



Helsingin kaupungin

Ympäristökeskuksen julkaisuja

5/93



Maaperähygieeniset
tutkimukset
Helsingissä



Kannen valokuva: Tero Pajukallio

Tämä julkaisu on painettu sataprosenttiselle uusiopaperille.

Katarina Leminen, Eeva Pitkänen, Erja Puntti ja Pertti Fors

Maaperähygieeniset tutkimukset Helsingissä

Yhteenveto Helsingissä tehdyistä maaperän saastumista koskevista tutkimuksista

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO	1
SAMMANDRAG	3
JOHDANTO	5
KÄYTETTY AINEISTO	6
KATSAUS MAAPERÄN SAASTUNEISUUTTA KUVAAVIIN RAJA-ARVOIHIN	6
MAAPERÄN SAASTUNEISUUTTA KUVAAVAT TEKIJÄT	8
Epäorgaaniset aineet	8
Orgaaniset aineet	10
Muut tekijät	11
TUTKITUT ALUEET	14
Jätteiden käsittelyalueet	14
Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen kuonan- kaatopaikka	14
Iso-Huopalahden kaatopaikka	24
Vuosaaren kaatopaikka	33
Talin jätevedenpuhdistamo	37
Ampumaradat	45
Viikinmäen ampumarata	45
Malmin ampumarata	57
Teollisuus- ja varastoalueet	69
Herttoniemen satama-alue	69
Hiidenkiven teollisuusalue, Tapanila	76
Pikku-Huopalahden täyttö-, teollisuus- ja varastoalue	80
Ruoholahden teollisuus- ja varastoalue	85

Sasekan teollisuusalue, Vuosaari	89
Veräjämäen keskusvarastoalue	93
Yksittäiset tutkimukset	98
Helsingin maaperän saastumista koskeva tutkimus	98
Helsingin huoltoasemien maaperäselvitys	100
Vuosaaren maantäyttöalue	102
Viljelymaat	103
TULEVAT TUTKIMUSTARPEET	105
Tutkittujen alueiden jälkiseuranta	105
Tulevat tutkimukset	108
KIRJALLISUUSLUETTELO	108
TUTKIMUSALUEKOHTAINEN KIRJALLISUUSLUETTELO	118
LIITTEET	

YHTEENVETO

Helsingissä on tehty maaperähygieenisia tutkimuksia viljelymailla sekä alueilla, joilla maaperän on epäilty saastuneen. Tähän raporttiin on koottu Helsingissä eri alueilla tehdyt maaperähygieeniset tutkimukset ja lisäksi on selvitetty lyhyesti tulevia tutkimustarpeita.

Suomessa käytössä olleet vesi- ja ympäristöhallituksen antamat maan saastuneisuutta kuvaavat ohjearvoluonnokset ovat perustuneet hollantilaisiin raja-arvoihin. Näitä arvoja ollaan parhaillaan muuttamassa sekä Suomessa että Hollannissa. Ohjearvot tiukentuvat selvästi ja niitä annetaan entistä useammille aineille. Suomessa käyttöön tulevat eri tyyppisen maankäytön sallivat ohjearvot ja kunnostustoimia edellyttävät ohjearvot. Suomessa todennäköisesti käyttöön tulevien ohjearvojen perustana on käytetty hollantilaisten raja-arvojen lisäksi saksalaisia, italialaisia ja kanadalaisia pitoisuusrajoja.

Saastuneiksi epäillyillä alueilla Helsingissä on aikaisemmin ollut kaatopaikkoja, jätevedenpuhdistamoita, jätteenpolttolaitos, ampumaratoja sekä teollisuus-, satama- ja varastotoimintaa.

Maaperän laadun selvittämiseksi tutkimuksia varten alueilta on otettu tarpeen mukaan maaperä-, pohja- ja pintavesi- sekä huokosilmanäytteitä. Tavallisimmat haitalliset aineet Helsingin maaperässä ovat olleet raskasmetallit ja öljy. Tutkituille alueille on annettu tulosten perusteella kunnostusohjeita.

Aikaisemmin Helsingin jätteet on pääasiassa käsitelty Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksella sekä Vuosaaren ja Iso-Huopalahden kaatopaikoilla. Myös pienempiä kaatopaikkoja on aiemmin ollut eri puolilla Helsinkiä. Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen toiminta lopetettiin vuonna 1983. Iso-Huopalahden kaatopaikka suljettiin vuonna 1979 ja Vuosaaren kaatopaikka vuonna 1988. Näistä jätteenkäsittelyalueista eniten on tutkittu polttolaitoksen kuonakasaa, joka on sijoitettu Kyläsaareen. Iso-Huopalahden kaatopaikan ympäristövaikutuksista on tehty tutkimus. Molempien kaatopaikka-alueiden pohja-, pinta- ja suotovesiä tarkkaillaan jatkuvasti. Näiden alueiden tuleva käyttötarkoitus on virkistys.

Talin jätevedenpuhdistamoalue on jo osittain rakennettu asuinkäyttöön. Ennen rakentamista alueen maaperää tutkittiin tarkoin. Alueelle annettiin tarkat ohjeet rakentamista varten, jotta maaperässä olevien haitallisten aineiden vaikutukset asumisterveyteen estetään.

Viikinmäen ja Malmin ampumarata-alueita on tutkittu kunnostustöitä varten. Alueilla on runsaasti hauleja ja luoteja, joiden vuoksi alueen maaperä on mm. lyijyn saastuttamaa. Näitä alueita suunnitellaan muutettavaksi tulevaisuudessa asumis- ja virkistyskäyttöön.

Teollisuus- ja varastoalueiden maaperistä on tutkittu Herttoniemen öljysatama-alueita, Pikku-Huopalahden varasto- ja täyttöaluetta, Ruoholahden varastoaluetta, Vuosaaren ja Sasekan teollisuusaluetta sekä Veräjämäen varikkoaluetta. Näiden alueiden maaperästä on löytynyt usein öljyä ja raskasmetalleja. Pikku-Huopalahden ja Ruoholahden alueille on kunnostuksen jälkeen rakennettu asuntoja ja muille alueille rakennetaan lähiaikoina.

Useiden huoltamoiden ja niiden lähiympäristön maaperää on tutkittu mahdollisen tulevan tutkimustarpeen selvittämiseksi. Myös joidenkin yksittäisten alueiden maaperätutkimuksia on tehty.

Viljelymaiden raskasmetallipitoisuuksia on seurattu vuodesta 1980 lähtien. Maaperänäytteitä on otettu tutkimuksia varten Helsingin eri osista siirtolapuutarhoista, viljelypalstoilta ja kaupungin viljelymailta. Tutkimuspisteitä on ollut eri etäisyyksillä liikenneväylistä.

Tulevaisuudessa useiden Helsingin saastuneiksi epäiltyjen alueiden käyttötarkoitus muuttuu asumiseen tai virkistykseen. Tällöin näiden alueiden maaperähygieeniset tutkimukset tulevat ajankohtaisiksi.

SAMMANDRAG

I Helsingfors har jorden undersökts inom odlingsmarker och inom områden där man misstänker att marken är förorenad. Denna rapport redogör för de markundersökningar som gjorts på olika håll i Helsingfors samt innehåller en kort redogörelse för kommande undersökningsbehov.

De riktvärden som vatten- och miljöstyrelsen utfärdat för markföroreningar i Finland baserar sig på holländska riktvärden. Såväl här som i Holland håller man på att utarbeta skärpta riktvärden och utsträcka dem att gälla allt fler ämnen. I vårt land kommer att tas i bruk dels riktvärden för halter som tillåter markanvändning av olika typ, dels riktvärden som förutsätter marksanering. Som underlag för de riktvärden som troligen kommer att gälla hos oss ligger riktvärden som tillämpas i Holland, Tyskland, Italien och Canada.

Inom de områden i Helsingfors där man misstänker att marken är förorenad har tidigare funnits avstjälningsplatser, avloppsreningsverk, en sopförbränningsanläggning, skjutbanor samt industrier och lager.

För att utreda markens beskaffenhet har man vid undersökningarna allt efter behov tagit mark-, grundvatten-, ytvatten- och porluftsprøver. De skadliga ämnen som oftast förekommer i marken i Helsingfors är tungmetaller och olja. På basis av resultaten har saneringsdirektiv utfärdats för de undersökta områdena.

Tidigare behandlades avfallet huvudsakligen vid Byholmens sopförbränningsanläggning samt på Nordsjö och Storhoplax avstjälningsplatser. Dessutom har det funnits mindre soptippar på olika håll i Helsingfors. Verksamheten vid Byholmens sopförbränningsanläggning upphörde år 1983. Storhoplax avstjälningsplats stängdes år 1979 och Nordsjö år 1988. Inom dessa avfallsbehandlingsområden är det slagghögen i Byholmen som undersökts mest. En undersökning har gjorts om de miljöeffekter Storhoplax avstjälningsplats gett upphov till. Prov tas fortlöpande på grundvattnet, ytvattnet och infiltrationsvattnet inom bägge avstjälningsplatserna. Områdena kommer i framtiden att användas för rekreation.

Det område där Tali avloppsreningsverk i tiden låg har delvis bebyggt med bostäder. Innan byggarbetena inleddes undersöktes marken noga. Stränga direktiv utfärdades för byggandet för att de skadliga ämnen som finns i marken inte skall påverka inomhusmiljön.

Viksbacka och Malms skjutbanceller har undersökts med tanke på sanering. Eftersom skjutverk samheten efterlämnat stora mängder hagel och kulor är marken förorenad av bl.a. bly. Områdena är tänkta att i framtiden användas för boende och rekreation.

Av industri- och lagerområdena har Hertonäs oljehamn, Lillhoplax lager- och utfyllnadsområde, Gräsvikens lagerområde, Sasekas industriområde och Grindbacka depåområde undersökts. Olja och tungmetaller har ofta påträffats i marken inom dessa områden. I Lillhoplax och Gräsviken har redan byggts bostäder medan bostadsproduktionen inom de övriga områdena inleds i en nära framtid.

Likaså har man undersökt marken på och kring flera servicestationer för att klargöra ett eventuellt senare undersökningsbehov. Också enstaka andra områden har blivit föremål för markundersökningar.

Alltsedan år 1980 har man följt tungmetallhalterna i odlingsmark. Jordprover har tagits från koloniträdgårdar, odlingslotter och stadens odlingsmark. Avståndet från de olika provtagningsställena till trafikleder har växlat.

Många av de områden i Helsingfors som misstänks vara förorenade kommer i framtiden att bebyggas med bostadshus eller användas för rekreation. I det skedet blir det aktuellt med markundersökningar.

JOHDANTO

Helsingissä on monia alueita, joiden maaperä on voinut erilaisten toimintojen seurauksena likaantua. Näitä alueita ovat esimerkiksi jätteenkäsittelyalueet, teollisuus-, varasto- ja satama-alueet, varikot sekä ampumaradat. Maaperätutkimukset tulevat ajankohtaisiksi näillä alueilla silloin, kun niiden käyttötarkoitus muuttuu asumiseen tai virkistykseen. Tällöin selvitetään, aiheuttavatko maaperään mahdollisesti joutuneet vieraat aineet haittaa asumiselle tai virkistykselle sekä mitä kunnostustoimenpiteitä ja rakennustapaa koskevia määräyksiä alueelle tarvitaan mahdollisten haittojen estämiseksi.

Helsingissä on tutkittu useita saastuneeksi epäiltyjä maa-alueita. Tutkimuksilla on selvitetty alueiden käytön historiaa, maaperässä, pohjavesissä ja huokosilmassa olevien haitallisten aineiden laatua ja määrää, saastuneen alueen laajuutta sekä arvioitu mahdollisia kunnostustoimenpiteitä.

Tähän selvitykseen on koottu Helsingissä tehdyt maaperähygieeniset tutkimukset. Selvityksessä on esitelty eri alueilla Helsingissä tehdyt maaperähygieeniset tutkimukset, niiden mahdolliset jatkotutkimustarpeet sekä lyhyesti tulevat tutkimustarpeet alueilla, joiden käyttötarkoituksen tiedetään muuttuvan.

Selvityksen taustaksi on alussa esitelty tavallisimmat maaperän saastumista aiheuttavat epäpuhtaudet, niille annetut raja-arvot ja taustapitoisuudet. Lisäksi on esitelty vesi- ja ympäristöhallituksessa parhaillaan valmisteilla olevat maaperän saastumista kuvaavat ohjearvot.

KÄYTETTY AINEISTO

Selvitys perustuu Helsingin maaperähygieenisistä tutkimuksista tehtyihin raportteihin, selvityksiin ja asiakirjoihin. Kaikki alueella tehdyt tutkimukset on pyritty esittelemään.

Tutkimustuloksista on taulukkomuodossa esitetty näytemäärä, näytteenottosyvyys sekä eri yhdisteiden suurimmat ja pienimmät pitoisuudet. Vertailupitoisuuksina on esitetty maaperänäytteille tutkimuksessa määritetyt tausta-alueiden pitoisuudet tai Helsingin viljelymaiden pitoisuudet (1) sekä hollantilaiset maaperän kunnostustoimia edellyttävät pitoisuusraja-arvot (2). Pohjavesinäytteille on tausta-arvoina käytetty lääkintöhallituksen talousvedelle asettamien laatuvaatimusten ja tavoitteiden mukaisia raja- tai ohjearvoja (3).

KATSAUS MAAPERÄN SAASTUNEISUUTTA KUVAAVIIN OHJEARVOIHIN

Ympäristöministeriö asetti vuoden 1989 lopulla "Saastuneiden maa-alueiden selvitys ja kunnostus"-projektin (SAMASE). Projektin tehtävänä on selvittää maassamme olevat saastuneet maa-alueet sekä ehdottaa puhdistus- ja kunnostustoimenpiteitä. Projekti päättyi vuoden 1992 lopussa. (4)

SAMASE-projekti on määritellyt saastuneeksi maa-alueen, jonka haitallisen aineen tai tekijän pitoisuus ylittää huomattavasti kyseessä olevan alueen lähiympäristön luontaisen pitoisuuden ja aineen kokonaismäärä maaperässä on merkittävä tai saastuminen aiheuttaa alueen maankäytössä tai ympäristöolosuhteista johtuen merkittävää välitöntä tai välillistä vaaraa luonnolle, ympäristölle tai terveydelle. (5)

Tällä hetkellä Suomessa on yleisesti käytössä SAMASE-projektin antamat ensimmäiset suomalaiset raja-arvoluonnokset saastuneelle maalle, jotka perustuvat pääasiassa Hollannissa käytössä olleisiin ns. ABC-arvoihin. (4) Näistä A-arvo

vastaa taustapitoisuutta Hollannissa. B-arvon ylittävät pitoisuudet maassa edellyttävät jatkotutkimuksia ja C-arvon ylittävä pitoisuus edellyttää maaperän kunnostamista. (2)

SAMASE-projektissa on valmistumassa uudet maaperän saastumista ja kunnostamista koskevat ohjearvot. Tarkoituksena on ollut luoda kaksipuolainen järjestelmä, jossa merkittävää saastumista osoittavat ohjearvot olisivat samalla maankäyttörajoituksin varustettavan teollisuustontin korkeimmat sallitut pitoisuudet. Alempi ohjearyöryhmä ei asettaisi rajoituksia tulevallekaan maankäytölle. Ensisijainen lähde ohjearvoja määrittäessä on ollut hollantilainen tutkimustieto. Mikäli kyseistä haitta-aineen raja-arvoa ei ole mainittu kyseisissä lähteissä, on ohjearvojen perusteena käytetty saksalaisia sekä yksittäistapauksissa kanadalaisia ja italialaisia raja-arvoja. Ohjearvoja esitetään huomattavasti useammille haitta-aineille kuin aikaisemmassa luonnoksessa. (4, 5, 6)

SAMASE-projektissa ei ole katsottu mahdolliseksi esittää numeerisia vaatimuksia kunnostustyön lopputulokselle. Yleistavoitteena voisi olla raskasmetallien kohdalla luonnontilaisen maa-aineksen pitoisuus ja muiden yhdisteiden kohdalla ihmiselle vaarattomat pitoisuudet. Ulkomailta käytetään kunnostustyön tavoitteena verrattain paljon hollantilaisia ns. A-arvoja eli taustapitoisuuksia, jotka kuitenkin voivat olla varsin kaukana luonnontilaisen maan taustapitoisuuksista Suomessa. Luonnontilan tavoittelemisesta joudutaan kunnostustöissä käytännössä usein tinkimään, koska alueen ympäristöä ei voida pitää luonnontilaisena. Tavoitetaso joudutaan tällöin mitoittamaan ihmistoiminnan muuttaman ympäristön olemassa olevan tilan ja maa-alueen tulevan käyttötarkoituksen mukaan. (5)

MAAPERÄN SAASTUNEISUUTTA KUVAAVAT TEKIJÄT

Saastuneiksi epäillyiltä alueilta otetaan yleensä maaperä- ja pohjavesinäytteitä sekä yhä useammin myös huokosilmanäytteitä. Alueen toimintojen historian perusteella voidaan arvioida, mitä näytteitä alueelta tulee ottaa, mistä paikoista ja mitä aineita niistä kannattaa tutkia. Seuraavassa esitellään lyhyesti tavallisimmat likaantumista aiheuttavat epäpuhtaudet, niiden päästölähteet sekä niitä koskevat raja-arvot, mikäli niitä on.

Epäorgaaniset aineet

Arseeni (As) on ihmiselle myrkyllinen alkuaine. Sitä voi joutua ympäristöön esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden käytön seurauksena tai eräistä puunkyllästysaineista. Suomessa luonnonvesien arseenipitoisuus on yleensä korkeintaan 0,001 mg/l. Talousvesien suurin sallittu arseenipitoisuus on 0,05 mg/l (3). Hollantilainen maaperän kunnostustoimia edellyttävä raja-arvo on arseenille 50 mg/kg (2). Suomalaisen maaperän luontainen arseenipitoisuus on 2,6 mg/kg (7).

Elohopea (Hg) on myrkyllinen alkuaine, jota voi joutua ympäristöön esimerkiksi erilaisen teollisuuden päästöistä, torjunta-aineista ja kaatopaikoilta. Pohjaveden elohopeapitoisuus on Suomessa yleensä alle 0,0002 mg/l. Talousveden suurin sallittu elohopeapitoisuus on 0,001 mg/l. (3) Hollantilaisten raja-arvojen mukaan maaperän kunnostustoimet ovat tarpeellisia, jos elohopeapitoisuus ylittää 10 mg/kg (2).

Kadmium (Cd) on elimistöön kertyvä myrkyllinen raskasmetalli, jonka pitoisuus luonnontilaisissa vesissä on yleensä alle 0,001 mg/l (3). Kadmiumia joutuu ympäristöön esimerkiksi romuautoista, kaatopaikoilta, lannoitteista ja polttoaineiden käytöstä (8). Kadmiumin suurin sallittu pitoisuus talousvedessä on 0,005 mg/l (3) ja maaperän kunnostamista edellyttävä hollantilainen raja-arvo on 20 mg/kg (2).

Kromi (Cr) on kuusiarvoisena ionina ihmiselle myrkyllinen alkuaine (3). Kromiyhdisteitä joutuu ympäristöön esimerkiksi metalli-, nahka- ja kemikaaliteollisuudesta

sekä puunsuoja-aineista (8). Kromiyhdisteiden määrä luonnontilaisissa vesissä on yleensä alle 0,001 mg/l ja suurin sallittu pitoisuus talousvesissä on 0,05 mg/l. (3) Maaperän luontainen kromipitoisuus on Suomessa 60,5 mg/kg (7) ja hollantilainen kunnostustoimenpiteitä edellyttävä pitoisuus 800 mg/kg (2).

Lyijy (Pb) on elimistöön kertyvä myrkyllinen raskasmetalli. Sen pitoisuus pinta- ja pohjavesissä on ollut alle 0,0005 mg/l. Talousvesien suurin sallittu lyijypitoisuus on 0,05 mg/l. Maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo hollantilaisten raja-arvon mukaan on 600 mg/l. (3) Lyijyä joutuu ympäristöön esimerkiksi valimoista (8), liikenteestä, akuista ja ammuksista.

Nikkeli (Ni) on ihmiselle välttämätön hivenaine, jota joutuu ympäristöön esimerkiksi voimalaitosten tuhkakäätteistä. Juomaveden suhteellisen suurenkaan pitoisuuden ei ole havaittu aiheuttavan ihmiselle haittavaikutuksia. Nikkelin suositeltava enimmäispitoisuus 0,05 mg/l talousvedessä on annettu kokonaisaltistuksen rajoittamiseksi. (3 ja 10) Maaperän luontainen nikkelpitoisuus on 24,1 mg/kg (7) ja hollantilainen kunnostustoimia edellyttävä pitoisuus 500 mg/kg (2).

Kupari (Cu) on ihmiselle välttämätön hivenaine, mutta joillekin vesieliöille myrkyllinen (3 ja 9). Sitä joutuu ympäristöön esimerkiksi metalliteollisuudesta. Kuparin suositeltava enimmäispitoisuus talousvedessä on 0,3 mg/l. (3 ja 10) Suomalaisen maaperän luontainen kuparipitoisuus on 20,2 mg/kg (7). Kunnostustoimia pidetään tarpeellisina hollantilaisten raja-arvojen mukaan, mikäli maan kuparipitoisuus on 500 mg/kg (2).

Sinkki (Zn) on ihmiselle välttämätön alkuaine, jota ei pidetä myrkyllisenä. Se on kuitenkin vesieliöille myrkyllistä. Sinkkiä joutuu ympäristöön esimerkiksi metalliteollisuudesta, voimalaitosten jätteistä ja jätevesilietteistä. Talousveden suositeltava sinkin enimmäispitoisuus on 3 mg/l. (3, 9 ja 10) Maaperän luontainen sinkkipitoisuus on Suomessa 57 mg/kg (7) ja hollantilainen kunnostustoimia edellyttävä raja-arvo on 3 000 mg/kg (2).

Vanadiinia (V) esiintyy maaperässä esimerkiksi öljysaastumisen seurauksena tai voimalaitostostuhkista liuenneena. Talousvedelle tai maaperälle ei ole annettu vanadiinin osalta raja-arvoja.

Syanideja (CN) ei esiinny luonnonvesissä muuten kuin teollisuuden aiheuttaman saastumisen yhteydessä. Myrkyllisyyden perusteella annettu syanidien suurin sallittu pitoisuus talousvesissä on 0,05 mg/l. (3) Maaperän luontainen syanidipitoisuus on Suomessa 5 mg/kg (7) ja hollantilainen kunnostustoimia edellyttävä pitoisuus 500 mg/kg (2).

Orgaaniset aineet

AOX-yhdisteiden eli absorboituvien orgaanisten halogeeniyhdisteiden pitoisuudet kuvaavat maaperään orgaanisesti sitoutuneiden halogeeniyhdisteiden määrää. Niitä joutuu maaperään ihmisen toiminnasta. Haitallisimpia ovat pienimolekyyliset AOX-yhdisteet (8). Hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo on AOX-yhdisteille 80 mg/kg (12).

Mineraaliöljyjä joutuu ympäristöön esimerkiksi teollisuuden päästöistä ja erilaisista onnettomuuksista. Pieniä määriä voi esiintyä luonnossa myös ilman kautta tulleina. Jo pienetkin pitoisuudet aiheuttavat veteen ja huokosilmaan hajua tai makua. Mineraaliöljyjen suurin sallittu pitoisuus talousvesissä, 0,05 mg/l, on annettu hajun ja maun perusteella. Maaperän luontainen mineraaliöljypitoisuus Suomessa on Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen (VTT) kemian laboratorion mittausten mukaan 50 mg/kg (12). Hollantilainen maaperän kunnostustoimia edellyttävä raja-arvo on 5 000 mg/kg (2).

Kloorifenoleja joutuu ympäristöön esimerkiksi puunkyllästysaineista. Niitä muodostuu myös jätteitä poltettaessa. Suomessa kloorifenoleja on todettu vesissä yleensä alle 0,001 mg/l. Kloorifenolien suurin sallittu yhteispitoisuus talousvesissä on terveysvaikutusten perusteella 0,01 mg/l. Kloorifenolien suositeltava enimmäispitoisuus hajun ja maun perusteella on kuitenkin ainoastaan 0,0001 mg/l. (3) VTT:n kemian laboratoriossa saatujen mittaustulosten mukaan kloorifenolien yhteispitoisuus suomalaisessa maaperässä on 0,1 mg/kg (12). Hollantilainen

maaperän kunnostustoimia edellyttävä raja-arvo on yksittäisille kloorifenoleille 5 mg/kg ja yhteispitoisuudelle 10 mg/kg (2).

Polyklooratut bifenyylit eli PCB-yhdisteet ovat myrkyllisiä ja rikastuvat ravintoketjussa. Kaikkein myrkyllisimpiä ovat koplanaariset PCB-yhdisteet. Niiden päästölähteitä ovat esimerkiksi kondensaattori- ja muuntajaöljyt sekä jätteenpolto. (8) Lääkintöhallitus ei ole antanut talousvesien PCB-pitoisuudelle enimmäisraja-arvoa (3). Muualla maailmassa talousvedelle on annettu raja-arvo 0,0005 mg/l (12). Maaperän taustapitoisuus eli A-arvo on Hollannissa PCB-yhdisteille 0,05 mg/kg ja kunnostustoimia edellyttävä raja-arvo 10 mg/kg (2).

Dioksiineja ja furaaneja eli polykloorattuja dibentso-p-dioksiineja ja polykloorattuja dibentsofuraaneja syntyy esimerkiksi poltettaessa klooripitoisia jätteitä epätäydellisesti. Ne ovat erittäin myrkyllisiä ja karsinogeenisiä yhdisteitä, jotka voivat kertyä eliöihin. (8) Myrkyllisimpänä näistä yhdisteistä pidetään 2,3,7,8-tetra-kloori-dibentso-p-dioksiinia eli 2,3,7,8,-TCDD:a. Dioksiinien ja furaanien pitoisuudet ilmoitetaan yleensä muutettuna 2,3,7,8-TCDD-ekvivalenteiksi, jolloin niiden haitallisuutta voidaan helpommin vertailla toisiinsa.

Kokonaishiilivetyypitoisuuksia tutkitaan etenkin huokosilmasta. Näytteestä voidaan määrittää kokonaispitoisuuden lisäksi yksittäisten yhdisteiden kuten toluenin, ksyleenin, eri lämpötiloissa kiehuvien liuotinbenssiinien ja pitkäketjuisten hiilivetyjen osuudet. Huokosilman hiilivetyypitoisuus on tutkimuksissa korreloinut hyvin maaperän pitoisuuden kanssa. (12) Hiilivetyjä pääsee ympäristöön esimerkiksi teollisuudesta ja öljyvahingoissa.

Taulukossa 1 on esitetty edellä mainittujen aineiden tausta-arvot ja raja-arvot.

Muut tekijät

pH-arvo on Suomen luonnontilaisissa pohja- ja pintavesissä yleensä lievästi hapan eli 6-7. Talousveden sopivana pH-alueena pidetään 6,5-8,8, jolloin vedenjakelulaitteista ei pääse liukenemaan haitallisia yhdisteitä. Erittäin korkeat ja matalat pH-arvot talousvedessä eivät ole terveydellisistä syistä hyväksyttäviä. (3) Veden ja

maaperän happamuuteen vaikuttavat esimerkiksi hapan laskeuma ja teollisuudessa käytettyjen kemikaalien pääsy maahan.

Koliformiset bakteerit kuvaavat talousvesien hygieenistä laatua. Niitä ei saisi olla vedessä lainkaan. (3)

Permanganaattiluku (KMnO_4 -luku) kuvaa veden sisältämien hapettuvien lähinnä orgaanisten aineiden kokonaismäärää. Saastumattoman pohjaveden KMnO_4 -luku on yleensä välillä 1-5 mg/l ellei maaperässä ole liukenevaa humusta. KMnO_4 -luvun enimmäisarvo käsitellylle pintavedelle on 12 mg/l eli hapen kulutuksena ilmaistuna 3,0 mg O_2 /l (COD_{Mn}). (3)

Taulukko 1. Maaperä- ja pohjavesitutkimuksissa käytettyjä pitoisuuksien tausta- ja ohjearvo- ja eri aineille

	maaperä		vesi	
	tausta- arvo * mg/kg	ohje- arvo** mg/kg	tausta- arvo*** mg/l	ohje- arvo**** mg/l
As	2,6	50	<0,001	0,05
Hg		10	<0,0002	0,001
Cd		20	<0,001	0,005
Cr	60,5	800	<0,001	0,05
Cu	20,2	500		0,05
Pb		600	<0,0005	0,05
Ni	24,1	500		0,05
Zn	57,0	3000		3,0
CN (yht.)	5	500	0	0,05
kloorifenolit				
yksittäin	0,01	5		
yhteensä	0,1	10	<0,001	0,01
öljy	50	5000		0,05
PCB	0,05	10		0,0005

* suomalaisen maaperän (7) tai hollantilainen maaperän taustapitoisuus (2)
 ** hollantilainen maaperän kunnostustamista edellyttävä raja-arvo (2)
 *** suomalaisen luonnontilaisen pohja- tai pintaveden pitoisuus (3)
 **** lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimus tai -suositus (3)

TUTKITUT ALUEET

Seuraavana on esitelty kaikki Helsingin alueet, joilla on tehty maaperätutkimuksia. Tutkimuskohteet on jaettu toimintojensa perusteella jätteenkäsittelyalueisiin, ampumaratoihin, teollisuus- ja varastoalueisiin, muihin tutkittuihin alueisiin sekä viljelymaihin.

JÄTTEIDEN KÄSITTELYALUEET

Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen kuonankaatopaikka

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Arabianrannan ja Hermannin rannan välinen alue oli kokonaisuudessaan vesialuetta vuoteen 1948 asti. Tämän jälkeen sitä on täytetty vaiheittain. Polttolaitoksen käynnistämiseen asti täyttöön käytettiin ylijäämämaita ja rakennusjätettä. Myöhemmin alueelle sijoitettiin polttolaitoksen kuonaa. (16) Tutkittujen kuonan sijoitusalueiden sijainti on esitetty liitteessä I olevassa kartassa.

Yhdyskuntajätteen polttolaitos toimi alueella parikymmentä vuotta. Sen toiminta lopetettiin 31.3.1983. Polttokuona sijoitettiin toiminnan aikana laitoksen välittömään läheisyyteen noin 10 hehtaarin alueelle. Kuonakasan tilavuus oli enimmillään noin 300 000 m³. (16)

Polttojättekasan paksuus vaihteli muutamasta metristä yli 14 metriin. Polttojätteen alla on paikoitellen kitkamaata ja sekalaista rakennusjätettä. Täytteen alla on 5-30 metriä paksu lieju- ja savikerros, jonka alla on siltti- ja moreenikerrokset. (16)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupunki on tutkinut Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen kuonaa vuodesta 1982 lähtien (17). VTT:n geotekniikan laboratorio teki kuonakasan tutki-

musohjelmaluonnoksen vuonna 1985 (18), jonka perusteella Helsingin kaupungin terveyslautakunnan valvontajaosto tutki Kyläsaaren ympäristön kloorattuja dioksiineja ja furaaneja (19). Helsingin vesipiirin vesitoimisto antoi 9.9.1982 lausunnon Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen tuhkan ja kuonan sijoittamisesta ja merialueen täytöstä (20).

Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto selvitytti Maa ja Vesi Oy:llä Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen polttojätekanan ja sen pohjoispuolisen nk. KTK-penkereen soveltuvuutta eri maankäyttömuotoihin. Tutkimuksen raportti valmistui 6.7.1987. (21) Rakennusviraston toimeksiannosta Maa ja Vesi Oy teki selvityksen ympäristöhygieenisistä perusteista Kyläsaaren polttolaitoksen kuonakan kunnostamista varten vuonna 1987 jo olemassa olevaan aineistoon pohjautuen (17). Lisäksi rakennusvirasto teetti Viatek Oy:llä polttojätekanan kunnostustyösuunnitelman koskien maanrakennustöitä ja siihen liittyviä mittauksia vuonna 1987 (16). Maa ja Vesi Oy laati rakennusviraston toimeksiannosta kuonakan siirron valvontaraportin vuonna 1990 (16). Kaupunkisuunnitteluviraston toimeksiannosta Maa ja Vesi Oy teki vuonna 1989 polttojätekanan täydentävän ympäristöhygieenisen tutkimuksen (16).

Alueen tutkimukset vuosina 1982-1986

Vuonna 1982 tutkittiin kuutta kuonakasasta otettua näytettä. Ne otettiin muutamia päiviä kuonakan tasauksen jälkeen kasan pinnasta. Tuloksista lyijyn, sinkin ja kuparin pitoisuudet ylittivät hollantilaisten käyttämän maaperän kunnostustoimia vaativan raja-arvon. Lyijyn suurin pitoisuus oli 4 000 mg/kg, sinkin 6 200 mg/kg ja kuparin 1 700 mg/kg. Kaikki näytteet olivat emäksisiä. Yhden näytteen pH oli 10,1. (22) Tuloksia on esitetty metallien osalta taulukossa 2.

Loppuvuodesta 1982 määritettiin kuonakan pinnasta, 2,5 metrin ja 5 metrin syvyydestä kuonan sisältämät helppoliukoiset metallit uuttomenetelmällä. Pitoisuudet olivat selvästi pienempiä lyijyn, sinkin ja kuparin osalta kuin edellisessä pintanäytteiden kokonaismetallitutkimuksessa. (17)

Taulukko 2. Kyläsaaren polttolaitoksen kuonan metallipitoisuudet 1982 (22)

	yksikkö	tulokset min	maks	tausta- arvo*	ohje- arvo**
Pb	mg/kg	1900	4000	0,7-140	600
Cd	mg/kg	10,2	15,6	0,1-0,87	20
Cr	mg/kg	74	92	<2	800
Ni	mg/kg	62	120	1,9-4,1	500
Cu	mg/kg	870	1700	6,1-53	500
Fe	g/kg	38	22	340-2800	
Co	mg/kg	21	27	<2	300
Zn	mg/kg	3400	6200	2,1-320	3000

näytteitä otettu kuonakasan pinnasta 6 kpl

*Helsingin viljelymaan pitoisuus (1)

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Myös tuhkanäytteen PCB-yhdisteiden määrä analysoitiin vuonna 1982. Yhdisteiden yhteismäärää, 0,5-1,0 mg/kg, pidettiin alhaisena. Tuloksen edustavuus on kuitenkin heikko, koska näytteitä oli vain yksi. (17)

VTT:n geotekniikan laboratorion tutkimusohjelmaluonnoksen pohjalta Helsingin kaupungin terveyslautakunnan valvontajaosto tutki kloorattujen dioksiinien ja furaanien esiintymistä Kyläsaaren ympäristössä vuonna 1985. Koekuoppia oli yhteensä 13, joista yksi oli vertailunäytekuoppa ja yksi suotovesikuoppa. Kahdesta kuopasta otettiin erillisnäytteet puolen metrin välein. Lopuista otettiin puolen metrin välein kokoomanäytteet. Klooridioksiini- ja furaanipitoisuuksien toksisuusekvivalenttien keskiarvo sivusi kuonanäytteissä näiden aineiden sallittuna ylärajana pidettyä arvoa 1 ng/g. Tämä arvo ylittyi kolmessa havaintopaikassa ollen suurimmillaan 1,784 ng/g. Vesinäytteissä ei näitä aineita todettu. (21) Polttojätteen toksisuusekvivalenteja on esitetty taulukossa 3.

Polttojättekasan ympäristöhygieeninen tutkimus vuonna 1987

Tutkimus käsitti polttojättekasan kuona- ja pohjavesinäytteiden sekä kaasunmuodotuksen tutkimuksia vuosien 1986-1987 välisenä talvena. Kuonanäytteet otettiin metrin syvyisinä kairausnäytteinä, jotka laboratoriossa yhdistettiin yhtä näytteen

Taulukko 3. Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen polttojätteen toksisuusekvivalenttien arvoja vuosina 1985 ja 1987. (17 ja 21)

	tulokset (ng/g 2,3,7,8-TCDD)			1986	
	1985 min	maks	ka	min	maks
TCDD	0,008	0,110	0,052	<0,01	0,01
PeCDD	0,014	0,327	0,161	<0,01	0,07
HxCDD	0,0	0,336	0,159	<0,01	0,08
TCDF	0,027	0,436	0,231	<0,01	0,1
PeCDF	0,013	0,402	0,191	<0,01	0,2
HxCDF	0,035	0,311	0,141	<0,01	0,2
summa	0,365	1,784		<0,01	0,66

ka = kaikkien näytteiden keskiarvojen toksisuusekvivalentit

ottopaikkaa edustavaksi kokoomanäytteeksi. Tarkoituksena oli saada jokaiselta näytteenottopaikalta koko täytemassakerrosta edustava näyteprofiili. Tutkimuspisteitä oli kuonakasan alueella 16. Pohjavesinäytteitä otettiin kuonakasan näytteenotopaikoista seitsemän. Pohjavesiputkista purkautuvan kaasun määrää tarkkailtiin useina 30-45 minuuttia kestävinä jaksoina, mutta kaasun tuoton vähäisyydestä johtuen näytteitä ei saatu. (21)

Kuonakasanäytteistä määritettiin kolmen klooridioksiinin ja kolmen kloorifuraanin pitoisuudet. Neljästä pisteestä ei todettu kyseisiä yhdisteitä. Muilla havaintopaikoilla pitoisuudet olivat välillä 0,05-0,48 ng/g. 2,3,7,8-TCDD toksisuusekvivalenttiosummat vaihtelivat <0,1-0,16 ng/g. Toksisuusekvivalenteja on esitetty taulukossa 3 yhdessä vuonna 1985 määritettyjen arvojen kanssa. (21)

Näytteiden öljypitoisuuden keskiarvo vaihteli yleensä välillä 6-2 200 mg/kg. Yhden näytteen öljypitoisuus oli 5 400 mg/kg, mutta näyte olikin selvästi muista poikkeava, musta ja öljyinen. (21)

Kolmessa näytteessä todettiin aromaattisia hiilivetyjä tai yleisimpiä teollisuusliuotimia. Näytteiden pitoisuudet olivat välillä 0,2-3,5 g/kg. (21)

Kuonanäytteistä määritettiin kadmiumin, lyijyn, kromin, kuparin, nikkelin, sinkin, arseenin ja vanadiinin pitoisuus. Kaikkien tutkittujen näytteiden pitoisuudet alittivat

silloiset lietteiden maanviljelykäytölle asetetut raja-arvot. (21)

Pohjavesitutkimukset osoittivat, että merivesi vaikutti selvästi tuloksiin. Lämpötila oli kauttaaltaan pohjaveden lämpötilaa korkeampi, 6-20 °C. Korkeimmat lämpötilat viittaavat vähäiseen käymiseen kuonakasassa. (21)

Kolmessa vesinäytteessä oli hieman toteamisrajaa, 0,01 mg/kg, suurempi mineraaliöljypitoisuus. Kahden näytteen öljypitoisuus ylitti hieman lääkintöhallituksen talousvesien laatutavoitteille antaman enimmäispitoisuuden 0,05 mg/l. Liuotainepitoisuudet olivat kaikissa näytteissä alle toteamisrajan. Kaikissa näytteissä oli kuitenkin jälkiä metaanista. (21)

Pohjavesinäytteistä määritettiin kadmium-, lyijy-, kromi-, kupari-, nikkeli-, sinkki-, arseeni-, elohopea-, vanadiini- ja syanidipitoisuus. Kahdessa näytteessä ylittyi lääkintöhallituksen asettama talousvesien laatuvaatimusten lyijyn raja-arvo. Yhden näytteen syanidipitoisuus ylitti vastaavan raja-arvon. (21) Seuraavassa taulukossa 4 on esitetty pohjavesien tutkimustuloksia.

Taulukko 4. Kyläsaaren polttojättekasan alueen pohjavesitutkimustuloksia 1987 (21)

	yksikkö	tulokset		ohje-arvo*
		min	maks	
Pb	mg/l	<0,002	0,231	50
Cd	mg/l	<0,0001	0,0033	5
Cu	mg/l	0,004	0,064	300
Cr	mg/l	0,002	0,011	50
Ni	mg/l	0,008	0,034	0,05
Zn	mg/l	<0,01	0,28	3,0
As	mg/l	<0,002	0,005	0,05
Hg	mg/l	<0,0005	<0,0005	0,001
V	mg/l	<0,02	0,02	
CN	mg/l	<0,002	0,060	0,05
öljy	mg/l	0,01	0,08	0,05

näytteiden määrä 8 kpl

*lääkintöhallituksen talousvesien laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

Neljä tutkitusta seitsemästä vesinäytteestä oli pitoisuuksissa 10-90 % täysin myrkyttömiä *Daphnia magna*-toksisuustestissä. Muissa kolmessa näytteessä havaittiin lievää myrkyllisyyttä pitoisuuden ollessa vähintään 70 %. (21)

Eri tutkimusten yhteydessä tehtyjen määritysten tulokset osoittivat kuonakasan alueella olevan pieniä pitoisuuksia klooridioksiineja ja -furaaneja. Alueilta, joissa täyttöön oli käytetty rakennusjätettä tai muuta vastaavaa, ei näitä aineita todettu lainkaan. Polttolaitoskuonaa sisältävillä alueilla oli jopa hieman sallitun raja-arvon, 1 ng/g, ylittäviä pitoisuuksia. Pitoisuudet olivat pintamaassa lähes poikkeuksetta korkeampia kuin koko kuonakasan paksuudelta otettujen näytteiden pitoisuudet, koska pintakerroksessa hajoamistoiminnat olivat olleet vähemmän aikaa käynnissä ja syvemmällä olevat kerrokset olivat peräisin ajalta, jolloin laitoksen polttoteho oli parempi. (17)

Kuonakasan kunnostamissuunnitelmat

Terveydellisesti haitallisten aineiden pitoisuudet kuonakasassa vaihtelivat satunnaisesti. Näin kuonakasan uudelleen sijoitusta vaativaa pintaosaa voitiin käsitellä laadultaan yhtenäisenä massana. (17)

Klooridioksiinit ja -furaanit ovat veteen niukkaliukoisia. Kuonakasassa olevien metallien liukoisuutta pienensi kasan emäksisyys. (17)

Kuonakasan haitallisia aineita olisi saattanut mekaanisen toiminnan seurauksena joutua ilmaan. Kosteutensa vuoksi kuonan sisältämät ainekset eivät olleet pölyviä. (17)

Pohjaveden havaintoputkista ei havaittu kaasunmuodostusta. Tutkimuksen mukaan oli kuitenkin mahdollista, että kaasua olisi muodostunut paikoitellen. (17)

Kuonakasa ehdotettiin kunnostettavaksi sijoittamalla kuonakasan pintaosa jätealueen viereen ja peittämällä se lohkarieppomalla tiiviillä vähintään puolen metrin paksuisella moreenikerroksella. Täyttöaluetta ympäröi jo valmiiksi tiivis pengeri ja pohjalla olivat tiiviit lieju- ja savikerrokset, jotka estivät kosketuksen meriveden

kanssa. Viimeistelytöiden lopputuloksena ehdotuksen mukaan saataisiin maisemoitu täyttöalue. Töiden aikana mahdollisten poikkeavien massojen ja mätänemisen esiintymistä tuli seurata. Lisäksi leikkaustyölle tuli nimetä valvova asiantuntija, jonka tuli pitää yksityiskohtaista pöytäkirjaa havainnoista. (17)

Viatek Oy:n laatiman Kyläsaaren polttolaitoksen kuonakasan kunnostussuunnitelman mukaan polttojättekasa tuli leikata ja siirtää savisuluin suojattuun altaaseen. Lisäksi leikkaus- ja täyttöalueelle tuli tehdä suojatäytöt. Suunnitelmassa hyödynnettiin talvea, jolloin polttojätteen täyttö voitiin tehdä altaaseen jääkannen päälle. (16)

Kuonakasa-alueen kunnostaminen

Polttolaitoksen kuonakasa kunnostettiin Maa ja Vesi Oy:n sekä Viatek Oy:n laatimien ja kaupunginhallituksen hyväksymien kunnostussuunnitelmien mukaan. Niistä oli aikaisemmin pyydetty terveyslautakunnan, ympäristönsuojelulautakunnan sekä Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin lausunnot. Suunnitelma oli laadittu ympäristöministeriön kanssa käytyjen neuvottelujen pohjalta. (16)

Kuonakasan siirtotyöt aloitettiin 3.2.1988. Suunnitelman mukaisesti polttojätteestä leikattiin kaikki yli metrin merenpinnan korkeuden yläpuolella oleva jäte ja sijoitettiin Kyläsaaren rannan täyttöaltaaseen. Kuonaa siirrettiin yhteensä 217 770 m³. Työt saatiin päätökseen 24.5.1988. (16)

Alueelle tehtiin valvontakäyntejä siirtotyön alkuvaiheessa päivittäin ja myöhemmin yhdestä kahteen kertaa viikossa. Käyntejä alueelle tehtiin yhteensä 37 kertaa. Niillä oli mukana edustajat Maa ja Vesi Oy:stä, ympäristönsuojelutoimistosta ja terveysvirastosta. Valvontakäynneistä pidettiin valvontapäiväkirjaa. Valvontakäyntien yhteydessä ei vähäistä kaasunmuodostusta lukuunottamatta todettu mitään poikkeavaa. (16)

Leikkaustason alapuolelta löytyi töiden aikana kaksi tynnyriä, joissa oli öljyistä hiekkaa. Lisäksi havaittiin vaaleaa jauhemaista ainesta. Poikkeavista massoista otettiin näytteet, joissa ei todettu ympäristölle haitallisia aineita. Massat sijoitettiin

kaatopaikalle. (16) Toinen oli tutkimustodistuksen mukaan epäpuhdasta kalsiumkarbonaatin ja kipsin seosta ja toinen öljyistä hiekkaa (16).

Kuonakasasta otettiin siirtotöiden edetessä 42 maanäytettä, joiden lämpötila oli useimmiten 10 °C:n läheisyydessä. Korkein lämpötila oli 25 °C. Näytteiden pH oli keskimäärin 7,9, vaihdellen 6,7-9,4. Vesinäytteitä otettiin kuusi kappaletta. Ne edustivat savisululla merestä erotetusta altaasta poistuvaa vettä. Vesinäytteiden tutkimustulokset osoittivat näytteiden olevan runsassuolaisia ja lievästi emäksisiä. Raskasmetallien ja muiden haitallisten aineiden pitoisuudet olivat pieniä. (16)

Kyläsaaren polttojättekasan täydentävä ympäristöhygieeninen tutkimus

Helsingin kaupungin ja ympäristöministeriön kokouksessa 5.2.1988 todettiin, että Kyläsaaren alueelle laadittavan asemakaavan käsittely ja hyväksyminen edellyttävät täydentävää ympäristöhygieenistä tutkimusta alueilla, joilla täytön tai maankäytön perusteella voidaan olettaa tapahtuvan altistumista myrkyllisille aineille. (16)

Marraskuussa vuonna 1986 otettuja säilytettyjä näytteitä täydennettiin maaliskuussa 1988 neljällä näytteellä kolmesta koekuopasta ja lokakuussa kahdellatoista näytteellä kymmenestä koekuopasta. Näytteet edustivat kuonan laatua tasoilla +1,5--1,5 m. Tason +1,5 m yläpuolinen osa siirrettiin alueelta pois ja tason -1,5 m alapuolella olevien aineiden ei katsottu esirakentamis- ja suojaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen vaikuttavan alueella asuvien ja oleskelevien ihmisten terveyteen. (16)

Orgaanisen aineksen osuuden, kuonan lämpötilan ja pH:n määrityksillä pyrittiin saamaan lisätietoa käymistilasta ja kaasunmuodostuksesta. Kuona oli orgaanisen aineksen määrän perusteella suhteellisen hyvin palanutta. Lämpötila oli korkeimmillaan 25 °C. pH vaihteli 6,0-12,0. Tulosten perusteella oletettiin, että edellytykset käymisen ylläpitämiseen ovat kuonakasassa vähäiset ja paikalliset. (16)

Näytteistä määritettyjen klooribentseenien yhteismäärä oli korkeimmillaan 3,767 mg/kg. Kloorifenolien yhteismäärä oli kaikissa tutkimuspisteissä suhteellisen pieni. (16)

PCB-yhdisteitä löytyi 0,036-13,909 mg/kg. Hollantilainen kunnostustoimenpiteitä edellyttävä raja-arvo, 10 mg/kg, ylittyi yhdessä pisteessä. Yksittäisen PCB-yhdisteen laskennallinen raja-arvo ylittyi kahdessa näytteessä. Koplanaaristen PCB-yhdisteiden pitoisuuksien summat vaihtelivat 2,3,7,8-TCDD-ekvivalenteiksi muunnettuna 0,004-26,4 pg/g. Suurin pitoisuus löytyi samasta paikasta, jossa PCB-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli suurin. Näyte otettiin asuinrakentamiseen suunnitellun alueen ulkopuolelta. Pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi alle WHO:n raportin mukaisen raja-arvon 1000 pg/g. Mikäli maaperän pitoisuus alittaa raja-arvon, voidaan aluetta WHO:n raportin mukaan pitää asuinkäyttöön turvallisena, jos alueella ei viljellä syötäväksi tarkoitettuja tuotteita. (16)

Klooridioksiinien ja -furaanien summa 2,3,7,8-TCDD-ekvivalenteiksi muutettuna vaihteli <0,3-0,78 ng/g. WHO:n asettama raja-arvo, 1 ng/g, ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä. (16)

Polttojättekasan maanäytteiden täydentäviä tutkimustuloksia on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Kyläsaaren kuonakasan näytteiden tutkimustuloksia 1988 (13)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset min	maks	ohje- arvo*
orgaaninen aines	84	% k.a.	0,4	23,9	
lämpötila	32	°C	0,9	25	
pH	46		6,0	12,0	
klooribentseenit	14	mg/kg	0,342	3,767	20
kloorifenolit	14	mg/kg	0,032	0,628	10
PCB-yhdisteet	14	mg/kg	0,081	13,909	10
koplanaariset PCB-yhdisteet					
TCDD-ekv. summa	12	pg/g	0,004	26,4	1000 ¹⁾
klooridioksiinit ja -furaanit					
TCDD-ekv. summa	12	pg/g	< 300	780	1000 ¹⁾

*hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

¹⁾WHO:n raportin mukainen asumiselle turvallisena pidetty maaperän raja-arvo (16)

Tilanne kunnostamisen jälkeen

Alueelle levitetty yhdestä kahteen metriin paksuinen maakerros estää ihmisten suoranaisten kosketuksen mahdollisesti haitallisia aineita sisältävään maaperään. Alueen pohjavettä ei tulla käyttämään. Koska kyseiset aineet ovat veteen erittäin niukkaliukoisia, eivätkä ne alhaisen höyrynpaineensa vuoksi kulkeudu maaperästä ilmakehään, ei altistuminen täydentävän ympäristöhygieenisen tutkimuksen mukaan pohjaveden tai hengitysilman välityksellä ole mahdollista. Ainoat hollantilaisen kunnostustoimia edellyttävän raja-arvon ylittymiset olivat alueella, jota ei suunniteltu asuinkäyttöön. (16)

Kaasunmuodostus on alueella vähäistä ja paikallista sijoittuen pääosin asuinrakentamiseen kaavoitettavan alueen ulkopuolelle. Ennen mahdollista asuinrakentamista ehdotetaan alueen kaasunmuodostusta tutkittavan alueen itäkulmasta, jossa on tehty poikkeavia haju- ja lämpötilahavaintoja. (16)

Täydentävän ympäristöhygieenisen tutkimuksen tulokset vahvistavat edellisessä tutkimuksessa tehtyjä johtopäätöksiä, joiden mukaan polttojätekesä-alue on ympäristölle haitallisena pidettyjen aineiden lievästi kuormittama eikä aiheuta terveydellistä haittaa. Kuitenkin rakennusten alle tulisi asentaa tiivis kalvo tai ne olisi muuten varustettava ympäristöterveydelliseltä kannalta tätä vastaavalla suojarakenteella, koska alue ei ole tavanomaista rakennusmaata. (16)

Alueen kaavoitustilanne

Kyläsaaren polttolaitos ympäristöineen on tällä hetkellä aktiivisen suunnittelun kohteena. Helsingin yleiskaavassa 1992 alue on varattu virkistysalueeksi sekä hallinnon ja julkisten palvelujen alueeksi. Asemakaavojen laatiminen alueelle ei ole kuitenkaan lähitulevaisuudessa ajankohtaista. (23) Kyläsaaren polttolaitos on nykyään Helsingin kierrätyskeskuksen käytössä ja tulee todennäköisesti säilymään vastaavassa toiminnassa jatkossakin. (23)

Iso-Huopalahden kaatopaikka

Alueen sijainti

Iso-Huopalahden kaatopaikka-alueeseen rajoittuvat Huopalahteen laskevat Mätäojan ja Monikonpuron valuma-alueet. Iso-Huopalahden erottaa Laajalahdesta Tarvontien pengerrys. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 1 olevassa kartassa. (24)

Toiminta alueella

Iso-Huopalahden kaatopaikka toimi 16 vuotta. Sen käyttö lopetettiin vuonna 1979. Kaatopaikka sisältyy ympäristöministeriön riskikaatopaikkaluetteloon, koska sinne on viety yhdyskuntajätteen lisäksi runsaasti teollisuusjätteitä. Kaatopaikkaa pidettiin kuitenkin 1970-luvulla Suomen oloissa esimerkillisesti hoidettuna. Kaatopaikalla oli henkilökunta ja valvonta. Lietettä on imeytetty jätteeseen. Sijoitetun jätteen määrää ei tiedetä. (24)

Kaupunginhallitus hyväksyi 4.12.1963 kiinteistölautakunnan esityksen Iso-Huopalahden pohjukan vesijättöalueen käytöstä tilapäisenä kaatopaikkana, mikäli kaatorintama peitetään päivittäin. Terveyslautakunta puolsi päätöstä kyseisellä ehdolla. Kaatopaikka avattiin vuoden viimeisellä viikolla. Aluetta laajennettiin myöhemmin Espoon puolelle. Kaatopaikan hoidosta vastasi yleisten töiden lautakunta. Vuonna 1971 valmistui alueen yleissuunnitelma, jossa oli osana kaatopaikan täytön suunnitelma. Jätekasan täyttöä jatkettiin kuitenkin yli suunnitellun korkeuden, koska kaatopaikalle ei löytynyt korvaavaa vaihtoehtoa. Kesällä 1979 Helsingin kaupunki laati pikasuunnitelman Vuosaaren kaatopaikan avaamiseksi uudelleen kaikille Helsingin jätteille. (24)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin kaupunginkanslian ympäristöyksikkö tilasi vuonna 1984 Huopalahden kaatopaikan suotovesien tarkkailusuunnitelman työohjelman Insinööri-toimisto Maa ja Vesi Oy:ltä. Ympäristönsuojelulautakunta teetti tutkimuksen Iso-Huopalahden suljetun kaatopaikan ympäristöhaitoista vuonna 1988. (24) Lisäksi

ympäristönsuojelutoimisto tilasi Jaakko Paasivirralla Jyväskylän yliopiston kemian laitokselta tutkimussuunnitelman orgaanisesta ympäristömyrkkynuormituksesta Iso-Huopalahden kaatopaikan alueella vuonna 1989 (25).

Alueen maaperän laatu

Kaatopaikan tilavuus oli täytön loputtua noin 3 500 000 m³. Tästä 68 % oli Helsingin puolella. Kaatopaikan pinta-alaksi on arvioitu eri tutkimuksissa 26,5-40 ha. Korkeimmillaan kasa oli 25 metriä korkea täytön loppuessa. Täytön yläpinnan on arvioitu laskeutuneen noin 0,2 metriä vuodessa. Painumasta osa johtuneen täytteen sisäisestä tiivistymisestä ja osa alla olevan saven kokoonpuristumisesta. Huomattava määrä 1960-luvun täytöstä on meren pinnan alapuolella. Saven paksuus vaihtelee 6-25 metrin välillä. Alimpana ovat siltti-, hiekka- ja moreenikerrokset. (24)

Eri puolille kaatopaikka-aluetta sijoitetut sivusiirtymäputket osoittavat, että mäen jyrkimmät rinteet ovat olleet liukumassa pois päin mäen keskustasta. Kaatopaikka-alueen stabiliteetti on edelleen huono. Maan painuminen ja sivusiirtyminen asettaa edelleen rajoituksia ympäröivälle maankäytölle. Sortumisvaaran vuoksi ei mäen juurelle voida sijoittaa pysyviä rakennuksia. (24)

Suotovesitutkimukset

Kaatopaikan suotovesiä on tutkittu vuosina 1985 ja 1986 asettamalla näyteputkia jätekasan sisään ja ottamalla näytteitä kasan juurelta purkautuvasta vedestä. (24)

Helsingin puolella alueelta muodostuvien suotovesien määräksi on arvioitu 70 000 m³ vuodessa. Jätepengertä ei ole päällystetty pintavaluntau ohjaavalla kerroksella. Suotovedet purkautuvat ympäröivään vesistöön veden rajasta. Kaatopaikan reuna on rakennettu ilmeisesti louheesta ja rakennusjätteestä. Se on hohkaista ja vesi pääsee koloja pitkin mereen. (24)

Suotovesinäytteiden ottoa varten asennettiin vuonna 1985 yhteensä viisihavainto-putkea, joista yksi osoittautui kuivaksi. Putkien syvyys vaihteli 5,0-14,8 metrin

välillä. Myös neljästä runsaimmasta suotovesien purkaukokohtasta otettiin näytteitä. Suotovesi oli kaikissa havaintoputkissa hyvin sameaa, väriltään mustahkoa ja voimakkaasti rikkivedyn hajuista. Suotovesistä tutkittiin kadmium-, kromi-, kupari-, lyijy-, nikkeli-, arseeni-, elohopea-, öljy-, PAH-, PCB- ja kloorifenolipitoisuus. (24) Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty suotovesitutkimusten tuloksia.

Taulukko 6. Iso-Huopalahden kaatopaikan suotovesitutkimustuloksia (24)

Näyteputket ja reunapurkaumat (näytteenottoaikoja 8 kpl)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
			min	maks	
pH	29		6,7	7,4	6,5-8,8
y	29	mS/m	96	850	
COD _{Mn}	28	mg/l	9	660	3,0
kokonaiskovuus	29	° dH	7	133	
Cl	29	mg/l	71	1300	100
N _{kok}	29	mg/l	4,6	450	
N _{NH3}	29	mg/l	1,6	370	0,4
P _{kok}	29	mg/l	0,075	2,6	
Fe	29	g/l	0,5	280	0,0002
Mn	29	ug/l	105	1600	100
Cu	28	ug/l	<5	5000	300
Zn	28	ug/l	34	2900	3000
As	25	ug/l	<1	15	50
Hg	25	ug/l	<0,2	0,3	1
Cd	28	ug/l	<0,05	4,6	5
Cr _{kok}	28	ug/l	6,6	280	50
Pb	28	ug/l	<2	140	50
Ni	28	ug/l	<0,2	330	50
mineraaliöljyt	23	mg/l	<0,1	33	0,05
fenolit	27	mg/l	0	160	0,0005 ¹⁾
trikloorifenoli	27	mg/l	<0,0005	4,2	0,01 ²⁾
tetrakloorifenoli	27	mg/l	<0,0005	7	0,01 ²⁾
pentakloorifenoli	27	mg/l	<0,0005	0,9	0,01 ²⁾
PCB	27	mg/l	<0,005	<0,01	0,0005 ³⁾

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

1) WHO:n ja EY:n antama raja-arvo juomavedelle (3)

2) kloorifenoleiden suurin sallittu yhteispitoisuus

3) Samase-työryhmän luonnoksen mukainen raja-arvo (12)

Taulukko 7. Iso-Huopalahden kaatopaikan suotovesitutkimustuloksia (24)

Reunapurkaumat, aito suotovesi (kaksi näytteenottopistettä)					
	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		k.a.
			min	maks	
pH	10		6,7	7,4	6,9
y	10	mS/m	650	860	798,0
COD _{Mn}	6	mg/l	130	180	165,0
kokonaiskovuus	6	°dH	70	92	84,7
Cl	10	mg/l	890	1300	1133,0
N _{kok}	10	mg/l	210	330	281,5
N _{NH3}	10	mg/l	210	330	275,5
P _{kok}	10	mg/l	0,43	1,0	0,6
Fe	8	g/l	34	67	44,8
Mn	8	ug/l	240	740	466,3
Cu	10	ug/l	<0	180	38,1
Zn	9	ug/l	61	170	104,1
As	4	ug/l	<1	<2	
Hg	8	ug/l	<0,2	<0,2	
Cd	10	ug/l	<0,05	9	1,0
Cr _{kok}	10	ug/l	17	71	29,4
Pb	10	ug/l	2,7	28	13,0
Ni	8	ug/l	0	69	38,9
mineraaliöljyt	6	mg/l	0	1,11	0,3
fenolit	6	mg/l	20	46	31,3
trikloorifenoli	6	mg/l	<0,5	<0,5	
tetrakloorifenoli	6	mg/l	<0,5	0,9	
pentakloorifenoli	6	mg/l	<0,5	0,9	
PCB	5	mg/l	<0,005	<0,01	

Kasan lämpötilan vaihteluiksi on mitattu 5-20 °C. Korkein lämpötila oli 15 metrin syvyydellä olevassa putkessa. Kasassa on lumipeite talvella, mutta siinä ei ole routaa. Lämpötilan perusteella kasan kaasuntuotto on hidasta. Happamuus näytteissä oli hyvin tasaisesti neutraali. (24)

Sähkönjohtavuus vaihteli noin 400-850 mS/m. Korkeimmillaan se oli reunapurkaumissa. Johtoluvun nousun aiheutti pääasiassa kloridi. Fosforin pitoisuus suotovedessä oli 0,6 mg/l. Puhdistetussa jätevedessä fosforin pitoisuus oli samaan aikaan 1 mg/l. Typpipäästöjen suotovesien mukana arvioitiin olevan noin 19 000 kg vuodessa. Suotovesien johtaminen puhdistamolle ei tutkimuksen mukaan vähentäisi näiden rehevöittävien aineiden päästöä Huopalahteen merkittävästi. (24)

Yhden näytteen elohopeapitoisuus oli 0,3 ug/l. Havaintorajana oli 0,2 ug/l. Kadmiumin ja lyijyn pitoisuudet olivat hyvin alhaisia. (24)

Orgaanisten yhdisteiden tutkimuksella ei pystytty kuvaamaan alueen tilaa toivotulla tavalla; tutkitut aineet eivät olleet oikeita kuvaamaan kaatopaikan haitallisuutta tai havaintorajat olivat liian korkeita. Kaatopaikka-alueen eläinhavainnoista voidaan tutkimuksen mukaan päätellä, ettei kaatopaikka ole ympäristölle erityisen haitallinen. (24)

Vaikutus Iso-Huopalahden vesistöön

Helsingin kaupungin vesi- ja viemärlaitoksen vesiensuojelulaboratorio tutki kaatopaikan vaikutuksia ympäröivään vesistöön vuosina 1980-1986. Talin puhdistamon lopettamisen jälkeen kaatopaikka on 40 %:n osuudella Iso-Huopalahden suurin typen kuormittaja. Kaatopaikalta Iso-Huopalahteen arvioidaan siirtyvän vuodessa 19 000 kg typpeä ja 45 kg fosforia virtaaman ollessa 70 000 m³. (24)

Pohjavesitutkimukset

Kaatopaikan vaikutusta ympäristön pohjaveteen on tutkittu vuonna 1985. Tutkimuksen mukaan kaatopaikan vaikutusta pohjavesiin ei voida tulosten perusteella havaita. Tutkimustuloksia on esitetty taulukossa 8.

Sedimenttitutkimukset

Vesiensuojelulaboratorio kartoitti vuonna 1980 Iso-Huopalahden pohjasedimenttien raskasmetallipitoisuudet. Tällöin Talin jätevedenpuhdistamon vaikutus oli niin suuri, ettei kaatopaikan vaikutus erottunut. Useimpien raskasmetallien suurimmat havaitut pitoisuudet olivat moninkertaisia verrattuna muualta Helsingistä havaittuihin vastaaviin arvoihin. Lisäksi sinkin, kadmiumin ja kuparin osalta pohjasedimentin pitoisuus ylittää hollantilaisen maaperän kunnostustoimia edellyttävän raja-arvon. Taulukossa 9 on esitetty vuonna 1980 saatuja sedimenttien tutkimustuloksia. (24)

Taulukko 8. Iso-Huopalahden kaatopaikka-alueen ympäristön pohjavesitutkimukset (24)

Ympäristön kolme pohjavesiputkea					
	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
			min	maks	
pH	6		6,8	7,9	6,5-8,8
y	6	mS/m	37	76	
COD _{Mn}	6	mg/l	1	5	3,0
kokonaiskovuus	6	° dH	0	7	
Cl	6	mg/l	11	130	100
N _{kok}	6	mg/l	0,28	1,4	
N _{NH3}	6	mg/l	0,11	0,76	0,4
P _{kok}	6	mg/l	0,01	0,09	
Fe	6	ug/l	290	27000	3000
Mn	6	ug/l	210	520	100
Cu	3	ug/l	<1	13	300
Zn	3	ug/l	<20	43	3000
As	3	ug/l	<1	2	50
Hg	3	ug/l	<0,2	<0,2	1
Cd	3	ug/l	<0,1	<0,1	1
Cr _{kok}	3	ug/l	<1	2	50
Pb	3	ug/l	1	26	50
Ni	3	ug/l	<10	<10	50
mineraaliöljyt	3	mg/l	1,6	7,5	0,05

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

Taulukko 9. Iso-Huopalahden pohjasedimenttien raskasmetallipitoisuudet 1980 (24)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
		min	maks		
Pb	mg/kg	27	320	320	600
Cd	mg/kg	0,6	110	5,6	20
Cr	mg/kg	38	280	83	800
Cu	mg/kg	40	760	210	500
Zn	mg/kg	130	3300	560	3000
Hg	mg/kg	<1	8	1	10

*Helsingin muulta merialueelta tavattu suurin pitoisuus

**hollantilainen maaperän kunnostusta edellyttävä raja-arvo (2)

Kasvillisuustutkimukset

Kiinteistöviraston metsä- ja maatalousosasto teetti vuonna 1983 kaatopaikan mäen kasvillisuudesta pikatutkimuksen, kun kasan laella havaittiin tavallisten kasvien kuolevan. Myös vuosina 1985-1987 tarkkailtiin kasvien tilaa. (24)

Etenkin mäen laella havaittiin kasvivaurioita, joiden pääsyynä pidettiin lämpimien kaatopaikkakaasujen purkautumista laelta. Lähes kasvittomia olivat kohdat, joille tuotiin kaatopaikan lopettamisen jälkeen paksu kerros puhdistamolietettä. Maan oletettiin olevan näillä kohdin liian väkevää kasveille sekä ravinteiden olevan epätasapainossa kasvien kannalta. Kaasujen purkaumakohtissa pensaat ja ruoho kellastuivat. Purkaumakohtia oli mäen laella paljon, mutta rinteillä vähän. Vuoden 1983 tutkimuksen mukaan kasvien juuret ulottuivat ainoastaan 10 cm syvyyteen, koska maa oli hiilidioksidin ja metaanin kyllästämää. Poudalla pintamaa myös kuivuu nopeasti. Lisäksi maan ravinnepitoisuus kasvaa veden vähetessä. (24)

Kasan päällä kasvoi runsaasti mustaviinimarjapensaita. Niiden raskasmetallipitoisuutta selvitettiin keräämällä yhteensä 600 g marjoja yli 120 pensaasta. Musta- viinimarjoissa ei ilmennyt terveydelle haitallisia raskasmetallipitoisuuksia. (24)

Sammalpallo tutkimukset

Ympäristölautakunta tutkitutti vuonna 1985 kaatopaikkakaasun mukana ilmaan leviäviä raskasmetalleja sammalpallojen avulla. Tutkimuksen teki Helsingin yliopiston ympäristönsuojelulaitos. Yhteensä 77 sammalpalloa sijoitettiin 26 eri paikkaan kaatopaikalla. Vertailukoe tehtiin kahdessa paikassa Viikin yliopistoalueen itäpuolella kaikkiaan 14 sammalpallolla. Altistusaika oli noin kolme kuukautta. Näytteistä analysoitiin elohopean, sinkin, kadmiumin, raudan ja kuparin kertymät. (24)

Kaatopaikalla sammalpallojen raskasmetallikertymät olivat keskimäärin Viikin arvoja korkeampia, mutta erot olivat varsin pieniä. Tutkimuksen mukaan kaatopaikalla todetut kertymät vastaavat tavallisia kaupunki-ilman arvoja. (24)

Radioaktiivisuustutkimukset

Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos tutki jäte-, suotovesi-, pohjavesi- sekä sammalpallonäytteiden radioaktiivisuuden. Lisäksi yhdestä suotovesi- ja useasta sedimenttinäytteestä kootusta kokoomanäytteestä analysoitiin tarkemmin gamma- ja betasäteily. Näytteistä ei havaittu luonnollisesta taustasta poikkeavia radioaktiivisuuksia. (24)

Kaatopaikkakaasu- ja muut tutkimukset

Kaatopaikan suotovesiputkien kairauksien yhteydessä otettiin jätekasasta näyteprofiilit noin puolen metrin mittaisina erinä. Näytteistä tutkittiin lämpötila, massan kosteus, maatuneisuusaste ja kaasuntuottokyky. Tutkimuksesta vastasi Maa- ja Vesi Oy. Näillä tutkimuksilla ei pystytty selvittämään kaatopaikan ympäristöhaittoja ja tutkimuksessa katsottiinkin, ettei niitä ollut syytä jatkaa. (24)

Myöskään tehtyjen kaasututkimusten perusteella ei voitu tehdä johtopäätöksiä kaasun hyötykäytön kannattavuudesta. Kaasuntuoton kannattavin vaihe olisi kuitenkin ollut jo ohi, kun kaasunkeräys olisi saatu järjestettyä. (24)

Alueella tehdyt jatkotutkimukset

Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunnan teettämässä selvityksessä Helsingin maaperän epäpuhtauksista vuonna 1989 tutkittiin myös Iso-Huopalahden kaatopaikan maanäytteiden eri yhdisteiden pitoisuuksia. Kymmenestä näytteenotuspisteestä määritettiin absorboituvien orgaanisten halogeeniyhdisteiden (AOX), raskasmetallien ja mineraaliöljyjen pitoisuudet. Näytteet otettiin 80-90 cm syvyydestä. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, mineraaliöljyn, sinkin ja lyijyn pitoisuudet olivat alueen useimmissa pisteissä taustapitoisuuksia korkeampia. (16) Seuraavassa taulukossa 10 on esitetty vuoden 1989 maaperätutkimusten tuloksia.

Taulukko 10. Iso-Huopalahden kaatopaikan maaperänäytteiden tutkimustuloksia (24)

	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
		min	maks	
org. aines	p-%	3,3	32,2	
AOX	mg/kg	0,6	7,1	80
öljy	mg/kg	35	3100	5000
Pb	mg/kg	2	110	600
Cd	mg/kg	0,2	1,6	20
Cr	mg/kg	<4	4	800
Cu	mg/kg	2	42	500
Zn	mg/kg	8	440	3000
Ni	mg/kg	1	280	500

*hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Alueella tarvittavat jatkotutkimukset

Jyväskylän yliopiston kemian laitoksella teetetyt tutkimussuunnitelman mukaan alueella tarvitaan lisätutkimuksia selvittämään ilmaan, suotovesiin ja suoraan eliöihin mahdollisesti kulkeutuvia myrkyllisiä orgaanisia yhdisteitä, joilla voi olla haittavaikutuksia ihmisten terveyteen tai ekotoksisuutta suorana vaikutuksena eliöihin tai ravintoketjussa rikastumisen kautta. Tärkeimmät tutkittavat aineet ovat orgaaniset polyhalogeeniyhdisteet. Aikaisemmissa tutkimuksissa on jäänyt selvittämättä alueen maaperän, suotovesien ja sedimentin myrkyllisyys eläville organismeille, niiden sisältämien orgaanisten ympäristömyrkkyjen määrä, alueen organismien altistuminen myrkyllisille orgaanisille yhdisteille sekä kaatopaikkakaasun haitallisuus ympäristölle. (25)

Tutkimussuunnitelmassa ehdotetaan alueella tehtävän biologisia toksisuustestejä suoran myrkyvaikutuksen alustavaksi seulomiseksi ja kemiallisia analyysejä ympäristönäytteistä kontaminaation ja eliöiden altistumisen seuraamiseksi. Kaatopaikkakaasujen ympäristövaikutusten rutiininomainen selvittäminen ei ole lyhyessä ajassa mahdollista. Lisäksi tutkimussuunnitelmassa annetaan ohjeita näytteenottopisteiden, tutkittavien aineiden valintaa ja niiden määrityksiä varten sekä kustannusarvioita. (25)

Ympäristöseuranta alueella

Ympäristönsuojelutoimisto on seurannut Iso-Huopalahden kaatopaikan suotovesien laatua vuosina 1985-1987 ja vuodesta 1989 alkaen jatkuvasti. Ympäristökeskus on jatkanut seurantaan vuoden 1991 alusta alkaen. Vesi- ja viemärilaitos ottaa ja analysoi näytteet Iso-Huopalahden kaatopaikan suotovesistä, alueen pintavesistä ja pintasedimentistä kolme kertaa vuodessa. (26)

Suotovesien laatu ei ole muuttunut huomattavasti. Niiden sähkönjohtavuus sekä orgaanisten halogeeniyhdisteiden, kloridin ja ammoniumtyypen pitoisuudet ovat korkeita. Raskasmetallipitoisuudet ovat pieniä. (27)

Iso-Huopalahden veden typpipitoisuus on ollut huomattavasti suurempi kuin purovesien pitoisuudet, mikä viittaa kaatopaikan vaikutukseen. Vesi on hygieenisesti heikkolaatuista sekä puroissa että Iso-Huopalahdessa. (27)

Sedimenttinäytteiden raskasmetallipitoisuudet ovat olleet korkeita johtuen todennäköisesti entisen Talin jätevedenpuhdistamon vaikutuksesta. (27)

Alueen kaavoitustilanne

Kaatopaikan mäki-alue on vuonna 1987 vahvistetussa asemakaavassa merkitty puistoksi. (28)

Vuosaaren kaatopaikka

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Helsingin maalaiskunta perusti Vuosaaren kaatopaikan vuonna 1964 Lohjan Kalkkitehdas Oy:n maalle. Kaatopaikka siirtyi 1.1.1966 Helsingin kaupungille. Kaatopaikkaa laajennettiin vuonna 1968. Kaatopaikan käyttö väheni olennaisesti vuoden 1973 jälkeen. Tällöin täyttöä oli jatkettu osittain tasoon +10 metriä saakka. Kaatopaikkatoiminta aloitettiin uudelleen syyskuussa 1979, jolloin täyttöä

jatkettiin lähinnä vanhalla kaatopaikka-alueella. (29) Kaatopaikka suljettiin 30.9.1988. (30)

Kaatopaikka sijaitsee Niinisaarentien pohjoispuolella olevassa jokseenkin pohjois-eteläsuuntaisessa laaksossa. Kaatopaikan lopullinen pinta-ala on noin 35 hehtaaria. Alueen maaperästä noin 15 ha on kitkamaa-aluetta ja 20 ha savialuetta. Savikerroksen paksuus on enimmillään noin 20 metriä alueen keskellä. Saven alla on hieta- ja hiesukerros ja alimpana hietamoreenia. (31 ja 32)

Pohja- ja pintavesien tarkkailu alueella

Kaatopaikan pintavesiä on seurattu vuoden 1980 alusta ja pohjavesiä vuoden 1981 alusta asti. Maa ja Vesi Oy on laatinut 11.12.1980 kaatopaikka-alueen vesien tarkkailuohjelman. Havaintopaikkoja on jonkin verran muutettu kaatopaikan laajentuessa. (32)

Pintavesien havaintopaikkoja on yhdeksän kappaletta. Näytteitä otetaan alueelta etelään virtaavista vesistä, pohjoispuolisista vesistä, niskaojista sekä alueelle muodostuneesta lammesta. Vuodesta 1986 lähtien on pintavesistä tutkittu myös eräiden myrkyllisten aineiden pitoisuuksia. Kaatopaikan ympärysojaan kertyvät suoto- ja valumavedet pumpataan Vuosaaren jätevedenpuhdistamolle. (32)

Kaatopaikka-alueelta etelään johtavassa purossa veden laatu oli huonoimmillaan tarkkailun alussa vuosina 1980-1982 ennen jätevesien johtamista Vuosaaren puhdistamolle. Veden laatu on selvästi parantunut eikä siinä ole tapahtunut muita mainittavia muutoksia. Vesi on sameaa, ravinnepitoista ja sen happipitoisuus on alhainen kuten useimmissa Helsingin seudun purovesissä. Veden hygieeninen laatu on ollut yleensä hyvä. Vuosaarenlahden veden laatu on pysynyt hyvänä tarkkailun ajan. (32)

Raskasmetallien pitoisuudet ovat olleet rautapitoisuuksia lukuunottamatta alhaisia. Myös arseenin, syanidin, fluoridin, PCB-yhdisteiden ja kloorifenolien pitoisuudet ovat olleet pieniä tai alle toteamisrajan. Myöskään öljyä ei ole havaittu silmämääräisesti. (32)

Alueella sijaitsevan vanhaan marmorin avolouhokseen muodostuneen lammen veden laatu on pysynyt samanlaisena. Vesi on ainakin neljän metrin syvyydestä alaspäin pysyvästi hapetonta ja typpi- ja fosforipitoisuudet ovat korkeita. Raskasmetalleja, rautaa lukuunottamatta, tai muita määritettyjä myrkyllisiä aineita ei lammen veteen ole kertynyt. (32)

Kaatopaikka-alueen pohjavesiä tarkkaillaan tarkkailuohjelman mukaisesti. Näytteet otetaan neljä kertaa vuodessa, jolloin niistä määritetään pinnan korkeus, lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, väriluku, kiintoaine, sameus, alkaliteetti, hapen kyllästysaste, kemiallinen hapenkulutus, erilaisten typpi- ja fosforiyhdisteiden pitoisuudet, fenolipitoisuus ja bakteerien esiintyminen. Kesällä otettavista näytteistä määritetään myös raskasmetalli-, mineraaliöljy- ja syanidipitoisuus sekä orgaanisen hiilen kokonaismäärä ja absorboituvien orgaanisten halogeeniyhdisteiden pitoisuus. Näytteistä on myös määritetty kloorifenolien ja PCB-yhdisteiden määrä. Osa tarkkailun alkaessa käytössä olleista havaintoputkista on jäänyt kaatopaikan laajentuessa pois käytöstä. Alueelle lisättiin kaksi putkea vuonna 1985, joista toinen tuhoutui myöhemmin alueen tienrakennustöissä. Vuonna 1992 käytössä oli seitsemän pohjavesiputkea ja kaksi kaivoa. (32)

Pohjaveden laatu on alueella pysynyt muuttumattomana ja täyttänyt suurimmaksi osaksi lääkintöhallituksen talousvedelle asettamat laatuvaatimukset ja -tavoitteet. Pohjavesi on ollut pääasiassa hapetonta tai happipitoisuus on ollut hyvin alhainen. Veden hygieeninen laatu on ollut hyvä. Näytteissä ei ole todettu mineraaliöljyjä, PCB-yhdisteitä eikä kloorifenoleja. Raskasmetallipitoisuudet ovat olleet alhaisia lukuunottamatta todennäköisesti maaperästä peräisin olevaa rautaa ja mangaania. Veden väri ja sameus eivät yleensä ole täyttäneet laatutavoitteita. Myös ammoniumpitoisuus ylitti joissakin tapauksissa raja-arvot. (32)

Ympäristölautakunta on 3.11.1992 esittänyt Helsingin vesi- ja ympäristöpiirille, että se ryhtyisi toimenpiteisiin Vuosaaren kaatopaikan ympäristövaikutusten tarkkailuohjelman saattamiseksi ajantasalle. Ympäristölautakunnan mukaan kymmenen vuotta vanhan tarkkailuohjelman mukainen seuranta ei ole tarkoituksenmukaisesti järjestetty, koska kaatopaikan käyttötarkoitus on muuttunut ja osa pohjaveden näytteenottoputkista on heikossa kunnossa. (33)

Kaatopaikkakaasun keräily

Vuosaaren kaatopaikalla tehtiin kauppa- ja teollisuusministeriön ja YTV:n yhteistyönä tutkimus kaatopaikkakaasun käyttöönotosta. Tutkimus keskittyi lähinnä kaatopaikkakaasun hyödyntämiseen ja siihen liittyviin tekniikoihin. Kokeilu käynnistettiin vuonna 1985 ja loppuraportti valmistui huhtikuussa vuonna 1987. Ekono Oy ja Neste Oy toteuttivat tutkimuksen käytännössä. (34)

Tutkimuksen mukaan kaatopaikalta saadun kaasun keskimääräinen metaanipitoisuus oli 50-52%. Biokaasu sisälsi muitakin orgaanisia kaasuyhdisteitä. Kloori- ja fluoripitoisten yhdisteiden esiintyminen vaihteli runsaasti. Biokaasun palamisominaisuudet olivat hyvät. Palamisen kokonaispäästöt verrattuna muiden polttoainneiden päästöihin olivat pieniä. Suotovesien todettiin muuttuvan emäksisiksi ja raskasmetallipitoisuuksien pienentyvän kaasuntuotannon yhteydessä. (34)

Tutkimuksessa selviteltiin myös kaatopaikan kaasu-, pöly- ja mikrobipäästöjä. Kokonaisbakteeripitoisuus vaihteli välillä 10^3 - 10^5 kpl/m³. Arvot ylittivät selvästi puhtaan ilman bakteeripitoisuuden. Kaatopaikan sieni-itiöpitoisuudet vaihtelivat välillä 700-49 000 kpl/m³. (34)

Vuosaaren kaatopaikalta pumpataan noin 500 m³/h kaasua, joka myydään edelleen energialaitokselle. Kaasua otetaan talteen vielä ainakin 15 vuotta. (35)

Kaatopaikan jälkihoito

Helsingin kaupunki ja YTV ovat sopineet Vuosaaren kaatopaikan jälkihoidosta vuonna 1990. YTV vastasi kaatopaikan jälkitöistä ja mahdollisesti ympäristölle aiheutuvien vaarojen ja haittojen ehkäisemisestä vuoden 1989 ajan. Jätevesien puhdistus ja niiden ympäristövaikutusten seuranta kuuluvat YTV:lle kuitenkin vuoden 1993 loppuun asti. YTV:n tuli huolehtia, että jätteiden päällä oli keskimäärin puolen metrin maakerros, jossa ei ole kookkaita esineitä tai teräksiä. Kaupungin tehtävänä oli suunnitella ja rakentaa kaatopaikan ympärysviemärointi. YTV:lle jäi oikeus rakentaa alueelle biokaasun keräilyrakenteet ja kompressoriasema. Kaupunki vastaa ylijäämämaiden läjittämisestä aiheutuvasta jälkihoidosta. (36)

Alueen kaavoitustilanne

Vuosaaren kaatopaikka-alue on varattu Helsingin yleiskaava 1992:ssa virkistysalueeksi. Vuosaaren osayleiskaavaehdotus valmistellaan yleiskaavan hyväksymisen jälkeen. (37)

Talin jätevedenpuhdistamo

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Talin entinen jätevedenpuhdistamoalue sijaitsee Munkkivuoren länsipuolella rajautuen etelässä Läntiseen moottoritiehen, lännessä Iso-Huopalahteen, pohjoisessa golfkenttään ja idässä Munkkivuoren asuinalueeseen (38). Alueen sijainti on esitetty liitteessä 1 olevassa kartassa.

Talin alueella toimi jätevedenpuhdistamo vuosina 1957-1986. Puhdistamorakennuksen eteläpuolisella allasalueella ja koillispuolisen lietekentän lounaiskulmassa oli lisäksi YTV:n öljyisten jätevesien ja lietteiden käsittelyalue vuodesta 1981 lähtien. Öljyisten jätteiden vastaanottoasema otti vastaan lähinnä huoltamoiden ja autokorjaamoiden öljynerotus- ja hiekanerotuskaivojen jätevesiä sekä satamalaitoksen öljyvahinkojätteitä. Puhdistamoalueen pohjois- ja koillisosissa välivarastoitettiin yhdyskuntajätevesilietettä osittain maapohjalla. Alueen eteläosassa sijaitsi multatarha, jossa kompostoitettiin risuja, lietettä, puun kuorta, turvetta ja eläinsuojien lantaa. Lietekenttien alainen maaperä on salaojitettu. Valumavedet on johdettu puhdistamolle. Alueen itäosassa oli rakennusviraston varasto. (39)

Puhdistamorakennusten eteläpuolinen öljyaltaiden ympäristö oli koko toiminnan ajan päällystämätön. Kuljetusreitit olivat ainakin osan ajasta asfaltoituja. (39)

Alueella tehdyt tutkimukset

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy tutki vuonna 1989 näytteenottoon liittyviä tekijöitä Talin entisellä puhdistamoalueella ja Lahden Kujalan kaatopaikalla Maj

ja Tor Nesslingin säätiön, Helsingin kaupungin ja Lahden kaupungin rahoituksella (39). Tutkimusta jatkettiin Talin osalta huokosilmamittauksilla vuonna 1990 (40). Lisäksi kaupunkisuunnitteluvirasto tilasi Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy:ltä Iso-Huopalahden ja Talin ranta-alueen kunnostamissuunnitelmaa koskevan työohjelman vuonna 1989 (41). Helsingin Seudun Opiskelija-asuntosäätiö (HOAS) selvitytti Valtion teknillisellä tutkimuskeskuksella puhdistamorakenteiden kuntoa, puhdistustapaa ja soveltuvuutta aiottuun rakentamiseen (42, 43 ja 44).

Talin ranta-alueen ja Iso-Huopalahden kunnostussuunnitelman työohjelmassa on selvitetty edellytyksiä ja tarvittavia toimenpiteitä alueen kunnostamiseksi virkistyskäyttöön nykyistä paremmin soveltuvaksi. Nykyisellään ranta-alue on erittäin roskaantunut ja Iso-Huopalahden vesi pahoin likaantunut ja madaltunut. (41)

Alueen maaperän laatu

Jätevedenpuhdistamoluueeseen liittyvän kaava-alueen pinta-ala on noin 37 ha, josta noin 4 ha on kitkamaa-aluetta ja loput saven lievealuetta ja savialuetta. Lieju- ja savikerroksen paksuus on enimmillään 14 metriä. 16 ha:n alueella savikerroksen päällä on täyterkerros. Savikerroksen alla on silttiä, hiekkaa ja moreenia. Pohjaveden pinta oli havaintojaksena 7.10.-5.11.1987 noin 0,4-0,6 metrin syvyydessä maanpinnasta. Pinnan korkeus seuraa merenpinnan korkeusvaihteluita. (38)

Alueelta otetut näytteet

Talin alueelle asennettiin kuusi pohjavesiputkea näytteenottoa varten. Niistä otettiin näytteitä kolme kertaa vuoden 1989 tutkimusta varten. Näytteistä määritettiin sähkönjohtavuus, pH, kloridi-, kokonaisfosfori-, kokonaistyppe-, kokonaishiilivety-, mineraaliöljy-, elohopea-, lyijy-, kadmium-, kupari-, kromi-, arseeni- ja vanadiinipitoisuus. (39)

Huokosilmanäytteitä otettiin kolme kertaa vuonna 1989 viiden pohjavesiputken lähialueelta kymmenestä havaintoputkesta. Kaasunäytteistä analysoitiin happi-, hiilidioksidi- ja metaanipitoisuus sekä haihtuvat hiilivedyt. (39) Huokosilmatutkimuksia jatkettiin vuonna 1990 täydentämään aikaisempaa tutkimusta toimenpitei-

den kohdentamiseksi ja rajaamiseksi tulevan alueen asuinkäyttöä ajatellen. Tällöin tutkittiin 36 näytepisteen huokosilman laatua. (40)

Sekä öljyisten jätteiden että lietteiden käsittelyalueilta otettiin kuusi maanäytettä. Niistä tutkittiin kokonaishiilivety-, mineraaliöljy-, lyijy-, kadmium-, kupari-, kromi-, arseeni- ja vanadiinipitoisuus. (39)

Tutkimustulokset

Pohjaveden ravinteiden, suolojen ja raskasmetallien pitoisuudet lietteiden käsittely-alueella olivat korkeampia kuin öljyisten jätteiden käsittelyalueella. (39) Lääkintöhallituksen antamat talousveden laatuvaatimusten tai -tavoitteiden mukaiset enimmäispitoisuudet ylittyivät elohopean, lyijyn, kadmiumin, kuparin, kromin, arseenin, kloridin ja mineraaliöljyn osalta. Pohjavesitutkimustulokset on esitetty seuraavassa taulukossa 11.

Taulukko 11. Talin jätevedenpuhdistamoalueen pohjavesitutkimustuloksia (38)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset min	maks	ohje- arvo*
Hg	17	ug/l	<0,5	1,4	1
Pb	17	ug/l	<2	310	50
Cd	17	ug/l	<0,2	68	5
Cu	17	ug/l	<2	740	300
Cr	17	ug/l	3	380	50
As	17	ug/l	4	110	50
V	17	ug/l	<10	270	
pH	59		6,2	7,2	6,5-8,8
y	59	mS/m	40,5	796	
kok.N	59	mg/l	8,3	350	
kok.P	59	mg/l	0,21	21	
Cl	59	mg/l	23	2800	100
hiilivedyt	57	mg/l	<0,2	35	
öljy	52	mg/l	<0,1	30	0,05

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

Huokosilmatutkimuksien tulosten mukaan liuotinpitoisuuksien yleistaso oli alueella korkeampi vuonna 1990 kuin aiemmassa tutkimuksessa. Eri puolilla aluetta havaittiin huomattavan korkeita liuotinpitoisuuksia, jotka voivat aiheuttaa rakennusten sisätiloihin kulkeutuessaan hajuhaittoja. Koko alue on erittäin heterogeeninen eikä sieltä voida osoittaa toisistaan poikkeavia alueita. Syinä alueen heterogeenisyyteen voivat olla esimerkiksi inhimilliset erehdykset vuosien varrella, toimimaton salaojitus kuljetusreittinä sekä merenpinnan korkeusvaihteluista aiheutuvat virtaukset maaperässä. (40) Taulukossa 12 on esitetty vuoden 1989 huokosilmamittausten tulosten yhteenveto ja taulukossa 13 vuoden 1990 tulokset.

Taulukko 12. Talin jätevedenpuhdistamoalueen huokosilman laatu 1989 (38)

	näyte- määrä	1)	yksikkö	tulokset	
				min	maks
tolueeni	47	44	mg/m ³	-	0,400
ksyleeni	47	45	mg/m ³	-	1,825
liuotinbensiini kp 60-90 °C	46	16	mg/m ³	-	3,00
liuotinbensiini kp > 100 °C, arom. 20%	47	30	mg/m ³	-	35,1
liuotinbensiini arom.	29	10	mg/m ³	-	2,0
liuotinbensiini kp > 200 °C	29	1	mg/m ³	-	9,7
hiilivedyt	18	10	mg/m ³	-	2,08

1) näytteiden määrä, joista todettu kyseistä yhdistettä

- = ei todettu

Maaperän laatu ei poikennut selvästi öljyisten jätteiden ja lietteiden käsittelyalueiden välillä. Raskasmetallipitoisuudet olivat arseenia lukuunottamatta alhaisemmat kuin Helsingin viljelysmailla. (40) Taulukossa 14 on esitetty maaperänäytteiden tutkimustuloksia.

Taulukko 13. Talin jätevedenpuhdistamoalueen huokosilman laatu 1990 (39)

	näyte- määrä	1)	yksikkö	tulokset min	maks
tolueeni	27	18	mg/m ³	-	0,35
ksyleeni	30	20	mg/m ³	-	6,80
asetoni	31	4	mg/m ³	-	7,27
liuotinbensiini kp 145-200 °C arom. <20%	36	21	mg/m ³	-	800
liuotinbensiini arom. <1%, C ₁₀ -C ₁₂	36	5	mg/m ³	-	4,35
liuotinbensiini arom. <1%	36	5	mg/m ³	-	8,36
n-heksaani	34	5	mg/m ³	-	1,46

1) näytteiden määrä, joissa kyseistä yhdistettä esiintyy

- = ei todettu

Taulukko 14. Talin jätevedenpuhdistamon maaperänäytteiden tutkimustuloksia (38)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset min	maks	ohje- arvo* mg/kg
Pb	12	mg/l	1,5	17	600
Cd	12	mg/l	<0,05	1,0	20
Cr	12	mg/l	0,46	0,08	800
As	13	mg/l	0,17	0,73	50
Cu	13	mg/l	2,0	19	500
V	13	mg/l	3,9	0,42	
öljy	13	mg/kg	6	220	5000
hiilivedyt	12	mg/kg	560	13	

näytteenotto syvyys 0,5-2,5 m

*hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Toimenpide-ehdotukset alueen kunnostamiseksi

Tutkimuksen perusteella laaja maaperän massanvaihto ei ollut tarpeen Talin alueella. Silmämääräisesti likaantuneet kohdat ehdotettiin kuitenkin poistettaviksi.

(39)

Tehokkain tapa konvektiovirtauksien ehkäisemiseksi on tutkimuksen mukaan alapohjarakenteesta riippuen joko tuulettaa alapohja tai imeä maata vasten olevan rakenteen alle alipaine sisätiloihin nähden. Ensisijaisesti olisi kuitenkin tärkeää tiivistää rakenne huolellisesti. Suunnittelussa olisi otettava huomioon poistoputken sijoitus. Myös hyvin tasapainoitettu ilmanvaihto pienentää epäpuhtauspitoisuuksia. (40)

Helsingin kaupungin terveysturvaston valvontaosasto antoi 12.4.1990 Talin asuin- ja virkistyskäyttöön tulevan alueen rakentamista koskevat ohjeet. Ohjeita tarkennettiin alueen talonrakentamista koskevilla ohjeilla 3.9.1990. Ohjeiden mukaan silmämääräisesti likaiseksi luokiteltavat maa-alueet kuten öljyyntyneet kohdat tulee poistaa ja korvata siten, että päällimmäiseksi kerrokseksi tulee metrin paksuinen kerros puhdasta maata. Alueella tulee tehdä ennen maanrakennustöiden aloittamista tonttikohtaisesti maastokatselmukset, joissa on edustaja rakennusvirastosta, rakennusvalvontavirastosta ja terveysturvaston valvontaosastosta eli nykyisestä ympäristökeskuksesta. Maan laatua tulee rakennustöiden edetessä seurata ja likaantuneeksi luokiteltavat kohdat poistaa. Epäselvissä tapauksissa tulee ottaa yhteyttä ympäristökeskukseen. (45 ja 46)

Talonrakentamisen terveydellisenä vaatimuksena on, että maaperän huokosilmassa olevien epäpuhtauksien kulkeutuminen sisätiloihin estetään. Tavoitteeseen voidaan päästä tekemällä rakennusten pohjat ilmatiiviiksi ja järjestämällä rakennuksiin koneellinen sisäänpuhallus siten, ettei alapohjan yläpuolelle pääse syntymään alipainetta. Rakennusten alustatilat tulee järjestää tuuletettaviksi ja poistoilma tulee johtaa kattotason yläpuolelle. Maavaraisia rakenteita ei tule käyttää. Lisäksi ilmanvaihto- ja rakennusteknilliset suunnitelmat tulee esittää rakennusvalvontavirastolle ja ympäristökeskukselle. (45) Rakennusvalvontavirasto on liittänyt edellä mainitut ehdot alueen kaikkiin rakennuslupiin. (37)

Puhdistamorakennusten kunnostaminen

HOAS:llä on tarkoitus rakentaa Talin vanhojen puhdistamoaltaiden päälle opiskelija-asuntola. Altaiden viereiseen välppäämörakennuksen maanpäälliseen osaan on suunniteltu pesulaa ja kellarikerrokseen näyttelytilaa. (47)

Valtion teknillinen tutkimuskeskus on tutkinut allasrakenteiden kuntoa ja epäpuh-
tauksien tunkeutumissyvyyttä poraamalla altaiden seinämiltä betonilieriöitä tarkem-
pia analyysyjä varten. Allasseinämät sisälsivät raskasmetalleja ja orgaanisia
yhdisteitä vain muutaman millimetrin paksuisessa pintakerroksessa. Raskasmetalli-
en määrät olivat hyvin pieniä. Orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat hivenen
suurempia, mutta esiintyivät aivan uloimmassa kerroksessa. Aistinvaraisesti arvioi-
tuna näytteissä tuntui märkänä puhdistamojätteen haju. (47)

Selvityksissä tyhjäksi pumpatut kartiomaiset ja suorakulmaiset yhdyskuntajäteve-
den käsittelyaltaat ehdotetaan käsiteltäväksi seuraavasti: Kartiomaiset altaat
betonoidaan noin neljän metrin korkeuteen. Betonivalun ja -palojen päälle levite-
tään täytesora- tai täytehiekkakerros, jonka päälle laitetaan salaojasorakerros.
Kerrokseen järjestetään salaojitus LVI-suunnitelmien mukaan. Välittömästi
katkaisukohtaan alapuolelta altaiden seinämät hiekkapuhalletaan ja painepestään
pinnassa olevan parin millimetrin paksuisen kerroksen poistamiseksi. Salaojaker-
roksen ja alapohjan välinen tila tuuletetaan LVI-suunnitelmien mukaisesti. (47)

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen uusimman tutkimusselostuksen mukaan
salaojitus voidaan jättää pois alapohjien alapuolisesta tilasta, koska tilaan tullaan
rakentamaan tarkastuskaivo pumppausmahdollisuudella. Samoin rakennusten alle
jäävien kartiomaisten altaiden kärkien betonointia ei tarvitsisi tehdä, mikäli niihin
ei laiteta purkujätettä. Uusien suunnitelmien mukaan kahden suorakaiteen muotoi-
sen altaan sisälle on suunniteltu varastokomeroita. Näiden tilojen kunnostamiseksi
suositellaan hiekkapuhallusta ja päällystämistä ilmatiiviisti. (38) Ympäristökeskus
antoi rakennusvalvontavirastolle lausunnon näistä rakennuslupaa koskevista
muutoksista 20.10.1992. Ympäristökeskuksella ei ollut muutosten suhteen huo-
mautettavaa. Lausunnon mukaan on tärkeää, että rakennusten alle suunnitellun
kalvon asennus ja kiinnitys tehdään erityistä huolellisuutta noudattaen ja että
ympäristökeskuksen edustajille varataan tilaisuus nähdä kalvo ennen sen peittämis-
tä. (48)

Öljynerotusaltaiden suunnitellun katkaisukohtaan yläpuoliset seinärakenteet,
irtonainen ja pitkälle rapautunut betoni ja maa-aines toimitetaan yhdyskuntajätteen
kaatopaikalle. Irtonainen betoni ja maa-aines, joka sisältää valuvaa öljyä, toimite-

taan ongelmajätteen käsittelylaitokselle. Katkaisukohtaan alle jäävät seinät suositellaan puhdistettaviksi ja päällystettäväksi. Allastila tuuletetaan LVI-suunnitelmien mukaisesti. (47) Rakentajan suunnitelmien mukaan öljyn vastaanottoaltaat puretaan kokonaisuudessaan. Rakentamisen yhteydessä seurataan ympäröivän maan laatua. (49)

Välppäämön imualtaiden, kellarikerroksen ja myös maanpäällisen tilan rakenteet suositellaan mahdollisen hajuhaitan poistamiseksi hiekkapuhallettaviksi ja päällystettäväksi. Tällä hetkellä kellarikerroksessa on voimakas puhdistamolietteiden haju. (47)

Rakennusvalvontavirasto on myöntänyt allasalueen uudisrakentamiselle rakennusluvan, jossa määritellään rakennus- ja ilmanvaihtotekniset ehdot mahdollisten hajuja ja kosteushaittojen ennaltaehkäisemiseksi sisätiloissa. Kaikkiin altaisiin järjestetään tulo- ja poistoilmanvaihto. Alapohjan alipaineisuutta seurataan automaattisesti Pasilassa sijaitsevasta keskusvalvomosta. (49)

Ympäristökeskus esittää lausunnossaan Talin puhdistamoaltaiden käytöstä rakennusten pohjarakenteina, että VTT:n selvityksissä esitetyt toimenpiteet ovat perusteltuja hajuhaittojen syntymisen estämiseksi allasrakenteiden yläpuolelle rakennettavissa tiloissa. Hiekkapuhallus tulisi ulottaa koskemaan kaikkia allasseinämän osia. Rakennusten alapohjat tulee lisäksi rakentaa tiiviiksi ja alapohjan tuuletuksella estää alapohjan alapuolisen ilman pääsy huonetiloihin. Myös öljynerotusaltaiden alapuolisen maaperän öljyttömyys tulee tarkistaa. (49)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Asemakaavassa Talin jätevedenpuhdistamoalue on jaettu kolmeen osaan. Rakentamiselle parhaat alueet on varattu asuntotuotantoa varten. Läntisen moottoritien melualue on osoitettu tekniselle huollolle. Alueelle on varattu runsaasti virkistysalueita esimerkiksi Iso-Huopalahden ranta-alueet kokonaisuudessaan. Kaava mahdollistaa nykyisten rakennusten mahdollisimman monipuolisen käytön. (38) Alue on jo pääosin rakennettu.

AMPUMARADAT

Viikinmäen ampumarata

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Viikinmäen ampumarata sijaitsee Lahdenväylän ja Vantaanjoen risteymäkohdan koilliskulmassa. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 2 olevassa kartassa. Ampumarata valmistui vuonna 1962. Ampumaradan aktiivinen käyttö on jatkunut noin kolmekymmentä vuotta. Raskasmetallipitoisia luoteja ja hauleja on joutunut alueen maaperään runsaasti. (50)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto selvitytti Geologian tutkimuskeskuksella (GTK) Viikinmäen ampumaradan maaperän raskasmetallipitoisuudet sekä haulien ja luotien määrät vuonna 1990 (50). Tutkimusta jatkettiin selvittämällä metallipitoisten maamassojen puhdistamista ja kunnostamista. Tutkimuksen loppuraportti valmistui vuonna 1991. (51)

Alueen maaperän laatu ja vesiolosuhteet

Ampumaratalaakson maaperä on heikosti vettä johtavaa silttiä ja savea. Alue ei ole pohjaveden muodostumisaluetta. Maaperässä esiintyvä vesi on huokosvettä. Pohjamaan veden johtavuuden arvioidaan olevan 10^{-8} m/s. Ampumarata-alueen pohjavedet purkautuvat Vantaanjokeen. (50)

Ampumarata-alueella muodostuvat pintavedet virtaavat pääasiassa sadevesiviemäroinnin kautta Vanhankaupunginlahteen. Arvioiden mukaan alueelta kulkeutuu lyijyä pois 1,6-6,4 kg vuodessa. (50)

Haulien, luotien ja savikiekkojen tutkimukset

Kemiran Vihtavuoren patruunatehtaan haulit sisältävät keskimääräisesti 97 % lyijyä, 2 % antimonia, alle 0,5 % arseenia sekä uudet nikkeli-kuoriset alle 0,5 % nikkeliä. Lapuan patruunatehtaan messinkivaippaiset luodit taas sisältävät 90 % lyijyä, 9 % kuparia ja 1 % sinkkiä. (50)

GTK:n tutkimuksen mukaan lyijyhaulien liukenevuus pH-arvoltaan 4,6 olevaan veteen nousi viikossa tasolle 10 mg/l ja tasaantui sen jälkeen. (50)

Tutkimuksessa selvitetty savikiekkojen ja niissä käytettyjen väriaineiden aiheuttama raskasmetallikuormitus alueella on vähäinen verrattuna hauli- ja luotimetallien aiheuttamaan kuormitukseen. (50)

Haulien levinneisyys ja määrät

Haulien levinneisyys ja määrät maastossa selvitettiin ottamalla vakiopinta-alaisia, 0,53 m², maanäytteitä. Syvyysuunnassa näytteenotto eteni kerroksittain syvemälle, kunnes hauleja ei silmämääräisesti enää havaittu. Näytteitä otettiin 58 kappaletta 38 näytteenottoasemasta. Pestyjen ja vesiseulottujen maanäytteiden loppuerottelussa käytettiin GOLD HOUD-spiraali-erottelijää, jolloin haulit saatiin lähes täydellisesti talteen. (50)

Tutkimuksen mukaan hauleja on maaperässä kaikkialla ampumasektorien sisäpuolella. Merkittävimmin niitä on haulikkoratojen edustoilla. Valtaosa lyijystä on aluetta halkovan laakson itälaidalla, avoimen niityn ja sitä rajaavan metsäisen kalliorinteen raja-alueella. Haulien määrä laskee nopeasti siirryttäessä tämän alueen itä- tai länsipuolelle. (50)

Haulien määrät näytteissä vaihtelivat välillä 0,04-22,75 kg/m². Haulikkoratojen etumaastoon jäävältä niityltä ja sitä ympäröiviltä rinteiltä pinta-alaltaan 43 700 m² olevalta alueelta hauleja löytyi vähintään 1 kg/m². Yhteensä alueella arvioidaan olevan 176 409 kg lyijyhauleja. Näytteitä tutkimusta varten ei voitu ottaa uuden hirviradan alueelta ja sen itäpuoliselta rinteeltä, koska siellä tehtiin samanaikaisesti

maansiirtotöitä. Siirtomassojen alle jäi todennäköisesti erittäin lyijypitoista maata. (50)

Luotien levinneisyys ja määrät taustavalleissa

Luotimetallien määrä tilavuutta kohden arvioitiin taustavalleista. Osanäytteiden koko vaihteli 3-124 litran välillä. Näytteiden pesuseulonnan sekä kasvijätteiden ja kivien poistamisen jälkeen luodit ja niiden sirpaleet erotettiin vaskaamalla. (50)

Kuuden taustavallin sisältämien luotien ja sirpaleiden määräksi arvioidaan noin 46 350 kg. Eniten luotiromua on pistooli- ja pienoiskivääriratojen taustavalleissa. Luotiromua sisältävän massan tilavuudeksi arvioidaan 363 m³. (50)

Haulialueen maaperätutkimukset

Haulialueen maaperän raskasmetallipitoisuudet määritettiin neljästä pisteestä maaprofiilinäytteinä. Yhdestä pisteestä alueen ulkopuolelta otettiin vertailuprofiilinäyte. Myös taustavallien alapuolelta otettiin kuudesta kohdasta maaprofiilinäyte. Näytteitä otettiin vain hauleja sisältävästä kerroksesta. Maaperänäytteistä tutkittiin arseeni-, kadmium-, lyijy-, antimoni-, kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet. (50)

Kaikkien raskasmetallien pitoisuudet olivat suurimmat ylimmässä humuskerroksessa. Pitoisuudet laskivat yleensä syvemmälle mentäessä. (50)

Haulialueen ylimmässä 5 cm paksussa kerroksessa lyijypitoisuudet olivat kaikissa näytteissä yli 10 000 mg/kg. Lyijypitoisuus saavutti vertailunäytteen pitoisuuden noin 20-40 cm:n syvyydessä. Arseni- ja kuparipitoisuudet olivat myös korkeimmillaan ylimmässä maakerroksessa. Antimonipitoisuudet olivat muihin raskasmetalleihin nähden pieniä, mutta suurempia kuin vertailunäytteessä. (50)

Taulukossa 15 on esitetty haulialueen ja vertailualueen maaperänäytteiden tutkimustulokset.

Taulukko 15. Viikinmäen ampumaradan haulialueen maaperän raskasmetallipitoisuuksia (50)

	syvyys	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
				min	maks		
Pb	<20 cm	11	mg/kg	39	10500	32-363	600
Pb	muut	14	mg/kg	21	250		
As	<20 cm	11	mg/kg	10,3	1380	9,6-19,5	50
As	muut	10	mg/kg	12,5	59,3		
Cu	<20 cm	11	mg/kg	5,4	94,9	5,6-61,2	500
Cu	muut	14	mg/kg	4,7	39,5		
Ni	<20 cm	11	mg/kg	5,6	152	2,6-15,6	500
Ni	muut	14	mg/kg	3,1	36,2		
Sb	<20 cm	11	mg/kg	1,1	29,9	1,4-5,7	
Sb	muut	14	mg/kg	0,3	8,8		
Zn	<20 cm	11	mg/kg	26,7	131	16,3-84,6	3000
Zn	muut	14	mg/kg	13,7	107		

*vertailualueen koko profiilin pitoisuuksien vaihteluväli

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

			min	maks
Pb	syv _{vert}	cm	5-15	18-28
As	syv _{vert}	cm	0	>22-27
Cu	syv _{vert}	cm	0	5-15
Ni	syv _{vert}	cm	0	>22-27
Sb	syv _{vert}	cm	0	>22-27
Zn	syv _{vert}	cm	0	>22-27

syv_{vert} = syvyys, jossa pitoisuus saavuttaa vertailualueen pitoisuuden

Taustavallien maaperätutkimukset

Ampumaratojen taustavallien alapuolelta otettujen maaprofiilinäytteiden raskasmetallipitoisuudet olivat korkeimmat maaperän ylimmissä kerroksissa. Raskasmetallipitoisuudet olivat suurempia kuin haulialueella ja niiden pitoisuudet pienenevät hitaammin syvemmälle mentäessä. Pistooli- ja pienoiskivääriradan lyijypitoisuudet olivat suuria vielä puolen metrin syvyydessä. (50)

Suurin lyijypitoisuus, 40 300 mg/kg, löytyi kivääriradan taustavallin alapuolelta

otetusta pintanäytteestä. Lyijyn pitoisuus oli vielä 40 cm:n syvyydessä selvästi yli taustapitoisuuden. Vanhan kivääriradan näytteissä ainoastaan lyijypitoisuus ylitti vertailuarvot. (50)

Suurimmat kuparipitoisuudet olivat kivääri- ja pistooliradan taustavallien alapuolisissa näytesarjoissa. Kuparin pitoisuus oli kivääriradan taustavallissa 1590 mg/kg. (50)

Arseeni- ja nikkelpitoisuudet olivat taustavalleissa selvästi pienempiä kuin haulialueen maaperässä. Antimoni- ja sinkkipitoisuudet taas olivat yleensä suurempia. (50)

Seuraavassa taulukossa 16 on esitetty maaperän raskasmetallipitoisuudet ratojen taustavallien alapuolisessa pintamaassa, maksimipitoisuudet ja syvyydet, joissa hollantilainen maaperän kunnostamiselle annettu pitoisuuden raja-arvo alittuu. (50) Tutkituista maanäytesarjoista kuudessa arseenipitoisuus ylitti hollantilaisen maaperän kunnostamiselle annetun raja-arvon. Vastaava raja-arvo kuparin osalta ylittyi ainoastaan kivääri- ja hirviradan näytteissä. Maaperän lyijypitoisuus ylitti kunnostustoimia vaativan raja-arvon kaikissa pisteissä varsinkin ylemmissä kerroksissa lukuunottamatta vanhaa kiväärirataa. (50)

Alueen pohja- ja pintavesitutkimukset

Haulialueelle jo aikaisemmin asennetusta pohjavesiputkesta otettiin näyte. Lisäksi otettiin pintavesinäytteet kivääriradan näyttösuojan eteläpuolisesta maakuopasta ja uuden hirviradan lähellä virtaavasta ojasta. Vesinäytteistä määritettiin lämpötila, pH, sähkönjohtavuus sekä sinkki-, arseeni-, kupari-, nikkeli-, lyijy- ja antimonipitoisuus. (50)

Kiväärirata-alueen pohjaveden korkea lyijypitoisuus, 405 ug/l, johtunee kivääriradan taustavallien kautta pohjaveteen imeytyvän veden suuresta määrästä. Myös kupari- ja nikkelpitoisuudet olivat suuria. (50)

Taulukko 16. Viikinmäen ampumaradan taustavallien näytteiden tuloksia (50)

yksikkö			tulokset/radat					ohje-	
			Pi	Pk	Ki	Ka	Hi	Vk	arvo*
Pb	p=maks	mg/kg	10500	10500	40300	10300	11900	377	600
As	p	mg/kg	26,1	13,5	51,8	30,4	6,9	9,1	50
As	maks	mg/kg	80,2	41,7	51,8	51,4	27,2	29,0	
Cu	p	mg/kg	766	155	1590	19,7	416	47,0	500
Cu	maks	mg/kg	766	155	1590	21,7	614	47,0	
Ni	p	mg/kg	14,0	6,8	29,9	8,8	12,0	12,3	500
Ni	maks	mg/kg	37,7	17,0	29,9	10,8	17,1	16,2	
Sb	p	mg/kg	17,5	24,9	14,6	5,4	9,8	3,6	
Sb	maks	mg/kg	17,5	42,7	14,6	9,9	9,8	7,2	
Zn	p	mg/kg	252	142	649	60,2	94,0	105	3000
Zn	maks	mg/kg	252	150	1040	60,2	99,9	105	

p=pintanäytteiden pitoisuus, näytteenotto syvyys radoittain alapuolella
maks=näytteiden maksimipitoisuus kaikista näytteistä

Pi=pistoolirata, näytteenotto syvyys 0-50 cm, pintanäyte 0-15 cm
Pk=pienoiskiväärirata, näytteenotto syvyys 0-55 cm, pintanäyte 0-6 cm
Ki=kiväärirata, näytteenotto syvyys 0-40 cm, pintanäyte 0-5 cm
Ka=karjurata, näytteenotto syvyys 0-46 cm, pintanäyte 0-8 cm
Hi=hirvirata, näytteenotto syvyys 0-25 cm, pintanäyte 0-5 cm
Vk=vanha kiväärirata, näytteenotto syvyys 0-30 cm, pintanäyte 0-5 cm

*hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Pb	s	cm	35	45	35	16	15	0
As	s	cm	35	0	5	16	0	0
Cu	s	cm	15	0	5	0	15	0
Ni	s	cm	0	0	0	0	0	0
Zn	s	cm	0	0	0	0	0	0

s=syvyys, jossa maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo alittuu

Pintavesinäytteistä seisovan veden lyijypitoisuus oli 108,2 ug/l johtuen kivääriradan taustavallista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Virtaavan puroveden lyijypitoisuus oli ainoastaan 3,1 ug/l. Myös muiden tutkittujen aineiden pitoisuudet olivat pienempiä virtaavassa vedessä. (50)

Seuraavassa taulukossa 17 on esitetty pohja- ja pintavesitutkimustuloksia.

Taulukko 17. Viikinmäen ampumaradan pohja- ja pintavesitutkimustuloksia (50)

	yksikkö	pohja- vesi	pintavesi- kuoppa	oja- vesi	ohje- arvo*
Pb	ug/l	405,0	405,0	3,1	50
Cu	ug/l	25,4	8,1	2,6	300
As	ug/l	2,3	3,03	0,78	50
Ni	ug/l	19,1	19,8	4,5	50
Sb	ug/l	10,1	21,0	10,4	
Zn	ug/l	< 10	20	10	3000
T	°C	13,1	12,0	9,8	
pH		7,1	6,7	6,5	6,5-8,8
y	mS/m	22,8	50,4	56,4	

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

Pohjaveden lyijypitoisuus oli kahdeksan kertaa suurempi kuin lääkintöhallituksen laatuvaatimusten mukainen lyijyn enimmäispitoisuus talousvedessä. Se ylittää myös selvästi hollantilaisen pohjaveden kunnostustoimia edellyttäneen raja-arvon 200 ug/l. Suomen pohjavesien normaalipitoisuuksiin verrattuna Viikinmäen pohjaveden raskasmetallipitoisuudet ovat kohonneita sinkkipitoisuutta lukuunottamatta. (50)

Alueelta tutkitut kasvinäytteet

Haulikkoratojen edustalta kerättiin näytteet puolukoista, puolukanvarvuista ja sienistä. Kasvinäytteistä määritettiin arseeni-, lyijy- ja antimonipitoisuudet. (50)

Elintarvikkeiden vieraista aineista annetun asetuksen mukaan lyijypitoisuus pienhedelmissä saa olla korkeintaan 0,3 mg/kg. Lyijypitoisuus tutkituissa puolukanäytteissä oli 5,4 mg/kg, puolukan varvuissa 11,0 mg/kg ja sieninäytteessä 498 mg/kg. Sieninäytteen korkeaan lyijypitoisuuteen on ilmeisesti vaikuttanut sienessä olleet haulin sirut. Arseenin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,9-8,4 mg/kg ja antimonin 0,3-14,4 mg/kg. (50)

Mahdollisuudet alueen kunnostamiseksi

Geologian tutkimuskeskus tutki vuonna 1991 Viikinmäen ampumaradan raskasmetallipitoisten maiden toteuttamiskelpoista kunnostustapaa. Teknillisen korkeakoulun partikkeli- ja mineraalitekniikan laboratorion tekemissä kokeissa tutkittiin metallien erottamista maaperästä. GTK tutki lyijyä sisältävän maan stabiloimista niukka-liukoiseen muotoon kalsiitilla ja apatiittirikasteella sekä savikiekkojen ja niiden väriaineen koostumusta. Lisäksi arvioitiin ampumaratalaakson maapohjan vedenjohtavuus. Tutkimusten, kirjallisuuden ja riskinarvioinnin perusteella laadittiin alueelle kunnostussuunnitelmaehdotus. (51)

Ampumarata-alueella on runsaasti hauli- ja luotimetallia. Alue tulee kunnostaa, jottei siitä aiheudu terveydellistä vaaraa ihmisille ja haittaa ympäristölle. Hauli- ja luotiromu olisi virkistysalueella myös esteettinen haitta. (51)

Haulit voidaan suunnitelman mukaan erottaa maaperästä noin 14 200 m² alueelta, mikäli käsiteltävät maamassat saadaan hajotettua siten, että haulit irtoavat muusta aineksesta. Massojen määräksi arvioidaan 4 500 m³. Tutkitulla menetelmällä oli laboratorio-olosuhteissa mahdollista erottaa arviolta 99 % hauleista. Rikastusprosessissa syntyvä jätevesi sisältäisi merkittäviä määriä lyijyä. Puhdistusprosessissa tulisikin käyttää suljettua veden kiertoa ja lopuksi lyijy tulisi saostaa ja käsitellä yhdessä saostusaltaiden pohjalle kertyneen lyijyn kanssa. (51)

Luotivallien pinta-ala on 2 400 m². Puhdistettavien massojen määrä on noin 1 000 m³. Luotiromu voidaan seuloa kuivana täryseulalla. Saadun metallimassan puhdistusaste laboratorioskokeissa oli noin 95 %. Erottamiskokeet on tehty pienillä massamäärillä. Jotta saataisiin kaikille penkoille yleistettävät arvot, tulisi kokeet suorittaa myös maasto-olosuhteissa. (51)

Lyijyn saastuttama maa voidaan tutkimuksen mukaan stabiloida fysikaalis-kemiallisesti. Maan pH-arvoa nostettaisiin kalkituksella, jolloin lyijyn liukeneminen hidastuisi. Apatiitin lisäyksellä tehostettaisiin kalkin vaikutusta. Veden pääsy saastuneeseen maamassaan olisi estettävä, koska maaperästä liukenevan lyijyn määrä on selvästi riippuvainen maa-aineksen läpi kulkeutuvan veden määrästä. Kapseloitu

raskametallipitoinen maamassa tulisi sijoittaa vähintään kaksi metriä paksun maakerroksen alle. Tällöin alueen kasvillisuus ei olisi alttiina lyijylle. (51)

Alueet, joilla puusto halutaan säilyttää, voidaan selvityksen mukaan kunnostaa peittämällä kerroksella puhdasta maata. Tällöin lapset eivät pääsisi hauleihin käsiksi. Peittämisessä tulisi ottaa huomioon lyijyhaulien määrän lisäksi peitettävän alueen pinnanmuodot ja säilytettävä kasvillisuus. Haulimetallit voitaisiin mahdollisuuksien mukaan myös kerätä talteen, mikä olisi tehokkain tapa vähentää niiden aiheuttamaa haittaa ihmisille, kasvillisuudelle ja pohjavedelle. (51)

Metallipitoisten massojen kapselointi savella ja muilla täytemailla esitetään suoritettavaksi siten, että saataisiin tiivis vettä läpäisemätön kate. Saven paksuuden tulisi tällöin olla noin 1,0 metrin paksuinen. Pintaan ei saisi syntyä vettä kerääviä painanteita. Maahan imeytynyt vesi johdettaisiin savikerroksen pinnalta hyvin vettä johtavaa suodatinkerrosta myöten. Savikerroksen pinnalle tulisi sijoittaa vähintään metrin paksuudelta maamassoja, jotta savikerros pysyisi kosteana ja roudan ulottumattomissa. Pinnalle lisättäisiin tavallinen kasvukerros ja alueen sadevedet ohjattaisiin tehokkaasti pois. Aumausalueen tiivistetyn pohjan pinnalle ehdotetaan levitettäväksi apatiittirikastetta. Saastunut maamassa kalkittaisiin kerroksittain. (51)

Geologian tutkimuskeskuksen ehdotus alueen kunnostamiseksi

Geologian tutkimuskeskus on esittänyt raportissaan eri vaihtoehtoja kunnostustöille sekä laskenut niiden kustannukset. (51)

Geologian tutkimuskeskus esittää raportissa myös oman ehdotuksensa ampumarata-alueen kunnostamiseksi. Kyseisen kunnostusmenetelmän kokonaiskustannusarvio on noin 4 440 000 mk. (51)

Ampumaratalaaksossa ja sen itäpuolisen kallioharjanteen länsireunalla maan koneellinen kuorinta on mahdollista. Alue sopisi hyvin käsiteltyjen metallipitoisten massojen sijoituspaikaksi, koska maaperän vedenjohtavuus on hyvin pieni. Eräin osin ampumaradan laakso tulisi kuitenkin tiivistää lihavalla savella. Saastuneiden maamassojen määrä on noin 5 300 m³. Lähes kaikki haulit eli noin 87 t ja

luotivallien metalliromua noin 35 t on otettavissa talteen. Ehdotuksessa esitetään kalkituksen ja apatiitin lisäyksen jälkeen saastuneen maan kapselointia sijoitusalueelle. Alueen kunnostuksen kustannusarvio on noin 2 320 000 mk. (51)

Luonnontilaan jäävällä alueella eli kallioharjanteella ampumaratalaakson itäpuolella maan koneellinen kuorinta ei ole mahdollista. Kunnostamiseksi ehdotetaan lyijyhaulien keräämistä käsityönä ja maan kevyttä peittämistä. Kerätty maa-aines voitaisiin yhdistää maamassoihin, joista haulit erotetaan koneellisesti. Alueella on noin 9 t haulimetalleja. Kustannuksiksi on laskettu noin 770 000 mk. (51)

Alueella, jolla rakentaminen edellyttää kalliolouhintaa ja maamassojen suurimitaista käsittelyä, kunnostustoimiksi ehdotetaan lyijyhaulien erottamista käsityönä. Piha-alueiden ja lasten leikkipaikkojen puhdistus olisi tehtävä huolellisesti ja tarpeen mukaan alueelle olisi tuotava puhtaita maamassoja. Hauleja alueella on noin 30 t. Kustannusarvio on noin 350 000 mk. (51)

Louhikoissa, näyttösuojissa ja rakennustöiden yhteydessä maamassojen alle jääneillä alueilla haulien erottaminen on käytännössä mahdotonta. Maaperä tulee ehdotuksen mukaan peittää paksuilla maakerroksilla. Hauleja alueella on noin 69 t. Peittämisen kustannusarvio on noin 1 000 000 mk. (51)

Jatkotutkimustarpeet

Raportin mukaan alueella tarvitaan jatkotutkimuksia. Luotivalleja olisi tutkittava edelleen, jotta tulokset olisivat yleistettävissä koskemaan kaikkia valleja. Metallien uudelleen käyttöä ja puhdistusmenetelmää olisi selvitettävä edelleen tarjouspyyntöjen avulla alan yrittäjiltä. Lyijyn stabilointikokeet tulisi toteuttaa suuremmassa mittakaavassa todellista tilannetta vastaavissa olosuhteissa. Saastuneiden maiden sijoitusalueen maaperän laatu ja sen vedenjohtavuus tulisi selvittää ennen kunnostustoimenpiteitä koko sijoitusalueella. Alueilla, joilla on lyijyhauleja alle 1 kg/m², olisi raskasmetallien esiintyminen selvitettävä syvyysuunnassa. Metsä- ja puutarha-alan asiantuntijoiden tulisi arvioida kunnostusmahdollisuudet alueilla, joilla puusto pyritään säilyttämään. Kustannusten tarkistamista varten maastossa olisi syytä suorittaa koepuhdistusta erilaisin menetelmin. (51)

Kunnostustoimenpiteiden jälkeen alueelta tulevia pinta- ja suotovesien metallipitoisuuksia olisi valvottava usean vuoden ajan, kunnes olosuhteiden voidaan alueella katsoa vakiintuneen. (51)

Helsingin ympäristökeskus on lausunnossaan kiinteistövirastolle Viikinmäen ampumaratalaakson täyttö- ja puhdistussuunnitelmasta 3.11.1992 esittänyt ampumaratojen kunnostussuunnitelmaan jatkoselvityksiä. Näitä ovat lyijyhauli- ja luotirirommetallin erottamiskokeet maaperästä luonnonolosuhteissa, fysikaalis-kemialliset lyijyn stabilointikokeet luonnonolosuhteissa ja puhdistuskokeet rakentamattomiksi jäävillä alueilla. Lisäksi tulee selvittää kapselointiin suunnitellun pohjamaan laadun vedenjohtavuus ja lyijyn esiintymisalueen nollaraja. Myös uusia maaprofiilinäytteitä tulee ottaa syvemmällä olevien mahdollisten rikastumiskerrostien selvittämiseksi. Lisäksi esitetään toteutettavaksi vesi- ja ympäristöhallituksen lausunnossa esitetyt haulien ja luotiriromun talteenotosta jäävän lyijypitoisen maamassan vaihtoehtoiset käsittely- ja sijoitusvaihtoehdot ympäristövaikutusarviointeineen sekä arviot kunnostusaikaisesta ja sen jälkeisestä ympäristön lyijykuormituksesta. (52)

Ampumarata-alueen kunnostus edellyttää jätehuoltolain mukaisen jätehuoltoilmoituksen tekemistä. (52)

Vesi- ja ympäristöhallituksen lausunto kunnostussuunnitelmasta

Helsingin kaupungin ympäristökeskus on pyytänyt Viikinmäen ampumaradan kunnostamisesta asuin- ja virkistyskäyttöön vesi- ja ympäristöhallitukselta lausunnon. Lausunnossa (25.5.1992) todetaan, että alueen ottaminen asumis- tai muuhun vastaavaan käyttöön vaatii huomattavan laajaa ja perusteellista alueen saneeraamista. (53)

Lyijyromun erottamista hyötykäyttöön pidetään suositeltavana, mikäli samalla huolehditaan erotuksessa syntyvien jätevesien kierrättämisestä ja käsittelystä. Lopullinen päätös saastuneiden maamassojen käsittelytavasta tulisi tehdä lyijyromun erottamisen jälkeen saavutetun lopputuloksen ja sijoituskohdan päällisen maan suunnitellun käyttömuodon mukaan. Kapseloidun saastuneen maamassan päälle

laitettavan peitekerroksen paksuutta ehdotetaan lisättävän routimisen estämiseksi. Myös puiden juurien tunkeutuminen savikerrokseen tulee estää ja varmistaa, ettei alueella kaiveta maata. (53)

Sijoitusta valittaessa on otettava huomioon alueen likaantuneiden pinta- ja pohjavesien huolellinen ja hallittu keräily sekä mahdollisuus näiden vesien erilliseen käsittelyyn tarpeen vaatiessa. Kunnostustyön aikainen ja sen jälkeinen vesistökuormituksen suuruus tulee arvioida tarkemmin ja mahdollinen lupakäsittely- tai ennakoilmoitusmenettelytarve on selvitettävä sen jälkeen erikseen Helsingin vesi- ja ympäristöpiirin kanssa. Pinta- ja pohjavesien tarkkailu olisi aloitettava hyvissä ajoin ennen kunnostustöiden aloittamista. (53)

Ampumaradan itäreunan kallioalueen käyttö virkistysalueena edellyttää lyijyn poistamista. Tämä merkitsee irtomaan poistamista sekä sen korvaamista puhtailla mailla ja uusilla istutuksilla. Haulit olisi poistettava esimerkiksi imuroimalla ja pesemällä kallion pinta. (53)

Lyijyn pitoisuuden tavoitearvoksi kunnostustöiden jälkeen alueilla, joiden pinta-maahan voi jäädä lyijyä, voitaisiin asettaa 60 mg/kg kuiva-ainetta, mikäli ei käytetä alueen luonnontilaisia taustapitoisuuksia. (53)

Lopuksi vesi- ja ympäristöhallitus korostaa maankäytön suunnittelun ja maankäyttörajoitusten ennalta ehkäisevää merkitystä saastumisesta aiheutuvien haittojen torjunnassa. (53)

Kansanterveyslaitoksen lausunto Viikinmäen ampumaradan kunnostamisesta asuin- ja virkistyskäyttöön

Helsingin kaupungin ympäristökeskus on pyytänyt kansanterveyslaitokselta lausunnon Viikinmäen ampumaradan kunnostamisesta asuinkäyttöön. 14.12.1992 annetussa lausunnossa todetaan, että esitetyt kunnostustoimenpiteet riittävät estämään ihmisen altistumisen lyijylle ja lyijyn aiheuttaman maaperän, pohjaveden ja kasvien saastumisen. Kansanterveyslaitos korostaa kaikkien tehtyjen kunnostus- ja puhdistustöiden erittäin tarkkaa dokumentointia, jotta mahdollisesti myöhemmin

tehtävät ympäristön tilan arviointitoimenpiteet voidaan toteuttaa luotettavaan ja täsmälliseen lähtötietoon perustuen. (54)

Lausunnon mukaan lyijyhaalien aiheuttamat suoranaiset terveysriskit lapsille lienevät vähäiset. Lyijyhaalien aiheuttama altistus lisää kuitenkin lasten jo muista lähteistä saamaa lyijykuormaa ja veren lyijypitoisuutta ja vähentäisi turvamarginaalia veren lyijyn "turvallisen" lyijypitoisuuden ja haitallisena pidettävän pitoisuuden välillä. Tavoitteena on pidettävä lyijyhaaleille altistumisen estämistä. (54)

Kansanterveyslaitos esittää kunnostussuunnitelmista, että haulien koneellisella irrottamisella ja saastuneiden maamassojen kapseloinnilla voitaneen ehkäistä ihmisten altistuminen ja lyijyn aiheuttamat terveysriskit. Alueilla, joilla maakerroksen kuorinta ei onnistu, haulit tulee peittää noin puolen metrin maakerroksen alle. Maan pintakerrokseen ei saa jäädä lyijyhaaleja näkyville. (54)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Alueelle on valmisteltu kaksi vaihtoehtoista asemakaavaluonnosta, joissa ampumarata-alue ympäristöineen on esitetty muutettavaksi asumis- ja virkistyskäyttöön. (37)

Malmin ampumarata

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Malmin ampumarata sijaitsee Kivikossa Lahdenväylän ja Kehä I:n risteyksen itäpuolella. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 2 olevassa kartassa. Ampumarata oli puolustusvoimien käytössä vuodesta 1937 vuoteen 1967 asti. Aluetta on käytetty 1900-luvun alussa tsaarin armeijan ampumarjoituksiin ja 1930-luvulla se oli suojeluskuntien käytössä. Aluetta on vuokrattu siviiliseuroille noin kolmekymmenen vuoden ajan. (55)

Ampumaradan käyttöaste on ollut korkea, joten maaperässä on runsaasti hauleja ja luoteja. Niiden sisältämät lyijy ja muut raskasmetallit ovat todennäköisesti saastuttaneet maaperää, pohja- ja pintavesiä sekä kasvillisuutta. (55)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupunginkanslian kehittämistoimisto, ympäristökeskus, kaupunkisuunnitteluvirasto, rakennusviraston katuosasto ja puisto-osasto ovat yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen kanssa selvittäneet Malmin ampumaradan maaperän raskasmetallien määrää. Geologian tutkimuskeskuksen laatima raportti valmistui vuonna 1990. (55)

Tutkimuksessa kartoitettiin haulien levinneisyys skeet- ja trap-ratojen maastossa sekä arvioitiin kolmen luotiradan taustavalleissa olevan luotiromun määrät. Maaperän, pohja- ja pintaveden sekä kasveihin mahdollisesti rikastuneiden raskasmetallien pitoisuudet tutkittiin. Tutkimuksessa selvitettiin myös alueen mahdolliset kunnostusvaihtoehdot ja niistä aiheutuvat kustannukset. (55) Aikaisemmin Viikinmäen ampumaradan tutkimusten yhteydessä oli selvitetty haulien liukenevuutta simuloituun happamaan veteen (55).

Alueen maaperän laatu ja vesiolosuhteet

Alueen maaperä 300 metrin radan kohdalla koostuu enimmäkseen vettä heikosti läpäisevästä savesta ja siltistä. Niiden alla noin 12 metrin syvyydessä on pohjavettä paremmin johtava hiekkakerros, jossa esiintyy paineellista pohjavettä. Hiekkakerroksen alla on moreenia. Paikoin yli puolen metrin paksuinen vetinen turvekerros peittää alla olevia hienorakenteisia maalajeja. 150 metrin taustavallin länsipuolella maaperän pintaosissa on hiekkaa. Pohjoispuolella taas esiintyy soraista huuhtoutunutta hiekkaa. Aluetta pohjoisessa rajaavia kalliopaljastumia peittää yleensä hyvin ohut humuskerros. (55)

Alueen pohjois- ja eteläpuolisille kallioille tulevasta sadannasta valtaosa virtaa pintavetenä haulialueen poikki päätyen Kurkimäen asuntoalueelta alkavaan Viikinojan sivuhaaraan. Siihen virtaa myös osa ampumarata-alueelta ja sen läheisyy-

destä muodostuvasta pohjavedestä. Ojan vedet menevät rata-alueen halki ja yhtyvät Viikinojaan Kehä I:n eteläpuolella jatkaen Viikin peltojen halki Viikin luonnon-suojelualueelle Purolahteen. (55)

Alueelta otetut näytteet

Haulilyijyn levinneisyys ja määrät maastossa selvitettiin ottamalla 60 vakio-pinta-alaista maaperänäytettä 51 näytteenottoasemasta. Syvyys suunnassa näytteenotto eteni syvyydelle, jossa hauleja ei enää ollut havaittavissa. Suurin osa näytteistä otettiin kokoomänäytteinä siten, ettei eri kerroksia erotettu omiksi näytteikseen. (55)

Luotimetallien määrä tilavuutta kohden arvioitiin kolmesta taustavallista. Osanäytteiden koko vaihteli 10-40 litran välillä. Vallien iästä ja niissä tapahtuneista rakenteellisista muutoksista johtuen lapiolla otetut näytteet eivät olleet täysin edustavia. Tulokset ovatkin viitteellisiä. (55)

Haulipitoisimman alueen maaperän raskasmetallipitoisuudet määritettiin kolmesta pisteestä maaprofiilinäytteinä. Alueen ulkopuolelta otettiin yksi vertailuprofiilinäyte. Myös oletetun aktiivisimman ampumisen kohteina olleiden taustavallien läheisyydestä otettiin kahdesta kohdasta maaprofiilinäyte. Lisäksi tutkittiin yksi näyte puron pohjasedimentistä. Maaperänäytteistä tutkittiin arseeni-, lyijy-, antimoni-, kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuus. Ennen analysointia näytteistä erotettiin haulit, luodit ja niiden sirpaleet. (55)

Kahdesta alueelle jo aikaisemmin asennetusta pohjavesiputkesta otettiin näytteet. Lisäksi pohjavesinäytteet otettiin kolmesta ampumarata-alueella olleesta lähteestä. Pohjavesinäytteistä määritettiin lämpötila, pH, sähkönjohtavuus ja sinkki-, arseeni-, kupari-, nikkeli-, lyijy- ja antimonipitoisuus. (55)

Alueelta otettiin viisi pintavesinäytettä, joista kolme otettiin rata-alueen läpi virtaavasta purosta, yksi runsashauliselle alueelle kaivetusta kuopasta ja yksi 100 metrin taustavallin alapuolisesta lammikosta. Pintavesinäytteistä määritettiin samat metallipitoisuudet kuin pohjavesinäytteistä. (54)

Runsashaulisen alueen puolukanvarvuista kerättiin edustava kokoomanäyte. Ampumarata-alueen ulkopuolelta kerättiin vertailunäyte. Kasvinäytteistä määritettiin arseeni-, lyijy- ja antimonipitoisuudet. (55)

Haulien ja luotien määrät ja levinneisyys

Tutkimuksen mukaan ampumaradalla on noin 116 t haulimetallia noin 4,1 ha:n alueella. Eniten hauleja, yli 7 kg/m², on trap- ja skeet-ratojen ampumasektorien leikkauskohdassa. (55)

Selvityksessä arvioidaan kolmen taustavallin sisältämien luotien ja sirpaleiden määräksi noin 58 t. Luotiromua sisältävän massan tilavuudeksi arvioidaan 380 m³. Eniten luoteja ja niiden sirpaleita on 300 metrin taustavalleissa. Luotien ja sirpaleiden alhaiseen määrään vaikuttaa niiden hapettuneisuus ja haurastuminen. Alueella tehdyt maansiirtotyöt tekivät pistooliratojen tutkimisen mahdottomaksi. 600 ja 200 metrin sivusuuntaratojen taustavallien sisältämä luotiromu arvioitiin määrältään pieneksi. 100 metrin radan vallien luotiromun määrä oletettiin vastaavaksi kuin 50 ja 150 metrin ratojen valleissa. (55)

Maaperän raskasmetallipitoisuudet

Haulialueen kaikissa kolmessa maaprofiilinäytteessä suurimmat raskasmetallipitoisuudet olivat ylimmässä noin 5 cm:n paksuisessa humuskerroksessa. Kaikkien tutkittujen metallien pitoisuudet sinkkiä lukuunottamatta olivat moninkertaisia vertailualueeseen verrattuna. Alemmissä maakerroksissa raskasmetallipitoisuudet alenivat nopeasti lukuunottamatta raskaimman haulikuormituksen aluetta. (55)

Haulikkoalueen arseenipitoisuudet ylittivät kaikissa pintakerroksesta otetuissa näytteissä hollantilaisen kunnostustoimia edellyttävän raja-arvon. Suurin arseenipitoisuus oli 338 mg/kg. Arseenipitoisuus saavutti taustapitoisuuden 18 cm:n syvyydessä. Kuparipitoisuus saavutti tausta-arvon noin 25 cm:n syvyydessä. Nikkelipitoisuudet eivät olleet merkittäviä. Haulialueen pintakerroksen lyijypitoisuus ylitti hollantilaisen kunnostusraja-arvon noin 23-kertaisesti. Lyijypitoisuus laski tausta-arvoon noin 30 cm:n syvyydessä. Raskaimman haulikuormituksen alu-

eella antimonipitoisuus oli korkea. Muissa pisteissä pitoisuudet olivat pieniä, mutta selvästi Suomen maaperän keskimääräisiä pitoisuuksia suurempia. Antimonipitoisuus saavutti tausta-arvon 10-15 cm:n syvyydessä. (55) Taulukossa 18 on esitetty haulialueen ja vertailualueen maaperänäytteiden tutkimustuloksia.

Taulukko 18. Malmin ampumaradan haulialueen maaperänäytteiden tutkimustuloksia (55)

	syvyys cm	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
				min	maks		
Pb	0-5	3	mg/kg	13800	14000	12-36	600
Pb	5-15	3	mg/kg	157	1780		
Pb	>15	7	mg/kg	6	77		
As	0-5	3	mg/kg	76,4	338	<20-22,4	50
As	5-15	3	mg/kg	<20	32,8		
As	>15	7	mg/kg	<20	28,1		
Cu	0-5	3	mg/kg	37,7	138	10,5-14,3	500
Cu	5-15	3	mg/kg	17,3	46,6		
Cu	>15	7	mg/kg	3,6	43,9		
Ni	0-5	3	mg/kg	8,0	44,1	5,6-12,0	500
Ni	5-15	3	mg/kg	6,2	19,5		
Ni	>15	7	mg/kg	3,4	17,8		
Sb	0-5	3	mg/kg	13,9	186	<5	
Sb	5-15	3	mg/kg	<5	<5		
Sb	>15	7	mg/kg	<5	<5		
Zn	0-5	3	mg/kg	12,5	46,0	37,0-50,2	
Zn	5-15	3	mg/kg	7,0	30,5		
Zn	>15	7	mg/kg	11,7	30,5		

*vertailualueen koko profiilin pitoisuuksien vaihteluväli

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttämä raja-arvo (2)

Ampumaratojen taustavallien edustalta otettujen maaprofiilinäytteiden raskasmetallipitoisuudet olivat suurimmat maaperän ylimmissä kerroksissa. (55)

300 metrin kivääriradan profiilinäytteestä oli selvästi havaittavissa uuttumis- ja rikastumiskerrokset. Suurin lyijypitoisuus oli 13 800 mg/kg 0-15 cm syvyydellä. Lyijyn pitoisuus pieneni välikerroksissa pitoisuuteen 616 mg/kg ollen taas 40-50 cm:n syvyydessä 3 420 mg/kg. Lyijylle annettu hollantilainen kunnostusraja-arvo ylittyi taustavalleissa noin 15-kertaisesti. Myös kuparin rikastuminen näkyy vastaa-

vassa syvyydessä. Kuparipitoisuuden vastaava kunnostusraja-arvo ylittyi ainoastaan ylimmässä noin 15 cm paksussa kerroksessa. (55)

50 metrin taustavallin lyijypitoisuus vaihteli ylimmässä kerroksessa 1 560-6 110 mg/kg ja aleni noin 80 cm:n syvyyteen mentäessä tausta-arvoon. (55)

Arseeni- ja antimonipitoisuudet olivat enimmäkseen molemmissa taustavalleissa alle määrittäjärajan. 300 metrin radan pintakerroksessa oli kuitenkin 15,8 mg/kg antimoniamia ja 50 metrin radan pintakerroksessa 24,9 mg/kg arseenia. Vaippaluotien liukenemisesta johtuen kupari- ja sinkkipitoisuudet olivat kohonneet. Kuparia oli enimmillään 1 330 mg/kg ja sinkkiä 204 mg/kg. Nikkelipitoisuudet olivat kohonneita ylimmissä kerroksissa. (55) Seuraavassa taulukossa 19 on esitetty 300 metrin ja 50 metrin ratojen sekä vertailualueen tutkimustuloksia.

Taulukko 19. Malmin ampumaradan taustavallien näytteiden tuloksia (55)

	sy- vyys	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
				300 m	50 m		
Pb	a	1	mg/kg	13800	6110	12-36	600
Pb	b	1	mg/kg	13800	1560		
Pb	c	3	mg/kg	3420	652		
As	a	1	mg/kg	<20	24,9	<20-22,4	50
As	b	1	mg/kg	<20	<20		
As	c	3	mg/kg	<20	<20		
Cu	a	1	mg/kg	913	158	10,5-14,3	500
Cu	b	1	mg/kg	11330	152		
Cu	c	3	mg/kg	225	62,4		
Ni	a	1	mg/kg	21,3	10,1	5,6-12,0	500
Ni	b	1	mg/kg	15,2	6,8		
Ni	c	3	mg/kg	7,5	5,5		
Sb	a	1	mg/kg	15,8	<5	<5	
Sb	b	1	mg/kg	8,2	<5		
Sb	c	3	mg/kg	7,2	<5		
Zn	a	1	mg/kg	198	89,3	37,0-50,2	3000
Zn	b	1	mg/kg	204	32,9		
Zn	c	3	mg/kg	67,7	22,4		

syvyydet: 300 m rata: a=0-5cm, b=5-15 cm, c=yli 15 cm maksimi
50 m rata: a=0-6 cm, b=6-12 cm, c=yli 12 cm maksimi

*vertailualueen koko profiilin pitoisuuden vaihteluväli

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Savikiekkojen ja niissä käytetyn väriainejauheen aiheuttama raskasmetallikuormitus alueen maaperään todettiin tutkimuksessa vähäiseksi verrattuna hauli- ja luotromun aiheuttamaan kuormitukseen. (55)

Purosedimenttinäytteessä ainoastaan lyijypitoisuus, 335 mg/kg, ja sinkkipitoisuus, 896 mg/kg, olivat kohonneita. Kyseiset metallit rikastuvat helposti orgaaniseen purosedimenttiin. (55)

Alueen pohja- ja pintavesien tutkimustulokset

Lähdevedet olivat lievästi happamampia kuin pohjavesiputkivedet. Kaikki analysoidut raskasmetallipitoisuudet pohjavedessä olivat pieniä ja lähellä muualta Suomesta tavattuja tausta-arvoja. Ainoastaan kupari- ja lyijypitoisuus oli yhdessä näytteessä hieman kohonnut. Lyijyn osalta kohoaminen saattaa johtua putkimateriaalin kontaminaatiosta. (55) Seuraavassa taulukossa 20 on esitetty pohja- ja pintavesitutkimustulokset.

Puroveden raskasmetallipitoisuudet olivat alhaisia, mutta arseeni-, lyijy- ja antimonipitoisuudet nousivat selvästi puron alajuoksua kohden. Tämä osoittaa, että hauli- ja luotimetallien kuormittamalta alueelta tulee puroon raskasmetallipitoisia valumavesiä. (55)

Rikkaimmalle haulialueelle kaivetun näytekoupan vedessä oli suurimmat raskasmetallipitoisuudet; lyijyä jopa 2 500 ug/l. Myös arseeni- ja antimonipitoisuudet olivat kohonneet. Haitalliset raskasmetallit liukenevat hauleista happamaan pintaveteen. Kontaminoitunut pintavesi ei suotaudu salpaavan savikerroksen läpi, koska pohjavedessä ei todettu kohonneita haitallisten metallien pitoisuuksia. (55)

100 metrin radan taustavallin alapuolisessa lammikossa raskasmetallipitoisuudet olivat alhaisia. (55)

Taulukko 20. Malmin ampumarata-alueen vesitutkimustuloksia (55)

	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
		min	maks	
pohjavedet				
Pb	ug/l	< 0,5	5,5	50
Cu	ug/l	0,5	12,1	300
As	ug/l	< 1,0	3,3	50
Ni	ug/l	< 0,5	2,7	50
Sb	ug/l	< 1,0	< 1,0	10 ¹⁾
Zn	ug/l	< 10	410	3000
pH		6,0	7,1	6,5-8,8
y	mS/m	11,9	19,3	
T	°C	5,8	9,0	
pintavedet				
Pb	ug/l	< 1,0	2500	50
Cu	ug/l	< 0,5	2,6	300
As	ug/l	1,1	7,8	50
Ni	ug/l	1,4	3,8	50
Sb	ug/l	< 1,0	14,0	10 ¹⁾
Zn	ug/l	20	60	3000
pH		5,4	6,6	6,5-8,8
y	mS/m	8,0	21,4	
T	°C	8,6	12,0	

näytteiden määrä 5 kpl

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

1) WHO:n ja EY:n antama raja-arvo juomavesille (3)

Kasvinäytteiden tutkimustulokset

Puolukanvarpujen lyijypitoisuus oli 12,4 mg/kg. Vertailualueella kasvien lyijypitoisuus jäi alle määrittäysrajan. Muiden raskasmetallien pitoisuudet olivat kasvinäytteissä tutkimusalueella alle määrittäysrajan. (55)

Toimenpide-ehdotukset alueen kunnostamiseksi

Tutkimusraportin esitys saastuneiden maamassojen käsittelystä perustuu Geologian tutkimuskeskuksen Viikinmäen ampumaradasta tekemään raporttiin (51).

Ampumarata-alueella on runsaasti hauli- ja luotimetallia. Alue tulee kunnostaa siten, ettei siitä aiheudu terveydellistä vaaraa ihmisille ja haittaa ympäristölle. (55)

Haulit voidaan selvityksen mukaan erottaa maaperästä, mikäli käsiteltävät maamassat saadaan hajotettua siten, että haulit irtoavat muusta aineksesta. Tutkitulla menetelmällä on mahdollista erottaa arviolta 99 % haulista. Rikastusprosessissa syntyvä jätevesi sisältää merkittäviä määriä lyijyä, joka täytyy erottaa. Luotiromu voidaan seuloa kuivana täryseulalla. Erottamiskokeet on tehty pienillä massamäärillä. Jotta saataisiin kaikille penkoille yleistettävät arvot, tulisi kokeet suorittaa myös maasto-olosuhteissa. (55)

Lyijyn saastuttama maa voitaisiin stabiloida fysikaalis-kemiallisesti. Maan pH-arvoa nostettaisiin kalkituksella, jolloin lyijyn liukeneminen hidastuu. Apatiitin lisäyksellä voitaisiin tehostaa kalkin vaikutusta. Veden pääsy saastuneeseen maamassaan olisi estettävä. (55)

Alueet, joilla puusto on tarkoitus säilyttää, esitetään kunnostettavaksi peittämällä noin 50 cm tai 100 cm paksulla maakerroksella puhdasta maata. Tällöin lapset eivät pääse hauleihin käsiksi. Kalliopaljastuma-alueilta haulit voitaisiin harjata tai huuhdella vedellä alemmaksi. Haulimetalli kerättäisiin mahdollisuuksien mukaan myös talteen. Peittämisessä tulisi ottaa huomioon puuston erityistarpeet. (55)

Alueilla, joilla koneellinen maankuorinta on mahdollista, saastuneet maamassat voitaisiin kuoria, siirtää sijoitusalueelle ja peittää noin metrin kerroksella puhdasta savea ja täytemaata. Näiltä alueilta kuorittaisiin noin 30 cm kerros maata. Tällöin saataisiin kaikki saastunut pintamaa ja haulit kerättyä talteen. Hollantilainen lyijylle annettu maaperän kunnostusraja-arvo 600 mg/kg ylittyy haulialueella noin 10 cm paksuisessa maakerroksessa. Taustavalleista poistettavan maakerroksen paksuus olisi noin 80 cm. Kunnostusraja-arvo ylittyy noin 50 cm kerroksessa. (55)

Lyijyhauleja ja luotiromua voidaan ottaa talteen esimerkiksi koneellisessa kulkukäytössä käytetyllä tekniikalla. Erotettua romulyijyä on mahdollista yrittää myydä esim. veneveistämöille. (55)

Lyijyn talteenotosta jäljelle jäävien metallipitoisten massojen kapselointi savella ja muilla täytemailla tulisi suorittaa siten, että saataisiin tiivis vettä läpäisemätön kate. Saven paksuuden tulisi olla noin 1,0 metrin paksuinen. Pinta tulisi muotoilla siten, ettei synny vettä kerääviä painanteita. Maahan imeytynyt vesi johdettaisiin savikerroksen pinnalta hyvin vettä johtavaa suodatinkerrosta myöten. Savikerroksen pinnalle tulisi sijoittaa noin metrin paksuudelta maamassoja, jotta savikerros pysyisi kosteana ja roudan ulottumattomissa. Pinnalle lisättäisiin normaali kasvukerros ja alueen sadevedet ohjattaisiin tehokkaasti pois. Auma-alueen pohjalle ehdotetaan levitettäväksi apatiittirikastetta. Saastunut maamassa kalkittaisiin kerroksittain. (55)

Helsingin kaupungin geoteknisen osaston tekemien tutkimusten mukaan lyijyisen maan mahdollisella sijoitusalueella on maaperän pintaosissa noin metrin paksuinen hiekkakerros, joka on poistettava ennen pohjan tiivistämistä. Sijoitusalueen kaakkoispäässä olevan mäen rinteillä on moreenikerros, joka on tiivistettävä savella ennen massojen sijoitusta. (55)

Saastuneitten maamassojen sijoituspaikaksi sopisi tutkimuksen mukaan trap-ratojen etumaasto. Alue on pinta-alaltaan noin 25 000 m². Saastunut maa voitaisiin levittää noin 50-100 cm:n kerroksena. Suurin osa alueen pohjasta on heikosti vettä johtavaa silttiä ja savea, jonka teoreettinen vedenjohtavuus on alle 10⁻⁸ m/s. Lisäksi alueen pohjavesi on paineellista, mikä estää hyvin pintaveden suotautumista pohjaveteen sijoitusalueelta. (55)

Geologian tutkimuskeskuksen kunnostusehdotus

Geologian tutkimuskeskus on esittänyt raportissaan eri vaihtoehtoja kunnostustoimille sekä laskenut niiden kustannukset. Myös kunnostustoimien edut ja haitat on arvioitu. (55)

Geologian tutkimuskeskus esittää raportissa myös oman ehdotuksensa ampumarata-alueen kunnostamiseksi. Näiden kunnostustoimenpiteiden kokonaiskustannusarvio on noin 7 292 000 mk. Kustannusarvio sisältää myös osan tavallisista viherrakennustöistä. (55)

Taustavalleista ja alueilta, joilla koneellinen kuorinta on mahdollista, siirrettävien maamassojen määrä on noin 12 900 m³. Noin 180 t metalliromua on otettavissa talteen. Ehdotuksessa esitetään kalkituksen ja apatiitin lisäyksen jälkeen saastuneen metallin erotuksen jälkeen jäävän maan kapselointia sijoitusalueelle. Alueen kunnostuksen kustannusarvio on noin 5 800 000 mk. (55)

Alueella, jossa puusto on ehdotettu säilytettäväksi, haulipitoinen maa tulisi peittää noin 50 cm paksulla kerroksella puhdasta maata. Noin 5 t haulimetalleja peittyisi. Kustannuksiksi on laskettu noin 203 000 mk. Puuston säilyttämisen vuoksi koneellinen maan kuorinta alueella ei ole mahdollista. Huolellisella peittämisellä voidaan riskiä ihmisten terveydelle vähentää huomattavasti. (55)

Vähäisen haulikuormituksen (alle 0,5 kg/m³) alue ehdotetaan kunnostettavan kuten edellä mainittu alue. Hauleja jäisi noin 8 t peittoon. Kustannusarvio on noin 518 000 mk. (55)

Tulevat leikkipuisto-, koulu- ja asuinalueet ehdotetaan kunnostettavaksi peittämällä 100 cm:n paksuisella puhtaalla maamassalla. Kalliopaljastuma-alueilta haulit voitaisiin esim. harjata tai vyöryttää alemmas peitettävälle alueelle, jolloin paljastumia ei tarvitsisi peittää. Haulimetalleja jäisi alueilla maamassojen alle yhteensä noin 14 t. Kustannusarvio leikkipuistoalueelle on 191 000 mk, koulualueelle noin 370 000 mk ja asuinalueelle noin 203 000 mk. (55)

Säilytettävän metsikön maaperä ehdotetaan peitettäväksi noin 50 cm:n kerroksella puhdasta maata. Peiton alle jäisi noin 100 kg haulimetallia ja kustannukset olisivat noin 7 000 mk. (55)

Malmin ampumarata-alueella on kaikkiaan noin 141 t haulimetallia noin 9 ha:n alueella. Korkeimmillaan lyijyhaulipitoisuudet ylittävät 7 kg/m². Taustavalleissa luotiromua on arvioitu olevan 76 t. (55)

Alueella tarvittavat jatkotutkimukset

Raportin mukaan alueella tarvitaan jatkotutkimuksia. Luotivalleja olisi tutkittava edelleen, jotta tulokset voitaisiin yleistää koskemaan kaikkia valleja. Metallien uudelleenkäyttöä ja puhdistusmenetelmää tulisi selvittää edelleen tarjouspyyntöjen avulla alan yrittäjiltä. Maaperän raskasmetallipitoisuuksien alueellinen esiintyminen on tutkimuksen mukaan syytä selvittää tarkemmin kunnostustoimien oikean mitoituksen vuoksi. Myös kasvien raskasmetallipitoisuuksia tulisi tutkia tarkemmin. Lyijyn stabilointikokeet tulisi toteuttaa suuremmassa mittakaavassa todellista tilannetta vastaavissa olosuhteissa. Ennen kunnostustöitä sijoitusalueen maaperän laatu ja sen vedenjohtavuus tulee selvittää laajemmin. Alueen läpi virtaavan puron pohjasedimentin raskasmetallipitoisuudet ja sen kunnostustoimien kustannusarvio tulisi selvittää. (55)

Kunnostustoimenpiteiden jälkeen alueelta tulevia pinta- ja suotovesien metallipitoisuuksia on valvottava usean vuoden ajan, kunnes olosuhteiden voidaan alueella katsoa vakiintuneen. (55)

Ampumarata-alueen kunnostussuunnitelma käsitellään jätehuoltolainsäädännön mukaisesti ilmoitus- tai lupamenettelyllä. Kunnostussuunnitelma hyväksytään tietyin kunnostusaikaisin ja seurantaehdoin.

Alueen kaavoitustilanne

Malmin ampumarata-alue ympäristöineen on parhaillaan asemakaavoitusvaiheessa. Alue on varattu osayleiskaavassa asumis- ja virkistysalueeksi. (56)

TEOLLISUUS- JA VARASTOALUEET

Herttoniemen öljysatama-alue

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Herttoniemen öljysatama sijaitsee Itäväylän ja Linnanrakentajantien rajoittamalla alueella. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 1 esitetyssä kartassa. Öljysataman aluetta on käytetty ainakin 1930-luvulta lähtien öljytuotteiden varastointiin. Siellä on ollut useiden öljy-yritysten maahantuontipisteitä ja säiliövarastoja. Satamatoimintoihin liittyen alueella on myös varastoitu liuottimia. Sataman kautta on kuljetettu myös nk. transitiokemikaaleja. Alueella on toiminut myös saha sekä kasviöljy- ja kattohuopatehdas. (57)

Alueella tehdyt tutkimukset

Herttoniemessä sijaitsevan öljysataman alueella oli aikaisemmin kaupungin pohjavedenotamo, jonka käyttöönottomahdollisuuksia ja pohjaveden tilaa tutkittiin vuonna 1979 Helsingin kaupungin vesilaitoksen toimeksiannosta (58). Kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto selvitytti vuonna 1986 Maa ja Vesi Oy:llä varastoalueen maaperän ja pohjaveden laatua alueen mahdollista asunto- ja virkistysalueeksi muuttamista varten (59). Alueen radonpitoisuutta tutkittiin vuonna 1987 (60). Terveystieteiden tutkimuskeskuksen valvontaosasto selvitti vuonna 1990 alueella toimineet tai toimivat yritykset (57). Kartoituksen pohjalta kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto teetti alueen ympäristöhygieenisen tutkimuksen Oy Vesi-Hydro Ab:lla vuonna 1990. Tutkimuksen raportti valmistui 31.1.1991. (61) Maaperän laatutietojen täydentämiseksi Neste Oy teetti tonteiltaan lisäselvityksen vuonna 1990 (62 ja 63). Tarkennettu maaperän laatututkimus tehdään 1.9.1992-28.2.1993 välisenä aikana. (64)

Alueen maaperän laatu

Öljyvarastoalueen maaperä on suurelta osin hiekkaa, joka on keskeisiltä osilta saven peittämää. Maaperän vedenläpäisevyys on suhteellisen hyvä, osin jopa riit-

tävä vedenottoon. Maakerrosten paksuus vaihtelee muutamasta metristä kahteenkymmeneen metriin. Korkeimmilla kohdilla on kalliopinta näkyvissä. Varastoalueen kaakkoisreunassa on sijainnut pieni merenlahti, joka on täytetty. (59)

Tutkimukset vuosina 1979-1989

Herttoniemen pohjavesialueen tutkimuksessa pohjaveden laatu todettiin aistinvaraisesti niin huonolaatuiseksi, ettei tutkimusta pohjaveden käytön kannalta ollut syytä jatkaa. Vedessä oli selvä öljyn haju ja maku. (58)

Vuoden 1986 tutkimuksessa todettiin, että öljyvarastoalueen pohjavettä voidaan tutkittujen ominaisuuksien perusteella pitää pilaantuneena. Lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset tai -tavoitteet ylittyivät permagnaattiluvuissa sekä arseeni- ja mineraaliöljypitoisuuksissa. Alueen maaperässä ainoastaan lyijypitoisuudet olivat korkeampia kuin Helsingin muilla alueilla. Maaperässä ei selvityksen mukaan ole sellaisia määriä myrkyllisiä aineita, että niistä arvioitaisiin olevan terveydellistä haittaa. Pahiten öljyyntyneet alueet esitettiin peitettäväksi puhtaalla maa-aineksella tai kuorittavaksi pois. (59)

Säteilyturvakeskuksen radontutkimuksissa todettiin, ettei asuntojen radonpitoisuus tule yleisesti kohoamaan yli 200 Bq/m³. Yksityiskohtaisempi radontutkimus voidaan tutkimusselostuksen mukaan tehdä vasta, kun talojen paikat tunnetaan ja kallio on louhittu lopulliseen muotoonsa. (60)

Alueelta vuoden 1990 tutkimusta varten otetut näytteet

Tutkimuksessa asennettiin 12 uutta pohjavesiputkea seitsemään eri pisteeseen, joista viiteen pisteeseen kaksi putkea eri syvyyksiin. Koekuoppia kaivettiin 16. Pintanäytteet otettiin noin 10 cm:n syvyydeltä ja kokoomanäytteet 0 - 100 cm:n syvyydeltä. Kolmesta koekuopasta otettiin ainoastaan kokoomanäyte. Huokosilman laatu määritettiin 20 pisteestä sekä keväällä että syksyllä. Vertailualueena käytettiin Kivinokan aluetta, josta tutkittiin pohjavesi-, maaperä- ja huokosilmanäytteet kahdesta pisteestä. (61)

Kaikista maa- ja vesinäytteistä määritettiin kadmium-, kromi-, lyijy-, kupari-, arseeni-, vanadiini- ja öljypitoisuus sekä rasvan ja öljyn kokonaispitoisuus. Kaikista vesinäytteistä määritettiin pH, permanganaattiluku, sähkönjohtavuus ja lämpökestoiset koliformiset bakteerit. Osasta vesinäytteitä tutkittiin lisäksi elohopea-, syanidi- ja PCB-pitoisuudet. Huokosilmanäytteistä tutkittiin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet. (61)

Tutkimustulokset

Pohjaveden öljypitoisuus ylitti kaikissa näytteenottopisteissä yhtä pistettä lukuunottamatta yleisen haju- ja makukynnyksenä pidetyn pitoisuuden 0,1 mg/l. Öljyjä todettiin sekä pohjavesikerroksen pohjalta että pinnasta otetuista näytteistä. Raskasmetallien pitoisuudet olivat matalia. Ainoastaan yhdessä näytteenottopisteessä lyijyn, kuparin ja kromin pitoisuudet ylittivät lääkintöhallituksen raja- tai ohjearvot. Pisteiden läheisyydessä on sattunut öljyvahinko. Samassa pisteessä myös vanadiinin pitoisuus oli korkein. (61)

Pohjavedestä ei löytynyt merkittäviä määriä PCB-yhdisteitä tai syanidia. Pääosa vesistä oli lievästi happamia. Selvästi emäksinen arvo, 10,2, tavattiin Öljynpuristamo Oy:n tehtaan kaakkoispuolelta. Tehtaalla on käytetty laitteistojen ja lattioiden pesussa natriumhydroksidia. Myös toisesta pisteestä löytynyt korkea pH saattaa johtua alueella käytetyistä emäksisistä pesuaineista. Permanganaattiluku vaihteli pohjavedessä paljon. Tulokset osoittavat pohjavedessä olevan runsaasti orgaanisia ja muita hapettuvia aineita. Ainoastaan yhden pisteen permanganaattiluku alittaa lääkintöhallituksen talousvedelle antamien laatutavoitteiden mukaisen enimmäispitoisuuden. Lämpökestoisia koliformisia bakteereja löytyi viidestä tutkimuspisteestä. (61) Pohjavesitutkimustuloksia on esitetty seuraavassa taulukossa 21.

Vuoden 1990 tutkimuksessa analysoitiin maaperästä 13 pinta- ja 17 kokoo- manäytettä. Suurimmat öljypitoisuudet olivat tavallisesti maan pintaosissa maa- aineksen hyvän öljynsitomiskyvyn ansiosta. Öljyjen ja rasvojen kokonaismäärä ylitti 3 900 mg/kg kolmessa näytteessä. Alle 100 mg/kg löytyi viidestä näytteenot- topisteestä. Raskasmetallipitoisuudet olivat maaperässä alhaisia. Ainoa huomattava poikkeama ohjearvoista havaittiin kadmiumin kohdalla yhdessä pisteessä konttien

Taulukko 21. Herttoniemen satama-alueen pohjavesitutkimustuloksia (61)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
			min	maks		
Pb	33	ug/l	<2	60	<2-2	50
Cd	33	ug/l	<0,2	1,5	0,2-0,47	5
Cu	33	ug/l	<2	1400	210-880	300
Cr	33	ug/l	<2	85	<2	50
As	33	ug/l	<2	29	<2	50
V	33	ug/l	<4	240	<4	
fek.kolif. bakt	33	kpl/100ml	0	240	0-350	0
pH	33		5,9	10,2	6,1-6,2	
y	33	mS/m	12,0	126	15,9-26,2	
KMnO ₄	33	mg/l	7,8	2027	70-120	
CN	7	ug/l	<2	5,9		50
Hg	7	ug/l	<0,5	1,75		1
öljy ja rasva	31	mg/l	<0,1	35	0,8-4,1	
öljy	31	mg/l	<0,1	41	0,4-3,1	0,05
PCB	4	ug/l	<0,1	<0,1		0,5

*kolmen vertailunäytteen pitoisuuden vaihteluväli

**lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

korjaus- ja pesupaikan lähistöllä. Myös joidenkin näytteiden lyijypitoisuus oli tausta-arvoja suurempi. Kolmen näytteen PCB-pitoisuus vastasi tausta-arvoa.

Yhdessä pisteessä PCB-pitoisuus, 0,91 mg/l, oli selvästi tausta-arvoa, 0,05 mg/kg, korkeampi. Tämän tutkimuksen maaperänäytteiden tutkimustuloksia on esitetty taulukossa 22. (61)

Huokosilmanäytteistä analysoitiin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet 20 pisteessä. Kuudessa tutkitussa pisteessä maaperän huokosilma sisälsi kyseisiä yhdisteitä yli hajukynnysarvon, 1 mg/m³. Huokosilmasta todettiin esimerkiksi seuraavia yhdisteitä: bentseeni, tolueni, ksyleeni, pineeni ja eri kiehumispisteisiä hiilivetyjä. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet vaihtelivat keväällä 0,03 - yli 2 500 mg/m³ ja syksyllä 0,005 - yli 7 000 mg/m³. Kivinokan vertailualueella todettiin lokakuussa keskimääräistä korkeampi haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus, 7,4 mg/m³. (61)

Taulukko 22. Herttoniemen satama-alueen maaperänäytteiden tutkimustuloksia (61)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo** mg/kg
		min	maks		
Pb (p)	mg/l	2,9	66	1,5-21	600
Pb (k)	mg/l	2,4	83	1,5-6,3	
Cd (p)	mg/l	0,33	12	0,39-0,45	20
Cd (k)	mg/l	0,27	12	0,33	
Cr (p)	mg/l	0,30	1,6	0,33-1	800
Cr (k)	mg/l	0,23	1,5	0,55-1,2	
As (p)	mg/l	0,12	1,12	0,18-0,55	50
As (k)	mg/l	0,20	1,1	0,22-0,23	
Cu (p)	mg/l	3,0	19	2,0-16	500
Cu (k)	mg/l	3,4	23	2,8-6,3	
V (p)	mg/l	0,22	2,2	0,25-1,6	
V (k)	mg/l	0,21	2,7	0,47-0,45	
öljy (p)	mg/kg	6	1100	< 5-6	5000
öljy (k)	mg/kg	< 5	2200	< 5	
öljy ja rasva (p)	mg/kg	46	9300	9-120	2000
-"- (k)	mg/kg	16	8600	43-51	
PCB (k)	ug/kg	3,8	9100		10000

(p): näytteenottosyvyyys 10 cm, näytteitä 13 kpl

(k): näytteenottosyvyyys 0-100cm, näytteitä 17 kpl

*kahden vertailunäytteen pitoisuudet

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Toimenpide-ehdotukset alueen kunnostamiseksi

Vuoden 1990 tutkimuksessa on edelliset tutkimustulokset huomioon ottaen alue jaettu neljään osa-alueeseen, joilla puhdistustoimenpiteet tulevat harkittavaksi. Kaikilla näillä alueilla maaperän öljypitoisuus on korkea. Laajin alue sijaitsee rannassa nykyisen satamaradan päässä. Toinen alue rajoittuu Henry Nielsen/Marina Container Yardsin ja alueella olevan avokallion väliin. Alueelta löytyi myös kadmiumia ja maaperä oli paikoitellen hyvin emäksistä. Kolmannelta alueelta, joka sijaitsee Linnanrakentajantien varressa, löytyi öljyn lisäksi PCB-yhdisteitä. Lisäksi koko satamaradan eteläisin osa saattaa olla niin öljyntyntynyt, että kunnostustoimet ovat tarpeen. (61)

Tutkittu alue on käsittänyt noin 1 km²:n laajuisen alueen ja yksi tutkimuspiste on edustanut keskimäärin 50 000 m²:n aluetta. Näin tämän tutkimuksen perusteella voidaan luoda alueesta vain yleiskuva ja tonttien kohdalla tarvitaan lisätietoa vallitsevasta tilanteesta. (61)

Vuoden 1990 tutkimusraportissa suositellaan pahiten likaantuneiden alueiden kohdalla harkittavaksi pintamaiden poistoa ja korvaamista puhtaalla maa-aineksella. Likaantuneiden alueiden laajuus tulisi määrittää yksittäisten rakennuskohteiden osalla tehtävien rakennuspaikkakohtaisten maaperätutkimusten yhteydessä ja vaurautua lisäksi kaivuutöiden yhteydessä suorittamaan aistinvaraisten havaintojen avulla poistettavien massamäärien suuruus. (61)

Mikäli huokosilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus ylittää hajukynnyksarvon, esitetään alueen rakennussuunnittelun ja rakentamisen yhteydessä kiinnitettävän huomiota huokosilman sisätiloihin kulkeutumisen estämiseen. Tämä voidaan tutkimuksen mukaan toteuttaa muun muassa alapohjan tiivistämisellä sekä riittäväällä ilmanvaihdolla ja korvausilman saannilla. (61)

Katutasausuunnitelmia esitetään tarkistettavan alueilla, joilla mahdollisia haittoja on todettu. Katutasoja tulisi nostaa etäisyyden saamiseksi likaantuneeseen maaperään tai pohjaveteen. Karkeiden massojen käyttäminen täyttöön ja rakennekerrokseen pienentäisi kapillaarisen nousukorkeuden kautta tulevia riskejä. (61)

Tutkimusalueen pohjavesi ei ole juomakelpoista eikä sovellu edes virkistystarkoituksiin kuten pohjavesilammikoiksi. Pohjavesi virtaa kohti merta purkautuen meren pohjassa olevien lähteiden kautta. Öljypitoisuus on kuitenkin niin pieni, ettei se aiheuta tutkimuksen mukaan haittaa meressä. Likaantunutta pohjavettä on vaikea puhdistaa, koska pohjaveden yläpuolisesta maaperästä vapautuu jatkuvasti vieraita aineita. Öljy-yhdisteet hajoavat luonnossa ajan kuluessa. Pohjaveden puhdistaminen pumppaamalla saattaisi onnistua, mutta se veisi kauan aikaa ja vesien johtaminen viemäriin olisi ongelmallista. (61)

Tutkimuksen mukaan Herttoniemen öljysatama-aluetta voidaan pitää pääasiassa lievästi tai vain osittain likaantuneena. Likaantumisen on aiheuttanut lähes yksinomaan öljy. (61)

Alueen jatkotutkimukset

Neste Oy:n vuonna 1990 teettämät tutkimukset täydentävät aikaisempia tutkimuksia. Maaperän öljy- ja raskasmetallipitoisuudet määritettiin kuudesta näytteenottopisteestä. (62) Osa maaperänäytteiden tutkimustuloksista on esitetty taulukossa 23.

Taulukko 23. Herttoniemen satama-alueen maaperänäytteiden tutkimustuloksia 1990 (62)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
		min	maks		
Pb	mg/kg	30	60	1,5-21	600
Cd	mg/kg	10	20	0,39-0,45	20
Cr	mg/kg	20	60	0,33-1	800
As	mg/kg	1	3	0,18-0,55	50
Cu	mg/kg	20	70	2,0-16	500
V	mg/kg	30	80	0,25-1,6	
öljy	mg/kg	430,5	3333,2	<5-6	5000
fenoli	mg/kg	1,2	5,3		10

näytteenottosyvyys 0,5-1,0 m, näytteitä 6 kpl

*vertailualueen pitoisuudet vuonna 1990 (61)

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Näytteiden öljypitoisuudet vaihtelivat 0,05-0,3 % välillä. Kadmiumin pitoisuudet olivat tausta-arvoon verrattuna kohonneet. Yhdessä pisteessä sivuttiin hollantilaista maaperän kunnostamisraja-arvoa. Tämä saattoi johtua siitä, että tutkimuksessa käytetyn raskasmetallianalyysin määrittelyherkkyys oli ainoastaan 10 mg/kg. (63) Näytteenottopisteiden ympäristöstä otetuissa lisänäytteissä ei todettu kohonneita pitoisuuksia. (37)

Koko satama-aluetta koskeneissa selvityksissä näytteenottoverkko oli alueen laajuuden huomioon ottaen melko harva ja tulokset antoivat vain yleiskuvan li-

kaantumisasteesta (63). Meneillään olevassa tutkimuksessa kohdennetaan ja määritellään tarvittavat maaperän kunnostustoimet ja selvitetään asuinrakennuksille mahdollisesti asetettavien ilmanvaihdon tai muiden erityisvaatimusten tarve kaavoitusta ja rakennuslupakäsittelyä varten. Alueelle on määritelty 112 tutkimuspisteen verkko asemakaavassa esitetyille rakennusaloille. 92 pisteestä otetaan sekä maaperä- että huokosilmanäyte ja 20 pisteestä ainoastaan maaperänäyte. Maaperänäytteistä analysoidaan öljyjen ja rasvojen kokonaismäärä. Huokosilmanäytteistä tutkitaan haihtuvien hiilivetyjen kokonaispitoisuus ja hiilivetykoostumus. Alueen, josta on löytynyt PCB:ä, laajuus pyritään selvittämään ottamalla kolme näytettä esiintymän ympäriltä. Tutkimus valmistuu maaliskuun 1993 loppuun mennessä. (64)

Osa öljyisistä maa-aineksista on tarkoitus kompostoida Viikin jätevedenpuhdistamon lietteen kompostointia varten rakennetulla päällystetyllä kentällä aumoissa. Kompostoinnista on laadittu erillinen suunnitelma. Sen mukaan kompostoitumista seurataan säännöllisesti analysoimalla massan kokonaishiilivetypitoisuus, liukoisen typen ja fosforin määrä sekä määrittämällä hiilivety-spektri, auman lämpötilaprofiili ja pH. (65)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Satama-alueen purkutyöt saatetaan loppuun vuoden 1992 kuluessa. Alueelle on vahvistettu osayleiskaava, jonka mukaan alue tulee asuin- ja virkistyskäyttöön. Alueen länsireunassa sijaitsevalle aloitusalueelle on laadittu asemakaava. Rakentaminen tällä alueella alkaa vuonna 1993. (37)

Hiidenkiven teollisuusalue, Tapanila

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Hiidenkiven teollisuusalue sijaitsee Tapanilassa Vanhan Tapanilantien ja Kotinummentien risteyksen koillispuoleisessa kulmauksessa. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 2 olevassa kartassa. Alueella on aikaisemmin toiminut Valtion Rautatei-

den hiilivarasto, romuliikkeiden romuvarastoja, puutavarayhtiöiden varastoja ja saha sekä metallialan yrityksiä (66).

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin terveystieteiden valvontaosasto ja kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto ovat tutkineet syksyllä 1986 Tapanilan Hiidenkiven alueen maaperän ja pohjaveden laatua. Tutkimuksen raportti valmistui vuonna 1987. (66) Kiinteistöviraston geotekninen osasto on tutkinut alueen maaperän kerrosrakennetta (67).

Maaperä on lähes kokonaan kitkamaata. VR on käyttänyt aluetta aikanaan soranottoon. Hiekkakuoppaa on osittain täytetty. Alueella on myös pieni savialue. Maaperän vedenläpäisevyys on suhteellisen hyvä. Pohjaveden pinta on 1,0 - 2,3 metriä maanpintatason alapuolella. (67)

Alueelta otetut näytteet

Alueelta otettiin maaperänäytteitä 15 koekuopasta ja pohjavesinäytteitä kuudesta koekuopasta. Näytteenottoaikat valittiin maastokatselmuksen, maaperän pohjasuhteiden sekä johtotietokarttojen perusteella. (67)

Maaperänäytteistä määritettiin raskasmetallipitoisuudet, PCB-pitoisuus sekä kloorifenolien pitoisuudet. Näytteet otettiin kokoomänäytteinä noin 1,5 metrin syvyyksistä kuopista. (66)

Pohjavesinäytteistä tutkimusta varten määritettiin fekaalisten koliformisten bakteerien määrä, pH-luku, sähkönjohtavuus, permanganaattiluku, syanidi-, PCB- ja kloorifenolipitoisuus, raskasmetallien pitoisuudet sekä radonin esiintyminen. (66)

Tutkimustulokset

Maaperän raskasmetallipitoisuudet olivat Helsingin viljelymailla esiintyviä pitoisuuksia suurempia. Lyijyn määrä ylitti kahdessa tutkimuspisteessä hollantilaisen

saastuneen maan kunnostamista edellyttävän raja-arvon. Entisen puutavaraliikkeen ja romuliikkeen tonteilta otettujen näytteiden pitoisuudet olivat 1 400 ja 1 440 mg/l. Joidenkin näytteiden kadmium-, kromi-, vanadiini- ja arseenipitoisuudet olivat Helsingin viljelymaan vastaavia pitoisuuksia selvästi suurempia. PCB- ja kloorifenolipitoisuudet olivat tutkituissa pisteissä suhteellisen pieniä. Maaperätutkimustuloksia on esitetty taulukossa 24.

Taulukko 24. Hiidenkiven alueen maaperätutkimustuloksia (66)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo** mg/kg
		min	maks		
Pb	mg/l	1	1440	0,7-140	600
Cd	mg/l	< 0,02	1,08	0,1-0,87	20
Cr	mg/l	< 0,1	42	< 2	800
As	mg/l	0,08	32,6	0,06-3,7	50
V	mg/l	0,3	135	0,81-5,2	
PCB	ug/kg	< 1	79		10
kloorifenolit					
1)	ug/kg	< 10	40		5
2)	ug/kg	< 1	150		5
3)	ug/kg	< 1	29		5

1) 2,4,6-trikloorifenoli

2) 2,3,4,6-tetrakloorifenoli

3) pentakloorifenoli

14 kpl kokoomanäytettä otettu syvyydeltä 0-1,7 m

*Helsingin viljelymaan pitoisuus (1)

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä pitoisuus (2)

Alueen pohjaveden kloorifenoli- ja PCB-pitoisuuksia voidaan tutkimuksen mukaan pitää tavallisina taustapitoisuuksina (66). Joidenkin pohjavesinäytteiden bakteerien määrä, permanganaattiluku, pH-luku sekä PCB- ja kloorifenolipitoisuus ylittivät lääkintöhallituksen talousvedelle antamat laatuvaatimukset tai -tavoitteet. Vesinäytteistä ei tutkittu raskasmetalli- ja öljypitoisuutta. Pohjavesinäytteiden tutkimustuloksia on esitetty taulukossa 25.

Taulukko 25. Hiidenkiven alueen pohjavesituloksia (66)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset min	maks	ohje- arvo*
²²² R	6	Bq/l	< 20	< 20	
fek. kolif. bakteerit	6	kpl/100ml	0	190	< 1
pH	6		5,8	7,4	6,5-8,8
y	6	mS/m	8,1	97	
KMnO ₄	6	mg/l	104	243	12
CN	6	mg/l	< 0,002	< 0,002	0,05
PCB	5	ug/l	< 1	1	0,5 ¹⁾
kloorifenolit					
I	5	ug/l	< 10	40	10 ²⁾
II	5	ug/l	2	6	10 ²⁾
III	5	ug/l	< 1	< 1	10 ²⁾

I 2,4,6-trikloorifenoli
 II 2,3,4,6-tetrakloorifenoli
 III pentakloorifenoli

¹⁾ Samase-työryhmän raja-arvoluonnos (11)
²⁾ kloorifenolit yhteensä

*lääkintöhallituksen talousvesien laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

Pohjavesi on talousvedeksi kelpaamatonta. Se ei kuitenkaan tutkimuksen mukaan aiheuta haittaa asutukselle, koska sitä ei käytetä juomavetenä. (66)

Toimenpide-ehdotukset alueen kunnostamiseksi

Alueen rakentamisen yhteydessä lasten leikkipaikkojen kohdalle ehdotettiin tuotavaksi puhdasta maata noin puolen metrin kerros. Alueen sisäiset maansiirrot Kotinummentien hiekkakuopan täyttämiseksi sallittiin. Hyötykasvien viljelypaikoille suositeltiin maa-aineksen vaihtoa puhtaaseen puolen metrin syvyydeltä. (66)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Hiidenkiven entinen teollisuusalue on asemakaavoitettu asumiseen. Alueen rakentaminen on jo käynnistynyt. (37)

Pikku-Huopalahden täyttö-, teollisuus- ja varastoalue

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Pikku-Huopalahden täyttö- ja varastoalue sijaitsi Mannerheimintien itäpuolella. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 1 olevassa kartassa. Täyttöalue on muodostunut vuosien 1938 - 1949 välisenä aikana, jolloin sinne on ajettu "rikkoja" sekä talous- ja paperijätettä. Maa ja Vesi Oy:n tutkimusta varten kaivamista koekuopista löytyi 0,7-4,3 metrin paksuinen jätekerros noin metrin syvyydeltä. (68) Myöhemmin alueella on toiminut erilaisia pieniä yrityksiä esimerkiksi autokorjaamoja. (37)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto tutki keväällä 1984 yhteistyössä rakennusviraston, geoteknisen osaston ja Maa ja Vesi Oy:n kanssa Pikku-Huopalahden täyttöalueen maaperän ja pohjaveden laatua. Maa ja Vesi Oy:n laatima tutkimusraportti valmistui 15.6.1984. (68) Syksyllä 1984 VTT:n kemian laboratorio ja geotekniikan laboratorio selvittivät Pikku-Huopalahden käytöstä poistetun kaatopaikan mahdollista kaasunmuodostusta (69).

Alueelta otetut näytteet

Kevään tutkimusta varten alueelta otettiin maaperänäytteitä kaupungin geoteknisen osaston antamien ohjeiden mukaan neljästä koekuopasta kokoomänäytteinä. Täyttöalueen ulkopuolelta otettiin myös vertailunäyte. (68)

Pohjavesinäytteitä otettiin maaperänäytteiden koekuopista, kuudesta tutkimusta varten asennetusta pohjavesiputkesta sekä kahdesta vertailualueen pohjavesiputkesta. (68)

Kaasunmuodostumistutkimuksia varten selvitettiin pohjavesiputkien vedenpinnan taso, mitattiin maapohjan lämpötilaprofiili, otettiin kuusi pohjavesinäytettä ja mitattiin kuudesta pohjavesiputkesta kaasun purkautumista (69).

Tutkimustulokset

Maaperänäytteistä määritettiin kuiva-aine-, rauta-, mangaani-, lyijy-, arseeni-, nikkeli-, kadmium-, kromi-, mineraaliöljy- ja typpipitoisuus, pH sekä sähkönjohtavuus (68). Tutkimustuloksia on esitetty vertailuarvojen kanssa taulukossa 26.

Taulukko 26. Pikku-Huopalahden alueen maaperätutkimustuloksia 1984 (68)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje arvo**
		min	maks		
pH		7,4	8,3	7,6	
sähk.joht.	mS/m	47,4	188	188	
Fe	mg/kg	23000	71000	36000	
Mn	mg/kg	840	39000	400	
N _{kok}	%	<0,05	<0,05	<0,05	
kiintoaine	%	40	68	48	
Pb	mg/kg	4000	50000	14	600
Cd	mg/kg	5,9	8,2	3	20
Cr	mg/kg	38	29	43	800
As	mg/kg	230	2500	40	50
Ni	mg/kg	320	700	29	500
öljy	mg/kg	53	563	5,9	5000

näytteiden määrä 4 kpl
kokoomanäytteet on otettu syvyydeltä 1,5-2,5 m

*vertailualueen näytteen pitoisuus (69)

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttämä pitoisuus (2)

Maaperä oli tutkimuksen mukaan kahdessa pisteessä suhteellisen emäksistä, pH yli 8,0. Yhden koekuopan mangaani- ja rautapitoisuudet olivat huomattavan korkeita vertailunäytteen pitoisuuksiin verrattuna. Hollannissa käytössä oleva maaperän kunnostamista edellyttämä lyijyn ja arseenin pitoisuuden raja-arvo ylittyi kaikissa näytteissä. Nikkelin pitoisuudet olivat vertailu-arvoja selvästi suurempia ja yhdessä pisteessä yli maaperän kunnostamiselle annetun raja-arvon. Muiden aineiden pitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi vertailuarvoista. (68)

STL-uuttomenetelmällä C pyrittiin selvittämään maksimipitoisuus, jonka vesiliuos voi saavuttaa ollessaan kosketuksissa maa-aineksen kanssa. Koekuoppien maape-

rästä liukeni selvästi enemmän orgaanista ainesta, syanidia, elohopeaa ja sinkkiä kuin vertailunäytteistä. STL-uuttomenetelmällä R taas selvitettiin liukenevien ainesten maksimimäärä. Ainoastaan syanidin pitoisuus yhden näytteen uutteenä oli vertailunäytteen uutteen pitoisuutta korkeampi. Raportin mukaan nämä tulokset osoittavat, että pääosa vesiliukoisista aineista on jo huuhtoutunut maaperästä. (68)

Koekuopista otetuista vesinäytteistä määritettiin fekaalisten koliformisten bakteerien määrä, pH, sähkönjohtavuus, permanganaattiluku, kokonaistyppe-, sinkki-, arseni-, elohopea-, kadmium-, kokonaiskromi-, lyijy-, nikkeli-, syanidi- ja fenolipitoisuudet. Pohjavesiputkista tutkittiin samat yhdisteet fenoleita lukuunottamatta. (68) Pohjavesinäytteiden tutkimustuloksia tuloksia on esitetty taulukossa 27.

Kaasunmuodostumistutkimuksessa havaintoputkista ei todettu purkautuvan kaasua. Pohjavesinäytteiden analyysituloksista ja jätetäytön lämpötilamittauksista voitiin päätellä, ettei jätetäyttö ollut metaanikäymistilassa. (69)

Jatkotutkimukset

Pikku-Huopalahden alueelta on otettu 30.4.1992 kuusi uutta maanäytettä, joista on tutkittu öljy-, lyijy-, kadmium- ja arseenipitoisuus. Tuloksia on esitetty seuraavassa taulukossa 28. (70)

Kahden näytteen lyijypitoisuus ylitti hollantilaisten maaperän kunnostustoimia edellyttävän raja-arvon. Samoin öljypitoisuus ylitti vastaavan raja-arvon kahdessa pisteessä. Lähes kaikkien raskasmetallien pitoisuudet olivat selvästi Helsingin viljelymailla todettuja pitoisuuksia suurempia. Suurin lyijypitoisuus, 5 300 mg/kg, ja suurin öljypitoisuus, 15 000 mg/kg, löytyivät samasta näytteenottopisteestä. (70)

Tutkimusta jatkettiin ottamalla viisi uutta maanäytettä Pikku-Huopalahden alueelta 24.9.1992. Näytteistä määritettiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet sekä kadmium-, lyijy- ja öljypitoisuus. (71)

Näytteissä todettiin seuraavia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä: terpeenit, alkyylibentseenit, alifaattiset ja sykliiset hiilivedyt, hiilidisulfidi, tiobismetaani,

Taulukko 27. Pikku-Huopalahden alueen pohjavesitutkimustuloksia 1984 (68)

koekuopat	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
			min	maks	
fek. kolif.bakt.	4	kpl/100ml	0	40	< 1
pH	4		6,5	7,0	6,5-8,8
y	4	mS/m	201	704	
KMnO4	4	mg/l	51	1100	12
N _{kok}	4	mg/l	33	390	
Zn	4	mg/l	0,04	1,1	3,0
As	4	mg/l	<0,01	0,10	0,05
Hg	4	mg/l	0,0001	0,008	0,001
Cd	4	mg/l	<0,001	0,016	0,005
Cr _{kok}	4	mg/l	<0,01	<0,01	0,05
Pb	4	mg/l	0,08	0,18	0,05
Ni	4	mg/l	<0,01	0,09	0,05
CN	4	mg/l	<0,01	0,03	0,05
fenolit	3	ug/l	9,4	130	0,5
pohjavesiputket					tausta- arvo**
fek.kolif.bakt	6	kpl/100ml	0	0	0
pH	6		6,5	6,9	6,7-7,0
y	6	mS/m	81,3	525	22,8-31,8
KMnO4-luku	6	mg/l	72	330	6,7-8,7
N _{kok}	6	mg/l	11	50	1,1-9,7
Zn	6	mg/l	0,01	0,20	0,02-0,03
As	6	mg/l	<0,01	0,01	<0,02
Hg	6	mg/l	<0,0001	0,0001	0,0004
Cd	6	mg/l	<0,005	0,010	<0,005
Cr _{kok}	6	mg/l	<0,01	0,01	<0,01
Pb	6	mg/l	<0,01	0,12	<0,01-0,25
Ni	6	mg/l	<0,01	0,10	<0,01
CN	6	mg/l	<0,01	0,04	<0,01

*lääkintöhallitukset talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

**vertailualueen näytteiden pitoisuuksien vaihteluväli (69)

1,2-dikloorieteeni ja trikloorieteeni. Yhdisteiden pitoisuuksia ei määritetty. Ympäristökeskuksen ympäristölaboratorion antamassa lausunnossa todetaan, että todetut yhdisteet voivat suurina pitoisuuksina ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Todetut terpeenit, alkyylibentseenit, hiilisulfidit ja tiobismetaani voivat aiheuttaa hajuhaittaa. (71) Yhdisteet ovat peräisin "Köyhän Stockan" autokorjaamo- ja -hajoittamotoinnasta (37).

Taulukko 28. Pikku-Huopalahden alueen maaperäanalyysit 1992 (70 ja 71)

	yksikkö	tulokset		tausta-	ohje-
		min	maks	arvo*	arvo**
<i>Kevät (näytteitä 6 kpl)</i>					
Pb	mg/kg	13	5300	14	600
Cd	mg/kg	0,10	2,2	3	20
As	mg/kg	1,0	20	40	50
öljy	mg/kg	260	15000	5,9	5000
<i>Syksy (näytteitä 5 kpl)</i>					
Pb	mg/kg	145	3280		600
Cd	mg/kg	0,6	2,5		20
öljy	mg/kg	1550	4350		5000
*vertailualueen pitoisuus vuonna 1984 (69)					
**hollantilainen kunnostamista edellyttävä pitoisuus (2)					

Suurin kadmiumpitoisuus oli 2,6 mg/kg ja öljypitoisuus 4 350 mg/kg. Lyijypitoisuus ylitti yhdessä pisteessä hollantilaisen maaperän kunnostamista edellyttävän raja-arvon ollen 3 280 mg/kg. (71) Tuloksia on esitetty taulukossa 28.

Alueen historiaa tutkittaessa on selvinnyt, että Tilkankadun rakennettavan alueen alle jää noin yhdestä kahteen metriin paksu jätetäytökerros, joka on metaaninmuodostuskokeissa todettu maatuneeksi. Kaatopaikan päälle on tuotu metrin kerros täytemaata. Alueelle ei ole tuotu teollisuus- tai ongelmajätteitä. (72)

Alueelle annetut toimenpide-ehdotukset

Maa ja Vesi Oy:n vuoden 1984 tutkimuksen mukaan alueen maaperän rauta-, mangaani-, lyijy-, arseeni- ja nikkelpitoisuus ovat vertailualueen arvoja huomattavasti korkeampia. Nämä metallit eivät kuitenkaan ole vesiliukoisessa muodossa. Terveydellisten haittavaikutusten estämiseksi täyterkerros esitettiin peitettäväksi vähintään metrin paksuisella maakerroksella alueella, jossa haitallisia aineita voi esiintyä. (68)

Pohjaveden laatu oli vuoden 1984 tutkimuksen mukaan selvästi heikompi tutkitulla alueella kuin vertailualueella. Varsinkin sähkönjohtavuus, orgaanisen aineksen ja

typen määrä sekä lyijy- ja kadmiumpitoisuus olivat suuria. Toisen vertailuputken lyijypitoisuus oli myös korkea. Terveydellistä haittaa pohjavesi ei tutkimuksen mukaan asukkaille aiheuta, koska sitä ei käytetä. Pohjavesien poikkeuksellinen laatu esitettiin kuitenkin otettavaksi huomioon perustusten kuivatusvesien johtamissuunnitelmia laadittaessa. (68)

Alueen jatkotutkimusten perusteella rakennukset varustetaan tuuletettavilla alapohjilla, tiiviillä pohjarakenteilla ja asentamalla huoneistoihin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto mahdollisten hajuhaittojen ehkäisemiseksi. Likaantuneesta maaperästä aiheutuvia mahdollisia haittoja ehkäistään laittamalla piha-alueille päällimmäiseksi vähintään metrin kerros puhdasta maata ja rakennusten alle metrin kerros koostumukseltaan mahdollisimman tiivistä puhdasta maata. (72)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Koko Pikku-Huopalahden alueella on vahvistetut asemakaavat. Alue on jo pääosin rakennettu. (37)

Ruoholahden teollisuus- ja varastoalue

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Ruoholahden teollisuus-, varasto-, satama- ja energiahuollon alue sijaitsee Ruoholahden molemmilla rannoilla. Sen sijainti on esitetty liitteessä 1 olevassa kartassa. Alueella on toiminut Nokia Oy:n kaapelitehdas, Lohja Oy:n betoniasema, Puukeskus Oy:n puutavaravarasto, Mercantile Oy:n kemikaalivarasto sekä muita erilaisia varastoja (73). Marine Container Yard Oy:n konttien varastointi- ja huoltopiste sekä nykyään pääasiassa käsityöläisten ja taiteilijoiden käytössä oleva kaapelitehdas ovat alueella edelleen. (37)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin terveysviraston ja kaupunkisuunnitteluvirasto tekivät vuonna 1989 Ruoholahden alueella maaperähygieenisen tutkimuksen yhteistyössä Oy Vesi-Hydro Ab:n kanssa. Terveysviraston valvontaosaston laatima raportti valmistui 1990. (73)

Alueelta otetut näytteet

Alueelta otettiin tutkimusta varten maaperä- ja pohjavesinäytteitä 16 pisteestä, joissa on ollut aikaisemmin maaperää mahdollisesti saastuttavaa toimintaa. (73)

Maaperänäytteistä määritettiin raskasmetallipitoisuudet, PCB-pitoisuus sekä öljyjen ja rasvojen määrä. Pohjavesinäytteistä määritettiin lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrä, pH-luku, sähkönjohtavuus, permanganaattiluku, syanidi-, PCB- ja öljypitoisuus sekä raskasmetallien pitoisuudet. (73)

Tutkimustulokset

Neljässä näytteenottopisteessä todettiin suuria lyijypitoisuuksia, jotka ovat todennäköisesti peräisin öljyvalumista ja konttien pesusta. Suurin lyijypitoisuus, 3 500 mg/l, todettiin kokoomanäytteestä Jaalalaiturin eteläpäästä. Joidenkin näytteiden kromipitoisuudet olivat selvästi kohonneet tausta-arvoihin verrattuna, mikä lienee seurausta erilaisten kemikaalien kosketuksesta tai valumisesta maaperään. Alueen joissakin kohdissa arseeni-, vanadiini- ja PCB-pitoisuudet olivat taustapitoisuuksia suurempia, mutta eivät ylittäneet hollantilaisia saastuneen maaperän kunnostamista vaativia raja-arvoja. (73) Seuraavassa taulukossa 29 on esitetty maaperänäytteiden tutkimustuloksia.

Useissa pohjavesinäytteissä oli lämpökestoisia koliformisia bakteereja yli lääkintöhallituksen talousvesille antaman raja-arvon. Betonitankkien pesupisteen kohdalla pohjavesi oli hyvin emäksistä ja jopa syövyttävää. Korkeimmillaan pH oli 11,6. Permanganaattiluku ylitti kaikissa näytteissä lääkintöhallituksen talousvesille an

Taulukko 29. Ruoholahden alueen maaperätutkimustuloksia (73)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo** mg/kg
		min	maks		
Pb (p)	mg/l	7,4	190	0,7-140	600
Pb (k)	mg/l	7,4	3500		
Cd (p)	mg/l	0,38	1,2	0,1-0,87	20
Cd (k)	mg/l	0,38	1,7		
Cr (p)	mg/l	0,56	7,3	<2	800
Cr (k)	mg/l	0,049	1,7		
As (p)	mg/l	0,20	14	0,06-3,7	50
As (k)	mg/l	0,16	15		
Cu (p)	mg/l	5,1	76	6,1-53	500
Cu (k)	mg/l	4,6	350		
V (p)	mg/l	0,67	33	0,81-5,2	
V (k)	mg/l	0,72	6,5		
öljy (p)	mg/kg	43	18322	970	5000
öljy (k)	mg/kg	37	9169		
öljy ja rasva (p)	mg/kg	370	23594		
- " - (k)	mg/kg	235	12517		
PCB (p)	ug/kg	< 10	140		10
PCB (k)	ug/kg	< 10	740		

näytteenottosyvyydet: p = 10 cm, näytemäärä 14 kpl

k = 10-100 cm, näytemäärä 16 kpl

*Helsingin viljelymaan pitoisuus (1)

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttämä raja-arvo (2)

taman ohjearvon. Vastaavat raja- tai ohjearvot ylittyivät myös yhdessä pisteessä elohopean, kromin, arseenin ja kuparin osalta sekä kahdessa näytteenottopisteessä lyijyn osalta. Pohjaveden öljypitoisuus vaihteli tutkimuksessa runsaasti. Maku- ja hajukynnyksenä pidetty arvo, 0,01 mg/l, ylittyi kahdeksassa näytepisteessä. (73) Taulukossa 30 on esitetty pohjavesinäytteiden tutkimustuloksia.

Alueelle esitetyt kunnostustoimenpiteet

Ruoholahden alue vastasi tutkimuksen mukaan tavallista kaupunkiympäristöä neljää näytteenottopistettä lukuunottamatta. Seuraavana esitettyjen kunnostustoimenpiteiden jälkeen alueen maaperän tai pohjaveden ei katsota aiheuttavan alueella asumiselle tai oleskelulle terveydellistä haittaa. (73)

Taulukko 30. Ruoholahden alueen pohjavesitutkimustuloksia (73)

	yksikkö	tulokset min	maks	ohje- arvo*
Pb	ug/l	<2,0	735	50
Cd	ug/l	<0,2	4,2 5	
Cu	ug/l	9	2800	300
Cr	ug/l	<2,0	62	50
As	ug/l	<2,0	280	50
V	ug/l	<10	122	
lämpökest.kolif. bakteerit	kpl/100ml	0	>1000	<1
pH		6,5	11,6	6,5-8,8
y	mS/m	22,6	710	
KMnO4	mg/l	20	380	12
Hg	ug/l	<0,5	5,7 1	
PCB	ug/l	<0,1	0,1 0,5	
öljy	mg/l	<0,1	2,5 0,05	
öljy ja rasva	mg/l	<0,1	6,3	

näytteiden määrä 14 kpl

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet (3)

Konttien pesupisteen luona Jaalalaiturin eteläpäässä lyijypitoisuus on niin korkea, että se edellyttää maa-aineksen poistoa ja korvaamista puhtaalla maalla vähintään metrin syvyydeltä. (73)

Ruoholahden pohjukassa olevalla pysäköintialueella ja veneiden polttoaineen jakeluaseman lähistöllä pintamaassa todettiin öljypitoisuuksia, joiden vuoksi maa tuli kuoria puolen metrin syvyydeltä tai peittää puhtaalla maalla. Jäteöljyjen varastointipisteen alueelta maa tuli poistaa metrin syvyydeltä ja korvata puhtaalla maalla suuren öljypitoisuuden vuoksi. (73)

Tutkimuksen mukaan alueen pohjavesi on paikoitellen saastunut. Siitä ei aiheudu terveydellistä haittaa alueen asukkaille, koska vettä ei käytetä. Kuitenkin tankkien pesupisteen kohdalta maa-aines tuli korvata puhtaalla maalla metrin syvyydeltä suuren emäksisyytensä vuoksi. (73)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Vuonna 1988 vahvistetun osayleiskaavan mukaan koko Ruoholahden alue tulee muuttumaan pääasiassa asuinkäyttöön. Alue on jo osittain asemakaavoitettu ja aloituskortteleita ollaan parhaillaan rakentamassa. (37)

Sasekan teollisuusalue, Vuosaari

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Sasekan teollisuusalue sijaitsee Vuosaaren eteläosassa Leikosaarentien varrella. Sen sijainti on esitetty liitteessä 2 olevassa kartassa. Teollisuusalueella on vuosina 1939 - 1976 toiminut kalkkihiekkatiili- ja elementtitehdas ja vuosina 1976 - 1984 Lohja Oy:n Solifer-asuntovaunujen kokoonpanoyritys. Vuodesta 1984 Helsingin kaupunki on vuokrannut aluetta pääasiassa autojen huolto-, korjaus- ja romutusverstaille sekä veneiden huolto- ja laminointiyrityksille. Alueen itäreunassa on vuodesta 1984 toiminut Helsingin rakennusviraston katupuhtaanapidon ja talvikunnossapidon tukikohta. Alueen eteläosassa on sijainnut Mestaripuu Oy:n kyllästetyn lautatavaran varastohalli. (74)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin terveystieteiden valvontaosasto eli nykyinen ympäristökeskus ja kaupunginkanslian Vuosaaritoimisto aloittivat Vuosaaren Sasekan teollisuusalueen maaperäselvitykset syksyllä 1990. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laatima tutkimusraportti valmistui alkuvuodesta 1992. (74)

Alueelta otetut näytteet

Tutkimusta varten alueelta valittiin 14 näytteenottopistettä, jotka valittiin teollisuusalueen toimintojen kartoittamisen perusteella. Ne kuvasivat mahdollisimman hyvin alueella olleiden saastuttaneiden toimintojen vaikutusta. (74)

Maaperä- ja pohjavesinäytteistä tutkittiin raskasmetalli-, rasva- ja öljypitoisuus sekä joistakin näytteistä PCB-pitoisuus. Pohjavesistä määritettiin lisäksi lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrä, pH-luku, sähkönjohtavuus ja permanganaattiluku. Maaperänäytteitä varten kaivettiin noin metrin syvyinen kuoppa, josta otettiin pintanäyte ja kokoomanäyte. Pohjavesinäytteitä varten asennettiin pohjavesiputkia. (74)

Tulokset

Tutkimuksen mukaan lähes kaikkien maanäytteiden raskasmetallipitoisuudet olivat samaa tasoa kuin Helsingin viljelymailla. Ainostaan yhdestä näytteenottopisteestä, jossa on aiemmin rasvattu valumuotteja jäteöljyllä, todettiin selvästi taustapitoisuutta korkeampi lyijypitoisuus. Pintanäytteessä se oli 340 mg/l. Myös muutaman näytteen öljysaastumista kuvaava vanadiinipitoisuus oli kohonnut taustapitoisuuksiin verrattuna. (74)

Maan öljypitoisuus oli kaikissa kohteissa alle 0,1 %, mutta kuitenkin puolet näytteistä sisälsi selvästi taustapitoisuuksia enemmän öljyä. Lähes kaikki öljyiset näytteet oli otettu pintamaasta. Suurin öljypitoisuus, 970 mg/kg, havaittiin valumuottien puhdistuspaikan pintakerroksesta. Samassa pisteessä kokoomanäytteen öljypitoisuus oli myös kohonnut. (74) Maanäytteiden tutkimustuloksia on esitetty taulukossa 31.

Pohjaveden raskasmetallipitoisuudet olivat pieniä lukuunottamatta yhden pisteen kohonnutta lyijypitoisuutta ja kuuden näytteen kuparipitoisuuksia. Kohonneet kuparipitoisuudet esiintyivät entisen tiili- ja elementtitehtaan pohjoispään ympäristössä. Ne saattavat olla seurausta raskasmetallipitoisen masuunikuonan leviämisestä lähiympäristöön. Korkein lyijy- ja kuparipitoisuus havaittiin samasta näytepisteestä entisen kalkkihiekkatiilitehtaan kemikaalivaraston luota. (74)

Veden pH oli kolmessa näytteenottopisteessä lievästi emäksistä, mikä on seurausta kalkin käsittelystä piha-alueella. (74)

Taulukko 31. Sasekan alueen maaperätutkimustuloksia (74)

	yksikkö	tulokset min	maks	tausta- arvo*	ohje- arvo** mg/kg
Pb (p)	mg/l	1,6	340	0,7-140	600
Pb (k)	mg/l	0,78	120		
Cd (p)	mg/l	0,12	0,43	0,1-0,87	20
Cd (k)	mg/l	0,008	0,15		
Cr (p)	mg/l	0,13	1,9	<2-1280	800
Cr (k)	mg/l	0,049	1,7		
As (p)	mg/l	0,13	1,7	0,06-3,7	50
As (k)	mg/l	0,067	0,61		
Cu (p)	mg/l	1,1	23	6,1-53	500
Cu (k)	mg/l	4,6	6,8		
V (p)	mg/l	1,1	13	0,81-5,2	
V (k)	mg/l	0,37	13		
öljy (p)	mg/kg	<5	970		5000
öljy (k)	mg/kg	<5	370		
öljy ja rasva (p)	mg/kg	11	2000		
-"- (k)	mg/kg	<5	850		
PCB (p)	ug/kg	13	49		10

näytteiden määrä 16 kpl

PCB-näytteiden määrä 2 kpl

näytteenottosyvyys: p=10 cm ja k=1-100 cm

* Helsingin viljelymaan pitoisuus (1)

** hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä pitoisuus (2)

Pohjaveden öljypitoisuus vaihteli näytteissä 0,3-8,1 mg/l välillä. Kaikissa näytteissä ylittyi veden haju- ja makukynnyksenä pidetty 0,1 mg/l. Lääkintöhallituksen antamien talousveden laatutavoitteiden mukainen öljypitoisuuden enimmäisarvo on 0,05 mg/l. Öljyn ja rasvan kokonaispitoisuudet olivat kaikissa näytteissä jonkin verran öljypitoisuutta korkeampia. (74)

Hapettuvien aineiden määrää kuvaava permanganaattiluku oli kaikissa näytteissä yhtä lukuunottamatta talousvesille asetetun ohjearvon yläpuolella. (74)

Taulukossa 32 on esitetty pohjavesitutkimusten tuloksia.

Taulukko 32. Sasekan alueen pohjavesitutkimustuloksia (74)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
			min	maks	
Pb	16	ug/l	<2,0	56	50
Cd	16	ug/l	<0,2	0,9	5
Cu	16	ug/l	8,3	1900	300
Cr	16	ug/l	<2,0	32	50
As	16	ug/l	<2,0	19	50
V	16	ug/l	<4,0	58	
kolif. bakt.	16	kpl/100ml	0	13	<1
pH	16		6,6	9,0	6,5-8,8
y	16	mS/m	9,9	81	
KMnO ₄ -luku	16	mg/l	14	530	12
Hg	3	ug/l	<0,5	<0,5	1
öljy ja rasva	16	mg/l	0,47	114	
öljy	16	mg/l	0,30	106	50
PCB	1	ug/l	<1		0,5 ¹⁾

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset tai -tavoitteet (3)

¹⁾Samase-työryhmän raja-arvoluonnos (11)

Sasekan alueelta on määritetty kuuden pohjavesinäytteen öljypitoisuus syksyllä 1992. Viiden pohjavesiputken öljypitoisuus ylitti lääkintöhallituksen talousvedelle asettaman enimmäisarvon 0,05 mg/l. Suurin öljypitoisuus oli 120,8 mg/l. Muiden näytteiden pitoisuudet olivat korkeintaan 1,8 mg/l. (75)

Alueen kunnostamista varten tarvittavat toimenpiteet

Sasekan teollisuusalueen purkamisen yhteydessä alueella olleet jätteet on viety kaatopaikalle. Romuakut, öljynvaihtopisteen öljyinen maa ja öljysäiliöiden poiston yhteydessä öljyyntyneet maat on toimitettu Ekokem Oy:lle. (74)

Maanvaihtotoimia alueella ei ole tarvittu. Puisto- ja piha-alueiden peittäminen noin puolen metrin paksuisella puhtaalla maa-aineksella on katsottu tarpeelliseksi entisellä teollisuusalueella. Rakentamisvaiheessa maaperän laatua on tärkeää tark-

kailla, jotta ominaisuuksiltaan poikkeavat maa-ainekset voitaisiin ohjata asialliseen käsittelyyn. (74)

Alueen pohjavesi on kupari- ja öljypitoisuutensa sekä sisältämiensä hapettuvien aineiden vuoksi talouskäyttöön sopimatonta. Pohjavettä ei kuitenkaan tulla käyttämään, eikä se siten aiheuta tuleville asukkaille terveystarpeita. (74)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Sasekan alue kuuluu Vuosaaren keskeisen ranta-alueen asemakaavaan. Alueen rakentaminen asuinkäyttöön aloitetaan vuonna 1993. (76)

Veräjämäen keskusvarastoalue

Alueen sijainti ja toiminta alueella

Keskusvarasto sijaitsee Veräjämäellä Oulunkylän siirtolapuutarhan vieressä. Alueen sijainti on esitetty liitteessä 2 olevassa kartassa.

Helsingin kaupungin rakennusviraston Veräjämäen keskusvarasto on perustettu vuonna 1959. Alueella sijaitsee toimistorakennuksen lisäksi erilaisia varastorakennuksia. Siellä on myös polttoaineen jakelupiste. (77)

1970-luvun puolesta välistä asti käytössä olleessa palavien nesteiden varastossa on säilytetty pääasiassa maaleja. Poistetun tavaran varastoalueella säilytetään käytöstä poistettuja autoja, työkoneita, työmaakoppeja, öljysäiliöitä ja muuta tavaraa maavaraisesti. Käytöstä poistettua tavaraa kuten rautaromua säilytetään myös aitauksessa, jonka maaperään on valunut öljyä vanhoista öljysäiliöistä. Maapohjaisissa puutavarakatoksissa on säilytetty myös märkää kyllästettyä puuta. Alueella on ollut öljytynnyrivarasto ja jäteöljyn keräyssäiliö. Lisäksi alueelle on kerätty muuntajia. (77)

Alueella tehdyt tutkimukset

Helsingin kaupungin ympäristökeskus selvitti Helsingin kaupungin rakennusviraston Veräjämäen keskusvaraston maaperän ja pohjaveden tilaa vuoden 1992 aikana. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laatima tutkimusraportti on valmistunut vuonna 1992. (77)

Alueelta otetut näytteet

Tutkimusta varten alueelta valittiin 14 pistettä maaperänäytteiden ja 11 pistettä pohjavesinäytteiden ottamista varten. Näytteenottopisteet valittiin teollisuusalueen toimintojen kartoittamisen perusteella. (77)

Kaikista maaperä- ja pohjavesinäytteistä tutkittiin raskasmetallipitoisuudet. Joistakin maaperänäytteistä määritettiin kokonaishiilivety- ja PCB-pitoisuus. Pohjavesinäytteistä tutkittiin lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrä, pH-luku, sähkönjohtavuus, kaliumpermanganaattiluku ja öljypitoisuus. (77)

Maaperänäytteitä varten kaivettiin noin metrin syvyinen kuoppa, josta otettiin pintanäyte noin 10 cm syvyyteen ja kokoomanäyte tasaisesti pintakerroksen alapuolelta. Pohjavesinäyte saatiin kolmesta pohjavesiputkesta. (77)

Tulokset

Tutkimuksen mukaan lähes kaikkien maanäytteiden öljypitoisuus ylitti hollantilaisen maaperän taustapitoisuudelle annetun raja-arvon 100 mg/kg. Öljypitoisuus ei ylittänyt hollantilaista maaperän kunnostamista edellyttävää raja-arvoa yhdessäkään näytepisteessä. (77)

Kahdesta näytepisteestä tutkitut PCB-pitoisuudet ylittivät hollantilaisen taustapitoisuudelle antaman raja-arvon 0,05 mg/kg, mutta eivät kunnostustoimia edellyttävää raja-arvoa. (77)

Raskasmetallipitoisuuksista ainoastaan lyijypitoisuus oli tausta-arvoihin verrattaessa kohonnut, mutta sekään ei ylittänyt hollantilaista maaperän kunnostustoimia edellyttävää raja-arvoa. (77)

Maaperänäytteiden tutkimustuloksia on esitetty taulukossa 33.

Taulukko 33. Veräjämäen keskusvarastoalueen maaperätutkimustuloksia (77)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo**
		min	maks		
Pb (p)	mg/kg	4,0	55,8	0,7-140	600
Pb (k)	mg/kg	0,6	186,3		
Cd (p)	mg/kg	0,04	0,59	0,1-0,87	20
Cd (k)	mg/kg	0,02	0,53		
Cr (p)	mg/kg	0,2	3,1	<2-1280	800
Cr (k)	mg/kg	0,1	3,1		
As (p)	mg/kg	0,1	8,1	0,06-3,7	50
As (k)	mg/kg	<0,03	5,1		
Cu (p)	mg/kg	3,2	38,3	6,1-53	500
Cu (k)	mg/kg	0,6	10,8		
öljy (p)	mg/kg	180	2600		5000
öljy (k)	mg/kg	17	2000		
PCB (p)	mg/kg	0,37	0,55		10
PCB (k)	mg/kg	0,32	0,37		

öljynäytteiden määrä 7 kpl

PCB-näytteiden määrä 2 kpl

muiden näytteiden määrä 14 kpl

näytteenotto syvyys: p=0-10 cm ja k=10-100 cm

* Helsingin viljelymaan pitoisuus (1)

** hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä pitoisuus (2)

Pohjavedessä ei havaittu lämpökestoisia koliformisia bakteereja. Veden pH oli lievästi emäksistä. Permanganaattiluku ylitti kaikissa näytteissä lääkintöhallituksen talousveden laatutavoitteiden mukaisen enimmäispitoisuuden. (77)

Vesinäytteiden öljypitoisuus vaihteli 0,9-25 mg/l välillä. Kaikissa näytteissä ylittyi veden haju- ja makukynnyksenä pidetty arvo 0,1 mg/l. Lääkintöhallituksen an-

tamien talousveden laatutavoitteiden mukainen öljypitoisuuden enimmäisarvo on 0,05 mg/l. (77)

PCB-pitoisuus oli molemmissa tutkituissa pohjavesinäytteissä alle toteamisrajan 10 ng/l. (77)

Pohjaveden raskasmetallipitoisuudet olivat kolmessa tutkitussa näytteessä alle lääkintöhallituksen talousvesien laatuvaatimusten ja -tavoitteiden mukaisten enimmäispitoisuuksien. (77) Taulukossa 34 on esitetty pohjavesitutkimusten tuloksia.

Taulukko 34. Veräjämäen keskusvarastoalueen pohjavesitutkimustuloksia (77)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		ohje- arvo*
			min	maks	
Pb	3	ug/l	3,4	5,9	50
Cd	3	ug/l	<0,2	<0,2	5
Cu	3	ug/l	6	15	300
Cr	3	ug/l	<2	3	50
As	3	ug/l	<2	5	50
kolif. bakt.	3	kpl/100ml	0	0	<1
pH	3		7,9	8,9	6,5-8,8
y	3	mS/m	35,7	140	
KMnO ₄ -luku	3	mg/l	26	38	12
öljy	3	mg/l	0,9	25	50
PCB	2	ng/l	<10	<10	50 ¹⁾

*lääkintöhallituksen talousveden laatuvaatimukset tai -tavoitteet (3)

¹⁾Samase-työryhmän raja-arvoluonnos (11)

Alueen kunnostamista varten tarvittavat toimenpiteet

Alue voidaan kunnostaa tulevaan käyttötarkoitukseen sopivaksi seuraavilla toimenpiteillä. Öljyyntynyt maa-aines on poistettava ja korvattava puhtaalla maalla vähintään metrin syvyydeltä polttonesteiden jakelupaikan ja öljytynnyriensä säilytyspaikan sekä jäteöljyn keräyssäiliön ympäristöstä. Poistetun tavaran varastoaitauksen toiselta puolelta maa-aines on poistettava puolen metrin syvyydeltä ja korvatta-

va puhtaalla maalla. PCB-muuntajien varastointialue tulee joko peittää metrin kerroksella puhdasta maata tai likaantunut maa-aines tulee poistaa ja korvata puhtaalla maalla metrin syvyydeltä. Rakennusaikana havaituista tummuneista, haisevista tai muuten poikkeavista maamassoista tulee heti ilmoittaa ympäristökeskukseen asian selvittämistä varten. (77)

Alueen kaavoitus- ja rakentamistilanne

Veräjämäen keskusvarastoalueelle on suunniteltu rakennettavaksi asuntoalue, joka on osa Viikinmäen aluerakentamisprojektia (77). Alueen asemakaavaehdotus on valmisteilla (37).

YKSITTÄISET TUTKIMUKSET

Helsingin maaperän saastumista koskeva tutkimus

Helsingin ympäristönsuojelulautakunta tilasi alustavan tutkimuksen Helsingin maaperän saastumisesta vuonna 1989. Selvityksen avulla pyrittiin kartoittamaan maaperän saastumista erilaisia käyttömuotoja edustavilla maa-alueilla. (11)

Tutkimusta varten näytteitä otettiin Iso-Huopalahden suljetulta kaatopaikalta, Lahdentien ja Kehä I:n risteysalueelta, Tattarisuon teollisuusalueelta ja tausta-alueilta eli Haltialan metsäalueelta ja Vuosaaren luonnonsuojelun läheiseltä ulkoilun alueelta. (11)

Maaperänäytteet otettiin kokoomänäyteinä syvyyksiltä 0-15 cm, 15-50 cm ja 50-100 cm. Yhteensä 29 koekuopasta otetuista näytteistä tutkittiin absorboituvien orgaanisten halogeeniyhdisteiden (AOX), raskasmetallien ja mineraaliöljyjen pitoisuudet. (11)

Iso-Huopalahden kaatopaikan tuloksia on esitetty muiden alueen tutkimusten yhteydessä.

Keskuspuiston ja Vuosaaren maaperänäytteiden AOX-pitoisuudet vaihtelivat huomattavasti toisiinsa verrattuna. Pitoisuudet olivat Keskuspuistossa 0,8-1,1 mg/kg ja Vuosaarella 0,9-4,8 mg/kg. Tosin verrattaessa orgaanisen aineksen suhteen laskettuja AOX-arvoja toisiinsa pitoisuudet olivat vastaavissa kerroksissa samansuuruisia. (11)

Keskuspuistosta löytyi mineraaliöljyä ainoastaan yhdestä pintamaanäytteestä. Vuosaarella öljyn pitoisuus vaihteli eri syvyyksissä 9-940 mg/kg. Pintamaan suurehko öljypitoisuus on saattanut aiheuttaa maakaasuputkea varten tehdyistä raivaustöistä alueella. (11)

Tausta-alueilla kaikkien raskasmetallien pitoisuudet olivat lähellä määritysrajaa tai sen alle. Verrattaessa pitoisuuksia metsämaan keskimääräisiin raskasmetallipi-

toisuuksiin tulokset olivat samaa suuruusluokkaa lukuunottamatta pienempiä kromin ja sinkin pitoisuuksia. (11)

Liikenteen vaikutusalueella AOX-pitoisuudet olivat alhaisia ja hyvin samansuuruisia eri näytteissä vaihdellen välillä 1,4-1,8 mg/kg. Mineraaliöljyjen pitoisuudet olivat alueella selvästi tausta-alueiden pitoisuuksia korkeampia. Korkein pitoisuus oli 3 100 mg/kg. Raskasmetalleista ainoastaan lyijyn pitoisuus, joka vaihteli välillä 48-80 mg/kg, oli jonkin verran kohonnut verrattuna taustapitoisuuksiin. (11)

Tattarisuon teollisuusalueella AOX-pitoisuudet vaihtelivat suuresti. Ne olivat suurimmillaan kuoppien pintakerroksissa. Jos orgaanista ainesta kohden laskettuja pitoisuuksia verrataan vastaaviin tausta-arvoihin havaitaan, että pitoisuudet ovat kaikissa kuopissa etenkin pintakerroksessa huomattavasti korkeampia. Tattarisuolta tutkittujen pohjavesinäytteiden AOX-pitoisuus oli suurimmillaan 105 ug/l, joka vastaa lähes jäteveden AOX-arvoa. (11)

Tattarisuolla mineraaliöljypitoisuudet olivat pintakerroksessa hyvinkin korkeita jopa 8 g/kg. Alemmissä kerroksissa pitoisuudet olivat alhaisia. Alueella ylitty useassa kohdassa hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo. (11)

Raskasmetallipitoisuudet vaihtelivat Tattarisuolla kuoppien eri kerroksissa. Vanhojen raitiovaunujen polttopaikalla erityisesti pintamaan kupari-, lyijy- ja sinkkipitoisuudet olivat korkeita. (11)

Seuraavassa taulukossa 35 on esitetty Tattarisuon teollisuusalueelta saatuja maanäytteiden tutkimustuloksia.

Taulukko 35. Tattarisuon maaperänäytteiden tutkimustuloksia (11)

	yksikkö	tulokset		tausta- arvo*	ohje- arvo*
		min	maks		
AOX	mg/kg	0,2	4,6		80
öljy	mg/kg	15	7900		5000
Pb	mg/kg	4	9200	14	600
Cd	mg/kg	-	14,0	0,38	20
Zn	mg/kg	3	19000	57	3000
Cu	mg/kg	3	2400	24	500
Cr	mg/kg	-	16	<2	800
Ni	mg/kg	-	15	3,4	500

- = alle määrittämissuoran

näyttemäärä 18 kpl

näytteenottosyvyys 0-110 cm

*Helsingin viljelymaan keskimääräinen pitoisuus (1)

**hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo (2)

Helsingin huoltoasemien maaperäselvitys

Helsingin ympäristökeskus selvitti vuosien 1991-1992 aikana huoltoasemien maaperän laatua. Tutkimuksella selvitettiin polttoaineista peräisin olevien öljy-yhdisteiden määrää maan pintakerroksessa ja paikoissa, joihin sadevedet valuvat huoltamoiden pihoilta. Tutkimuksen raportti valmistuu vuoden 1993 aikana. (78)

Tutkimukseen otettiin lähinnä sellaisia Helsingin huoltoasemia, joissa epäiltiin olevan öljypäästöjä lähiympäristöön. Näytteitä otettiin kaikkiaan kymmeneltä huoltoasemalta yhteensä 57 näytteenottopisteestä. Taustanäytteitä otettiin neljästä eri paikasta. Näytteet otettiin poraamalla reikä asfalttiin tai suoraan lähiympäristön maan pintakerroksesta viiden tai kymmenen senttimetrin syvyyteen saakka. Maaperänäytteistä tutkittiin kokonaisöljypitoisuus. (78)

Taustanäytteiden öljypitoisuudet vaihtelivat 280-2 900 mg/kg eli olivat suhteellisen alhaisia. (78)

Asfaltin alta poraamalla otettujen 18 näytteen kokonaisöljypitoisuudet olivat myös varsin alhaisia vaihdellen 120-3 400 mg/kg. Asfaltissa valmiina olleista rei'istä otettiin neljä näytettä, joiden kokonaisöljypitoisuudet olivat 710-31 200 mg/kg. Korkeat pitoisuudet osoittavat, että öljy-yhdisteet kulkeutuvat helposti asfaltin rikkoutuneista kohdista maaperään. (78)

Huoltoasemien lähiympäristöstä otettiin näytteitä 31 pisteestä. Näytteet otettiin paikoista, joihin havaittiin mm. sadevesien kerääntyvän tai valuvan esimerkiksi tankkauspaikoilta tai joissa maaperä oli selvästi öljyisen näköinen tai hajuinen. Näiden näytteiden kokonaisöljypitoisuus vaihteli 690-160 000 mg/kg. Tuloksista voidaan päätellä öljy-yhdisteiden kulkeutuvan helposti sadevesien mukana lähiympäristön maaperään. (78)

Selvityksen mukaan kokonaisöljypitoisuudet vaihtelivat suuresti huoltoasemien ympäristössä. Tankkauspaikan asfaltointi ilmeisesti estää varsin hyvin öljy-yhdisteiden pääsyn maaperään. Useilla huoltoasemilla asfalttikenttä oli uudistettu vuosien varrella useaan kertaan, joten asfalttikerroksia oli useita päällekkäin. Tämä edistää asfaltin eristyskykyä. Dieselmittarien ympäristössä havaittiin asfaltissa selviä kuoppia, painaumuksia ja jopa reikiäkin. Dieselpolttoaine todennäköisesti liuottaa vähitellen asfalttia. Usein näillä paikoilla päällystysmateriaalina käytetäänkin betonia. (78)

Huoltoasemien lähiympäristöstä otetuista 31 näytteestä 25 näytteenottopisteessä ylittyi hollantilainen maaperän kunnostamista edellyttävä raja-arvo 5 000 mg/kg. Tulosten perusteella onkin erityisen tärkeää, että mittarikenttää huuhtelevien sadevesien pääsy ympäristöön estetään ja ne ohjataan asianmukaisesti öljynerotuskaivon kautta viemäriin. Huoltoasema-alueen asfalttikentän reunoissa tulee myös olla tiivis reunakoroke, jolla estetään sadeveden valuminen lähiympäristöön. (78)

Tutkimuksen perusteella vanhempien huoltoasemien asfalttikentän ulkopuolisen alueen maaperä voi olla öljy-yhdisteiden likaama, mikä tulee ottaa huomioon alueen käyttötarkoituksen muuttuessa. (78)

Vuosaaren maantäyttöalue

Kaupunginhallitus hyväksyi vuonna 1989 Vuosaaren kaatopaikan Helsingin itäosan ensisijaiseksi ylijäämämassojen sijoituspaikaksi (79) ja kehotti samalla terveystervoston valvontaosastoa selvittämään massojen koostumusta terveyshaittojen estämiseksi. (80)

Terveystervoston valvontaosasto tutki maaperän ja suotovesien laatua jätevedenpuhdistamon itäpuolisella täyttöalueella. Rakennustyömailla syntyvää hyötykäyttöön kelpaamattomia maamassoja, louhetta ja rakennusjätettä sijoitettiin vuonna 1990 alueelle yli miljoona kuutiometriä. (80)

Maanäytteitä otettiin yhdeksästä kohdasta eri puolilta täyttöaluetta kokoomanäytteinä noin kahden metrin syvyydestä kuopista. Aistinvaraisesti likaantuneeksi luokiteltavia maamassoja ei näytteenoton yhteydessä havaittu. Epäpuhtauksien kulkeutumisen ja ympäristöön kohdistuvan terveysriskin arvioimiseksi otettiin myös suotovesinäytteet täyttöaluetta länsi- ja itäpuolilta reunustavista ojista ja mereen laskevasta laskuojasta. (80)

Maa- ja vesinäytteistä määritetyt lyijy-, kadmium-, kupari-, kromi-, arseeni- ja vanadiinipitoisuudet olivat näytteissä hyvin alhaisia. Tutkimuksen johtopäätöksenä todettiin, että ylijäämämaat ovat varsin puhtaita eikä niiden sijoituksesta nykyisen asutuksen läheisyyteen aiheudu terveydellistä haittaa. (80)

Vuosaaren kaatopaikka-alueelle läjitetään myös Salmisaaren voimalaitoksen lentotuhkaa ja rikinpoistojätettä. Vuonna 1989 alueelle sijoitettiin 24 700 t tuhkaa ja 29 600 t rikinpoistojätettä. (81)

Vuosaaren alue otettiin vesi- ja viemärlaitoksen vesiensuojelulaboratorion valumavesien seurantaan vuonna 1989. Vesinäytteitä otettiin läjitysalueen ohi virtaavasta purosta kolmesta eri kohdasta. (81)

Vuonna 1990 Vuosaaren täyttöalueella tapahtuneiden sortumien vuoksi täyttöalue päätettiin siirtää kaatopaikan itäpuolelle. (81)

VILJELYMAAT

Helsingin kaupungin terveysviraston valvontaosaston elintarvike- ja ympäristölaboratorio selvitti vuosina 1980-1981 lyijyn ja kadmiumin esiintymistä viljelymaissa Helsingin kaupungin alueella (82). Vuonna 1985 selvitystä jatkettiin tutkimalla useiden eri metallien pitoisuuksia siirtolapuutarhojen ja viljelypalstojen maaperästä (1).

Ensimmäistä tutkimusta varten otettiin yhteensä 275 maanäytettä ja 82 kasvinäytettä. Näytteenotto painottui tärkeimmille viljelyalueille: siirtolapuutarhoihin, viljelypalstoille ja kaupungin viljelymaille. Tuloksien mukaan noin puolet maanäytteistä sisälsi lyijyä alle 25 mg/l ja neljä viidesosaa alle 60 mg/l. 258 näytteen lyijypitoisuuden keskiarvo oli 39,4 mg/l. Lyijypitoisuus oli selvästi korkeampi Helsingissä kuin muualla Suomessa. Lähes 80 %:ssa vuoden 1981 näytteissä liukoisen kadmiumin pitoisuus oli alle 0,4 mg/l. 174 näytteen kadmiumpitoisuuden keskiarvo oli 0,29 mg/l. (82 ja 83)

Vuoden 1985 tutkimusta varten otettiin 35 maanäytettä eri puolilta Helsinkiä yhteensä 26 siirtolapuutarha- ja viljelypalsta-alueelta. Näytteitä otettiin sekä liikenneväylien läheisyydestä että niistä kauempana olevilta alueilta. Viljelyalueen eri osista maan pinnasta otetut osanäytteet yhdistettiin kokoomanäytteeksi. Niistä määritettiin lyijy-, kadmium-, sinkki-, rauta-, mangaani-, kupari-, kromi-, nikkeli, koboltti-, alumiini-, arseeni- ja vanadiinipitoisuus. Helsingissä raskasmetallien pääasiallisena päästölähteenä ovat energiantuotanto ja liikenne. (1)

Seuraavassa taulukossa 36 on esitetty tutkimuksessa saadut maanäytteiden raskasmetallipitoisuuksien keskiarvot, minimi- ja maksimi-arvot sekä muualla Suomessa tavatut keskimääräiset pitoisuudet.

Taulukko 36. Helsingin viljelymaiden raskasmetallipitoisuuksia 1985 (1)

	näyte- määrä	yksikkö	tulokset		k.a.	tausta- arvo*
			min	maks		
Pb	35	mg/l	0,7	140	14	1,7
Cd	35	mg/l	<0,1	7,9	0,38	0,08
Zn	35	mg/l	2,1	320	57	3,7
Fe	35	mg/l	340	2800	1300	717
Mn	35	mg/l	16	240	82	57
Cu	35	mg/l	6,1	53	24	3,7
Cr	35	mg/l	<2	<2	<2	0,33
Ni	23	mg/l	1,9	4,1	3,4	0,90
Co	35	mg/l	<2	<2	<2	0,62
Al	35	mg/l	140	1600	620	508
As	35	mg/l	0,057	3,7	0,23	
V	23	mg/l	0,81	5,2	2,2	

näytteet on otettu muokkauskerroksesta kokoomänäytteinä

*muualla Suomessa todetut viljelymaan pitoisuudet

Helsingin viljelymaissa oli tutkimuksen mukaan selvästi korkeampia keskimääräisiä raskasmetallipitoisuuksia kuin muualla Suomessa. Tämä johtuu osittain näytteenottoaikojen valinnasta. Suurin osa Helsingin näytteistä otettiin katujen läheisyydessä olevilta viljelyalueilta. Liikenteestä sivussa olevilta alueilta todettiin Helsingissä vastaavia tuloksia kuin koko Suomesta. (1)

Tutkimuksessa selvitettiin myös kasvupaikan maan ja kasvien raskasmetallipitoisuuden yhteyttä. Maanäytteiden ja kasvisnäytteiden välillä ei todettu selvää riippuvuutta. Tulokset eivät tosin ole tilastollisesti edustavia, koska näytteitä oli vähän. (1)

Lisäksi selvitettiin Helsingin alueella viljeltyjen kasvien raskasmetallipitoisuuksia. Kaikkien kasvien lyijy-, kromi- ja alumiinipitoisuudet sekä salaatin ja persiljan rautapitoisuudet olivat jonkin verran korkeampia kuin koko maassa keskimäärin. Muiden metallien pitoisuudet olivat lähes samaa luokkaa kuin muualla Suomessa. (1)

TULEVAT TUTKIMUSTARPEET

Tutkittujen alueiden jälkiseuranta

Alueiden, joilla saastunutta maaperää on kunnostettu, jälkiseurannan tarve riippuu ensisijaisesti kunnostustavasta. Kunnostuksen rajoituksessa leviämistä estäviin toimenpiteisiin on saastuneen kohteen ja sen ympäristön tilannetta seurattava onnistuneenkin kunnostuksen jälkeen. Mikäli saastunut maaperä poistetaan tai puhdistetaan, voidaan yleensä lopettaa kohteen seuranta lopputarkastuksen jälkeen. Pohjaveden laadun seuranta voi kuitenkin olla suositeltavaa. (84)

Kaikille Helsingin saastuneeksi todetuille alueille on tarkoitus tehdä lähiaikoina ympäristön tilan seurantaohjelma, jonka laajuus riippuu alueen ominaisuuksista, tulevasta käyttötarkoituksesta ja rakentamisvaiheesta. Seurantaohjelma sisältää tutkittavat muuttujat, näytteenottoapaikat ja -ajat sekä seurannan keston. Joidenkin alueiden kohdalla voitaneen todeta seurannan tarpeettomuus. Ohjelmassa voitaisiin arvioida myös haitallisten aineiden päästöt ympäristöön.

Entisistä jätteenkäsittelyalueista etenkin kaatopaikoille laaditaan ympäristön tilan seurantaohjelmat. Samalla tarkistetaan entiset kaatopaikka-alueiden vesien seurantaohjelmat. Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen kuonakasasta lähtevien aineiden seuranta on tärkeää etenkin, jos alue otetaan tulevaisuudessa virkistyskäyttöön.

Ampumaratojen seurantaohjelmat tulevat käsittämään myös kunnostustöiden ajan. Alueelta kulkeutuu jatkuvasti runsaasti raskasmetalleja, joiden määrä arvioidaan ohjelmassa.

Teollisuus- ja varastoalueiden seurantaohjelmat laaditaan kunkin alueen erityisluonteen mukaisesti. Kauan sitten tutkittujen rakentamattomien alueiden kunnostusohjeet tarkastetaan tämän hetkisten vaatimusten tasolle.

Tulevaisuudessa tutkittujen alueiden seurantaohjelmat laaditaan jo varsinaisten tutkimusten yhteydessä. Seurannan kustannuksista neuvotellaan maanomistajien ja rakentajien kanssa.

Tulevat tutkimukset

Helsingin kaupungin alueella olevat mahdollisesti likaantuneet maa-alueet tutkitaan, kun alueen käyttötarkoitus muuttuu asumis- tai virkistyskäyttöön. Myös muut alueet, joilla voi aiheutua ympäristöhaittoja, kartoitetaan. Tutkittavia alueita ovat entisten kaatopaikkojen, ampumaratojen, jätevedenpuhdistamoiden, huoltoasemien, teollisuus-, satama- ja varastoalueiden sekä mahdollisesti krematorioiden lähiympäristöt. Kaikkien näiden alueiden sijainti selvitetään ja maaperän likaantuminen tutkitaan tulevaisuudessa.

Seuraavana on esitetty kohteita, joiden käyttötarkoituksen tiedetään muuttuvan. Ne on merkitty asuin- tai virkistysalueiksi Helsingin yleiskaava 1992:ssa.

Lauttasaaren ja Viikin puhdistamo- sekä Vuosaaren puhdistamo- ja ylijäämämassa-alueiden toiminnat on kartoitettu ja tutkimussuunnitelma alueiden maaperäselvityksiä varten laadittu vuonna 1992. (85) Tutkimukset tehdään vuoden 1993 aikana. (37)

Koskelan kolmiossa sijaitseva huoltoasema-alue ja Leppäsuon kahden huoltoaseman alueet muuttuvat lähiaikana asumiskäyttöön. Alueet tutkitaan vuonna 1993. (37)

Pitäjänmäen teollisuusalueen 1. vaiheen eli Strömberg-Uddeholmin alueen toiminnat on kartoitettu ja tämän osan tutkimussuunnitelma laadittu. (86) Alueen tutkimukset ovat ajankohtaisia vuonna 1993, kun huoltoasemat on purettu. (37)

Pohjois-Hermannin ja Toukolan alueen maaperän laatu on alustavasti tutkittu ja raportti tuloksista valmistui vuoden 1993 alussa. Maaperän laatu alueilla edellyttää jatkotutkimuksia. (86)

Arabianrannan toiminnat on kartoitettu ja alue tutkitaan vuonna 1993. (86)

Pasilan konepaja-alueen toiminnat on kartoitettu ja tutkimussuunnitelma tehty vuonna 1992. Alueen maaperän saastuneisuus selvitetään vuosina 1993-1994. (85)

Säynäslahdentien pienteollisuusalueen toiminnat on kartoitettu ja alueen tutkimussuunnitelma laadittu vuonna 1992. (85)

Malmilla sijaitsevan Ormuspellon teollisuusalueen toiminnat on kartoitettu ja tutkimussuunnitelma laadittu vuonna 1992. (85)

Muita kohteita, jotka yleiskaava 1992:ssa on merkitty muutettavaksi asumiseen ja jotka edellyttävät maaperätutkimuksia, ovat Laajasalon öljysatama, Itäportin ja Pauligin alueet, Jätkäsaaren satama-alue, Munkkisaaren telakka- ja varastoalue, Hanasaaren-Suvilahden energiatuotantoalue, Sompasaaren ja Verkkosaaren satama-alueet sekä Keski-Pasilan ratapiha-alue. Tutkimusten ajankohta täsmentyy kaavoitusaikataulujen tarkentumisen myötä. (37)

KIRJALLISUUSLUETTELO:

1. Sinervo T. ja Ahonen S.. **Viljelymaan ja kasvisten raskasmetallipitoisuudet Helsingin alueella 1985**. Helsingin kaupunki, terveysto, valvontaosasto. Helsinki 1990.
2. **Soil Protection and Decision Making and Standardization of Requirements (Soil Clean-Up Guide)**. Ministry of Housing, Physical Planning and Environment. Netherlands 1983.
3. **Talousveden terveydellisen laadun valvonta**. Lääkintöhallituksen yleiskirje nro 1977. Helsinki 12.12.1990.
4. Pyy O. ja Jeltsch U.. Vesi- ja ympäristöhallitus. Suullinen tiedonanto 2.12.1992.
5. Jeltsch U., Puolanne J. ja Pyy O.. **Katsaus Samase-projektiin**, julkaisussa Pelkonen M. (toim.), Kolmas jätehuollon tutkimusseminaari 1992. Teknillinen korkeakoulu, vesihuoltotekniikan laboratorio. Julkaisu 12. Otaniemi 1992.
6. Jeltsch U.. **Haitta-aineiden raja-arvot**. Vesi- ja ympäristöhallitus. Luonnos 8.12.1992.
7. **Suomen Geokemian Atlas**. Osa 2. Geologian tutkimuskeskus. 1992.
8. Wahlström E., Reinikainen T. ja Hallanaro E.-L.. **Ympäristön tila Suomessa**. Vesi- ja ympäristöhallitus, Ympäristötietokeskus. 1992.
9. **Ympäristölle vaaralliset aineet**. Ympäristöministeriö, ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto. Sarja A 54. Helsinki 1987.

10. Laitinen L. ja Assmuth T.. **Jätteiden kaatopaikkakelpoisuuden arviointi**. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Selvitys 103. 1991.
11. Puntti E.. **Selvitys Helsingin maaperän epäpuhtauksista**. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunnan julkaisu 2/1990. Helsinki 1990.
12. Savelainen K.. **Saastuneiden maa-alueiden kartoitus Helsingin vesi- ja ympäristöpiirissä**. Taulukko eräistä ohjeellisista pitoisuuksista maan saastuneisuuden arviointia varten. Vesi- ja ympäristöhallitus. Moniste Nro 363. Helsinki 1992.
13. Ettala M. ja Winqvist K.. **Huokosilman laadun käyttö arvioitaessa likaantuneiden maa-alueiden soveltuvuutta asuntotuotantoon**, julkaisussa Pelkonen M. (toim.), Toinen jätehuollon tutkimusseminaari 1991. Teknillinen korkeakoulu, vesihuoltotekniikan laboratorio. Julkaisu 9. Otaniemi 1991.
14. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren polttojättekasan täydentävä ympäristöhygieeninen tutkimus**. Lausunto. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto. 1989.
15. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren kuonakasan siirron valvonta 1988**. Valvontaraportti. Helsingin kaupunki, rakennusvirasto. 1990.
16. Viatek Oy. **Kyläsaaren polttojättekasa, kunnostussuunnitelma, maanrakennustyöt**. Helsingin kaupunki, rakennusvirasto, katuosasto. 1987.
17. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren kuonakasan kunnostussuunnitelma, ympäristöhygieeniset perusteet**. Helsingin kaupunki, rakennusvirasto. 1987.

18. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, geotekniikan laboratorio. **Tutkimusohjelma**. Luonnos 31.5.1985.
19. **Kyläsaaren ympäristön kloorattujen dioksiinien ja furaanien tutkimustulokset**. Helsingin kaupungin terveyslautakunta, valvontajaosto. 25.10.1985.
20. **Selvitys Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen tuhkan ja kuonan sijoittamisesta ja merialueen käytöstä**. Helsingin vesipiirin vesitoimiston lausunto 9.9.1982.
21. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren polttojättekasan ympäristöhygieeninen tutkimus**. Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto. 1987.
22. **Tuhka- ja kuonanäytteiden koostumus**. Helsingin kaupunki, rakennusvirasto, katurakennusosasto, vesilaboratorio. Tutkimustulokset 4.6.1982.
23. Pakkala P.. Helsingin kaupunki. Suullinen tiedonanto 16.11.1992.
24. **Tutkimus Iso-Huopalahden suljetun kaatopaikan ympäristöhaitoista**. Helsingin kaupunki, ympäristönsuojelulautakunta. Ympäristönsuojelulautakunnan julkaisu 4/1988.
25. Paasivirta J.. **Orgaaninen ympäristömyrkkynuormitus Iso-Huopalahden suljetun kaatopaikan alueella**. Tutkimussuunnitelma 1989.
26. **Iso-Huopalahden jatkotarkkailu vuosina 1989-1991**. Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos. Määritystulokset.
27. **Iso-Huopalahden kaatopaikan suotovesien analyysitulokset vuonna 1990 ja seurannan jatkaminen vuonna 1991**. Helsingin kaupunki, ympäristölautakunta. 19.3.1991.

28. Lukkarinen-Annala L.. Helsingin kaupunki. Suullinen tiedonanto 16.11.1992.
29. **Helsingin kaupungin Vuosaaren kaatopaikan laajennuksen suoto- ja valumavesien käsittely ja johtaminen.** Helsingin vesipiirin vesitoimiston lausunto 22.1.1981
30. **Vuosaaren kaatopaikan lopettaminen.** Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunnan jätehuoltolaitoksen kirje 8.12.1988.
31. Maa ja Vesi Oy. **Vuosaaren kaatopaikan valuma- ja suotovesien johtaminen ja käsittely sekä pinta- ja pohjavesien tarkkailuohjelma.** 1980.
32. **Vuosaaren kaatopaikka-alueen pinta- ja pohjavesien laadun tarkkailuraportit vuosilta 1981-1991.** Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto.
33. **Vuosaaren kaatopaikka-alueen pinta- ja pohjavesien laadun tarkkailu vuonna 1991.** Helsingin kaupunki, ympäristölautakunta. 3.11.1992.
34. **Kaatopaikkakaasun käyttöönottokokeilun loppuraportti.** Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta, teknisen huollon lautakunta. 14.5.1987.
35. Hagman K.. Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta. Suullinen tiedonanto 4.1.1993.
36. **Vuosaaren kaatopaikka-alueen jälkihoito ja biokaasun keräilyjärjestelmäsopimusten tekeminen Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnan kanssa.** Helsingin kaupunki, kaupunginhallitus. 18.6.1990.

37. Pitkänen E.. Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Suullinen tiedonanto 12.11.1992 ja 17.12.1992.
38. **Munkkivuoren Taliin kuuluvan vanhan jätevedenpuhdistamoalueen asemakaava ja asemakaavan muutosehdotus.** Asemakaavaselostus 1988.
39. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. **Näytteenotto kaatopaikoilla ja likaantuneilla maa-alueilla.** Tutkimusraportti 1990.
40. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. **Talin alueen huokosilmatutkimus.** Tutkimusraportti 1990.
41. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. **Talin ranta-alueen ja Iso-Huopalahden kunnostussuunnitelman työohjelma.** Tutkimusraportti 1989.
42. VTT, Rakennusmateriaalilaboratorio. **Talin puhdistamon vanhojen betonirakenteiden kunnan selvittäminen, puhdistustapa ja soveltuvuus aiottuun rakentamiseen.** Tutkimusselostus n:o RAM11355/91.
43. VTT, Rakennusmateriaalilaboratorio. **Tutkimusselostus n:o RAM-11679/91.**
44. VTT, Rakennusmateriaalilaboratorio. **Tarkennus tutkimusselostukseen n:o RAM11355/91, Talin puhdistamon vanhojen betonirakenteiden kunnan selvittäminen, puhdistustapa ja soveltuvuus aiottuun rakentamiseen.** Tutkimusselostus n:o RAM1152/92.
45. **Talin asuin- ja virkistyskäyttöön tulevan alueen rakentamista koskevat ohjeet.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kirje 12.4.1990.

46. **Talin asuin- ja virkistyskäyttöön tulevan alueen talonrakentamista koskevat tarkentavat ohjeet.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kirje 3.9.1990.
47. **Lausunto Talin puhdistamoaltilaiden käytöstä rakennusten pohjarakenteina.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. 10.4.1992.
48. **Lausunto HOAS:n Talin asuntolan rakennuslupaa nro 30-1315-A-92 koskevista muutoksista.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. 20.10.1992.
49. **Tarkastus HOAS:n tontilla 30146/1 Talissa.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Muistio 7.9.1992.
50. Tanskanen H., Kukkonen I. ja Kaija J., **Viikinmäen ampumaradan maaperän epäpuhtauksien selvittäminen.** Geologian tutkimuskeskus. Loppuraportti 1990.
51. Tanskanen H. ja Kaija J., **Viikinmäen ampumaradan metallipitoisten maamassojen puhdistaminen ja kunnostaminen.** Geologinen tutkimuskeskus. Loppuraportti 1991.
52. **Lausunto Viikinmäen ampumaratalaakson täyttö- ja puhdistamissuunnitelmista.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. 3.11.1992.
53. **Viikinmäen ampumaradan kunnostaminen asuin- ja virkistyskäyttöön.** Vesi- ja ympäristöhallituksen lausunto 25.5.1992.
54. **Lausunto Viikinmäen ampumaradan kunnostamisesta asuin- ja virkistyskäyttöön.** Kansanterveyslaitos 14.12.1992.
55. Tanskanen H., Kaija J. ja Ponto K., **Malmin ampumaradan raskametalliselvitys.** Geologian tutkimuskeskus. Loppuraportti 1991.

56. Jalkanen R.. Helsingin kaupunki. Suullinen tiedonanto 16.11.1992.
57. **Asutuskäyttöön kaavoitetulla Herttoniemen satama-alueella olevien yrittysten kartoitus ja näytteenottopaikkojen alustava valinta.** Helsingin kaupunki, terveystoimisto, valvontaosasto. 1990.
58. Maa ja Vesi Oy. **Herttoniemen pohjavesialueen nykytilatutkimus,** Helsingin kaupungin vesilaitos. 30.10.1979.
59. Maa ja Vesi Oy. **Herttoniemen öljyvarastoalueen maaperän ja pohjaveden laatututkimus.** 4.8.1986.
60. **Herttoniemeeseen suunnitellun asuntoalueen radontutkimus.** Säteilyturvakeskus, valvontaosasto. Tutkimusraportti 20.2.1987.
61. Oy Vesi-Hydro Ab. **Ympäristöhygieeninen tutkimus, Herttoniemi.** 31.1.1991.
62. Neste Oy. **Maaperän laatututkimustulokset Herttoniemen varasto-alueelta.** 30.10.1991.
63. Neste Oy:n teettämät maaperän laatututkimukset Herttoniemen satama-alueella. Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Muistio 16.12.1991.
64. **Herttoniemen asemakaava-alue, maaperän tarkennettu laatututkimus.** Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, kaavoitusosasto. 29.6.1992.
65. Bioteam Oy. **Herttoniemen satama-alueen öljyisten maiden kompostointisuunnitelma.** 9.10.1992.

66. **Tapanilan Hiidenkiven alueen maaperän ja pohjaveden laatututkimus.** Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, yleiskaavaosasto ja terveysturvavirasto, valvontaosasto. YA:1/87 1987.
67. **Hiidenkiven alueen pohjarakennusehdotus.** Helsingin kaupunki, geotekninen osasto. Raportti T No 3577 1986.
68. Maa ja Vesi Oy. **Pikku-Huopalahden täyttöalueen tutkimus.** Tutkimusraportti 1984.
69. VTT, Kemian laboratorio. **Pikku-Huopalahden täyttöalueen kaasumuodostuksen tutkiminen.** Tutkimusselostus n:o KEM4 14426 1984.
70. **Pikku-Huopalahden kuuden maanäytteen öljy- ja raskasmetallimääritys 30.4.1992.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, ympäristölaboratorio. Tutkimustodistus ja lausunto.
71. **Pikku-Huopalahden viiden maanäytteen lyijy-, kadmium-, öljy- ja haituvien orgaanisten yhdisteiden määritykset, 24.9.1992.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, ympäristölaboratorio. Tutkimustodistus ja lausunto.
72. **Pikku-Huopalahden Tilkankadun alueen rakentaminen.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Muistio 26.11.1992.
73. Pitkänen E., Forss P. ja Sihvonen K.. **Ruoholahden maaperähygieeninen tutkimus.** Helsingin kaupunki, terveysturvavirasto, valvontaosasto. Helsinki 1990.
74. Pitkänen E. ja Forss P.. **Selvitys Vuosaaren Sasekan teollisuusalueen maaperästä ja pohjavedestä.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Monistesarja 1/1992. Helsinki 1992.

75. **Vuosaaren Sasekan pohjavesinäytteiden öljypitoisuudet.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, ympäristölaboratorio. Tutkimustodistus 26.10.1992.
76. Juutilainen E.. Helsingin kaupunki, Vuosaaritoimisto. Suullinen tiedonanto 17.11.1992.
77. Salo V., Pitkänen E., Puntti E. ja Forss P.. **Selvitys Helsingin rakennusviraston Veräjämäen keskusvaraston maaperästä ja pohjavedestä.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/1992. Helsinki 1992.
78. Puntti E., Santaholma A., Forss P. ja Ahonen S.. **Helsingin huoltoasemien maaperäselvitys.** Luonnos 1992.
79. **Helsingin itäosan ylijäämämassojen täyttöaluekapasiteetin lisääminen.** Helsingin kaupunginhallitus. 3.4.1989.
80. **Selvitys kaupunginhallitukselle ylijäämämassojen laadusta.** Helsingin kaupunki, terveyslautakunta. 2.8.1990.
81. **Yhteenveto Salmisaaren voimalaitosten jätteiden sijoittamisesta ja lausunto Uudenmaan lääninhallitukselle jätehuoltosuunnitelman muutoksista.** Helsingin kaupunki, ympäristönsuojelulautakunta. 12.6.1990.
82. Ahonen S. ja Forss P.. **Viljelymaan lyijy- ja kadmiumpitoisuuksista Helsingin kaupungin alueella.** Helsingin kaupunki, terveydellisten tutkimusten laboratorio. 1981.
83. Forss P. ja Ahonen S.. **Viljelymaan lyijy- ja kadmiumpitoisuuksista Helsingin kaupungin alueella.** Ympäristö ja Terveys n:o 8-9 1982.

84. Jeltsch U.. **Saastuneiden maa-alueiden kunnostus.** Vesi- ja ympäristöhallitus. Sarja A 44. Helsinki 1990.
85. Niiranen A.. Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Suullinen tiedonanto 3.12.1992.
86. Salo V.. Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Suullinen tiedonanto 3.12.1992.

TUTKIMUSALUEKOHTAINEN KIRJALLISUUSLUETTELO:

VILJELYMAAT

1. Sinervo T. ja Ahonen S.. **Viljelymaan ja kasvien raskasmetallipitoisuudet Helsingin alueella 1985**. Helsingin kaupunki, terveysvirasto, valvontaosasto. Helsinki 1990.
82. Ahonen S. ja Forss P.. **Viljelymaan lyijy- ja kadmiumpitoisuuksista Helsingin kaupungin alueella**. Helsingin kaupunki, terveydellisten tutkimusten laboratorio. 1981.
83. Forss P. ja Ahonen S.. **Viljelymaan lyijy- ja kadmiumpitoisuuksista Helsingin kaupungin alueella**. Ympäristö ja Terveys n:o 8-9 1982.

YKSITTÄISET TUTKIMUKSET

11. Puntti E.. **Selvitys Helsingin maaperän epäpuhtauksista**. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunnan julkaisu 2/1990. Helsinki 1990.
78. Puntti E., Santaholma A., Forss P. ja Ahonen S.. **Helsingin huoltoasemien maaperäselvitys**. Luonnos 1992.
79. **Helsingin itäosan ylijäämämassojen täyttöaluekapasiteetin lisääminen**. Helsingin kaupunginhallitus. 3.4.1989.
80. **Selvitys kaupunginhallitukselle ylijäämämassojen laadusta**. Helsingin kaupunki, terveyslautakunta. 2.8.1990.

81. **Yhteenveto Salmisaaren voimalaitosten jätteiden sijoittamisesta ja lausunto Uudenmaan lääninhallitukselle jätehuoltosuunnitelman muutoksista.** Helsingin kaupunki, ympäristönsuojelulautakunta. 12.6.1990.

KYLÄSAAREN JÄTTEENPOLTTOlaitoksen KUONAKASA

14. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren polttojättekasan täydentävä ympäristöhygieeninen tutkimus.** Lausunto. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto 1989.
15. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren kuonakasan siirron valvonta 1988.** Valvontaraportti. Helsingin kaupunki, rakennusvirasto 1990.
16. Viatek Oy. **Kyläsaaren polttojättekasa, kunnostussuunnitelma, maanrakennustyöt.** Helsingin kaupunki, rakennusvirasto, katuosasto 1987.
17. Maa ja Vesi Oy. **Kyläsaaren kuonakasan kunnostussuunnitelma, ympäristöhygieeniset perusteet.** Helsingin kaupunki, rakennusvirasto 1987.
18. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, geotekniikan laboratorio. **Tutkimusohjelma.** Luonnos 31.5.1985.
19. **Kyläsaaren ympäristön kloorattujen dioksiinien ja furaanien tutkimustulokset.** Helsingin kaupungin terveyslautakunta, valvontajaosto. 25.10.1985.
20. **Selvitys Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen tuhkan ja kuonan sijoittamisesta ja merialueen käytöstä.** Helsingin vesipiirin vesitöimiston lausunto 9.9.1982.

21. **Maa ja Vesi Oy. Kyläsaaren polttojättekasan ympäristöhygieeninen tutkimus.** Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosasto 1987.
22. **Tuhka- ja kuonanäytteiden koostumus.** Helsingin kaupunki, rakennusvirasto, katurakennusosasto, vesilaboratorio. Tutkimustulokset 4.6.1982.
23. **Pakkala P..** Helsingin kaupunki. Suullinen tiedonanto 16.11.1992.

ISO-HUOPALAHDEN KAATOPAIKKA

24. **Tutkimus Iso-Huopalahden suljetun kaatopaikan ympäristöhaitoista.** Helsingin kaupunki, ympäristönsuojelulautakunta. Ympäristönsuojelulautakunnan julkaisu 4/1988.
25. **Paasivirta J.. Orgaaninen ympäristömyrkkynuormitus Iso-Huopalahden suljetun kaatopaikan alueella.** Tutkimussuunnitelma 1989.
26. **Iso-Huopalahden jatkotarkkailu vuosina 1989-1991.** Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos. Määritystulokset.
27. **Iso-Huopalahden kaatopaikan suotovesien analyysitulokset vuonna 1990 ja seurannan jatkaminen vuonna 1991.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. 19.3.1991.
28. **Lukkarinen-Annala L..** Helsingin kaupunki. Suullinen tiedonanto 16.11.1992.

VUOSAAREN KAATOPAIKKA

29. **Helsingin kaupungin Vuosaaren kaatopaikan laajennuksen suotoja valumavesien käsittely ja johtaminen.** Helsingin vesipiirin vesitoimiston lausunto 22.1.1981

30. **Vuosaaren kaatopaikan lopettaminen.** Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunnan jätehuoltolaitoksen kirje 8.12.1988.
31. **Maa ja Vesi Oy. Vuosaaren kaatopaikan valuma- ja suotovesien johtaminen ja käsittely sekä pinta- ja pohjavesien tarkkailuohjelma.** 1980.
32. **Vuosaaren kaatopaikka-alueen pinta- ja pohjavesien laadun tarkkailuraportit vuosilta 1981-1991.** Helsingin kaupunki, vesi- ja viemärilaitos, käyttöosasto.
33. **Vuosaaren kaatopaikka-alueen pinta- ja pohjavesien laadun tarkkailu vuonna 1991.** Helsingin kaupunki, ympäristölautakunta. 3.11.1992.
34. **Kaatopaikkakaasun käyttöönottokokeilun loppuraportti.** Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta, teknisen huollon lautakunta. 14.5.1987.
35. **Hagman K.. Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta.** Suullinen tiedonanto 4.1.1993.
36. **Vuosaaren kaatopaikka-alueen jälkihoito ja biokaasun keräilyjärjestelmäsopimusten tekeminen Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnan kanssa.** Helsingin kaupunki, kaupunginhallitus. 18.6.1990.

TALIN JÄTEVEDENPUHDISTAMO

38. **Munkkivuoren Taliin kuuluvan vanhan jätevedenpuhdistamoalueen asemakaava ja asemakaavan muutosehdotus.** Asemakaavaselostus 1988.

39. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. **Näytteenotto kaatopaikoilla ja likaantuneilla maa-alueilla.** Tutkimusraportti 1990.
40. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. **Talin alueen huokosilmatutkimus.** Tutkimusraportti 1990.
41. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. **Talin ranta-alueen ja Iso-Huopalahden kunnostussuunnitelman työohjelma.** Tutkimusraportti 1989.
42. VTT, Rakennusmateriaalilaboratorio. **Talin puhdistamon vanhojen betonirakenteiden kunnan selvittäminen, puhdistustapa ja soveltuvuus aiottuun rakentamiseen.** Tutkimusselostus n:o RAM11355/91.
43. VTT, Rakennusmateriaalilaboratorio. **Tutkimusselostus n:o RAM-11679/91.**
44. VTT, Rakennusmateriaalilaboratorio. **Tarkennus tutkimusselostukseen n:o RAM11355/91, Talin puhdistamon vanhojen betonirakenteiden kunnan selvittäminen, puhdistustapa ja soveltuvuus aiottuun rakentamiseen.** Tutkimusselostus n:o RAM1152/92.
45. **Talin asuin- ja virkistyskäyttöön tulevan alueen rakentamista koskevat ohjeet.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kirje 12.4.1990.
46. **Talin asuin- ja virkistyskäyttöön tulevan alueen talonrakentamista koskevat tarkentavat ohjeet.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kirje 3.9.1990.
47. **Lausunto Talin puhdistamoaltaiden käytöstä rakennusten pohjarakenteina.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen lausunto 10.4.1992.

48. **Lausunto HOAS:n Talin asuntolan rakennuslupaa nro 30-1315-A-92 koskevista muutoksista.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen lausunto 20.10.1992.
49. **Tarkastus HOAS:n tontilla 30146/1 Talissa.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Muistio 7.9.1992.

VIIKINMÄEN AMPUMARATA

50. Tanskanen H., Kukkonen I. ja Kaija J.. **Viikinmäen ampumaradan maaperän epäpuhtauksien selvittäminen.** Geologian tutkimuskeskus. Loppuraportti 1990.
51. Tanskanen H. ja Kaija J.. **Viikinmäen ampumaradan metallipitoisten maamassojen puhdistaminen ja kunnostaminen.** Geologinen tutkimuskeskus. Loppuraportti 1991.
52. **Lausunto Viikinmäen ampumaratalaakson täyttö- ja puhdistamissuunnitelmista.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen lausunto 3.11.1992.
53. **Viikinmäen ampumaradan kunnostaminen asuin- ja virkistyskäyttöön.** Vesi- ja ympäristöhallituksen lausunto 25.5.1992.
54. **Lausunto Viikinmäen ampumaradan kunnostamisesta asuin- ja virkistyskäyttöön.** Kansanterveyslaitos 14.12.1992.

MALMIN AMPUMARATA

55. Tanskanen H., Kaija J. ja Ponto K.. **Malmin ampumaradan raskasmetalliselvitys.** Geologian tutkimuskeskus. Loppuraportti 1991.
56. Jalkanen R.. Helsingin kaupunki. Suullinen tiedonanto 16.11.1992.

HERTTONIEMEN ÖLJYSATAMA

57. **Asutuskäyttöön kaavoitetulla Herttoniemen satama-alueella olevien yritysten kartoitus ja näytteenottopaikkojen alustava valinta.** Helsingin kaupunki, terveystoimisto, valvontaosasto. 1990.
58. Maa ja Vesi Oy. **Herttoniemen pohjavesialueen nykytilatutkimus,** Helsingin kaupungin vesilaitos. 30.10.1979.
59. Maa ja Vesi Oy. **Herttoniemen öljyvarastoalueen maaperän ja pohjaveden laatututkimus.** 4.8.1986.
60. **Herttoniemeen suunnitellun asuntoalueen radontutkimus.** Säteilyturvakeskus, valvontaosasto. Tutkimusraportti 20.2.1987.
61. Oy Vesi-Hydro Ab. **Ympäristöhygieeninen tutkimus, Herttoniemi.** 31.1.1991.
62. Neste Oy. **Maaperän laatututkimustulokset Herttoniemen varasto-alueelta.** 30.10.1991.
63. Neste Oy:n teettämät maaperän laatututkimukset Herttoniemen satama-alueella. Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Muistio 16.12.1991.
64. **Herttoniemen asemakaava-alue, maaperän tarkennettu laatututkimus.** Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, kaavoitusosasto. 29.6.1992.
65. Bioteam Oy. **Herttoniemen satama-alueen öljyisten maiden kompostointisuunnitelma.** 9.10.1992.

HIIDENKIVEN TEOLLISUUSALUE

66. **Tapanilan Hiidenkiven alueen maaperän ja pohjaveden laatututkimus.** Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, yleiskaavaosasto ja terveysturvavirasto, valvontaosasto. YA:1/87 1987.
67. **Hiidenkiven alueen pohjarakennusehdotus.** Helsingin kaupunki, geotekninen osasto. Raportti T No 3577 1986.

PIKKU-HUOPALAHDEN VARASTO- JA TÄYTTÖALUE

68. Maa ja Vesi Oy. **Pikku-Huopalahden täyttöalueen tutkimus.** Tutkimusraportti 1984.
69. VTT, Kemian laboratorio. **Pikku-Huopalahden täyttöalueen kaasu- ja muodostuksen tutkiminen.** Tutkimusraportti n:o KEM4 14426 1984.
70. **Pikku-Huopalahden kuuden maanäytteen öljy- ja raskasmetallimääritys 30.4.1992.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, ympäristölaboratorio. Tutkimustodistus ja lausunto.
71. **Pikku-Huopalahden viiden maanäytteen lyijy-, kadmium-, öljy- ja haituvien orgaanisten yhdisteiden määritykset, 24.9.1992.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, ympäristölaboratorio. Tutkimustodistus ja lausunto.
72. **Pikku-Huopalahden Tilkankadun alueen rakentaminen.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Muistio 26.11.1992.

RUOHOLAHDEN VARASTO- JA TEOLLISUUSALUE

73. Pitkänen E., Forss P. ja Sihvonen K.. **Ruoholahden maaperähygieeninen tutkimus.** Helsingin kaupunki, terveysturvavirasto, valvontaosasto.

to. Helsinki 1990.

SASEKAN TEOLLISUUSALUE

74. Pitkänen E. ja Forss P.. **Selvitys Vuosaaren Sasekan teollisuusalueen maaperästä ja pohjavedestä.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus. Monistesarja 1/1992. Helsinki 1992.
75. **Vuosaaren Sasekan pohjavesinäytteiden öljypitoisuudet.** Helsingin kaupunki, ympäristökeskus, ympäristölaboratorio. Tutkimustodistus 26.10.1992.
76. Juutilainen E.. Helsingin kaupunki, Vuosaaritoimisto. Suullinen tiedonanto 17.11.1992.

VERÄJÄMÄEN VARASTOALUE

77. Salo V., Pitkänen E., Puntti E. ja Forss P.. **Selvitys Helsingin rakennusviraston Veräjämäen keskusvaraston maaperästä ja pohjavedestä.** Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/1992. Helsinki 1992.

Eteläisessä Helsingissä tutkitut alueet

1. Kyläsaaren jätteenpolttolaitoksen kuonan kaatopaikka
2. Iso-Huopalahden kaatopaikka
3. Talin jätevedenpuhdistamoalue
4. Herttoniemen öljysatama-alue
5. Pikku-Huopalahden varasto- ja täyttöalue
6. Ruoholahden teollisuus- ja varastoalue



Kruunuvuorenselkä
Kronbergsfjärden

HELSINGIN KAUPUNKI
YMPÄRISTÖKESKUS
Helsinginkatu 24
00530 HELSINKI

KUVAILELEHTI

Tekijä(t) Katarina Leminen, Eeva Pitkänen, Erja Puntti ja Pertti Forss			
Nimike Maaperähygieeniset tutkimukset Helsingissä			
Julkaisija (virasto tai laitos)	Julkaisuaika	Sivumäärä, liitteet	
Helsingin kaupungin ympäristökeskus	1993	126	2
Sarjan nimike		Osanumero	
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja		5/93	
ISSN-numero 1235-9718	Kieli		
ISBN-numero 951-772-356-3	Koko teos fin	Tiivistelmä fin	Taulukot fin, swe
Kuvatekstit			
Avainsanat maaperä, saastuminen, maaperätutkimus, maaperähygienia			
UDK			
Lisätietoja: Pertti Forss, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristö- valvontayksikkö, Viipurinkatu 2, 00510 Hki, puh. 7099 2418			

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1992

1. Helsinki-Malmin lentoaseman lentomeluselvitys
2. Radonmittaukset Helsingissä
3. Hajuyhdisteitä päästävien laitosten haitta-alueet Helsingissä
4. Kolme näkökulmaa kaupunkiliikenteeseen
5. Selvitys Helsingin kaupungin rakennusviraston Veräjämäen
keskusvaraston maaperästä ja pohjavedestä
6. Melutilanne Helsingissä - seurantaraportti
7. Helsingin meluntorjuntaohjelma 1994 - 1998
8. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet sisäilmassa
9. Varautuminen kemikaalionnettomuuksiin
10. Helsingin uimarantavesien laatu 1985 - 1992

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1993

1. Selvitys Pohjois-Hermannin ja Toukolan alueilla tehdyistä maaperä-
tutkimuksista
2. Eräiden Suomen vesilaitosten verkostoveden mikrobiologinen laatu
3. Keuhkosityövän ilmaantuvuus Helsingissä 1975 - 1986
ja ilman epäpuhtauksien vaikutukset
4. Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu
5. Maaperähygieeniset tutkimukset Helsingissä

Julkaisujen tilaus:

ympäristökeskuksen tiedotus

Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI

puh. 7099 2815, fax 7099 2245

ISSN 1235-9718

ISBN 951-772-356-3
