



HELSINGIN KAUPUNGIN

YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA

# Haitta-aineiden taustapitoisuudet ja laskeumat Helsingin maaperässä

Haitalliset alkuaineet ja PCB luonnonmaiden pintakerroksissa  
Maaperän haitta-aineet teiden lähimaastossa  
Torjunta-ainejäämät peltojen lähimetsien maaperässä

*Antti Salla*

*Helsinki 2000*



# SISÄLTÖ

	sivu
TIIVISTELMÄ	
1. JOHDANTO	1
1.1. ALKUSANAT	
1.2. HAITTA-AINEIDEN PÄÄSTÖLÄHTEITÄ JA TERVEYSOMINAISUUKSIA	1
1.3. HAITTA-AINEEN ESIINTYMISMUOTO, MAAPERÄ JA RISKIT	5
2. ALKUVAINEIDEN TAUSTAPITOISUUS JA PCB	5
2.1. JOHDANTO	5
2.2. MENETELMÄT	6
2.2.1. Näytteenottopisteet	6
2.2.2. Näytteenotto	6
2.2.3. Analysointi	7
2.3. TULOKSET	8
2.4. JOHTOPÄÄTÖKSET	10
3. MAAPERÄN HAITTA-AINEET TEIDEN VARSILLA	11
3.1. JOHDANTO	11
3.2. MENETELMÄT	11
3.2.1. Näytteenottopisteet	11
3.2.2. Näytteenotto	11
3.2.3. Analysointi	11
3.3. TULOKSET	12
3.4. JOHTOPÄÄTÖKSET	13
4. TORJUNTA-AINEET PELTOJEN LÄHIMETSJEN MAAPERÄSSÄ	14
4.1. JOHDANTO	14
4.2. MENETELMÄT	14
4.2.1. Näytteenottopisteet	14
4.2.2. Näytteenotto	14
4.2.3. Analysointi	14
4.3. TULOKSET	15
4.4. JOHTOPÄÄTÖKSET	15
LÄHTEET	16
LIITE 1	Alkuaineiden näytepisteet, kartta
LIITE 2	PCB:n näytepisteet, kartta
LIITE 3	Alkuaineiden analyysitulokset, taulukko
LIITE 4	PCB:n analyysitulokset, taulukko
LIITE 5	Tienvarsien näytepisteet, kartta
LIITE 6	Tienvarsien analyysitulokset, taulukko
LIITE 7	Tienvarsien analyysitulokset, kaavio
LIITE 8	Torjunta-aineiden näytepisteet, kartta

## TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä käsitellään maaperän pintakerrosten haitta-ainepitoisuuksia Helsingissä sellaisilla alueilla, joilla ei ole varsinaista paikallista saastumista. Tällöin maan haitta-ainepitoisuudet koostuvat luonnon omista taustapitoisuuksista ja antropogeenisista ilmalaskeumista. Selvitys jakaantuu kolmeen osaan: alkuaineiden ja PCB:n pitoisuudet luonnonmailla, haitta-aineet teiden varsien maaperässä ja torjunta-aineet peltojen lähimetsien maaperässä.

Haitta-aineen luonnon taustapitoisuuden ja ilmalaskeuman summaa voidaan kutsua kaupunkiympäristön taustapitoisuudeksi. Näitä pitoisuuksia selvitettiin koko Helsingin alueella pintahumuskerroksesta ja sen alapuolisen mineraalimaan ylimmästä 40 cm:n kerroksesta. Työ oli jatkoa vuonna 1999 ympäristökeskuksessa julkaistulle selvitykselle ”Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet Helsingissä”, jonka tuloksista syntyi tarve alkuaineiden ja PCB:n pitoisuuksien tarkempaan kartoittamiseen. 15 pisteestä otettiin 30 näytettä, joista analysoitiin alkuaineet ja PCB. Havaittiin, että boorin, elohopean ja lyijyn pitoisuudet ovat pintahumusmaassa keskimäärin ohjearvoja suuremmat. Boorin ohjearvo ei alittunut yhdessäkään näytteessä ja sen pitoisuudet olivat keskimäärin yhtä suuria pintahumuksen alapuolisessa mineraalimaassa. Myös PCB-yhdisteiden pitoisuudet pintamaassa olivat keskimäärin ohjearvoa suuremmat.

Moottoriliikenteen vaikutuksia teiden lähimaaston maaperän haitta-ainepitoisuuksiin tutkittiin vilkkaasti liikennöityjen teiden varsilla. Viideltä näyteenottolinjalta otettiin kustakin viisi pintamaanäytettä 5, 10, 20, 40 ja 80 metrin etäisyydeltä tien reunaviivasta, ja yhdeltä linjalta neljä näytettä. Näytteistä määritettiin alkuaineiden pitoisuudet ja muutamasta lisäksi PCB- ja PAH-yhdisteiden pitoisuudet. Tulosten mukaan ne moottoriliikenteen haitta-aineet, jotka leviävät ilmassa pölynä, kulkeutuvat metsäisessä maastossa pääosin noin 20 metrin päähän tiestä. Haitta-aineista lyijyn pitoisuus saattaa olla kohonnut yli ohjearvon ja ympäristön taustapitoisuuden. Myös muiden raskasmetallien ja PCB:n pitoisuudet ovat teiden varsilla jonkin verran suuremmat kuin lähi-alueilla muuten.

Maaperän torjunta-ainejäämiä tutkittiin kuudesta pisteestä Tuomarinkylän peltoalueiden reunametsistä. Näytteet tutkittiin torjunta-aineiden monijäämämenetelmällä ja lisäksi määritettiin DDT:n ja sen päähajoamistuotteiden pitoisuudet. Missään näytteessä ei todettu käytetyillä menetelmillä osoitettavia torjunta-aineita.

## 1. JOHDANTO

### 1.1. ALKUSANAT

Tämä selvitys käsittelee maaperän pintakerrosten haitta-ainepitoisuuksia Helsingissä sellaisilla alueilla, joilla ei ole varsinaista paikallista saastumista. Tällöin haitta-ainepitoisuudet koostuvat luonnon omista taustapitoisuuksista ja antropogeenisista ilmalaskeumista. Selvitys jakaantuu kolmeen osaan:

**1) Haitalliset alkuaineet ja PCB luonnonmaiden pintakerroksissa.** Selvityksessä kartoitettiin maaperän haitta-aineiden luonnollisia taustapitoisuuksia ja laajalle levinneitä ilmalaskeumia. Se on jatkoa ympäristökeskuksen julkaisulle ”Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet Helsingissä” (1), jonka tuloksista syntyi tarve haittallisten alkuaineiden ja PCB:n tarkemmalle kartoittamiselle Helsingin luonnonmaiden pintakerroksissa.

**2) Maaperän haitta-aineet teiden lähimaastossa.** Tämän osatutkimuksen tarkoitus oli selvittää moottoriliikenteen vaikutukset vilkkaasti liikennöityjen teiden lähialueiden maaperän alkuaine-, PCB- ja PAH -pitoisuuksiin.

**3) Torjunta-ainejäämät peltoalueiden lähimetsien pintamaassa.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laboratorion pestisidianalytiikan kehittämisen yhteydessä selvitettiin kasvinsuojeluaineiden mahdollisia jäämiä peltojen läheisten metsien maaperässä.

Näytteet otettiin vuosina 1999 ja 2000 ja ne analysoitiin Helsingin ympäristökeskuksen laboratoriossa.

### 1.2. HAITTA-AINEIDEN PÄÄSTÖLÄHTEITÄ JA TERVEYSOMINAISUUKSIA

**Hopea (Ag).** Hopeaa käytetään valokuvien valmistuksessa, kemian teollisuudessa, koriste- ym. esineissä, peileissä, juotosmetalleissa, pinnoitteissa, paristoissa ja eräissä sähkölaitteissa. Lisäksi sitä leviää ympäristöön metallisulatoista ja jätevesilietteistä. Hopea on myrkyllistä kaloille ja monille mikro-organismeille. Ihmisille se on lievästi haitallista. (2 ja 3.)

**Alumiini (Al).** Alumiini on yleisimpiä maankuoren alkuaineita ja sen käyttö on hyvin moninaista. Lukuisien teollisuusprosessien ja tuotteiden lisäksi alumiinia käytetään esimerkiksi tekstiileissä, jäteveden puhdistuksessa ja sementtiteollisuudessa. Lisäksi sitä joutuu ympäristöön mm. sulatoista. Alumiini on suurina annoksina myrkyllistä ainakin nisäkkäille, kaloille ja kasveille.(2.)

**Arseeni (As).** Arseenia käytetään metalliseoksissa, puun suojauksessa, ammuksissa, puolijohteissa, paristoissa, maaleissa ja väriaineissa sekä tekstiileissä ja nahkateollisuudessa. Sitä leviää ympäristöön lisäksi rusko- ja kivihiilen poltossa ja sulfidimalmien käsittelyssä sekä karjanlannan, fosfaattilannoitteiden ja torjunta-aineiden mukana. Arseeni ja sen yhdisteet ovat myrkyllisiä ja osin teratogeenisiä. (2 ja 3.)

**Boori (B).** Booria käytetään pesuaineissa, metalliseoksissa, hionta-aineissa, keraamisissa tuotteissa, lasissa, emalissa, lannoitteissa, eristeissä ja paloeristeissä. Sitä leviää ympäristöön myös hiilen poltossa ja lannoitteiden ja puhdistamolietteiden mukana. Myös merivesi voi olla boorin lähde. Boori on tarpeellinen hivenaine eikä sitä pidetä myrkyllisenä ihmisille, mutta eräille kasveille se on haitallista suurina annoksina. (2.)

**Barium (Ba).** Bariumia on laseissa, keraamisissa tuotteissa, kuvaputkissa, maaleissa, kumituotteissa, papereissa metalliseoksissa, voiteluaineissa sekä elektroniikan ja pyrotekniikan tuotteissa. Sen antropogeenisiä lähteitä ovat lisäksi kupari- ja terästeollisuus sekä autoteollisuus. Bariumin liukoiset yhdisteet ovat myrkyllisiä ihmisille, eläimille ja kasveille. (2 ja 3.)

**Beryllium (Be).** Berylliumia käytetään korkeajännitelaitteissa ja muussa elektroniikkateollisuudessa, tutkalaitteissa, metalliseoksissa sekä avaruus- ja lentokoneteollisuudessa. Sitä leviää ympäristöön etupäässä kivihiilen poltosta ja metalliteollisuudesta. Beryllium ja sen yhdisteet ovat myrkyllisiä. (2.)

**Kadmium (Cd).** Kadmiumia on elektroniikkatuotteissa, metalliseoksissa, paristoissa, väriaineissa, muoveissa, kuvaputkissa ja pinnoitteissa sekä joissakin pestisideissä. Lisäksi sitä joutuu ympäristöön kivihiilen poltosta, metalliteollisuudesta, lannoitteista, autojen renkaista ja pakokaasuista sekä jätevesilietteistä. Kadmium on myrkyllinen ja oletettavasti karsinogeeninen. (2 ja 3.)

**Koboltti (Co).** Kobolttia käytetään metalli- ja elektroniikkateollisuudessa, lääketieteellisuudessa, katalysaattoreissa, lasissa ja keramiikassa sekä maaleissa ja muoveissa. Sitä leviää ympäristöön etenkin kaivos- ja metalliteollisuudesta sekä kivihiilen poltosta, liikenteestä ja lannoitteista. Koboltti on tarpeellinen hivenaine, mutta suurina annoksina se on myrkyllinen. Kobolttipölyä pidetään karsinogeenisena. (2 ja 3.)

**Kromi (Cr).** Kromia on terästuotteissa ja muissa metalliseoksissa, väriaineissa, pinnoitteissa, nahkatuotteissa, puunsuoja-aineissa, tulenkestävissä tiileissä ja magneettinauhoissa. Lisäksi sitä joutuu ympäristöön kemian- ja metalli- ja kaivosteollisuudesta, kivihiilen, öljyn ja maakaasun poltosta, jätteenpoltosta sekä jätevesilietteiden ja lannoitteiden mukana. Kromi on tarpeellinen hivenaine. Kuitenkin suurina annoksina varsinkin  $\text{Cr}^{6+}$  ja sen yhdisteet ovat myrkyllisiä ja jotkut niistä ovat karsinogeenisiä. Sensijaan  $\text{Cr}^{3+}$  on haitattomampi. (2.)

**Kupari (Cu).** Lukuisien tuotteiden ja esineiden lisäksi kuparia tarvitaan sähkö- ja metalliteollisuudessa, sitä on maaleissa ja erilaisissa torjunta-aineissa. Kuparia leviää ympäristöön myös kaivosteollisuudesta, muoviteollisuudesta ja jätevesilietteistä. Se on tarpeellinen hivenaine kaikille eliöille, mutta myrkyllinen suurina annoksina. (2.)

**Elohopea (Hg).** Elohopeaa käytetään lipeän tuotannossa, kullan rikastuksessa, paristoissa, hammaspaikoissa, pestisideissä, puun suojauksessa, sytyttimissä, lämpömittareissa, ilmapuntareissa sekä loisteputkissa ja elohopeahöyrylampuissa. Sitä voi joutua ympäristöön louhintatyöstä (sytyttimet), kivihiilen ja öljyn poltosta, kemianteollisuudesta, lampputeollisuudesta, paperiteollisuudesta ja jätevesilietteistä. Elohopea on erittäin myrkyllinen ja teratogeeninen. (2 ja 3.)

**Mangaani (Mn).** Mangaania on metalliseoksissa, paristoissa, lannoitteissa, väriaineissa ja puunsuoja-aineissa. Sen antropogeenisiä lähteitä ovat lisäksi kaivos- ja metalliteollisuus. Mangaani on tarpeellinen hivenaine eikä sitä pidetä haitallisena. (2.)

**Molybdeeni (Mo).** Molybdeenia käytetään metalliseoksissa, ruosteenestoaineissa, voiteluaineissa, väriaineissa ja lannoitteissa. Sitä leviää ympäristöön molybdeenin ja uraanin louhinnasta ja teollisesta käsittelystä, öljynjalostuksesta, öljyn ja kivihiilen poltosta, fosfaattilannoitteista, jätevesilietteistä ja fosfaattipesuaineista. Molybdeeni on hivenaine, mutta haitallinen suurina pitoisuuksina. Sen on todettu olevan myrkyllisempi esimerkiksi karjalle kuin ihmisille. (2.)

**Nikkeli (Ni).** Nikkeliä on metalliseoksissa, pinnoitteissa, paristoissa, väriaineissa, katalysaattoreissa ja magneettinauhoissa. Lisäksi sitä joutuu ympäristöön sulatoista, metalli- ja kemian teollisuudesta, öljynjalostuksesta, jätteenpoltosta, jätevesilietteistä, lannoitteista ja liikenteestä. Nikkeli on tarpeellinen hivenaine eräille eliöille. Ni<sup>2+</sup> on kohtalaisen haitaton, mutta muun arvoiset Ni-yhdisteet ovat myrkyllisiä ja osin karsinogeenisiä. (2 ja 3.)

**Lyijy (Pb).** Lyijyä tarvitaan pääasiassa akuissa, etenkin aikaisemmin bensiinissä, väriaineissa, muoveissa, ammuksissa, metalliseoksissa, kaapeleissa, juotoksissa sekä säteilysuojissa ja painoissa. Sitä joutuu ympäristöön liikenteestä, metallitehtaista ja sulatoista, akkuteollisuudesta, ampumaradoilta, jätevesilietteistä sekä kivihiilen ja jätteen poltosta. Lyijy ja sen yhdisteet ovat myrkyllisiä. (2.)

**Palladium (Pd).** Palladiumia on metalliseoksissa sekä autojen katalysaattoreissa, joista sitä leviää pakokaasujen mukana. Palladium on myrkyllinen. (2.)

**Platina (Pt).** Platinaa on autojen katalysaattoreissa ja eräissä laboratoriotarvikkeissa. Päästölähteitä ovat autoliikenne, kemian teollisuus ja metallisulatot. Platinaa pidetään myrkyllisenä. (2.)

**Rodium (Rh).** Rodiumia käytetään autojen katalysaattoreissa ja eräissä termostaateissa. Tunnettu päästölähde on autojen katalysaattorit. Rodium on myrkyllinen. (2.)

**Antimoni (Sb).** Antimonia käytetään metalliseoksissa, paristoissa, maaleissa, keramiikassa, puolijohteissa, ammuksissa, kumiteollisuudessa ja lääketieteellisyydessä. Sen päästölähteitä ovat metallisulatot, kivihiilen poltto, autojen pakokaasut ja jätevesilietteet. Antimoni on myrkyllinen, suurina pitoisuuksina myrkyllisempi kuin arseeni tai lyijy. Jotkut antimonyhdisteet ovat karsinogeenisiä. (2.)

**Seleeni (Se).** Seleeniä käytetään lasissa, keramiikassa, pinnoitteissa, puolijohteissa, väriaineissa, katalysaattoreissa ja lannoitteissa. Lisäksi sitä leviää ympäristöön kivihiilen poltosta, metallisulatoista, jätevesistä ja joistakin fosforilannoitteista. Seleeni on tarpeellinen hivenaine monille eliöille. Se on suurina pitoisuuksina myrkyllinen, mutta myös sen puute aiheuttaa helposti terveyshaittoja. (2 ja 3.)

**Tina (Sn).** Tinaa on metalliseoksissa, pinnoitteina, PVC-muoveissa, maaleissa ja pestisideissä. Sen päästölähteitä ovat kivihiilen ja jätteen poltto sekä jätevesilietteet.

Tina on mahdollisesti tarpeellinen hivenaine esim. ihmiselle. Useat sen yhdisteet ovat myrkyllisiä alemmille eliöille. Metallinen tina on käytännössä haitaton eivätkä sen epäorgaaniset yhdisteet ilmeisesti ole karsinogeenisiä tai teratogeenisiä.

**Tallium (Tl).** Talliumia käytetään metalliseoksissa, elektroniikkateollisuudessa, lasissa ja rotanmyrkyissä. Sen leviämislähteitä ovat lisäksi öljynjalostus, metallisulatot, jätteen poltto, kivihiilen poltto ja sementtiteollisuus. Tallium ja sen yhdisteet ovat erittäin myrkyllisiä. (2.)

**Uraani (U).** Uraanin käyttö liittyy ydinvoimaloihin, ydinpommeihin, lasiin ja eräisiin suurta ominaispainoa vaativiin tuotteisiin. Sitä voi joutua ympäristöön uraanin louhinnasta ja käsittelystä, fosforilannoitteista ja kivihiilen poltosta. Uraani on myrkyllinen, radioaktiivinen ja karsinogeeninen aine. (2.)

**Vanadiini (V).** Vanadiinia käytetään teräksissä, muissa metalliseoksissa sekä muovi- ja kemian teollisuudessa. Sitä joutuu ympäristöön lisäksi öljyn ja kivihiilen poltosta, terästeollisuudesta ja liikenteestä. Vanadiini on oletettavasti tarpeellinen hivenaine mutta suurina pitoisuuksina myrkyllinen. (2.)

**Volframi (W).** Volframia on teräksissä, elektrodeissa, hionta-aineissa, poranterissä ja muissa työstövälineissä, volframilampuissa, röntgenputkissa ja katalysaattoreissa. Pääasiallisia päästölähteitä ovat kaivos- ja metalliteollisuus.

**Sinkki (Zn).** Sinkkiä käytetään pinnoitteissa, metalliseoksissa, kumiteollisuudessa, kemian teollisuudessa, maaleissa, lasissa, muoveissa, voiteluaineissa, paristoissa, puunsuoja-aineissa, lääketeollisuudessa ja pestisideissä. Sitä leviää lisäksi metallisulatoista, erilaisista teollisuuden ja energiantuotannon polttoprosesseista, jätevesistä, jätevesilietteistä ja autojen renkaista. Sinkki on tarpeellinen hivenaine kaikille eliöille. Se on lievästi myrkyllinen suurina pitoisuuksina, mutta sen puutos aiheuttaa vakavampia terveyshaittoja. (2.)

Edellä kuvattujen antropogeenisten lähteiden lisäksi monia alkuaineita leviää ja kertyy ympäristöön myös luonnon omien prosessien vaikutuksesta. Aineita, jotka voivat olla osin haitallisia, irtoaa kallioperästä rapautumalla pölyksi tai leviää ilmaan vulkaanisesta toiminnasta. Myös maahan laskeutuva kosminen materiaali voi sisältää useita haitallisia alkuaineita. Luonnollisesti leviävät ja kertyvät aineet muodostavat kuitenkin harvoin haitallisia pitoisuuksia.

**Polyklooratut bifenyylit (PCB).** PCB-yhdisteet ovat teollisesti valmistettuja aineita, joita on olemassa yli 200. Ne ovat hyvin pysyviä ja vastustuskykyisiä lämmön ja valon aiheuttamia rasituksia vastaan ja siksi käyttökelpoisia moniin tarkoituksiin, joissa vaaditaan joustavuutta, tiiviyyttä, korroosion kestävyyttä ja alhaista sähkönjohtavuutta. PCB-yhdisteitä on käytetty kondensaattoreissa, muuntajissa, lämmönsiirtolaitteissa, kaivoslaitteissa, saumausmassoissa, maaleissa, lakoissa ja liimoissa. Muita käyttökohteita ovat olleet voiteluaineet, muovit, vahat, kopiopaperit, palosuoja-laitteet, ta-soitteet, valumassat, pestisidit ja eräät mittalaitteet. PCB:t ovat rasvaliukoisia ja hyvin pysyviä ja siksi ne kertyvät tehokkaasti ravintoketjussa. Ne ovat monin tavoin myrkyllisiä ja teratogeenisiä, vaikka niiden akuutti toksisuus on melko vähäinen. (3 ja 7.)

**Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH).** PAH-yhdisteitä syntyy monissa poltto-prosesseissa ja niitä on esimerkiksi kivihiilitervassa ja muissa raakaöljyn raskaissa jakeissa. PAH-yhdisteet ovat myrkyllisiä ja osa niistä on karsinogeenisia.

**Pestisidit.** Pestisidit eli torjunta-aineet ovat hyvin epäyhtenäinen joukko aineita, joiden tarkoitus on estää rikkakasvien, sienten tai eläinten haittavaikutukset viljelykasveihin. Nykyään käytetyistä aineista useimmat ovat melko nopeasti hajoavia ja siten ympäristölle vaarattomia. Aikaisemmin käytetyistä pestisideistä pysyvimpiä ja tuhoisimpia olivat DDT ja sen sukuisen aineet.

### 1.3. HAITTA-AINEEN ESIINTYMISMUOTO, MAAPERÄ JA RISKIT

Aineen haitallisuutta arvioitaessa tärkeä tekijä on aineen kulloinenkin esiintymismuoto ja sen ominaisuudet. Esimerkiksi haitallisen alkuaineen aiheuttamat terveys- ja ympäristöriskit ovat oleellisesti riippuvaisia siitä, minkälaisena yhdisteenä se on vai esiintyykö se sellaisenaan. Saman alkuaineen eri yhdisteet voivat olla eri tavoin liukenevia ja reagoivia ja eri tavoin eliöille haitallisia. Myös orgaaniset yhdisteet muuttuvat toisiksi ympäröivien olojen mukaan. Myös aineen fysikaaliset ominaisuudet kuten ominaispaino vaikuttavat sen liikkuvuuteen ja epäsuorasti haitallisuuteen. Suuri kulkeutumiseen ja siten terveysriskiin vaikuttava tekijä on myös aineen raekoko; esimerkiksi metalliesine maassa voi aiheuttaa suuren paikallisen pitoisuuden, muuta terveys- ja ympäristöriskit ovat pieniä verrattuna siihen, että sama määrä metallia olisi levinnyt maahan hienojakoisena pölynä.

Haitta-aineen pitoisuuden ja sen ominaisuuksien lisäksi kolmas riskiin vaikuttava tekijäryhmä on maaperän ominaisuudet, jotka säätelevät etenkin aineen kulkeutumista ja liukoisuutta mutta myös sen esiintymismuotoa. Niitä ovat maaperän rakeisuus ja huokoisuus, vedenläpäisevyys, homogeenisuus, maalajin ominaispinta-ala, mineraalikoostumus ja humuspitoisuus sekä mikrobiologinen aktiivisuus. Nämä ovat yhteydessä maaperän kemiallisiin ominaisuuksiin kuten happamuus (pH), elektrodipotentiaali (Eh) ja kationinvaihtokapasiteetti (CEC). Yleistäen voidaan todeta, että parhaiten haitta-aineita pidättää hienorakeinen savi- ja humuspitoinen maa, jonka pH on kohtalaisen korkea.

## 2. ALKUAINIEN TAUSTAPITOISUUDET JA PCB

### 2.1. JOHDANTO

Maaperän haitta-aineen taustapitoisuus tarkoittaa sen luontaista pitoisuutta. Sen lisäksi ainakin kaupunkialueilla saastumattomien alueiden maanäytteiden analyyseissä näkyy haitta-aineiden tasaisesti levinneiden ilmalaskeumien aiheuttamat pitoisuudet. Alkuaineiden kohdalla voidaan tällöin puhua ”kaupunkiympäristön taustapitoisuuksista”. Maaperän haitallisista alkuaineista enin osa on raskasmetalleja. Polyklooratut bifenyylit (PCB) ovat täysin synteettisiä aineita eikä niillä siten ole luonnollista



taustapitoisuutta. Haitallisia alkuaineita ja PCB-yhdisteitä leviää ilman kautta ympäristöön muun muassa teollisuuden ja energiantuotannon polttoprosesseista sekä moottoriliikenteestä.

Ympäristökeskus julkaisi 1999 selvityksen Helsingin maaperän haitta-aineiden taustapitoisuuksista (1), jolle tämä selvitys on jatkoa. Aikaisemmassa julkaisussa esitettiin 13:n alkuaineen pitoisuudet (kuningasvesiuutto ja AAS) 113:n näytepisteen ylimmissä kerroksissa ja tavallisimpien hiilivetyjen pitoisuudet 32:n näytepisteen pintakerroksista. Tuolloin hiilivetyanalyysit keskittyivät kaupungin keskustan tuntumaan. Havaittiin, että elohopeaa, lyijyä ja PCB:tä on Helsingin pintahumuksessa keskimäärin yli ohjearvojen ja että haitta-aineiden suuret pitoisuudet eivät keskity kaupungin keskustan ympärille vaan niitä on muuallakin. Tämä koski vastoin olettamuksia myös PCB:tä.

PCB:n ja haitallisten alkuaineiden levinneisyyden tarkempaa kartoittamista varten otettiin vuonna 2000 lisänäytteitä, joista määritettiin myös eräiden ennen analysoimattomien alkuaineiden pitoisuudet.

## 2.2. MENETELMÄT

### 2.2.1. Näytteenottopisteet

Koska aikaisemmassa taustapitoisuusselvityksessä (1) ilmeni PCB:n ohjearvon ylityksiä arvioitua laajemmalla, otettiin levinneisyyden tarkempaa selvitystä varten syksyllä 2000 aikaisemman selvityksen alkuainenäytepisteistä 20 täydentävää PCB-näytettä. Alkuaineiden pitoisuuskuvan tarkentamiseksi otettiin 15 uudesta pisteestä 30 näytettä alkuaineanalyysiä varten. Näytepisteet on esitetty kartalla liitteessä 1 ja PCB-näytepisteet liitteessä 2.

### 2.2.2. Näytteenotto

Näytteet otettiin muovioittimella lapiolla kaivetusta kuopasta jatkuvina kerroskohtaisina näytteinä. Näytettä otettiin muoviseen sekoitusastiaan muutama litra, jossa se homogenisoitiin huolellisesti ja siitä poistettiin suurimmat juuret, kivet ja muut kappaleet. Tästä otettiin 0,5 - 1 litran näyte vietäväksi laboratorioon. Alkuaineanalyysiin tarkoitetut näytteet pakattiin muovipusseihin ja PCB-näytteet tiiviisiin lasipurkkeihin.

Humusmaanäyte merkittiin kirjaimella A ja mineraalimaanäyte kirjaimella B. A-näyte koostui yleensä koko humusmaakerroksesta ja B-näyte edusti sen alapuolella olevaa 40 cm:n ylintä mineraalimaakerrosta. Paksuilla turvemailla ylin näyte rajattiin keinotekoisesti välille 0...10 cm ja sen alta otettiin 40 cm:n näyte. Tällöin näytteet merkittiin tunnuksilla A1 ja A2. Mineraalimaanäytteestä jätettiin parissa tapauksessa pois sen silminnähdyn humuspitoinen yläosa, koska haluttiin erottaa selvästi humusmaan ja mineraalimaan haitta-ainepitoisuudet.

Näytteenoton yhteydessä kirjattiin näytteen tunnuksen lisäksi näytteenottopaikka, maalajit kerrospaksuuksineen ja havaintoja paikan ympäristöstä.

### 2.2.3. Analysointi

**Alkuaineet.** Seuraavien 19 alkuaineiden pitoisuudet määritettiin 51 maanäytteestä: hopea (Ag), alumiini (Al), arseeni (As), boori (B), barium (Ba), beryllium (Be), kadmium (Cd), koboltti (Co), kromi (Cr), kupari (Cu), elohopea (Hg), mangaani (Mn), molybdeeni (Mo), nikkeli (Ni), lyijy (Pb), tallium (Tl), uraani (U), vanadiini (V) ja sinkki (Zn). Analysoiduista alkuaineista suurin osa on haitallisia raskasmetalleja. Joukossa on myös aineita, joita ei pidetä haitta-aineina, mutta ne on kuitenkin ilmoitettu tässä raportissa. Lisäksi 31 aikaisemman tutkimuksen maanäytteestä määritettiin uudelleen alkuaineiden pitoisuudet.

Näyte kuivattiin 40 asteessa ja seulottiin 1 mm:n muoviseulalla. Uutto tehtiin typpihapolla mikroaaltouunissa määrittäminen ICP-MS -laitteella. Elohopea määritettiin kylmähöyrytekniikalla.(5.) Taulukossa 1 on laboratorion ilmoittamat alkuaineiden määrittämissrajat ja mittausepävarmuudet (5).

*Taulukko 1. Alkuaineiden määrittämissrajat ja mittausepävarmuudet.*

Alkuaine	Määrittämissraja	Mittausepävarmuus
Ag	0,1 mg/kg	20 %
Al	10 mg/kg	30 %
As	1 mg/kg	30 %
B	20 mg/kg	
Ba	3 mg/kg	30 %
Be	0,1 mg/kg	40 %
Cd	0,1 mg/kg	20 %
Co	0,1 mg/kg	20 %
Cr	0,3 mg/kg	20 %
Cu	0,3 mg/kg	20 %
Hg	0,01 mg/kg	20 %
Mn	0,5 mg/kg	20 %
Mo	0,5 mg/kg	20 %
Ni	0,4 mg/kg	20 %
Pb	0,3 mg/kg	20 %
Sb	1 mg/kg	30 %
Sn	1 mg/kg	30 %
Tl	0,05 mg/kg	40 %
U	ei määritetty	ei määritetty
V	0,5 mg/kg	20 %
Zn	2 mg/kg	20 %

Vuoden 1999 raportin (1) tulokset, jotka on otettu mukaan yhteenvetotaulukkoon (taulukko 2), perustuvat kuningasvesiuuttoon ja AAS-määrittämiseen. Näitä ovat kaikki antimonia ja tinaa koskevat tiedot. Määrittävien alkuaineiden luettelo oli laajentunut ja määrittämissmenetelmä vaihtunut AAS:stä ICP-MS:ään vuoden 1999 selvityksen jälkeen.

PCB-yhdisteiden pitoisuus määritettiin 20 näytteestä. PCB-analyysi tehtiin seuraavan menetelmän mukaisesti: Kuivaamatonta maanäytettä uutetaan huoneenlämmössä puoli tuntia ultraäänihauteessa asetoni-heksaaniseoksella (1:1). Sisäisenä standardina käytetään PCB-185. Dekantoitu uutoliuos käsitellään NaCl/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-liuoksella ja puhdistetaan rikkihapolla. Heksaanikerros pestään vedellä ja kuivataan natriumsulfaatilla sekä konsentroidaan typpivirrassa. Lopuksi liuotin vaihdetaan iso-oktaaniksi ja näyteliuos analysoidaan kaasukromatografi-massaspektrometrisesti (GC-MS) SIM-menetelmällä ulkoisia liuosstandardeja vasten. Laadunvarmistuksessa käytetään nollanäytteitä, liuoskontroleja sekä vertailumateriaaleja. Tulokset ilmoitetaan näytteen kuivapainoa kohden, mikä saadaan määrittämällä kuiva-ainepitoisuus osasta alkuperäistä näytettä. Määrittäjäraja on 0,05 mg/kg ja mittausepävarmuus pitoisuudesta riippuen noin 15-30 %. (4.)

PCB-tulosten tulkinnassa on otettava huomioon, että niin sanottu kokonais-PCB on saatu vertaamalla todettujen PCB-yhdisteiden suhteellisia osuuksia kaupallisista Aroclor-seoksista analysoituihin vastaaviin osuuksiin ja kertomalla tulos sopivimman Aroclorin kokonaisuuden ja kyseisten yhdisteiden määrän suhteella. Tämä saattaa antaa virheellisen kokonais-PCB-tuloksen taustapitoisuustutkimuksissa kun näytteissä on vain harvoja PCB-yhdisteitä eikä mitään Aroclor-seosta. (4.)

PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus (luku 3) määritettiin huoneenlämmössä kuivatusnäytteestä ja analyysi tehtiin tolueeni-uutolla kaasukromatografisesti massaselektiivisellä detektorilla (GC/MSD). Määrittäjäraja on yhdisteestä riippuen 0,01 - 0,06 mg/kg ja mittausepävarmuus pitoisuudesta riippuen 15 - 35 %. (4.)

### 2.3. TULOKSET

Maaperän pintakerrosten haitta-aineet eivät muodostaneet selviä pitoisuusalueita vaan maan epähomogeenisuudesta johtuen pitoisuudet jakautuivat epäsäännöllisesti Helsingin alueella. Suurimmat pitoisuudet suhteessa ohjearvoihin olivat boorilla (B), elohopealla (Hg), lyijyllä (Pb) ja PCB:llä. Boori ylitti ohjearvon voimakkaimmin ja ylitys tapahtui kaikkien tutkimuspisteiden molemmissa kerroksissa. Booripitoisuuden keskiarvo pintahumusmaassa oli lähes neljä kertaa ohjearvo. Elohopealla vastaava kerroin oli noin 1,6, lyijyllä noin 1,2 ja PCB:llä noin 2,5.

Taulukon 2 arvoissa on mukana tämän selvityksen ja vuoden 1999 raportissa esitetyt tulokset sekä nyt uudelleen analysoidut näytteet. Tämän selvityksen näytekohdaiset alkuainepitoisuudet on esitetty taulukossa liitteessä 3 ja molempien selvitysten PCB-pitoisuudet taulukossa liitteessä 4.

Pintahumuksen ja sen alapuolisen mineraalimaan pitoisuuksien suhde (A/B) kuvaa aineen ilmalaskeuman sitoutumista humuskerrokseen ja siten osin myös aineen ilma-  
peräisyyttä. Suurimmat A/B -suhteet olivat lyijyllä, elohopealla ja PCB:llä ja näitä aineita leviääkin ilmaan monista teollisuuden ja energiantuotannon polttoprosesseista. Pienimmät A/B -suhteet olivat uraanilla, kromilla ja koboltilla, joiden pitoisuus oli paikoin suurempi mineraalimaassa kuin sen yläpuolisessa humusmaassa.

Taulukko 2. Alkuaineiden ja PCB:n pitoisuuksien keskiarvot, mediaanit, pienimmät arvot, suurimmat arvot ja lukumäärät A- ja B-kerroksissa sekä A- ja B-pitoisuuksien suhteet. Arvoihin on laskettu vuoden 1999 (1) ja tämän selvityksen tulokset.

Aineiden pitoisuuksia (mg/kg) Helsingin luonnonmaiden pintakerroksissa						
A = pintahumus (koko kerros), B = mineraalimaa (ylin 40 cm) OA = ohjearvo						
OA		keskiarvo	mediaani	pienin	suurin	lukumäärä
Ag	A	0,025	0,025	0,025	0,025	43
	B	0,025	0,025	0,025	0,025	20
	A/B	1,0	1,0	1,0	1,0	18
Al	A	5710	5108	7	19560	43
	B	7390	6373	317	26010	20
	A/B	1,1	0,8	0,2	5,5	18
As 10	A	3,78	3,30	0,50	<b>15,00</b>	150
	B	3,47	3,16	0,50	<b>12,00</b>	126
	A/B	1,7	1,0	0,1	9,8	118
B 5	A	<b>19,4</b>	<b>18,1</b>	<b>11,3</b>	<b>47,4</b>	43
	B	<b>18,1</b>	<b>17,7</b>	<b>11,6</b>	<b>26,6</b>	20
	A/B	1,2	1,1	0,9	2,3	18
Be 1	A	0,537	0,500	0,500	<b>1,546</b>	43
	B	0,603	0,500	0,500	<b>1,256</b>	20
	A/B	1,1	1,0	0,4	3,1	18
Ba 600	A	57,2	44,9	5,3	162,0	43
	B	42,2	19,9	8,0	186,7	20
	A/B	2,7	2,1	0,5	12,4	18
Cd 0,5	A	0,30	0,24	0,05	<b>1,50</b>	151
	B	0,07	0,05	0,01	0,37	126
	A/B	5,2	3,6	0,7	19,0	118
Co 50	A	3,07	1,76	0,40	26,0	150
	B	3,06	1,90	0,17	36,0	126
	A/B	1,1	0,8	0,2	9,1	118
Cr 100	A	15,37	11,32	2,00	76,00	151
	B	18,83	14,00	0,50	91,00	126
	A/B	1,1	0,8	0,1	13,73	118
Cu 100	A	20,43	15,00	1,40	82,57	151
	B	9,38	6,60	2,30	61,00	126
	A/B	2,8	2,0	0,4	10,0	118
Hg 0,2	A	<b>0,30</b>	0,20	0,01	<b>4,50</b>	123
	B	0,08	0,02	0,00	<b>4,10</b>	123
	A/B	12,2	7,1	0,1	214,3	115
Mn	A	161,9	121,0	23,1	532,0	43
	B	150,9	101,0	30,1	533,0	20
	A/B	2,1	1,3	0,5	10,7	18
Mo 5	A	1,04	0,87	0,50	<b>5,80</b>	70
	B	1,00	0,84	0,38	3,10	46
	A/B	1,4	1,0	0,5	5,9	44

Taulukko 2. (jatkoa)

Aineiden pitoisuuksia (mg/kg) Helsingin luonnonmaiden pintakerroksissa						
A = pintahumus (koko kerros), B = mineraalimaa (ylin 40 cm) OA = ohjearvo						
OA		keskiarvo	mediaani	pienin	suurin	lukumäärä
Ni 60	A	10,74	8,94	0,72	53,00	151
	B	7,59	5,18	0,12	56,00	126
	A/B	2,7	1,5	0,2	91,7	118
Pb 60	A	<b>70,94</b>	59,00	3,99	<b>217,00</b>	149
	B	8,99	5,25	1,10	<b>65,00</b>	126
	A/B	13,5	11,9	1,0	63,0	118
Sb 5	A	1,5	1,0	0,2	<b>12,7</b>	107
	B	0,6	0,5	0,2	2,8	103
	A/B	3,1	1,0	0,4	39,0	100
Sn 50	A	3,35	2,65	0,50	16,00	108
	B	1,18	0,59	0,08	8,40	108
	A/B	4,48	2,85	0,30	33,80	100
Tl 0,5	A	0,153	0,138	0,025	<b>0,536</b>	43
	B	0,275	0,250	0,025	0,579	20
	A/B	0,9	1,0	0,4	1,0	16
U 50	A	2,32	1,15	0,50	25,32	43
	B	1,87	1,67	0,50	3,87	20
	A/B	1,2	0,9	0,2	4,9	18
V 50	A	24,57	21,62	3,40	<b>99,00</b>	151
	B	22,55	19,00	1,48	<b>110,00</b>	126
	A/B	1,4	1,1	0,3	12,1	118
Zn 150	A	57,41	43,00	1,90	<b>290,00</b>	149
	B	28,78	20,57	2,20	<b>130,00</b>	126
	A/B	2,7	1,8	0,4	20,9	117
PCB 0,05	A	<b>0,123</b>	<b>0,058</b>	0,000	<b>1,500</b>	52
	B	0,028	0,026	0,025	0,035	4
	A/B					

## 2.4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Helsingin luonnonmaiden pintahumuskerroksissa boorin (B), elohopean (Hg), lyijyn (Pb) ja PCB:n keskiarvopitoisuudet ylittävät ohjearvot. Pitoisuuksien mediaani ylittää ohjearvon boorilla selvästi ja PCB:llä lievästi. Mineraalimaissa ainoa merkittävä haitta-aine on boori, jonka ohjearvo ylittyy molemmissa tutkituissa kerroksissa kaikkialla Helsingissä.

Näistä aineista boori on pääosin geologista alkuperää. Muut ovat etupäässä ilmaperäisiä ja lähtöisin suurimmaksi osaksi teollisuuden, energiantuotannon ja moottoriliikenteen polttoprosesseista.

### 3. MAAPERÄN HAITTA-AINEET TEIDEN VARSILLA

#### 3.1. JOHDANTO

Teiden lähimaastoon mahdollisesti päätyvistä moottoriliikenteen päästöistä merkittävimpiä ovat pakokaasujen mukana leviävät hiilivedyt ja raskasmetallit sekä tien päällysteestä irtoava bitumi- ja mineraalipöly ja nastojen sisältämät raskasmetallit. Pakokaasuissa on sekä polttoaineesta että katalyysaattoreista peräisin olevia raskasmetalleja.

Vilkkaasti liikennöityjen teiden viereisten luonnonmaiden haitta-aineiden pitoisuuksia selvitettiin pintamaanäyttein, jotka otettiin Kehä 1:n ja Hämeenlinnanväylän varsilta sekä Haagan liikenneympyrän sisältä.

#### 3.2. MENETELMÄT

##### 3.2.1. Näytteenottopisteet

Näytteenottokohdiksi valittiin Helsingin vilkkaimmin liikennöityjä tietä, joiden varsilta valittiin kuusi näytteenottolinjaa kohtisuoraan tietä vastaan vallitsevan tuulen suunnassa (itään, koilliseen tai pohjoiseen). Linjat valittiin kohdista, joissa maaperä on mahdollisimman luonnonmukaista koko matkalla. Linjoista neljä sijaitsi Kehä 1:n varrella ja muut kaksi Hämeenlinnanväylän varrella ja Haagan liikenneympyrän sisällä. Viideltä linjalta otettiin viisi ja yhdeltä neljä pintamaanäytettä siten, että näyttepisteiden etäisyydet tien reunaviivasta olivat 5, 10, 20, 40 ja 80 m. Liikenneympyrän linjalta ei voitu ottaa viimeistä 80 m:n näytettä kallion vuoksi. Näytteenottopaikat on esitetty kartalla liitteessä 5.

##### 3.2.2. Näytteenotto

Näytteet otettiin muovioittimella lapiolla kaivetusta kuopasta jatkuvina näytteinä siten, että ne edustivat humusmaakerroksen ylintä osaa 0...6 cm. Näytettä otettiin muoviseen sekoitusastiaan muutama litra, jossa se homogenisoitiin huolellisesti ja siitä poistettiin suurimmat juuret ja muut kappaleet. Tästä otettiin 0,5 - 1 litran näyte vietäväksi laboratorioon. Alkuaineanalyysiin tarkoitetut näytteet pakattiin muovipusseihin ja PCB-näytteet tiiviisiin lasipurkkeihin.

##### 3.2.3. Analysointi

Analysoitavat alkuaineet ovat ympäristölaboratorion senhetkisen määritysluettelon mukaiset lisättyinä erällä moottoriliikenteen päästöiksi tiedetyillä aineilla, joille tehtiin semikvantitatiivinen määrittäminen.

Alkuaineet. 29 maanäytteestä määritettiin seuraavien 14 alkuaineiden pitoisuudet: arseni (As), barium (Ba), boori (B), kadmium (Cd), koboltti (Co), kromi (Cr), kupari (Cu), molybdeeni (Mo), nikkeli (Ni), lyijy (Pb), antimoni (Sb), tina (Sn), vanadiini (V) ja sinkki (Zn). Semikvantitatiivinen määrittely tehtiin seuraaville aineille: palladium (Pd), platina (Pt), rodium (Rh), ja volframi (W). Esikäsittelyinä oli typpihappo-otto ja määrittely tehtiin ICP-MS -menetelmällä (ks. luku 2.2.5.).

PCB-yhdisteiden analyysimenetelmä on selostettu luvussa 2.2.5.

PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus määritettiin huoneenlämmössä kuivatusta näytteestä ja analyysi tehtiin tolueeni-uutolla kaasukromatografisesti massaselektiivisellä detektorilla (GC/MSD). Määrittelyraja on yhdisteestä riippuen 0,01 - 0,06 mg/kg ja mittausepävarmuus pitoisuudesta riippuen 15 - 35 %. (4.)

### 3.3. TULOKSET

Yksikään näytteenottolinja ei ollut maaperältään eikä kasvillisuudeltaan tasalaatuinen. Maalajit ja pintakerroksen ikä vaihtelivat siten, että tien piennar oli yleensä muualta tuotua mursketta, jossa oli hyvin ohut kasvukerros, ja kauempana oli alkupe-  
räinen luonnonmaa. Useimmilla linjoilla tien pientareen avomaasto muuttui vaihtelevilla etäisyyksillä pensaikoksi tai metsäksi, joka on jossain määrin suojelemaan maastoa liikenteen vaikutuksilta.

Maaston ja maaperän kannalta selvästi tasalaatuisin näytteenottolinja oli linja 2 (Kehä 1/Kurkimäki), jossa melko homogeeninen metsä alkoi jo 10 metrin etäisyydellä reunaviivasta. Myös linja no 6 (Haagan liikenneympyrä) oli samoin tasalaatuinen, mutta paikka oli poikkeuksellinen siten, että liikenneympyrästä johtuen siihen on todennäköisesti joutunut liikenteen päästöjä monelta suunnalta. Lähes kaikkien aineiden pitoisuudet sinkkiä lukuunottamatta kasvoivat kohti metsäisen ympyrän keskustaa.

Linjoilla 2 ja 6 havaittiin tasaisin pitoisuusvaihtelu. Linjoilla 1, 3 ja 5 havaittiin joidenkin haitta-aineiden kohdalla pitoisuuksien kaksijakoisuutta; 40 metrin kohdalla oli useimpien aineiden kohdalla selvä minimi. Linjalla 5 oli viiden metrin etäisyydellä reunaviivasta selvä lyijyn ja sinkin maksimi, joka todennäköisesti johtuu siitä, että näytteenottopiste osui alueelle, johon tieltä tulevat vedet kertyvät. Linjoilla 1, 3 ja 5 olivat kauimmaisat pisteet niin erilaisessa ympäristössä, että niiden tulokset eivät välttämättä ole vertailukelpoisia linjan alkupään pisteiden kanssa.

Näytteenottolinjalla 2 havaittiin kadmiumia lukuunottamatta kaikkien tutkittujen aineiden pitoisuusmaksimi 20 metrin etäisyydellä tiestä. Ainoa ohjearvon ylittävä haitta-aine oli lyijy, jota oli tässä pisteessä selvästi yli humusmaan taustapitoisuuksien, 220 mg/kg. Liikenneympyrään sijoittuvalla linjalla 6 havaittiin suurimmat ohjearvon ylitykset 40 metrin etäisyydellä tiestä: lyijyä 420 mg/kg ja vanadiinia 51 mg/kg. Ohjearvon tasolla olevia vanadiinipitoisuuksia havaittiin muissakin kohteissa. Vanadiini on todennäköisesti peräisin renkaiden nastoista. Useimmilla linjoilla

todettiin myös kohtalaisen suuria volframipitoisuuksia. Wolframia leviää autojen katalysaattoreista. Sille ei ole annettu ohjearvoa.

Taulukossa 3 on esitetty linjan 2 pitoisuusmaksimipisteen (20 m) tulokset, pintahumusmaiden taustapitoisuuksien mediaanit sekä ohjearvot.

*Taulukko 3.* Näytteen 2 / 20 m ja humusmaiden alkuaineiden taustapitoisuuksien vertailu. 2/20 = tienvarsinäyte, TP = taustapitoisuuksien mediaani, OA = ohjearvo.

mg/kg	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	V	Zn	W
<b>2/20</b>	5,0	0,25	3,3	22	35	2,0	13	220	1,8	2,8	44	87	21
<b>TP</b>	3,3	0,24	1,8	11	15	0,9	8,9	59	1,0	2,7	22	43	
<b>OA</b>	10	0,5	50	100	100	5	60	60	5	50	50	150	

Linjoilta 4, 5 ja 6 otettiin yhteensä neljä hiilivetynäytettä, joista määritettiin PCB- ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet. PCB-pitoisuus vaihteli välillä 0,09...0,44 mg/kg ja PAH-pitoisuus välillä 0,73...6,71 mg/kg.

Kaikki näytekohtaiset analyysitulokset on esitetty taulukkona liitteessä 6 ja kaavioina liitteessä 7.

### 3.4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Moottoriliikenteestä peräisin olevat haitta-aineet voivat joutua teiden lähimaaston maaperään ilmalaskeumana laajalle alueelle tai vesien mukana pääasiassa tien reunan ja ojan väliselle alueelle. Jos halutaan tarkastella vain ilman kautta tulleita haitta-aineita, on linjoilla 1, 3, 4 ja 5 lähimmät pisteet (5 m reunaviivasta) jätettävä pois tarkastelusta, koska ne ovat alueilla, johon tieltä tulevat vedet valuvat. Linjoilla 2 ja 6 nämä pisteet ovat ojan tai vastaavan takana.

Ensimmäisen pisteen sijainnista ojaan nähden sekä maaperän ja kasvillisuuden homogeenisuudesta johtuen tulosten tarkastelun kannalta relevanteimmat näytteenottolinjat ovat numerot 2 ja 6. Jos tarkastellaan liikenteen maaperävaikutusten etäisyyttä tiestä, näistä vielä häiriöttömämpi on näytteenottolinja numero 2, koska linja 6 on liikenneympyrässä.

Linjan 2 tulosten perusteella voidaan todeta, että enin osa niistä moottoriliikenteen haitta-aineista, jotka leviävät ilmassa pölynä, kulkeutuvat metsäisessä maastossa noin 20 metrin päähän suorasta tiestä. Haitta-aineista lyijyn pitoisuus saattaa olla kohonnut yli ohjearvon ja ympäristön taustapitoisuuden. Myös muiden raskasmetallien ja PCB:n pitoisuudet ovat teiden varsilla jonkin verran suuremmat kuin lähialueilla muuten.

Kasvillisuus todennäköisesti suojaa joitakin alueita laskeumilta ohjaamalla tuulta, mutta puista ja pensaista johtuva tuulen nopeuden pieneneminen saattaa johtaa myös liikennepölyn laskeutumiseen.



## 4. TORJUNTA-AINEET PELTOJEN LÄHIMETSIIEN MAAPERÄSSÄ

### 4.1. JOHDANTO

Erilaisia kasvinsuojeluaineita käytetään pelloilla estämään rikkakasvien, hyönteisten ja sienten haittaa ja tuhoa peltokasveille. Niiden mahdollisia jäämiä peltosten läheisissä metsämaissa selvitettiin syksyllä 1999 kuuden näytteen avulla. Näytteet otettiin peltosten läheisistä metsäsaarekkeista.

### 4.2. MENETELMÄT

#### 4.2.1. Näytteenottopisteet

Pestisidinäytteet otettiin kuudesta pisteestä Tuomarinkylän peltoalueiden läheltä. Näytteenottopisteet sijaitsivat peltosten reunametsissä ja metsäsaarekkeissa siten, että etäisyys peltoon oli 7 - 50 m. Näytteenottopaikat on esitetty kartalla liitteessä 8.

#### 4.2.2. Näytteenotto

Näytteet otettiin muovisella ottimella lapiolla kaivetusta kuopasta jatkuvina näytteinä siten, että ne edustivat humusmaakerroksen ylintä osaa 0...6 cm. Näytettä otettiin muoviseen sekoitusastiaan muutama litra, jossa se homogenisoitiin huolellisesti ja siitä poistettiin suurimmat juuret ja muut kappaleet. Tästä otettiin 0,5 - 1 litran näyte muovipussiin vietäväksi laboratorioon.

#### 4.2.3. Analysointi

Näytteet analysoitiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ympäristölaboratoriossa torjunta-aineiden monijäämämenetelmällä, jossa määritetään seuraavien pestisidien pitoisuudet (6):

Aklonifeeni	Esfenvaleraati	Klorpyrifossi
Asefaatti	Fenitrotioni	Klorpyrifossi-metyyli
Atsinfossi-metyyli	Fenomedifaami	Kvintoseeni
Brompropylaatti	Fenvaleraatti	Lambda-syhalotriini
Deltametriini	Fluatsifoppi-butyyl	Lenasiili
Diatsinoni	Fosaloni	Lindaani
Difenyylamiini	Imatsaliili	Linuroni
Diklobeniili	Iprodioni	Malationi
Diklofluaniidi	Kaptaani	Mekarbaami
Diklorvossi	Karbaryyli	Metalakssyyli
Dikofoli	Kinometionaatti	Metamidofossi
Dimetooatti	Klorotaloniili	Metamitroni
Endosulfaani	Kloroprofaami	Metidationi

Metributsiini	Profaami	Sypermetriini
Mevinfossi	Prometryyni	Terbutryyni
Parationi	Prosymidoni	Tolyylifluanidi
Penkonatsoli	Pyretriinit	Triadimefoni
Permetriini	Simatsiini	Trifluraliini
Pirimifossi-metyyli	Sulfoteppi	Triklorfoni
Pirimikarbi	alfa-Sypermetriini	Vinklotsoliini

Lisäksi näytteistä määritettiin DDT:n ja sen pähajoamistuotteiden pitoisuudet.

#### 4.3. TULOKSET

Missään näytteessä ei todettu käytetyillä menetelmillä osoitettavia torjunta-aineita.

#### 4.4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuomarinkylän alueen pelloilla käytettyjen torjunta-aineiden laatu ja määrä ovat olleet sellaisia, ettei niistä ole jäänyt käytetyllä menetelmällä havaittavia jäämiä peltojen lähimetsien maaperään. Koska käytetyn menetelmän torjunta-aineiden luettelo on laaja, tämä koskee todennäköisesti koko Helsingin aluetta.

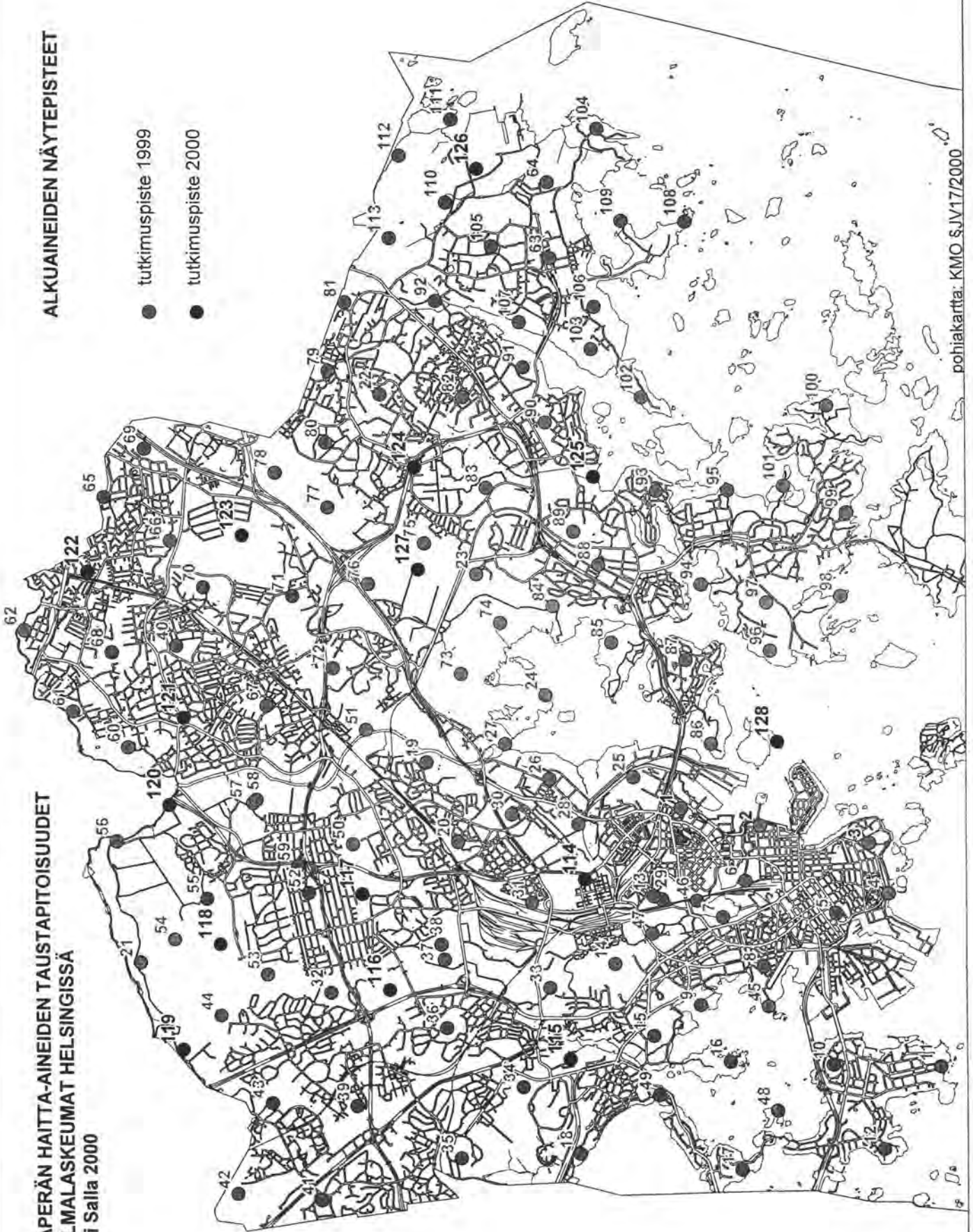
## LÄHTEET

1. Salla A. 1999: Maaperän haitta-aineiden taustapitoisuudet Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15/99. Helsinki 2000.
2. Reimann C. & de Caritat P. 1998: Chemical Elements in the Environment. Springer-Verlag, Germany 1998.
3. Fetter C. W. 1999: Contaminant Hydrogeology, 2.nd edition. Prentice Hall, USA 1999.
4. Vartiala T. 2000: Henkilökohtainen tiedonanto. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laboratorio.
5. Ekman A. 2000: Henkilökohtainen tiedonanto. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laboratorio.
6. Tikkanen P. 2000: Henkilökohtainen tiedonanto. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laboratorio.
7. Pyy V. ja Lyly O. 1998: PCB elementtitalojen saumausmassoissa ja pihojen maaperässä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/98. Helsinki 1998.

**MAAPERÄN HAITTA-AINEIDEN TAUSTAPITOISUUDET  
JA ILMALASKEUMAT HELSINGISSÄ**  
Antti Salla 2000

**ALKUAINEN NÄYTEPISTEET**

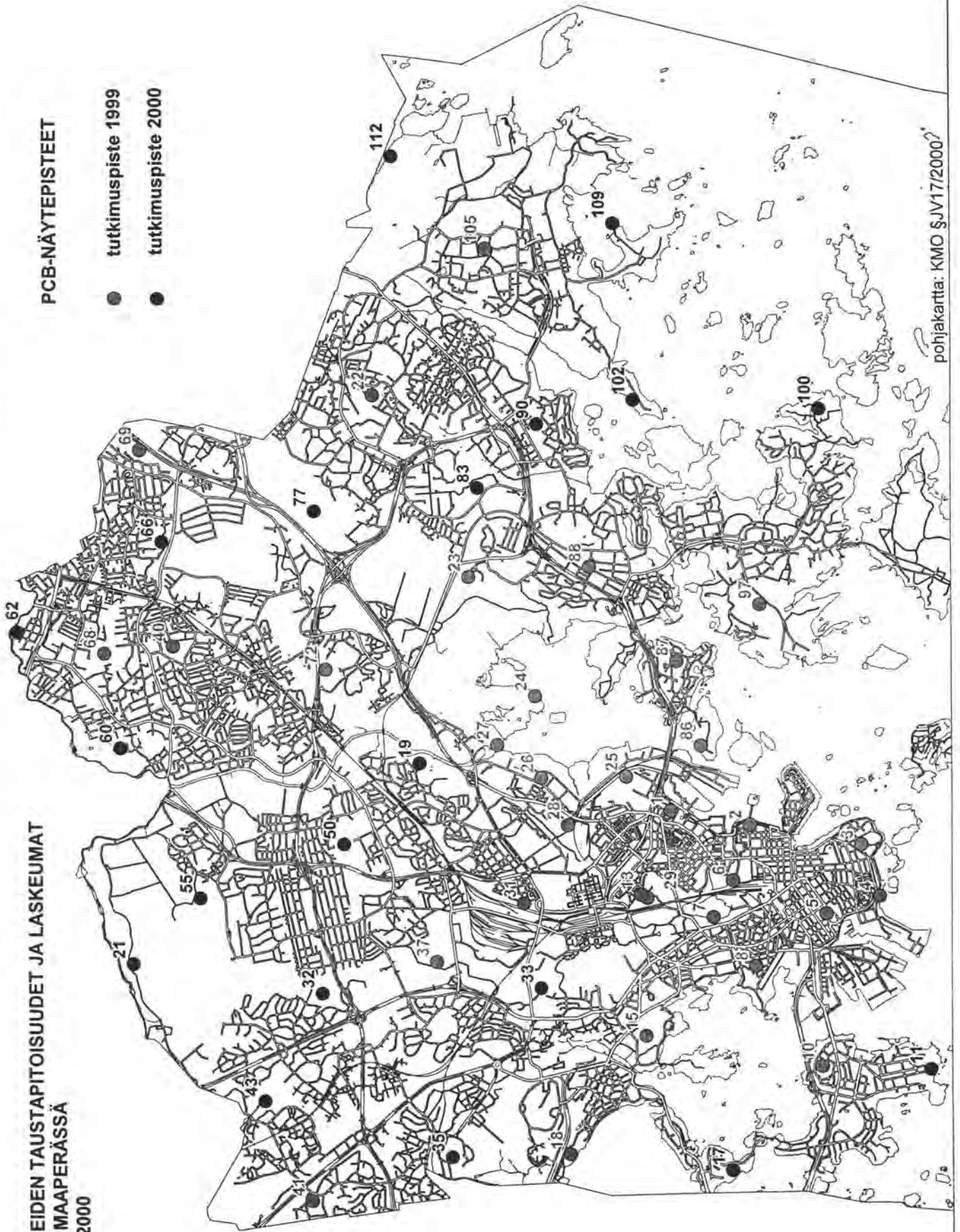
- tutkimuspiste 1999
- tutkimuspiste 2000



**HAITTA-AINEIDEN TAUSTAPITOISUUDET JA LASKEUMAT  
HELSINGIN MAAPERÄSSÄ**  
Antti Salla 2000

**PCB-NÄYTEPISTEET**

- tutkimuspiste 1999
- tutkimuspiste 2000



pohjakartta: KMO SJV17/2000

MAAPERÄN HAITTA-AINEIDEN TAUSTAPITOISUUKSIA HELSINGISSÄ		Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Antti Salla, 2000																
KOORDIN.	NO	NIMI	YMPÄRISTÖ	HUOM.	M.LAJI	KERROS	Ag	A/B	As	A/B	B	A/B	Ba	A/B	Be	A/B	Cd	A/B
						cm	mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg		mg/kg	
		Ohjearvo / raja-arvo																
X = 21915	114 A	Itä-Pasila	koivu-sekametsä	heinikko	Hm	00...04	0,025	1,00	3,08	0,93	15,7	0,89	41,1	1,58	0,500	1,00	0,258	5,16
Y = 49630	114 B				Hk	20...44	0,025	1,00	2,92	0,93	17,6	0,89	26,0	1,47	0,500	1,00	0,050	
X = 22165	115 A	Niemenmäki	lehtimetsä	ent. pelto ?	Hm	00...05	0,025	1,00	4,32	0,87	15,8	1,35	26,3	1,47	0,500	1,00	0,136	2,72
Y = 46465	115 B				Hk	05...45	0,025	1,00	1,67	0,87	11,8	1,15	17,9	0,66	0,500	1,00	0,050	
X = 25280	116 A	Pirkkola	kuusi-sekametsä	oranssi ruskHk	Hm	00...06	0,025	1,00	3,18	0,52	18,3	1,15	5,3	0,66	0,500	1,00	0,397	7,95
Y = 47710	116 B				Hk	06...46	0,025	1,00	1,13	0,52	15,9	0,85	8,0	0,66	0,500	1,00	0,050	
X = 25725	117 A	Maunula	kuusimetsä		Hm	00...08	0,025	1,00	5,15	1,08	17,5	0,85	35,8	3,15	0,500	1,00	0,231	1,80
Y = 49370	117 B				Hk	08...48	0,025	1,00	1,65	1,08	20,6	0,85	11,3	0,47	0,500	1,00	0,128	
X = 28240	118 A	Paloheinä 2	kuusimetsä		Hm	00...05	0,025	1,00	4,49	0,21	21,4	1,21	67,4	0,47	0,500	0,47	0,413	1,55
Y = 46845	118 B				Si	05...45	0,025	1,00	4,46	0,21	17,7	1,11	143,8	0,67	1,067	0,267	0,267	6,22
X = 28890	119 A	Hakuninmaa	mäntymetsä		Hm	00...07	0,025	1,00	1,88	0,22	14,0	1,11	28,9	1,96	0,500	1,00	0,311	6,22
Y = 60010	120 A	Torpparinmäki 2	heinikko	joen rannassa	Si	00...10	0,025	1,00	4,80	0,87	22,7	0,85	105,6	0,92	0,500	0,48	0,478	1,33
X = 28875	121 A	Tapaninkylä	lehtimetsä	heinikko	Hm	00...02	0,025	1,00	4,75	0,56	25,6	2,00	114,6	0,78	1,035	0,40	0,359	2,65
Y = 52470	121 B				hmSa	02...42	0,025	1,00	6,26	0,26	23,8	2,00	186,7	1,10	1,256	0,373	0,373	1,96
X = 30500	122 A	Puistola 2	mänty-sekam.		hkHm	00...05	0,025	1,00	3,67	1,78	19,8	1,01	47,4	1,10	0,500	1,00	0,289	1,96
Y = 50030	122 B				Hk	05...45	0,025	1,00	2,06	1,78	19,7	1,01	42,9	1,10	0,500	1,00	0,147	
X = 27800	123 A	Tattarisuo	koivu-räme	ojitettu suo	mmTv	00...10	0,025	1,00	2,77	5,51	17,6	1,10	35,7	4,17	0,500	1,00	0,580	11,20
Y = 55650	123 B				Tv	10...50	0,025	1,00	0,50	5,51	16,1	1,43	8,6	12,40	0,500	0,500	0,545	10,90
X = 24825	124 A	Myllypuro / Kehä	mäntyä, heinää		Hm	00...04	0,025	1,00	4,67	2,53	25,4	1,43	145,5	2,35	0,500	2,19	0,050	
Y = 56870	124 B				Hk	04...44	0,025	1,00	1,99	2,53	17,8	0,87	11,7	2,36	0,500	1,00	0,050	
X = 21715	125 A	Stromsinlahdenp.	sekametsä		Hm	00...04	0,025	1,00	3,78	0,81	18,1	0,87	40,9	2,36	0,500	1,00	0,273	2,09
Y = 56680	125 B				Hk	14...44	0,025	1,00	4,68	1,14	20,9	1,00	17,4	2,81	0,500	1,00	0,131	
X = 23745	126 A	Nimisaari	koivu-sekam.		Hm	00...10	0,025	1,00	3,30	1,43	19,7	1,00	52,4	2,81	1,848	3,09	0,665	13,31
Y = 62100	126 B				hkMr	10...50	0,025	1,00	2,30	1,43	19,7	1,00	18,0	3,28	0,500	0,050	0,050	
X = 24775	127 A	Latokartano 2	koivua, heinää		Hm	00...10	0,025	1,00	13,96	0,86	40,0	2,29	162,0	3,28	0,500	1,00	0,664	4,23
Y = 55060	127 B				Hk	10...50	0,025	1,00	2,86	0,86	17,5	1,01	49,4	4,31	0,500	1,00	0,157	
X = 18585	128 A	Hylkysaari	kalliomännikkö	pihlajaa, heinää	Hm	00...12	0,025	1,00	7,76	0,71	17,3	1,01	86,2	4,31	0,500	1,00	0,454	9,08
Y = 52060	128 B				kihMlr	12...52	0,025	1,00	3,12	0,71	17,1	1,01	20,0	4,31	0,500	1,00	0,050	
Pitoisuusarvot alle määritysrajan on ilmoitettu arvona 0,5 x määritysraja																		
				KESKIAARVO		A	0,025	1,00	4,72	1,23	22,0	1,21	68,5	2,77	0,610	1,11	0,444	5,48
						B	0,025		3,02		19,2		53,3		0,655		0,151	
				MEDIAANI		A	0,025	1,00	4,04	0,87	18,3	1,10	47,4	1,96	0,500	1,00	0,413	4,23
						B	0,025		2,30		17,7		18,0		0,500		0,050	
				PIENIN		A	0,025	1,00	1,88	0,21	14,0	0,85	5,3	0,47	0,500	0,40	0,136	1,33
						B	0,025		0,50		11,6		8,0		0,500		0,050	
				SUURIN		A	0,025	1,00	13,96	5,51	47,4	2,29	162,0	12,40	1,546	3,09	0,990	13,31
						B	0,025		6,26		26,6		186,7		1,256		0,373	
				LUKUMAARÄ		A	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
						B	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15



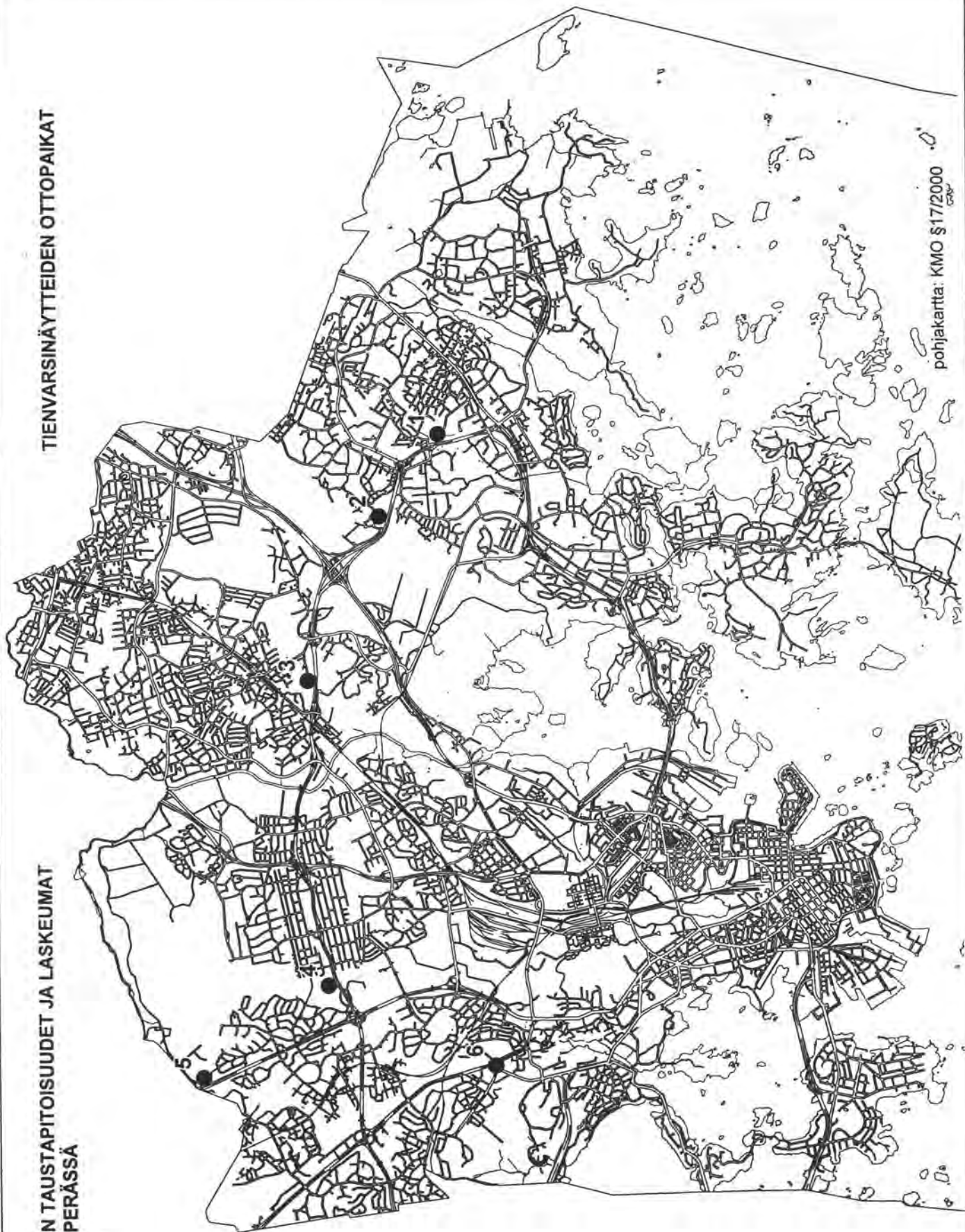




PINTAHUMUSMAAN PCB-PITOISUUKSIA HELSINGISSÄ Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Antti Salla 2000							
NUMERO	NIMI	YMPÄRISTÖ	HUOM.	M.LAJI	KERROS cm	kok. PCB mg/kg	vuosi
001 A	Katrin Valan puisto	rakennettu puisto		Mm	00...10	0,032	1999
002 A	Lilsanpuistikko	rakennettu puisto		saMn	00...30	0,030	1999
003 A	Kaivopuisto	rakennettu puisto		saHm	00...08	0,028	1999
004 A	Ursininkallio	rakennettu puisto		Hm	00...15	0,217	1999
005 A	Sinebrychoffin p.	rakennettu puisto		hkHm	00...15	0,031	1999
006 A	Kaisaniemen puisto	rakennettu puisto		Hm	00...09	0,028	1999
007 A	Hesperian puisto	rakennettu puisto		Mm	00...40	0,028	1999
008 A	Hietakannas	rakennettu puisto		hkHm	00...05	0,028	1999
010 A	Kotkavuori	heinikko		Hm	00...05	0,031	1999
011 A	Veijarivuoren puisto	koivikko, heinää		Hm	00...05	0,100	2000
013 A	Alppipuisto	nuori männikkö	täyttää?	Hm	00...02	0,029	1999
015 A	Meilahti	havu-sekametsä		Hm	00...15	0,042	1999
017 A	Lehtisaari	koivu-sekametsä		Hm	00...08	0,130	2000
018 A	Lankiniemi	vanha kuusimetsä		Hm	00...10	0,153	1999
019 A	Pikkukoski	sekametsä		Hm	00...09	0,096	2000
021 A	Pitäkoski	vanha havu-sekam.		Hm	00...05	0,069	2000
022 A	Mustikkamäki	Kalliomäki	kaivantoja	Hm	00...05	0,089	1999
023 A	Sopulitie	vanha kuusimetsä		Hm	00...06	0,233	1999
024 A	Lammasaari	lehtimetsä, heinää		Hm	00...12	0,029	1999
025 A	Agroksenmäki	lehtimetsä, heinää	roskaa	Hm	00...14	0,026	1999
025 B				Hk	14...54	0,025	1999
026 A	Arabia	lehtimetsä, heinää	roskaa	Hm	00...15	0,029	1999
027 A	Pornaistenniemi	lehtimetsä	lasia	Hm	00...10	0,029	1999
027 B				kiHk	10...50	0,026	1999
028 A	Kumpulan kartano	lehtimetsä, heinää	lasia ym.	Hm	00...17	0,030	1999
028 B				Hk	17...57	0,026	1999
029 A	Alppiharju	lehtipuita, heinää		mmHm	00...10	0,033	1999
031 A	Louhenpuisto	lehti-sekametsä		Hm	00...15	0,036	1999
031 B				kiHk	15...55	0,035	1999
032 A	Maununneva	vanha kuusimetsä		Hm	00...12	0,052	2000
033 A	Ruskeasuo	mänty-sekametsä	roskia	Hm	00...15	0,580	2000
035 A	Pajamäki	sekametsä		Hm	00...15	0,085	2000
037 A	Maunulanpuisto 1	vanha kuusimetsä		Hm	00...14	0,036	1999
040 A	Hiidenkivenpuisto	mäntymetsä		Hm	00...05	0,104	1999
041 A	Kakshuhanpuisto	sekametsä		Hm	00...10	0,083	1999
043 A	Malminkartano	mänty-sekametsä	roskia	Hm	00...07	0,000	2000
050 A	Oulunkylä	havu-sekametsä		Hm	00...10	0,130	2000
055 A	Torpparinmäki	koivumetsä	ent. pelto	Mm	00...12	0,200	2000
060 A	Siltamäki 1	lehtimetsä	hiekkak.	Hm	00...18	0,031	2000
062 A	Suutarila	koivikko, heinää	ent. pelto	siMn	00...09	0,044	2000
066 A	Puistola	vanha kuusimetsä		Hm	00...13	0,110	2000
068 A	Tapulikaupunki	sekametsä		Hm	00...09	1,500	1999
069 A	Heikinlaakso	havumetsä		Hm	00...13	0,018	1999
072 A	Pihlajamäki	vanha sekametsä		Hm	00...05	0,064	1999
077 A	Kivikko	sekametsä		Hm	00...05	0,110	2000
083 A	Myllypuron urh.p.	vanha sekametsä		Hm	00...06	0,048	2000
086 A	Mustikkamaa	haapa-sekametsä	lasia ym.	Hm	00...06	0,073	1999
087 A	Kulosaari	mänty-sekametsä		Hm	00...21	0,215	1999
088 A	Asentajanpuisto	lehti-sekametsä		Hm	00...07	0,244	1999
090 A	Ystävyydenpuisto	koivu-sekametsä		Hm	00...07	0,080	2000
097 A	Koirasaarentie	mäntymetsä		Hm	00...09	0,012	1999
100 A	Tonttūvuori	koivu-sekametsä		Hm	00...05	0,110	2000
102 A	Ramsinniemi	havumetsä		Hm	00...05	0,130	2000
105 A	Vuosaaren keskusp.	havu-sekametsä		Hm	00...07	0,557	1999
109 A	Leppäniemi	nuori sekametsä		Hm	00...07	0,120	2000
112 A	Porvannihti	vanha kuusi-sekam.		Hm	00...08	0,039	2000

TIENVAR SINÄYTTTEIDEN OTTOPAIKAT

HAITTA-AINEIDEN TAUSTAPITOISUUDET JA LASKEUMAT  
HELSINGIN MAAPERÄSSÄ  
Antti Salla 2000

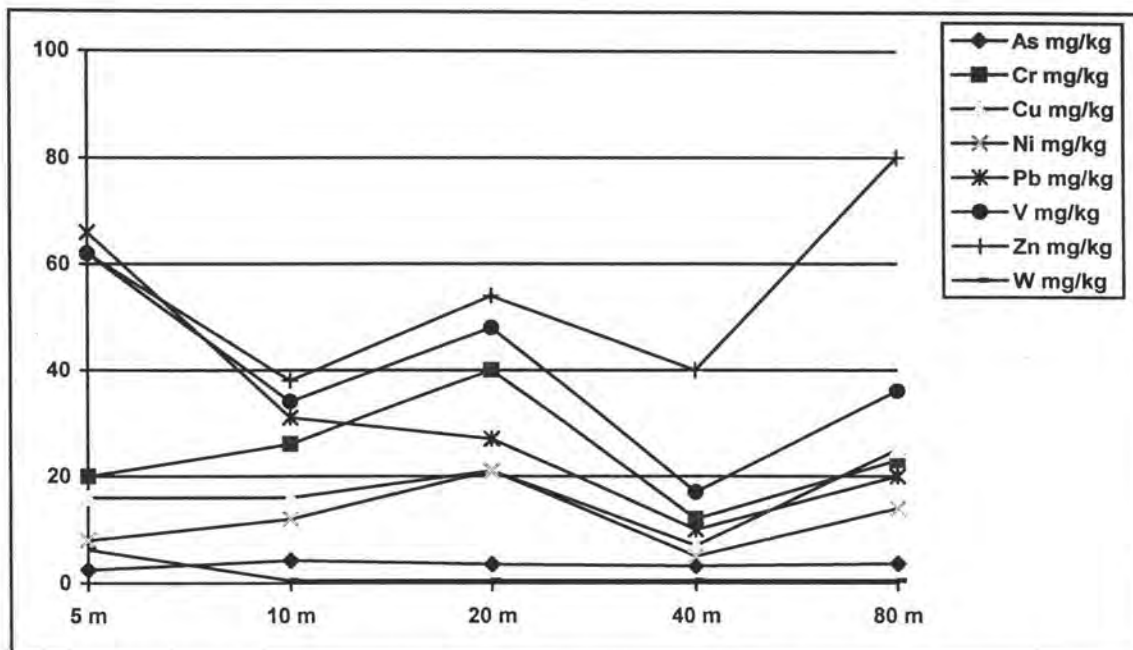


pohjakartta: KMO S17/2000  
GDA

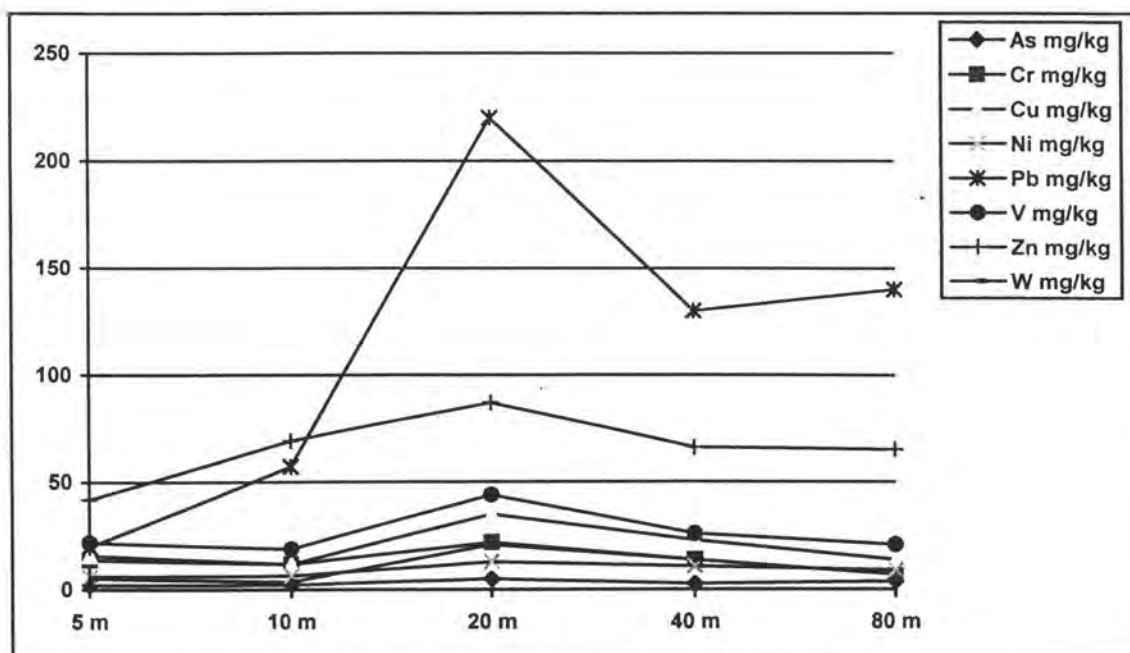
MAAN PINTAKERROKSEN HAITTA-AINEPITOISUUKSIA VILKKAASTI LIKENNÖITYJEN TEIDEN VARSILLA 5 - 80 m REUNAVIVASTA Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Antti Salla, 2000 Syövyys 0 ... 6 cm ohjearvon ylitykset lihavoitu																				
KOHDE	eläisyys reunav. m	a	m.laji	maasto										semikvantitit, määräys					PCB mg/kg	PAH mg/kg
				As mg/kg	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Sb mg/kg	Sn mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	Pd mg/kg	Pt mg/kg		
Kehä 1 Myllypyrö itään	A	5	a	2,5	64	0,25	3,6	20	16	0,5	8,0	66	0,5	0,5	62	0,5	0,5	0,5	6,2	
	B	10	a	4,2	81	0,25	4,8	26	16	0,5	12,0	31	0,5	0,5	34	0,5	0,5	0,5	3,8	
	C	20	Hm	3,5	160	0,25	8,2	40	21	0,5	21,0	27	0,5	0,5	48	0,5	0,5	0,5	5,4	
	D	40	hmHk	3,2	31	0,25	2,1	12	7	0,5	5,3	10	0,5	0,5	17	0,5	0,5	0,5	4,0	
	E	80	a	3,6	0,40	0,40	4,6	23	25	25	14,0	20	0,5	0,5	36	0,5	0,5	0,5	8,0	
Kehä 1 Kurkimäki korilliseen	A	5	a	2,1	31	0,25	2,9	14	16	0,5	6,2	20	0,5	0,5	22	0,5	0,5	0,5	5,3	
	B	10	(a)	2,2	30	0,25	2,8	12	12	0,5	6,4	57	0,5	0,5	19	0,5	0,5	0,5	3,6	
	C	20	Hm	5,0	68	0,25	3,3	22	35	2,0	13,0	220	1,8	2,8	44	0,5	0,5	0,5	21,0	
	D	40	Hm	2,7	41	0,25	2,1	14	23	1,3	11,0	130	0,5	0,5	26	0,5	0,5	0,5	14,0	
	E	80	Hm	3,8	0,35	0,35	1,5	7	14	14	9,2	140	0,5	0,5	21	0,5	0,5	0,5	6,5	
Kehä 1 Malmi pohjoiseen	A	5	a	1,9	52	0,25	4,9	25	27	1,1	8,6	63	1,2	2,9	31	0,5	0,5	0,5	19,0	
	B	10	a	3,8	120	0,25	4,4	38	25	0,5	13,0	76	0,5	0,5	46	0,5	0,5	0,5	6,5	
	C	20	(a)	3,9	110	0,25	4,5	36	24	0,5	13,0	58	1,0	3,1	45	0,5	0,5	0,5	6,9	
	D	40	hmHk	2,4	42	0,25	3,0	16	11	0,5	7,5	19	0,5	1,1	23	0,5	0,5	0,5	3,5	
	E	80	Hm	7,7	0,23	0,23	7,2	45	41	41	20,0	55	0,5	0,5	51	0,5	0,5	0,5	7,8	
Kehä 1 Länsi- Pakila pohjoiseen	A	5	a	2,8	66	0,25	5,3	24	29	0,5	9,4	24	0,5	1,8	37	0,5	0,5	0,5	1,7	
	B	10	a	3,4	89	0,25	7,3	28	17	0,5	12,0	42	0,5	2,0	38	0,5	0,5	0,5	7,4	
	C	20	hmHm	2,7	58	0,25	4,8	21	9	0,5	8,4	23	0,5	1,2	30	0,5	0,5	0,5	5,7	
	D	40	Hm	3,6	57	0,25	2,0	12	21	1,3	12,0	150	2,2	3,3	29	0,5	0,5	0,5	15,0	
	E	80	Hm	4,1	0,38	0,38	1,9	9	16	16	11,0	130	0,5	0,5	31	0,5	0,5	0,5	4,1	
Hämeenlin- nanväylä Hakunimaa itään	A	5	a	2,9	78	0,87	4,6	32	34	0,5	13,0	130	1,2	3,6	32	0,5	0,5	0,5	27,0	
	B	10	(a)	2,5	71	0,25	4,7	25	14	0,5	11,0	34	0,5	1,5	34	0,5	0,5	0,5	2,7	
	C	20	a	2,5	98	0,25	5,1	27	14	0,5	12,0	25	0,5	2,2	37	0,5	0,5	0,5	4,7	
	D	40	hmHk	1,9	32	0,25	2,4	13	9	0,5	6,8	17	0,5	0,5	18	0,5	0,5	0,5	2,8	
	E	80	Hm	3,7	0,44	0,44	1,8	9	19	19	9,7	110	0,5	0,5	29	0,5	0,5	0,5	11,0	
Haagan liik.ympyrä kaakkoon	A	5	a	2,3	38	0,25	3,0	11	12	0,5	7,3	60	0,6	1,1	20	0,5	0,5	0,5	9,7	
	B	10	(a)	2,5	70	0,58	3,8	14	28	0,5	11,0	250	2,0	2,2	29	0,5	0,5	0,5	20,0	
	C	20	Hm	3,4	69	0,72	2,9	15	30	0,5	14,0	360	3,3	5,1	41	0,5	0,5	0,5	37,0	
	D	40	Hm	4,2	64	0,71	2,5	16	36	0,5	17,0	420	2,7	4,2	51	0,5	0,5	0,5	33,0	
KESKJARVOT	A	5		2,4	55	0,35	4,1	21	22	0,6	9,4	61	0,7	1,7	34	0,5	0,5	0,5	11,5	
	B	10		3,1	77	0,31	4,6	24	19	0,5	10,9	82	0,8	1,2	33	0,5	0,5	0,5	4,6	
	C	20		3,5	94	0,33	4,8	27	22	0,8	13,6	119	1,3	2,5	41	0,5	0,5	0,5	10,0	
	D	40		3,0	45	0,33	2,4	14	18	0,8	9,9	124	1,2	1,7	27	0,5	0,5	0,5	10,6	
	E	80		4,6	0,36	0,36	3,4	19	23	23	12,8	91	0,5	0,5	34	0,5	0,5	0,5	7,5	
MEDIJANIT	A	5		2,4	58	0,3	4,1	22	22	0,5	8,3	62	0,5	1,5	32	0,5	0,5	0,5	8,0	
	B	10		3,0	76	0,3	4,6	26	17	0,5	11,5	50	0,5	1,0	34	0,5	0,5	0,5	6,7	
	C	20		3,5	84	0,3	4,7	25	23	0,5	13,0	43	0,8	2,5	43	0,5	0,5	0,5	6,3	
	D	40		3,0	42	0,3	2,3	14	16	0,5	9,3	75	0,5	0,8	25	0,5	0,5	0,5	5,3	
	E	80		3,8	0,38	0,38	1,9	9	19	19	11,0	110	0,5	0,5	31	0,5	0,5	0,5	7,8	

Määritysraja pienemmät arvot on ilmoitettu arvona 0,5 x määritysraja (Cd, Mo, Sb, Sn, Pd, Pt, Rh, W)

ALKUAINEIDEN PITOISUUKSIA TEIDEN LÄHIMAASTON PINTAMAASSA (0...6 cm)  
5, 10, 20, 40 JA 80 METRIN ETÄISYYDELLÄ TIEN REUNAVIIVASTA  
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Antti Salla 2000

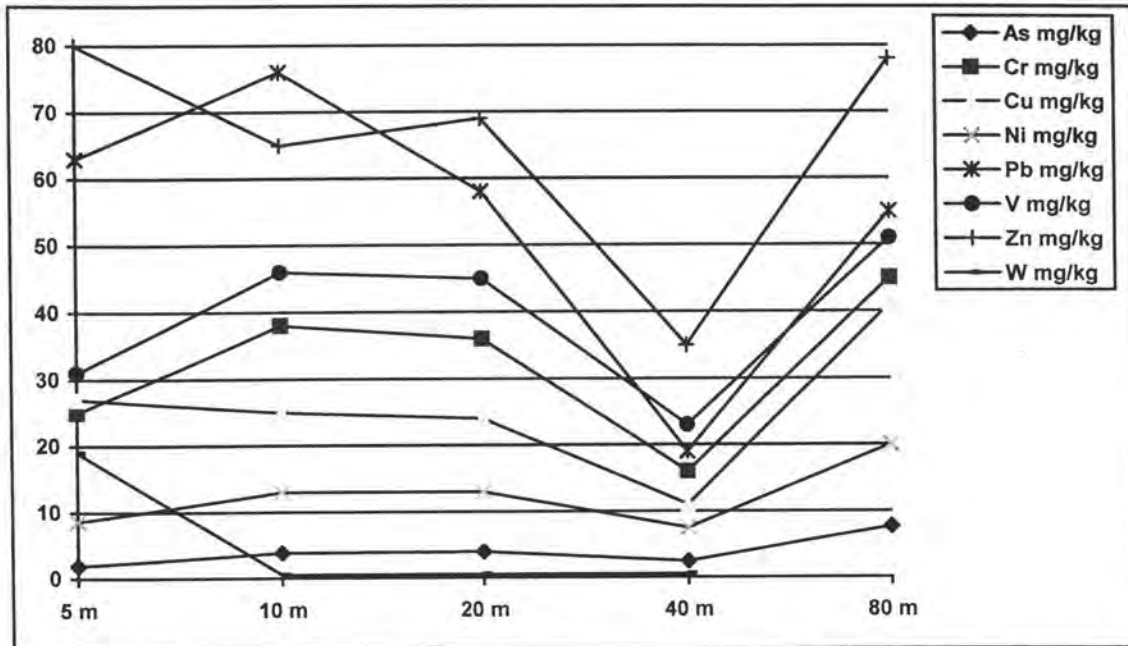


1. Kehä 1, Myllypuro. Vaaka-akselilla etäisyys reunaviivasta, pystyakselilla pitoisuus (mg/kg).

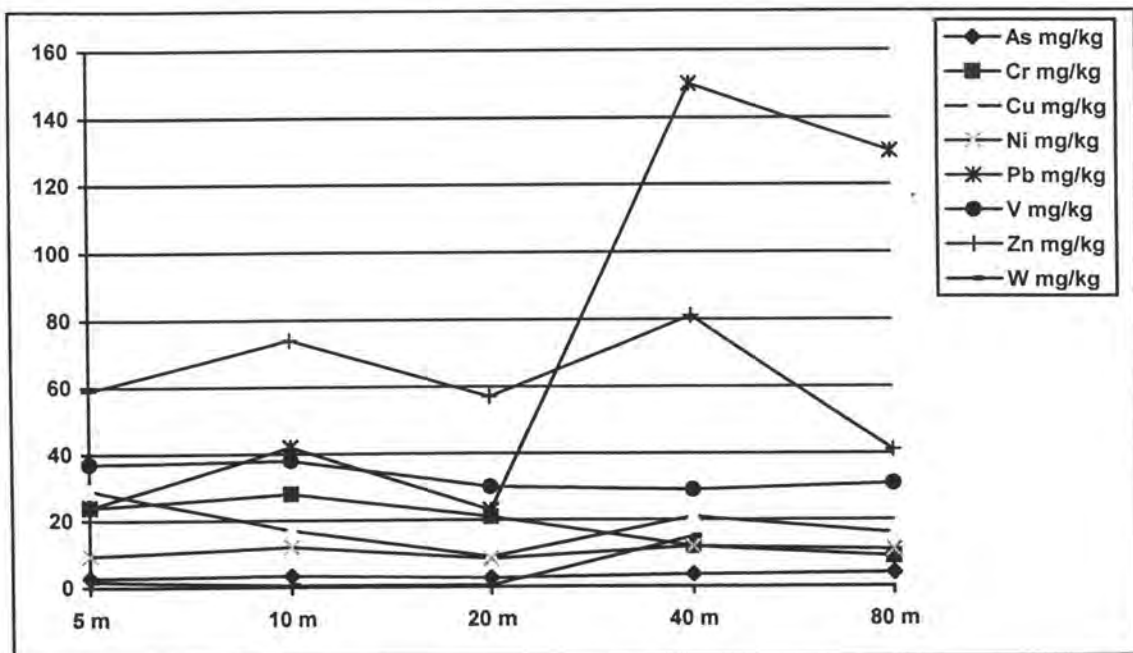


2. Kehä 1, Kurkimäki. Vaaka-akselilla etäisyys reunaviivasta, pystyakselilla pitoisuus (mg/kg).

ALKUAINEIDEN PITOISUUKSIA TEIDEN LÄHIMAASTON PINTAMAASSA (0...6 cm)  
5, 10, 20, 40 JA 80 METRIN ETÄISYYDELLÄ TIEN REUNAVIIVASTA  
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Antti Salla 2000

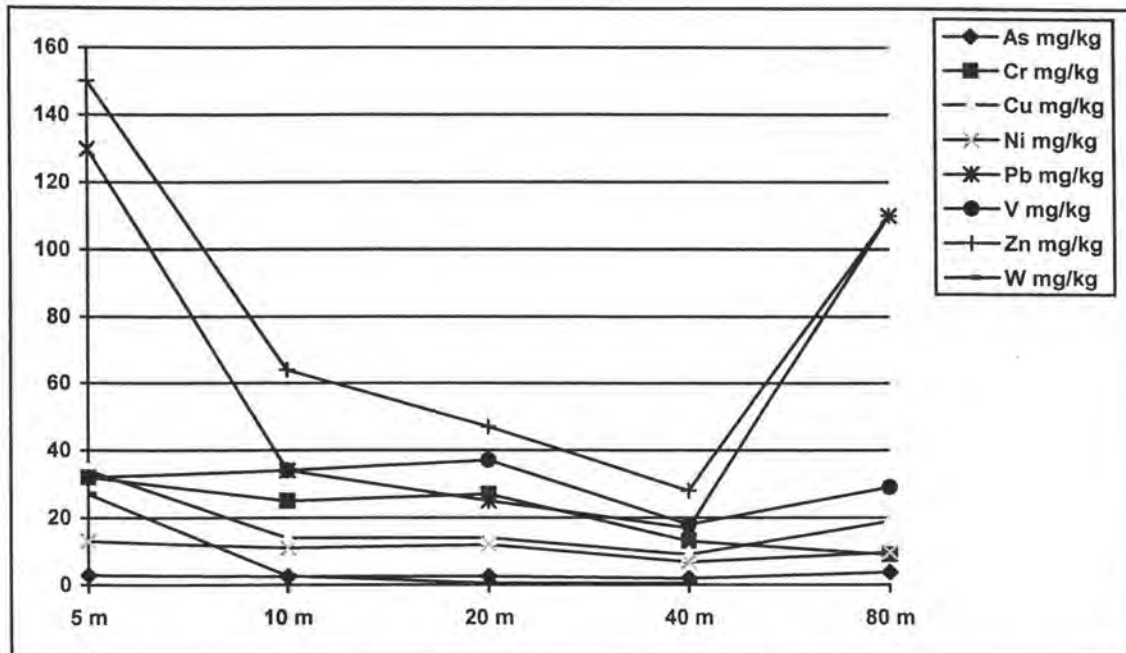


3. Kehä 1, Malmi. Vaaka-akselilla etäisyys reunaviivasta, pystyakselilla pitoisuus (mg/kg).

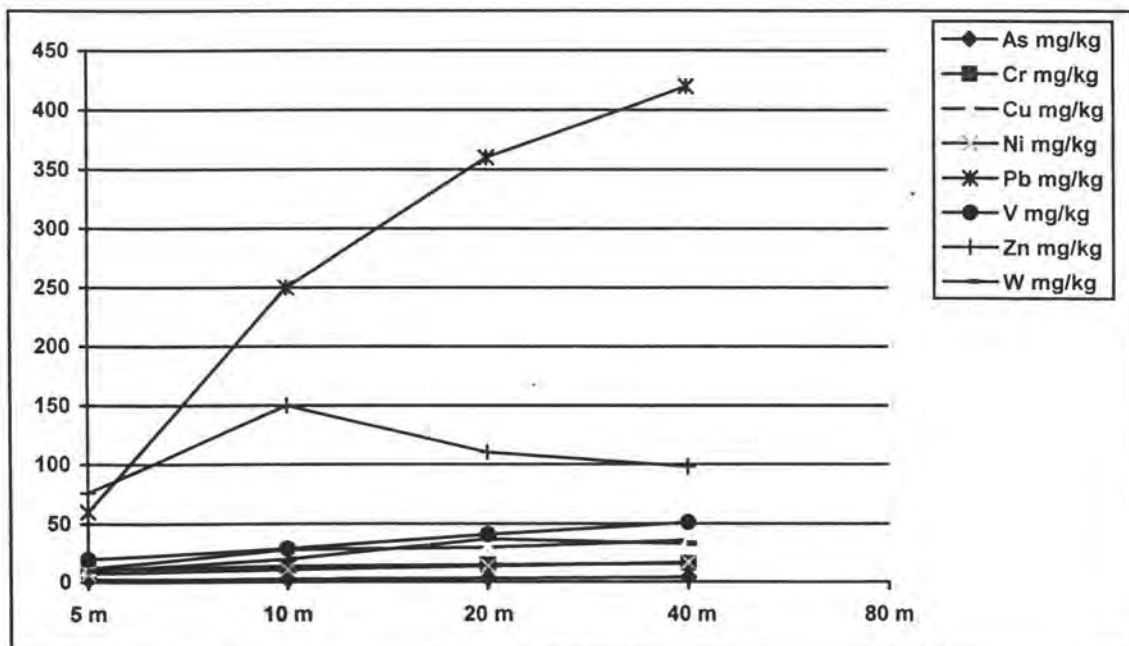


4. Kehä 1, Pakila. Vaaka-akselilla etäisyys reunaviivasta, pystyakselilla pitoisuus (mg/kg).

ALKUAINEIDEN PITOISUUKSIA TEIDEN LÄHIMAASTON PINTAMAASSA (0...6 cm)  
5, 10, 20, 40 JA 80 METRIN ETÄISYYDELLÄ TIEN REUNAVIIVASTA  
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Antti Salla 2000



5. Hämeenlinnanväylä, Hakuninmaa. Vaaka-akselilla etäisyys reunaviivasta, pystyakselilla pitoisuus (mg/kg).



6. Haagan liikenneympyrä. Vaaka-akselilla etäisyys reunaviivasta, pystyakselilla pitoisuus (mg/kg).

PESTISIDIEN NÄYTEENOTTOPISTEET  
1 - 6

HAITTA-AINEIDEN TAUSTAPITOISUUDET JA ILMALASKEUMAT  
HELSINGIN MAAPERÄSSÄ  
Antti Salla 2000

pohjakartta: SeutuCD100



---

## HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA 1999

1. **Helsingin kaupungin ympäristönsuojelun tavoite- ja toimenpideohjelma 1994 - 1998. Seurantaraportti 1998.** Camilla v. Bonsdorff, Pirkko Pulkkinen, Rauno Tolonen, Mona Arnold, Hannu Arovaara, Eeva Pitkänen, Markku Viinikka, Ilkka Viitasalo, Seija Malinen, Kaisa Pajanen, Kari Silfverberg ja Sari Kettunen
2. **Helsingin seudun merialueen tarkkailu automaattisin ja perinteisin menetelmin vuonna 1998.** Katja Pellikka ja Hilikka Viljamaa
3. **Toimintasuunnitelma akuuttien katupölyhaittojen torjumiseksi.** Rauno Tolonen, Timo Paavilainen ja Mona Arnold
4. **Vuoden 1999 tutkimusohjelma.** Irene Rissanen (toim.)
5. **Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1998.** Lauri Pesonen (toim.)
6. **Grillaukseen käytettävien makkaroiden koostumus ja laatu.** Ingrid Aminoff, Antti Pönkä, Aimo Kuhmonen, Pirjo Tikkanen ja Seppo Ahonen
7. **Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuohjeet.** Irene Rissanen
8. **Opas ympäristötilinpäätöksestä hallintokunnille.** Janne Rönkkö
9. **Boreaaliset metsäluhdut ja puustoiset suot Mustavuoren - Porvarinlahden - Labbackan - Kasabergetin alueella. Lausunto.** Arto Kurto ja Leena Helynranta
10. **Pakattujen mehujen A-, C- ja E-vitamiinipitoisuudet.** Timo Vartiala ja Pirjo Tikkanen

## HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA 2000

1. **Operational Plan for the Prevention of Acute Street Dust Problems. (Translation of Paper 3/99).** Rauno Tolonen, Timo Paavilainen and Mona Arnold
2. **Östersundomin lintulahtien kasvillisuuskartoitus.** Jarmo Honkanen
3. **Östersundomin lintulahtien kasvillisuuskartoitus. Pysyvät seuranta-alat.** Jarmo Honkanen
4. **Vuoden 2000 tutkimusohjelma.** Irene Rissanen (toim.)
5. **Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1999.** Lauri Pesonen (toim.)
- 6.
7. **Luonnonsuojelulain suojellut luontotyytit Helsingissä.** Tuija Ahonen ja Kati Markkanen
8. **Torjunta-ainejäämien tutkimukset ympäristölaboratoriossa vuosina 1992-1999.** Pirjo Tikkanen
9. **Bengtsårin niittykasvillisuuden seuranta 1989-2000 sekä villiintyneen puutarhan kasvilajisto kesällä 2000.** Laura Hiltunen
10. **Alg@line -projektin interkalibrointien tulokset vuonna 2000. Yhteenveto.** Katja Pellikka
11. **Metyyli-t-butyylieetteri (MTBE) Helsingin vesissä.** Terhi Piilo ja Antti Salla
12. **Haitta-aineiden taustapitoisuudet ja laskeumat Helsingin maaperässä.** Antti Salla