

Jukka Hoffrén

## Ilman pienhiukkaset merkittävä terveysongelma

Ilmansaasteet ja etenkin ilman pienhiukkaset ovat erittäin haitallisia ihmisten terveydelle. Tutkimusten mukaan ilman pienhiukkasten vaikutuksesta kuolee vuosittain selvästi enemmän ihmisiä kuin esimerkiksi liikenneonnettomuuksissa.

Uusimpien kansainvälisten tutkimusten mukaan kaupunkien ilmansaasteet vaikuttavat ihmisten terveyteen aiemmin arvioitua enemmän. Erityisesti pienhiukkaset aiheuttavat vakavampia terveyshaittoja kuin aiemmin on arvioitu. Mitä pienempi hiukkaskoko, sitä syvemmälle hengityselimiin ne tunkeutuvat.

Ulkoilman epäpuhtaudet aiheuttavat merkittäviä terveyshaittoja erityisesti lapsille, vanhuksille ja hengityselin- ja sydänsairaille. Arvioiden mukaan jopa 1 300 ihmistä vuodessa kuolee Suomessa ennenaikaisesti ilmassa olevien epäpuhtauksien vuoksi. Esimerkiksi tieliikenneonnettomuuksissa kuolee vuosittain alle 400 ihmistä. Lisäksi ilman epäpuhtaudet ai-

heuttavat noin 30 000 henkilöllä astmaoireiden pahentumista ja 30 000–40 000 lasten hengitystieinfektiota.

Euroopassa ilmansaasteet aiheuttavat suurimman osan ympäristöperäisistä sairauksista. EU:n CAFE-ohjelman (Clean Air For Europe) arvion mukaan Euroopassa ilman pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>) yksinään aiheuttavat noin 350 000 ihmi-

Lehtikuva Oy



sen enneaikaisen kuoleman. Hiukkasten ohella ongelmia aiheuttavat lähinnä liikenteestä tulevat hiilimonoksidi ja typenoksidit erityisesti taajamien keskustoissa sekä vilkkaiden liikenneväylien varsilla.

### Liikenteen pakokaasut haitallisimpia

Kaikkein haitallisimpina ihmisten terveydelle pidetään liikenteestä suoraan hengityskorkeudelle purkautuvia pakokaasupäästöjä. Hiukkasia pääsee ilmaan myös energiantuotannosta, teollisuudesta ja puulämmityksestä. Suomen hiukkaspäästöissä ei ole viime vuosina tapahtunut merkittäviä muutoksia (Kuvio 1).

Terveysongelmia aiheuttavat eri polttoprosessien primääriset hiukkaspäästöt. Poltossa syntyviin hiilihiukkasiin sitoutuu myös satoja erilaisia hiilivetyjä sekä raskasmetalleja. Polttoperäisten hiukkasten kanssa lähes yhtä suurta osuutta edustavat rikin- ja typenoksidien päästöistä ilmassa muodostuneet niin sanottu sekundaarihiukkaset, ammoniumsulfaatti ja -nitraatti.

Epäselvää kuitenkin on yhä, mitkä hiukkasten ominaisuudet ovat pääsyynä havaittuihin terveysvaikutuksiin. Lisää tutkimusta tarvitaan haittoja tuottavien päästölähteiden ja hiukkasominaisuuksien tunnistamiseksi.

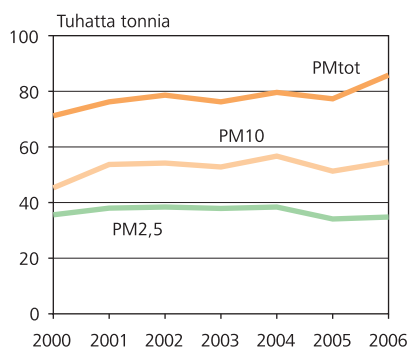
### Pienhiukkaset tunkeutuvat koteihin ja toimistoihin

Terveyshaittojen kannalta on ratkaisevaa, kuinka kauan ihminen altistuu korkeille hiukkaspitoisuuksille. Kaikkein korkeimmille pitoisuuksille altistutaan liikenteessä, muun muassa henkilöautoissa. Niissä ei kuitenkaan yleensä viettä pitkiä aikoja, joten altistuminen ei ole kovin vaarallista.

Liikenteen pakokaasupäästöille altistuminen tapahtuukin pääosin sisätiloissa. Ulkoilman epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmanvaihdon mukana helposti sisätiloihin, missä ihmiset viettävät 90 prosenttia valveillaoloajastaan.

Pienhiukkasten ylivoimaisesti merkittävin lähde on sisätiloissa tapahtuva tupakointi, jolle altistuu, passiivinen tupakointi mukaan lukien, 40 prosenttia väestöstä. Passiivinen altistuminen tupa-

### Suomen hiukkaspäästöt 2000–2006



Lähde: Suomen ympäristökeskus. Kuvio 1

kan savulle jopa kolmin-, nelinkertaistaa pienhiukkasaltistuksen.

### Hiukkasille ei ole turvallista tasoa

Suomen ulkoilman laadun ohjearvot perustuvat terveysvaikutustutkimuksiin. Käytännössä viranomaisten on otettava ilmanlaadun ohjearvot huomioon ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi. Pitkällä aikavälillä ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään alueilla, joilla ilmanlaatu on toistuvasti ohjearvoja huonompi.

Alueilla, joilla ilmanlaatu nykyisin on ohjearvotasoa parempi, ilmanlaadun huonontuminen tulee estää. Mittaus-ten mukaan pääkaupunkiseudulla voivat typpidioksidin ja hiukkasten (PM10) ohjearvot ylittyä toistuvasti vilkkaissa liikenneympäristöissä. Pienhiukkasille (PM2,5) ei ole toistaiseksi annettu ohjearvoja. Hiukkaspitoisuuksille ei voida nykytiedon perusteella määritellä täysin haitatonta alarajaa.

Voimassaolevat EU:n ilmanlaadun raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet muun muassa rikki- ja typpidioksidille, hiukkasille ja lyijylle. Raja-arvot tulivat voimaan heinäkuussa 2001, ja sitoviksi ne muuttuvat asteittain vuoteen 2010 mennessä. Nykyisellään typpidioksidipitoisuus saattaa ylittää ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ylittävät, raja-arvot vilkkaissa liikenneympäristöissä.

### Pienhiukkaset kaukokulkeutuvat

Suomessa suurin osa ilmassa leijuvasta pienhiukkasmassasta on kaukokulkeumaa muualta. Pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisillä alueilla keskimäärin jopa 50–70 prosenttia pienhiukkasista on kaukokulkeumaa. Kevyet pienhiukkaset voivat kulkeutua ilmapirtausten mukana jopa tuhansia kilometrejä ja poistuvat ilmasta vasta sateiden mukana. Merkittävä osa kaukokulkeutuneesta hiukkaspitoisuudesta on peräisin Länsi-Euroopasta. Hiukkaset kulkeutuvat tänne vallitsevien lounaanpuoleisten tuulten ja ilmapirtausten mukana.

Ilman pienhiukkaspitoisuuksien merkittävien kohoamisten syynä on yleensä Itä-Euroopasta peräisin oleva kaukokulkeuma. Kulkeumat sisältävät Venäjän, Viron, Latvian, Liettuan, Valko-Venäjän, Ukrainan ja Puolan liikenteen, teollisuuden ja energiantuotannon sekä maastopalojen ja kulotuksen päästöjä. Eniten itäisiä kaukokulkeumia esiintyy maaliskuuhuhtikuussa ja jonkin verran tammi-helmikuussa sekä elo-lokakuussa.

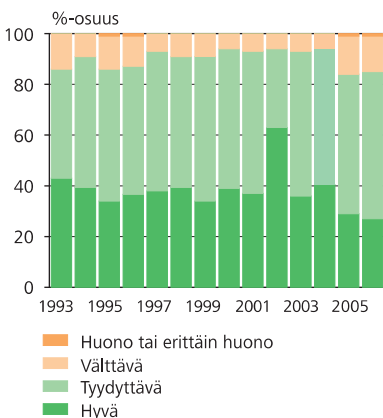
Pahimmillaan hiukkaspitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla nousseet samalle tasolle kuin Euroopan saasteisimpien kaupunkien tavanomaiset pitoisuudet. Kaukokulkeuman suuren osuuden takia pienhiukkaspitoisuuksien merkittävä alentaminen vaatisi kansainvälistä yhteistyötä.

### Helsingin ilmanlaatu tyydyttävällä tasolla

Suomessa ilmanlaadun seuraaminen, huonosta ilmanlaadusta tiedottaminen sekä ilmanlaadun parantamiseen tähtäivät toimenpiteet ovat kuntien vastuulla. Suomessa on kaikkiaan noin 100 pysyvää ilmanlaadun mittausasemaa 30 mittausverkon alaisuudessa noin 60 kunnan alueella. Pääkaupunkiseudulla ilmanlaatua seuraa Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV).

Ilmanlaatuindeksin laskennassa otetaan huomioon rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>), typpidioksidin (NO<sub>2</sub>), hengitettävien hiukkasten (PM10), pienhiukkasten (PM2,5), otsonin (O<sub>3</sub>), hiilimonoksidin (CO) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuudet. Millään asemalla ei mitata näitä kaikkia, joten käytännössä indeksi laskeaan aina vain osasta yhdisteitä. Eri ase-

## Helsingin keskustan ilmanlaatuolot 1993–2006



Lähde: YTV.

Kuvio 2

mien indeksit eivät siis välttämättä ole täysin vertailukelpoisia keskenään.

Pääkaupunkiseudulla ulkoilman laatu on enimmäkseen tyydyttävällä tasolla, minkä ei pitäisi aiheuttaa terveydellisiä haittoja terveille ihmisille (Kuvio 2). Kaupunkien ilmanlaatuun vaikuttaa eniten liikenne, koska pakokaasut pääsevät ilmaan matalalta. Ulkona pääväylien läheisyydessä ja kerrostalojen välisissä vilkasliikenteisissä katukuiluissa ilmanlaatu voi olla pitkään huono.

### Pienhiukkaset eivät toimista huolimatta vähene

Pääkaupunkiseudun typen oksidien päästöistä vähän yli puolet on peräisin liikenteestä ja kolmasosa energiantuotannosta. Koska pakokaasut vapautuvat matalalta, hengitysilman typenoksidien pitoisuuksista kuitenkin lähes kaikki ovat peräisin liikenteestä. Myrkylliseksi luokiteltu typpidioksidi vaikuttaa ärsyttävästi etenkin lasten, vanhusten ja astmaatikkojen hengitysteihin sekä lisää hengitysteiden herkkyyttä muille ärsykeille kuten allergiaa aiheuttaville aineille ja pakkaselle.

Kaupungeissa suuri osa pienhiukkasista on liikenteen maasta nostattamaa katupölyä. Hengitettävien karkeiden hiukkasten pitoisuudet kohoavat erityisesti maaliskuuhuhtikuussa, jolloin jauhautunut hiekoitusshiekka ja asfalttipöly nousevat kaduilta liikenteen ja tuulen vaikutuksesta ilmaan. Näitä haittoja on pyrit-

## Pienhiukkasten koko, muoto ja koostumus vaihtelevat

Suurin osa hiukkasista on niin pieniä, ettei niitä pysty paljain silmin näkemään. Hiukkasten koosta käytetäänkin yksikköä mikrometri ( $\mu\text{m}$ ) eli millimetrin tuhannesosa. Hiukkaset jaotellaan neljään eri kokoluokkaan: Suuret hiukkaset ovat kooltaan yli  $10 \mu\text{m}$ , kun taas alle  $10 \mu\text{m}$ :n kokoisia kutsutaan hengitettäviksi hiukkasiksi. Suurimpia hengitettäviä hiukkasia sanotaan karkeiksi (koko  $2,5\text{--}10 \mu\text{m}$ ) ja niitä pienempiä pienhiukkasiksi (halkaisija alle  $2,5 \mu\text{m}$ ) tai ultrapieniksi hiukkasiksi (halkaisija alle  $0,1 \mu\text{m}$ ).

Suuret hiukkaset, joita on erityisesti katupölyssä, jäävät ylähengitysteihin ja poistu-

vat yskimällä, aivastelemalla ja liman mukana melko nopeasti. Ne aiheuttavat lähinnä ärsytysoireita: nuhaa, yskää sekä kurkun ja silmien kutinaa ja kirvelyä. Karkeat hengitettävät hiukkaset pääsevät keuhkoputkiin, ja pienhiukkaset aina keuhkorakkuloihin saakka, mistä niiden poistuminen tapahtuu hitaasti. Ultrapienet hiukkaset saattavat myös tunkeutua keuhkorakuloista verenkiertoon. Ne voivat vaikuttaa elimistössä pitkiäkin aikoja. Korkea pienhiukkaspitoisuus lisää hengitys- ja sydänoireita sekä heikentää keuhkojen ja sydämen toimintakykyä.

ty vähentämään muun muassa vähentämällä katujen talvihiekoitusta, parantamalla hiekan laatua, korvaamalla hiekan suolaliuksilla ja tehostamalla katujen puhdistusta erityisesti keväisin.

Torjuntatoimista huolimatta terveydelle kaikkein haitallisimpien, halkaisijaltaan alle  $2,5$  mikrometrin ( $\text{PM}_{2,5}$ ) hiukkasten määrää ei ole onnistuttu vähentämään merkittävästi, sillä huomattava osa niistä on peräisin kaukokulkeumasta. Nämä hiukkaset ovat niin pieniä, että ne pääsevät keuhkorakkuloihin asti aiheuttaen keuhko- ja sydänoireita.

### Dieselmootoreissa piilee vaara

Katalyysaattoreiden käyttöönotto 1990-luvun alussa vähensi merkittävästi terveydelle vaarallisia autojen pakokaasupäästöjä. Uusimpien bensiinikäyttöisten henkilöautojen pakokaasujen epäpuhtaudet ovat enää murto-osa aiemmasta.

Suomessa autoverotusta muutettiin vuoden 2008 alussa hiilidioksidipäästöihin perustuvaksi. Hiilidioksidipäästöjen porrastus suosi erityisesti dieselautoja niiden pienemmän polttoaineenkulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen takia.

Verouudistusta tehtäessä ei kuitenkaan huomioitu, että dieselmootorit tuottavat runsaasti ihmisille huomattavan vaarallisia typenoksidin- ja pienhiukkaspäästöjä. Monissakaan uusissa dieselautoissa ei ole vielä hiukkassuodattimia ja  $\text{NO}_x$ -puhdistimien yleistymisen vä-

hentäisi sekä typen oksidien päästöjä että hiukkaspäästöjä.

Hiukkassuodattimista pitäisikin tehdä pakollisia, joskaan puhdistimetkaan eivät kykene poistamaan pakokaasuista kaikkien pienimpiä, alle  $\text{PM}_{2,5}$ -hiukkasia. Vaarana on, että erityisesti Helsingissä, jossa ilmanlaadun raja-arvot jo nykyisellään ylittyvät, ilmanlaatu saattaa huomattavasti heikentyä lähivuosina. ■

*Kirjoittaja on tutkimuspäällikkö Tilastokeskuksen tietotekniikka- ja menetelmäpalvelujen tutkimus- ja kehittämissyksikössä.*

Lähteitä:

Jarkko V. et al. (2006), *Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999–2005*. YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. Helsinki 2006

Kousa A. et al. (2007), *Väestön altistuminen ilmansaasteille pääkaupunkiseudulla*. YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. Helsinki.

Laurikko J. (2004), *Polttoaineiden ja ajoneuvotekniikan mahdollisuudet pääkaupunkiseudun liikenteen päästöjen vähentämiseksi*. VTT. YTV:n julkaisusarja B 2004:20.

*Liikenteen jäljet. Tietoa liikenteen ilmanlaatu- ja meluvaikutuksista asuinympäristössä*. YTV. Paukku T. (2006), *Pienhiukkasten vaikutus terveyteen*. FINE Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys. Raimo O. Salonen ja Arto Pennanen. TEKES. Helsinki.

Valtakunnallinen ilmanlaatuportaali: <http://www.ilmanlaatu.fi/>