleista lyijyn, kadmiumin, sinkin ja kuparin pitoisuudet liikennealueiden läheisyydessä olivat korkeampia kuin keskimääräiset pitoisuudet muun Suomen viljelymaissa. Juuresten raskasmetallipitoisuudet olivat enimmäisarvoja pienempiä, mutta pesemättöminä analysoidun salaatin, persiljan ja tillin lyijypitoisuudet ylittivät enimmäisarvot. Maanäytteiden ja kasvien sisältämien pitoisuuksien välillä ei todettu riippuvuutta. (Sinervo ja Ahonen 1990.)

Kahdessa aikaisemmassa tutkimuksessa analyysimenetelmänä oli ns. heikkouutto (ammonium-asetatti-EDTA), joten tuloksia ei voi suoraan verrata tähän tutkimukseen, jossa uutto tehtiin kuningasvedellä. Kuningasveteen liukenee sellaisia maan raskasmetalleja, jotka eivät ole kasvien saatavilla.

1.3. Maaperän raskasmetallipitoisuuksia koskevat säädökset

Ympäristöministeriö on antanut ohje- ja raja-arvot maaperän raskasmetalleille. Ohje-arvo osoittaa haitta-aineen pitoisuutta, jota pidetään ihmiselle ja ympäristölle vaarattomana. Ohjearvon ylittyessä on syytä selvittää mahdolliset ympäristövaikutukset. Raja-arvo on maankäyttöä rajoittava, jolloin on selvitettävä mahdolliset terveysvaikutukset. (Puolanne et al. 1994.) Ympäristöministeriössä on valmisteilla uudet ohjearvot, joita ovat: tavoitearvo eli useimmille eliölajeille vielä kohtuullisen varmasti turvallinen pitoisuustaso sekä tavoitearvoa korkeampi raja-arvo, jonka katsotaan yleensä edellyttävän riskien lähempää arviointia ja usein myös vähentämistä. (Assmuth 1997.)

Maa- ja metsätalousministeriön päätös (134/1994) eräistä lannoitevalmisteista määrää raskasmetallien enimmäispitoisuudet maanparannusaineille tai kompostointivalmisteille sekä lannoitetulle kasvualustalle. Lannoitetun kasvualustan pitoisuudet ovat samat kuin ympäristöministeriön antamat ohjearvot. Pitoisuusarvot on annettu elohopealle, kadmiumille, arseenille, nikkelille, lyijylle, kuparille ja sinkille. Maanparannusaineen tai kompostointivalmisteen enimmäispitoisuudet ovat huomattavasti korkeampia kuin lannoitetun kasvualustan. Päätöksessä on kielletty enimmäispitoisuudet ylittävien aineiden ja valmisteiden käyttäminen julkiseen viherrakentamiseen tai maisemointiin tarkoitettuihin maanparannusaineisiin.

1.4. Elintarvikkeiden raskasmetallipitoisuuksia koskeva säädös

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä (134/1996) on annettu kasvien raskasmetallipitoisuuksille seuraavia enimmäismääriä: kadmium: peruna 0,05 mg/kg, vihannekset 0,1 mg/kg; kupari: vihannekset 10 mg/kg ja lyijy: peruna 0,1 mg/kg, leveälehtiset vihannekset 0,3 mg/kg, muut kuin leveälehtiset vihannekset ja palkokasvit 0,1 mg/kg.

2. Viljelyspalsta-alueet ja niiden tutkiminen

2.1. Viljelyspalsta-alueet

Helsingin kaupungin rakennusviraston viherosaston valvonnassa on 35 viljelyspalsta-alueita, joiden pinta-ala on yhteensä noin 47 hehtaaria. Palstat ovat aarin tai puolen aarin kokoisia. Viljelyspalsta-alueiden vuokrasopimuksia ja muuta hallintoa hoitavat alueille perustetut palstayhdistykset. Helsingissä on näiden palsta-alueiden lisäksi muutamia muita viljelyspalsta-alueita, kuten työväenopiston Uutelan alue, Toimelan kansanopiston Niemenmäen alue ja Vuosaaren venekerhon Mustalahden alue. Nämä viljelyspalsta-alueet eivät olleet mukana tässä tutkimuksessa.

Tässä selvityksessä on käytetty palsta-alueiden vakiintuneita nimiä, kuitenkin niin, että kaupunginosa tai osoite on liitetty muutamiin nimiin.

2.2. Näytteenotto

Kesän 1996 aikana otettiin näytteet seitsemältä viljelyspalsta-alueelta: Arabianmäen puisto, Kivihaka, Kumpula, Meilahti, Pasila, Rapakivenkuja ja Seppämestartie, joista viimeinen oli viljelyssä vain kyseisen kesän.

Vuonna 1997 otettiin näytteet kahdeksalta alueelta: Elontie, Puotila Juorumäki, Itäväylä Mellunmäki, Myllypuro Viilarintie, Korpas Niemenmäki, Savela, Suursuo ja Vuosaari. Samana vuonna toimitettiin perustettavalle Pikku-Huopalahden viljelyspalsta-alueelle tutkittu viljelymaa.

Vuonna 1998 otettiin näytteet 19 palsta-alueelta: Fallbacka, Fallkulla, Haaga, Herttoniemi, Kartanonhaka, Laaksopuisto Puistola, Lassila, Malmi Karviaismäki, Maunulanpuisto, Mellunkylä Rekitie, Mellunkylä Mustikkasuo, Näsiojanpuisto Torpparinmäki, Oulunkylä, Pakila Pakilan rantatie, Puistola Moisionpolku, Pukinmäki, Saarnaajantie Suursuo, Siltamäki ja Siltakylän rantapuisto. Vartiosaaresta näytteet otettiin vuonna 1999.

Palsta-alueilta otettiin 3 - 16 näytettä kultakin palsta-alueen koon mukaisesti, yksi näyte kymmentä palstaa kohden. Vuonna 1998 näyteväliä suurennettiin, yksi näyte 20 palstaa kohden, koska aikaisemmat tulokset olivat yleensä viljelyspalstakohtaisesti samansuuntaisia. Näytteet otettiin tasavälein koko palsta-alueelta. Näyte otettiin lapiolla tehdystä kuopasta jatkuvana näytteenä koko viljelykerroksesta. Viljelymaan paksuus vaihteli noin 20 - 50 sentin välillä. Viljely- ja pohjamaan laatu kirjattiin sekä tehtiin havaintoja mahdollisista jätteistä tai roskista. Näytteenottokohdat merkittiin viljelyspalsta-alueiden kartoille.

Yhteensä näytteitä otettiin 250, joista analysoitiin kahdeksan raskasmetallia: arseeni, kadmium, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki ja elohopea. Erillisiä tuloksia saatiin 2000 kappaletta.

Kesällä 1997 otettiin maanäytteiden ohella kasvisnäytteitä Itäväylä Mellunmäen, Suursuon ja Puotila Juorumäen alueilta. Näytteiksi otettiin porkkanoita, perunoita ja lanttuja, sekä lehtivihanneksista salaattia ja maustekasveja tilliä ja persiljaa 4 - 8 näytettä kultakin alueelta. Tämän näytteenoton yhteydessä kaikilta kahdeksalta alueelta otettiin maanäytteet viljavuustutkimusta, kuten maan pH:n määrittämistä, varten. Näistä viiden palsta-alueen, Elontien, Myllypuron, Korpas Niemenmäen, Savelan ja Vuosaaren näytteet analysoitiin EDTA-utolla Viljavuuspalvelu Oy:ssä.

2.3. Näytteiden analyysimenetelmät

Maanäytteet analysoitiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristölaboratoriossa. Ennen analysointia näytteet kuivattiin noin 40 asteen lämpötilassa ja seulottiin 2 mm:n terässeulalla. Metallit uutettiin kuningasvedellä. Pitoisuusmääritys tehtiin atomiabsorptiospektrofotometrisesti grafiittiuuni- ja liekkitekniikalla. Elohopea määritettiin kylmähöyrytekniikalla.

Kasvinäytteet analysoitiin ympäristölaboratoriossa kahdeksaa arseeninäytettä lukuunottamatta, jotka analysoitiin Lahden tutkimuslaboratoriossa. Näyte poltettiin mikroaaltouunissa typpihappoon. Pitoisuusmäärittäminen tehtiin atomiabsorptiospektrofotometrisesti grafiittiuuni- ja liekkitekniikalla. Elohopea määritettiin kylmähöyrytekniikalla. Pitoisuudet on ilmoitettu näytteen tuorepainossa.

Viljavuuspalvelu Oy:ssä viiden palsta-alueen raskasmetallit uutettiin EDTA-uutolla. Maanäytteistä tutkittiin kadmiumin, kromin, kuparin, elohopean, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet.

3. Raskasmetalleista

3.1. Yleistä

Osa raskasmetalleihin luettavista alkuaineista on pieninä pitoisuuksina tärkeitä hivenaineita niin kasveille kuin ihmisellekin. Nykyisen tiedon mukaan haitallisia ihmiselle ovat arseeni, kadmium, lyijy ja elohopea. Näistä arseeni, kadmium ja lyijy voivat olla hyvin pieninä pitoisuuksina tarpeellisia joillekin eliöille (Assmuth 1997, Merian 1991). Tämän selvityksen tutkituista aineista arseeni on puolimetalli, muut metalleja.

3.1.1. Kadmium

Kasvien kadmiuminoton on arvioitu olevan suoraan verrannollinen maanesteen kadmiumpitoisuuteen. Alle 6,5 pH:ssa maanesteen kadmiumpitoisuus on suoraan riippuvainen maan kokonaiskadmiumpitoisuudesta. Tätä korkeammassa pH:ssa osa kadmiumista saostuu, kun maan kadmiumpitoisuus ylittää 2 - 5 mg/kg, edellyttäen, että maan hiilidioksidipitoisuus on korkea. (Christensen ja Tjell, 1984 Levisen (1990) mukaan.)

Korkean sinkkipitoisuuden on todettu vähentävän kasvien kykyä ottaa kadmiumia. Myös salaatin ja ohran kasvualustan kalium-, alumiini- ja kalsiumpitoisuudet ovat korreloineet käänteisesti kasvien kadmiumpitoisuuteen. (John 1976 Levisen (1990) mukaan.) Juuret ottavat herkästi kadmiumia, koska se muistuttaa kalsiumionia (Leeper 1978).

Maaperän pääasialliset kadmiumkuormittajat ovat olleet ilmalaskeuma sekä 1970 - 1980-luvuilla käytetyt fosforilannoitteet, jotka sisälsivät poikkeuksellisen paljon kadmiumia. Kotimaisen apatiittikaivoksen avaamisen myötä 1980-luvun alussa on nykyisten fosforilannoitteiden kadmiumpitoisuus ollut erittäin pieni. (Mäkelä-Kurtto 1994a.)

Ilman kautta tulevan kadmiumin määrä on laskenut noin 80 % vuodesta 1990 vuoteen 1997. Vuonna 1997 teollisuusprosessien osuus kadmiumpäästöistä ilmaan oli noin kolmannes. Teollisuuden prosessit ovat yhä suurin päästölähde. (Ekqvist 1999.)

3.1.2. Kupari, sinkki ja nikkeli

Kupari, sinkki ja nikkeli aiheuttavat vaurioita kasveille jo sellaisissa pitoisuuksissa, jotka eivät ole haitaksi ihmisille. Noin 20 mg/kg oleva nikkeli- tai kuparipitoisuus aiheuttaa vaurioita kasveissa. Sinkki kulkeutuu kasveihin verrattain helposti, kasvien sinkkipitoisuudet ovat yleensä olleet vähintään yhtä suuria kuin maaperässä. Kasvien kannalta kriittinen kasvien sinkkipitoisuus on 200 mg/kg. (Davis 1984 Levisen (1990) mukaan.) Nikkeliä on kasvien saatavissa vain happamissa olosuhteissa, jolloin se on liukoisessa muodossa.

3.1.3. Lyijy

Maassa oleva korkeakaan lyijypitoisuus ei kulkeudu merkittävässä määrin kasveihin (Forss ja Ahonen 1982). Kasvien lehtien lyijypitoisuuksien ei ole todettu nousseen kriittiselle tasolle edes silloin, kun maan lyijypitoisuus on ollut 1000 - 1600 mg/kg (Sauerbeck 1988 Levisen (1990) mukaan). Maan rakenne tai pH ei juuri vaikuta lyijyn kulkeutumiseen, koska lyijy sitoutuu hyvin maan orgaaniseen ainekseen. Kasveissa lyijy on yleensä ilmalaskeumana lehtien pinnoilla. Lyijypäästöt ovat 1990-luvun alusta vähentyneet yli 90 %. Vähentyminen johtuu etenkin lyijyllisen bensiinin käytön loppumisesta vuonna 1994 (Ekqvist 1999).

3.1.4. Elohopea

Vaikka elohopea on erittäin myrkyllistä eläimille ja ihmisille, se ei huonon kulkeutuvuutensa takia siirry maasta kasveihin. Pääosan kasvien sisältämästä elohopeasta arvioidaan olevan peräisin ilmalaskeumasta. (Statens Naturvårdsverk 1987b Levisen (1990) mukaan.) Elohopean tunnetut myrkytystapaukset ovat johtuneet elohopean metyloitumisesta ja rikastumisesta vesiekosysteemeissä. Metyylielohopeaa ei syntyne merkittävässä määrin maassa.

Elohopea ei juuri kulkeudu maasta kasveihin, varsinkaan kasvien syötäviin osiin, vaikka maassa pitoisuudet nousisivat monikertaisiksi taustapitoisuuteen nähden (Davis 1984 Levisen (1990) mukaan). Kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu, että mikäli kasveissa on elohopeaa, niin niissä on myös mitattavia pitoisuuksia seleeniä (Merian 1991).

Maanviljelyssä käytetyt elohopeapitoiset peittausaineet on poistettu torjunta-ainerekisteristä 1992, jonka jälkeen näitä torjunta-aineita ei ole saanut käyttää (Mäkelä-Kurtto 1994a).

Elohopeapäästöt ilmaan ovat vähentyneet noin puolella vuosikymmenen alkuun verrattuna. Noin 80 % vuoden 1997 elohopeapäästöistä on peräisin energiantuotannosta. (Ekqvist 1999.)

3.1.5. Kromi

Kolmenarvoinen kromi (Cr^{3+}) on ihmiselle välttämätön hivenaine. Vain kromin haitallimmman muodon, kuudenarvoisen kromin (Cr^{6+}), on todettu aiheuttaneen kasvivaurioita, lähinnä juuristoon. Kromi sitoutuu yleensä tiukasti maahan eikä kerry kasveihin. Kuudenarvoinen kromi voi kulkeutua kasveihin happamissa olosuhteissa. Kromin ei ole todettu vaikuttavan haitallisesti kasvien kasvuun, vaikka maan kromipitoisuus on ollut jopa 130 - 7000 mg/kg. (Witter 1989 Levisen (1990) mukaan.) Suurin osa kasvien kromista Suomessa on peräisin ilmalaskeumasta (Mäkelä-Kurtto 1994a).

3.1.6. Arseeni

Arseenin kulkeutuvuus maassa on pieni ja se on riippuvainen maan pH:sta. Ilmeisesti arseeni kulkeutuu merkittävästi vasta hyvin emäksisissä olosuhteissa. Arseeni ei kulkeudu helposti kasveihin. Arseeniyhdisteitä on käytetty puun kyllästysaineena, tuholaismyrkyissä ja niitä on lannoitteissa epäpuhtautena. (Merian 1991.)

3.2. Raskasmetallien kulkeutuminen maaperässä

3.2.1. Yleistä

Raskasmetallit kulkeutuvat kasveihin sitä helpommin mitä liukoisempia raskasmetallit ja niiden yhdisteet maassa ovat. Tavallisesti liukoisten metallien osuus metallin kokonaismäärästä on pieni. Maahan lisätyt raskasmetallit pidättyvät orgaaniseen ainekseen, savimineraaleihin, rauta- ja mangaaniyhdisteisiin ja kalsiumkarbonaatteihin, mikä vähentää liukoisten metallien määrää maassa. Liukoisten metalli-ionien lisäksi kasvit voivat ottaa ioneja kompleksiyhdisteinä. (Dean ja Suess 1985 Levisen (1990) mukaan.)

Metallien kokonaismäärä maassa ei siis välttämättä anna luotettavaa kuvaa metallien aiheuttamista riskeistä. Muun muassa Häni ja Gupta (Levinen 1990) ovat suositelleet, että kokonaispitoisuuden ohella olisi analysoitava myös liukoisten metallien osuus, joka paremmin kuvastaisi kasvien välitöntä metallien saantia. Epäedullisissa, metallien liukoisuutta lisäävissä oloissa maan kokonaisraskasmetallipitoisuuksia koskevat raja-arvot voivat olla liian korkeita. Kuitenkin metallien kokonaispitoisuus antaa luotettavamman kuvan metallien mahdollisista pitkäaikaisvaikutuksista, sillä olosuhteiden vaihdellessa liukoisten metallien määrä saattaa muuttua. (Williams 1983 Levisen (1990) mukaan.)

Eri metallit poikkeavat huomattavasti toisistaan kulkeutuvuutensa perusteella. Helpoimmin kulkeutuvia metalleja ovat nikkeli, sinkki ja kadmium. Kuparin kulkeutuvuus on näitä pienempi. Lyijy, elohopea ja kromi eivät juuri kulkeudu maassa. (Davis 1984 Levisen (1990) mukaan.)

Kasvin taipumus ottaa metalleja maaperästä riippuu myös kasvin perintötekijöistä. Taipumus voi olla hyvinkin erilainen eri kasvilajeilla ja jopa eri kasvilajikkeilla. Lisäksi raskasmetallit kulkeutuvat eri tavalla eri kasvinosiin. (Mäkelä-Kurtto 1994b.)

3.2.2. Maaperäolot: pH, kationinvaihtokapasiteetti ja maalajit

Metallien kulkeutuvuus maassa vaihtelee maaperäolosuhteiden mukaan. Tärkein tekijä on maan pH. Useimpien metallien kulkeutuvuus ja kertyminen kasveihin lisääntyvät pH:n aletessa. Kromin ja lyijyn riippuvuus maan pH:sta ei ole yhtä selkeä kuin useimmilla muilla metalleilla. Sen sijaan pH:n aleneminen lisää selvimmin kadmiumin liikkuvuutta maassa. Davisin (1984) mukaan maan pH:n tulee olla ainakin yli 5,5, mielellään yli 6 (Levinen 1990).

Myös maan kationinvaihtokapasiteetti vaikuttaa metallien pidättymiseen maassa. Kationinvaihtokapasiteetti kuvaa maan kykyä sitoa ja luovuttaa positiivisesti varattuja ioneja. Maan sisältämä savi ja humus sekä kolloideja muodostavat yhdisteet, rauta- ja mangaanihydroksidit, lisäävät maan kykyä sitoa metalleja. Humuspitoisen, ei-happaman maan puskurointikyky on moninkertainen niukkahumuksiseen kivennäismaahan verrattuna. Maan kationinvaihtokapasiteettia voidaan parantaa lisäämällä maahan savea tai orgaanista ainesta. Orgaanisen aineksen on havaittu sitovan erityisen tehokkaasti lyijyä, mutta myös muiden metallien, kuten kadmiumin, on osoitettu käyttäytyvän samalla tavalla. (Gupta ja Stadelmann 1984 Levisen (1990) mukaan.)

4. Tulokset

4.1. Maaperätulokset

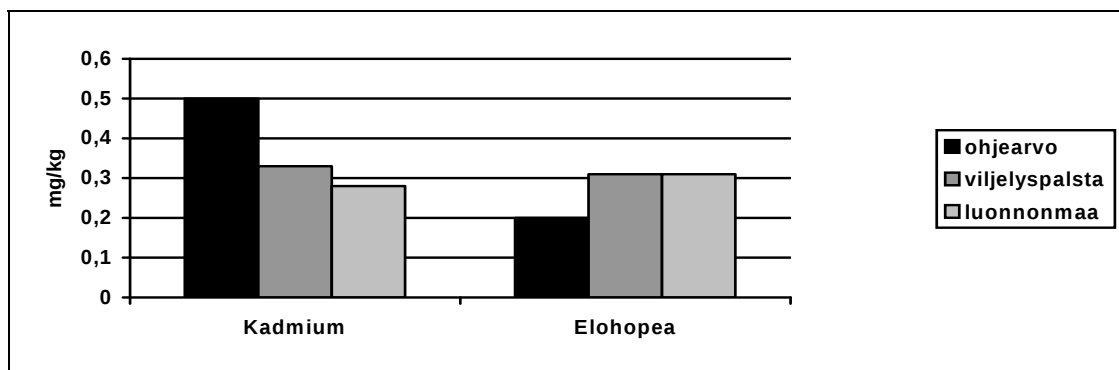
Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan viljelyspalsta-alueiden raskasmetallien keskiarvopitoisuudet olivat lähes kaikki alle saastuneen maan arviointiin käytettävien ohjearvojen. Keskiarvoa pienempiä pitoisuuksia oli Itä-Helsingin palsta-alueilla. Palsta-alueen läheisyys liikenneväyliin ei näy tuloksissa, esimerkiksi lyijyn ohjearvon ylityksiä oli 22 palsta-alueella, joista vain viisi oli lähellä vilkkaasti liikennöityä tietä. Pitoisuuseroja todettiin myös aivan vierekkäisillä palsta-alueilla. Kuudella palsta-alueella ei ollut yhtään ohjearvon ylitystä.

Kaikkien viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuuksien keskiarvot olivat lähellä koko kaupungin luonnontilaisten alueiden humusmaiden pitoisuuksia (Salla 1999). Keskiarvotulokset sekä ohjearvot on esitetty taulukossa 1 sekä kuvissa 1 - 3.

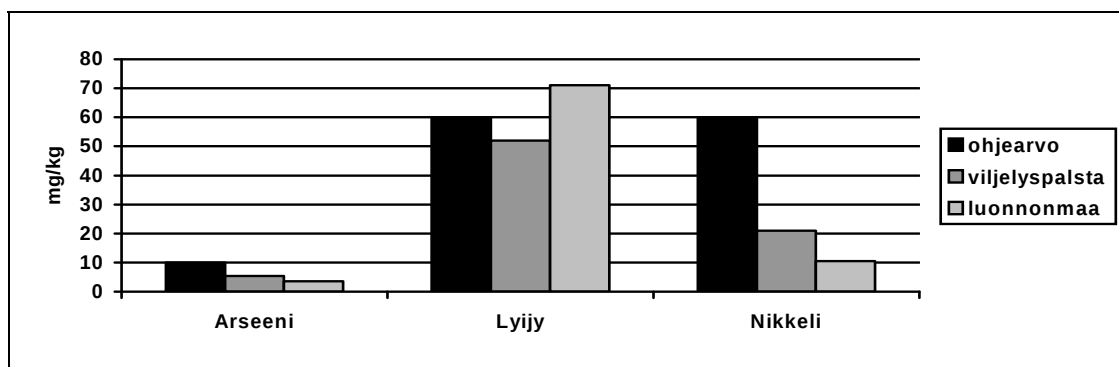
mg/kg	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Hg
oa	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2
vka	5,4	0,33	44	52	52	21	117	0,31
lka	3,6	0,28	16	20	71	10,5	55	0,31

Taulukko 1. Raskasmetallien ohjearvot (oa), viljelyspalsta-alueiden keskiarvot (vka) sekä Helsingin luonnontilaisten alueiden humusmaiden keskiarvot (lka).

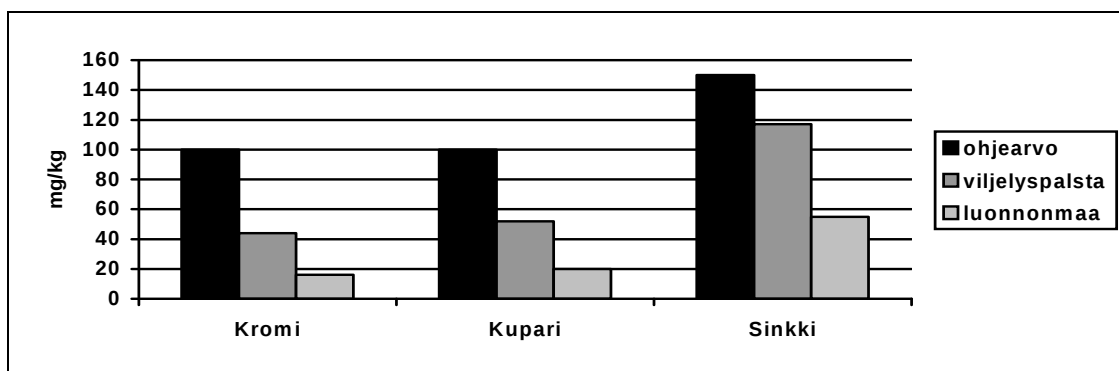
Kohonneita pitoisuuksia ovat aiheuttaneet monet tekijät: maanparannusaineina käytetyt puhdistamoliete ja tuhka, joiden mukana on kulkeutunut erilaisia jättekappaleita kuten posliinin, lasin ja metalliesineiden siruja, fosforilannoitteen aikoinaan sisältämä kadmium, ilmalaskeuma kuten kivihiilen poltossa syntyvät raskasmetallipäästöt ja bensiinin aiemmin sisältämä lyijy.



Kuva 1. Kadmiumin ja elohopean keskiarvopitoisuudet. Vertailuarvoina ympäristöministeriön ohjearvo (vasen pylväs) ja Helsingin luonnontilaisten alueiden humusmaiden keskiarvopitoisuudet (oikea pylväs).



Kuva 2. Arseenin, lyijyn ja nikkelin keskiarvopitoisuudet. Vertailuarvoina ympäristöministeriön ohjearvo (vasen pylväs) ja Helsingin luonnontilaisten alueiden humusmaiden keskiarvopitoisuudet (oikea pylväs).



Kuva 3. Kromin, kuparin ja sinkin keskiarvopitoisuudet. Vertailuarvoina ympäristöministeriön ohjearvo (vasen pylväs) ja Helsingin luonnontilaisten alueiden humusmaiden keskiarvopitoisuudet (oikea pylväs).

4.2. Ainekohtaiset tulokset

Arseeni: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 5,4 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,59 - 35,0 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 1,8 mg/kg, oli Mel-

lunkylän Rekitien ja Vartiosaaren palsta-alueilla, korkein, 10,1 mg/kg, Malmin Seppämestarintien palsta-alueella, joka oli viljelyssä vain kesän 1996. Ohjearvon (10 mg/kg) ylityksiä oli 10. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Kadmium: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 0,33 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,05 - 1,80 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 0,11 mg/kg, oli Vartiosaaren palsta-alueella ja korkein, 0,79 mg/kg, Malmin Fallkullan palsta-alueella. Ohjearvon (0,5 mg/kg) ylityksiä oli 27. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Kromi: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 44 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 7 - 94 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 9,5 mg/kg, oli Vartiosaaren palsta-alueella ja korkein, 82 mg/kg, Siltakylän rantapuiston palsta-alueella. Ohjearvon (100 mg/kg) ylityksiä ei ollut. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Kupari: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 52 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 5,4 - 680 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 8,5 mg/kg, oli Vartiosaaren palsta-alueella ja korkein, 109 mg/kg, oli Oulunkylän palsta-alueella. Ohjearvon (100 mg/kg) ylityksiä oli 4. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Lyijy: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 52 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 3 - 190 mg/kg. Palsta-alueiden matalin keskiarvo, 11 mg/kg, oli Mellunmäen Mustikkasuon ja Vartiosaaren palsta-alueilla, korkein, 116 mg/kg, oli Puistolan Laaksopolun palsta-alueella. Ohjearvon (60 mg/kg) ylityksiä oli 86. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Nikkeli: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 21 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 1,9 - 47 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 2,9 mg/kg, oli Vartiosaaren palsta-alueella ja korkein keskiarvo, 43 mg/kg, oli Siltakylän rantapuistossa. Ohjearvon (60 mg/kg) ylityksiä ei ollut. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Sinkki: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 117 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 11 - 290 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 23 mg/kg, oli Vartiosaaren palsta-alueella ja korkein keskiarvo, 235 mg/kg, oli Siltakylän rantapuistossa. Ohjearvon (150 mg/kg) ylityksiä oli 50. Näytteitä oli 250 kappaletta.

Elohopea: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 0,31 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,03 - 2,10 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 0,06 mg/kg, oli sekä Itävälän että Vartiosaaren palsta-alueilla ja korkein keskiarvo, 1,20 mg/kg, oli Puistolan Laaksopuistossa. Ohjearvon (0,2 mg/kg) ylityksiä oli 126. Näytteitä oli 250 kappaletta. Elohopean kaikkien alueiden keskiarvo oli ainoa, joka ylitti ohjearvon.

Tarkat pitoisuustulokset on esitetty liitteessä 1.

4.3. EDTA-uuton tulokset

Elontien, Korpas Niemenmäen, Myllypuron, Savelan ja Vuosaaren palsta-alueilta otettiin maanäytteet kokoomanäytteinä, joissa usealta palstalta otettiin maata ja osanäytteet yhdistettiin muutamaksi kokoomanäytteeksi. Näytteitä otettiin yhteensä 13.

Kadmium: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 0,22 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,09 - 0,45 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 0,10 mg/kg, oli Vuosaaren palsta-alueella ja korkein keskiarvo, 0,43 mg/kg, oli Myllypurossa.

Kromi: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 1,4 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 0,8 - 2,4 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 1,1 mg/kg, oli kahdella palsta-alueella, Vuosaassa ja Korpas Niemenmäessä ja korkein keskiarvo, 1,8 mg/kg, oli Elontien palsta-alueella.

Kupari: Kaikkien näytteiden pitoisuus jäi alle määrittäysrajan, <50 mg/kg.

Lyijy: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 24 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli 4,2 - 39 mg/kg. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, 4,8 mg/kg oli Vuosaassa ja korkein keskiarvo, 36 mg/kg, oli Elontien palsta-alueella.

Nikkeli: Kaikkien näytteiden pitoisuus jäi alle määrittäysrajan, <10 mg/kg.

Sinkki: Kaikkien näytteiden pitoisuuksien keskiarvo oli 12 mg/kg. Pitoisuuksien vaihteluväli oli alle määrittäysrajan pitoisuuksista 20 mg/kg:aan. Palsta-alueiden pienin keskiarvo, joka oli alle määrittäysrajan, <10 mg/kg, oli kahdella palsta-alueella, Savelassa ja Vuosaassa, korkein keskiarvo, 17 mg/kg, oli Myllypurossa.

Elohopea: Kaikkien näytteiden pitoisuus jäi alle määrittäysrajan, <0,1 mg/kg.

Tarkat tulokset ovat liitteessä 2.

Vuosien 1980 - 1982 ja 1985 selvityksissä olivat kadmiumin ja lyijyn keskiarvopitoisuudet: Kadmium 0,29 mg/kg ja 0,38 mg/kg sekä lyijy 39,4 mg/kg ja 41,2 mg/kg (Forss ja Ahonen 1982, Sinervo ja Ahonen 1990).

4.4. Kuningasvesiuuton ja EDTA-uuton tulosten erot

Kuningasvesiuutto liuottaa maanäytteestä ne raskasmetallit, jotka ovat saatavilla purkamatta primaaristen silikaattimineraalien kidehilaa. EDTA-uutolla saadaan määritettyä näytteen liukoisessa muodossa olevat raskasmetallit. Käytännössä uuttojen ero tarkoittaa sitä, että EDTA-uutto kuvaa maassa liuenneena olevaa ja tällöin kasvien mahdollisesti käytettävissä olevaa raskasmetallipitoisuutta.

Verrattaessa kaikkien palsta-alueiden kuningasvesiuuton keskiarvotuloksia EDTA-uuton tuloksiin, saatiin ainekohtaisesti hyvin erilaisia uuttoprosentteja.

Kadmiumin keskiarvotulokset olivat lähes samat molemmissa menetelmissä, kuningasvesiuuton keskiarvo oli 0,33 mg/kg, kun EDTA-uuton keskiarvo oli 0,22 mg/kg. EDTA uutti 66% kuningasvesiuutolla saadusta määrästä. Tuloksesta voidaan päätellä,

että suhteellisen suuri osuus viljelymaiden kadmiumista voi olla helposti biologisesti saatavissa eli kasvien ja maaperäeliöstön käytettävissä.

Kromin kuningasvesiuuton keskiarvo oli 45 mg/kg ja EDTA-uuton keskiarvo oli 1,4 mg/kg. EDTA uutti 3 % kuningasvesiuutolla saadusta määrästä.

Kuparin kuningasvesiuuton keskiarvo oli 52 mg/kg, kun EDTA-uuton kaikki tulokset olivat alle määrittäysrajan <50 mg/kg, joten tuloksia ei voi verrata.

Lyijyn kuningasvesiuuton keskiarvo oli 52 mg/kg ja EDTA-uuton keskiarvo oli 24 mg/kg. EDTA uutti 46 % kuningasvesiuutolla saadusta määrästä.

Nikkelin kuningasvesiuuton keskiarvo oli 22 mg/kg ja nikkelin EDTA-uuton kaikki tulokset olivat alle määrittäysrajan <10 mg/kg, joten tuloksia ei voi verrata.

Sinkin kuningasvesiuuton keskiarvo oli 116 mg/kg ja EDTA-uuton keskiarvo oli noin 15 mg/kg, osa EDTA-uuton tuloksista jäi alle määrittäysrajan <10 mg/kg, jolloin keskiarvoa laskettaessa <10 mg/kg laskettiin lukuna 5 mg/kg. EDTA uutti 13 % kuningasvesiuutolla saadusta määrästä.

Elohopean kuningasvesiuuton keskiarvo oli 0,31 mg/kg ja EDTA-uuton kaikki tulokset olivat alle määrittäysrajan <0,1 mg/kg, joten tuloksia ei voi verrata.

Erään tutkimuksen mukaan hapan ammoniumasetaatti-EDTA uuttaa raskasmetalleja maanäytteistä keskimäärin 14 % kuningasvesiuutolla saadusta määrästä (Mäkelä-Kurto ym. 1992).

4.5. Maan pH

Maan pH-arvoja tutkittiin kahdeksalta viljelyspalsta-alueelta, tuloksia saatiin yhteensä 22. pH:n vaihteluväli oli 4,4 - 7,0. Kaikkien näytteiden keskiarvo oli 5,4. Palsta-alueiden keskiarvo pH:t olivat: Elontie 5,8, Puotila Juorumäki 6,8, Korpas Niemenmäki 6,0, Mellunmäki Itäväylä 5,2, Myllypuro 4,5, Savela 5,6, Suursuo 5,8 ja Vuosaari 5,6.

Riittävän korkea maan pH on tärkeä niin kasvien kasvun kannalta kuin myös raskasmetallien kulkeutumisen kannalta. Keskiarvoa 5,4 pH voidaan pitää välttävänä, raskasmetallien kulkeutuminen vähenee pH-arvon 5,5 yläpuolella. Tavoitteena tulisi pitää pH-arvoa 6,0. (Davis 1983 Levisen (1990) mukaan.)

4.6. Kasvien sisältämät raskasmetallit

Kauppa- ja teollisuusministeriön (1996) päätöksen mukaiset kadmiumin enimmäismäärät ylittyivät neljässä salaattinäytteessä sekä yhdessä tillinäytteessä. Kuparipitoisuudet olivat selvästi alle annetun enimmäismäärän. Lyijyn enimmäismäärä ylittyi kahdessa persilja ja yhdessä tillinäytteessä. Koska salaatteja ja maustevihanneksia syödään yleensä päivittäin pieniä määriä ja ravinnoksi käytettäessä ne yleensä huuhdellaan, olivat kaikki kasvinäytteet ravinnoksi kelpaavia.

Kasvisten sisältämät raskasmetallipitoisuudet olivat yleensä suuruusluokkaa kuin vuosien 1980 ja 1985 tutkimuksissa, salaatin lyijypitoisuus oli selvästi laskentut. Tämä johtunee siitä, että lyijypitoisen bensiinin käyttö väheni Suomessa vuodesta 1994 alkaen (Ekqvist 1999).

Ulkomaisiin tutkimuksiin verrattuna perunan keskiarvopitoisuudet olivat pienempiä ja salaatin keskiarvopitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin Hollannin tausta-arvot sekä entisen Länsi-Saksan alueen tausta-arvot. (Albering et al 1999, Merian 1991).

Kasvisten raskasmetallipitoisuudet on esitetty liitteessä 3.

5. Johtopäätökset

Helsingin kaupungin viljelyspalsta-alueiden maan kahdeksan raskasmetallin keskiarvopitoisuudet ovat pieniä. Lisäksi verrattaessa EDTA-uutolla saatuja keskiarvopitoisuuksia aikaisempiin selvityksiin, ovat pitoisuusarvot laskeneet. Myös kasvisten raskasmetallipitoisuudet ovat pieniä, joten kaikkia kasviksia voi käyttää ravinnoksi. Viljelijöiden on kuitenkin muistettava huolehtia maan riittävän korkeasta pH:sta. Kun pH on yli 5,5, raskasmetallit eivät merkittävästi kulkeudu kasveihin.

Tätä selvitystä ennen viljelyspalsta-alueiden maan laatua on tutkittu kaksi kertaa, vuosina 1980 - 1982 ja vuonna 1985. Selvitystä on tarkoitus jatkaa rakennusviraston viherosaston kanssa tutkimalla kaupungin yhdeksän siirtolapuutarha-alueen viljelysmaata.

Lähteet

Albering, Harma J., van Leusen, S., Moonen, E.J.C., Hoogewerff, J.A. & Kleinjans, J.C.S. (1999). Human Health Risk Assessment: A Case Study Involving Heavy Metal Soil Contamination After the

Flooding of the River Meuse during the Winter of 1993-1994. Environmental Health Perspectives, Volume 107, 1999.

Assmuth, T. (1997). Selvitys ja ehdotuksia ympäristövaarallisten aineiden pitoisuuksien ohjearvoista maaperässä, Tiedolliset perusteet, määrittelyperiaatteet, soveltaminen, kehittäminen. Suomen ympäristökeskus. Helsinki 1997.

Ekqvist, M. (1999). Raskasmetallipäästöt. Ympäristö 3/1999, Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Helsinki 1999.

Forss, P. ja Ahonen, S. (1982). Viljelymaan lyijy- ja kadmiumpitoisuuksista Helsingin kaupungin alueella. Helsingin kaupungin terveydellisten tutkimusten laboratorio. Helsinki 1982.

Kauppa- ja teollisuusministeriö (1996). Tavallisimpien raskasmetallien ja eräiden muiden vieraiden aineiden enimmäismääriä elintarvikkeissa. Päätos nro 134, 1.3.1996. Helsinki.

Leeper, G.W. (1978). Managing the Heavy Metals on the Land. USA 1978.

Levinen, R. (1990). Puhdistamolietteen viljelykäytön edellytykset. Vesi- ja ympäristöhallitus A 52. Helsinki 1990.

Maa- ja metsätalousministeriö (1994). Päätos eräistä lannoitevalmisteista; maanparannusaineiden, lannoitettujen kasvualueiden, kompostivalmisteiden ja sellaisena käytettäväksi kelpaavien sivutuotteiden sekä typpibakteerivalmisteiden laatuvaatimukset. Päätos nro 394, 21.1.1994. Helsinki.

Merian, E. (1991). Metals and Their Compounds in the Environment, Occurrence, Analysis, and Biological Relevance. VCH Verlagsgesellschaft mbH. Federal Republic of Germany 1991.

Mäkelä-Kurtto, R., Lindstedt, L. ja Sippola, J. (1992). Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. Maatalouden tutkimuskeskus 18/1992. Jokioinen 1992.

Mäkelä-Kurtto, R. (1994a). Maan puhtauden hoito. Puutarha 10B/1994. Jokioinen 1994.

Mäkelä-Kurtto, R. (1994b). Viljelymaan happamuuden vaikutus haitallisten metallien saatavuuteen. Koetoiminta ja käytäntö 1994, vol. 51:32. Jokioinen 1994.

Puolanne, J., Pyy, O. ja Jeltsch U. (1994). Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa. Ympäristöministeriö. Muistio 5 1994. Helsinki 1994.

Salla, A. (1999) Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsinki 1999. Luonnos.

Sinervo, T. ja Ahonen, S. (1990). Viljelymaan ja kasvien raskasmetallipitoisuudet Helsingin alueella 1985. Helsingin kaupungin terveystieteiden valvontaosasto. Helsinki 1990.

HELSINGIN VIILJELYPALSTA-ALUEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1996 - 1999										
Helsingin kaupungin ympäristökeskus										
Näytteet edustavat koko viljelykerrosta, paksuudeltaan n.20-40 cm.										
Analyysit on tehty kuningasvesiutoksesta AAS:lla (Hg kylmähöyrymenetelmällä). Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.										
Määrittäjärajat alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmäärittäjäraja.										
Ohjearvon ylitykset on lihavoitu.										
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea
		Ohjearvo	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2
		Raja-arvo	50	10,0	400	400	300	200	700	5,0
		mg/kg(AR)								
1. Arabianmäen puisto, 49 aaria										
10.5.1996										
	1		6,3	0,57	22	36	120	10	250	0,30
	2		2,0	0,35	16	29	71	8	85	0,46
	3		1,6	0,23	16	28	100	12	85	0,20
	4		1,0	0,25	21	43	110	9	98	0,66
	5		2,1	0,28	19	38	67	7	97	0,37
	6		2,2	0,30	20	55	55	8	88	0,25
	keskiarvo		2,5	0,33	19	38	87	9	117	0,37
2. Elontie, Pakila, 320 aaria										
3.9.1997										
	1		6,6	0,36	50	82	85	22	140	0,32
	2		5,9	0,33	50	86	78	22	120	0,27
	3		7,9	0,31	57	79	66	26	120	0,28
	4		6,8	0,28	58	89	81	23	120	0,33
	5		35,0	0,27	52	59	56	24	13	0,27
	6		6,3	0,29	54	71	60	23	11	0,28
	7		5,9	0,31	50	63	84	22	17	0,23
	8		6,2	0,34	55	76	83	22	160	0,28
	9		7,1	0,35	55	81	67	21	120	0,40
	10		5,2	0,17	56	74	64	21	110	0,25
	11		4,9	0,23	47	55	52	20	120	0,21
	12		9,4	0,33	60	88	69	22	140	0,27
	13		6,7	0,30	51	97	76	27	120	0,27
	14		4,9	0,14	36	40	41	8	99	0,14
	15		5,2	0,35	39	59	72	8	120	0,19
	16		4,8	0,17	32	33	41	8	78	0,17
	keskiarvo		8,1	0,28	50	71	67	20	101	0,26
3. Fallbacka, Tankovainontie, 212 aaria										
5.10.1998										
	1		5,4	0,48	52	29	35	29	78	0,24
	2		4,3	0,41	47	33	35	22	73	0,15
	3		4,2	0,29	20	17	21	8	40	0,13
	4		8,2	0,26	26	18	13	8	36	0,08
	5		13,0	0,46	36	31	13	16	170	0,07
	6		6,2	0,36	39	36	29	18	72	0,13
	7		4,1	0,14	46	31	27	19	65	0,16
	8		5,2	0,36	44	36	30	20	68	0,14
	9		2,9	0,30	19	13	13	8	35	0,10
	keskiarvo		5,9	0,34	37	27	24	16	71	0,13
4. Fallkulla, Malminkaari, 131,5 aaria										
1.10.1998										
	1		6,8	1,10	77	66	72	45	160	0,36
	2		9,3	1,30	94	69	83	44	180	0,42
	3		9,2	0,53	82	49	42	42	140	0,18
	4		8,4	0,61	81	54	40	38	130	0,19
	5		6,5	0,87	65	47	32	35	98	0,15
	6		4,8	0,35	87	46	43	35	130	0,22
	keskiarvo		7,5	0,79	81	55	52	40	140	0,25
5. Haaga, Ohjaajantie, 108 aaria										
30.10.1998										
	1		2,7	0,99	18	62	41	11	58	0,53
	2		5,1	1,20	40	70	68	22	110	0,66
	3		6,8	0,32	42	47	50	22	110	0,51
	4		2,7	0,32	16	32	25	8	50	0,46
	5		2,6	0,39	13	43	27	8	50	0,43
	keskiarvo		4,0	0,64	26	51	42	14	76	0,52

HELSINGIN VIILJELYSFALSTA-ALUEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1996 - 1999										
Helsingin kaupungin ympäristökeskus										
Näytteet edustavat koko viljelykerrosta, paksuudeltaan n.20-40 cm.										
Analyysit on tehty kuningasvesiuutoksesta AAS:lla (Hg kylmähöyrymenetelmällä). Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.										
Määritysrajan alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmääritysraja.										
Ohjearvon ylitykset on lihavoitu.										
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea
		Ohjearvo	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2
		Raja-arvo	50	10,0	400	400	300	200	700	5,0
		mg/kg(AR)								
6. Herttoniemi, 110 aaria										
14.10.1998										
	1		3,6	0,47	22	80	120	8	280	0,99
	2		2,1	0,60	25	61	84	8	210	0,88
	3		2,2	0,33	19	43	56	8	140	0,53
	4		1,3	1,30	31	74	100	8	270	1,30
	5		2,0	0,60	23	67	100	12	240	1,20
	keskiarvo		2,2	0,66	24	65	92	9	228	0,98
7. Itäväylä, Mellunmäki, 151 aaria										
14.10.1997										
	1		4,7	0,13	39	24	13	28	65	0,06
	2		4,8	0,14	44	26	13	20	74	0,08
	3		4,5	0,13	26	17	13	8	47	0,05
	4		3,9	0,10	25	16	13	8	44	0,05
	5		2,6	0,10	20	8	13	8	37	0,06
	6		4,8	0,15	30	19	13	15	64	0,07
	keskiarvo		4,2	0,13	31	18	13	15	55	0,06
8. Kartanonhaka, Malminkartano, 226 aaria										
15.10.1998										
	1		3,3	0,25	54	31	30	32	110	0,16
	2		4,2	0,30	58	36	35	34	130	0,18
	3		4,4	0,22	46	29	25	29	110	0,11
	4		4,9	0,27	50	39	44	29	110	0,23
	5		3,5	0,26	50	29	32	39	180	0,17
	6		3,1	0,22	40	23	22	27	130	0,12
	7		3,9	0,20	41	23	22	27	86	0,09
	8		2,9	0,20	42	26	20	28	100	0,08
	keskiarvo		3,8	0,24	48	30	29	31	120	0,14
9. Kivihaka, 114 aaria										
18.6.1996										
	1		12,0	0,19	75	38	66	40	110	0,29
	2		4,4	0,41	30	120	64	22	140	0,19
	3		8,5	0,20	70	37	51	34	98	0,14
	4		8,6	0,24	67	38	47	35	110	0,11
	5		5,1	0,23	43	33	50	25	110	0,15
	6		7,4	0,21	55	35	48	33	88	0,08
	7		6,3	0,23	56	35	51	32	100	0,11
	8		8,5	0,27	56	32	61	33	110	0,09
	9		7,8	0,17	62	27	46	35	97	0,11
	keskiarvo		7,6	0,24	57	44	54	32	107	0,14
10. Korpas, Niemenmäki, 126 aaria										
4.9.1997										
	1		10,0	0,14	34	41	37	8	84	0,54
	2		1,7	0,16	51	63	48	21	110	0,26
	3		8,3	0,15	46	67	73	22	100	0,32
	4		5,9	0,16	39	72	70	23	120	0,35
	5		4,1	0,20	31	36	38	8	110	0,24
	6		8,3	0,17	53	65	76	26	120	0,31
	7		6,1	0,20	34	63	55	19	85	0,19
	8		5,2	0,20	30	49	54	15	120	0,24
	keskiarvo		6,2	0,17	40	57	56	18	106	0,31
11. Kumpula, 101 aaria										
30.5.1996										
	1		4,3	0,92	41	92	88	25	290	0,99
	2		3,1	0,42	32	50	34	18	150	0,44
	3		4,1	0,43	32	53	48	18	150	0,87
	4		4,2	0,29	36	43	65	18	140	0,37

HELSINGIN VILJELYSPALSTA-ALUEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1996 - 1999										
Helsingin kaupungin ympäristökeskus										
Näytteet edustavat koko viljelykerrosta, paksuudeltaan n.20-40 cm.										
Analyysit on tehty kuningasvesiutoksesta AAS:lla (Hg kylmähöyrymenetelmällä). Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.										
Määrittämissä alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmäärittämissä raja.										
Ohjearvon ylitykset on lihavoitu.										
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea
		Ohjearvo	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2
		Raja-arvo	50	10,0	400	400	300	200	700	5,0
		mg/kg(AR)								
		5	4,4	0,26	42	40	44	20	120	0,19
		6	4,6	0,24	51	39	50	26	130	0,20
		7	5,4	0,25	57	40	32	30	98	0,18
		8	4,7	0,31	46	37	46	22	110	0,24
		9	4,9	0,31	44	46	39	24	130	0,34
		10	3,0	0,06	19	20	13	8	41	0,04
		11	4,1	0,15	25	32	39	16	84	0,12
		12	2,5	0,12	23	28	13	8	49	0,08
		13	20,0	0,44	45	64	100	18	230	0,30
		keskiarvo	5,3	0,32	38	45	47	19	132	0,34
12. Laaksopuisto, Puistola, 107 aaria										
1.10.1998										
		1	9,5	0,54	74	81	98	36	230	2,10
		2	8,5	0,46	65	160	190	29	320	1,60
		3	10,0	0,40	64	72	77	34	170	0,72
		4	6,9	0,26	73	89	120	38	220	0,89
		5	9,7	0,40	74	91	95	38	200	0,68
		keskiarvo	8,9	0,41	70	99	116	35	228	1,20
13. Lassila, 170 aaria										
7.10.1998										
		1	5,2	0,28	63	44	37	36	160	0,19
		2	3,1	0,34	46	70	55	23	150	0,35
		3	4,2	0,23	44	42	40	25	120	0,15
		4	3,0	0,33	52	37	54	29	130	0,25
		5	2,6	0,30	53	43	53	27	140	0,23
		6	2,5	0,28	52	44	49	30	110	0,24
		7	3,5	0,26	53	44	58	30	120	0,25
		keskiarvo	3,4	0,29	52	46	49	29	133	0,24
14. Malmi, Karviaismäki, 70 aaria										
14.10.1998										
		1	7,2	0,19	36	33	25	8	87	0,16
		2	6,6	0,25	40	42	48	16	130	0,37
		3	4,7	0,25	36	44	40	8	120	0,25
		4	6,4	0,14	36	30	20	8	88	0,12
		keskiarvo	6,2	0,21	37	37	33	10	106	0,23
15. Maunulanpuisto, 232 aaria										
2.11.1998										
		1	1,3	0,80	57	42	37	27	150	0,64
		2	2,9	1,80	61	83	86	47	200	0,59
		3	10,0	0,94	63	61	67	26	220	0,53
		4	5,7	0,75	61	51	57	22	150	0,33
		5	3,3	0,50	60	57	74	28	210	0,24
		6	5,5	0,41	62	52	52	28	150	0,50
		7	3,2	0,60	62	55	54	28	140	0,22
		8	4,0	0,46	55	26	30	25	120	0,13
		9	2,8	0,68	58	47	42	27	150	0,16
		keskiarvo	4,3	0,77	60	53	55	29	166	0,37
16. Meilahti, 105 aaria										
30.5.1996										
		1	7,5	0,21	59	63	100	24	130	1,60
		2	6,9	0,21	46	47	120	22	110	0,18
		3	5,8	0,09	37	23	13	16	53	0,06
		4	9,2	0,26	56	51	70	25	150	0,25
		5	8,9	0,34	59	72	110	23	220	0,44
		6	6,8	0,26	52	53	83	22	120	0,27
		7	8,9	0,21	56	49	72	22	120	0,29
		8	8,0	0,18	36	36	60	16	110	0,37

HELSINGIN VILJELYSKALASTA-ALUEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1996 - 1999										
Helsingin kaupungin ympäristökeskus										
Näytteet edustavat koko viljelykerrosta, paksuudeltaan n.20-40 cm.										
Analyysit on tehty kuningasvesiutuksesta AAS:lla (Hg kylmähöyrymenetelmällä). Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.										
Määritysrajan alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmääritysraja.										
Ohjearvon ylitykset on lihavoitu.										
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea
		Ohjearvo	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2
		Raja-arvo	50	10,0	400	400	300	200	700	5,0
		mg/kg(AR)								
		9	7,0	0,20	48	40	98	20	100	0,19
		keskiarvo	7,7	0,22	50	48	81	21	124	0,41
17. Mellunkylä, Rekitie, 125 aaria										
15.10.1998										
		1	1,8	0,18	22	40	67	8	58	0,60
		2	1,5	0,17	24	45	59	8	57	0,59
		3	1,4	0,17	29	51	56	8	59	0,82
		4	1,4	0,22	30	60	78	16	74	0,63
		5	3,1	0,15	23	36	57	8	55	0,60
		keskiarvo	1,8	0,18	26	46	63	10	61	0,65
18. Mustikkasuo, Mellunkylä, 180 aaria										
15.10.1998										
		1	2,8	0,10	21	17	3	8	34	0,05
		2	3,6	0,15	39	32	12	26	66	0,07
		3	3,3	0,20	34	23	11	18	43	0,07
		4	3,3	0,21	31	26	14	16	62	0,17
		5	4,4	0,14	43	32	12	19	50	0,09
		6	2,8	0,16	33	19	12	8	35	0,09
		keskiarvo	3,4	0,16	34	25	11	16	48	0,09
19. Myllypuro, Viilarintie, 93 aaria										
2.9.1997										
		1	16,0	0,46	49	75	30	23	73	0,08
		2	8,6	0,62	32	78	30	16	67	0,16
		3	6,6	0,34	38	43	32	8	50	0,22
		4	6,3	0,30	34	48	28	8	34	0,19
		5	5,7	0,41	41	64	30	8	34	0,20
		6	7,7	0,59	38	42	29	8	47	0,13
		7	9,3	0,51	41	52	27	24	48	0,08
		8	6,4	0,32	30	28	13	8	20	0,10
		9	11,0	0,42	35	54	25	8	30	0,18
		keskiarvo	8,6	0,44	38	54	27	12	45	0,15
20. Näsinöjanpuisto, Torpparinmäki, 35 aaria										
6.11.1998										
		1	5,3	0,14	33	56	30	17	86	0,13
		2	3,6	0,14	31	28	19	16	65	0,07
		3	3,7	0,17	37	36	30	20	86	0,10
		4	3,1	0,18	32	33	17	19	69	0,06
		keskiarvo	3,9	0,16	33	38	24	18	77	0,09
21. Oulunkylä, 242 aaria										
6.10.1998										
		1	4,5	0,21	56	45	60	27	140	0,06
		2	4,5	0,34	58	81	97	27	230	0,47
		3	4,1	0,29	54	60	79	26	160	1,00
		4	4,1	0,27	50	680	69	21	130	0,24
		5	4,0	0,25	40	43	56	20	160	0,24
		6	3,8	0,12	41	21	21	20	76	0,05
		7	4,1	0,15	47	30	35	19	94	0,24
		8	4,2	0,16	54	32	44	26	110	0,29
		9	3,2	0,17	58	37	38	29	110	0,16
		10	4,7	0,36	63	61	93	32	210	0,52
		keskiarvo	4,1	0,23	52	109	59	25	142	0,33
22. Pakila, Pakilan rantatie, 186 aaria										
6.11.1998										
		1	6,3	0,26	51	51	54	37	160	0,17
		2	5,4	0,22	47	51	65	27	160	0,63

HELSINGIN VIILJELYPALSTA-ALUEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1996 - 1999										
Helsingin kaupungin ympäristökeskus										
Näytteet edustavat koko viljelykerrosta, paksuudeltaan n.20-40 cm.										
Analyysit on tehty kuningasvesiutoksesta AAS:lla (Hg kylmähöyrymenetelmällä). Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.										
Määritysrajan alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmääritysraja.										
Ohjearvon ylitykset on lihavoitu.										
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea
		Ohjearvo	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2
		Raja-arvo	50	10,0	400	400	300	200	700	5,0
		mg/kg(AR)								
		3	5,9	0,29	59	66	66	36	180	0,19
		4	5,7	0,20	44	62	54	32	170	0,21
		5	5,4	0,25	52	69	76	35	190	0,33
		6	6,5	0,22	61	64	75	32	200	0,68
		keskiarvo	5,9	0,24	52	61	65	33	177	0,37
23. Pasila, Tenholanpolku, 163 aaria										
30.5.1996										
		1	6,6	0,40	56	100	73	24	140	0,31
		2	7,8	0,41	61	66	93	29	170	0,45
		3	4,0	0,45	53	96	120	21	200	0,38
		4	4,5	0,28	47	54	52	23	110	0,21
		5	5,8	0,53	55	81	74	29	120	0,67
		6	6,0	0,22	33	41	32	22	74	0,12
		7	6,0	0,31	42	85	79	24	110	0,76
		8	9,3	0,54	56	78	140	28	280	0,27
		9	5,0	0,30	41	49	53	24	120	0,23
		10	6,7	0,52	52	58	98	25	150	0,49
		keskiarvo	6,2	0,40	50	71	81	25	147	0,39
24. Puistola, Moislonpolku, 51 aaria										
1.10.1998										
		1	5,2	0,19	49	63	28	33	110	0,13
		2	4,0	0,13	43	42	30	27	96	0,06
		3	3,2	0,41	31	35	13	21	100	0,17
		keskiarvo	4,1	0,24	41	47	24	27	102	0,12
25. Puotila, Juorumäki, 298 aaria										
14.10.1997										
		1	4,0	0,15	18	23	28	8	58	0,08
		2	3,0	0,17	8	17	13	8	46	0,05
		3	3,9	0,16	17	23	13	8	80	0,17
		4	3,8	0,20	17	48	13	8	52	0,14
		5	3,6	0,18	18	28	13	8	63	0,10
		6	3,9	0,20	18	28	27	8	68	0,20
		7	6,4	0,18	37	30	29	25	74	0,12
		8	5,1	0,23	41	33	29	24	90	0,19
		9	4,7	0,28	30	38	54	17	110	0,48
		10	4,7	0,30	25	36	53	8	130	0,72
		keskiarvo	4,3	0,21	23	30	27	12	77	0,23
26. Pukimäki, 124 aaria										
5.11.1998										
		1	5,2	0,38	65	58	57	32	180	0,18
		2	3,3	0,52	69	58	66	33	200	0,32
		3	2,0	0,44	72	59	55	34	190	0,27
		4	3,0	0,54	69	88	70	30	210	0,41
		5	2,2	0,40	56	47	59	27	160	0,20
		keskiarvo	3,1	0,46	66	62	61	31	188	0,28
27. Rapakivenkuja, 33,5 aaria										
18.6.1996										
		1	7,3	0,23	68	54	94	40	180	0,32
		2	7,1	0,18	78	55	64	46	84	0,16
		3	6,1	0,18	74	62	69	42	87	0,18
		4	5,7	0,21	61	42	63	36	88	0,18
		keskiarvo	6,6	0,20	70	53	73	41	110	0,21
28. Saarnaajantie, 98 aaria										
7.11.1998										
		1	5,0	0,23	39	31	36	19	96	0,19

HELSINGIN VIILJELYSPALSTA-ALUEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1996 - 1999											
Helsingin kaupungin ympäristökeskus											
Näytteet edustavat koko viljelykerrosta, paksuudeltaan n.20-40 cm.											
Analyysit on tehty kuningasvesiuutoksesta AAS:lla (Hg kylmähöyrymenetelmällä). Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.											
Määritysrajan alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmääritysraja.											
Ohjearvon ylitykset on lihavoitu.											
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea	
		Ohjearvo	10	0,5	100	100	60	60	150	0,2	
		Raja-arvo mg/kg(AR)	50	10,0	400	400	300	200	700	5,0	
		2	7,0	0,22	40	38	38	17	100	0,15	
		3	6,0	0,15	35	33	39	17	88	0,27	
		4	6,2	0,25	43	42	71	19	94	0,33	
		5	5,2	0,18	39	34	30	20	71	0,31	
		keskiarvo	5,9	0,21	39	36	43	18	90	0,25	
29. Savela, 107 aaria											
4.9.1997											
		1	8,7	0,32	66	42	51	31	120	0,26	
		2	8,1	0,39	52	85	81	24	160	0,47	
		3	9,2	0,27	62	39	46	32	130	0,16	
		4	11,0	0,27	66	42	62	28	120	0,30	
		5	11,0	0,28	72	44	55	30	140	0,26	
		6	8,7	0,32	61	48	52	27	120	0,38	
		7	9,1	0,37	56	52	73	32	170	0,47	
		8	8,5	0,35	69	52	56	30	170	0,30	
		9	7,1	0,33	56	40	59	25	120	0,25	
		keskiarvo	9,0	0,32	62	49	59	29	139	0,32	
30. Seppämestarin tie, Malmi, 36 aaria											
30.5.1996											
		1	11,0	0,19	70	37	47	30	120	0,18	
		2	10,0	0,22	74	36	42	33	130	0,14	
		3	10,0	0,19	68	35	32	28	110	0,14	
		4	9,5	0,21	68	50	50	32	140	0,20	
		keskiarvo	10,1	0,20	70	40	43	31	125	0,17	
31. Siltamäki, Kiertotähdenukuja, 100 aaria											
7.10.1998											
		1	4,4	0,05	33	24	19	20	72	0,05	
		2	5,2	0,20	50	34	42	29	120	0,10	
		3	5,7	0,17	46	40	33	30	100	0,07	
		4	5,3	0,10	34	27	130	24	66	0,05	
		5	6,7	0,19	54	58	32	37	130	0,06	
		keskiarvo	5,5	0,14	43	37	51	28	98	0,07	
32. Siltakylän rantapuisto, 76 aaria											
7.10.1998											
		1	6,5	0,33	76	110	120	42	260	0,45	
		2	6,3	0,30	79	60	71	38	190	0,27	

VIIDEN VILJELYSPALSTA-ALUEEN HEIKKOUUTOLLA SAADUT RASKASMETALLIEN PITOISUUDET											
Analyysit on tehty EDTA-utolla, Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa. Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg.											
Sinkin määritysrajan alittavat pitoisuudet on ilmoitettu arvolla 0,5xmääritysraja.											
				Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea	
1.Elontie, Pakila											
3.9.1997											
	1			0,28	1,9	<50	39	<10	13	<0,1	
	2			0,27	2,0	<50	36	<10	16	<0,1	
	3			0,28	2,4	<50	38	<10	20	<0,1	
	4			0,23	0,9	<50	30	<10	12	<0,1	
	keskiarvo			0,27	1,8	<50	36	<10	15	<0,1	
2.Korpas,Niemenmäki											
4.9.1997											
	1			0,13	1,4	<50	31	<10	9,9	<0,1	
	2			0,19	0,8	<50	30	<10	16	<0,1	
	keskiarvo			0,16	1,1	<50	31	<10	13	<0,1	
3.Myllypuro,Viilarintie											
2.9.1997											
	1			0,45	1,6	<50	22	<10	19	<0,1	
	2			0,40	1,3	<50	13	<10	15	<0,1	
	keskiarvo			0,43	1,5	<50	18	<10	17	<0,1	
4.Savela											
4.9.1997											
	1			0,14	1,1	<50	24	<10	5	<0,1	
	2			0,15	1,3	<50	31	<10	12	<0,1	
	keskiarvo			0,15	1,2	<50	28	<10	9	<0,1	
5.Vuosaari											
2.9.1997											
	1			0,11	1,3	<50	5,6	<10	5	<0,1	
	2			0,09	1,0	<50	4,5	<10	5	<0,1	
	3			0,09	1,1	<50	4,2	<10	5	<0,1	
	keskiarvo			0,10	1,1	<50	4,8	<10	5	<0,1	
Kaikkien keskiarvo											
				0,22	1,4	<50	24	<10	12	<0,1	

KASVINÄYTTEIDEN RASKASMETALLIPITOISUUDET 1997										
Pitoisuudet ilmoitettu näytteen tuorepainossa. Pitoisuudet ilmoitettu mg/kg. Enimmäismäärien ylitykset lihavoitu.										
Enimmäismäärät annettu vai kadmiumille, kuparille sekä lyijylle.										
			Arseeni	Kadmium	Kromi	Kupari	Lyijy	Nikkeli	Sinkki	Elohopea
Enimmäismäärät										
Peruna			0,05							
Muut vihannekset			0,10							
Vihannekset					10					
Peruna						0,1				
Leveälehtiset vihannekset						0,3				
Muut vihannekset						0,1				
1.Itäväylä, Mellunmäki										
	peruna	<0,4	0,01	0,10	1,7	0,04	0,04	2,7	0,01	
	salaatti	0,09	0,05	0,11	0,97	0,05	0,30	3,3	0,01	
	salaatti	0,06	0,13	0,17	0,74	0,06	0,21	5,6	<0,01	
	persilja	0,10	0,06	0,56	0,90	0,21	0,79	22	<0,01	
2.Suursuo										
	kaali	0,05	<0,01	0,13	1,4	0,04	0,25	3,4	<0,01	
	porkkana	<0,5	0,02	0,07	0,80	0,05	0,12	2,5	<0,01	
	salaatti	0,06	0,18	0,14	0,74	0,09	0,12	7,7	<0,01	
	tilli	<0,5	0,24	0,36	2,5	0,17	1,50	45	<0,025	
	salaatti	0,07	0,19	0,24	1,1	0,08	0,15	10	<0,01	
	salaatti	0,03	0,03	0,18	0,90	0,04	0,11	3,4	<0,01	
	lanttu	0,03	0,01	0,28	0,79	<0,04	0,16	3,3	<0,01	
3.Juorumäki										
	salaatti	<0,3	0,14	0,13	1,7	0,11	0,08	15	<0,01	
	peruna	<0,01	0,01	0,21	0,95	0,04	0,13	2,2	<0,01	
	peruna	0,01	0,01	0,14	0,84	<0,04	0,15	2,4	<0,01	
	persilja	<0,01	0,02	0,25	1,2	0,11	0,15	8,8	<0,01	
	salaatti	0,05	0,02	0,16	0,97	0,06	0,11	2,2	<0,01	
	salaatti	0,05	0,05	0,19	1,7	0,08	0,17	2,9	<0,01	
	persilja/tilli	<0,3	0,04	0,13	0,78	0,06	0,13	4,8	<0,01	
	peruna	<0,4	0,05	0,08	1,4	<0,04	0,15	3,5	<0,01	

KUVAILEHTI/ PRESENTATIONSBLAD/ DOCUMENTATION PAGE	
Tekijä(t)/Författare/Author(s) <i>Eija-Leena Ranta</i>	
Nimike/Publikation/Title of publication <i>Helsingin viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuudet</i> <i>Odlingslotternas tungmetallhalter i Helsingfors</i> <i>Heavy Metal Concentrations of the Cultivation Plots in Helsinki</i>	
Julkaisija/Utgivare/Published by <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskus</i> <i>Helsingfors stads miljöcentral</i> <i>City of Helsinki, Environment Centre</i>	Julkaisuaika/Utgivningsår/Publication year <i>1999</i>
Sivumäärä/Sidantal/Pages <i>13</i>	Liitteet/Bilagor/Appendices <i>3</i>
Sarjan nimike/Seriens namn/Series (key title) <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja</i> <i>Helsingfors stads miljöcentralers publikationer</i> <i>Publications by City of Helsinki Environment Centre</i>	Numero/Nummer/No. <i>10/99</i>
ISSN <i>1235-9718</i>	ISBN <i>951-718-345-3</i>
Kieli/Språk/Language	
Koko teos/Hela verket/The work in full <i>fin</i>	Yhteenvedo/Sammandrag/Summary <i>fin, swe, eng</i>
Taulukot/Tabeller/Tables <i>fin</i>	Kuvatekstit/Bildtexter/Captions <i>fin</i>
Avainsanat/Nyckelord/Keywords <i>raskasmetallit, viljelyspalstat, Helsinki</i> <i>tungmetaller, odlingslotter, Helsingfors</i> <i>heavy metals, cultivation plots, Helsinki</i>	
Lisätietoja/Närmare upplysningar/Further information <i>Eija-Leena Ranta, puh./tfn/Tel. +358-9-7312 2748, +358 50 361 7232,</i> <i>e-mail eija-leena.ranta@ymk.hel.fi</i> <i>Antti Salla, puh./tfn/Tel. +358-9-7312 2772, +358 50 361 7233,</i> <i>e-mail antti.salla@ymk.hel.fi</i> <i>Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Helsinginkatu 24, 00530 Helsinki</i>	

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1997

3. *Lyly O.* Pääkaupungin katupölyn vähentäminen. Tilanne ja toimet 1996
4. *Tuominen M-L, Sinervo T, Paavola T.* Elintarvikevärit makeisissa, juomissa ja irtojäätelöissä
5. *Pesonen L (toim.)* Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1996
6. *Pönkä A.* Helsingiläisten päiväkotilasten veren lyijypitoisuus 1983 - 1996
7. *Pönkä A, Kalso S, Lahdenkari M.* Koulun kosteus- ja homevauriot sekä homeille altistuneiden koululaisten sairastuvuus
8. *Pönkä A, Ekman A.* Ensiasennuskorvokorujen nikkelipitoisuus ja eri tutkimusmenetelmien vertailu
9. *Rintala H, Kalso S, Kontsas H, Vartiala T.* Homeisten rakennusmateriaalien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (MVOC) ja homeitiöpäästöjen seuranta laboratorio-oloissa
10. *Kurki-Suonio M.* Herttoniemen öljysatamasta Herttoniemenrannan asuinalueeksi. Maaperän kunnostus 1992 - 1996
11. *Liikonen L, Björk E.* Ympäristömelun häiritsevyys Helsingissä
12. *Pönkä A, Ekman A, Kalso S.* Helsingin sisälahtien kalojen laatututkimuksia

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1998

1. *Pakkala T, Tiainen J, Pitkänen M.* Helsingin lintuatlas. Pesimälinnusto 1996 - 97
2. *Vuori T (toim.)* Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 1998
3. *Mikkola-Roos M, Oesch T.* Viikki-Vanhankaupunginlahti. Ekologinen tila, kunnostus- ja hoitosuunnitelma
4. *Pesonen L (toim.)* Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1997
5. *Pönkä A, Saari S, Hämäläinen M-R, Janatuinen P, Mattila K, Holopainen M.* Kaupunkilaisten näkemys ympäristöterveydenhuollon merkityksestä ja järjestämisestä Helsingissä
6. *Ruth O.* Mätäjoki - nimeään parempi. Kaupunkipuron virtaama, aineskuljetus ja veden laatu sekä valuma-alueen virkistyskäyttö
7. *Ketola T.* Veden laatu ja ainekuljetus Mellunkylänpurossa, Itä-Helsingissä
8. *Levonen L, Kurtto A, Seimola T.* Helsingiläisten Harakka
9. *Partanen T, Ahonen S, Aminoff I, Haglund B, Jämsen P, Siltanen I, Weber T, Pönkä A.* Päiväkoti-ikäisten lasten ravinnonsaanti päiväkodissa ja kotona
10. *Pyy V, Lyly O.* PCB elementtitalojen saumaussmassoissa ja pihojen maaperässä
11. *Viljanen M, Kettunen A-V, Makkonen M, Kangas R, Järnefelt P.* Rakennneratkaisut ja sisäilman laatu. 1990-luvun asuinkerrostalotutkimus
12. *Pellikka K, Viljamaa H.* Eläinplankton Helsingin merialueella 1969 - 1996
13. *Pönkä A, Pitkälä A, Aminoff I, Kalso S.* Jauhelihan laatu helsinkiläisissä vähittäismyymälöissä
14. *Kuhmonen A, Aminoff I, Pitkälä A, Raussi V, Niiranen M.* Silakkajalosteet Helsingin Silakkamarkkinoilla 1986 - 1997
15. *Pyrylä R.* Saastuneen maa-alueen kunnostuskustannukset
16. *Koskimies P.* Östersundomin lintuvesien linnusto ja suojelu
17. *Koskimies P.* Östersundomin lintuvesien käyttö- ja hoitosuunnitelma

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1999

1. *Pönkä A, Pitkälä A, Kalso S, Niiranen M.* Savusilakan ja savusiian mikrobiologinen ja aistinvarainen laatu Helsingissä vuosina 1995 - 1998
2. *Lyly O.* Sisäilman VOC-arvot. Ehdotus sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden viitearvoiksi
3. *Korpinen P, Silfverberg K.* The State of the Environment in Helsinki. Summary Report
4. *Haapanen E.* Menneisyyden Helsingin eläimet. Pääkaupungin nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet arkistolähteissä vuosina 1850 - 1980
5. *Lehtimäki M.* Internet osallistumisen välineenä. Helsingin paikallisagenda 21-prosessin Internet-osallistumisen analyysi
6. *Jalonen P (toim.)* Helsingin kaupungin ympäristöohjelma 1999 - 2002
7. *Jalonen P (red.)* Helsingfors stads miljöprogram 1999 - 2002
8. *Pietilä H.* Helsingin eläinatlas. Nisäkkäät, matelijat ja sammakkoeläimet
9. *Piilo T.* Pohjaveden pilaantumisriskit Helsingissä. Vuosaaren, Kallahden, Tattariharjun ja Vartiokylänlahden pohjavesialueet
10. *Ranta E-L.* Helsingin viljelyspalsta-alueiden raskasmetallipitoisuudet