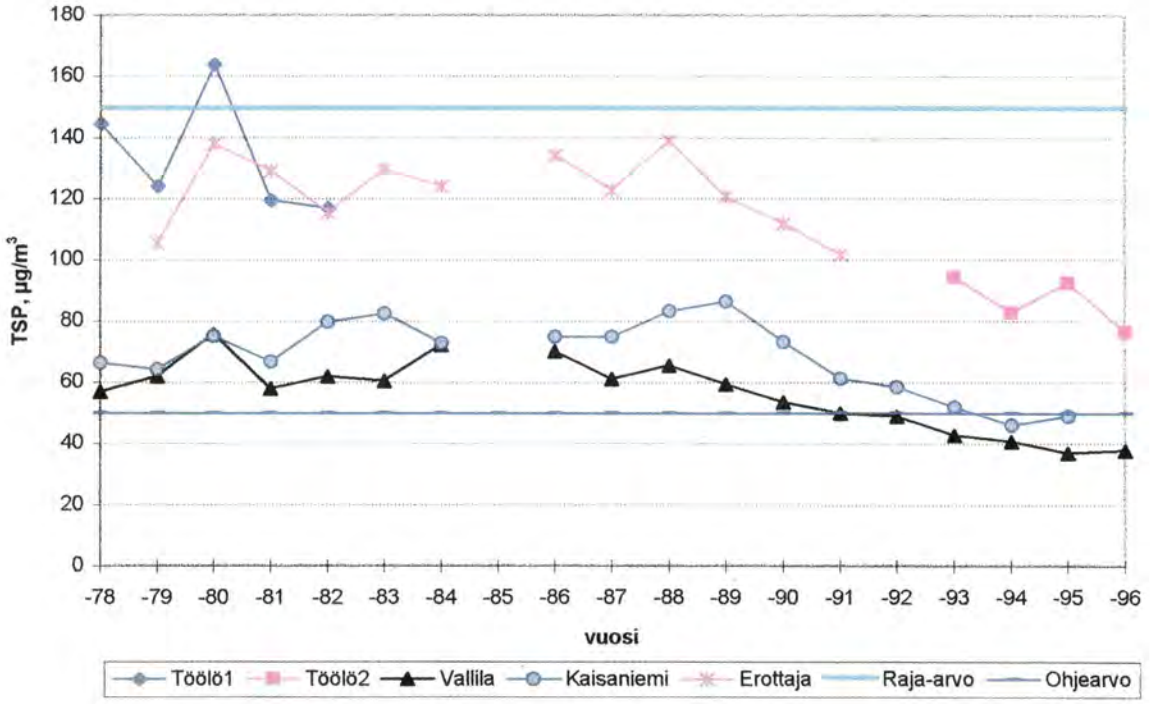
Helsingin kaupungin
ympäristökeskuksen julkaisuja
3/97

Pääkaupungin katupölyn vähentäminen

Tilanne ja toimet 1996



Olavi Lyly

Helsinki 1997

Kannen kuva piirretty YTV:ltä saatujen mittaustietojen mukaan

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 3/97

Olavi Lyly

Pääkaupungin katupölyn vähentäminen

Tilanne ja toimet 1996

Helsingin kaupungin ympäristökeskus
Helsinki 1997

SISÄLLYS

ESIPUHE **3**

TIIVISTELMÄ **4**

SAMMANDRAG **5**

1. JOHDANTO **7**

2. PÖLYN TERVEYSVAIKUTUKSET **9**

3. PÖLYN FRAKTIOT JA LÄHTEET SEKÄ PITOISUUKSIEN KEHITYS **10**

3.1. PÖLYN KOKOLUOKAT 10
3.2. PÖLYN KOOSTUMUS 11
3.3. PÖLYN AIHEUTTAJAT 11
3.4. PÖLYPITOISUUDEN VAIHTELU 11
3.5. PÖLYPITOISUUDEN KEHITYS 14

4. HIUKKASTEN VÄHENTÄMISKSI TEHDYT TOIMENPITEET **15**

4.1. HELSINKI 15
4.2. TURKU 19
4.3. TAMPERE, MIKKELI 20

5. MENEILLÄÄN OLEVAT TUTKIMUKSET JA SELVITYKSET **20**

6. PÖLYÄMISEN ESTOKEINOT **21**

7. PÄÄTELMÄT **23**

KIITOKSET **25**

8. KIRJALLISUUS **26**

ESIPUHE

Leijuva pöly on pitkään ollut yksi keskeisimmistä Helsingin ilmansuojeluongelmista. Varsinkin keväällä pölypitoisuudet ovat korkeita. Ilmanlaadun ohjearvot ylittävät toistuvasti kantakaupungissa, eikä vilkkaimpien liikenneväylien varsilla etäisyyttä ilmanlaadun raja-arvoonkaan juuri ole. Raja-arvon ylittyminen tietäisi yhdyskunnan toimintaa hankaloittavien rajoitusten asteittaista käyttöönottoa, kunnes pölyvaara olisi torjuttu.

Ensimmäinen selvitys Helsingin leijuvasta pölystä tehtiin vuonna 1986. Tuolloin koottiin yhteen ja analysoitiin siihen mennessä kaupungista kertyneet pölyä koskevat aineistot. Niihin perustuen tehtiin esitykset keinoiksi, joilla pölyongelma voitaisiin ratkaista ja estää ohjearvojen ylittyminen. Ongelman avaimiksi nähtiin energiatuotannon hiukkaspäästöjen vähentäminen ja katujen puhtaanapidon parantaminen.

Helsingin energiantuotannon hiukkaspäästöjä on kyetty vähentämään yhteen neljäsosaan ja liikenteen hiukkaspäästöjäkin kolmasosalla 1980-luvun puolivälin tasosta. Kehitys on johtanut puhtaampaa ilmaa ja se näkyy kokonaisleijuman vuosikeskiarvon laskevana trendinä.

Katujen kevätsiivousta tehostettiin aluksi toteuttamalla Töölössä vuonna 1987 hiekannostokokeilu. Sen seurauksena on kehitetty puhtaanapitokalustoa ja tiukennettu hiekoitusmateriaaleille asetettuja vaatimuksia. Keväällä 1994 ympäristökeskus toteutti rakennusviraston kanssa tehostetun hiekanpoisto-operaation koko kantakaupungin alueella. Se osoitti, että hiekanpoistoa voitiin nopeuttaa oleellisesti lisäkaluston ja työaikajärjestelyjen avulla.

Myös asukkaille ja kiinteistöille suunnatulla tiedotuksella ja sillä, miten toiminta on otettu yleisön taholta vastaan, on ollut toiminnan tuloksellisuutta keskeisesti parantanut merkitys. Nämä toimintamallit ovat vakiintuneet ja niitä kehitetään edelleen. Toimenpiteiden johdosta kevään pölyhuippu on alentunut keskimäärin kolmanneksella.

Tähän raporttiin on koottu ne tulokset, joita on saavutettu Helsingin ilmanlaadun parantamiseksi erityisesti pölyongelman suhteen. Vuoden 1986 tapaan esitetään myös nyt ratkaisuja tilanteen parantamiseksi. Hiukkaspäästöjen vähentäminen ja katupuhtauden parantaminen nähdään nytkin keinoiksi, joilla ohjearvojen ylittyminen on estettävissä.

Karttuva tieto leijuvan pölyn vaaroista on nostanut pölyn keskeiseksi ympäristöterveyssongelmaksi. Viranomaiset pyrkivät parhaansa mukaan vastaamaan tähän haasteeseen. Raportin pohjalta on jo aloitettu uusien hankkeiden suunnittelu yhteistyössä rakennusviraston kanssa.

Raportin laati vs. ympäristötarkastaja Olavi Lyly. Työn valvojina toimivat ympäristönsuojelupäällikkö Camilla v. Bonsdorff ja ympäristötarkastaja Rauno Tolonen.

Camilla v. Bonsdorff
Ympäristönsuojelupäällikkö

Rauno Tolonen
Ympäristötarkastaja

TIIVISTELMÄ

Ilmassa leijuva pöly muodostaa vakavan uhan kaupunkiväestön terveydelle. Selvityksessä tarkastellaan lyhyesti näitä pölystä aiheutuvia terveydellisiä ja viihtyvyyshaittoja. Samoin tarkastellaan pölyn koostumusta ja aiheuttajia. Tunnusomaisinta katupölyä on useista eri lähteistä peräisin oleva, katupinnoista toistuvasti hengitysilmaan nouseva pöly.

Leijuvalle pölylle asetettuja ohje- ja raja-arvoja verrataan helsinkiläisten hengitysilmasta eri ajanjaksoina vuodesta 1978 alkaen mitattuihin pitoisuuksiin. Helsingin katuilman hiukkastaso on ollut lähellä kokonaisleijuman vuosikeskiarvolle nykyisin sallittavaa raja-arvotasoa aina vuoteen 1988, josta alkaen pitoisuudet ovat laskeneet.

Ohjearvotaso on ylittynyt kantakaupungin liikenneympäristössä koko tarkastelujakson ajan. Kokonaisleijuman vuorokausiohjearvotaso on saavutettu Vallilan mittauspisteessä vuonna 1993 ja Kaisaniemessä 1995. Töölössä sen sijaan on ollut vaikeuksia pysyä korkeamman raja-arvotasonkaan alapuolella.

Energiantuotannon hiukkaspäästöt ja liikenteen pakokaasuperäiset hiukkaset ovat vähentyneet merkittävästi vuosikymmenen vaihteesta alkaen. Liikenteen ja tuulen katupinnoista nostattamasta pölystä on niiden sijaan tullut yhä tiedostettavampi ongelma.

Talvikautena kaduille kertyy hiukkaslaskeumaa, joka ei huuhtoudu sadeveden mukana, vaan sitoutuu ja varastoituu katukuilun pinnoille. Samaan aikaan liikenne jauhaa hiekoitushiekkaa ja katupäällysteitä. Näin syntyvät hiukkaset varastoituvat ja tiivistyvät paannejäähän. Kun nämä hiukkasmassat keväällä kulkeutuvat liikennevirtaan ja kuivuvat, aiheutuu pitkäkestoinen, vakava pölyhaitta.

Ajoratojen talvikunnossapidon loppuvaiheen eli paannejäiden irrottamisen, hiekannoston ja katujen pesun tehostamisella sekä jalkakäytävien samanaikaisella puhdistuksella on voitu lyhentää kevätpölyhaitan kestoa ja voimakkuutta. Tässä toiminnassa on edelleen tehostamista niin kaluston ja menetelmien kuin toimintatapojenkin osalta.

Pölyämistä voidaan vähentää edelleen siirtymällä keskustaan suuntautuvassa bussiliikenteessä maakaasubussien käyttöön. Tällöin julkisliikenteen hiukkaspäästöt vähenisivät merkittävästi. Kevätpölyhuipun aikaan olisi myös perusteltua käyttää alhaisempia ajonopeuksia. Tällöin suurten ajoneuvojen aiheuttamat, voimakkaasti pölyä nostattavat imuvirtaukset jäisivät heikommiksi.

Tehokkaana, pitkävaikutteisena ja käytössä edullisena ilmansuojelutyönä pidetään katujen rakentamista pölyn suhteen itsepuhdistuviksi ja tämän rakenteen ylläpitoa. Lisäämällä viheralueita edistetään pölyn sitoutumista ja ylläpidetään ympäristöterveyttä. Pölyongelman optimiratkaisun etsimiseksi ehdotetaan pölyyn liittyvien hallinnollisten, teknisten ja taloudellisten tekijöiden laaja-alaista arviointia.

SAMMANDRAG

Damm och andra partiklar som svävar i luften, d.v.s. svävstoft, utgör ett allvarligt hot mot stadsbefolkningens hälsa. I utredningen granskas i korthet hälso- och trivselolägenheter som förorsakas av svävstoft samt stoftets sammansättning och källor. Det mest typiska gatudammet är det från flera olika källor härrörande stoft som upprepade gånger stiger upp i andningsluften från gatubeläggningarna.

De för svävstoft fastställda rikt- och gränsvärdena jämförs med de halter som uppmätts i helsingforsbornas andningsluft under olika tidsperioder sedan 1978. Partikelnivån i gatuluften i Helsingfors låg ända till år 1988 nära det årsmedelvärde för totalmängden svävstoft som i dag tillåts. Efter år 1988 har halterna sjunkit.

Riktvärdesnivån har överskridits i stadskärnans trafikmiljö under hela kontrollperioden. Riktvärdesnivån för totalmängden svävstoft per dygn nåddes vid Vallgårds mätpunkt år 1993 och i Kajsaniemi 1995. I Tölö har värdena däremot knappt ens hållits under den högre gränsvärdesnivån.

Partikelutsläppen från energiproduktionen och partiklar som härrör från trafikens avgasutsläpp har minskat betydligt sedan början av decenniet. Damm som lyfts upp från gatubeläggningen av trafiken och vindarna har i stället blivit ett problem som bör beaktas allt mer.

Under vintern samlas på gatorna ett partikelnedfall som inte sköljs bort av regn, utan binds vid och lagras på gatubeläggningarna, synnerhet där höga hus omger gatorna. Samtidigt mal trafiken ned sandningssand och gatubeläggning. De partiklar som uppstår lagras och komprimeras i svallisen. När dessa partikelmassor under våren förs in i trafikströmmen och torkar, uppstår en långvarig, allvarlig dammolägenhet.

Genom att effektivisera slutfasen av körfilernas vinterunderhåll, d.v.s. lösgöring av svallis, dammupptagning och gatutvätt, samt genom samtidig rengöring av trottoarer har man kunna förkorta längden och styrkan av den vårliga dammolägenheten. I denna verksamhet finns ännu rum för effektivisering såväl vad gäller maskiner och metoder som verksamhetssätt.

Bildningen av svävstoft kan minskas ytterligare genom att man i busstrafiken i riktning mot centrum övergår till jordgasbussar. Härigenom skulle partikelutsläppen från kollektivtrafiken minska avsevärt. Vid tiden för den vårliga dammtoppen vore det också motiverat att använda lägre körhastigheter. Härigenom skulle luftdraget från stora fordon, som med kraft lyfter upp damm, bli svagare.

En luftskyddsåtgärd som anses effektiv, långtidsverkande och billig i drift är att bygga gator så att de vad gäller damm är självrenande samt att underhålla sådana konstruktioner. Genom att utöka grönområdena främjar man att svävstoftet binds samt underhåller miljöns hälsa. För sökandet efter en optimal lösning på svävstoftproblemet rekommenderas en

omfattande utvärdering av de administrativa, tekniska och ekonomiska faktorerna i anslutning till svävstoft.

1. JOHDANTO

Uudistunut ilmansuojelulaki (1711/95) lisää kunnallisten ilmansuojeluviranomaisten vastuuta yhdyskuntailman laadusta. Laki velvoittaa kuntaa ryhtymään tarpeellisiin toimenpiteisiin taikka antamaan määräyksiä liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi ja ilman laadun parantamiseksi, jos ilmanlaadun raja-arvot ylittyvät.

Valtioneuvoston päätöksellä 480/96 uudistetut ilmanlaadun ohjearvot ohjaavat ja päätöksellä 481/96 annetut raja- ja kynnysarvot sitovat ilmansuojeluviranomaisten toimintaa osoittaen samalla selkeästi, milloin lain tarkoittamamiin toimenpiteisiin on ryhdyttävä.

Helsingin ilman rikkidioksidipitoisuus on laskenut ja ilmanlaatu siltä osin parantunut 1960-luvulta alkaen aina viime vuosiin asti. Runsaita rikkipäästöjä vähennettiin ensisijaisesti niiden elolliselle luonnolle aiheuttaman ympäristöuhan vuoksi. Ilmasta elimistöön suoraan tai välillisesti kulkeutuva lyijymäärä on ratkaisevasti vähentynyt aivan viime vuosina. Liikenteen lyijypäästöt lopetettiin ensisijaisesti ihmiseen kohdistuneen ympäristöterveysuhan vuoksi.

Typpidioksidipäästöt ja ilmassa leijuva hengitettävä pöly muodostavat nykyisin pahimman ilmansuojelullisen ongelman. Typpidioksidi on suora terveysuhka ja lisäksi ympäristö- ja terveysuhka siitä muodostuvan ilmakehän alaotsonin vuoksi. Pöly on saanut huomiota ennen kaikkea ympäristöterveysvaarallisuutensa vuoksi. Se aiheuttaa myös merkittäviä materiaalisia ja viihtyisyyshaittoja. Kumpikin näistä ilmansaasteista tulee yhdyskuntailmaan energiantuotannon ja liikenteen seurauksena.

Katujen runsasta pölyämistä on pitkään koetettu hillitä sekä rajoittamalla hiukkaspäästöjä että parantamalla katupuhtautta. Huikkaspäästöjen osalta tilannetta onkin pystytty korjaamaan. Lisääntyvän liikenteen vuoksi pölyn re-emissio on kuitenkin niin voimakasta, ettei kokonaistilanteessa ole päästy ohjearvojen edellyttämälle tasolle.

Pölyongelman muodostavat hiukkaset jaetaan koon mukaan eri luokkiin. Ne kaikki sisältyvät kokonaisleijumaan eli katupölyyn. Ilmanlaadun ohje- ja raja-

arvot ovat kokonaisleijuman (TSP) ja erikseen hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) osalta seuraavat:

Ilman hiukkaspitoisuudelle annetut ohje- ja raja-arvot		
Arvo	*pitoisuus* $\mu g/m^3$	*arvon tilastollinen määrittely*
Ohjearvot:		
Kokonaisleijuma, TSP	120	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
-"-	50	vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset, PM_{10}	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Raja-arvo:		
Kokonaisleijuma, TSP	300	vuoden vuorokausiarvojen 95. prosenttipiste
-"-	150	vuosikeskiarvo

Ohjearvot ylittyvät Helsingissä melko säännönmukaisesti. Vuosikeskiarvon raja-arvo ei ole ylittynyt vuoden 1980 jälkeen, mutta kantakaupungin liikenneympäristöstä mitatut vuorokausiarvot ovat raja-arvon kanssa samalla tasolla.

Keväisten pölyhaittojen katsotaan johtuvat pääosin siitä, että katujen talvikunnossapitoa ei ole saatettu ajallaan loppuun. Tällöin liikenne nostattaa katuverkoston pinnasta hiekoituksesta, katujen kulumisesta ja liikenteen, energiantuotannon ja teollisuuden päästöistä peräisin olevaa, katupinnoille talven aikana kertynyttä pölyä yhä uudelleen ilmaan re-emissiona.

Vaikka karkeajakeisen likapölyn suoranaisia terveyshaittoja ei arvioida kovin suuriksi, koetaan se kuitenkin näkyvyytensä ja muun aistittavuutensa sekä aiheuttamiensa materiaalisten haittojen kuten likaamisen vuoksi vakavana ongelmana. Tätä lisää kevätpölyhaitan säännönmukainen toistuvuus ja pitkä kesto. Kuntalaisten ärtymystä herättää myös se, ettei keväistä pölyongelmaa ei ole ratkaistu, vaikka tarvittavat toimet näyttäisivät olevan hyvin yksinkertaisia. Niiden katsotaan edellyttävät vain katujen kunnollista peruspuhdistusta välittömästi lumien sulettua.

Keuhkoihin tunkeutuvat pölyn pienhiukkaset muodostavat jo nyt Euroopan kaupunkiväestön vakavimman ympäristöterveyshaitan (WHO 1995). Hiukkasten terveysvaikutustutkimukset tuovat yhä lisää ymmärrystä katupölyn vaarallisuuteen, minkä vuoksi keväiset pölypilvet sopivat yhä huonommin ilmansuojelun tavoitteena olevan terveellisen ja viihtyisän kaupunkiympäristön kuvaan.

Tämän raportin tarkoituksena on esitellä lyhyesti tulokset, joita on saavutettu Helsingin kaupunki-ilman suojelussa erityisesti siltä osin, mikä koskee ns. katupölyä, kuvata ne keinot, joita on käytetty tulokseen pääsemiseksi ja esittää tilanteen parantamiseksi kestävän kaupunkikehityksen mukaisia ratkaisuja. Raporttia laadittaessa on tukeuduttu kirjallisuusselvitysten ja seminaariaineistojen ohella asiantuntijakeskusteluihin ja vuoden yhtäjaksoiseen katutasolla tapahtuneeseen havainnointiin.

2. PÖLYN TERVEYSVAIKUTUKSET

Ilman laatu vaikuttaa väestön terveyteen ja erityisesti astmaa ja allergiaa sairastaviin henkilöihin uusimpien tutkimusraporttien mukaan seuraavin syyseuraussuhtein (Saarinen ym. 1995):

- Pitkäaikainen altistuminen ilmansaasteille lisää hengitysteiden ärsytysoireita ja suurentaa hengitystieinfektioiden riskiä.
- Pitkäaikainen altistuminen leijuvalle pölylle heikentää erityisesti astmaattisten lasten ja nuorten keuhkojen toimintaa.
- Leijuva pöly lisää siitepölyjen allergeenisuutta.
- Ilmansaasteiden heikentämät kasvit tuottavat kooltaan normaalia pienempiä siitepölyhiukkasia ja siksi tehovaikutukseltaan voimakkaampaa allergeenia.
- Typen oksidit ja alailmakehän otsoni vaurioittavat hengitysteiden limakalvoa, jonka seurauksena pienempi määrä allergeenia on haitallista. Erityisesti otsoni näyttää tehostavan allergeenien läpäisykykyä.
- Ilmansaasteet voivat vapauttaa tulehdusten välittäjäaineita, jotka voimistavat allergeenien aiheuttamia reaktioita.
- Ilmansaasteista johtuva värekarvojen toiminnan heikkeneminen pidättää allergeeneja limakalvolla, jolloin niiden mahdollisuus kulkeutua kudoksiin lisääntyy.

Helsinkiläisiä tutkittaessa on osoitettu, että astmaan sairastutaan sitä todennäköisemmin, mitä korkeampia ovat typen oksidien, alaotsonin tai leijuvan pölyn pitoisuudet (Pönkä 1990). Leijuman pieniä partikkeleja ja aerosoleja pidetäänkin kaupunki-ilman terveydelle haitallisimpina komponentteina (Nordlund 1995). Kaupunkiliikenteen ja kaupungin energiantuotannon synnyttämät typen oksidit (Nordlund 1995), kaupunkiin virtaavan ilman korkea alaotsonipitoisuus (Lindfors ja Nordlund 1995) ja liikenteen ylläpitämä leijuva pöly muodostavat yhdessä yhdyskuntailman keskeisimmän haitan (Nordlund 1995).

Vaikka ilmansaasteilla on tupakoinnin vaikutuksiin verrattuna hyvin vähäinen osuus keuhkosyöpäsairastuvuuteen (Pönkä ym. 1993), on pölyssä olevien polttoaineperäisten polyaromaattisten hiilivetyjen eli PAH-yhdisteiden arvioitu olevan osallisena 25-50 keuhkosyöpätapauksen syntyyn vuosittain Helsingissä (Pönkä 1988a). Leijuvan pölyn runsaudesta johtuu, että Helsingin keskustassa ilman mutageenisuus on kaksi-kolme kertaa suurempi kuin lähiöissä, vaikka mutageenien suhteellinen osuus on lähiöilmassa suurempi (Mäntylä 1988, Lahdes ja Mäntylä 1988).

Ilman kylmyys on Suomelle ja Helsingille niin hallitseva ja ominainen ilmanlaatutekijä, että ilmansaastepitoisuuksien kansainväliset ohjearvot ovat saasteiden terveysvaikutukset huomioonottaen korkeita (Pönkä 1988b). Suomalaisten tuleekin suhtautua EU:n ohje- ja rajaarvoihin suuremmalla vakavuudella kuin lauhkeampien asuinalueiden kansalaisten.

Sydäntalven kylmyyttä ja siihen liittyviä ilmakehän alainversiotilanteissa esiintyviä saastesumuhuippuja seuraavat kor-

keat typenoksidien pitoisuudet helmimaaliskuussa ja leijuvan pölyn huippuarvot maalis-huhtikuussa. Kevätpölyhuipun seurauksena pölypitoisuuden vuosikeskiarvokin ylittää ohjearvolla osoitetun kriittisen kuormitusrajan (Aarnio ym. 1995).

Kun kevään pölyhuippu on ohitettu, saavuttaa otsonipitoisuus maksiminsa (Aarnio ym. 1995). Ajallisesti otsonihuippua seuraavat siitepölyhuiput ja siitepölyallergikkojen tautitilanteen paheneminen (Kuusisto 1990). Allergikkojen oireilun ja taudinkuvan kehityksen kannalta onkin huomattavaa merkitystä sillä, minkä laatuista yhdyskuntailma on siitepölykauden edellä.

Astman vuoksi Helsingissä käynnistyy vuosittain noin 1400 sairaalahoitojaksoa (Pönkä 1990). Vain osaan näistä on ulkoilman saasteilla suoranainen syyyhteys, mutta kokonaisuudessaan saasteet vaikuttavat mitä keskeisimmin moniin terveydellisiin, sosiaalisiin ja materiataloudellisiin arvoihin.

Terveen väestönosan keväisistä pölyhaitoista johtuva oireilu kuten ärtymys, masennus ja epäviihtyvyys sekä niistä johtuva suoritustason lasku merkitsevät kaupunkiyhteisöllemme huomattavaa henkistä ja taloudellista kustannusta. Oman lukunsa muodostavat pölystä aiheutuvat aineelliset haitat kuten pintamateriaalien nopea likaantuminen ja syöpyminen sekä niistä aiheutuvat ylimääräiset työ-, aine- ja energiakustannukset.

Ilmansaasteista aiheutuvia kokonaiskustannuksia ei ole laskettu, mutta suuntaa niiden suuruuteen näyttää laskelma, jonka mukaan allergian kansantaloudelliset vaikutukset ovat luokkaa 22 miljardia markkaa vuodessa (Haahtela ym. 1993).

3. PÖLYN FRAKTIOT JA LÄHTEET SEKÄ PITOISUUKSIEN KEHITYS

3.1. Pölyn kokoluokat

Pöly luokitellaan Maailman terveysjärjestön WHO:n suosituksissa (WHO 1987) hiukkasläpimitan mukaisiin kokoluokkiin hiukkasten laskeutumisnopeuden eli aerodynaamisen läpimitan suhteen. Kokonaisleijumaan (total suspenden particulates, TSP) eli leijuvaan pölyyn (suspended particulate matter, SPM) luetaan 40 mikrometriä pienemmät, pitkään ilmassa pysyvät hiukkaset.

Hengitettävään pölyyn (particulate matter, PM_{10}) kuuluvat hiukkaset, joiden läpimitta on pienempi kuin 10 mikrometriä. Se jakaantuu karkeajakeeseen (karkeat hiukkaset, coarse particles, ylähengitysteiden limakalvoille ja viimeistään pieniin keuhkoputkiin pysähtyvät hiukkaset) ja keuhkohengitettävään pölyyn ($PM_{2,5}$, hienot hiukkaset, keuhkorakkuloihin asti tunkeutuvat hiukkaset) hiukkaskoon mukaan. Edelliset syntyvät pääosin mekaanisesti hienontumalla, jälkimmäiset kemiallisesti palamisprosesseissa ja ilmakemiallisissa reaktioissa.

Helsingissä keskimäärin puolet kokonaisleijumasta kuuluu kokoluokkaan PM_{10}. Keväällä hengitettävän pölyn osuus kokonaisleijumasta Helsingissä on kolmanneksen luokkaa (Hämekoski 1994). Turussa tehtyjen mittausten mu-

kaan kokonaisleijuman hiukkasmassa jakautuu eri kokoluokkiin siten, että noin 60 % leijumasta kuuluu pienimpään $PM_{2,5}$-fraktioon eli keuhkohengitettävään pölyyn ja kaikkiaan noin 80 % hengitettävään PM_{10}-pölyyn (Turun kaupunki 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995).

Pieniläpimittaisimman pölyfraktion suhteellinen osuus ei mainittujen mittausten mukaan kevätpölyhuipussa pienene, vaan yli puolet kokonaisleijumasta kuuluu tällöinkin hienoimman keuhkohengitettävän pölyn fraktioon. Nuoret hiukkaset ovat pääsääntöisesti pieniä, mutta ne kasvavat toisiinsa liittymällä (Ruuskanen 1996).

3.2. Pölyn koostumus

Hengitettävä pöly sisältää sulfaattia keskimäärin 50 % sekä nitraattia 8 % ja kloridia 4 % (Hämekoski 1994). Energiantuotannon päästöinä leijuva pöly sisältää raskasmetalleja. Niiden myrkyllisyyden vuoksi on pääkaupunkiseudun pölyn lyijy-, kadmium- ja elohopeapitoisuudet analysoitu ja voitu todeta, että muuhun maahan ja maailmaan sekä WHO:n ohjearvoihin verrattuna Helsingin ilman raskasmetallitaso ei ole merkittävä ilmanlaatuongelma (Heiskanen 1992).

Energiatuotannon savukaasujen puhdistus ja lyijyttömään bensiiniin siirtyminen sekä sekajätteen polton loppuminen ovat saattaneet pölyn raskasmetallipitoisuudet laskuun. Koostumukseltaan tuntemattoman aineksen osuus pölyssä on toistaiseksi huomattava muun muassa analyysitekniikkojen kehittymättömyyden vuoksi (Aarnio suull. 12.2.1996).

3.3. Pölyn aiheuttajat

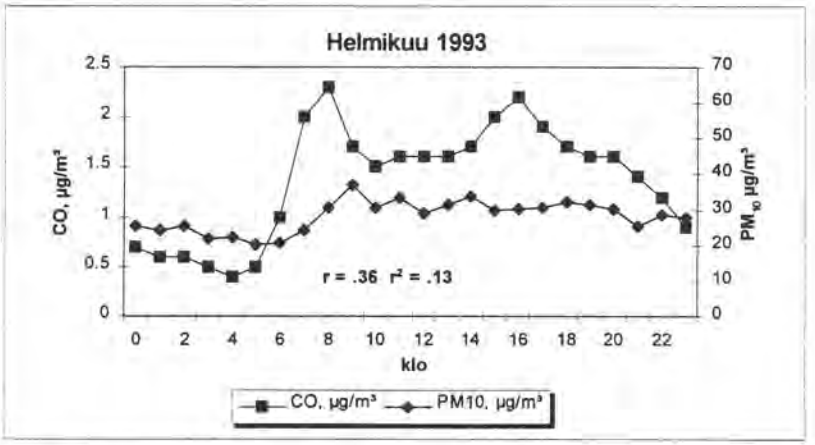
Laukkanen (1990) on osoittanut kokonaisleijuman voimakkaan riippuvuuden tieliikenteestä. Bensamoottorin pakokaasujen mukana purkautuvat hiukkaset ovat kooltaan noin 0.1 µm ja dieselmoottorien noin 0.5 µm (Larssen 1991). Liikenteen nostattaman re-emissiopölyn jakaumahuippu on kokoluokkaa 5 µg (Larssen 1991). Samat kokoluokat ovat jakaumahuippuina Töölöstä kerätyissä PM_{10}-leijumanäytteissä (Pakkanen ja Aarnio 1995).

Laskennallisten arvioiden mukaan autoliikenteen osuus pääkaupunkiseudun hiukkaspäästöistä on noin puolet (55 %) (Aarnio ym. 1994). Kun tähän lisätään autoliikenteen aiheuttama re-emissio, mikä on suurin hengitettävien hiukkasten lähde (Aittola ja Kokko 1992), osoittautuu liikenne ylivoimaisesti merkittävimmäksi pölyhaittojen aiheuttajaksi. Energiantuotannon osuus kokonaisleijumasta jäänee alle 5 %:n (Laukkasen 1990).

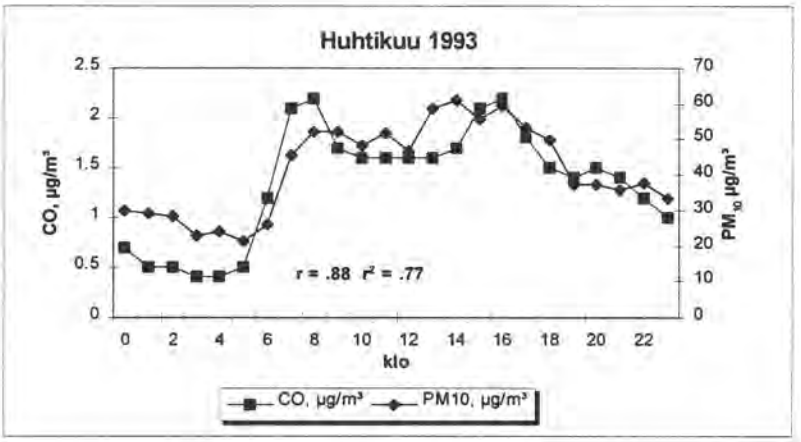
3.4. Pölypitoisuuden vaihtelu

Helsingin ilman pölypitoisuus vaihtelee vuorokaudenaikaisen liikennetiheyden mukaan. Pölypitoisuuden vuorokaudenaikaisvaihtelua ja sen riippuvuutta liikenteestä kuvaavat pöly- ja häkäpitoisuuden kuvaajat (Kuva 1a-c). Pölypitoisuus on huipussaan arkipäivien ruuhka-aikoina ja pienimmillään öisin ja pyhäisin (Laukkanen 1990, Hämekoski 1994).

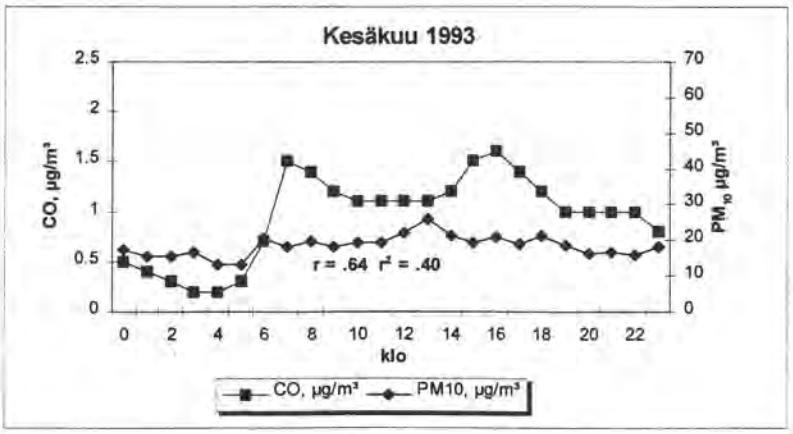
Kuva 1a-c, Liikennevirran ja hengitettävän pölyn vuorokaudenaikainen vaihtelu Töölössä helmi-, huhti- ja kesäkuussa vuonna 1993, lähteenä YTV:n aineisto (Hämekoski 1994).



1a. Helmikuussa lumi ja jää sitovat pölyä, joten liikennevirta ei nostata sitä hengitysilmaan. Liikennevirran vaihtelua kuvaava ilman häkäpitoisuus selitti Töölössä Nordenskiöldin aukiolla ilman pölypitoisuudesta vain 13 %.



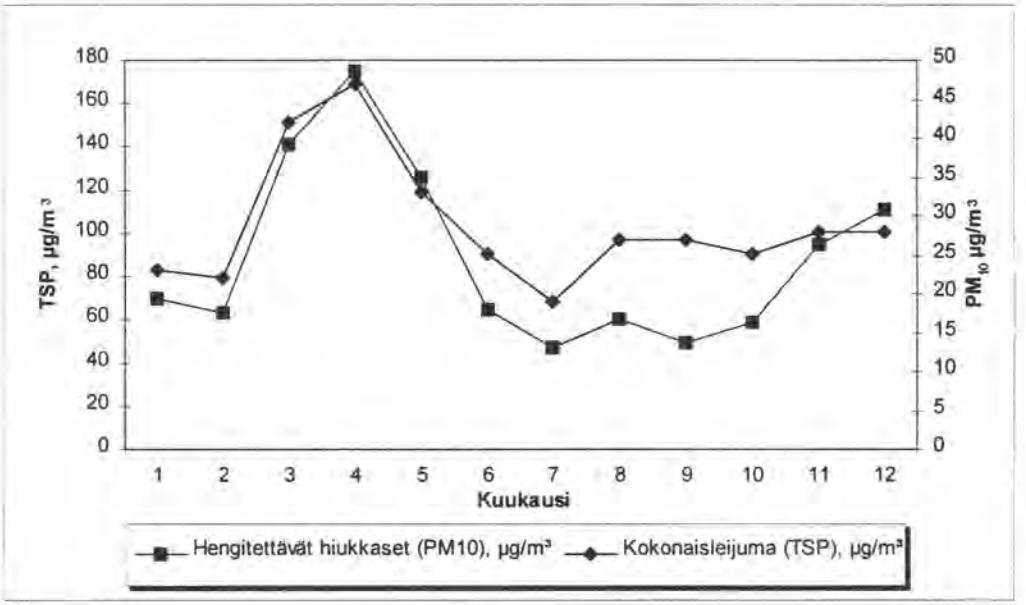
1b. Talven aikana kertynyt, lumen, jään ja hiekan seokseen sitoutunut pöly vapautuu keväällä jään sulaessa ja haihtuessa. Kuivuessaan pöly tempautuu liikennevirran imuun. Huhtikuussa liikenne selitti Töölön pölypitoisuudesta 77 %.



1c. Kesäkuussa, kun kadut ovat puhdistuneet ja kasvillisuus osaltaan sitoo pölyä, ei sitä vapaudu yhtä voimakkaasti liikenteen kuljetettavaksi. Liikenteen selitysaste on enää noin puolet huhtikuisesta, 40 %.

Liikenteen ohella selittää säätila ja sen tekijöistä erityisesti sade hyvin pölypitoisuuden lyhytaikaisvaihtelua (Hämekoski 1994). Vesisade ja sadantamillimetreinä vähäinenkin lumisade puhdistaa ilman tehokkaasti leijuvasta pölystä ja estää samalla re-emissiota. Kuivattava tuuli toimii päinvastoin. Näkyvimmin ja tuntuvimmin pölyä onkin ilmassa katukuilujen ja kujanteiden satunnaisissa tuulenpyörteissä.

Pölypitoisuus noudattaa vuodenaikaisvaihtelua niin, että kokonaisleijuma on pienimmillään kesällä ja saavuttaa maksimiarvonsa maalis-huhtikuussa. Hengitettävän pölyn pitoisuus vaihtelee olennaisesti samaa trendiä noudattaen (Kuva 2, lähteenä Aarnio ym. 1995, 1996).). Hengitettävän pölyn kuvaajassa erottuu joinakin vuosina marraskuinen syysmaksimi, jonka syinä ovat nastarenkaiden käyttöönotto ja hiekoituksen aloittaminen. Se on nähtävissä muun muassa pääkaupunkiseudun leijumatilastoissa (Hämekoski 1994) ja taajamiemme ilmanlaatua laajemmin koskeneessa koostejulkaisussa (Saari ym. 1996).



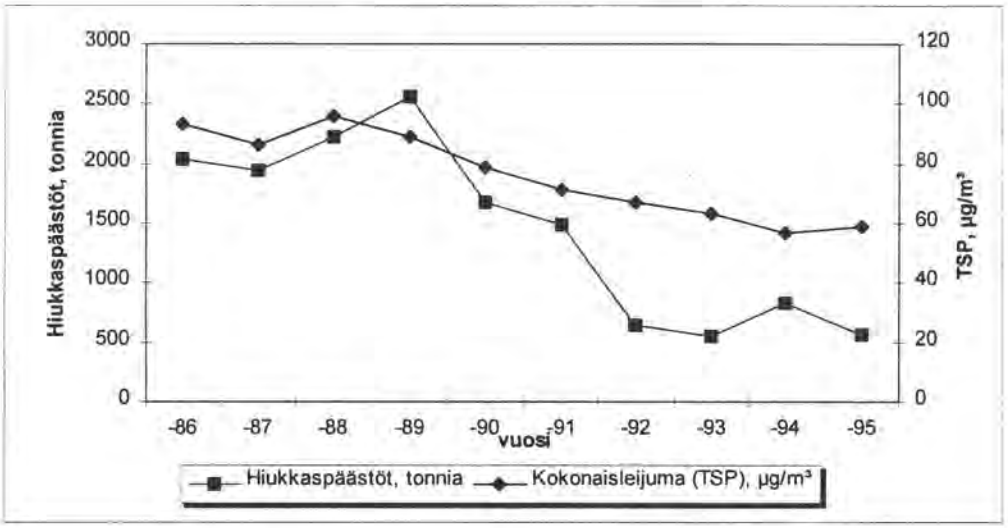
Kuva 2. Kokonaisleijuman ja hengitettävien hiukkasten kuukausivaihtelu Töölössä vuosien 1994-1995 keskiarvona. Kokonaisleijuman ohella myös hengitettävää pölyä on eniten kevään pölyhuipussa.

Yhteistä leijuman syys- ja keväthuipuille on, että pölyä sitova kasvi- tai lumipeite on pienimmillään ja kääntäen: pienimmät leijumapitoisuudet mitataan, kun kasvipeite kesällä tai lumivaippa tammihelmikuussa on runsaimmillaan. Lumen sitoessa pölyä liikenteen aiheuttama re-emissio jää vähäiseksi. Vastaavasti kasvillisuus sitoo kiertävää pölyä, ja tällöinkin liikenteen pölyä kierrättävä vaikutus vaimenee. Pölyhuipuille on tyypillistä lisäksi kuivattava katuilmasto, mikä vapauttaa pölyn sitä sitovasta kosteudesta.

Kokonaisleijuma vaihtelee melko vähän eri vuosien välillä. Osan vaihtelusta selittänevät eri mittauspisteiden vaikutusalueella tehdyt rakentamisesta, teollisuuden päästöistä jne. johtuvat muutokset sekä liikennejärjestelyt. Säätilaerot selittänevät eri mittausasemilla havaittavaa yhdensuuntaista vuosivaihtelua.

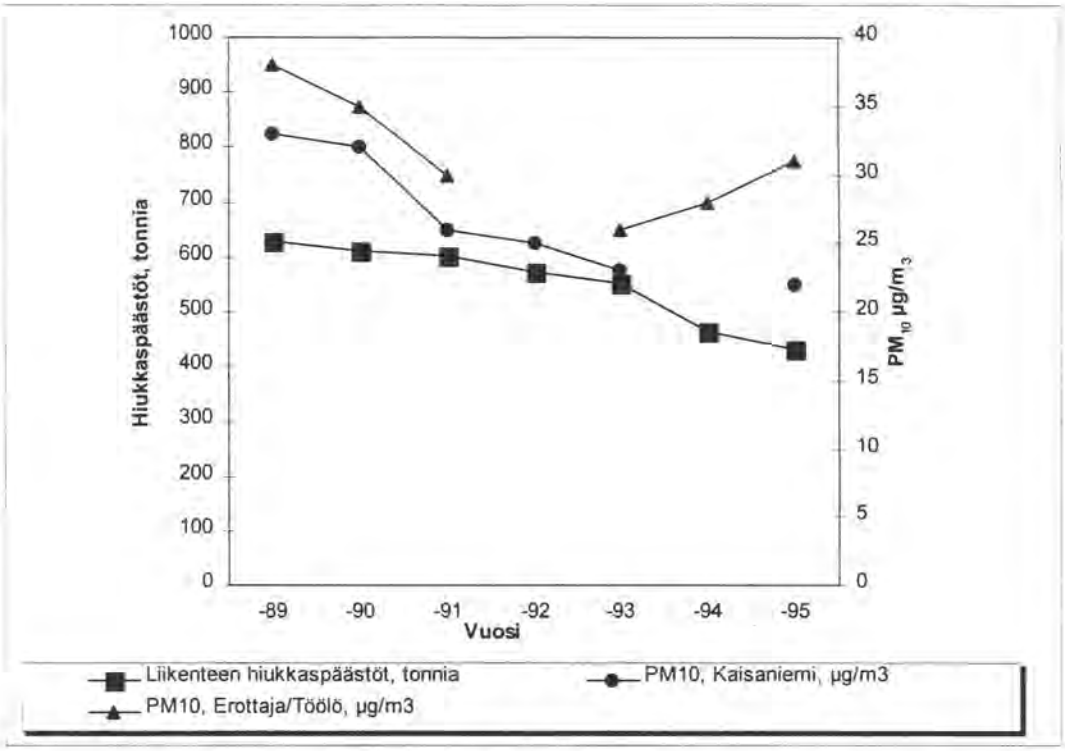
3.5. Pölypitoisuuden kehitys

Kokonaisleijuman vuosivaihtelua tasoittavan mittausasemien keskiarvokäyrän perusteella on leijumatasossa nähtävissä trendinomaista laskua, jota osaltaan selittää Helsingin energialaitosten hiukkaspäästöjen pienentyminen (kuva 3, lähteenä Aarnio ym. 1996). Kun hiukkasten laitostuotanto on vähentynyt 75%, on hiukkasten kokonaismäärä laskenut 30%. Samalle jaksolle sattunut lamakausi lienee myös trendin merkittävä selittäjä.



Kuva 3. Kokonaisleijuman vuosikeskiarvot Helsingin mittausasemilla sekä Helsingin energialaitosten hiukkaspäästöt vv. 1986-1995.

Hengitettävän pölyn pitoisuuden seuranta on alkanut vuonna 1988 ja muuttunut nykyiset mittauspisteet kattavaksi vasta äskettäin. Pitäviin johtopäätöksiin riittävää aineistoa ei ole siten vielä kertynyt. Tähänastinen aineisto viittaa kuitenkin samaan kuin kokonaisleijuman kehitys: lamavuosiin ajoittuva pitoisuuksien lasku seuraa sekä energiantuotannon että liikenteen (kuva 4, lähteinä Aarnio ym 1996 sekä LIISA - laskentajärjestelmä (Liikenteen päästöt... 1991)) hiukkaspäästöjen vähenemistä.



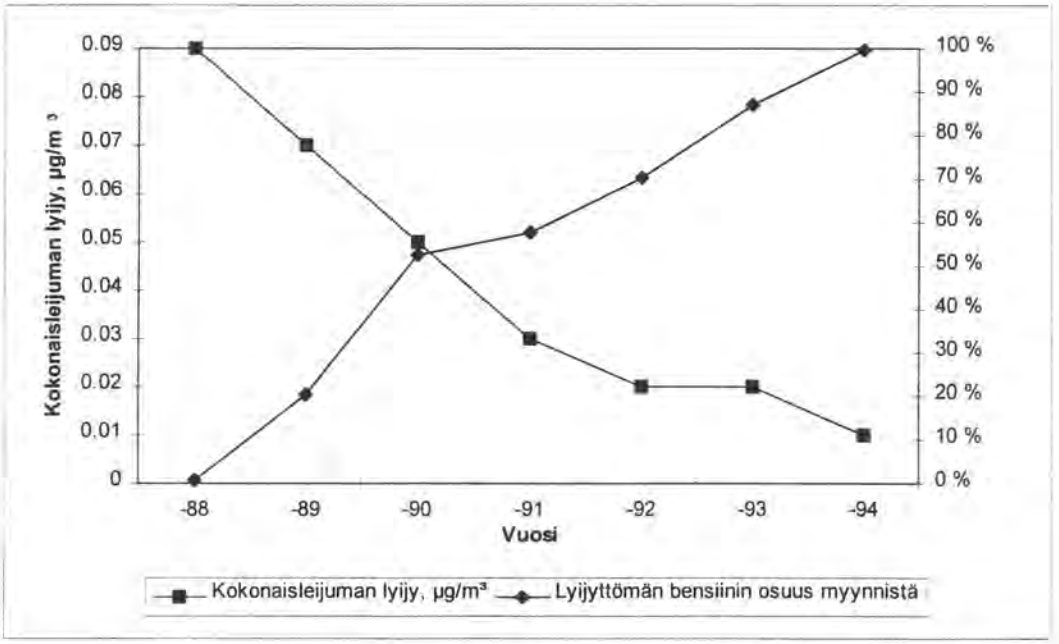
Kuva 4. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuosikeskiarvot Erottajan/Töölön sekä Kaisaniemen mittausasemilla ja Helsingin autoliikenteen hiukkaspäästöt vv. 1989-1995. Päästöt ovat laskeneet kolmanneksella.

Energiantuotannon ja liikenteen suorien hiukkaspäästöjen vähentäminen ei ole ratkaissut pölyongelmaa. Niillä on kuitenkin ollut vaikutusta pölytason laskuun, koska niin on voitu vähentää reemissioon kertyvää pölyä.

4. HIUKKASTEN VÄHENTÄMISKSI TEHDYT TOIMENPITEET

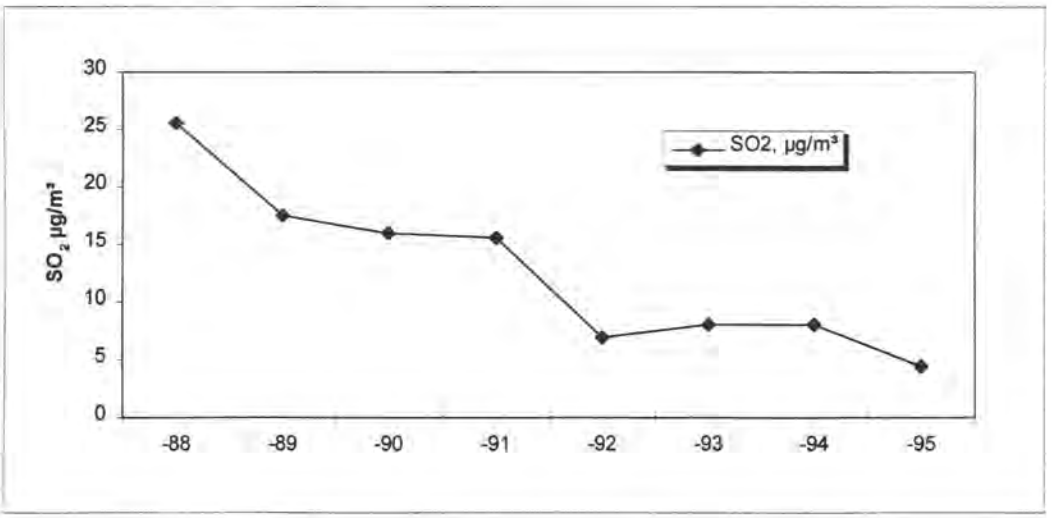
4.1. Helsinki

Helsingin ilmaa on puhdistettu kohdistamalla toimet liikenteeseen, energiantuotantoon ja katujen keväiseen hiekannostoon. Liikenteen lyijypäästöjä vähennettiin laskemalla bensan lyijypitoisuutta aluksi asteittain 1980-luvulla (Heiskanen ja Hämekoski 1993). Ratkaiseva parannus saatiin aikaan siirtymällä nopeasti kokonaan lyijyttömään bensaan (Kuva 5, lähteinä Aarnion ym. 1996 ja Öljyalan Keskusliitto, suullinen tiedonanto, marraskuu 1996). Päästöjen vähenemisen taustalla on nähtävissä kehitys, jossa ympäristötietoisuuden kasvu on ohjannut niin päästöjen puhdistustekniikkojen kuin polttomoottorin kehittämistä.



Kuva 5. Lyijyttömän bensan myyntiosuuden kasvu Suomessa vv. 88-94 laski kokonaisleijuman lyijypitoisuutta Vallilassa hyvin tehokkaasti.

Ilman rikkidioksidipitoisuus on alentunut kaukolämmön yleistymisen, energiantuotannon rikinpoistolaitteistojen rakentamisen, polttoaineiden rikkipitoisuuden rajoittamisen ja maakaasun lisääntyneen käytön seurauksena (Aarnio ym. 1995, kuva 6). Ilmanlaadun myönteinen kehitys Helsingissä on globaalisen ilmansuojelutyön paikallista satoa.



Kuva 6. Töölön-Vallilan alueen SO_2-pitoisuuden keskiarvo vv. 1988-1995. 1970-luvulla alkanut ilman rikkidioksidipitoisuuden lasku on jatkunut aina vuoteen 1992.

Ilmanlaadun parannuttua ovat myös kaupunkilaisten terveydentilaa kuvaavat parametrit oletettavasti muuttuneet. Tämä merkitsisi vähempää ylähengitystieinfektioiden esiintymistä päiväkotilapsilla ja koululaisilla (Pönkä 1988, Pönkä ym. 1994), vähempiä akuutteja astmatapauksia (Pönkä ym. 1990) ja vähempiä sairauspoissaoloja päiväkodeista, kouluista ja työpaikoilta (Pönkä ja Virtanen 1994a) siltä osin, kuin syynä

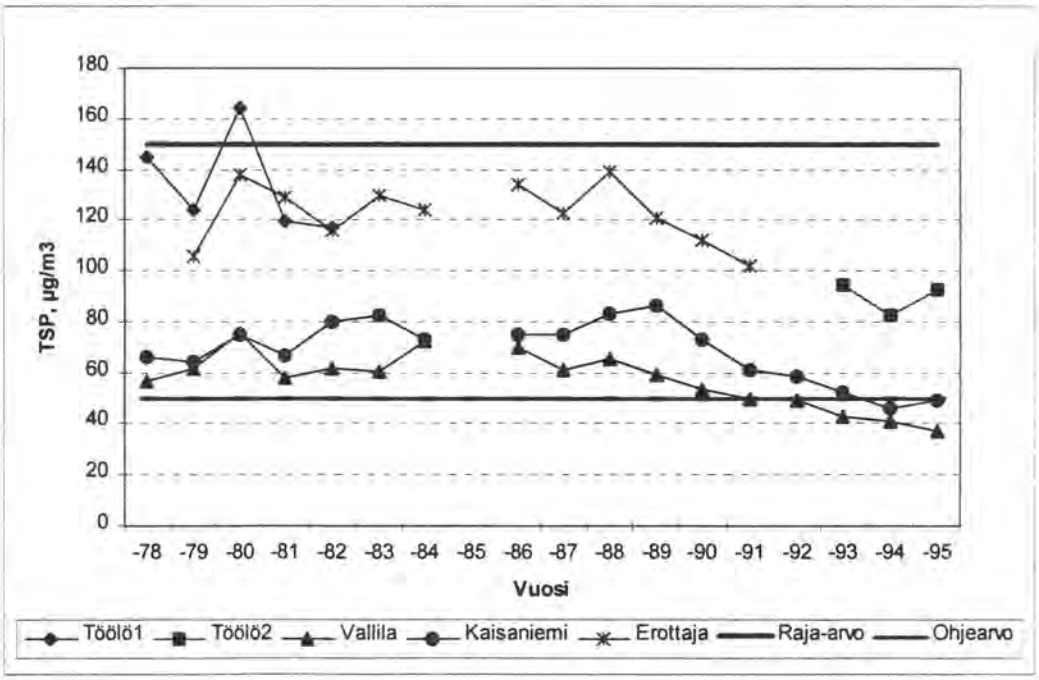
on ollut ilman nykyistä korkeampi rikkidioksidipitoisuus.

Kuntalaisten veren lyijypitoisuus (Pönkä ym. 1991) on mitä todennäköisimmin laskenut. Toisaalta jatkuvasti korkeat typpidioksidipitoisuudet ja leijuvan pölyn runsaus aiheuttavat sen, että kohonneista ilmansaasteista johtuva sydän- ja aivoverenkiertosairauksien riski pysyy edelleen korkeana (Pönkä ja Virtanen 1994b).

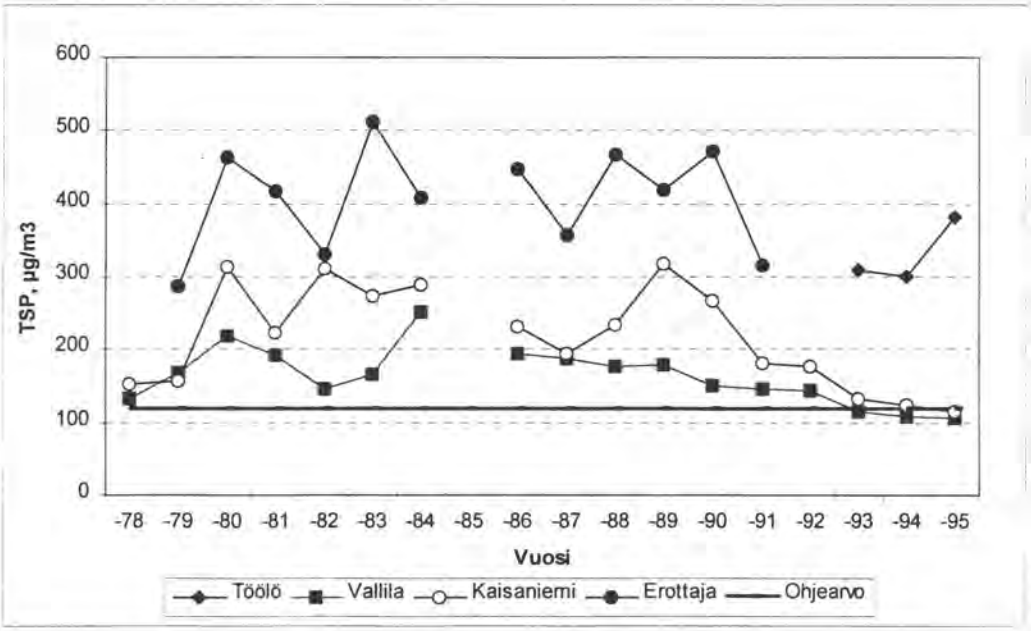
Pölyhaitan pienentämiseksi tehtiin vuonna 1986 laaja selvitys "Leijuva pöly Helsingissä vuosina 1978-1984." (Karhula 1986). Siinä esitettiin kaksivaiheista toimenpideohjelmaa pölypitoisuuden alentamiseksi ohjearvojen edellyttämälle vähimmäistasolle.

Ensivaiheen toimenpiteenä esitettiin, että kevään korkeat pölyhuiput leikataan katujen tehokkaalla keväisellä puhtaanapidolla. Toisessa vaiheessa esitettiin energiatuotannon ja liikenteen hiukkaspäästöjen rajoittamista sen turvaamiseksi, että ensivaiheessa saavutettu pitoisuustaso säilytetään.

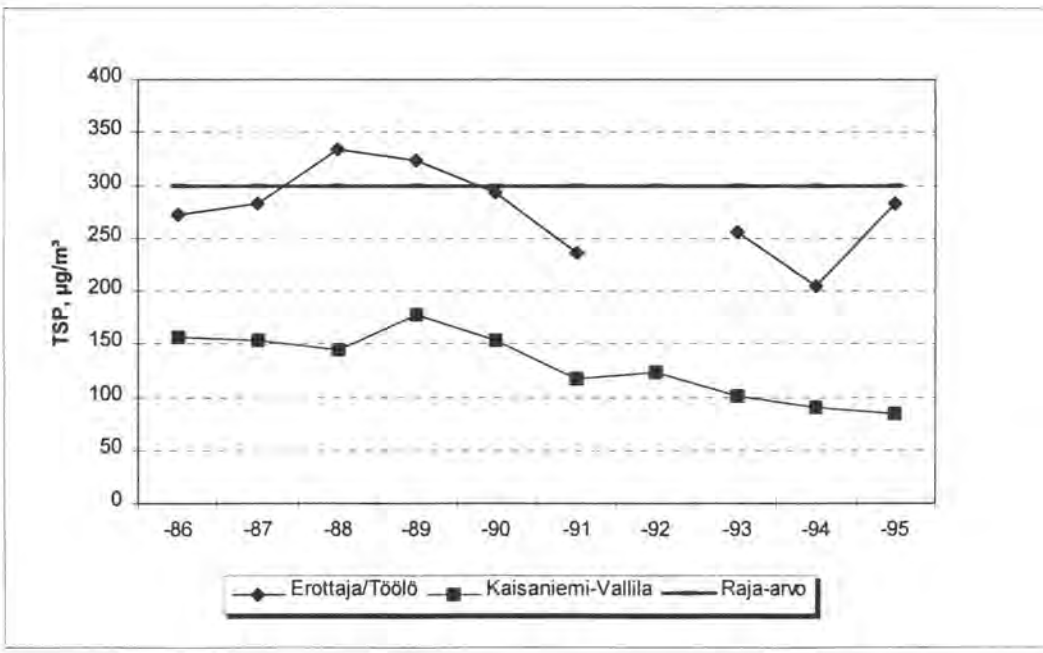
Näistä ympäristölautakunnan tavoitteista (Karhula 1986) on toteutunut energialaitosten hiukkaspäästöjä koskeva osa. Myös keväistä katupölyhuippua on kyetty leikkaamaan ja liikenteen hiukkaspäästöjä rajoittamaan. Leijuman seurantamittaukset havainnollistavat tehtyjen toimenpiteiden positiivista vaikutusta (kuva 7, lähteenä Aarnio ym. 1996). Samalla ne kuitenkin osoittavat, että toimenpiteet eivät ole olleet riittäviä. Ohjearvoihin verrannolliset pölypitoisuudet ylittyvät edelleen (kuva 8, lähteenä Aarnio ym. 1996), ja kokonaisleijumalle asetettu vuorokausiraja-arvo on alituisessa vaarassa ylittyä (kuva 9, lähdeaineisto YTV:stä).



Kuva 7. Kokonaisleijuman (TSP) vuosikeskiarvot Helsingissä 1978-1995. Ohjearvo on 50 ja raja-arvo 150 $\mu g/m^3$. Pitoisuudet alittivat 1990-luvulle tultaessa jo selkeästi raja-arvotason, mutta eivät vielä ohjearvotasoa.



Kuva 8. Kokonaisleijuman (TSP) vuorokausiohjearvoon verrannolliset hiukkaspitoisuudet Helsingissä 1978-1995. Ohjearvo on 120 $\mu g/m^3$. Se ylittyy katutasolla kantakaupungissa.

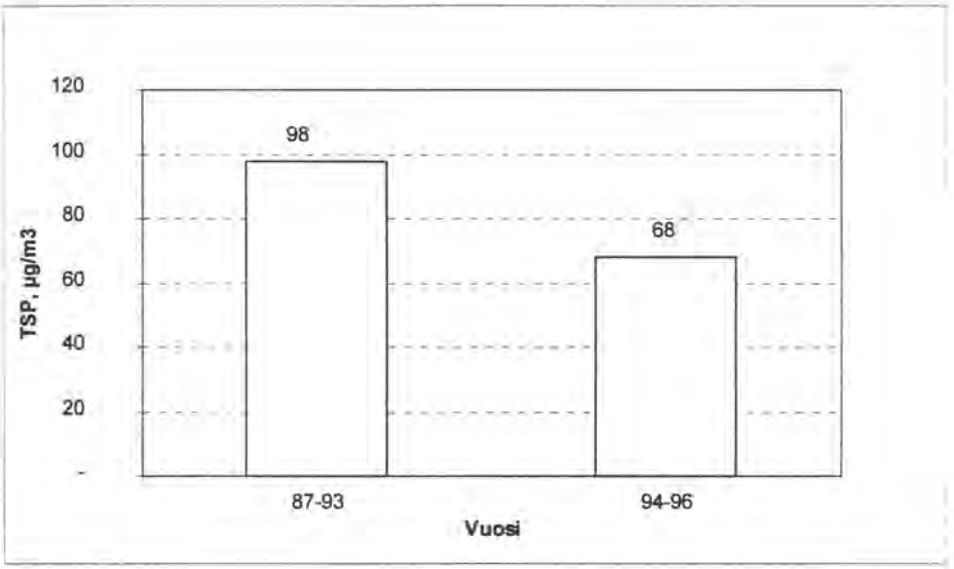


Kuva 9. Kokonaisleijuman (TSP) raja-arvoon verrannolliset vuorokausikeskiarvojen tunnusluvut. Vuoteen 1991 Erottajan ja vuodesta 1993 Töölön mittausasema kuvaa ilmanlaatua liikenneympäristössä 4 metrin mittauskorkeudella. Kaisaniemen-Vallilan mittausasemien keskiarvokäytä kuvaa tilannetta muualla kantakaupungissa 12-14 metrin korkeudella.

Katujen keväistä pölyämistä on viime vuodet ehkäisty ympäristökeskuksen ja rakennusviraston pölyprojektin avulla. Pääasiallisia keinoja ovat olleet tiedotus eri muodoissaan, katujen puhdistamiseen varatun kaluston parantaminen ja lisääminen sekä yhteistyö kiinteistöjen kanssa.

Hiekoitushiekan käyttöä on vähennetty, on siirrytty pestyyn ja seulottua hiekkaan ja lisätty hiekoitussepelin käyttöä. Katujen mekaanisesta harjaamisesta on siirrytty kostuttaen tehtävään imulakaisuun.

Projektin yhtenä tavoitteena on ollut ajastaa jalkakäytävien hiekannosto katujen talvikunnossapidon viimeiseen vaiheeseen eli ajoratojen hiekannostoon ja pesuun. Tässä yhteydessä kiinteistöt ovat voineet ajattaa kasatut hiekat pois kaupungin kustannuksella. Tavoitteena on ollut, että tietty katualue puhdistetaan kauttaaltaan yht´aikaisesti. Tällöin likapölyn kulkeutuminen vähenee. Kaupunki ei ryhdy katujen pesuun ennenkuin katupintojen jäätymisvaara on ohi. Siksi puhdistus saattaa pitkittyä toisinaan kohtuuttomasti. Näin kävi esimerkiksi keväällä 1996, jolloin hiekannosto jatkui aina toukokuun lopulle asti ja jäi joillakin katuosuuksilla tekemättä. Vaikeuksista huolimatta on huhtikuinen pölyhuippu alentunut kolmen projektivuoden aikana lähes kolmanneksel (kuva 10).



Kuva 10. Vallilasta vuosina 1987-93 ja katujen tehopuhdistuksen vuosina 1994-96 mitatut huhtikuun kokonaisleijumapitoisuudet (TSP). Lähes kolmanneksen lasku voidaan lukea pölyprojektin ansioksi.

4.2. Turku

Turun keskustassa Kauppatorilla ja Aninkaistenkadulla ilmanlaatu on ollut heikko aina ensimmäisestä mittausvuodesta 1981 lähtien korkean kokonaisleijuman ja sen sisältämän suuren hengitettävän pölyn osuuden vuoksi. Tilanteeseen on haettu parannusta tehostamalla kokeiluluonteisesti katujen puhtaanapitoa vuosina 1987-1988 (Turun kaupunki 1988, 1989). Kokeilut toteutettiin käyttämällä suodatinkoneistolla varustettuja imulakaisukoneita kuivapuhdistukseen ja vesihuuhtelua hienojakoisen pölyn poistoon. Kokeilujakso käsitti huhti-heinäkuun.

Keväällä kokeilujakson alkupuolella pölypitoisuudet alenivat noin kolman-

neksen jokaista pesukertaa kohden. Kokeilujakson loppupuolella kesäheinäkuussa pesuista ei enää ollut mainittavaa hyötyä. Ongelman muodosti pölyn korkea lähtötaso, jolta ei päästy alaspäin kuin toistuvin pesuin. Nämä tulokset viittaavat siihen, että pölyä on varastoituneena melkoisessa määrin myös muissa katukuilun rakenteissa kuin katupesun tavoittamilla pinnoilla.

Turussa on kokeilujen tuloksena tehostettu katujen pesua ja täsmennetty sen ajoitusta. Näillä keinoin on vaikutettu kokonaisleijumaan myös vuositasolla neljänneksen verran.

4.3. Tampere, Mikkeli

Tampereella katujen tehostettuun kevätsiivoukseen ei ole ryhdytty ennen vuotta 1996, eikä kokonaisleijuman vuosikeskiarvo ole olennaisesti muuttunut vuodesta 1972 (Tampereen kaupunki 1994, 1995). Voimakkaana toteutetun energiantuotannon ilmansuojelutyön hyödyt eivät ole juurikaan hyödyttäneet kaupunkilaisia hengitettävien hiukkasten suhteen, vaan on osoittautunut, että katupölyongelmaan on puututtava omana erilliskysymyksenä.

Mikkelissä on vuodesta 1994 järjestetty eri tahojen - oppilaskunta, kiinteistöhuoltoyhtiö, asunto-osakeyhtiöt, varusmiestoimikunta, varuskunta - yhteistyönä ympäristötalkoot tarkoituksena katujen hiekoitushiekan kertaluonteinen poisto ja keväisen pölyhaittajakson minimointi. Ensimmäiset talkoot toteutettiin osin tehtävään heikosti sopivaa kalustoa käyttäen ja ilman pölyämistä estävää kastelua.

Korkeimmat pölypitoisuudet mitattiinkin vuoden 1994 talkoopäivänä, jolloin ne nousivat kymmenkertaisiksi edeltävään jaksoon verrattuna. Ottaen huomioon talkoohankkeen kehitys- ja kasvatusluonteen pidettiin saavutusta jo silloin hyvänä (Mikkelin seudun... 1994). Vuoden 1995 tulos oli jo selkeästi parempi ja huhtikuun jatkunut pölyhaitta onnistuttiin katkaisemaan (Mikkelin seudun... 1995). Keuhkovammaliitto ry valitsi tämän mies ja luuta-periaatteella toimivan ja *Operaatio Hiekkamyrskynä* tunnetun tempauksen vuoden 1996 ilmansuojeluteoksi.

5. MENEILLÄÄN OLEVAT TUTKIMUKSET JA SELVITYKSET

Vuonna 1995 alkoi Ilmatieteen laitoksen ja YTV:n yhteishanke hiukkasten koostumuksen ja kokojakauman selvittämiseksi Helsingissä (Pakkanen ym. 1995). Tutkimus jatkuu tavoitteena selvittää pienhiukkasten tyypillinen koostumus ja pääasialliset lähteet. Samalla tuotetaan aineistoa pienhiukkasten terveysvaikutusten arviointiin. Koostumusanalyysien avulla pyritään arvioimaan eri pölylähteiden osuutta sekä hankitaan tietoa hiukkasten muodostumisesta ja ilmakemiallisesta muutunnasta tavoitteena arvioida eri lähteiden suoranaiset hiukkaspäästöt sekä kaasumaisista päästöistä muodostuvat hiukkaset. Tutkimuksen on määrä valmistua 30.4.1998 (Pakkanen ym. 1995).

Helsingin ympäristökeskus kartoitti vuonna 1991 VTT:n liikennetekniikan laboratorion kehittämällä liikenteen saastepäästöjen kehitystä luotaavalla LIISA-ohjelmalla kaasu- ja hiukkaspäästöjen kehitystä vuoteen 2010 (Liikenteen päästöt... 1991). Hiilen, rikin ja typen oksideja, hiilivetyjä ja hiukkaspäästöjä koskeva kartoitus uusittiin keväällä 1996. Tuloksia käytetään ympäristönsuojeluintegroituun liikennesuunnitteluun.

Tutkimuksellisen yhteistyön ja tietojenvaihdon forumina Euroopan kaupunkien ilmanlaatuun liittyvistä kysymyksissä toimii COST - CITAIR - ohjelma (COST, European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research). Suomalaisessa MOBILE-ohjelmassa VTT:n ja Ilmatieteen laitoksen yhteistyönä tutkitaan päästöjen vähentämisstrategioiden vaikutusta Helsingin ilmanlaatuun, ja päästöjen leviämismallien tuloksia verrataan YTV:n mittaustuloksiin. Suomi osallistuu myös EU-yhteistyönä toteutettaviin ilmanlaatua koskeviin tutkimushankkeisiin (Country report of Finland 1995).

6. PÖLYÄMISEN ESTOKEINOT

Työntekoon ja palvelujen tuottamiseen sekä asumiseen ja vapaa-ajan viettoon liittyvät toimet aiheuttavat hiukkaspäästöjä ja ylläpitävät leijumaa. Keskeisin leijuman ylläpitäjä on yhteiskunnan toimivuuden kannalta välttämätön henkilö- ja tavaraliikenne.

Suurimman osan vuotta kaupunki-ilman pölypitoisuus pysyttelee siedettävällä tasolla. Talven kuluessa on kuitenkin toistuvasti tilanteita, jolloin pakokaasuperäiset hiukkaset ja typenoksidit pilaavat ilman. Maalis-huhtikuussa pölypitoisuus nousee jo säännöllisesti tasolle, jolla väestön viihtyvyys vähenee ja terveys vaarantuvat.

Ilmanlaadulle ja sen mukana katupuhtaudelle asetettavat vaatimukset kasvavat, koska hengitettävien hiukkasten aiheuttama ympäristöterveysuhka tunnetaan ja tiedostetaan aiempaa paremmin. Vaatimusten kasvu on ollut nopeampaa kuin mihin katujen puhdistus tekniikan kehittymisellä, kalustoparannuksilla tai muillakaan toimin on voitu vastata.

Katupölyn syntyä voidaan rajoittaa eri keinoin. Tehokkain tapa on estää tietyn päästön synty. Tätä **täysestoa**, haitan muodostumisen totaalista estämistä, on käytetty pölyn sisältämään lyijyyn. Vastaava helppo, nopea ja tehokas keino on dieselbussien hiukkaspäästöjen lopettaminen **siirtymällä maakaasubusseihin** keskustan bussilinjojen kilpailuttamisen yhteydessä.

Täysestoa tehottomampi, mutta teknistaloudellisesti usein mahdollisempi tapa on **vähennysesto**, haitan synnyn vähentäminen. Tätä käytetään muun muassa energiantuotannon hiukkaspäästöihin.

Pienbussiin verrattuna haitaribussi nostattaa ilmaan kertaluokkaa suuremman pölypilven. Pienbussien käyttöönotolla ja vuorovälejä lyhentämällä saavutettava

palvelutason nousu ovat etuja, joita julkinen liikenne tarvitsee kilpailukykynsä parantamiseen. Myös nämä tekijät on yhdistettävissä keskustalinjojen kilpailuttamiseen.

Julkinen liikenne ei ole joukkokuljetusta vaan yksilöiden keino liikkua omien tarpeidensa ja aikataulujensa mukaan. Nonstop-tyyppisellä pienbussein hoidettavalla syöttöliikenteellä näitä tarpeita voitaisiin tyydyttää nykyistä paremmin ja vähentää siten yksityisautoilun tarvetta.

Ajoneuvon koon lisäksi ajonopeus vaikuttaa re-emissiona irtoavan pölyn määrään eksponentiaalisesti. **Laskemalla ajonopeutta** kevään pölykautena voidaan pölypitoisuuden huippuarvoja leikata tuntuvasti. Liikenneturvallisuusasiain neuvottelukunta on esittänyt taajaama-alueiden liikennenopeuksien alentamista kevyen liikenteen onnettomuuksien vähentämiseksi. Alennetut nopeudet pyöräilykauden alkaessa ovat tämänkin vuoksi perusteltuja.

Hyviä vähennyseston sovelluskohteita ovat katupinnoitteiden kulumista hidastavat ja estävät keinot. Mahdollisuuksia on esimerkiksi **pinnoitemateriaalien valinnassa**. Siirtyminen katujen aurauksessa katuprofiiliin mukautuvien **joustoterien käyttöön** vähentäisi sekä terien että katujen kulumista merkittävästi ja olisi myös toiminnallisesti ja taloudellisesti perusteltua. Samalla kun joustoterät estävät pölyn syntyä, ne myös auraustulosta parantaen poistavat pölykertymää kiinteitä teriä tehokkaammin.

Tyypillisintä pölyämisen vähennysestoa on katujen kevätsiivous. Sillä voidaan kuitenkin vaikuttaa vain ongelman jälkeiseen tilanteeseen, ei ongelmatilanteen kehittymiseen. **Perfektin siivoamisen perustavoitetta, tyydyttävän puhtausasteen ylläpitoa,** ei voida nykyisenlaisella kevätsiivouksella saavuttaa.

Siivoustekniikan kehitystä tulisi suunnata laajojen pintojen hiekannostolaitteistoista **täsmäsiivoavan** pienkaluston suuntaan. Kapeiden, katuvieret täsmäsiivoavien laitteiden kehittäminen on ensisijainen etenemistie, kun tehostetaan koneellisen katusiivouksen tuottavuutta. Jos varsiluutaa ei voida palauttaa katukuvaan, on sinne palautettava luudan evoluutiomalli. Monet kiinteistöt yltävät kuitenkin nykytekniikallakin erinomaiseen ympärivuotiseen katupuhtauteen.

Pölyämistä voidaan vähentää myös estämällä pölyn kertymistä kaduille. Tehokas tapa on rakentaa **katurakenteet itsepuhdistuviksi** ja ylläpitää nämä rakenteet.

Pöly kertyy niihin katurakenteiden osiin, joihin katualueen käyttäjillä ei ole toistuvaa kosketusta, joihin tuulen vaikutus on rakenteeseen liittyvän pystypinnan vuoksi heikko ja joista sade- ja valuvesi ei huuhdo pölyä ajoittain pois. Tyypillisin pölynkertymäpaikka on ajoradan ja jalkakäytävän reunus kadulla, jossa vähäiset valunnat kerääntyvät lätäköiksi ja runsaat valunnat ohjautuvat reunuksesta ajouriin.

Katujen peruskunnostuksessa kadut profiloidaan itsepuhdistuviksi niin, että sade huuhtoo ne tai ne voidaan tarpeen tullen pestä. Katurakenne muokkaatuu kuitenkin liikenteen alla niin, että puhdistuvuus heikkenee. Jälkikäteen suunnitellut rakenteet kuten pysäkkikorokkeet heikentävät puhdistuvuutta edelleen, jos puhdistavaa virtaamaa edellyttävät kaadot katoavat.

Kaapeli- johto- ja viemäritöiden jäljiltä itsepuhdistuvuutta ei aina enää havaita. Moni kadunpätkä on muuttunut itseli-

kaantuvaksi: Sade ei enää huuhdo, vaan kadulle kertyy katoilta, seiniltä ja pihoilta likavettä lätäköiksi. Niin kauan kuin lätäköt säilyvät, tuuli kasaa niihin lisää likaa. Kuivuessaan lätäköt toimivat pölypankkeina. Kun särkynyt katuprofiili korjataan ura- ja muin paikkauksin ja oikea valunta varmistetaan jyrsinnällä, voitaisiin haittoja vähentää ja katurakenteen rappioitumista hidastaa.

Hyvätkin katuprofiilit katoavat talvella jään, hiekan ja lian alle. Tämä on ongelma, jonka kanssa tullaan toimeen, kun talven lauhoina jaksoina ahkeroidaan valunnan ylläpitämiseksi. Talvella kertyvä katupölyvarasto pienenee parhaiten lumenajolla. Voimakkaan suolauksen ja huuhtelun yhdistelmä on keino, jolla alkukevään pölyämistä voitaisiin estää. Sen soveltuvuus tulisi tutkia.

Silmiinpistävyydessään merkittäviä pölypesäkkeitä ovat seinämällisten pysäkkien, katupinnasta leveinä nousevien mainostaulujen ja vastaavien julkisten katurakennelmien alueet. Niiden puhtaanapidossa luotetaan liiaksi itsepuhdistuvuuteen, vaikka puhdistuvuus edellyttää **aktiivista siivoamista**. Se voitaisiin kytkeä mainossopimuksiin. Onko puhtauden ja kauneuden mainostaminen nuhruisessa ympäristössä vakuuttavaa?

Viherkaduilla on suuri sielullista ympäristöterveyttä vaaliva vaikutus. Puiden ja muun kasvillisuuden **lehvästöt keräävät** pölyä kierrosta hyvin tehokkaasti ja katutason viheralue toimii paikkana, jonne **pöly sedimentoituu**. Ruotsalainen kaupunkisuunnittelu tuottaa viherkatuja keskitetyimmin katuosuuksille, joilla auto- ja jalankulkuliikenne kohtaavat voimakkaimmin. Bulevardityyppisen kadun ilma sisältää vain 10-25 % vastaavasti liikennöityn puuttoman kadun pölymäärästä (Gröna Trafikmiljö 1995).

Ruotsissa toimii viherrakentamisyritys, joka inventoi, simuloi, suunnittelee ja kustannuslaskee tie- ja katualueiden optimaalista viherrakentamista pölyämishaittojen estämiseksi. Se on tuottanut muun muassa tietopankkeja hyödyntävän indeksointijärjestelmän, joka luokittelee puulajit liikenteensieto- ja pölynsuodatuskyvyn mukaan (Henriksson 1995).

Puuston ilmankoostumusta muovaavat ja siten terveyttä parantavat vaikutukset on tunnettu pitkään. Eri lähteiden mukaan varttuneet kuusi-, mänty- ja koivumetsiköt poistavat ilman hiukkasepäpuhtauksia sedimentoimalla eli muuttamalla leijuvan pölyn laskeumaksi ja adsorboimalla pienhiukkasia pintarakenteisiinsa noin 10 - 70 tonnia vuotta ja hehtaaria kohden (Löfström 988, Gröna Trafikmiljö 1995).

7. PÄÄTELMÄT

Keväisen pölyhaitan suuruus ja kesto riippuvat kaupungin ja kiinteistöjen toimista. Pölyprojektien tulokset Helsingistä ja Turusta kehottavat yksiselitteisesti siivoamaan kadut niin aikaisin keväällä kuin suinkin mahdollista. Hiekannosto tulisi tehdä heti maaliskuun alussa hiekan ollessa vielä luonnonmärkää. Vaikka hiekoitusta jouduttaisiin

jatkamaan, ei uusi pölystä puhdas hiekka aiheuttaisi pölyongelmaa.

Varhaisessa vaiheessa tehokkaasti toteutettu hiekanpoisto säästää kaupunkilaiset monilta mieliharmeilta, terveyshaitoilta ja aineellisilta tappioilta. Asukkaiden kaikkinainen viihtyvyys lisääntyy, ja keväiset vierailijat, jotka kohtaavat puhtaansiistin kaupungin, kokevat käyntinsä positiivisena. Ahdistavan puhtaalta kaupunki ei siivottunakaan tunnu.

Voimassaolevia katualueiden hoitoa ja huoltoa koskevia säännöksiä ja vastuujakoja laadittaessa pölyongelmalla ei ole ollut merkitystä. Ongelmina ovat olleet liukkauden torjunta ja roskaantumisen estäminen. Säännöstöt ja vastuukysymykset tulisikin punnita uudelleen nykyisen tilanteen pohjalta. Niillä ratkaistaan pitkälle myös puhtauden rahoitus.

Kaupungin omien kiinteistöjen katupuhtaus on paikoin keskimääräistä heikompi. Siksi muita kiinteistönomistajia ei voida velvoittaa parempaan. Leijumalle asetettujen ohjearvojen ylittyessä tulisikin ensimmäiseksi velvoittaa kaupungin omat kiinteistöt huolehtimaan katupuhtautensa viipymättä mallikelpoiseen kuntoon.

Sen jälkeen voidaan yksityisten tai valtion vastuulla olevat hoitamattomat katuosuudet puhdistuttaa viime vaiheessa teettämisuhkaa käyttäen. Tähän väliin mahtuu moninainen positiivisten keinojen valikoima, esimerkkinä katupesuun käytetyn veden maksuttomuus.

Koska liikenne ja siitä johtuva katujen pölyäminen johtuvat kaupunkiyhteisön moninaisista tarpeista ja kaupunkia hoidetaan yhteisesti halutulla tavalla, on pölyongelman kokonaisratkaisu varsin moninaisten tahtotilojen takana. Se vaatisi useiden eri tahojen kuten liikennelaitoksen, HKR:n ja kiinteistöjen sitoutumista ongelman ratkaisuun.

Käynnistämällä laaja-alainen arviointi, jolla etsitään teknis-taloudellisesti tehokkaimpia keinoja pölyhaittojen pienentämiseksi, helpottuu eri osapuolten sitoutuminen. Pölystä aiheutuvia kokonaiskustannuksia voitaisiin pienentää, ja mahdollisin lisäkustannuksin saavutettava hyöty olisi suurin. Esimerkiksi kaupungin liikennelaitoksella pölyäminen koetaan kuljettajien sairastumisen ja kaluston likaantumisen ja särkymisen vuoksi jokakeväisenä vitsauksena.

Parhaiden ratkaisumallien esilletulon ja parhaan asiantuntemuksen varmistamiseksi eri tahojen (viranomaiset, kiinteistönomistajat, eturyhmät, kuntalaiset) ja tasojen (toteuttajat, välitoimijat, päättäjät) kokemukset, näkemykset ja ideat tulisi ottaa tasavertaiseen pohdintaan. Vaik´ei Mikkelin mies ja luuta-malli sopisi empire-keskustaan, se voisi olla osaratkaisu Mikkelin keskustan kokoisiin lähiöihin.

Arvioinnin tulos tulisi mahdollisuuksien mukaan varmentaa mallilaskelmin ja valitaan sen perusteella kehitettävät menetelmät. Kun toimivuus vielä testataan, on luotu käytännöt, jotka ratkaisevat ongelman kaikille osapuolille edullisimmin.

KIITOKSET

Olemukseltaan sumean ongelman parissa työskentely on ollut antoisaa hyvin miellyttävän työyhteisön vuoksi. Kiitokset ympäristökeskuksen henkilökunnalle, erityisesti lähimmille työtovereille pyyteettömästä tuesta. Kiitokset myös YTV:n ympäristötoimiston henkilöstölle kiitettävästä palvelualttiudesta.

8. KIRJALLISUUS

Aarnio, P, Hämekoski, K ja Koskentalo, T. 1994. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1993. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1994:8 67 + 61 s.

Aarnio, P, Koskentalo, T. ja Hämekoski, K. 1995. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1994. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1995:7, 67 + 33 s.

Aarnio, P, Koskentalo, T. ja Hämekoski, K. 1996. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1995. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1996:12, 25 + 65 s.

Aittola, J-P. ja Kokko, T. 1992. Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen aiheuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön. Kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 70/1992. 41 s.

Country report of Finland 1995. Teoksessa Schatzmann, M. ja Arend, M. (toim). Database, monitoring and mpdelling of urban air pollution. COST Action 615. European Comission. Directorate-General XII. Science, Research and Development. Noin 100 s.

Grön Trafikmiljö 1995. Örebro kommun. Stads byggnads kontoret. Muistio 11.4.1995. 8 + 12 s.

Haahtela, T., Terho, E.O., Hannuksela, M. ja Vohlonen, I. 1993 Allergian esiintyvyys ja kansantaloudellinen merkitys. Teoksessa Allergologia. Toim. Haahtela, T, Hannuksela, M. ja Terho, E.O. Duodecim. ss. 19-29.

Heiskanen, J. 1992. Raskasmetallit leijuvassa pölyssä. Kirjallisuuskatsaus ja yhteenveto pääkaupunkiseudun mittaustuloksista. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1992:6. 49 + 8 s.

Heiskanen, J. ja Hämekoski, K. 1993. Lyijy Helsingin ilmassa. Summary: Ambient Lead in Helsinki, Finland. Kemia-Kemi 20 (1); 29-31.

Hämekoski, K. 1994. Hengitettävät hiukkaset (PM_{10}) pääkaupunkiseudulla. Muistio 8.12.1994. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. Ympäristönsuojelutoimisto. 35 + 5 s.

Karhula, M. 1986. Leijuva pöly Helsingissä vuosina 1978-1984. Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta. Julkaisu 2/1986. Helsingin kaupunginkanslia. Ympäristönsuojelutoimisto. 49 + 18 s.

Kuusisto, P. 1990. Ulkoilma ja astma. Astmahavaintojen yhteys säähän, siitepölyihin, itiöihin, rikkidioksidiin ja leijuvaan pölyyn. Helsingin yliopiston lääketieteellinen tiedekunta, Keuhkosairauksien klinikka ja Kansanterveystieteen laitos. Yliopistopaino. Helsinki. 104 + 17 s.

Lahdes, R. ja Mäntylä, K. 1988. Leijuman mutageenisuus II. 18.5-21-6-1988. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1988:16. Pääkaupunkuseudun yhteistyövaltuuskunta. YTV-SAD. 5 s.

Larssen, S. 1991. Partikkel i tettstedsluft i Norden. Utslipp - forekomst -helsovirkinger, med hovedvekt på bileksospartikler. NILU OR: 11/1991. Februar 1991. Lillestrøm. Norge.

Laukkanen, T. 1990. Kokonaisleijuma Helsingissä. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990:2. Pääkaupunkuseudun yhteistyövaltuuskunta. YTV-SAD. 143 +17 s.

Liikennemäärät... 1992. Liikennemäärät Helsingin pääkatuverkossa 1991. Trafikmängder på Helsingfors huvudgator 1991. Traffic volumes on main streets of Helsinki 1991. Helsingin kaupunki. Kaupunginsuunnitteluvirasto. Liikennesuunnitteluosasto. Kartta 8. 1991.

Liikenteen päästöt... 1991. Liikenteen päästöt Helsingissä 1980-2011. VTT:n tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion LIISA-laskentajärjestelmän 2.1-version tulostus Helsingin liikenne-ennusteiden pohjalta. Työmoniste. Helsingin ympäristökeskus. 8 s.

Lindfors, V. ja Nordlund, G. 1995. Otsoniongelmaan purevat Suomessa eri keinot kuin Keski-Euroopassa. Ympäristö 1/95. 40-41.

Löfström, I. 1987. Metsä liikenteen hiukkasmaisten epäpuhtauksien sitojana. Helsingin Kaupunki. Ympäristönsuojelulautakunta. Julkaisuja 3/1987. 94 + 29 s.

Mikkelin seudun... 1994. Ympäristötalkoiden yhteenveto ja jatkotoimet. Pöytäkirjanote 25.5.1994. § 85. Mikkelin seudun kansanterveystyön kuntayhtymä. 5 s.

Mikkelin seudun... 1995. Kirkkopuiston hiukkasmittaukset 1994-1995. Tarkastelujakso 1.3.1994-26.8.1995. Mikkelin seudun ympäristökeskus. 7 s.

Mäntylä, K. 1988. Leijuman mutageenisuus. A: Kirjallisuusselvitys. B: Kokeellinen osa. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1988:2. Pääkaupunkuseudun yhteistyövaltuuskunta. YTV-SAD. 17 s. ja 9 s.

Nordlund, G. 1995. Ilmanlaadun kehitys Suomessa viime vuosikymmeninä. Ympäristö ja Terveys 26 (9) 11-16.

Pakkanen, T. ja Aarnoi, P. 1995. Tuloksia Ilmatieteen laitoksen ja YTV:n esitutkimuksesta: Huikkasten kokojakauma ja koostumus pääkaupunkiseudun ilmassa. Tutkimussuunnitelman liite. Käsikirjoitus. Ilmatieteen laitos ja YTV. 7 s.

Pakkanen, T, Aarnio, P, Hillamo, R, Hämekoski, K, Kerminen, V-M, Koskentalo, T, Mäkelä, T. ja Ruuskanen, J. 1995. Hengitettävien hiukkasten kokojakauma, koostumus ja lähteet pääkaupunkiseudulla. Tutkimussuunnitelma. Käsikirjoitus. Ilmatieteen laitos ja YTV. 7 s.

Pönkä, A. 1988a. Ilman epäpuhtauksien terveyshaitat Helsingissä 1. Tilanne kirjallisuustietojen ja mittaustulosten perusteella. Helsingin kaupungin terveysviraston raportteja. Sarja A. Raportti 32. 71 s.

Pönkä, A. 1988b. Ilman epäpuhtauksien terveyshaitat Helsingissä 2. Vaikutus hengitystieinfektioihin ja poissaoloihin. Helsingin kaupungin terveysviraston raportteja. Sarja A. Raportti 33. 42 s.

Pönkä, A. 1990. Ilman epäpuhtauksien ja säätekijöiden vaikutus astmasairastuvuuteen Helsingissä. Helsingin kaupungin terveysviraston raportteja. Sarja A. Raportti 49. 35 s.

Pönkä, A, Salminen, E, Nurmi, T. ja Nykyri, E. 1990. Yhdyskuntailman rikkidioksidin ja typpidioksidin vaikutus päiväkotilasten sairastavuuteen. Helsingin kaupungin terveysviraston raportteja. Sarja A. Raportti 46. 19 + 4 s.

Pönkä, A, Salminen, E. ja Ahonen, S. 1991. Lyijyaltistus ja yhdyskuntailman lyijy Helsingissä. Laskennallisia ja kirjallisuusarvioita sekä päiväkotilasten veren lyijypitoisuuden mittaustuloksia. Helsingin kaupungin ympäristölautakunnan julkaisuja 5/1991. 21 s.

Pönkä, A, Ahonen, S, Forss, P ja Tuovinen, J. 1990. Polysykliset aromaattiset hiilivedyt Helsingin ilmassa. Helsingin kaupungin terveysviraston raportteja. Sarja B. Raportti 41. 15 s.

Pönkä, A, Pukkala, E. ja Hakulinen, T. 1993. Keuhkosyövän ilmaantuvuus Helsingissä 1975-1986 ja ilman epäpuhtauksien vaikutukset. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 3/93. 31 s.

Pönkä, A, Salminen, E, Nykänen, M, Dahlbom, M, Ripatti, S. ja Nurmi, T. 1994. Lasten sairastuvuus päiväkodeissa ja ryhmäperhepäiväkodeissa Helsingissä ja Mäntsälässä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 1/94. 77 s.

Pönkä, A. ja Virtanen, M. 1994a. Ilmansaasteiden vaikutus poissaoloihin ja hengitystieinfektioihin Helsingissä 1987-1991. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 16/94. 17 s.

Pönkä, A. ja Virtanen, M. 1994b. Ilmansaasteet, iskeemiset sydänsairaudet ja aivoverenkiertohäiriöt Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/94. 24 s.

Ruuskanen, J. 1996. Hiukkasten käyttäytyminen ja alkuperä kaupunki-ilmassa. Ympäristö ja Terveys 6/1996. ss. 44-50.

Saari, H, Salmi, T. ja Kartastenpää, R. 1996. Taajamien ilmanlaatu suhteessa uusiin ohjearvoihin. Ilmatieteen laitos. Raportteja No 1996:1. 52 + 45 s.

Tampereen kaupunki 1994. Ilmanlaadun seurantaa 25 vuotta Tampereella. Mittaustulokset 1969-1993. Tampereen kaupunki. Ympäristövirasto. Ympäristövalvonta. Tampereen kaupungin painatuskeskus. 12 + 32 s.

Tampereen kaupunki 1995. Tampereen ilmanlaatu 1994. Päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset. Tampereen kaupunki. Ympäristövirasto. Ympäristövalvonta. Julkaisu 4/95. 39 + 17 s.

Turun kaupunki 1988. Pesun vaikutus Aninkaistenkadun pölypitoisuuksiin vuonna 1987. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 1/1988. 21 + 3 s.

Turun kaupunki 1989. Pölypitoisuudet Turun keskustassa vuonna 1988. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 2/1989. 13 + 3 s.

Turun kaupunki 1990. Pölypitoisuudet Turun keskustassa vuonna 1989. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 3/1990. 12 s.

Turun kaupunki 1991. Pölypitoisuudet Turun keskustassa vuonna 1990. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 3/1991. 11 + 2 s.

Turun kaupunki 1992. Leijuma Turun keskustassa vuonna 1991. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 3/1992. 12 + 2 s.

Turun kaupunki 1993. Leijuma Turun keskustassa vuonna 1992. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 3/1993. 12 + 8 s.

Turun kaupunki 1994. Ilman laatu Turussa 1993. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 5/1994. 12 + 4 s.

Turun kaupunki 1995. Ilman laatu Turussa 1994. Turun kaupunki. Ympäristönsuojelutoimisto. Julkaisu 5/1995. 10 s.

Henriksson, S. E. 1995. VIPP: Vegetation Inventory - Planning - Planting. The effects of defferent types of vegetation as a filter for dust particles and as a noise berrier. Ecoteam AB. Järfälla. Ruotsi. Moniste. 17 s.

WHO 1987. Air Quality Quidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe. WHO Regional Publications. European Series, No 23.

WHO 1995. Environment and Health (I): Owerview and Main Europian Issues. European Environment Agency and WHO Regional Office for Europe. Copenhagen. WHO Regional Publications. European Series, No 68. 57 s.

HELSINGIN KAUPUNGIN
YMPÄRISTÖKESKUS
Helsinginkatu 24
00530 HELSINKI

KUVAILULEHTI

Tekijä(t)

Olavi Lyly

Nimike

Pääkaupungin katupölyn vähentäminen

Julkaisija	Julkaisuaika	Sivumäärä	Liitteet
Helsingin kaupungin ympäristökeskus	1997	29	

Sarjan nimike	Osanumero
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja	3/97

ISSN-numero
1235-9718

ISBN-numero
951-772-919-7

Kieli

Koko teos	Tiivistelmä	Taulukot	Kuvatekstit
fin	fin, swe		

Avainsanat

leijuva pöly, katupöly, ilmanlaatu, liikenne, katujen puhtaanapito, hiekannosto

UDK

Lisätietoja:

Rauno Tolonen, puh. 7312 2679
Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristönsuojeluyksikkö
Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI

Helsingin kaupungin hankintakeskus 1997

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1995

1. Töölönlahden sedimentin kunto ja sisäinen kuormitus
2. Huokoskaasu maaperän ja pohjaveden saastuneisuuden kuvaajana
3. Kosteus- ja homevaurioista helsinkiläisissä päiväkodeissa
4. Leivosten laatu ja myyntiolosuhteet myymälöissä
5. Koululounaan ravintosisältö ja laatu Helsingissä 1989 - 1993
6. Ryömintätilaisten alapohjien kosteus- ja homevauriot
7. Terveydenhuollon toimipisteiden jätehuolto, 2. uudistettu painos
8. Sairauksien esiintyvyys homeille altistuneilla koululaisilla

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1996

1. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet ulkoilmassa Helsingissä
2. Öljy-yhdisteiden biologinen hajoaminen ja saastuneen maan biosaneeraus
3. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuonna 1995
4. Altistuminen typpidioksidille, hiilimonoksidille ja bentseenille Helsingin jäähallissa
5. Sedimentin kemikalioinnin ja lisäveden johtamisen vaikutus Töölönlahden veden laatuun
6. Suomalainen ekobussi Pietarin ympäristöviikolla
7. Huoneilman ammoniakki
8. Asuntojen radonmittaukset Helsingissä

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1997

1. Vuoden 1995 saastesumuepisodin terveysvaikutukset Helsingissä
2. Ilmansaasteet ja kuolleisuus Helsingissä vuosina 1987 - 1993
3. Pääkaupungin katupölyn vähentäminen

Julkaisujen tilaus:
ympäristökeskuksen neuvonta
Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI
puh. 7312 2730, fax 7312 2235

ISSN 1235-9718
ISBN 951-772-919-7