



# Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla

Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot



**Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla**

**Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot**

**Luonnos 25.1.2008**

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta  
Opastinsilta 6 A  
00520 Helsinki  
puhelin (09) 156 11  
faksi (09) 156 1369  
[www.ytv.fi](http://www.ytv.fi)

Copyright: Kartat: Maanmittauslaitos 14/MYY/07, 154/UUMA/07, Helsingin kaupunkimittausosasto  
039/2007, Ilmatieteenlaitos; Graafit: YTV

Kansikuva: YTV / Hannu Bask

Valopaino Oy  
Helsinki 2008

## Esipuhe

Pääkaupunkiseudulla on ilmanlaadun mittauksissa todettu hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksille annettujen raja-arvojen ja otsonipitoisuudelle annettujen pitkän ajan tavoitteiden ylityksiä. Ilmanlaatuasetuksen mukaan kunta on raja-arvon ylittyessä velvollinen tekemään suunnitelmia ja ohjelmia raja-arvojen ylittymisen estämiseksi. Asukkaille on tiedotettava ohjelmien valmistelusta ja varattava mahdollisuus antaa näistä mielipiteensä.

YTV on valmistellut yhdessä Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten kanssa ilmansuojelun toimintaohjelmia vuosille 2008–2016. Ohjelmien tavoitteena on, että epäpuhtauksien pitoisuudet alenevat pysyvästi raja-arvojen alapuolelle. Lisäksi tavoitteena on yleisesti ilmanlaadun parantaminen ja ilman epäpuhtauksien haitallisten vaikutusten vähentäminen. Tämä raportti toimii näiden ohjelmien yhteisenä tausta-aineistona.

Ohjelmien sisältövaatimukset on määritellyt EU:n direktiiveissä ja ne on Suomessa sisällytetty myös ilmanlaatuasetukseen. Tässä raportissa on esitetty toimintaohjelmiin vaadittavat taustatiedot mm. ilmanlaadusta, seurantamenetelmistä, päästöistä ja päästölähteistä. Raporttiin on koottu tietoja myös ilmanlaatuun vaikuttavista tekijöistä, kuten topografiasta, meteorologiasta, väestöstä, kaupunkirakenteesta, liikkumisesta, energiantuotannosta jne. Lisäksi on lyhyesti esitelty ilmansuojeluun liittyviä kansainvälisiä sopimuksia ja strategioita, lainsäädäntöä sekä kansallisia ohjelmia.

Raportin on laatinut YTV:n Seutu- ja ympäristötieto ja siitä on vastannut ilmansuojeluasiantuntija Päivi Aarnio. Työtä on ohjannut ohjausryhmä, johon kuuluvat ympäristöjohtaja Pekka Kansanen, ympäristötutkimuspäällikkö Päivi Kippo-Edlund ja ympäristövalvontapäällikkö Pertti Forss Helsingistä, ympäristönsuojelupäällikkö Tuula Hämäläinen-Tyynilä Espoosta, ympäristöjohtaja Stefan Skog Vantaalta, ympäristösihteeri Marika Brax Kauniaisista ja osastopäällikkö Eija Lehtonen Uudenmaan ympäristökeskuksesta sekä tietopalvelujohtaja Irma Karjalainen YTV:stä.

Kiitämme kaikkia raportin laatimiseen osallistuneita sekä sitä kommentoineita tahoja.

Irma Karjalainen  
Tietopalvelujohtaja

Tarja Koskentalo  
Ilmansuojeluryhmän päällikkö



## Tiivistelmäsiivu

Ju kais ja: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta			
Tekijät: Päivi Aarnio, Jarkko Niemi, Tarja Koskentalo, Anu Kousa, Maria Myllynen			Päivämäärä 25.1.2008
Ju kaisun nimi: Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla. Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta			
Tiivistelmä: Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Ilmanlaadun mittauksissa on kuitenkin todettu hengitettävien hiukkasten (PM <sub>10</sub> ) vuorokausiraja-arvon ja typpidioksidin (NO <sub>2</sub> ) vuorokausiraja-arvon ylityksiä Helsingin keskustan vilkkaasti liikennöidyillä alueilla, erityisesti katukuiluissa. Espoossa, Vantaalla tai Kauniaisissa ylityksiä ei ole mitattu. Hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin vuorokausipitoisuuksia koskevat kansalliset ohjearvot ylittyvät paitsi Helsingin keskustassa paikoin myös Espoossa ja Vantaalla. Hengitettävien hiukkasten raja-arvoylitykset aiheutuvat pääasiassa katupölystä ja typpidioksidin raja-arvojen ylitykset liikenteen päästöistä.  Pienhiukkasten pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla eurooppalaisittain alhaisia ja pitoisuudet ovat alle EU:ssa hyväksytyin raja- ja tavoitearvon. Pienhiukkaset ovat kuitenkin terveysvaikutuksiltaan haitallisin kaupunki-ilman epäpuhtaus, ja haittoja on havaittu myös pääkaupunkiseudun pitoisuustasoilla. Otsonpitoisuuksille annetut pitkän ajan tavoitteet terveyden ja kasvillisuuden suojelemiseksi ylittyvät pääkaupunkiseudulla. Kaukokulkeumalla on suuri vaikutus sekä pienhiukkasten että otsonin pitoisuuksiin. Ilmanlaadun mittausten perusteella arvioiden on todennäköistä, että hiukkasiin sitoutuneen bentso(a)pyreenin tavoitearvot ylittyvät paikoin puun pienpolttoa suosivilla alueilla.  Rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja lyijyn pitoisuudet ovat parin viime vuosikymmenen aikana laskeneet huomattavasti ja ne ovat nykyisin selvästi sekä raja- että ohjearvojen alapuolella. Myös bentseenin pitoisuudet ovat selvästi raja-arvon alapuolella ja arseenin, kadmiumin sekä nikkelin pitoisuudet tavoitearvojen alapuolella.  Liikenne, pienpoltto ja energiantuotanto ovat pääkaupunkiseudulla ilmanlaatuun eniten vaikuttavat päästölähteet. Liikenteen ja pienpolton vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi. Lisäksi autoliikenne nostaa teiden pinnoilta ilmaan hiukkasia, jotka ovat peräisin asfaltin kulumisesta, liukkauden torjunnasta ym. lähteistä, ja vaikuttaa siten myös epäsuorasti ilmanlaatuun.  Autoliikenteen ja energiantuotannon päästöt ovat viimeisten parin vuosikymmenen aikana vähentyneet. Liikenteen päästönormit kiristyvät tulevaisuudessa, mutta toisaalta liikennemäärien ennustetaan kasvavan voimakkaasti. Dieselajoneuvojen hiukkaspäästöjen vähentämistekniikat ovat lisänneet typpidioksidin osuutta päästöissä. Vaarana on, että typpidioksidin päästöt kasvavat, koska dieselkäyttöisten henkilöautojen määrä kasvaa edelleen lähitulevaisuudessa. Energiantuotannon päästöissä ei tapahtune suuria muutoksia. Lento- ja laivaliikenteen ennustetaan kasvavan lähitulevaisuudessa, samoin niiden päästöjen rikkidioksidia lukuunottamatta. Päästömääryksiä tiukennetaan, mutta ne vaikuttavat hitaasti.  Kaukolämpö on yleisin rakennusten lämmönlähde pääkaupunkiseudulla. Pientalojen yleisin lämmitystapa puolestaan on sähkölämmitys. Pientaloista vain noin 2 % käyttää puuta ensisijaisena lämmitysmuotona, mutta yli puolet pientaloista käyttää sitä toissijaisesti. Puupolton haitat korostuvat pääkaupunkiseudun tiivistyillä asuinalueilla, koska päästöille altistuvien ihmisten määrä on suuri. Pienpolton päästöt ja niiden vaikutukset ilmanlaatuun tunnetaan kuitenkin pääkaupunkiseudulla toistaiseksi melko huonosti. Erityisesti pienhiukkasten päästöt ovat merkittävät suhteessa muiden lähteiden päästöihin.  Pääkaupunkiseudulla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu samalainen terveyshaittojen kirjo kuin saastuneimmissa eurooppalaisissa kaupungeissa. Alueen ilmanlaadulle on tyypillistä suhteellisen matala pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuus, mutta lyhyemmällä ajanjaksolla esiintyy paljon korkeampia pitoisuuksia ns. ilmansaaste-episodien aikana. Terveyden kannalta haitallisimpia ilmansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muista polttolähteistä peräisin olevat pienhiukkaset.  Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen ja YTV ovat yhteistyössä laatineet ilmansuojelun toimintaohjelmat vuosille 2008–2016. Ohjelmien tavoitteena on, että vuoteen 2016 mennessä ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat alentuneet pysyvästi raja-arvojen alapuolelle. Ilmanlaatu on parantunut ja sen seurauksena kaupunkilaisten terveyteen kohdistuvat ilman epäpuhtauksien aiheuttamat kielteiset vaikutukset ovat vähentyneet ja elinympäristön viihtyisyys parantunut.  Tähän raporttiin on koottu taustatietoja pääkaupunkiseudusta, ilmanlaadusta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Lisäksi raporttiin on sisällytetty tietoja ilmanlaatuun liittyvistä lainsäädännöstä, kansainvälisistä sopimuksista ja kansallisista ja alueellisista strategioista ja ohjelmista.			
Avainsanat: ilmanlaatu, ilmansuojelu, toimintaohjelma, typpidioksidi, hiukkaset			
ISSN	ISBN (nid.)	Kieli: suomi	Sivuja: 92
	ISBN (pdf)		
YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, PL 521, 00521 Helsinki, puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369			

## Sammandragssida

Utgivare: Huvudstadsregionens samarbetsdelegation			
Författare: Päivi Aarnio, Jarkko Niemi, Tarja Koskentalo, Anu Kousa, Maria Myllynen			Datum 25.1.2008
Publikationens titel: Luftkvaliteten i huvudstadsregionen och faktorer som påverkar den. Bakgrundsinformation till åtgärdsprogram för luftskydd			
Finansiär / Uppdragsgivare: Huvudstadsregionens samarbetsdelegation			
Sammandrag: Huvudstadsregionen hör luftkvalitetsmässigt till de renaste metropolområdena i Europa. Vid mätningar av luftkvaliteten har man dock konstaterat överskridningar av dygnsgränsvärdena för inandningsbara partiklar (PM <sub>10</sub> ) och årsgränsvärdet för kvävedioxid (NO <sub>2</sub> ) inom de livligt trafikerade områdena i Helsingfors centrum, speciellt i gatukanjoner. I Esbo, Vanda eller Grankulla har inga överskridningar uppmätts. De nationella riktvärdena för dygnskoncentrationer av inandningsbara partiklar och kvävedioxid överskrids, förutom i Helsingfors centrum, ställvis även i Esbo och Vanda. Gränsvärdesöverskridningarna för inandningsbara partiklar orsakas huvudsakligen av gatudamm och gränsvärdesöverskridningarna för kvävedioxid av trafikens utsläpp.  Koncentrationerna av finpartiklar är inom huvudstadsregionen i europeiskt hänseende låga och koncentrationerna ligger under det gräns- och målvärde som godkänts i EU. Finpartiklarna är dock hälsoeffektligt den mest skadliga orenheten i stadsluften och skador har även observerats med huvudstadsregionens koncentrationer. Långtidsmålen för ozonkoncentrationer, för att skydda hälsa och växtlighet, överskrids i huvudstadsregionen. Fjärrtransporten har en stor inverkan på koncentrationerna av såväl finpartiklar som ozon. Med bedömning utgående från mätningar av luftkvaliteten är det sannolikt, att målvärdena för benzo(a)pyren bundet till partiklar ställvis överskrids på områden där man gynnar småskalig förbränning av ved.  Koncentrationerna av svaveldioxid, kolmonoxid och bly har under de senaste årtiondena sjunkit betydligt och ligger numera klart under både gräns- och riktvärden. Även koncentrationerna av bensen ligger klart under gränsvärdet och koncentrationerna av arsen, kadmium och nickel under målvärdena.  Trafiken, den småskaliga förbränningen och energiproduktionen är de utsläppskällor som mest inverkar på luftkvaliteten i huvudstadsregionen. Effekterna av trafiken och den småskaliga förbränningen accentueras av den låga utsläppshöjden. Därtill river biltrafiken upp partiklar som härstammar från asfaltslitage, halkbekämpning m.fl. källor, från vägytorna upp i luften och påverkar sålunda även indirekt luftkvaliteten.  Utsläppen från biltrafiken och energiproduktionen har under de senaste par årtiondena minskat. Utsläppsnormerna för trafiken skärps i framtiden, men å andra sidan förutspås trafikmängderna kraftigt öka. Reduceringsteknikerna för partikelutsläpp från dieselfordon har ökat andelen kvävedioxid i utsläppen. Risken finns att utsläppen av kvävedioxid ökar, på grund av att antalet dieseldrivna personbilar i en nära framtid ytterligare torde växa. Gällande energiproduktionens utsläpp torde det inte ske större förändringar. Flyg- och fartygstrafiken förutspås öka i en nära framtid, likaså deras utsläpp, förutom svaveldioxid. Utsläppsbestämmelserna skärps, men deras effekt är långsam.  Fjärrvärme är den allmännaste uppvärmningskällan för byggnader i storstadsregionen. Småhusens allmännaste uppvärmningssätt å sin sida är eluppvärmning. Av småhusen använder endast cirka 2 % ved som primärt uppvärmningssätt, men över hälften av småhusen använder ved sekundärt. Vedeldningens olägenheter accentueras i huvudstadsregionens tätande bostadsområden, då antalet människor som exponeras för utsläppen är stort. Utsläppen från småskalig förbränning och deras inverkan på luftkvaliteten är tills vidare relativt dåligt kända inom storstadsregionen. Speciellt utsläppen av finpartiklar är betydande i förhållande till utsläpp från andra källor.  Forskningsresultaten från huvudstadsregionen har visat likadana hälsobesvär som de som konstaterats i övriga europeiska städer med sämre luftkvalitet. Typiskt för luftkvaliteten inom huvudstadsregionen är de relativt låga årshalterna av finpartiklar och inandningsbara partiklar, men tidvis uppkommer mycket högre koncentrationer under sk. luftföroreningsepisoder. Hälsoeffektligt viktigaste föroreningar är finpartiklar från trafiken och från småskalig förbränning samt från andra (förbrännings) källor.  Helsingfors, Esbo, Vanda, Grankulla och SAD har i samarbete utarbetat åtgärdsprogram för luftskydd för åren 2008 – 2016. Programmets målsättning är, att koncentrationerna av orenheter i luften fram till år 2016 permanent har sjunkit under gränsvärdena. Luftkvaliteten har förbättrats och som en följd av detta har de negativa effekterna av luftens orenheter, som riktas mot stadsbornas hälsa, minskat och livsmiljöns trivsel förbättrats.  I denna rapport har man samlat bakgrundsinformation om huvudstadsregionen, luftkvaliteten och faktorer som påverkar denna. Därtill har man i rapporten inkluderat uppgifter om lagstiftning, internationella avtal och nationella samt regionala strategier och program som berör luftkvaliteten.			
Nyckelord: luftkvalitet, luftskydd, åtgärdsprogram, kvävedioxid, partiklar			
ISSN	ISBN (nid.) ISBN (pdf)	Språk: finska	Sidantal: 92
Huvudstadsregionens samarbetsdelegation, PB 521, 0051 Helsingfors, telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369			



## Abstract page

Published by: YTV Helsinki Metropolitan Area Council			
Author: Päivi Aarnio, Jarkko Niemi, Tarja Koskentalo, Anu Kousa, Maria Myllynen			Date of publication 25.1.2008
Title of publication: Air Quality and Factors Affecting It in the Helsinki Metropolitan Area. Background Data for the Air Pollution Control Programmes			
Financed by / Commissioned by: YTV Helsinki Metropolitan Area Council			
<p>Abstract:</p> <p>Air quality in the Helsinki metropolitan area is one of the cleanest among metropolitan areas in Europe. However, exceedances of the air quality limit values for nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and thoracic particles (PM<sub>10</sub>) have been observed along the busiest streets in downtown Helsinki, especially in street canyons. In the cities of Espoo, Vantaa, and Kauniainen no exceedances have been measured. The national 24 h guidelines for nitrogen dioxide and thoracic particles have been exceeded both in Helsinki and the other cities. The exceedances of the PM<sub>10</sub> limit value and guideline are mostly due to street dust and those for NO<sub>2</sub> due to car traffic emissions.</p> <p>The concentrations of fine particles are low in the area compared to European levels, and are below the target and limit value adopted by the EU Commission. However, fine particles are considered the most hazardous of air pollutants and adverse health effects have been observed on these low concentration levels. The long-term objectives for ozone to protect health and vegetation are exceeded in some areas. Long-range transport has a large effect on the concentrations of both fine particles and ozone. Based on the air quality measurements it is also likely that the target value for benzo(a)pyrene is exceeded in some areas with small-scale wood burning.</p> <p>The concentrations of sulfur dioxide, carbon monoxide, and lead have considerably decreased during the past decades and are at present well below the EU limit values and the national guidelines. Also the concentrations of benzene are below the limit value and those of arsenic, cadmium, and nickel below the target values.</p> <p>Traffic, energy production, and small-scale wood burning are the dominant emission sources in the Helsinki metropolitan area. Due to low emission height the effects of traffic and wood burning are emphasized. Moreover, traffic raises from the streets surfaces particles that originate from asphalt wear, street sanding and other sources, and thus affects air quality indirectly.</p> <p>The emissions from traffic and energy production have decreased during the past decades. In the future, the emission standards for traffic will become more stringent, but on the other hand the traffic volumes will increase considerably. The technologies aiming at decreasing the particle emissions from diesel vehicles tend to increase the proportion of NO<sub>2</sub> in the emissions. There is a possibility that the emissions of NO<sub>2</sub> will increase. The emissions of energy production are expected to remain at present level during the next ten years. The volumes of ship and air traffic as well as their emissions despite sulfur dioxide are expected to increase in the near future. The emission regulations will be tightened, but they affect slowly.</p> <p>Majority of the buildings in the metropolitan area are attached in the district-heating network. Most single family and semi-detached houses use electricity for heating. Wood is used as a primary fuel in 2 percent of them. As a secondary fuel it is used in more than half of them. The harmful effects of small scale wood burning are emphasized because the number of exposed people is large. However, the emissions and effects of small-scale wood burning are known rather inadequately. Especially the emissions of particles are large compared to other sources.</p> <p>Studies conducted in the Helsinki metropolitan area show a similar range of health effects to those discovered in other, more polluted European cities. Characteristic for the air quality in the Helsinki metropolitan area is the relatively low annual concentration of fine particles and thoracic particles, but there are shorter periods of significantly higher concentrations during so called air pollution episodes. As far as health is concerned, the most important pollutants are fine particles from traffic and from small scale combustion as well as other combustion sources.</p> <p>The cities of Helsinki, Espoo, Vantaa, and Kauniainen and the Helsinki Metropolitan Area Council (YTV) have in cooperation prepared air pollution control programmes for the years 2008–2016. The aim of the programmes is that in 2016 the concentrations of pollutants are constantly below the limit values. Air quality has improved and the adverse health effects caused by air pollutants have diminished and the quality of the environment improved.</p> <p>In this report the necessary background information on the Helsinki metropolitan area, on air quality and the factors affecting it is given. The report also includes information on the international agreements, air quality legislation, and national strategies and programmes.</p>			
Keywords: air quality, air pollution control, plans and programmes, nitrogen dioxide, particles			
ISSN	ISBN (nid.)	Language: Finnish	Pages: 92
	ISBN (pdf)		
YTV Helsinki Metropolitan Area Council, Box 521, 0051 Helsinki, phone +358 9 15 611, fax +358 9 156 1369			



## Sisällysluettelo

Esipuhe.....	3
1. Johdanto.....	11
2. Taustatietoja pääkaupunkiseudusta .....	13
2.1 Sijainti, topografia ja meteorologiset olosuhteet.....	13
2.2 Väestö ja kaupunkirakenne .....	13
2.3 Liikennemäärät ja liikkuminen .....	15
2.4 Energiantuotanto ja -kulutus.....	17
3. Ilman epäpuhtauksien päästöt ja niiden kehittyminen .....	19
3.1 Liikenne .....	19
3.2 Energiantuotanto .....	21
3.3 Pienet pistelähteet.....	22
3.4 Pintalähteet .....	22
4. Ilmanlaadun seuranta pääkaupunkiseudulla .....	24
5. Ilmanlaadusta tiedottaminen.....	26
6. Ilmanlaatu ja sen kehittyminen .....	27
6.1 Yleistä pääkaupunkiseudun ilmanlaadusta .....	27
6.2 Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> ).....	30
6.3 Pienhiukkaset (PM <sub>2,5</sub> ) .....	33
6.4 Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> ).....	34
6.5 Otsoni (O <sub>3</sub> ).....	36
7. Pitoisuuksien arviointi leviämismallien avulla .....	39
8. Ilman epäpuhtauksille altistuminen.....	42
8.1 Altistumiseen liittyvät tutkimukset pääkaupunkiseudulla .....	42
8.2 Raja-arvot ylittävälle pitoisuuksille altistuvien määrät .....	43
9. Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset pääkaupunkiseudulla .....	44
10. Asukkaiden näkemyksiä ilmanlaadusta .....	46
11. Sopimukset ja lainsäädäntö.....	48
11.1 Kansainväliset sopimukset .....	48
11.2 Ilmanlaatua koskevia säädöksiä.....	48
11.3 Liikenteen päästömääräykset.....	50
11.4 Muita päästöjä ja polttoaineita koskevia säädöksiä.....	51
11.5 Puuta käyttävien lämmityslaitteiden päästövaatimukset .....	52
11.6 Muu lainsäädäntö .....	52
11.7 Ympäristölupamenettely .....	52
11.8 Ympäristövaikutusten arviointi.....	53
12. Kansainvälisiä ja kansallisia strategioita ja ohjelmia .....	54
12.1 EU-komission teemakohtaiset strategiat .....	54
12.2 Ympäristöministeriön ilmansuojeluohjelma 2010 .....	56
12.3 Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä vuoteen 2010.....	56
12.4 Suomen kansallinen ympäristöterveysohjelma .....	57
12.5 Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma sekä Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä .....	57
12.6 Uudenmaan ympäristöohjelma 2020.....	58
12.7 Uudenmaan maakuntasuunnitelma 2030 ja maakuntaohjelma 2007–2010 .....	59
12.8 Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia.....	60
13. Yhteenveto .....	64
14. Lähdeluettelo .....	70
Liite 1. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun päätieverkolla syksyllä 2005 .....	76
Liite 2. Päästöt.....	77
Liite 3. Ilmanlaatuindeksin kuvaus.....	81

Liite 4. Ilman epäpuhtauksien vaikutukset .....	82
Liite 5. Ilman epäpuhtauksille annetut raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvot.....	86
Liite 6. Lyhenteitä ja määritelmiä .....	88

## 1. Johdanto

Ilman epäpuhtaudet ovat ihmisen toiminnasta tai luonnosta peräisin olevia haittaa aiheuttavia kaasumaisia tai hiukkasmaisia aineita. Haitat voivat olla maailmanlaajuisia, alueellisia tai paikallisia. Maailmanlaajuisia vaikutuksia ovat ilmastomuutos ja yläilmakehän otsonikato. Alueellisia vaikutuksia ovat esimerkiksi maaperän ja vesistöjen happamoituminen sekä alailmakehän kohonneet otsonipitoisuudet. Paikallisia vaikutuksia ovat haitat ihmisten terveydelle ja lähiympäristölle sekä erilaiset viihtyisyys- ja materiaalihaitat. Pääkaupunkiseudun ilmansuojeluohjelmat painottuvat epäpuhtauksien paikallisiin vaikutuksiin. Alueellisista ongelmista käsitellään alailmakehän otsonia.

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla pitkällä aikavälillä pääsääntöisesti laskeneet tai pysytelleet ennallaan voimakkaasta väestön, liikennemäärien ja energiantuotannon kasvusta huolimatta. Keskimäärin ilmanlaatu on hyvä, mutta hiukkasten, typpidioksidin ja otsonin pitoisuudet ovat ajoittain haitallisen korkeita. Ilmanlaadun mittauksissa on todettu hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksille annettujen raja-arvojen ja otsonipitoisuudelle annettujen pitkän ajan tavoitteiden ylityksiä. Lisäksi tutkimuksissa on osoitettu ilman epäpuhtauksien aiheuttavan terveydellisiä haittoja pääkaupunkiseudun väestölle. Tiukentuneet ilmanlaadun raja-arvot, ilmanlaadun mittaukset katukuiluissa ja ilmanlaadun episoditilanteet ovat tuoneet pääkaupunkiseudun ilmanlaadun aika-ajoin voimakkaasti julki-suuteen. Pääkaupunkiseudulla on toteutettu runsaasti toimenpiteitä ilmanlaadun parantamiseksi, mutta nämä toimenpiteet ovat eräiden epäpuhtauksien osalta olleet riittämättömiä.

Ilmanlaadun raja-arvot on annettu ilmanlaatuasetuksessa (711/2001) vuonna 2001. Raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet, joita ei saa ylittää. Ympäristönsuojelulain mukaan kunnan on käytettävissään olevin keinoin estettävä raja-arvojen ylittyminen kunnan alueella. Typpidioksidin raja-arvot on saavutetta-

va vuoteen 2010 mennessä. Hiukkaspitoisuuksien tuli alittaa raja-arvot jo vuoden 2005 alussa.

Ilmanlaatuasetuksen mukaan kunta on raja-arvon ylittyessä velvollinen tekemään suunnitelmia ja ohjelmia raja-arvojen ylittymisen estämiseksi. Ne on laadittava 1,5 vuoden kuluessa sen vuoden päättymisestä, jolloin raja-arvo on ylittynyt. Mikäli hiukkasten raja-arvon ylittyminen johtuu talvihiekoituksesta, on laadittava selvitys ylityksen syistä ja toimenpiteistä, joihin on ryhdytty pitoisuuksien alentamiseksi. Selvitys on laadittava puolen vuoden kuluessa sen vuoden päättymisestä, jona raja-arvo on ylittynyt.

Asukkaille on tiedotettava ohjelmien valmistelusta ja varattava mahdollisuus antaa näistä mielipiteensä.

Suunnitelmien ja ohjelmien sisältövaatimukset on määritelty EU:n direktiiveissä ja ne on sisällytetty myös ilmanlaatuasetukseen. Suunnitelmissa ja ohjelmissa on mm. esitettävä tiedot alueen topografiasta, meteorologiasta, ilmanlaadusta, seurantamenetelmistä, päästöistä ja päästölähteistä. Lisäksi on mm. arvioitava sen alueen laajuus, jossa raja-arvot ylittyvät, sekä raja-arvot ylittävälle pitoisuuksille altistuvien ihmisten määrä.

Typpidioksidille ja hengitettävälle hiukkasille annettujen raja-arvojen ylityksiä on mittauksissa todettu Helsingissä, lähinnä vilkkaasti liikennöidyissä katukuiluissa sekä ydinkeskustan vilkasliikenteisimmillä alueilla.

Pääkaupunkiseudun kaupungit ja YTV alkoivat valmistella toimintaohjelmia typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuuksien alentamiseksi vuonna 2006. YTV:n Seutu- ja ympäristötieto kokosi raportiksi kaikille ohjelmille yhteiset taustatiedot. Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen sekä YTV laativat omat itsenäiset toimintaohjelmansa.

Toimintaohjelmiin liittyvät läheisesti myös vuonna 2007 hyväksytty Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma ilman epäpuhtauspitoisuuksien äkilliseen kohoamiseen (Viinanen 2007) vuonna

2004 laadittu YTV:n Seudullisen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidin varalle (YTV 2004) sekä Espoon kaupungin valmiussuunnitelma koskien varautumista liikenteen aiheuttaman typpidioksidipitoisuuden kohoamiseen (Espoon ympäristökeskus 2006).

YTV:n hallitus on 14.12.2007 hyväksynyt pääkaupunkiseudun ilmastostrategian (YTV 2007b). Strategiassa esitettyjen toimenpiteiden pääpaino on kasvihuonekaasujen vähentämisessä, mutta osa toimista vähentää myös hiukkasten, typenoksidien ja muiden epäpuhtauksien päästöjä. Siten pääkaupunkiseudun ilmastostrategia ja ilmansuojelun toimintaohjelmat muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden ja toimenpiteiden toteutuksessa on otettava huomioon sekä ilmasto- että ilmanlaatuvaikutukset.

Pääkaupunkiseudun ilmansuojelun toimintaohjelmien visio vuodelle 2016 on:

**Ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat alentuneet pysyvästi raja-arvojen alapuolelle. Ilmanlaatu on parantunut ja sen seurauksena kaupunkilaisten terveyteen kohdistuvat ilman epäpuhtauksien aiheuttamat kielteiset vaikutukset ovat vähentyneet ja elinympäristön viihtyisyys parantunut.**

Painopiste on toimissa, joilla typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet saadaan raja-arvojen alapuolelle. Lisäksi pyritään otsonin ja pienhiukkasten pitoisuuksien alentamiseen. Ilmanlaadun parantamisen ohella toisena keskeisenä tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Ohjelmat on laadittu vuosille 2008–2016.

## 2. Taustatietoja pääkaupunkiseudusta

### 2.1 Sijainti, topografia ja meteorologiset olosuhteet

Pääkaupunkiseutu on Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten kuntien muodostamaa alue, joka sijaitsee Etelä-Suomessa Suomenlahden rannalla. Pitkän aikavälin (1971–2000) keskilämpötila oli Helsingin Kaisaniemessä talvella jouluhelmikuussa  $-3,8\text{ °C}$  ja kesällä kesä-elokuussa  $15,9\text{ °C}$ . Pitkän aikavälin keskimääräinen sademäärä on noin 640 mm vuodessa; sademäärä on alhaisin keväällä. Pysyvä lumipeite tulee keskimäärin joulukuun lopussa ja lähtee maaliskuun lopussa pääkaupunkiseudulla. Vallitseva tuulen suunta on lounaasta.

Pääkaupunkiseutu ja sen ympäristö ovat topografialtaan tasaista, alavaa aluetta. Sen korkeimmatkin kohdat ovat vain noin 90 metriä meren pinnan yläpuolella. Tasaiset pinnanmuodot ja avoin sijainti meren rannassa edistävät ilman epäpuhtauksien tehokasta sekoittumista ja laimenemista. Toisaalta kylmän ilmaston vuoksi talvella esiintyy ajoittain voimakkaita maanpintainversioita (Mäkelä ym.1996, Karppinen ym. 2001), jolloin ilman epäpuhtauksien sekoittuminen ja laimeneminen on hyvin heikkoa. Epäpuhtauksien pitoisuudet saattavat tällaisissa tilanteissa kohota huomattavasti tavanomaista korkeammiksi. Suomalaisien ja muiden ilmastoltaan samankaltaisten maiden kaupunkien ilmanlaadun erityispiirre on keväiset katupölyepisodit. Talven aikana katujen ja teiden pinnoille kertyy autojen renkaiden alla jauhautunutta asfalttipölyä ja hiekoitushiekkaa. Katupöly pääsee nousemaan ilmaan keväällä, kun teiden pinnat sulavat ja kuivuvat. Tällöin hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuudet nouse-

vat ajoittain erittäin korkeiksi vilkasliikenteisillä alueilla. Keväälle tyypilliset aamuiset inversiotilanteet ja kuivat heikkotuuliset säät myötävaikuttavat lisäksi pitoisuuksien kohoamiseen. Pohjoinen sijainti kaukana Euroopan saasteisimmista alueista ja kylmä ilmasto ovat toistaiseksi pitäneet otsonipitoisuudet melko alhaisina Suomessa verrattuna eteläisempään Eurooppaan.

### 2.2 Väestö ja kaupunkirakenne

Pääkaupunkiseudun kokonaispinta-ala on yhteensä  $766\text{ km}^2$  (taulukko 1). Vuodenvaihteessa 2005/2006 pääkaupunkiseudulla asui yhteensä 988 000 henkilöä. Keväällä 2007 alueen väkiluku ylitti miljoonan asukkaan rajan. Helsingissä asuu yli puolet seudun väestöstä. Myös väestötiheys on selvästi suurin Helsingissä, 3010 henkilöä/maa- $\text{km}^2$  vuoden vaihteessa 2005/2006.

Pääkaupunkiseudun väkiluku on noin puolitoistakertaistunut viimeisen 40 vuoden kuluessa. Voimakkaimmin väestö on kasvanut Espoossa ja Vantaalla, joissa väkiluku on likimain kolminkertaistunut. Pääkaupunkiseudun väkiluvun kasvun ennustetaan jatkuvan nopeana myös tulevaisuudessa. Seudun vuotuinen kasvuennuste on keskimäärin 0,8 prosenttia jaksolla 2006–2015 ja 0,7 prosenttia jaksolla 2006–2025 (taulukko 2). Väkiluvun kasvun ennustetaan olevan vuoteen 2025 mennessä voimakkainta Espoossa, melko voimakasta Vantaalla ja selvästi hitaampaa Helsingissä sekä Kauniaisissa. Pääkaupunkiseudun väkiluvun arvioidaan siten olevan noin 1,1 miljoonaa vuonna 2025. Väestön kasvu on viime vuosikymmeninä ollut voimakasta myös pääkaupunki-

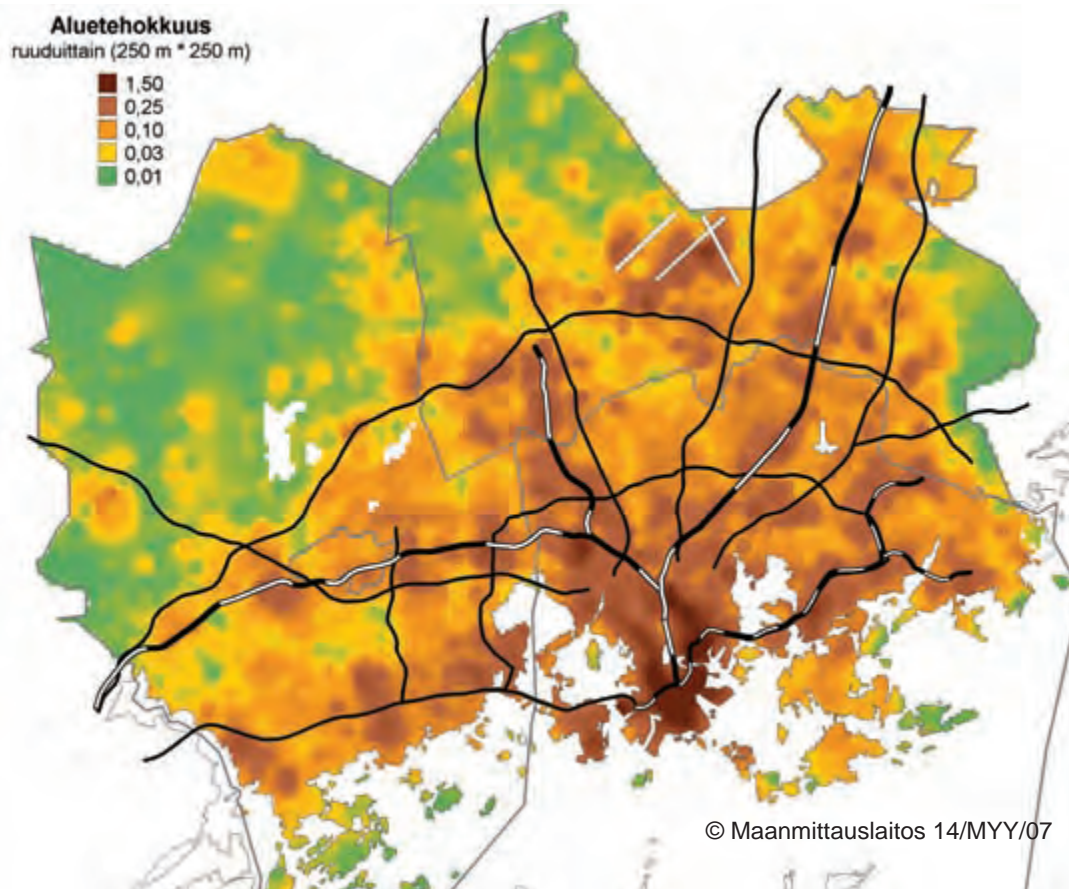
Taulukko 1. Pääkaupunkiseudun kuntien pinta-ala, väestö ja väestötiheys vuodenvaihteessa 2005/2006 (Helsingin kaupungin tietokeskus 2006). Merialueet eivät ole mukana pinta-aratiedoissa.

	Maapinta-ala km <sup>2</sup>	Vesipinta-ala km <sup>2</sup>	Yhteispinta-ala km <sup>2</sup>	Väkiluku henk.	Väestötiheys henk./maa- $\text{km}^2$
Helsinki	186	1	187	560905	3010
Espoo	312	18	330	231704	743
Vantaa	241	2	243	187281	779
Kauniainen	6	0	6	8457	1436
Pääkaupunkiseutu	745	21	766	988347	1327

Taulukko 2. Pääkaupunkiseudun kuntien väkiluku vuoden vaihteessa 2005/2006, ennusteet 1.1.2015 ja 2025 sekä väkiluvun muutos (Pääkaupunkiseudun neuvottelukunta 2007).

Väkiluku	2006	2015	2025
Helsinki	560 905	578 600	593 000
Espoo	231 704	262 600	292 000
Vantaa	187 281	205 000	224 000
Kauniainen	8 457	9 000	8 900
Pääkaupunkiseutu	988 347	1 055 000	1 118 000

Väkiluvun muutos	2006-2015	%/vuosi	2006-2025	%/vuosi
Helsinki	17 738	0,4	32 000	0,3
Espoo	30 896	1,5	50 000	1,4
Vantaa	17 910	1,1	37 000	1
Kauniainen	546	0,7	400	0,2
Pääkaupunkiseutu	67 090	0,8	129 000	0,7



Kuva 1. Aluetehokkuus pääkaupunkiseudun rakennetuilla alueilla.



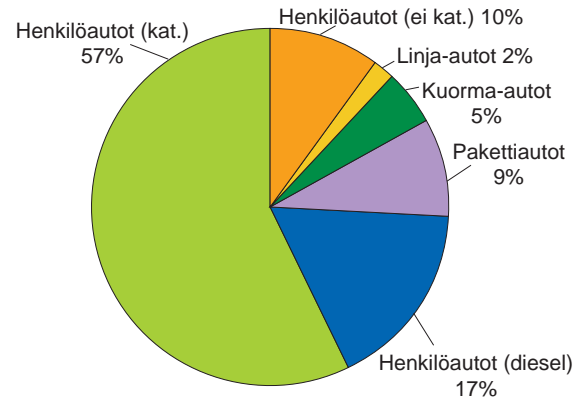
seutua ympäröivissä kunnissa. Väkiluvun nousun ennustetaan olevan useissa kehyskunnissa vielä nopeampaa kuin pääkaupunkiseudulla seuraavan 20 vuoden kuluessa (Helsingin kaupungin tietokeskus 2006).

Pääkaupunkiseutu on väljästi rakennettu. Rakennettujen alueiden aluetehokkuusluku eli rakennetun kerrosalan suhde maapinta-alaan on koko seudulla keskimäärin 0,25 (kuva 1). Suurin osa rakennetusta alueesta jää kuitenkin selvästi alle tämän keskimääräisen arvon. Helsingin kantakaupungissa rakenne on tiiveintä. (YTV 2006a) Tulevaisuuden yleiskaavasuunnitelmissa pääkaupunkiseudun maankäyttörakennetta pyritään eheyttämään ja tiivistämään. Toisaalta seudun kaupunkirakenne laajenee entistä suuremmalle alueelle asumisväljyyden ja väestönkasvun seurauksena. Pääkaupunkiseudun yhdyskuntarakenteen toimivuuden kannalta on tärkeää, että seudun rakenne ei hajaudu liiaksi. (YTV 2007a)

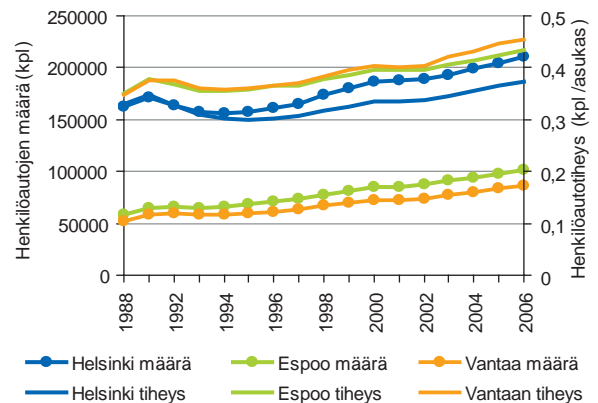
### 2.3 Liikennemäärät ja liikkuminen

Ajoneuvosuorite (ajoneuvojen kulkema matka) pääkaupunkiseudun yleisillä teillä ja kaduilla oli vuonna 2006 noin 5 000 miljoonaa ajoneuvokilometriä. Ajoneuvosuoritteiden kasvu on ollut viime vuosina noin 1–2 % vuodessa. Henkilöautojen osuus ajoneuvosuoritteesta on noin 83 % (kuva 2). Henkilöautojen määrä ja autotiheys ovat kasvaneet pääkaupunkiseudulla (kuva 3). Kaikkein vilkkaimmin liikennöityjä alueita pääkaupunkiseudulla ovat pääväylät sekä Helsingin kantakaupunki (liite 1). Liikennemäärät ovat kasvaneet nopeasti Espoon ja Vantaan alueilla sekä poikittaisväylillä. Helsingissä liikennemäärät ovat kasvaneet viime vuosina voimakkaasti esikaupunkialueiden pääväylillä ja pysytelleet melko vakioina keskusta-alueella (Lilleberg ja Hellman 2007). Liikennemuutokset ovat levinneet yhä laajemmalle alueelle ja kestävätkin aikaisempaa kauemmin (YTV 2007a).

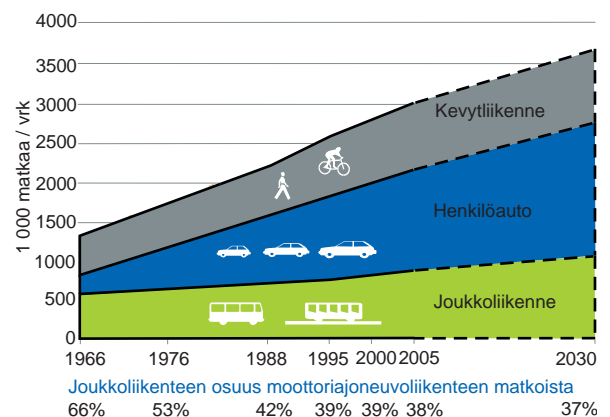
Pääkaupunkiseudun viime vuosikymmenien kasvu ja yhdyskuntarakenteen leviäminen on merkinnyt erityisesti henkilöautoliikenteen voimakasta lisääntymistä ja joukkoliikenteen kulku-



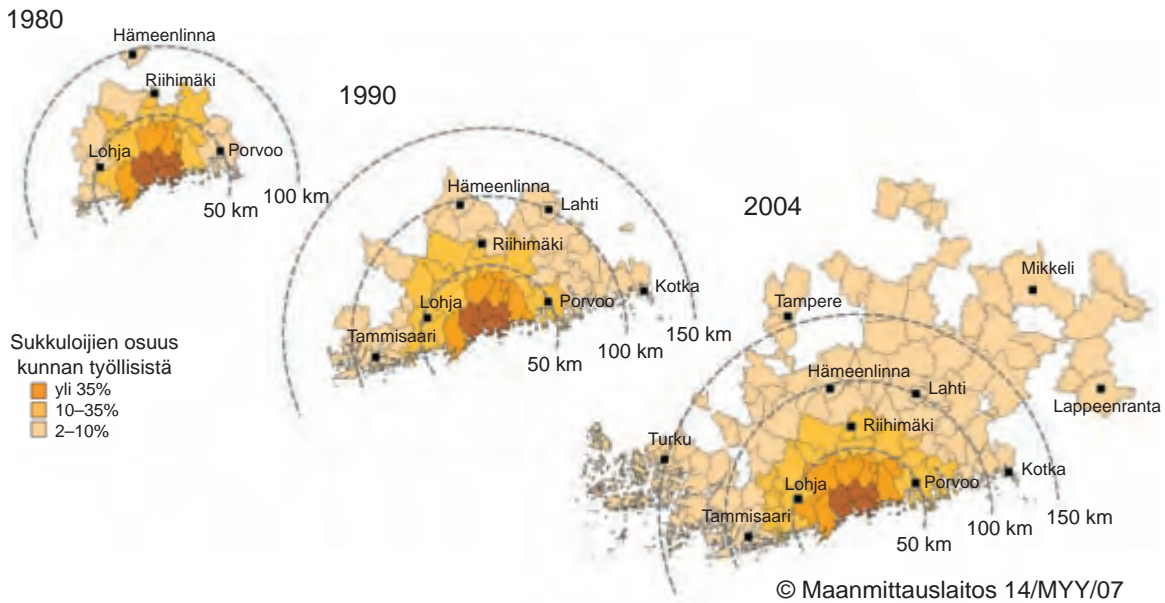
Kuva 2. Eri ajoneuvotyyppien osuudet ajoneuvosuoritteesta pääkaupunkiseudulla vuonna 2006 (Mäkelä, 2007).



Kuva 3. Henkilöautojen määrän ja henkilöautotiheyden kehitys pääkaupunkiseudulla vuosina 1988–2006 (Työsuhdeautot on pääosin yrityksen kunnassa) (Ajoneuvohallintokeskus).



Kuva 4. Henkilöliikenteen kehitys pääkaupunkiseudulla jaksolla 1966–2030 (YTV, 2007a).



Kuva 5. Pääkaupunkiseudun työssäkäyntialueen laajentuminen 1980–2004 (Lähde: YTV).

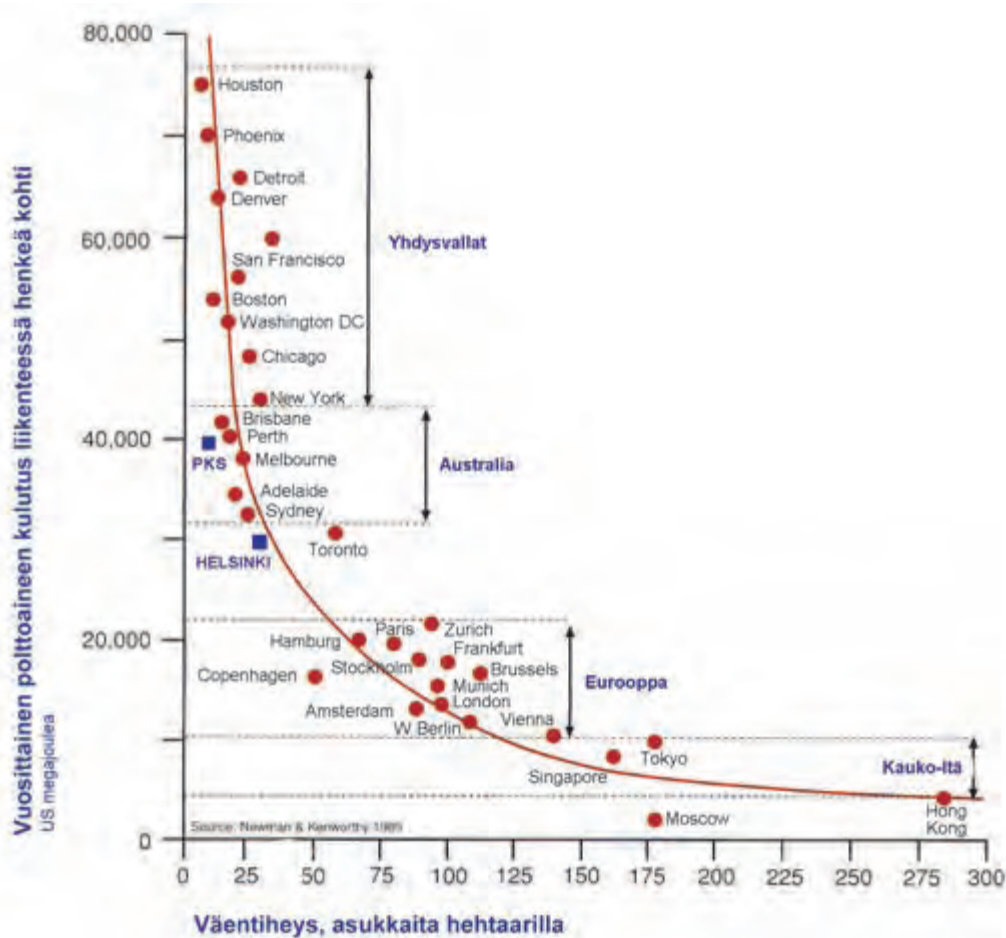
tapaosuuden supistumista (kuva 4). Työmatkat seudun sisällä ovat pidentyneet ja vapaa-ajan liikenne on kasvanut huomattavasti. Pääkaupunkiseudulle tullaan myös entistä kauempaa töihin (kuva 5). Pääkaupunkiseudulla käy nykyään töissä noin 110 000 alueen ulkopuolella asuvaa ihmistä. Määrän on arvioitu kasvavan vuoteen 2030 mennessä jopa 170 000–180 000:een. Pääkaupunkiseudulta puolestaan matkustaa päivittäin noin 24 000 ihmistä töihin alueen ulkopuolelle. (YTV 2006b ja 2007a).

Tulevaisuudessa matkat pitenevät ja ajoneuvoliikenteen kilometrisuorite kasvaa edelleen maankäytön levitessä entistä laajemmalle pääkaupunkiseudulla ja sitä ympäröivillä alueilla. Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelma 2007:ssä on henkilöautoliikenteen kilometrisuoritteen arvioitu nousevan noin 40 prosenttia jaksolla 2005–2030 (YTV 2007a). Liikenteen kasvu kohdistuu suurelta osin pääliikenneväylille Espooseen ja Vantaalle sekä Helsingin esikaupunkialueille. Joukkoliikenteen kulkutapaosuus moottoriajoneuvomatkoista säilyy ennusteen mukaan lähes nykyisellään ja on noin 37 prosenttia (kuva 4). Kevyen liikenteen matkoja tehdään ennusteen mukaan pääkaupunkiseudulla ja koko Uudellamaalla noin 12 prosenttia enemmän vuonna 2030 kuin vuonna 2005. Raskaan liikenteen kilometrisuoritteen kasvuvauhdin on ennus-

tettu olevan suunnilleen yhtä nopeaa kuin henkilöautoliikenteessä (Tiehallinto 2002).

Nykyinen maankäyttö mahdollistaisi hyvin joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen käytön lisääntymisen pääkaupunkiseudulla. Arviolta 75 % pääkaupunkiseudun asukkaista asuu ja yli 80 % työskentelee ns. joukkoliikennekaupungin alueella. Vajaa puolet (44 %) seudun väestöstä asuu alle kilometrin etäisyydellä lähimmältä juna- tai metroasemalta. Työpaikkojen vastaava osuus on 54 %. Raideliikenteen vaikutuspiirissä asuvien suhteellinen osuus ei ole viime vuosikymmeninä kasvanut. (YTV 2006a)

Väljän kaupunkirakenteen vuoksi polttoaineen kulutus henkilöä kohden liikenteessä on pääkaupunkiseudulla melko korkea verrattuna muihin Euroopan kaupunkeihin ja vastaa lähinnä amerikkalaisia autokaupunkeja (kuva 6) (YTV 2006a). Vuodesta 1992 on kaikissa uutena myytävissä bensiinikäyttöisissä autoissa ollut kolmitoimikatalysaattori. Ilman katalysaattoria olevien henkilöautojen ajosuoriteosuus koko henkilöauto-suoritteesta oli noin 10 % vuonna 2006 (kuva 2). Ensirekisteröityjen henkilöautojen energiankulutus ajettua kilometriä kohden laski selvästi Suomessa 1990-luvulla, koska sekä ajoneuvot että polttoaineet kehittyivät. Viime vuosina tämä edullinen suuntaus on kuitenkin bensiinikäyttöisillä



Lähteet: Towards an Urban Renaissance, Urban Task Force 1999 ja YTV

Kuva 6. Liikenteessä vuosittain kulutettu polttoaine henkeä kohden ja väestötiheys eräissä maailman kaupungeissa.

ajoneuvoilla pysähtynyt. Dieselkäyttöisillä ajoneuvoilla ominaisenergiankulutus on jopa kääntynyt selvään nousuun, koska painavien ja suuritehoisten autojen osuus on lisääntynyt (YTV 2006a).

## 2.4 Energiantuotanto ja -kulutus

Pääkaupunkiseudun energialaitoksissa tuotetun kaukolämpö- ja sähköenergian määrä on lähes kaksinkertaistunut viimeisen 20 vuoden kuluessa. Samaan aikaan voimalaitosten päästöt ovat laskeneet voimakkaasti, koska ominaispäästöt tuotettua energiayksikköä kohden ovat vähentyneet (Myllynen ym. 2006). Pääkaupunkiseudun energialaitoksissa käytetään pääosin maakaasua (~50–60 % kulutetusta polttoaineesta) ja kivihiiltä (~40–50 %). Öljyn (~2%) sekä biopolttoaineiden (~1%) osuudet ovat pienet. (Häyrinen 2007, Vuorinen 2007, Vantaan Energia 2007b).

Asukasta kohti laskettu sähkönkulutus pääkaupunkiseudulla on kasvanut vuosittain noin prosentin, kuten Suomessa keskimäärinkin. Noin puolet sähköenergiasta kuluu palvelusektorilla, reilu kolmannes kotitalouksissa ja noin kymmenesosa teollisuudessa. Sähkönkulutusta kasvattavat mm. erilaisten sähköisten järjestelmien ja laitteiden lisääntyminen sekä sähkölämmityksen yleistyminen uusissa pientaloissa. (YTV 2006a)

Kaukolämpö on selvästi yleisin rakennusten lämmönlähde pääkaupunkiseudulla (taulukko 3). Helsingissä sen osuus on peräti 86 % rakennusneliöiden mukaan laskettuna, muissa seudun kaupungeissa jonkin verran vähemmän. Kaukolämpö tuotetaan pääosin tehokkaasti yhdistettynä sähkön- ja lämmöntuotantona.

Yleisin pientalojen (eli erillis- ja rivitalojen) lämmitystapa pääkaupunkiseudulla on sähkölämmi-

Taulukko 3. Rakennusten lämmitystapaosuudet (%) pääkaupunkiseudulla vuonna 2006 rakennusneliöiden mukaan laskettuna (Lähde: Tilastokeskus).

	Pääkaupunkiseutu	Helsinki	Espoo ja Kauniainen	Vantaa
Kaukolämpö	78	86	67	68
Sähkö	10	6	17	17
Erillislämmitys	9	6	15	13
Tuntematon	2	3	2	2

tys (~48 %). Noin neljäsosa pientaloista on liitetty kaukolämpöön ja noin neljäsosa käyttää kevyttä polttoöljyä (Tilastokeskus 2007). Puuta käyttää pääasiallisena lämmönlähteenä 2 % ja maalämpöä 1 % pientaloista. Puu on melko harvinainen pientalojen ensisijainen lämmitysmuoto pääkaupunkiseudulla, mutta toissijaisena lämmitysmuotona sitä käyttää yli puolet pientaloista. Pääkaupunkiseudun pientaloissa käytetystä puusta pääosa poltetaan varaavissa takoissa ja puukiukaissa (Haaparanta ym. 2003). Vanhojen tulisijojen ominaispäästöt ovat usein suuret ja energiatehokkuus huono. Puun polton suosio on kasvanut ja lähes kaikkiin uusiin pientaloihin rakennetaan tulisija.

Pääkaupunkiseudun rakennuskanta oli yhteensä 72 miljoonaa kerrosneliometriä vuoden 2004 lopussa (Helsingin kaupungin tietokeskus 2006). Asukasmäärien ja asumisväljyyden kasvun arvioidaan synnyttävän vuoteen 2030 mennessä yhteensä noin 20 miljoonan kerrosneliometrin asuntorakentamistarpeen, josta puolet aiheutuu asukasmäärän kasvusta ja puolet asumisväljyyden kasvusta (YTV 2007a). Rakennuskannan kasvu lisää lämmitystarvetta ja siten tulevilla rakennus- ja lämmitystapavalinnoilla on vaikutusta myös ilmanlaatuun.

### 3. Ilman epäpuhtauksien päästöt ja niiden kehittyminen

Merkittävimmät ilman epäpuhtauksien päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö (taulukko 4). Kiinteistöjen erillislämmityksen päästöt tunnetaan kuitenkin vielä huonosti. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän teollisuutta, joten sen osuus alueen kokonaispäästöistä on pieni. Teollisuuden päästöistä aiheutuu kuitenkin toisinaan paikallisia ongelmia, kuten haju- ja pölyhaittoja.

#### 3.1 Liikenne

##### Autoliikenne

Liikenteen päästöistä merkittävimpiä ovat hiukkaset, typenoksidit, hiilimonoksidi ja hiilivedyt. Näiden suorien päästöjen lisäksi liikenne nostattaa tien pinnalta ilmaan hiukkasia, jotka ovat peräisin asfaltin kulumisesta ja liukkaudentorjunnasta ym. lähteistä. Nämä hiukkaset ovat epäsuoria pää-

töjä ja niiden määrää on hyvin vaikea arvioida. Pääkaupunkiseudun autoliikenteen suorat päästöt on arvioitu VTT:n LIISA 2006 -laskentajärjestelmällä käyttäen kuntien ilmoittamia liikennesuoritteita (Mäkelä 2007).

Niiden osuudet kokonaispäästöistä käyvät ilmi taulukosta 4 ja eri ajoneuvoluokkien osuudet taulukosta 5. Autoliikenne on suurin yksittäinen hiilimonoksidin ja hiilivetyjen (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden) päästölähde. Sen osuus on suuri myös typenoksidien ja hiukkasten päästöistä. Autoliikenteellä on päästöosuuttaan suurempi vaikutus ilmanlaatuun, koska päästöt vapautuvat matalalta.

Liikenteen kasvu on pääkaupunkiseudulla ollut voimakasta: vuodesta 1993 liikennemäärät ovat Helsingissä kasvaneet muutamaa poikkeusvuotta lukuun ottamatta reilun prosentin vuodessa. 2000-luvulla kaupungin rajan ja poikittaislinjan liikenteen kasvu on hidastunut. Ainoastaan

Taulukko 4. Pääkaupunkiseudun tärkeimpien päästölähteiden päästöt ilmaan vuonna 2006.

	Rikkidioksidi		Typenoksidit		Hiukkaset		Hiilimonoksidi		Hiilivedyt	
	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%
Energialaitokset	6211	92	8623	52	349	33				
Pienet pistelähteet #	156	2	133	1	29	3	33	0	296	6
Pintalähteet	107	2	372	2	33	3				
Tulisijojen käyttö*			105	1	300	29	4080	16	1800	38
Autoliikenne	7	0	5574	34	289	28	20732	80	2433	52
Laivaliikenne	246	4	1076	7	46	4			57	1
Lentoliikenne	52	1	596	4	1	0	1133	4	93	2
<b>Yhteensä</b>	<b>6779</b>	<b>100</b>	<b>16479</b>	<b>100</b>	<b>1047</b>	<b>100</b>	<b>25978</b>	<b>100</b>	<b>4679</b>	<b>100</b>

# päästötiedot vuodelta 2005

\* päästöarvio vuodelle 2000

Taulukko 5. Eri ajoneuvoluokkien osuudet (%) autoliikenteen päästöistä ja liikennesuoritteesta pääkaupunkiseudulla vuonna 2006.

	Hiukkaset	Typenoksidit	VOC	Hiilimonoksidi	Suorite
Henkilöautot, bensiini, ei kat.	1	16	44	43	10
Henkilöautot, bensiini, kat.	1	18	28	45	56
Henkilöautot, diesel	38	11	5	4	17
Pakettiautot, bensiini	0,05	0,5	2	2	0,5
Pakettiautot, diesel	24	8	4	2	9
Linja-autot	11	17	5	1	2
Kuorma-autot	24	30	13	2	5

VOC = haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Kehä I:n liikennemäärät ovat kasvaneet merkittävästi. Kymmenessä vuodessa Helsingin liikennemäärät ovat kasvaneet noin 11 %. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2007). Espoossa liikennemäärät ovat kasvaneet viimeisen kymmenen vuoden aikana noin 30 % (Espoon kaupunkisuunnittelukeskus 2007) ja Vantaalla noin 20 % (Virtanen 2007). Liikennemäärät ovat kasvaneet erityisesti pääväylillä.

Huolimatta liikennemäärien kasvusta autoliikenteen päästöt ovat laskeneet 1990-luvun alkupuolelta lähtien ajoneuvotekniikan sekä polttoaineteiden kehittämisen myötä. Vuodesta 1992 on kaikissa uutena myytävissä bensiinikäyttöisissä autoissa ollut kolmitoimikatalysaattori. Se on vähentänyt typenoksidi-, hiilimonoksidi- ja hiilivety-päästöjä. Myös uudet polttoaineet ovat vähentäneet bensiiniautojen hiilivety-, hiilimonoksidi- ja rikkipäästöjä ja dieselautojen rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä. Liikenteen pakokaasujen lyijypäästöt loppuivat, kun lyijyn lisääminen bensiiniin lopetettiin. Dieselajoneuvojen hapettavat katalysaattorit ovat yleistyneet ja vähentäneet hiukkaspäästöjä, mutta toisaalta haitallisen typpidioksidin osuus pakokaasussa on kasvanut. Vuodesta 1996 vuoteen 2006 liikenteen rikkidioksidipäästöt ovat laskeneet yli 90 %, typenoksidipäästöt yli 40 % ja hiukkas-, hiilimonoksidi- sekä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt noin 50 %. (Myllynen ym. 2007)

Liikenteen suorien päästöjen oletetaan vähenvän jatkossakin pääkaupunkiseudulla, koska päästönormit kiristyvät jatkuvasti. Tarkeman arvion antaminen päästöjen kehittymisestä edellyttää sellaisen päästöarvion tekemistä, jossa otetaan huomioon uusien tutkimustietojen liikennemäärien kehittymisestä sekä päästöistä todellisissa kaupunkiolosuhteissa. Typenoksidien päästönormit eivät kiristy kovin merkittävästi ja toisaalta edellä mainitut dieselajoneuvojen hapettavat katalysaattorit saattavat jopa lisätä typpidioksidin määrää suorissa päästöissä. Dieselkäyttöisten henkilöautojen osuus on Suomessa ollut melko alhainen moniin muihin Euroopan maihin verrattuna. Niiden osuus on kuitenkin ollut kasvussa ja vuoden 2008 alusta toteutettava autoveron uudistus todennäköisesti nopeuttaa ni-

den osuuden kasvua. Päästönormeilla ei myöskään ole vaikutusta epäsuoriin päästöihin, joten liikennemäärien kasvaessa katupölyn aiheuttamien haittojen vähentämiseen on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

## Laivaliikenne

Satamatoiminnan päästöt arvioidaan Helsingissä vuosittain ja arvioon sisällytetään laivaliikenteen päästöt Helsingin satama-alueella ja merellä noin 2–3 km asti laitureista. Mukana ovat myös muut satamatoiminnan päästöt, kuten työkoneet, satamassa asioivat rekat ja kuorma-autot. Näistä päästöistä suurin osa, esimerkiksi rikkidioksidipäästöistä likimain 80 %, vapautuu ilmaan laivojen ollessa laiturissa. Satamatoiminnan  $\text{NO}_x$ - ja  $\text{SO}_2$ -päästöt kasvoivat 2000-luvun alussa, mutta vuonna 2006 päästöt laskivat selvästi (Helsingin Satama 2007a). Hiukkaspäästöt ovat pysyneet likimain ennallaan.  $\text{NO}_x$ - ja  $\text{SO}_2$ -päästöjen vähentyminen johtuu mm. laivojen moottori- ja puhdistustekniikan kehittymisestä sekä polttoaineteiden laatuvaatimusten tiukentumisesta. Itämerellä tuli 19.5.2006 voimaan kansainvälinen sopimus, jolla rajoitettiin polttoaineteiden enimmäisrikkipitoisuus 1,5 prosenttiin. Samana vuonna satamatoiminnan päästöjen laskentamalli päivitettiin lisäksi laivojen olemassa olevien katalysaattoreiden tiedoilla. Helsingin Satama on myös selvittänyt mahdollisuuksia liittää laivat maasähköön (yleiseen sähköverkkoon) niiden ollessa satamassa.

Vuosaaren satama otetaan käyttöön vuoden 2008 lopussa. Matkustaja-alukset jäävät Etelä- ja Länsisatamaan, Vuosaareen siirtyvät Länsisataman tavarasatamatoiminta ja Sörnäisten sataman kaikki toiminnot, mikä tulee vaikuttamaan myös ilmanlaatuun satamien läheisyydessä.

Tulevaisuudessa laivaliikenteen ja siten myös satamien työkoneiden ja ajoneuvojen määrän oletetaan kasvavan. Rikkidioksidipäästöt vähenevät, muut päästöt todennäköisesti kasvavat lähitulevaisuudessa. (Helsingin Satama 2007b).

Merenkulun ympäristönsuojelua säätelee maailmanlaajuisesti YK:n alaisen IMO:n (Internationa-

tionala Maritime Organization) Marpol 73/78 yleissopimus. Sitä päivitetään parhaillaan ja päästömääräykset tulevat kiristymään. Suomessa on säädetty Valtioneuvoston asetuksella (689/2006), että vuoden 2010 alusta alkaen satamassa olevien laivojen polttoaineen rikkipitoisuus ei saa ylittää 0,1 % määrättyjä poikkeuksia lukuunottamatta.

## Lentoliikenne

Lentoliikenteen ja lentoasematoimintojen päästöarvioissa ovat mukana sekä Helsinki-Vantaan että Helsinki-Malmin lentoasemien päästöt. Lentoasema-alueiden päästöihin on laskettu mukaan lentokoneiden LTO-syklin (landing and take off) aikaiset sekä Ilmailulaitos Finavian maakaluston päästöt. LTO-sykli kattaa lentokoneen laskeutumisen ja lentoonlähdon ulottuen oletettuun sekoituskorkeuteen, 915 metriin saakka. Alueellisesti tämä korkeus vastaa 18 kilometrin matkaa koneen laskeutuessa ja 6 km koneen noustessa.

Taulukossa 4 on esitetty Helsinki-Vantaan sekä Malmin lentoasemien ja niiltä liikennöivien lentokoneiden päästöt ja Ilmailulaitoksen maakaluston päästöt vuonna 2006 (Finavia 2007a). Soitilasilmailun ja helikoptereiden päästöt eivät ole mukana näissä luvuissa. Lentoaseman lämpövoimalaitoksen päästöt sisältyvät pistelähteiden päästöihin. Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen lentoyhtiöiden eri lentokonetyyppien käyttöosuuksien vaihtelusta. Eri konetyypeillä on erilaiset ominaispäästöt ja polttoaineenkulutus. Ilmailulaitos Finavian maakaluston päästöjen osuus oli noin 2–5 % Helsinki-Vantaan lentoaseman toimintojen päästöistä. (Finavia 2007b).

Tilastojen mukaan laskeutumismäärät Helsinki-Vantaan lentoasemalla lisääntyivät vuosina 1996–2006 noin 30 %. Samalla aikavälillä lentoliikenteen laskennallisen polttoaineen kulutuksen ja päästömäärien on arvioitu kasvaneen 10–25 %. (Finavia 2007b).

Lentoliikenteen on todettu kasvavan Suomen kansantalouden kasvuun nähden noin kaksinkertaisella nopeudella. Myös maailmanlaajuisesti

lentoliikenne on vahvasti kasvussa. Tällä hetkellä arvioidaan lentoliikenteen operaatiomäärien kasvavan Euroopassa sekä pitkällä (20 vuotta) että keskipitkällä (10 vuotta) aikavälillä noin 2,2–3,5 % vuodessa. Myös lentoasematoimintojen, kuten kenttäalueen ajoneuvoliikenteen ja maahuolintapalveluiden voidaan olettaa kasvavan vastaavasti. Pitkällä aikavälillä osa lentokone- ja ajoneuvokalustosta muuttuu energiatehokkaammaksi ja vähäpäästöisemmäksi. Yksikköpäästöjen ja ominaiskulutuksen on arvioitu olevan tällöin 10–15 % pienempi kuin nykytilanteessa. Kaluston uudistuminen ja liikennemäärien kasvu huomioiden Helsinki-Vantaan lentoasema-alueen typenoksidipäästöjen oletetaan kasvavan nykyisestä noin 20 %. (Finavia 2007c).

## Työkoneet

Työkoneiden päästöjä on arvioitu valtakunnallisesti VTT Yhdyskuntatekniikassa vuodelle 2004. Pääkaupunkiseudun päästöosuutta ei kuitenkaan voida erotella koko maan päästöistä. Työkoneiden päästöt suhteessa koko Suomen tieliikenteen päästöihin olivat vuonna 2004 karkeasti arvioiden seuraavat: hiilimonoksidi 31 %, typenoksidit 44 %, hiilivedyt 74 % ja hiukkaset 93 %. On arvioitu, että työkoneiden päästöt saavuttivat huippunsa epäpuhtaudesta riippuen 1990-luvulla tai vuosituhannen vaihteessa, jonka jälkeen ne alkoivat laskea hiilivetypäästöjä lukuun ottamatta. Työkoneiden typenoksidi- ja hiukkaspäästöt tulevat pääasiallisesti dieselkäyttöisistä koneista. Bensiinikäyttöisten koneilla on merkitystä erityisesti hiilivety- ja hiilimonoksidipäästöjen suhteen. (TYKO 2005 laskentajärjestelmä). Koko maan tilaston perusteella pääkaupunkiseudun työkoneiden päästöjä ei voi arvioida, vaan pääkaupunkiseudulla käytettävät työkoneet ja niiden käyttö tulisi kartoittaa.

## 3.2 Energiantuotanto

Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee voimalaitoksista. Lämpökustusten käyttö rajoittuu yleensä kylmiin kausiin.

Energiantuotannon päästöt purkautuvat korkeista piipuista, joten ne leviävät laajalle alueelle eivätkä yleensä aiheuta korkeita pitoisuuksia (ks. luku 7). Pääkaupunkiseudulla energiantuotantoyhtiöitä on kolme: Helsingin Energia, Fortum Power and Heat Oy ja Vantaan Energia Oy. Yhteensä yhtiöillä on alueella kuusi voimalaitosta ja 29 lämpökeskusta. Pääkaupunkiseudulla sähköenergia ja kaukolämpö on pääosin tuotettu sähkön ja lämmön yhteistuotannolla, jolloin polttoainetta säästyy noin 40 % verrattuna siihen, että ne tuotettaisiin erikseen. Päästöt vähenevät samassa suhteessa.

Kymmenessä vuodessa pääkaupunkiseudun energialaitosten tuotanto on kasvanut noin viidenneksen. Vuosittaiset muutokset tuotannossa ovat kuitenkin suuria. Sähköntuotannon kasvu on ollut lämmöntuotannon kasvua nopeampaa. Kymmenessä vuodessa erityisesti rikkidioksidin ja hiukkasten päästöt ovat kuitenkin laskeneet merkittävästi. Pitkällä aikavälillä energialaitosten päästöt ovat laskeneet vielä selvemmin rikinpöytälaitosten käytön sekä polttoaine- ja polttoteknisten muutosten ansiosta: Vuodesta 1986 vuoteen 2006 energialaitosten yhteenlasketut rikkidioksidipäästöt vähenivät noin 85, typenoksidipäästöt noin 45 ja hiukkaspäästöt noin 85 %. Liitteessä 2 on tarkemmin esitetty energialaitosten päästötiedot vuosilta 1986–2006. (Ahonen 2007, Fortum Power and Heat 2007a, Helen 2007 a ja b, Vantaan Energia 2007 a ja b).

Vuoteen 2016 mennessä energialaitosten päästömäärissä ei tapahtune suuria muutoksia. Polttoainevalikoimassa tapahtuvat muutokset, energiamarkkinat, päästökauppa ym. vaikuttavat päästöihin. EU:ssa IPPC-direktiivin uudistus ja kaupunki-ilman teemakohtaisen strategian toteuttaminen luovat paineita vähentää päästöjä. (Fortum Power and Heat 2007b, Helen 2007c, Vantaan Energia 2007c). Näiden tekijöiden vaikutuksia on kuitenkin vaikea arvioida tässä vaiheessa.

### 3.3 Pienet pistelähteet

Pienten pistelähteiden päästöillä tarkoitetaan tässä muiden kuin em. suurten energialaitosten päästöjä. Näitä muita ympäristölupavelvollisia päästölähteitä pääkaupunkiseudulla ovat mm. yksittäiset lämpölaitokset, jätevedenpuhdistamot, lääketehtaat, painolaitokset, pakkausteollisuus, polttoainevarastot ja asfalttiasemat. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän pieniä lupavelvollisia laitoksia. Matalan päästökorkeuden takia niillä voi kuitenkin olla selviä paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun. Taulukossa 4 esitetyt pienten pistelähteiden päästötiedot (vuodelta 2005) on saatu ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmästä. Pienten pistelähteiden osuus kaikista päästöistä on muutaman prosentin luokkaa ja vuosittaiset vaihtelut ovat suuria. Näiden lupavelvollisten päästölähteiden päästöt ovat pääkaupunkiseudulla vähentyneet kymmenessä vuodessa (1995–2005) hiukkasten, typenoksidien ja rikkidioksidin osalta 50–60 % ja hiilivetyjen osalta jopa 80 %.

### 3.4 Pintalähteet

Ilmaan vapautuu epäpuhtauksia myös pienistä päästölähteistä, joita ei säädellä ympäristölupamenettelyllä. Tällaisia pieniä päästölähteitä ovat esimerkiksi talokohtainen lämmitys, pienet teollisuuslaitokset sekä kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö. Niiden päästöt tunnetaan vain puutteellisesti ja taulukkoon 4 niiden päästöistä on arvioitu vain kevyen polttoöljyn käytöstä syntyvät päästöt. Energiatilaston mukaan Suomessa noin puolet kevyestä polttoöljystä käytetään rakennusten ja 13 % teollisuuskiinteistöjen lämmitykseen. Työkoneissa käytetään noin 26 % ja rakennustoiminnassa noin 13 % (Tilastokeskus 2003). Pintalähteille esitetty päästöarvio perustuu pääkaupunkiseudun vuoden 2006 kevyen polttoöljyn myyntitietoihin, joista on vähennetty VAHTI-järjestelmästä saadut ympäristölupavelvollisten laitosten vuonna 2005 käyttämä öljymäärä. (Öljyalan Palvelukeskus 2007). Päästöjen laskeamiseen on käytetty Kasvener 2000 -ohjelman päästökertoimia. Kevyen polttoöljyn kulutuksen perusteella arvioidut pintalähteiden päästöt ovat



pysyneet melko samoina viime vuosina, mutta laskentaperusteet ovat melko epävarmoja.

Muiden pintalähteiden päästöistä ei ole saatavissa luotettavia vuosittaisia päästötietoja. On kuitenkin arvioitu, että hiukkaspäästöistä merkittävä osa aiheutuu tulisijojen käytöstä. YTV:llä tehdyn selvityksen mukaan pääkaupunkiseudun tulisijojen käytön, eli pienpolton aiheuttamat hiukkaspäästöt ovat yhtä suuret kuin energiantuotannon

tai liikenteen suorat hiukkaspäästöt. Pienpolton hiukkaspäästöt ovat noin 300 tonnia ja hiilivety-päästöt 1800 tonnia vuodessa, mutta arvioon sisältyy suuria epävarmuuksia. (Haaparanta ym. 2003). Paikallisesti pientaloalueella tulisijojen käyttö muodostaa hyvin suuren osan päästöistä ja nostaa hiukkas- ja hiilivetytitoisuuksia. Pienpolton päästöjen haitallisuutta lisää matala päästökorkeus.

## 4. Ilmanlaadun seuranta pääkaupunkiseudulla

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun seuranta perustuu nykyisin ympäristönsuojelulakiin (86/2000), jonka mukaan kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä ympäristön tilan seurannasta. Lain mukaan myös toiminnanharjoittajien tulee olla selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. YTV-lain (1269/96) nojalla pääkaupunkiseudun ilmansuojelun seuranta-, tutkimus-, suunnittelu-, koulutus- ja valistustehtävät kuuluvat Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnalle YTV:lle. Sopimusperusteisesti YTV:n Seutu- ja ympäristötieto huolehtii myös pääkaupunkiseudun energialaitosten päästöjen vaikutusten tarkkailusta sekä ilmanlaadun seurannasta Ämmäsuon jätteenkäsittelykeskuksen alueella.

Ilmanlaadun arviointimenetelmiä pääkaupunkiseudulla ovat ilmanlaadun mittaukset, päästökaritoitukset, bioindikaattoriseuranta ja epäpuhtauspitoisuuksien arviointi leviämismallien avulla.

Ilmanlaadun seurannan tavoitteita ovat mm.

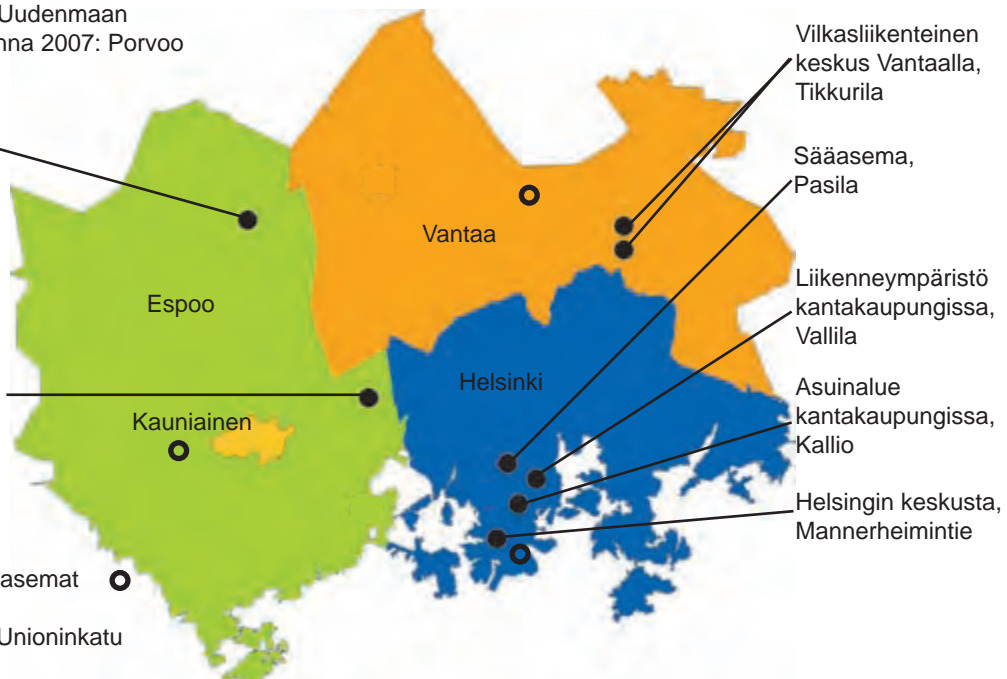
- tuottaa asukkaille riittävät tiedot ilmanlaadusta ja tiedottaa siitä
- arvioida alueen ilmanlaatua suhteessa raja-, kynnys- ja tavoitearvoihin sekä kansallisiin ohjearvoihin.
- arvioida ilmanlaadun kehitystä pitkällä aikavälillä
- arvioida päästövähennystoimenpiteiden vaikutuksia pitoisuuksiin
- arvioida asukkaiden altistumista ilmansaasteille
- tuottaa ilmanlaatatietoja terveys- ja luontovaikutusarvioiden pohjaksi
- tuottaa riittävät ja tarpeelliset tiedot ilmanlaadusta maankäytön ja liikenteen suunnittelua varten.
- tuottaa tietoja ilmanlaatua koskevien tutkimusten tarpeisiin

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan  
mittausasema vuonna 2007: Porvoo

Maaseutumainen  
ympäristö, Luukki

Vilkasliikenteinen  
keskus Espoossa,  
Leppävaara

Siirrettävät mittausasemat  
vuonna 2007:  
- kapea katukuilu, Unioninkatu  
- Espoon keskus  
- Lentoasema



Kuva 7. Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2007.

## Ilmanlaadun mittaukset

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausverkkoon kuuluu tällä hetkellä (vuonna 2007) kuusi pysyvää ja kolme siirrettävää mittausasemaa, joilla seurataan jatkuvatoimisesti hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, typenoksidien, otsonin, hiilimonoksidin ja rikkidioksidin pitoisuuksia (kuva 7). Siirrettävät mittausasemat sijoitetaan vuodeksi kerrallaan kaupunkien ympäristökeskusten kanssa sovittaviin kohteisiin. Bentseenipitoisuuksia seurataan passiivikeräinmenetelmällä. Kokonaisleijuman ja hiukkasiin sitoutuneiden lyijyn, arseenin, kadmiumin, nikkelin sekä bentso(a)pyreenin pitoisuuksia seurataan keräinmenetelmällä. Mittausasemat edustavat erilaisia ympäristöjä, kuten liikenneympäristöjä, yleistä kaupunkiympäristöä (kaupunkitausta) sekä alueellista taustaa. Jatkuvatoimisten mittausten ohella typpidioksidipitoisuuksia kartoitetaan erilaisissa ympäristöissä suuntaa-antavalla passiivikeräinmenetelmällä. Verkkoon kuuluu myös meteorologinen asema, jolla seurataan tuulen suuntaa ja nopeutta, lämpötilaa, ilmanpainetta, sademäärää, suhteellista kosteutta, sadeaikaa sekä säteilyn määrää.

## Päästökartoitukset

YTV kerää vuosittain tärkeimpien epäpuhtauksien päästötiedot eri lähteistä: Helsingin Energia, Vantaan Energia Oy ja Fortum Power and Heat sekä Helsingin Satama ja Finavia toimittavat päästötiedot vuosittain suoraan YTV:lle. Pienten pistelähteiden päästötiedot saadaan ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmästä, jonne ympäristölupavelvolliset laitokset toimittavat päästötietonsa vuosittain. Liikenteen päästöt arvioidaan VTT:n LIISA-laskentajärjestelmällä kaupunkien toimittamien liikennemäärätietojen perusteella. Pintalähteiden päästöarviot perustuvat kevyen polttoöljyn myyntitietoihin.

## Pitoisuuksien laskennallinen arviointi leviämismallien avulla

Ilmanlaadun mittausten tuottamia tietoja voidaan täydentää nk. leviämislaskelmien avulla. Leviämismallien lähtötietoja ovat päästöjä ja meteorologiaa koskevat tiedot. Mallintamalla saatujen tulosten luotettavuus on suuresti riippuvainen lähtötietojen, esim. päästöjä ajallista ja paikallista vaihtelua koskevien tietojen tasosta. Leviämismallien avulla voidaan arvioida ilmanlaatua myös erilaisissa tulevaisuuden skenaarioissa.

YTV on pitkään tehnyt Ilmatieteen laitoksen kanssa yhteistyötä leviämismallien kehittämiseksi ja soveltamiseksi pääkaupunkiseudulla. Yhteistyössä on kehitetty myös ilmansaasteille altistumisen mallinnusta. Pääkaupunkiseudulla on leviämislaskelmat siten teetetty pääasiassa Ilmatieteen laitoksella ja käytössä ovat olleet kaupunkialueen nk. UDM-FMI-malli, avoimen väylän malli CAR-FMI sekä katukuilumalli OSPM. Malleja on validoitu vertaamalla niitä YTV:n mittaustuloksiin. Mallien tarvitsemat päästötiedot on saatu toiminnanharjoittajilta ja liikenteen päästötiedot on laskettu YTV:n Liikenteessä EMME/2 liikennesuunnitteluohjelmistolla.

## Bioindikaattoriseuranta

Viiden vuoden välein toteutetaan pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan ympäristökeskuksen seuranta-alueilla nk. bioindikaattoriseuranta, jonka avulla voidaan arvioida ilmansaasteiden leviämistä ja jossain määrin myös niiden luontovaikutuksia. Seurantaohjelmaan ovat kuuluneet männyn epifyyttikälkien lajimäärien ja niiden kunnon kartoitukset sekä männyn neulasten alkuai- neanalyysit. Aiemmin seurattiin myös mäntyjen ja kuusten harsuuntumista, mutta tämä parametri on jäänyt pois ohjelmasta. Viimeksi seuranta on toteutettu vuosina 2004 - 2005. Ohjelma uusi- taan vuonna 2008 ja seuraava kartoitus toteute- taan vuonna 2009.

## 5. Ilmanlaadusta tiedottaminen

Ilmanlaatuun liittyvissä asetuksissa (711/2001, 783/2003 ja 164/2007) säädetään ilmanlaatu-  
tietojen saatavuudesta ja väestölle tiedottamisesta  
sekä väestön varoittamisesta. Ilmanlaatu-  
tietojen on oltava yleisesti saatavilla tietoverkkopalve-  
lujen, ilmanlaatu-  
puhelimien, lehtien, radion, te-  
levision tai näyttö- ja ilmoitustaulujen välityksel-  
lä. Tietoihin tulee liittää lyhyt selostus mitatuista  
pitoisuuksista suhteessa raja-arvoihin, varoi-  
tuskynnyksiin, tavoitearvoihin tai pitkän ajan ta-  
voitteisiin. Lisäksi on annettava tietoja ilman epä-  
puhtauksien vaikutuksista. Jos epäpuhtauksien  
tunti- tai vuorokausiraja-arvon numeroarvo ylittyy,  
siitä on viipymättä tiedotettava väestölle. Jos tie-  
dotuskynnys tai varoituskynnys ylitetään, väestöl-  
le on tiedotettava ilman epäpuhtauksien aiheutta-  
masta vaarasta tai väestöä on varoitettava siitä.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu-  
tiedot ovat ajan-  
tasaisesti saatavilla YTV:n verkkosivuilla  
([www.ytv.fi](http://www.ytv.fi)) sekä mobiililaitteissa ([mobi.ytv.fi](http://mobi.ytv.fi)).  
Jatkuvatoimisten mittausten tulokset päivitty-  
vät tunnin välein. Verkkosivuilla esitetään ilman-  
laadun luokittelu indeksin avulla sekä pitoisuuksien  
tuntikeskiarvot, joita voi selata myös ajassa  
taaksepäin. Verkkosivuilla esitetään myös tietoja  
epäpuhtauksien terveys- ja muista vaikutuksista  
sekä yleistä tietoa ilmansuojelusta. Ilmanlaadus-

ta tiedotetaan arkisin radiossa, tv:ssä sekä leh-  
distössä. Erityistilanteissa tiedotusta lisätään ja  
syvennetään ilmanlaatu-  
asetusten ja kaupunkien  
varautumis- ja valmiussuunnitelmien mukaisesti  
sekä asiantuntija-  
arvioiden perusteella.

Yleisölle tarkoitettut ilmanlaatu-  
näytöt ovat esillä  
Helsingin ympäristökeskuksessa ja Mannerhei-  
mintiellä Yliopiston apteekin ikkunassa. Ilmanlaa-  
tua koskevat valistusaineistot ovat käytettävissä  
Tiedekeskus Heurekassa ja Villa Elfvikin Luonto-  
talossa.

Vuosittain laaditaan laaja katsaus ilmanlaadusta,  
päästöistä, niiden kehittymisestä ja niihin vaikut-  
tavista tekijöistä. Neljännesvuosittain julkaistaan  
suppea selostus ilmanlaadun mittaustuloksis-  
ta. YTV laatii ilmanlaatuun liittyviä esitteitä ja va-  
listusaineistoja sekä osallistuu alan tapahtumiin.  
Valistusaineistoja tehdään yhteistyössä erilais-  
ten järjestöjen, esim. Hengitysliitto Helin kanssa.  
Koulutustilaisuuksia järjestetään vuosittain 1–2  
lähinnä alan asiantuntijoille.

Ilmanlaadusta tiedottaminen on pääkaupunkiseu-  
dulla tällä hetkellä ajantasaista ja kattavaa. Asuk-  
kaiden tietoisuus ilmanlaatuun liittyvissä kysy-  
myksissä on suhteellisen hyvä.

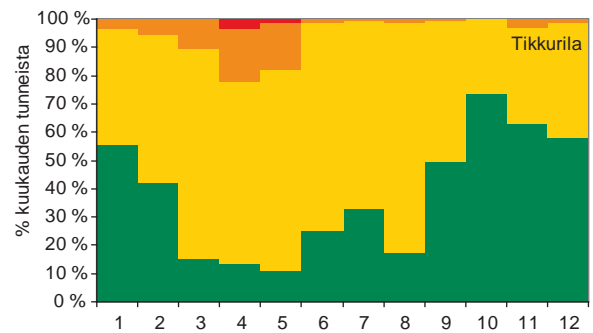
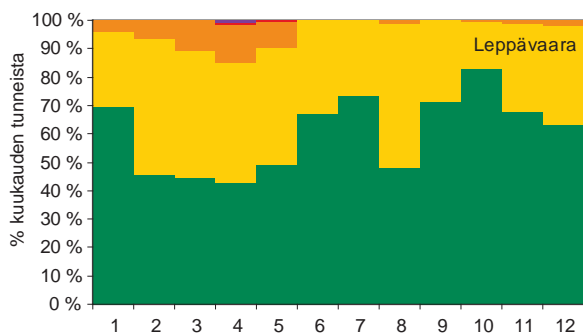
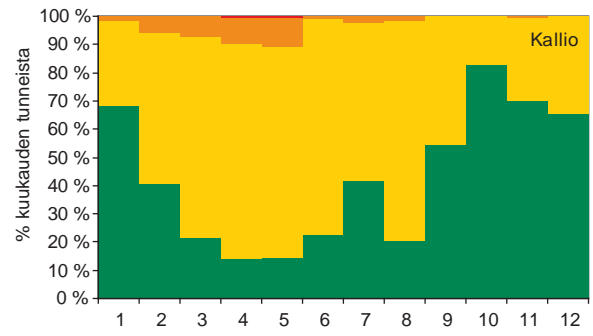
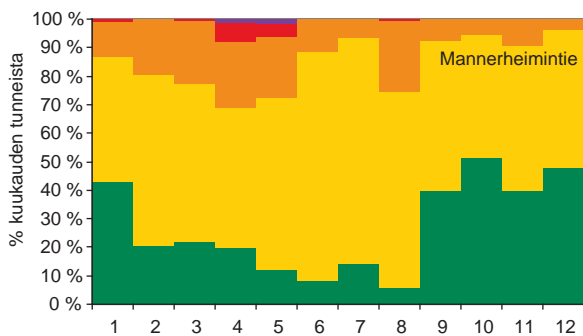
## 6. Ilmanlaatu ja sen kehittyminen

### 6.1 Yleistä pääkaupunkiseudun ilmanlaadusta

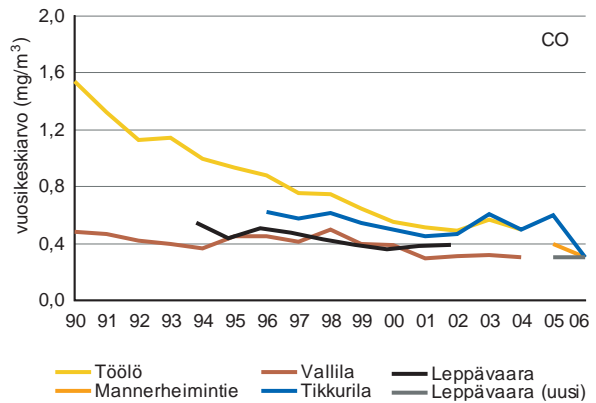
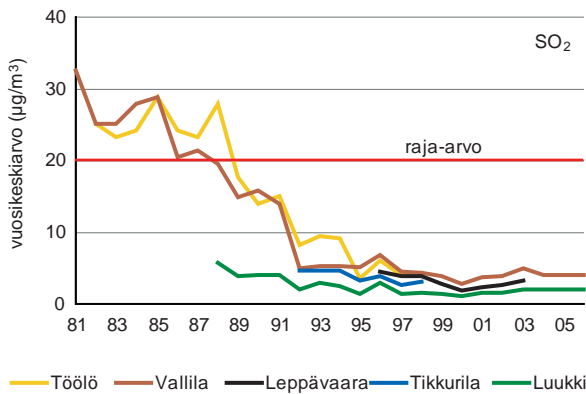
YTV:n ilmanlaatuindeksillä kuvattuna ilmanlaatu on pääkaupunkiseudulla valtaosan ajasta tyydyttävä tai hyvä (kuva 8). Ilmanlaatu saattaa heikentyä vilkasliikenteisillä alueilla ajoittain välttäväksi. Epäedullisissa sääolosuhteissa ja kevätpölykaudella ilmanlaatu voi olla jopa huono tai erittäin huono. Välttävä ilmanlaatu aiheutuu useimmiten kohonneista typpidioksidin pitoisuuksista, keväällä myös hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista sekä kaukukulkeumien aikana myös pienhiukkasta ja otsonista. Huonoon ja erittäin huonoon ilmanlaatuun ovat useimmiten syynä korkeat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet, silloin tällöin myös typpidioksidi, otsoni ja pienhiukkaset.

Useimpien ilmansaasteiden pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla pitkällä aikavälillä pääsääntöisesti laskeneet tai pysyneet ennallaan.

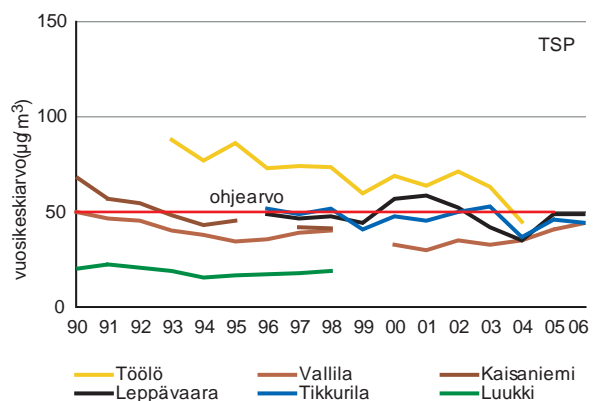
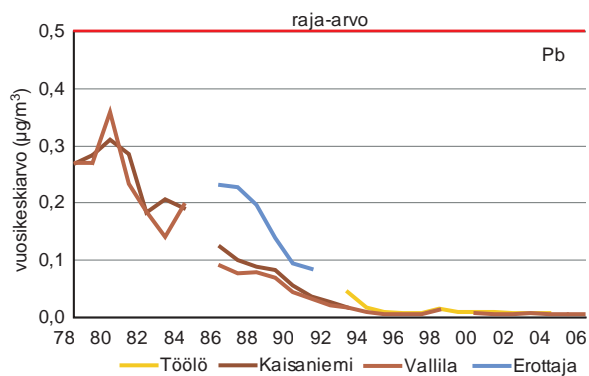
Rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja lyijyn pitoisuudet ovat nykyisin alhaisia, selvästi alle raja- ja ohjearvojen, eikä niistä nykytietämyksen perusteella aiheudu juurikaan haittaa terveydelle. Kaukolämpöön siirtyminen 1950-luvulta alkaen, rikinpoistolaitosten rakentaminen voimalaitoksiin, niukkarikkisiin polttoaineisiin siirtyminen sekä maakaasun käytön lisääntyminen ovat laskeneet rikkidioksidipitoisuuksia (kuva 9 a). Laivaliikenteen ja erityisesti risteilyalusten rikkidioksidipäästöt kuitenkin ovat edelleen melko suuria ja ne saattavat aiheuttaa korkeita lyhytaikaispitoisuuksia lähiympäristössä. Autotekniikan ja polttoaineiden laadun parantuminen ovat tärkeimmät tekijät, joiden ansiosta hiilimonoksidin pitoisuudet ovat laskeneet (kuva 9 b). Lyijyttömään bensiiniin siirtyminen on pudottanut lyijypitoisuudet murto-osaan aiemmasta (kuva 10 a). (Myllynen ym. 2007)



Kuva 8. Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2006. (Leppävaarassa ei mitata otsonia, minkä vuoksi siellä on enemmän hyvän ilmanlaadun tunteja kuin Tikkurilassa.)



Kuvat 9 a ja b. Rikkidioksidi- ( $\text{SO}_2$ ) ja hiilimonoksidipitoisuuksien (CO) kehittyminen pääkaupunkiseudulla.



Kuvat 10 a ja b. Lyijyn (Pb) ja kokonaisleijuman (TSP) pitoisuuksien kehittyminen pääkaupunkiseudulla.

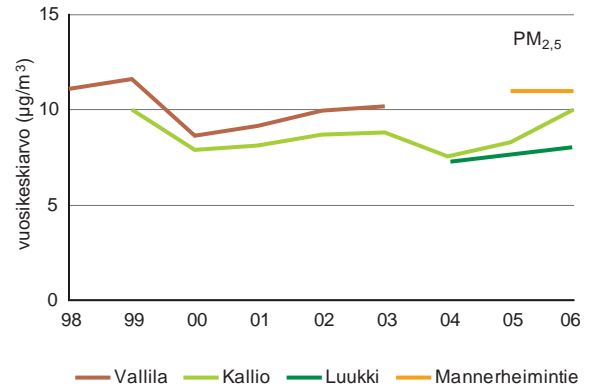
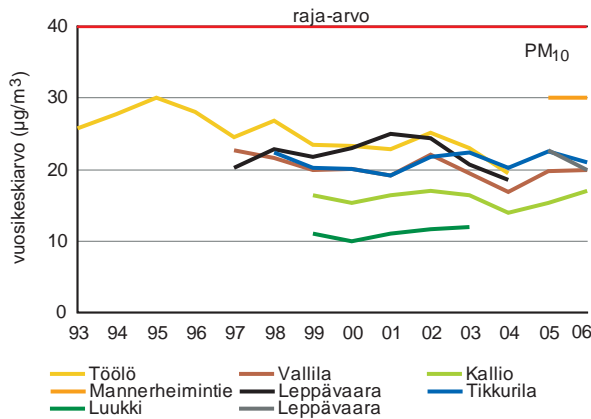
Helsingin toimenpiteet hiekoitushiekan aiheuttamien haittojen vähentämiseksi ovat tuottaneet tulosta ja kokonaisleijuman pitoisuudet ovat laskeneet 1980-luvun loppupuolelta lähtien, joskin lasku näyttää nyt pysähtyneen. Vantaan Tikkurilan mittausasemalla pitoisuudet ovat jonkin verran laskeneet ja Espoon Leppävaarassa pysyneet likimain vakiona viimeisten kymmenen vuoden ajan (kuva 10 b). Kokonaisleijumalle ei ole voimassa raja-arvoa. Kansalliset ohjearvot ylittyvät vilkkaimmin liikennöidyissä ympäristöissä.

Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuusmittaukset aloitettiin 1993 Helsingissä. Töölössä pitoisuudet ovat jonkin verran laskeneet ja muualla pysyneet likimain ennallaan (kuva 11 a). Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ylittävät vuorokausipitoisuudelle annetun raja-arvon Helsingin keskustan vilkkaasti liikennöidyissä katukuiluissa.

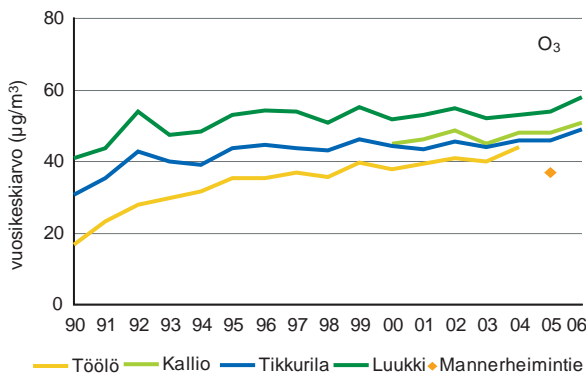
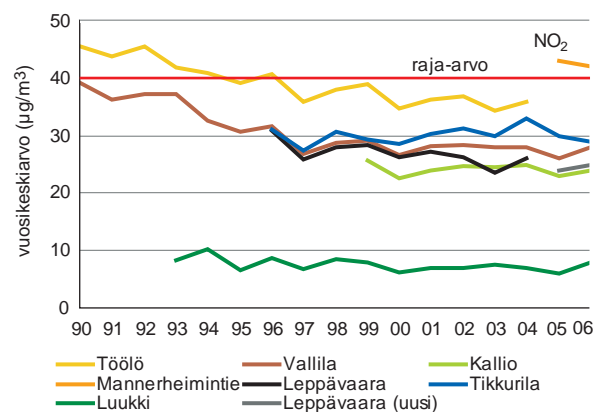
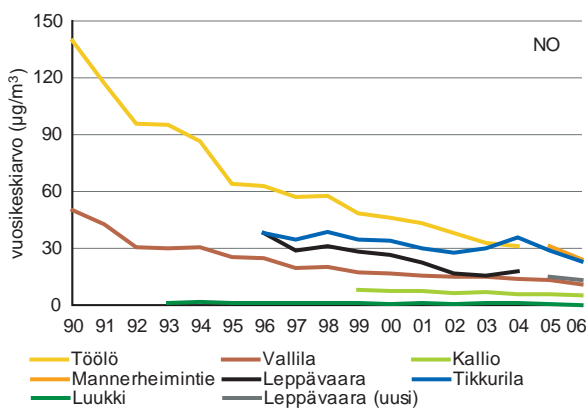
Pienhiukkasten ( $\text{PM}_{2.5}$ ) pitoisuusmittaukset aloitettiin vuonna 1998 eikä myöskään niiden keski-

määräisissä pitoisuuksissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia kuluneiden noin kymmenen vuoden aikana (kuva 11 b).

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna typpimonoksidipitoisuudet ovat laskeneet selvästi YTV:n mittausasemilla (kuva 12 a). Typpimonoksidipitoisuuden laskuun on vaikuttanut erityisesti autojen katalyysaattoreiden yleistymisen. Typpidioksidin pitoisuudet sen sijaan ovat laskeneet huomattavasti vähemmän ja viimeisten kymmenen vuoden ajan pysyneet likimain ennallaan esimerkiksi Kalliossa, Leppävaarassa ja Tikkurilassa (kuva 12 b). Monet tekijät, mm. typpidioksidin osuuden lisääntyminen päästöissä ja typenoksidien ja otsonin ilmakemian vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuteen, ja siksi se ei seuraa suoraan typpimonoksidin pitoisuuden muutosta. Typpidioksidipitoisuudet ylittävät vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon Helsingin keskustassa vilkkaimmin liikennöityjen katujen varsilla. Kansallisen vuorokausiohjearvon ylityksiä esiintyy vuosittain laajemminkin liikennenympäristöissä.



Kuvat 11 a ja b. Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) ja pienhiukkasten ( $PM_{2.5}$ ) pitoisuuksien kehittyminen.



Kuvat 12 a, b ja c. Typpimonoksidin ( $NO$ ), typpidioksidin ( $NO_2$ ) ja otsonin ( $O_3$ ) pitoisuuksien kehittyminen pääkaupunkiseudulla.

Otsonipitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä tarkasteltuna kohonneet pääkaupunkiseudulla (kuva 12 c). Otsonia kaukokulkeutuu meille muualta Euroopasta ja tämä nostaa Suomen otsonipitoisuuksia etenkin keväisin. Otsonia muodostavien yhdisteiden päästöjä on vähennetty Länsi- ja Keski-Euroopassa, mutta otsonin pitoisuudet eivät ole meillä toistaiseksi laskeneet. Otsonipitoisuudet ovat nousseet liikenneympäristöissä, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien – erityisesti typpimonoksidin – määrä ilmassa on vähentynyt. Pääkaupunkiseudun tausta-aseamalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-lu-

vun alussa ja on ollut siitä lähtien suunnilleen samalla tasolla. Sekä terveyden että kasvillisuuden suojelemiseksi otsonipitoisuudelle annetut pitkän ajan tavoitteet ylittyvät paikoin pääkaupunkiseudulla.

EU:n uusien ilmanlaatudirektiivien myötä mittausohjelmaan on tullut uusia epäpuhtauksia. Bentseenin, arseenin kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat raja- ja tavoitearvoihin verrattuina alhaisia. Mittaussarjat ovat lyhyitä eikä trendien arviointi siksi ole mahdollista.

Polyaromaattisista hiilivedyistä (PAH) bentso(a)-pyreenille on annettu tavoitearvo. Polyaromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksista on toistaiseksi hyvin vähän mittaustuloksia. Pääkaupunkiseudulla pientaloalueella tehdyissä mittauksissa saatiin viitteitä siitä, että tavoitearvo saattaa ylittyä. Pitoisuuksien seuranta käynnistyi vuoden 2007 alusta Kallion ja Unioninkadun mittausasemilta.

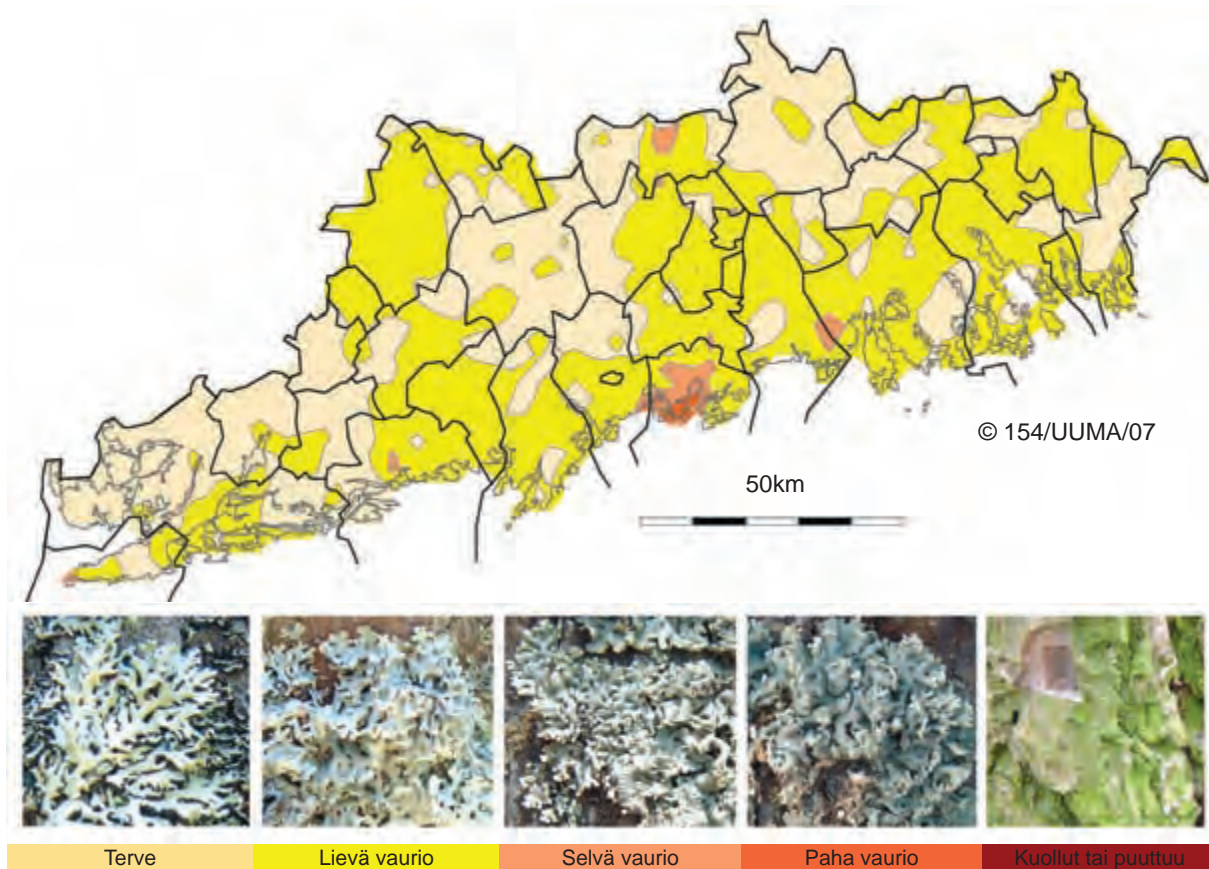
Ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta aloitettiin pääkaupunkiseudulla pysyvillä, mahdollisimman luonnontilaisilla näytealoilla vuonna 1988. Vuosituhannen vaihteessa laadittiin koko Uudenmaan ympäristökeskuksen alueen kattava seurantaohjelma, johon kuuluvat kaksi ensimmäistä seurantakierrosta toteutettiin vuosina 2000–2001 sekä 2004–2005. Indikaattoreina käytettiin männyn neulasia ja männyn rungoilla kasvavia jäkäläitä. Pääkaupunkiseudun suuri kuormitus näkyy mm. jäkälissä, joiden kunto on heikentynyt ja lajimäärä supistunut (kuva 13).

Pääkaupunkiseudun bioindikaattorikartoituksissa on pitkällä aikavälillä havaittu, että vakavien vaurioiden alue on pienentynyt, mutta toisaalta lievien vaurioiden alueet ovat laajentuneet liikennemäärien kasvun ja asutuksen levittäytymisen seurauksena (Polojärvi ym. 2005).

Seuraavassa tarkastellaan lähemmin pääkaupunkiseudun ilmanlaadun kannalta tärkeimpiä epäpuhtauksia.

## 6.2 Hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>)

Hengitettävät hiukkaset ovat halkaisijaltaan alle 10 mikrometriä ja ne kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että suurin osa liikenneympäristön hengitettävistä hiukkasista on katupölyä. Seassa on myös liikenteen pakokaasuista ja pienpoltosta peräisin olevia sekä Suomeen kaukokulkeutuneita pienhiukkasia (halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometrin hiukkasia, PM<sub>2,5</sub>).



Kuva 13. Sormipaisukarpeen (ilman epäpuhtauksien indikaattorina käytetty jäkälälaji) vaurioiden perusteella arvioidut vyöhykkeet Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla vuonna 2004.



Pääkaupunkiseudulla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat korkeita erityisesti kevään pölykaudella vilkkaasti liikennöidyissä ympäristöissä. Kun vuorokausipitoisuus ylittää  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se ylittää ns. raja-arvotason. Raja-arvo katsotaan ylityneeksi, kun tällaisia päiviä on vuodessa yli 35. Vuoden 2001 jälkeen raja-arvo on ylittynyt Helsingissä Runeberginkadulla vuonna 2003, Helsingin keskustan mittausasemalla Mannerheimintielle vuosina 2005 ja 2006, Hämeentiellä vuonna 2005 ja Töölöntullissa vuonna 2006. Muualla pääkaupunkiseudulla ei toistaiseksi ole mittauksissa havaittu raja-arvon ylityksiä (taulukko 6).

*Taulukko 6. Hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylitysten määrät pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla vuosina 2002–2006\*. (Raja-arvon ylitykset on lihavoitu ja siirrettävät mittausasemat merkitty kursivilla.)*

	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Helsinki</b>					
Mannerheimintie				<b>49</b>	<b>37</b>
Töölö	32	21	9		
Vallila	19	9	4	11	13
Kallio	10	2	4	2	10
<i>Malmi</i>	<i>20</i>				
Runeberginkatu		<b>41</b>	32		
<i>Hämeentie</i>				<b>41</b>	
<i>Töölöntulli</i>					<b>59</b>
<b>Espoo</b>					
Leppävaara2	27	14	16		
Leppävaara3				22	14
Luukki	2	1			
<i>Matinkylä</i>	<i>13</i>				
<i>Kauklahti</i>		<i>5</i>			
<i>Kivenlahti</i>			12		
<i>Lintuvaara</i>				12	
<i>Pohjois-Tapiola</i>					17
<b>Vantaa</b>					
Tikkurila	22	16	12	23	18
<i>Ruskeasanta</i>	<i>9</i>				
<i>Hgin pitäjän kk**</i>			26		
<i>Tammisto</i>				28	
<i>Kivistö</i>					8

Valtaosa raja-arvotason ylityksistä aiheutuu pääkaupunkiseudulla katupölystä, jota liikenne ja tuuli nostattavat ilmaan kuivilta kaduilta (nk. re-suspensio). Rakennustyömaiden pölyämisen on myös todettu vaikuttavan paikallisesti selvästi ilmanlaatuun esim. Leppävaarassa vuonna 2002, Runeberginkadulla ja Kampissa vuonna 2003 ja Helsingin pitäjän kirkonkylässä vuonna 2004. Pienhiukkasten kaukokulkeumat myöntelevävaikuttavat myös ajoittain raja-arvotason ylityksiin. Lisäksi pienpoltto saattaa aiheuttaa korkeita hiukkaspitoisuuksia, mikä havaittiin mittauksissa Lintuvaarassa vuonna 2005. Liikenteen suorilla hiukkaspäästöillä voi olla huomattava vaikutus

*Taulukko 7. Hengitettävien hiukkasten ohjearvon ylitykset pääkaupunkiseudulla vuosina 2002–2006\* (niiden kuukausien lukumäärä, jolloin ohjearvo on ylittynyt). (Siirrettävät mittausasemat on merkitty kursivilla.)*

	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Helsinki</b>					
Mannerheimintie				3	2
Töölö	4	1	0		
Vallila	1	0	0	0	1
Kallio	0	0	0	0	
<i>Malmi</i>	<i>2</i>				
<i>Runeberginkatu</i>		2	2		
<i>Kamppi</i>		4			
<i>Hämeentie</i>				2	
<i>Töölöntulli</i>					6
<b>Espoo</b>					
Leppävaara2		1	1		
Leppävaara3				3	2
Luukki					
<i>Matinkylä</i>	<i>1</i>				
<i>Kauklahti</i>		0			
<i>Kivenlahti</i>			1		
<i>Lintuvaara</i>				1	
<i>Pohjois-Tapiola</i>					2
<b>Vantaa</b>					
Tikkurila		1	1	3	2
<i>Ruskeasanta</i>	<i>1</i>				
<i>Hgin pitäjän kk**</i>			1		
<i>Tammisto</i>				3	
<i>Kivistö</i>					1

\* Kauniaisissa ilmanlaadun mittauksia tehtiin viimeksi vuonna 2000. Raja-arvojen ylityksiä ei mitattauksissa havaittu. Sen sijaan hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi katupölyn ja rakennustöiden vuoksi maaliskuussa.

\*\*Hgin pitäjän kk = Helsingin pitäjän kirkonkylä

raja-arvotason ylittymiseen liikenneympäristöissä erityisesti heikkotuulisissa inversiotilanteissa.

Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudelle annettua raja-arvoa ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ole ylitetty pääkaupunkiseudulla, joskin Töölöntullissa vuonna 2006 mitattu vuosikeskiarvo ( $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oli jo varsin lähellä sitä. Vuosikeskiarvot vaihtelevat ympäristöstä riippuen yleisesti välillä  $15\text{--}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle on voimassa myös kansallinen ohjearvo, jonka mukaan vuorokausipitoisuus saa ylittää  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeintaan yhtenä päivänä kuukaudessa. Kuten taulukosta 7 havaitaan, ohjearvo ylittyy vilkkaimmassa liikenneympäristöissä 2–4 kuukauteina vuodessa, muualla harvemmin. Töölöntullissa ylityksiä kuitenkin oli ennätysmäärä eli kuutena kuukautena vuonna 2006.

Hengitettäville hiukkasille sovelletaan nk. talvihiekkoituspoikkeamaa, jonka mukaan raja-arvo saa ylittyä, mikäli ylitykset aiheutuvat talvihiekkoituksesta. Helsingin vuoden 2003 ylityksestä laadittiin EU-komissiolle selvitys, jossa osoitettiin ylitysten aiheutuvan pääosin liukkaudentorjuntaan käytetystä hiekoitushiekasta, arvioitiin raja-arvon ylitysalueet ja selostettiin kaupungin tekemät toimet pitoisuuksien alentamiseksi. Selvityksen yhteydessä arvioitiin, että Helsingin kantakaupungissa on noin 8 km sellaisia vilkasliikenteisiä katuja, joissa hengitettävien hiukkasten raja-arvo mahdollisesti ylittyy. EU:n komissio hyväksyi selvityksen vuoden 2006 alussa. Vuosien 2005 ja 2006 ylityksistä on laadittu selvitykset, joissa on esitetty uudet tiedot pitoisuuksista ja toimet pitoisuuksien alentamiseksi (Viinanen 2005 ja 2006, Viinanen ja Weckström 2007). Helsingin tilannetta ja toimenpiteitä on tarkemmin kuvattu Helsingin ilmansuojelun toimintaohjelmassa ja edellä mainituissa selvityksissä.

Pääkaupunkiseudulla on tutkittu paljon eri tekijöiden vaikutuksia katujen pölyämiseen ja samalla pyritty löytämään uusia menetelmiä haittojen vähentämiseksi.

Monet tekijät, kuten hiekoitusmateriaalin laatu ja määrä, asfaltin koostumus, käytössä olevat ren-

gastyyppit, talven ja kevään säätilat sekä katujen puhdistuksen tehokkuus, vaikuttavat pölykausien keston ja voimakkuuteen. Tervahatun ym. (2005) tutkimuksissa on havaittu hiekkapariefektiksi nimetty ilmiö, jonka mukaan hiekoitushiekka lisää katupölyn määrää ilmassa, mutta suuri osa hiukkasista on kuitenkin peräisin asfaltista. Autonrenkaat yhdessä hiekoitushiekan kanssa irrottavat asfaltista huomattavasti enemmän hiukkasia kuin renkaat yksinään. Käytetyn hiekoitushiekan raekoolla on merkittävä vaikutus syntyvän pölyn määrään: hienojakoinen hiekka jauhautuu ja kuluttaa asfalttia selvästi karkeata hiekkaa enemmän. Kaikki rengastyyppit jauhavat hiekan kanssa asfalttia ja nostavat pölyä kadulta ilmaan.

Vuosina 2006–2007 monien eri tahojen yhteistyönä toteutetut kaksi tutkimus- ja kehittämisprojekti KAPU ja VIEME tuottivat runsaasti uutta tietoa katujen talvikunnossapidon ja kevätpuhdistuksen sekä eri rengastyyppien ja hiljaisten päällysteiden vaikutuksista katupölyn määrään. KAPU-projektin keskeisiä havaintoja oli, että nk. ”jälkilikaisuus” ei välttämättä johdu huonosta puhdistustuloksesta, vaan katujen likaantumisen uudelleen puhdistuksen jälkeen. Hienojakoista ainesta kulkeutuu ajoradoille jalkakäytäviltä ja päällystämättömiltä pinnoilta, pysäköintialueilta, pihoilta sekä rakennustyömailta. KAPU-hankkeen tulosten pohjalta laadittiin suosituksia parhaista katupölyä vähentävistä toimista ja laitteistoista. Lisäksi suositeltiin, että kaupungit teettäisivät selvityksen katupölyongelmaan liittyvien tekijöiden koko ketjusta. Projekti lisäsi merkittävästi viranomaisten, tutkijoiden ja kuntien yhteistyötä ja verkostoitumista kevätpölyongelman vähentämiseksi.

VIEME-projektissa oli tavoitteena vähentää vierintämelua ja melulle altistumista niin, ettei lisätä pölyongelmia tai heikennetä liikenneturvallisuu- ta. Projektissa saatiin uutta tietoa eri rengastyyppien vaikutuksista pölyemissioon: Kevätpölykaudella renkaiden välillä on suuria eroja siten, että kitkarengas nostaa ilmaan paljon enemmän pölyä kuin nastarengas. Kesärenkaan aiheuttama emissio on selvästi pienin. Kitkarenkaan nostataman pölyn suuren määrän arvioitiin johtuvan

nk. imukuppiefektistä, joka liittyy kitkarenkaan rakenteeseen ja pito-ominaisuuksiin. Kitkarenkaan pölyttävä vaikutus verrattuna nastarenkaisiin todettiin sitä suuremmaksi mitä enemmän kadulla on pölyä. Suhteellisen puhtaalla pinnalla ero on pieni ja hyvin puhtaalta pinnalta nastarengas tuottaa ilmaan enemmän pölyä. Kun tien pinta on suhteellisen puhdas, kitkarenkaan tien pinnasta nostattaman pölyn määrä on vähäinen verrattuna nastojen aiheuttamaan tien pinnan kulumiseen ja siitä seuraavaan pölyemissioon. Projektissa havaittiin myös, että hiljaiset päällysteet pölyisivät vähemmän kuin muut. Tämän arvioitiin johtuvan siitä, että ne eivät kulu enempää kuin muutkaan päällysteet, ja toisaalta niiden muita päällysteitä tasaisempi pinta saa aikaan sen, että pölyä ei kerry pinnan epätasaisuuksiin yhtä paljon kuin tavallisilla päällysteillä (Tervahattu ym., 2007a ja b, Tervahattu 2007c). Tutkimuksia jatketaan saattujen tulosten varmistamiseksi.

### 6.3 Pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>)

Pienhiukkaset ovat halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometriä ja ne kulkeutuvat hengitysilmän mukana syväälle keuhkojen ääreisosiin. Pienhiukkaset ovat terveysvaikutuksiltaan kaupunki-ilman haitallisin epäpuhtaus.

Maailman terveysjärjestö WHO arvioi pienhiukkasten lyhentävän keskimääräistä elinikää noin 9 kuukautta Euroopan Unionissa (25 maata), Suomessa noin kolme kuukautta. On arvioitu, että pienhiukkaset aiheuttavat koko EU:ssa noin 350 000 ennenaikaista kuolemaa vuosittain. Suomessa tämä luku on noin 1 300.

Pienhiukkasten keskimääräinen pitoisuustaso pääkaupunkiseudulla on liikenneympäristöissä 10–12 µg/m<sup>3</sup>, Kallion kaupunkitausta-aseamalla 8–10 µg/m<sup>3</sup> ja Luukin alueellisella tausta-aseamalla 7–8 µg/m<sup>3</sup>.

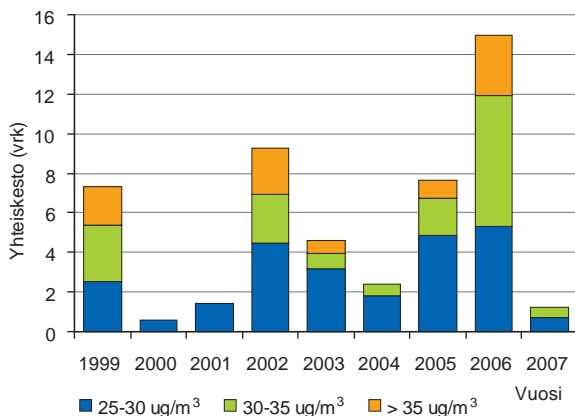
Pääkaupunkiseudulla pitoisuudet vaihtelevat paikallisesti hyvin vähän ja ovat eurooppalaisittain alhaisia. EU:ssa valmistellaan uutta ilmanlaadudirektiiviä ja 25.10.2006 päivätyssä ehdotuksessa pienhiukkasten vuosipitoisuudelle ehdotetaan

sekä tavoite- että raja-arvoksi 25 µg/m<sup>3</sup>. Lisäksi pienhiukkasille ehdotetaan altistumisen vähentämistavoitetta, jonka suuruus riippuu pitoisuustasosta. Väestön altistumisen vähennystavoite laskettaisiin kaikkien Suomen kaupunkitausta-asemien pitoisuuskeskiarvoista. Koska Suomessa on käytettävissä hyvin vähän pitoisuustietoja kaupunkitausta-asemilta ja koska direktiivin valmistelu on kesken, vähennystavoitteen suuruutta on vaikea arvioida, mutta se jäänee meillä hyvin alhaiseksi.

WHO on antanut pienhiukkaspitoisuudelle vuosiohjearvon 10 µg/m<sup>3</sup> ja vuorokausipitoisuudelle ohjearvon 25 µg/m<sup>3</sup> (WHO 2006). Pääkaupunkiseudun pitoisuudet ylittävät paikoin vuosiohjearvon. Kaukokulkeumien tai paikallisen inversion takia myös WHO:n määrittelemä vuorokausiohjearvo 25 µg/m<sup>3</sup> ylittyy useina päivinä vuodessa. Ylitysten määrät vaihtelevat kuitenkin huomattavasti vuosittain lähinnä kaukokulkeumasta riippuen. Esim. vuonna 2006 näitä ylityspäiviä oli Luukissa 12 ja Helsingin keskustassa lähes kaksikymmentä, mutta vuonna 2007 loppuun mennessä Mannerheimintien mittausasemalla ylityksiä oli vain kahtena päivänä ja Kalliossa sekä Luukissa yhtenä päivänä.

Pienhiukkasmassan sisältämiä tyypillisiä kemiallisia komponentteja ovat orgaaniset hiiliyhdisteet (~25–40 %), sulfaatti (~20–25 %), maaperähiukkaset (~12–13 %), nitraatti (~11–12 %), ammonium (~9–10 %), musta hiili eli noki (~8 %), merisuola (~2–3 %) ja raskasmetallit (~0,5 %) (Pakkanen ym. 2001; Viidanoja ym. 2002; Sillanpää ym. 2006). Liikenteen pakokaasujen ja pienpoltton hiukkaspäästöistä suuri osa on orgaanisia hiiliyhdisteitä ja nokea. Karkeasti ottaen noin puolet ilmassa leijuvasta pienhiukkasmassasta on peräisin kaukokulkeumasta, toinen puoli aiheutuu pääkaupunkiseudulla erityisesti liikenteen pakokaasuista ja pienpoltosta, ja vähäisessä määrin myös katujen ym. pinnoilta irronneesta mineraaliaineksesta. Terveysvaikutusten kannalta lähellä syntyneet, tuoreet polttoperäiset pienhiukkaset ovat todennäköisesti haitallisempia kuin kaukokulkeutuneet tai esim. teiden pinnoilta, hiekoituksesta ym. peräisin olevat mekaanisesti syntyneet maaperähiukkaset.

Vuosien 1999–2006 kaukokulkeumien esiintyvyydestä, voimakkuudesta ja lähteistä on tehty tutkimus (Niemi ym. 2006a ja 2006b). Kaukokulkeumaepisoditilanteen määrittely on tulkinnanvaraista, koska ”huomattavasti tavanomaista korkeampaa pitoisuutta” ei ole täsmällisesti määritetty. Parin viime vuoden aikana on pääkaunkiseudun ilmanlaadun arvioinnissa vakiintunut käytäntö, että kaukokulkeumaepisodina pidetään tilannetta, jossa pienhiukkasten 24 tunnin liukuva keskiarvo on Kalliossa yli  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja pitoisuus nousee samanaikaisesti myös Luukisissa. Kaukokulkeumaepisodien määrän ja voimakkuuden on todettu vaihtelevan suuresti vuosittain (kuva 14).



Kuva 14. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodien voimakkuus ja kesto pääkaupunkiseudulla vuosina 1999–2007.

Kaukokulkeumaepisodien aikaan ilmavirtaukset tulevat yleensä Itä-Euroopan alueilta: Baltian maista (Viro, Latvia, Liettua), Venäjältä, Valko-Venäjältä, Ukrainasta ja Puolasta. Kaukokulkeumaepisodien (tutkimusjakso 1999–2006) aikana Kallion liukuva vuorokausipitoisuus on enimmillään ollut  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Noin puolet pienhiukkasten kaukokulkeumaepisoodeista johtui Itä-Euroopan tavanomaisten saasteiden (energiantuotannosta, liikenteestä, teollisuudesta, pienpoltosta jne.) kulkeutumisesta Suomeen ja noin puolet episodeista oli sellaisia, että Itä-Euroopan avopalojen päästöt (maastopalot, kasvintähteiden kevätkulutukset pelloilla) nostivat hiukkaspitoisuuksia voimakkaasti tavanomaisten saasteiden lisäksi. Kaukokulkeumaepisodien aikaan pienhiukkaspitoisuudet nousivat pääkaupunkiseudulla suunnilleen samalle tasolle kuin

Euroopan saasteisten kaupunkien tavanomaiset hiukkaspitoisuudet. Kaukokulkeumaepisoodeja esiintyy lähes vuosittain maaliskuussa ja satunnaisesti tammi-helmikuussa sekä elokuussa.

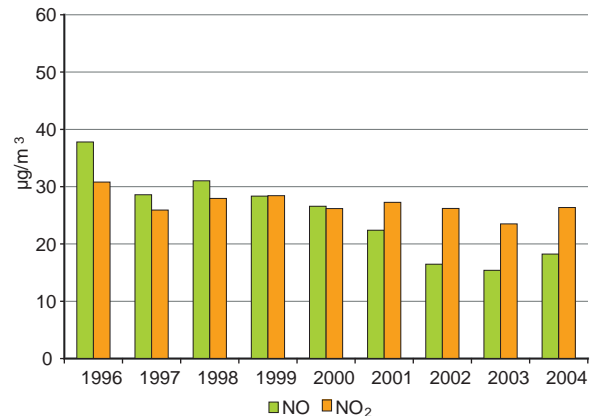
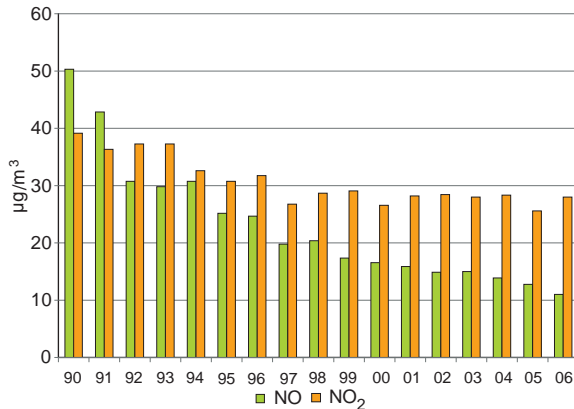
Valtaosa kaukokulkeutuneesta hiukkasmassasta saapuu muulloin kuin kaukokulkeumaepisodien aikaan. Koska lounaanpuoleiset tuulet ovat yleisimpiä pääkaupunkiseudulla, on suuri osa kaukokulkeutuneesta hiukkasmassasta peräisin Keski-Euroopasta, vaikka nämä kaukokulkeumat eivät aiheutakaan yhtä korkeita pitoisuuksia kuin itäisestä Euroopasta peräisin olevat kaukokulkeumat. (Niemi ym., 2006).

## 6.4 Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )

Tärkeimmät typenoksidien päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne ja energiantuotanto. Liikenteen päästöillä on kuitenkin alhaisen päästökorkeuden vuoksi ratkaiseva vaikutus hengitysilman typenoksidipitoisuuksiin (ks. luku 7). Päästöissä valtaosa typenoksideista on typpimonoksidia, joka ilmakehässä hapettuu otsonin vaikutuksesta terveydelle haitalliseksi typpidioksidiksi. Liikenneympäristöissä otsonin määrä on usein typpidioksidin muodostumista rajoittava tekijä.

Typpimonoksidin pitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä laskeneet selvästi kaikilla YTV:n mittausasemilla liikennemäärien kasvusta huolimatta. Pitoisuuksien laskuun on vaikuttanut erityisesti autojen katalysaattoreiden yleistymisen. Typpidioksidin pitoisuudet sen sijaan ovat laskeneet huomattavasti vähemmän ja viimeisten kymmenen vuoden ajan pysyneet likimain ennallaan (kuva 15).

Aiemmin arvioitiin, että autojen päästöjä vähennystekniikoiden ansiosta typpidioksidin aiheuttamat ilmanlaatuongelmat väistyisivät ajan myötä, mutta näin ei ole toistaiseksi tapahtunut. Koska otsonipitoisuus rajoittaa liikenneympäristöissä typpidioksidin pitoisuuksia, tarvitaan huomattavia vähennyksiä typenoksidipäästöissä ennen kuin typpidioksidipitoisuudet kääntyvät laskuun. Liikenteen päästöt lienevät kuitenkin tärkein tekijä:



Kuva 15. Typpimonoksidin ja typpidioksidin pitoisuuksien vuosikeskiarvot Vallilan (vasemmalla) ja Leppävaaran (oikealla) ilmanlaadun mittausasemilla.

Ensinnäkin liikennemäärien kasvu on osittain kumonnut ominaispäästöjen [= päästö määrä /ajettu matka (g/km)] laskun vaikutukset, toiseksi päästönormien kiristymisestä huolimatta päästöt eivät käytännön olosuhteissa ole laskeneet vastaavalla tavalla. Kolmanneksi diesel-ajoneuvojen hiukaspäästöjen vähentämiseen tähtäävät tekniikat (hapetuskatalysaattorit ja katalysoidut hiukkas-suodattimet) ovat lisänneet typpidioksidin osuutta suorissa päästöissä. Ajoneuvojen päästönormit rajoittavat typenoksidien kokonaismäärää, eikä toistaiseksi ole annettu erikseen rajoituksia typpidioksidipäästöille.

Ulkoilman typpidioksidipitoisuudet ovat korkeimmillaan keväällä, kun otsonipitoisuudet alkavat kohota ja sääolosuhteet estävät epäpuhtauksien laimenemista. Keväällä esiintyy usein heikkotuulisia inversiotilanteita, jolloin sekä typpidioksidin että hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat huomattavasti tavanomaista korkeammiksi. Päivällä auringonpaiste kuitenkin purkaa inversiotilanteet nopeasti eikä pitkäkestoisia korkeiden NO<sub>2</sub>-pitoisuuksien episodeja pääse muodostumaan. Talvella heikkotuuliset ja/tai inversiotilanteet voivat jatkua jopa parin kolmen päivän ajan ja silloin typpidioksidin pitoisuudet voivat pysyä korkeina pitkään.

Typpidioksidin pitoisuudelle on annettu sekä vuosi- että tuntiraja-arvo. Vuosiraja-arvon (40 µg/m<sup>3</sup>) on todettu ylittyvän huonosti tuulettuvissa liikenneympäristöissä eli vilkasliikenteisissä katukuiluissa (taulukko 8). Vuonna 2005 mitattiin vuosiraja-arvon ylitys Helsingissä Mannerheimintieellä

(43 µg/m<sup>3</sup>) ja Hämeentiellä (46 µg/m<sup>3</sup>). Vuonna 2006 typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi Mannerheimintien (42 µg/m<sup>3</sup>) ja Töölöntullin mittausasemilla (54 µg/m<sup>3</sup>). Töölöntullissa pitoisuus ylitti myös nk. ylitysmarginaalilla lisätyn raja-arvon, minkä vuoksi Helsingin kaupungin on laadittava EU:n komissiolle toimenpideohjelma pitoisuuksien alentamiseksi.

Tuntiraja-arvon ylityksiä ei ole mittauksissa todettu 2000-luvulla. Tuntiraja-arvotaso (200 µg/m<sup>3</sup>) on kuitenkin ylittynyt Helsingin keskustan alueella muutamia kertoja.

Typpidioksidipitoisuuksia on mitattu myös suunta-antavalla passiivikeräinmenetelmällä eri puolilla pääkaupunkiseutua. Vuodesta 2004 alkaen mittaukset ovat kestäneet koko vuoden, mikä mahdollistaa vertailun vuosiraja-arvoon. (Malkki & Kousa 2005, Myllynen ym. 2006 ja 2007).

Passiivikeräimillä tehdyt mittaukset vahvistivat ja täydensivät ilmanlaadun mittausasemilla tehtyjä havaintoja: Typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyy Helsingin keskustassa korkeiden kerrostalojen reunustamissa katukuiluissa, joissa liikennemäärä ylittää 20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Leveissä ja hyvin tuulettuvissa katukuiluissa pitoisuudet jäävät raja-arvon alapuolelle, eli tasolle 30–35 µg/m<sup>3</sup> myös 20 000–30 000 ajoneuvon liikennemäärillä, samoin kapeissa katukuiluissa, joissa liikennemäärät ovat alle 20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raja-arvo saattaa ylittyä suurten väylien välittömässä läheisyydessä, kuten todettiin Pakilassa Kehä I:n varrella tehdyissä

Taulukko 8. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pääkaupunkiseudun pysyvillä ja siirrettävillä mittausasemilla vuosina 2002–2006\*. (Raja-arvon ylitykset on lihavoitu ja siirrettävät mittausasemat merkitty kursivilla.)

	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Helsinki</b>					
Mannerheimintie				<b>43</b>	<b>42</b>
Töölö	37	34	36		
Vallila	28	28	28	26	28
Kallio	25	25	25	23	24
<i>Malmi</i>	23				
<i>Runeberginkatu</i>			39		
<i>Kamppi</i>		37			
<i>Hämeentie</i>				<b>46</b>	
<i>Töölöntulli</i>					<b>54</b>
<b>Espoo</b>					
Leppävaara2	26	24	26		
Leppävaara3				24	25
Luukki	7	8	7	6	8
<i>Matinkylä</i>	22				
<i>Kauklahti</i>		13			
<i>Kivenlahti</i>			23		
<i>Lintuvaara</i>				15	
<i>Pohjois-Tapiola</i>					27
<b>Vantaa</b>					
Tikkurila	31	30	33	30	29
<i>Ruskeasanta</i>	19				
<i>Askisto</i>		11			
<i>Hgin pitäjän kk**</i>			32		
<i>Tammisto</i>				23	
<i>Kivistö</i>					22

\*Kauniaisissa ilmanlaadun mittauksia tehtiin viimeksi vuonna 2000. Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ohjearvon ylityksiä ei mittauksissa havaittu.

\*\* Hgin pitäjän kk = Helsingin pitäjän kirkonkylä

mittauksissa 5 metrin etäisyydellä tiestä. Tiestä etäännyttäessä pitoisuudet laimenevat nopeasti. Espoossa ja Vantaalla raja-arvon ylityksiä ei ole mittauksissa havaittu, mutta kartoituksia tulisi jatkaa.

Typpidioksidin pitoisuudet ylittävät vuosittain vilkkaasti liikennöidyissä ympäristöissä vuorokausipitoisuudelle annetun kansallisen ohjearvon. Helsingin kantakaupungissa ylityksiä esiintyy useana kuukautena, muualla vain 1–2 kuukautena vuodessa (taulukko 9). Tuntiohjearvo ei ole vuoden 2000 jälkeen ylittynyt lukuun ottamatta

Taulukko 9. Niiden kuukausien lukumäärät, jolloin typpidioksidin vuorokausiohjearvo on ylittynyt pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2002–2006\* (siirrettävät mittausasemat on merkitty kursivilla).

	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Helsinki</b>					
Mannerheimintie				5	4
Töölö	3	1	1		
Vallila	1	0	1	0	0
Kallio	0	0	1	0	0
<i>Malmi</i>	0				
<i>Runeberginkatu</i>			3		
<i>Kamppi</i>		1			
<i>Hämeentie</i>				7	
<i>Töölöntulli</i>					11
<b>Espoo</b>					
Leppävaara2	1	1	1		
Leppävaara3				0	0
Luukki	0	0	0	0	0
<i>Matinkylä</i>	1				
<i>Kauklahti</i>		0			
<i>Kivenlahti</i>			0		
<i>Lintuvaara</i>				0	
<i>Pohjois-Tapiola</i>					1
<b>Vantaa</b>					
Tikkurila	1	1	1	1	0
<i>Ruskeasanta</i>	0				
<i>Askisto</i>		0			
<i>Hgin pitäjän kk**</i>			1		
<i>Tammisto</i>				1	
<i>Kivistö</i>					0

vuotta 2006, jolloin se ylittyi Töölöntullin siirrettävällä mittausasemalla toukokuussa.

## 6.5 Otsoni ( $\text{O}_3$ )

Otsoni suojelee tai vahingoittaa maan eliöitä riippuen siitä, millä korkeudella sitä ilmakehässä on. Korkealla yläilmakehässä otsoni toimii suojakilpenä auringon vaarallisia ultraviolettia eli UV-säteitä vastaan. Sen sijaan lähellä maanpintaa olevassa alailmakehässä ja hengitysilmassa otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallinen ilmansaaste. On siis olemassa kaksi erillistä ot-

soniongelmaa: elämää suojaava otsoni on viime vuosikymmeninä vähentynyt yläilmakehässä (otsonikato), mutta haitallisen otsonin määrä sen sijaan on lisääntynyt alailmakehässä.

Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu auringonvalon vaikutuksesta ilmassa hapen, typen oksidien ja hiilivetyjen välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kaupunkien keskustoissa otsonia on vähemmän kuin esikaupunkialueilla ja maaseudulla, koska sitä myös kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa (kuva 12 c). Samalla kuitenkin syntyy muita haitallisia epäpuhtauksia kuten typpidioksidia. Suomessa otsonipitoisuudet ovat suurimmillaan aurinkoisella säällä keväällä ja kesällä taajamien ulkopuolella. Kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta kohottaa Suomen otsonipitoisuuksia selvästi.

Otsonipitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti eri vuosina, koska meteorologisilla tekijöillä on suuri vaikutus otsonipitoisuuksiin. Tämän vuoksi selkeiden alueellisten trendien havaitsemiseen tarvitaan pitkiä aikasarjoja monilta mittausasemilta. Viimeisen 10–20 vuoden jaksolla pitoisuuksia on mitattu kattavimmin Länsi- ja Pohjois-Euroopassa.

Pitkällä aikavälillä otsonin korkeat pitoisuushuiput ovat vähentyneet erityisesti Euroopan läntisimmässä osissa mukaan lukien Norja ja Ruotsi. (CCN, 2005; Johnson ym. 2006; Solberg ym. 2005), joskin muutaman viimeisen vuoden kuluessa korkeita pitoisuushuippuja on esiintynyt jälleen melko runsaasti (EEA, 2007). Euroopan saasteisimmilla alueilla otsonipitoisuudet ovat nousseet erityisesti talvella (CCN, 2005; Johnson ym. 2006). Tärkeä syy tähän kasvavaan trendiin on ilmeisesti typen oksidien päästövähennyksistä seurannut otsonin nielureaktioiden heikkeneminen (mm.  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ). Yleiseen otsonin taustapitoisuuden kasvuun koko Euroopan alueella vaikuttaa myös maanosien välinen kaukokulkeuma eli pohjoisen pallonpuoliskon muiden alueiden saastepäästöt (CCN, 2005; Johnson ym. 2006).

Etelä-Suomen tausta-asemien pitkissä aikasarjoissa (1989–2001) ei ole havaittu tilastollisesti

merkitseviä trendejä kesäkuukausien keskimääräisissä otsonipitoisuuksissa, mutta mahdollisesti pitoisuudet ovat hieman nousseet. Pitoisuushuiput näyttäisivät hieman laskeneen, mutta toisaalta matalimmat (tausta)pitoisuudet ovat nousseet jonkin verran. (Laurila ym. 2004).

Pitkällä aikavälillä keskimääräiset otsonin vuosipitoisuudet ovat nousseet pääkaupunkiseudulla (ks. kuva 12 c). Otsonipitoisuudet ovat nousseet liikenneympäristöissä, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien – erityisesti typpimonoksidin – määrä ilmassa on vähentynyt. Pääkaupunkiseudun tausta-aseamalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-luvun alussa ja on pysynyt siitä lähtien suunnilleen samalla tasolla.

Pääkaupunkiseudulla ei esiinny Keski- ja Etelä-Euroopan suurille kaupungeille tyypillisiä hyvin korkeiden otsonipitoisuuksien episodeja. Väestölle tiedottamista edellyttävä kynnysarvo  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  on ylittynyt vain kerran, toukokuussa 2004 YTV:n Tikkurilan ja Luukin mittausasemilla. Väestön varoittamista edellyttävä kynnysarvo  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ei ole ylittynyt kertaakaan. Meillä korkeimmat tuntipitoisuudet ovat vuosina 2002–2006 vaihdelleet mittausasemasta riippuen välillä  $121\text{--}188 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet välillä  $82\text{--}126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Pääkaupunkiseudulla ei ole ylitetty vuodelle 2010 annettuja otsonipitoisuuden tavoitearvoja (ks. liite 5/2.) Otsonipitoisuudet ylittävät kuitenkin paikoin EU:ssa asetetut sekä terveysperusteiset että kasvillisuusperusteiset pitkän ajan tavoitteet. Terveiden suojelemiseksi pitkän ajan tavoitteena on, että otsonin kahdeksan tunnin keskiarvopitoisuus ei yli  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pääkaupunkiseudulla tämä tavoitearvo on viimeisten viiden vuoden aikana ylittynyt 0–18 vuorokautena vuodessa eri mittausasemilla (taulukko 10). Pitkän aikavälin tavoite kasvillisuuden suojelemiseksi on seuraava: touko-heinäkuussa kello 10–22 mitattujen yli  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olevien tuntipitoisuuksien summa (eli AOT40-indeksi) on alle  $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ . Pääkaupunkiseudulla tämä tavoitearvo ylittyy jonkin verran (taulukko 11).

Taulukko 10. Otsonin pitkän ajan terveysperusteisen tavoitteen (8 tunnin keskiarvopitoisuus < 120 µg/m<sup>3</sup>) ylittävien vuorokausien lukumäärä eri mittausasemilla pääkaupunkiseudulla vuosina 2002–2006.

	2002	2003	2004	2005	2006
Mannerheimintie				0	0
Kallio	2	0	4	2	12
Tikkurila	3	0	6	1	10
Luukki	5	2	9	2	18

Taulukko 11. Otsonin AOT-40 arvot pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2002–2006 (pitkän ajan tavoitearvojen ylitykset on lihavoitu).

	2002	2003	2004	2005	2006
Mannerheimintie				461	1635
Kallio	4665	2305	4259	2009	<b>6979</b>
Tikkurila	4173	3198	5664	3076	<b>7783</b>
Luukki	<b>9534</b>	<b>8917</b>	<b>8272</b>	5088	<b>13842</b>

Otsoni on alueellinen ilmansuojeluongelma, johon on vaikea vaikuttaa paikallisin toimenpitein. Otsonipitoisuuksien alentaminen vaatii Euroopan laajuisia typenoksidien ja orgaanisten yhdisteiden päästöjen vähennyksiä ja kansainvälistä yhteistyötä. Vuonna 2003 voimaan tulleen otsoniasetuksen perustelumuistion mukaan otsonin tavoitearvoon ja pitkän ajan tavoitteeseen pyritään erityisesti kansainvälisin ja valtakunnallisin

toimin. Valtakunnallisista toimista merkittävimmän kokonaisuuden muodostaa valtioneuvoston hyväksymä ilmansuojeluohjelma 2010 (ks. luku 13.2). Otsonipitoisuuksien alentamisessa merkittävää on myös päästökattodirektiivin (2001/81/EY) toimeenpano Euroopan laajuisesti, koska Suomessa korkeisiin otsonipitoisuuksiin vaikuttaa erityisesti muualta Euroopasta kaukokulkeutuva otsoni (Ympäristöministeriö 2003).



## 7. Pitoisuuksien arviointi leviämismallien avulla

YTV Liikenne ja Seutu- ja ympäristötieto, Helsingin Energia, Fortum Power and Heat Oy, Vantaan Energia Oy, Finavia ja Helsingin Satama teettivät Ilmatieteen laitoksella typenoksidien, pienhiukkasten ja rikkidioksidin päästöjen leviämiselvityksen vuonna 2007. Selvityksessä arvioitiin vuoden 2005 päästöarvioihin perustuen laskennallisesti leviämismallien avulla eri päästölähteiden aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia. Päästötiedot saatiin toiminnanharjoittajilta. Autoliikenteen päästöt laskettiin YTV Liikenteessä EMME/2 liikennesuunnitteluohjelmistolla: YTV:n ennustejärjestelmän tuottaman kysynnän perusteella arvioitiin teosakohtaiset liikennemäärät ja nopeudet ja niiden sekä VTT:n Energiatekniikan laatimien päästöfunktioiden pohjalta eri epäpuhauksien päästöt.

Leviämislaskelmissa on otettu huomioon myös taustapitoisuudet, joiden laskennassa käytettiin hyväksi Luukin mittaustuloksia. Erityisesti pienhiukkasten pitoisuuksissa tällä taustapitoisuudella on suuri merkitys, sillä se sisältää mm. kaukokulkeuman, jonka osuus pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksissa on jopa yli puolet. Laskelmissa mukana olevat päästöt kattoivat valtaosan pääkaupunkiseudun päästöistä. Pienpoltton ja pintalähteiden päästöt eivät sisällyneet laskelmiin ja työkoneiden päästöt sisältyivät niihin vain satamien ja Helsinki-Vantaan lentoaseman osalta.

Päästöjen leviämislaskelmiin käytettiin kahta Ilmatieteen laitoksella kehitettyä matemaattis-fysiikkaalista tietokonemallia, ns. kaupunkimallia ja viivalähdemallia. Näistä kaupunkimallilla arvioitiin energiantuotantolaitoksista ja satamatoiminnasta peräisin olevien epäpuhaukspäästöjen leviämistä ja viivalähdemallilla auto-, laiva- ja lentoliikenteen sekä lentoasematoimintojen aiheuttamien päästöjen leviämistä. Pitoisuuksia laskettiin Helsingin, Espoon, Kauniaisen ja Vantaan kattavalle noin 35 x 35 km:n kokoiselle tulostusalueelle lähes 20 000 tulostuspisteeseen. Pitoisuudet laskettiin maanpintatasoon. Mallilaskelmien meteorologisina tietoina käytettiin pääkaupunkiseudun ilmastollisia olosuhteita edustavaa vuoden 2005

havainnoista muodostettua kahden sääaseman etäisyyspainotettua yhdistelmäaineistoa. Päästöjen leviämistä ja pitoisuuksien muodostumista tarkasteltiin kaikissa vuoden aikana esiintyneissä tunneittaisissa meteorologisissa tilanteissa. Myös typen oksidien ilmakemiallinen muutunta päästöjen kulkeutumisen aikana otettiin huomioon laskelmissa.

Saaduista tuntipitoisuuksien aikasarjoista muodostettiin kuhunkin tulostuspisteeseen vuosipitoisuudet sekä tilastollisten määrittelyjen mukaiset raja- ja ohjearvoihin verrannolliset korkeimmat vuorokausi- ja tuntikeskiarvot. Mallien suorituskykyä arvioitiin vertaamalla tuloksia YTV:n ilmanlaadun mittauspisteissä mitattuihin pitoisuuksiin. Menetelmät ja tulokset on kuvattu tarkemmin projektin raportissa. (Lappi ym. 2008).

Mallit käsittelevät rakennukset ja maastonmuodot yleisenä nk. rosoisuutena, eivätkä ota huomioon yksittäisten rakennusten vaikutusta epäpuhauksien leviämiseen. Helsingin keskustassa ja erityisesti katukuiluissa rakennukset estävät kuitenkin tehokkaasti epäpuhauksien laimenemista ja pitoisuudet ovat malleilla saatuja korkeampia. Laajan alueen kattava malli ei myöskään anna yksityiskohtaista tietoa mm. pitoisuuksista yksittäisten väylien läheisyydessä. Siksi erillisessä projektissa mallinnettiin typpidioksidin pitoisuuksia Helsingin keskustan katukuiluissa ja muutamman vilkasliikenteisen pääväylän läheisyydessä. Tulokset julkaistaan omana raporttinaan ja osa niistä on esitetty Helsingin ilmansuojelun toimintaohjelmassa (Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2008).

Kaikkien laskennassa mukana olevien päästölähteiden aiheuttamat typpidioksidin, pienhiukkasten ja rikkidioksidin vuosipitoisuudet lisättyinä taustapitoisuudella on esitetty kuvissa 16 a–c.

Typpidioksidin vuosiraja-arvon ylittäviä pitoisuuksia esiintyi vilkasliikenteisillä pääväylillä ja risteysalueilla. Tuntiraja-arvon ylityksiä esiintyi sekä yksittäisissä pisteissä vilkasliikenteisimmillä pääväylillä sekä lentoasema-alueella tai sen välit-

tömässä läheisyydessä alueella, jossa ei ole asuinrakennuksia. Kansallinen typpidioksidipitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyi sekä lentokenttäalueen läheisyydessä että yleisesti vilkkaimmilla väylillä ja niiden läheisyydessä. YTV seurasi vuoden 2007 ajan siirrettävällä mitausasemalla ilmanlaatua Helsinki-Vantaan lentoasemalla kotimaan terminaalin läheisyydessä. Mitatut typpidioksidin pitoisuudet eivät ylittäneet raja- tai ohjearvoja. Vuosipitoisuus oli hieman alle  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , eli samaa tasoa kuin pääkaupunkiseudun liikennelyympäristöissä, esim. Tikkurilassa.

Helsingin keskustassa on todettu mittauksin typpidioksidipitoisuuden raja-arvon ylityksiä, mutta ne eivät tule esiin tässä esitetyissä mallilaskelmissa. Tämä johtuu mm. siitä, että käytetty laaja malli ei kykene ottamaan huomioon esim. katu-kuilujen vaikutusta epäpuhtauksien leviämiseen. Näitä erityiskohteita on mallinnettu erikseen ja ne julkaistaan erillisenä raporttina.

Mallinnetut pienhiukkasten pitoisuudet ovat typpidioksidin tapaan korkeimmat Helsingin keskusta-alueella ja suurten väylien varsilla. Näillä alueilla ylittyvät myös WHO:n vuosi- ja vuorokausiohjearvot. Pitoisuudet olivat kuitenkin koko pääkaupunkiseudulla EU:n ehdottaman vuosiraja-arvon alapuolella.

Rikkidioksidin pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla hyvin alhaisia. Autoliikenteen rikkidioksidipäästöt ovat hyvin pienet, joten huolimatta alhaisesta päästökorkeudesta niiden vaikutus ilmanlaatuun on vähäinen. Energiantuotannon päästöt ovat määrällisesti suuret, mutta koska päästökorkeus on suuri, niiden vaikutus pitoisuuksiin maanpintatasolla on pieni. Laivaliikenteen päästökorkeus on suhteellisen matala, ja laivaliikenteen rikkidioksidipäästöt aiheuttavat satamien läheisyydessä ajoittain korkeita pitoisuuksia.



Kuva 16 a. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. Laskelmassa ovat mukana energiantuotannon, satamatoiminnan, laivaliikenteen, lentoliikenteen, lentoasematoimintojen ja autoliikenteen päästöt sekä nk. taustapitoisuus, joka on arvioitu Luukin mittaustulosten perusteella



Kuva 16 b. Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvot pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. Laskelmassa ovat mukana energiantuotannon, satamatoiminnan, laivaliikenteen ja autoliikenteen päästöt sekä nk. taustapitoisuus, joka on arvioitu Luukin mittaustulosten perusteella.



Kuva 16 c. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. Laskelmassa ovat mukana energiantuotannon, satamatoiminnan, laivaliikenteen ja autoliikenteen päästöt sekä nk. taustapitoisuus, joka on arvioitu Luukin mittaustulosten perusteella.

## 8. Ilman epäpuhtauksille altistuminen

Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset välittyvät altistumisen kautta. Altistumisella tarkoitetaan sitä, että ihminen on kosketuksissa epäpuhtauden kanssa. Altistumisen suuruuteen vaikuttavat epäpuhtauden pitoisuus ja kyseisessä tilassa vietetty aika. Ihmiset viettävät yli 90 % ajastaan sisätiloissa, joten sisäilman laadulla on suuri vaikutus altistumiseen. Ulkoilma kulkeutuu sisätiloihin, mutta niissä on yleensä lisäksi omat epäpuhtauksien lähteensä, kuten tupakointi, kaasuliedet ja -uunit, kaasulämmittimet, rakennus- ja pintamateriaalit, kotitalouskemikaalit sekä monet erilaiset työhön liittyvät lähteet.

### 8.1 Altistumiseen liittyvät tutkimukset pääkaupunkiseudulla

Pääkaupunkiseudulla on tutkittu varsin paljon ihmisten altistumista ilmansaasteille sekä mittauksin että mallittamalla. Vuodesta 1996 alkaen pääkaupunkiseudulla on kehitetty mallinnusmenetelmiä altistumisen arvioimiseksi (YTV 1997, Stambelj 1998, Kousa ym. 2001, Kousa ym. 2007).

Pääkaupunkiseudulla on arvioitu altistumista myös useissa mittauskampanjoissa. Typpidioksidille ja hiilimonoksidille altistumista mitattiin jo vuosina 1990–1991 Kansanterveyslaitoksen nk. "Lapset ja liikenne -projektissa (Alm 1999, Mukala 1999). Vuonna 1996 käynnistyi Kansanterveyslaitoksen koordinoima kansainvälinen EXPOLIS -tutkimushanke, jossa mitattiin työikäisen väestön altistumista sekä työpaikkojen ja kotien sisä- ja ulkoilman ilmansaastepitoisuuksia viidessä eurooppalaisessa kaupungissa (Hänninen ym. 2004). Pienhiukkasten pitoisuuksia ja koostumusta on mitattu metrossa, busseissa ja raitiovaunuissa (Aarnio ym. 2006, Vartiainen ym. 2007)

EXPOLIS-tutkimuksessa pienhiukkasten pitoisuus, jolle työikäinen väestö keskimäärin altistui (=altistumisepitoisuus) oli korkeampi kuin kotien ulkopuolella, kodeissa tai työpaikoilla mitatut keskimääräiset pitoisuudet (Koistinen ym. 2004). Tämä aiheutui mm. oleskelusta tupakansavui-

sisä tiloissa, liikennevälineissä ja muissa ympäristöissä, joissa mittauksia ei tehty, mutta joissa pitoisuudet olivat korkeampia kuin kodeissa tai työpaikoilla (Hänninen ym. 2004). Kiinteässä ilmanlaadun mittauspisteessä mitattujen pitoisuuksien todettiin korreloivan hyvin kodeissa sisällä mitattujen pitoisuuksien kanssa, mutta huonosti henkilökohtaisten altistumisepitoisuuksien kanssa. (Kousa ym. 2002). Jantusen ym. (2005) mukaan ilman erityisiä kodin tai työpaikan sisälähteitä asukkaiden altistumisepitoisuus pienhiukkasille on keskimäärin hieman ulkoilmapitoisuutta korkeampi. Tämä keskimääräinen pienhiukkasaltistuminen poikkeaa myös koostumukseltaan ja lähteosuusiltaan ulkoilman pienhiukkasista. Koska ihmiset viettävät valtaosan ajastaan sisätiloissa, rakennusten ilmanvaihdoissa ja sisätiloissa tapahtuva suodattuminen vähentää altistumista ulkoilman pienhiukkasille. Liikenteestä peräisin oleville pienhiukkasille altistumisen taso on kuitenkin noin puolet ulkoilmapitoisuutta suurempi ja vaihtelee huomattavasti. Jantunen ym. (2005) toteavat myös, että nykyaikainen rakennus- ja ilmanvaihtotekniikka vähentävät altistumista paitsi pienhiukkasille, myös otsonille ja mahdollisesti typpidioksidille.

Typpidioksidin osalta tulokset olivat hieman toisenlaiset kuin pienhiukkasilla. Väestön keskimääräinen altistumisepitoisuus typpidioksidille oli tutkimuksessa korkeampi kuin kotien ulkopuolella ja kodeissa sisällä, mutta alhaisempi kuin työpaikoilla keskimäärin. Ilmanlaadun mittausasemien typpidioksiditulokset kuvasivat heikosti typpidioksidille altistumista (Kousa ym. 2001). Jantusen ym. (2005) mukaan typpidioksidin pitoisuudet ovat typpidioksidin reaktiivisuudesta johtuen sisäilmassa keskimäärin 25 % alhaisempia kuin ulkoilmassa, ellei sisätiloissa ole erityistä lähdeä, kuten kaasulietettä. Toisaalta liikenteessä altistumisepitoisuus ylittää kaupungin taustapitoisuudet.

Altistumisessa havaittiin myös eroja eri väestöryhmien välillä: Työntekijät altistuivat keskimäärin korkeammille pienhiukkasepitoisuuksille kuin toimihenkilöt. Nuoret aikuiset (25–34 -vuotiaat) altistuivat korkeammille pitoisuuksille kuin van-

hemmat ikäryhmät. (Rotko ja Jantunen, 2004). Asumiseen liittyvät tekijät vaikuttivat suuresti typpidioksidille altistumiseen: Kaupungin keskustassa asuvat altistuivat selvästi korkeammille typpidioksidipitoisuuksille kuin esikaupunkialueilla asuvat. Typpidioksidille altistumisessa havaittiin ero myös koulutusasteryhmien välillä; vähän koulutetut altistuivat keskimäärin hieman korkeammille typpidioksidipitoisuuksille kuin enemmän koulutetut. Sen sijaan sukupuolten tai ikäryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja. (Rotko ja Jantunen, 2004).

## 8.2 Raja-arvot ylittävälle pitoisuuksille altistuvien määrät

Pääkaupunkiseudulla typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen on arvioitu ylittyvän Helsingin kantakaupungissa vilkasliikenteisimpien katujen varsilla, erityisesti katukuiluissa noin kahdeksan kilometrin matkalla. Tieto perustuu ilmanlaadun mittauksiin ja asiantuntija-arvioon. Näiden katujen varsilla asuvien ja työskentelevien ihmisten määrä arvioitiin YTV:n kokoaman Seudullisen perusrekisterin tietojen perusteella. Aasukastiedot ovat vuodelta 2006 ja työpaikat vuodelta 2005. Alueella asui vuonna 2006 noin

19 000 ihmistä, joista valtaosa, hieman yli 14 000 oli iältään 21–64 vuotta. Alle 20-vuotiaiden osuus oli noin 2000 ja yli 64-vuotiaiden noin 2 400. Työpaikkoja oli vuonna 2005 noin 20 000. Lisäksi alueella liikkuu päivittäin paljon ihmisiä työtehtävissä, ostoksilla, vapaa-aikaa viettämässä jne.

Ilmanlaadun mittausten ja malleilla tehtyjen laskennallisten arvioiden perusteella typpidioksidin raja-arvot ylittyvät vilkasliikenteisillä pääväylillä ja mahdollisesti niiden välittömässä läheisyydessä. Vuonna 2004 seurattiin passiivikeräinmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia Kehä I:n varrella vilkasliikenteisimmässä kohdassa (n. 95 000 ajoneuvoa vrk) eri etäisyyksillä. Tien molemmilla puolilla oli meluaiteita tai -valli. Viiden metrin etäisyydellä vuosipitoisuus ylitti vuosiraja-arvon selvästi. Pitoisuudet olivat 15 metrin etäisyydellä jo selvästi raja-arvon alapuolella. Todennäköisesti pääväylien varsilla ei kuitenkaan ole asuntoja alueilla, joilla raja-arvot ylittyvät. Huomattakoon kuitenkin, että typpidioksidipitoisuudelle annettu kansallinen vuorokausiohje-arvo ylittyy laajemmin väylien läheisyydessä kuin raja-arvo. Pääväylien liikenteen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia seurataan jatkossakin sekä mittauksin että laskennallisin menetelmin tilanteen kartoittamiseksi.

## 9. Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset pääkaupunkiseudulla

Raimo O. Salonen, Kansanterveyslaitos

Kansanterveyslaitos on tehnyt 1990-luvun puolivälin jälkeen pääkaupunkiseudulla lukuisia väestötutkimuksia kaupunki-ilman epäpuhtauksien ja väestön terveyden välisistä yhteyksistä. Niissä ovat olleet kohderyminä pitkäaikaista hengityssairautta sairastavat aikuiset ja lapset sekä pitkäaikaisia sydän- ja verisuonisairauksia sairastavat aikuiset. Monissa näistä tutkimuksista Helsinki on ollut yksi useammasta eurooppalaisesta kohdekaupungista.

Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) päivittäisen pitoisuusvaihtelun on todettu olevan yhteydessä pääkaupunkiseudun väestössä esiintyvään hengityssairauskuolleisuuteen. Samassa tutkimuksessa on havaittu myös lämpimän vuodenajan kohonneiden otsonipitoisuuksien olevan yhteydessä kokonaiskuolleisuuteen ja hengityssairauksista aiheutuvaan kuolleisuuteen (Penttinen ym. 2004). Pienhiukkasten massapitoisuuden ( $PM_{2,5}$ ) ja ns. ultrapienien hiukkasten (halkaisija alle 0,1  $\mu m$ ) lukumääräpitoisuuden päivittäisen vaihtelun on puolestaan todettu olevan yhteydessä sydän- ja aivoinfarkti-kuolleisuuteen etenkin lämpimänä vuodenaikana (Lanki ym. 2006a; Ketunen ym. 2007).

Pienhiukkasten, karkeiden hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10-2,5}$ ) typpidioksidin, hiilimonoksidin ja liikenneperäisiksi mallinnettujen pienhiukkasten päivittäisten pitoisuuksien vaihtelut ovat olleet yhteydessä sellaisiin lasten ja aikuisten hengityssairauskohtauksiin, jotka ovat vaatineet sairaalan päivystyspoliklinikalla annettavaa hoitoa (Halonen ym., lähetetty julkaistavaksi). Ultrapienien hiukkasten ja hiilimonoksidin pitoisuudet ovat olleet yhteydessä myös sydäninfarktien esiintymiseen (Lanki ym. 2006a).

Pienhiukkasten massapitoisuuden ja sen liikenneperäisen osuuden, sekä ultrapienien hiukkasten lukumääräpitoisuuden päivittäisen vaihtelun on todettu olevan yhteydessä sepelvaltimotautia sairastavilla henkilöillä ilmenevään sydänlihaksen hapenpuutteeseen fyysisessä rasituk-

sessä (Pekkanen ym. 2002; Lanki ym. 2006b) sekä sydämen sykkeen hermostolliseen säätelyyn (Timonen ym. 2006). Paikallisista poltto- lähteistä peräisin olevien pienhiukkasten päivittäisen vaihtelun on todettu olevan yhteydessä astmaa sairastavien aikuisten keuhkojen toimintaan (Penttinen ym. 2006).

Keskeisenä tekijänä terveyshaittojen esiintymisessä pidetään hiukkasten tulehdusaktiivisuutta. Helsingissä katupölyaikaan kerättyjen pienhiukkasten tulehdusaktiivisuus on ollut pienempi kuin vastaavana aikana Välimeren kaupungeissa kerättyjen pienhiukkasten, mikä saattaa ainakin osittain johtua auringonvalon heikommasta säteilyvaikutuksesta polttoperäisiin orgaanisiin yhdisteisiin (Jalava ym. 2007; Happo ym. 2007). Myös karkeiden hengitettävien hiukkasten tulehdusaktiivisuudessa on havaittu samansuuntaisia eroja kuin pienhiukkasissa Helsingin ja Välimeren kaupunkien välillä. Näissä hiukkasissa saattaa olla terveyden kannalta merkittäviä eroja sekä mineraalikoostumuksessa että biologisessa materiaalissa Euroopan eri osien välillä. Helsingissä kerätyissä hengitettävissä hiukkasissa on havaittu kevätkaudella kohonnutta tulehdusaktiivisuutta talvikauden hiukkasnäytteisiin verrattuna. Tämän eron on epäilty johtuvan suuremmasta maaperän mikrobikomponenttien vaikutuksesta hiukkaskoostumukseen keväällä (Salonen ym. 2004).

Yhteenvetona voidaan todeta, että pääkaupunkiseudulla tehdyissä terveysvaikutustutkimuksissa on havaittu samanlainen terveyshaittojen kirjo kuin saastuneemmissa eurooppalaisissa kaupungeissa. Terveiden kannalta tärkeimpiä ilmaansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muista epätäydellisen palamisen lähteistä peräisin olevat pienhiukkaset. Otsoni ja karkeat hengitettävät hiukkaset lisäävät lähinnä hengityssairaiden oireita ja voivat jossain määrin lisätä heidän sairaalakäyntejään, mutta niillä on vähän tai ei ollenkaan vaikutusta väestössä esiintyvään kuolleisuuteen. Typpidioksidi ja hiilimonoksidi kuvaavat suurella todennäköisyydellä epäsuorasti liikenneperäisiä pienhiukkaskoostumuksia ja ult-

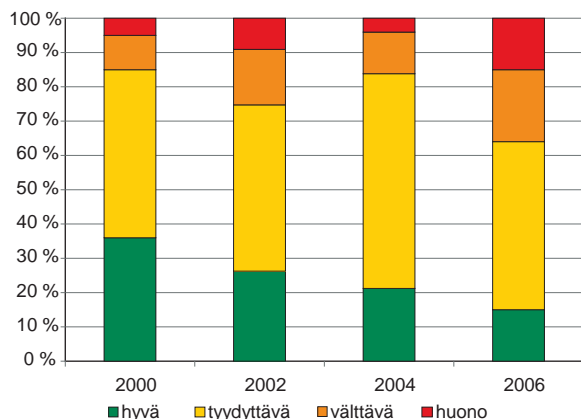
rapieniä hiukkasia eivätkä niinkään itse aiheuta nykypitoisuuksissa merkittäviä terveyshaittoja.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadulle on tyypillistä suhteellisen matala pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuus, mutta lyhyemmillä ajanjaksoilla esiintyy paljon korkeampia pitoisuuksia ns. ilmansaaste-episodien aikana. Näitä episodeja aiheuttavat muun muassa liikenteestä ja puun pienpoltosta epätäydellisen palamisen seurauksena syntyvät pienhiukkaset heikkotuulisina päivinä sekä keväisin ja elo-syyskuussa

rajojemme takaa tulevien metsä- ja maastopalojen savujen pienhiukkaset. Väestön parhaiten havaitsemia episodeja ovat liikenneympäristöjen keväiset katupölyjaksot, joiden vaikutus heijastuu eniten karkeiden ja kaikkien hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin. Lisää tutkimusta pitäisi tehdä erityisesti puun pienpoltton sekä metsä- ja maastopalojen savujen pienhiukkasten vaikutuksista hengitys- ja sydänsairaiden terveyteen. Suomessa ei ole myöskään tehty tutkimusta pitkäaikaiseen pienhiukkasaltistumiseen liittyvistä terveysvaikutuksista.

## 10. Asukkaiden näkemyksiä ilmanlaadusta

YTV on teettänyt vuosina 2000, 2002, 2004 ja 2006 yhteistyössä Hengitysliitto Heli ry:n kanssa selvityksiä pääkaupunkiseudun asukkaiden ilmanlaatua koskevista näkemyksistä. Ilmanlaatua hyvänä pitävien osuus on jatkuvasti vähentynyt (kuva 17).



Kuva 17. Asukkaiden arvio pääkaupunkiseudun ilmanlaadusta.

Tuoreimmassa, vuonna 2006 tehdyssä kyselyssä asukkaat arvioivat ilmanlaadun selvästi heikommaksi kuin aiempina vuosina. Silti yli 60 % vastanneista piti ilmanlaatua edelleen hyvänä tai tyydyttävänä. Kyselyn ajankohdallakin saattaa olla vaikutusta tuloksiin: Aineisto kerätään aina keväällä katupölykauden jälkeen. Vuonna 2006 kevät-pölykausi oli hankala ja samaan aikaan kulkeutui pääkaupunkiseudulle pienhiukkasia maan rajojen ulkopuolelta. Lisäksi VR:n makasiinien palo Helsingin keskustassa herätti suurta huomiota. Vuoden 2006 kyselyssä enemmistö (62 %) haastatelluista totesi, ettei ilmanlaadulla ollut vaikutusta heidän arkeensa. Kuitenkin jopa 21 prosenttia haastatelluista välttää tiettyjä paikkoja heikon ilmanlaadun takia, 16 % ei voi pitää ikkunoita auki ja 13 % rajoittaa ajoittain liikumista ulkona. Suurimmiksi ilmanlaadun pilaa-jiksi asukkaat mainitsivat liikenteen pakokaasut (41 %) ja katupölyn (40 %). Tiedottamisen merkitys on myös kasvanut: noin 70 % vastanneista piti ilmanlaadusta tiedottamista erittäin tarpeellisena tai melko tarpeellisena.

Edellä luvussa 8 mainitun EXPOLIS-tutkimuksen yhteydessä selvitettiin vuosina 1996–1998 myös

ilmansaasteiden häiritsevyyttä työikäisen väestön (25–60 -vuotiaat) keskuudessa (Rotko 2000a ja b). Tutkimukseen liittyneen kyselyn (n=428) mukaan suurin osa pääkaupunkiseudun aikuisväestöstä (90 %) oli huolestuneita alueen ilmanlaadusta ja lähes puolet piti ilman saastumista vakavimpana paikallisena ympäristöongelmana. Nuoret aikuiset (25–34 -vuotiaat) ja korkeakoulutetut mainitsivat ilmansaasteet muita useammin pahimpana paikallisena ympäristöongelmana. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset huolestuttivat kuitenkin eniten naisia, vanhinta ikäluokkaa (45–60 -vuotiaita) ja vähän koulutettuja (korkeintaan peruskoulu tai vastaava). Kyselyyn vastanneet olivat kuitenkin enemmän huolissaan teollisuuden päästöistä ilmaan ja veteen kuin liikenteen kasvun vaikutuksista, vaikka liikenteen vaikutus altistumiseen ilmansaasteille on Helsingissä paljon suurempi kuin teollisuuden.

Koko väestön tasolla ilmansaasteiden häiritsevyyks kasvoi jokseenkin johdonmukaisesti pitoisuuksien kasvaessa. Yksilötasolla ilmansaasteiden häiritsevyyks ei kuitenkaan korreloinut pienhiukkasille tai typpidioksidille altistumisen kanssa. Muut, yksilölliset erot vaikuttivat ratkaisevasti ilmansaasteiden häiritsevyyden kokemiseen: Naisia ilmansaasteet häiritsivät enemmän kuin miehiä ja iäkkäitä enemmän kuin nuoria. Allergiaoireista kärsivät kokivat ilmansaasteet terveitä häiritsevämmäksi ja vähemmän koulutusta saaneet häiritsevämmäksi kuin korkeasti koulutetut. (Rotko 2000a ja b).

Helsingissä on tehty tutkimuksia asukkaiden ympäristöasenteista säännöllisesti vuodesta 1989 alkaen, viimeksi vuonna 2005 (Lankinen, 2005). Vantaalla vastaava selvitys on tehty vuosina 1991 ja 1997 (Kauppinen, 1999) ja Espoossa vuonna 2007 (Espoon ympäristölautakunta, 2007). Tutkimukset koskivat eri ympäristönsuojelun osa-alueita. Ilmanlaatuun liittyviä erityiskysymyksiä ei näissä tutkimuksissa käsitelty: ympäristönsuojelua pidettiin yleensä tärkeänä ja ilmansuojelu koettiin suhteellisen merkittäväksi eri osa-alueiden joukossa. Huomattakoon kuitenkin, että espoolaiset pitivät ilmastonmuutosta



ja ilmansaasteista selkeästi vakavimpina maailmanlaajuisina ympäristöongelmina, ja liikennettä ja sen kasvua pahimpana paikallisena ympäristön tilaa heikentävänä tekijänä. Kysely tehtiin

alkuvuonna 2007, jolloin ilmastonmuutokseen liittyvät kysymykset olivat olleet runsaasti esillä tiedotusvälineissä.

## 11. Sopimukset ja lainsäädäntö

### 11.1 Kansainväliset sopimukset

Ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskeva yleissopimus, joka solmittiin Genevessä 1979, on tärkeimpiä kansainvälisiä sopimuksia, joilla suojellaan ympäristöä ja ihmisten terveyttä yli valtioiden rajojen. Suomi ratifioi sopimuksen vuonna 1981. Sopimuksen alaisilla pöytäkirjoilla säädellään eri epäpuhtauksien päästöjä tai rajoitetaan erilaisten aineiden käyttöä. Näitä pöytäkirjoja ovat (Ympäristöministeriö 2006a):

- Ensimmäinen rikkipöytäkirja (Helsinki, 1985) ja rikkipäästöjen lisävähentämistä koskeva toinen rikkipöytäkirja (Oslo 1994). Toisen rikkipöytäkirjan pitkän tähtäimen tavoitteena on, että rikkilaskeumat eivät ylitä kunkin alueen kriittisiä kuormituksia. Suomi sitoutui vähentämään päästöjä 80 % vuoden 1980 tasosta vuoteen 2000 mennessä. Vuoteen 2005 mennessä Suomen päästöt olivat laskeneet 86 % vuoteen 1980 verrattuna.
- Typenoksideja koskeva pöytäkirja (Sofia, 1988), jonka yleistavoitteena oli ensi vaiheessa jäädyttää typenoksidien päästöt. Vuoteen 2005 mennessä Suomen päästöt olivat laskeneet 29 % vuoteen 1987 verrattuna.
- Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) koskeva pöytäkirja (Geneve 1991), jonka tavoitteena oli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen vähentäminen 30 % vuoden 1988 määrästä vuoteen 1999 mennessä. Suomen VOC-päästöt laskivat 38 % vuosien 1988 ja 2004 välillä.
- Raskasmetalleja koskeva pöytäkirja (Århus, 1998), jonka tavoitteena on elohopean, lyijyn ja kadmiumin päästöjen vähentäminen alle vuoden 1990 päästötason. Vuoteen 2005 mennessä mainittujen metallien päästöt olivat laskeneet 32–92 % vuoden 1990 tasosta.
- Pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskeva pöytäkirja (Århus, 1998), jonka tavoitteena on pysyvien orgaanisten yhdisteiden käytön vähentäminen tai lopettaminen. Dioksiini-, furaani-, ja

PAH-yhdisteiden sekä heksaklooribentseenipäästöjä tulisi vähentää alle vuoden 1994 tason. Suomessa dioksiini- ja furaanipäästöt olivat vuonna 2004 alle vuoden 1994 tason, polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt sen sijaan ylittivät sen.

- Happamoitumisen, rehevöitymisen ja alailmakehän otsoninmuodostuksen rajoittamista koskeva pöytäkirja (Göteborg, 1999), jonka tavoitteena on rikin ja typen oksidien, ammoniakkin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjen vähentäminen siten, että ne ovat pysyvästi vuodesta 2010 alkaen alle pöytäkirjassa määriteltyjen enimmäispäästöjen. Vuodesta 2010 lähtien Suomen rikkidioksidipäästöjen tulee olla alle 116 000 tonnia, typenoksidien alle 170 000 tonnia, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden alle 130 000 tonnia ja ammoniakkin alle 31 000 tonnia vuodessa. Suomen päästöt vuonna 2004 olivat 84 000 tonnia rikkidioksidia, 205 000 tonnia typenoksideja, 140 000 tonnia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja 33 000 tonnia ammoniakia.

### 11.2 Ilmanlaatua koskevia säädöksiä

EU:ssa on vuosina 1996–2004 annettu viisi ilmanlaatua koskevaa direktiiviä. Neuvoston direktiivi 96/62/EY ilmanlaadun arvioinnista ja hallinnasta määrittelee periaatteet ilmanlaadun parantamiseksi ja hyvän ilmanlaadun ylläpitämiseksi.

Edellä mainitun nk. puitedirektiivin pohjalta on annettu neljä johdannaisdirektiiviä: Ensimmäinen (1999/39/EY) koskee rikkidioksidia, typpidioksidia ja typenoksideja, hiukkasia ja lyijyä sekä niiden raja-arvoja ja toinen (2000/69/EY) bentseeniä ja hiilimonoksidia sekä niiden raja-arvoja. Kolmas johdannaisdirektiivi (2002/3/EY) koskee otsonia ja sen pitoisuuksille asetettuja tavoite- ja kynnysarvoja ja neljäs (2004/107/EY) arseenia, kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja polyaromaattisia hiilivetyjä sekä niiden tavoitearvoja.

Ilmanlaatua koskevat direktiivit on sisällytetty Suomen lainsäädäntöön Ympäristönsuojelulaisissa (86/2000) ja Ympäristönsuojeluasetuksessa (169/2000) sekä niiden nojalla annetuissa asetuksissa, jotka ovat:

- Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (711/2001 muutos 784/2003)
- Valtioneuvoston asetus alailmakehän otsonista (783/2003)
- Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä (164/2007).

Asetuksissa on annettu ilman epäpuhtauksille raja-, kynnys- ja tavoitearvot. Raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Viranomaisten tulee huolehtia siitä, että pitoisuudet pysyvät raja-arvojen alapuolella. Kynnysarvot määrittelevät tason, jonka ylittyessä on tiedotettava tai varoitettava ilmansaasteiden pitoisuuksien kohoamisesta. Tavoitearvoilla taas tarkoitetaan pitoisuutta tai kuormitusta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa. Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pidemmän ajan kuluessa. Raja-, kynnys- ja tavoitearvot on esitetty liitteessä 5. Laissa ja asetuksissa annetaan lisäksi määräyksiä, jotka koskevat ilmanlaadusta tiedottamista ja ilmanlaadun seurantaa.

Ympäristönsuojelulain (86/2000) 102 §:n mukaan kunnan on varauduttava käytettävissä olevin keinoin toimiin, joilla estetään ilmanlaatuasetukseen perustuva ilmanlaadun raja-arvon mahdollinen ylittyminen kunnan alueella. Jos raja-arvo ylittyy, kunnan on ryhdyttävä tarpeellisiin toimiin tai annettava määräyksiä liikenteen rajoittamiseksi ja päästöjen vähentämiseksi.

Ilmanlaatuasetuksen (711/2001) 12 ja 13 §:ien mukaan raja-arvon ylittyessä tai ollessa vaarassa ylittyä, kunnan on laadittava ja toimeenpantava suunnitelmia ja ohjelmia, joilla raja-arvon ylittyminen estetään. Suunnitelmat ja ohjelmat, jotka

voivat koskea koko kuntaa tai sen tiettyjä alueita, tulee laatia viimeistään 18 kuukauden kuluessa sen vertailujakson päättymisestä, jona raja-arvo on ylittynyt tai sen ylittymisen vaara on havaittu. Mikäli hengitettävien hiukkasten raja-arvon ylitys johtuu teiden tai katujen talvihiekoituksesta, ei ole tarpeen laatia suunnitelmia ja ohjelmia raja-arvojen alittamiseksi. Kunnan tulee kuitenkin laatia selvitys 6 kuukauden kuluessa sen vuoden päättymisestä, jolloin ylitys on havaittu. Suunnitelmista, ohjelmista ja selvityksistä on tiedotettava kunnan asukkaille.

Otsoniasetuksen 5 §:n mukaan on otsonin tavoitearvojen toteutumiseksi laadittava tarvittaessa ympäristönsuojelulain 26 §:n mukainen suunnitelma tai ohjelma. Ympäristönsuojelulain 26 § koskee valtakunnallisia suunnitelmia ja ohjelmia eikä siis velvoita yksittäistä kuntaa tekemään niitä.

Ympäristönsuojelulain 25 §:n mukaan kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta. Seurantatiedot on julkistettava ja niistä on tiedotettava tarvittavassa laajuudessa. YTV-lain (1269/96) perusteella pääkaupunkiseudun ilman-suojelun seuranta-, tutkimus-, suunnittelu-, koulutus- ja valistustehtävät kuuluvat Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnalle YTV:lle.

Ilmanlaadun ohjearvot on annettu valtioneuvoston päätöksellä (480/1996). Ne määrittelevät meillä kansallisia ilmanlaadun tavoitteita ja ilman-suojelutyön päämääriä ja ne on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvoja sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan sitovia kuten raja-arvot, vaan ne ohjaavat suunnittelua ja niiden ylittyminen pyritään estämään. Ohjearvoja on annettu rikkidioksidin, typpidioksidin, kokonaisleijuman, hengitettävien hiukkasten sekä pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuuksille. Ohjearvot on esitetty liitteessä 5.

## Ehdotus uudeksi ilmanlaatudirektiiviksi

Komission ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi ilmanlaadusta ja sen parantamisesta Euroopassa annettiin 21.9.2005. Direktiivin tavoitteena on säännösten ajantasaistaminen ja yksinkertaistaminen. Lisäksi tavoitteena on ollut arvioida uudelleen ja tarkistaa voimassa olevat säännökset siten, että niihin voidaan sisällyttää uusin tutkimuksista ja jäsenvaltioiden kokemuksista kertynyt aihetta koskeva tietämys. Ehdotuksessa yhdistetään edellä mainitut ilmanlaadun puitedirektiivi, kolme ensimmäistä johdannaisdirektiiviä sekä tietojen vaihtoa koskeva neuvoston päätös (97/101/EY).

Merkittävin lisäys aiempaan nähden on pienhiukkasten pitoisuuksien liittäminen sääntelyn piiriin. 25.10.2006 päivättyssä direktiiviehdotuksessa pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) vuosipitoisuudelle ehdotetaan sekä tavoite- että raja-arvoksi  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tavoitteena on, että pitoisuudet saataisiin laskemaan alle  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  jo vuoden 2010 alkuun mennessä (tavoitearvo), mutta viimeistään tämä taso tulisi saavuttaa vuoden 2015 alkuun mennessä (raja-arvo). Lisäksi pienhiukkasille asetetaan altistumisen vähentämistavoite, joka on 20 % vuoteen 2020 mennessä verrattuna vuoden 2010 nk. keskimääräisen altistumisindikaattorin arvoon (AEI), jos se on yli  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Altistumisindikaattorin arvon ollessa  $7\text{--}13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vähentämistavoite on  $(\text{AEI} * 1,5)$  prosenttia. Altistumisindikaattorin arvo lasketaan kaikkien jäsenvaltion alueella olevien kaupunkitaustaa edustavien mittausasemien vuosikeskiarvoista kolmen vuoden liukuvana keskiarvona. (Jos altistumisindikaattorin arvoksi saadaan esim.  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , on altistumisen vähentämistavoite 15 %, eli  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Direktiivissä annetaan määräyksiä myös pienhiukkasten mittausasemien lukumäärästä, mittausmenetelmistä, laadunvarmistuksesta sekä pienhiukkaspitoisuuksien ja hiukkasten koostumuksen määrittämisestä tausta-alueilla.

Ehdotuksessa epäpuhtauksien raja-arvojen lukuarvoihin ei esitetä muutoksia. Hiekoitushiekkaa koskeva säännös säilyisi ennallaan. Komissio kuitenkin antaisi myöhemmin ohjeet, miten hie-

koitushiekan vaikutus raja-arvojen ylittymiseen tulee arvioida. Ehdotukseen sisältyy myös mahdollisuus saada lisää aikaa tavoitteisiin pääsemiseksi. Typpidioksidin ja bentseenin osalta määräraajoja voitaisiin lykätä enintään viisi vuotta ja hengitettävien hiukkasten määräraikaa 3 vuotta. Lisäajan saaminen ei kuitenkaan olisi automaattista, vaan sen voisi saada direktiivissä lueteltujen tiukkojen kriteerien perusteella.

Direktiivin käsittely jatkuu EU:ssa ja se saataneen voimaan vuonna 2008.

## 11.3 Liikenteen päästömääräykset

Henkilö- ja pakettiautoille, raskailla ajoneuvoille ja työkoneille on määritelty päästörajat. Henkilö- ja pakettiautoilla sertifiointi tehdään kokonaisuutena autolla nk. alustadynamometrissä ja tulokset ilmoitetaan ajomatkaan suhteutettuna ( $\text{g}/\text{km}$ ). Raskaiden ajoneuvojen (yli 3500 kg) ja työkoneiden sertifiointi tehdään testipenkkiin asennetulla erillismootorilla ja tulokset esitetään moottorin tekemään työhön suhteutettuna ( $\text{g}/\text{kWh}$ ).

Henkilöautojen päästöjen Euro 1 -rajat tulivat voimaan vuonna 1992. Päästömääräykset koskevat voimaantuloaikanaan uusia autotyyppejä ja vuoden viiveellä kaikkia uusina myytäviä autoja. Euroopassa bensiini- ja dieselautoille on eri päästörajat, ja pakettiautoille vielä omansa. Pakettiautot on jaettu omapainon mukaan kolmeen luokkaan. Kevyimmässä luokassa (referenssipaino alle 1305 kg) vaatimukset ovat samat kuin henkilöautoilla. Euro 5 ja Euro 6 -määräykset on vahvistettu vasta hiljattain, ja hiukkasmittausmenetelmään saattaa vielä tulla muutoksia. Euro 5 -määräykset astuvat voimaan uusille autotyypeille loppuvuodesta 2009.

Raskaiden ajoneuvomoottorien osalta ovat tällä hetkellä (syksy 2007) voimassa Euro 4 -tason määräykset, ja Euro 5 -tason vaatimukset astuvat voimaan uusille moottorityypeille loppuvuodesta 2008. Euro 4 -tasosta Euro 5 -tasoon ainoastaan  $\text{NO}_x$ -raja muuttuu ( $3,5 \rightarrow 2,0 \text{ g}/\text{kWh}$ ). Euro 6 -taso on toistaiseksi vielä valmisteluvaiheessa. (Nylund ja Mäkelä 2007)

## 11.4 Muita päästöjä ja polttoaineita koskevia säädöksiä

EU:n päästökattodirektiivi (2001/81/EY) asettaa EU:n jäsenvaltioiden tietyille päästöille sallitut vuotuiset enimmäismäärät, joita ei saa ylittää vuodesta 2010 alkaen. Nämä ns. päästökattot koskevat rikkidioksidia, typen oksideja, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja ammoniakkaa. Kunkin jäsenmaan on tehtävä kansallinen ohjelma päästökattojen alittamiseksi. Päästökattodirektiivin täytäntöön panemiseksi valtioneuvosto hyväksyi syyskuussa 2002 ilmansuojeluohjelman, joka ulottuu vuoteen 2010. Lisäksi mm. suuria polttolaitoksia ja jätteenpolttolaitoksia sekä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä koskevat direktiivit vähentävät näitä päästöjä. (Ympäristöministeriö 2007a).

IPPC-direktiivin (Integrated Pollution Prevention and Control) (96/61/EY) tarkoituksena on estää ja vähentää teollisuuslaitosten aiheuttamaa ympäristön pilaantumista. Direktiivi koskee suurimpia suuria teollisuuslaitoksia, kuten energiantuotantolaitoksia, kaasun- ja öljynjalostamoja, metallien tuotantoa ja jalostusta, mineraaliteollisuutta, kemianteollisuutta ja paperi- ja kartonkiteollisuutta sekä jätehuoltolaitoksia, kuten suuria yhdyskuntajätteen polttolaitoksia ja kaatopaikkoja. IPPC-direktiivi pantiin Suomessa käytäntöön 1.3.2000 voimaan tulleella ympäristönsuojelulalla ja -asetuksella. (Ympäristöministeriö 2007b).

Ilmansuojelulain ja ympäristönsuojelulain nojalla valtioneuvosto on antanut asetuksia ja päätöksiä, joilla rajoitetaan eri epäpuhtauksien päästöjä ilmaan ja säädellään polttoaineiden laatua (Ympäristöministeriö 2007c). Näitä ovat mm.:

- Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan vähintään 50 megawatin polttolaitosten ja kaasuturbiinien rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta (1017/2002) ja siihen tehdyt muutokset (907/2005) ja (798/2007).

- Valtioneuvoston asetus moottorikäyttöisten ajoneuvojen joutokäynnin rajoittamisesta (266/2002).
- Valtioneuvoston päätös liikkuviin työkoneisiin asennettavien polttomoottoreiden pakokaasuja ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta (408/1998), täydennetty asetuksella (503/2002)
- Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta (362/2003).
- Valtioneuvoston päätös yhdyskuntajätettä polttavien laitosten aiheuttaman ilman pilaantumisen ehkäisemisestä (626/1994).
- Valtioneuvoston päätös ongelmajätteiden poltosta (842/1997).
- Valtioneuvoston asetus orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja lakoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (837/2005).
- Valtioneuvoston asetus orgaanisten liuottimien käytöstä tietyissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (435/2001) ja siihen liittyvä muutosasetus (838/2005).
- Valtioneuvoston päätös bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (468/1996) ja sen muutos (1264/2002).
- Valtioneuvoston päätös kivihiilen rikkipitoisuudesta (888/1987).
- Valtioneuvoston asetus raskaan polttoöljyn, kevyen polttoöljyn ja meriliikenteessä käytettävän kaasuöljyn rikkipitoisuudesta (689/2006).
- Valtioneuvoston asetus moottoribensiinin ja dieselöljyn laatuvaatimuksista (1271/2000) ja sen muutokset (321/2001, 1265/2002 ja 767/2003).
- Valtioneuvoston päätös öljyjätehuollosta (101/1997).

- Valtioneuvoston asetus aluksista aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (688/2006).

### 11.5 Puuta käyttävien lämmityslaitteiden päästövaatimukset

Ympäristöministeriö valmistelee puupolttoaineita käyttäville uusille lämmityslaitteille päästövaatimuksia, jotka tulevat todennäköisesti voimaan vuonna 2008. (Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D8: Puupolttoaineita käyttävien lämmityslaitteiden päästöt ja hyötysuhteet).

Määräykset koskisivat uusien rakennusten lämmityslaitteita, joissa käytetään kiinteää puupolttoainetta, kuten halkoja, puupellettejä, puupilkkkeitä, puubrikettejä tai puuhaketta. Määräykset koskisivat mm. uusia lämmityskattiloita, varaavia takkoja, pellettikamiinoita, leivinuuneja ja saunan kiukaita. Määräykset koskisivat laitteita, joiden nimellisteho on enintään 300 kW. Määräykset eivät koske kesämökkejä eivätkä savusaunoja. Uusia määräyksiä olisi tarkoitus noudattaa myös lämmitysjärjestelmän korjauksissa, kun se vastaa uudistamista. Päästövaatimusten tarkoituksena on puuttua energia- ja ilmastoselonteon mukaisesti puun pienpoltosta aiheutuvien pienhiukkasten haitallisiin terveysvaikutuksiin. (Ympäristöministeriö 2007d)

### 11.6 Muu lainsäädäntö

Terveydensuojelulain (763/1994) 26 §:n mukaan asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, ilmanvaihdon ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa. Terveydensuojelun 27 §:n nojalla kunnan terveydensuojelu voi velvoittaa, sen kenen toiminnasta aiheutuu mm. hajua, pölyä, savua tai muuta niihin verrattavaa, ryhtymään toimenpiteisiin tämän haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

Ympäristönsuojelulain (86/2000) ja jätelain (1072/1993) mukaan kunnat voivat antaa omia

ympäristönsuojelulain täytäntöönpanon kannalta tarpeellisia paikallisista olosuhteista johtuvia, kuntaa tai sen osaa koskevia yleisiä määräyksiä YSL:n 19 §:ssä esitetyin rajauksin. Tarkastuksen perusteella kunnan viranomaisen voi antaa muuta kuin luvanvaraista toimintaa koskevan yksittäisen määräyksen, joka on tarpeen pilaantumien ehkäisemiseksi (YSL 85 §). Määräys voi koskea esimerkiksi pienpolttoa. Ääritilanteessa valvontaviranomainen voi keskeyttää välitöntä terveyshaittaa tai merkittävää välitöntä ympäristön pilaantumista aiheuttavan toiminnan, kuten polton.

Naapuruussuhdelain (90/2000 17 §) mukaan kiinteistöä, rakennusta tai huoneistoa ei saa käyttää siten, että naapurille aiheutuu kohtuutonta rasitusta ympäristölle haitallisista aineista, noesta, liasta, pölystä, hajusta yms. vaikutuksesta.

Vuonna 2003 voimaan tullut järjestyslaki (612/2003) kumosi kuntien järjestyssäännöt. Kunnat voivat antaa edellä mainittuja, ympäristönsuojelulakiin ja jätelakiin perustuvia ympäristönsuojelu- ja jätehuoltomääräyksiä mm. avopoltosta, kiinteän polttoaineen käytöstä määrätyillä alueilla, rakennustyömaiden pölyämisen estosta tai lehtipuhaltimien käytöstä hiekanpoistoon.

Kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta annetun lain (669/178) nojalla kunta voi antaa tarkempia määräyksiä siitä, miten kadun ja yleisten alueiden kunnossapito talvella sekä muu kunnossa- ja puhtaanapito on hoidettava laissa asetetut velvollisuudet ja paikalliset olot huomioon ottaen.

### 11.7 Ympäristölupamenettely

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toimintoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa. Ympäristönsuojeluasetuksessa luetellaan toiminnot, joille lupaa on haettava.

Luvassa annetaan määräyksiä mm. toiminnan laajuudesta, päästöistä ja niiden vähentämisestä. Luvan myöntämisen edellytyksenä on mm., ettei toiminnasta saa aiheutua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Päästöjen ehkäisemistä ja rajoittamista koskevat lupamääräykset perustuvat parhaaseen käytökelpoiseen tekniikkaan (BAT). Ympäristölupia myöntävät ympäristölupavirasto, alueellinen ympäristökeskus tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen hankkeesta ja sen laajuudesta riippuen. Alueelliset ympäristökeskukset ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiset toimivat myös lupien valvontaviranomaisina.

### 11.8 Ympäristövaikutusten arviointi

Lakia ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (YVA) (468/1994) sovelletaan hankkeisiin, joista saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006) sisältää ne hankkeet, joihin on aina sovellettava YVA-menettelyä. Tällaisia hankkeita ovat esimerkiksi moottoritiet, suurehkot satamahankkeet, raskaan liikenteen lentokentät ja suuret kanalat ja sikalat. YVA-menettelyä voidaan lisäksi soveltaa alueellisen ympäristökeskuksen päätöksellä yksittäistapauksissa hankkeisiin, joilla on todennäköisesti merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia.

Alueellinen ympäristökeskus toimii yhteysviranomaisena hankkeiden YVA-menettelyssä. Hankkeesta vastaava huolehtii tarvittavien selvitysten tekemisestä. Hankkeista vastaavien on oltava selvillä myös sellaisten hankkeiden ympäristövaikutuksista, joita ei arvioida YVA-menettelyssä. (Ympäristöministeriö 2007e)

Viranomaisten valmistelemien suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointia koskevat laki (200/2005) ja asetus (347/2005) tulivat voimaan kesäkuussa 2005. Lain tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja huomioidaan ottamista viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien valmistelussa ja hyväksymisessä. Lisäksi tavoitteena on parantaa yleisön tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia sekä edistää kestävä kehitystä. Laki sisältää velvollisuuden selvittää ja arvioida tiettyjen suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutukset. Lisäksi se sisältää arvioinnin sisältöä ja menettelytapoja koskevia säännöksiä. Lainsäädäntö pohjautuu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tiettyjen suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista (niin sanottu SEA-direktiivi 2001/42/EY) sekä YK:n Euroopan talouskomission strategista ympäristöarviointia koskevaan pöytäkirjaan. (Ympäristöministeriö 2007e)

## 12. Kansainvälisiä ja kansallisia strategioita ja ohjelmia

Seuraavaan on koottu ilmansuojelun kannalta keskeisiä strategioita ja ohjelmia. Niitä referoidaan siis ilmansuojelun ja jossain määrin myös ilmastonmuutoksen näkökulmasta, ja muut ohjelmien mahdollisesti sisältämät aihealueet on jätetty käsittelemättä.

### 12.1 EU-komission teemakohtaiset strategiat

Kuudennessa ympäristöä koskevassa Euroopan yhteisön toimintaohjelmassa kehoitettiin valmistelemaan seitsemän eri aihepiirejä koskevaa teemakohtaista strategiaa. Näistä ilmansuojelun kannalta merkityksellisiä ovat ilman pilaantumista ja kaupunkiympäristöä koskevat teemakohtaiset strategiat.

#### Puhdasta ilmaa Euroopalle -strategia

Hiukkaset ja alailmakehän otsoni ovat terveydelle haitallisimmat ulkoilman epäpuhtaudet Euroopassa tällä hetkellä. Lisäksi happamoitava laskeuma (typen ja rikin oksidit sekä ammoniakki), rehevöittävä laskeuma (typpiravinteet eli typen oksidit ja ammoniakki) sekä alailmakehän otsoni vahingoittavat ekosysteemejä.

Maailman terveysjärjestö WHO on arvioinut pienhiukkasten lyhentävän keskimääräistä elinikää noin 9 kuukautta Euroopan Unionissa (EU25), Suomessa noin kolme kuukautta. Tämä tarkoittaa, että pienhiukkaset aiheuttaisivat koko EU:ssa noin 350 000 ennenaikaista kuolemaa vuosittain. Suomessa tämä luku on noin 1 300. Pienhiukkaset lisäävät myös sairauksien lääkekuluja sekä poissaoloja työstä ja koulusta, ja ne lisäävät hoitopäiviä sairaaloissa. Ne heikentävät merkittävästi arviolta kymmenien miljoonien ihmisten toimintakykyä EU:n tasolla ja Suomessakin kymmenien tuhansien hengitys- ja sydänsairaiden sekä lasten toimintakykyä (Salonen ja Penanen 2006)

Puhdasta ilmaa Euroopalle –strategialla (Clean Air for Europe, CAFE) edistetään EU:n kuudennessa ympäristöohjelman tavoitetta saavuttaa sellainen ilmanlaatu, ettei se aiheuta merkittäviä kielteisiä vaikutuksia tai riskejä ihmisten terveydelle ja ympäristölle. Strategiassa on asetettu väliaikaiset tavoitteet terveys- ja ympäristövaikutuksille vuoteen 2020 mennessä. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005)

Strategian tavoitteena on vuoteen 2020 mennessä vähentää pienhiukkasten takia menetettyjen elinvuosien määrää ja otsonin terveysvaikutuksia. Lisäksi tavoitteena on vähentää happamoitumisen ja rehevöitymisen kannalta kriittisiä kuormituksia ja otsonin haitallisia vaikutuksia metsiin. Strategian valmistelussa arvioitiin, että asetettujen määrällisten välitavoitteiden saavuttamiseksi rikkidioksidin päästöjä on EU:n tasolla vähennettävä noin 80 % vuoteen 2000 verrattuna, typenoksidien päästöjä noin 60 %, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä noin 50 %, ammoniakkipäästöjä lähes 30 % ja pienhiukkasten primääripäästöjä lähes 60 %. Osa päästövähennyksistä saavutetaan jäsenmaissa jo hyväksytyin toimenpitein, osa vaatii uusia toimenpiteitä. Alustavien arvioiden mukaan Suomessa vaadittavat päästövähennykset olisivat EU:n keskiarvoa pienemmät. Luvut tarkentuvat päästökattodirektiivin muutoksen valmistelussa. (Sarkkinen 2005)

Strategiaa toteutetaan yhdistämällä, yhdenmukaistamalla ja ajantasaistamalla voimassa olevat ilmanlaatua koskevat direktiivit. Pienhiukkasten pitoisuuksille annetaan ilmanlaatonormit. Tätä koskeva komission ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi ilmanlaadusta ja sen parantamisesta Euroopassa annettiin syyskuussa 2005.

Kansallisia päästörajoja koskeva nk. päästökattodirektiivi tarkistetaan ja siinä ratkaistaan, kuinka suuret päästövähennykset ovat tarpeen eri jäsenmaissa vuoteen 2020 mennessä. Komission direktiiviehdotus saataneen käsittelyyn niin ikään vuoden 2008 aikana.



Suurten, yli 50 megawatin voimalaitosten osalta ei ole suunnitteilla säädösmuutoksia, vaan niihin sovelletaan jatkossakin suuria voimalaitoksia koskevaa direktiiviä (Large Combustion Plants). Sen sijaan selvitetään, voitaisiinko IPPC-direktiivin (Integrated Pollution Prevention and Control) soveltamisalaa laajentaa niin, että se kattaisi myös alle 50 megawatin voimalaitokset. Talo-kohtaisille polttolaitteille ja niiden polttoaineille kehitetään harmonisoituja teknisiä määräyksiä. Lisäksi harkitaan energiatehokkuusdirektiivin laajentamista nykyistä soveltamisalaa pienempiin rakennuksiin.

Strategian pohjalta EU:n komissio antoi joulukuussa 2005 esityksen henkilö- ja pakettiautojen päästönormien tiukentamisesta. Asetus, joka sisältää henkilöautojen ja pakettiautojen ensi vuosikymmenen raja-arvot, hyväksyttiin kesäkuussa 2007 ja sen säännöksiä aletaan soveltaa asteittain vuodesta 2008. Raskaita ajoneuvoja koskevien päästönormien tiukennusehdotuksen odotetaan valmistuvan vuoden 2008 alkupuoliskolla. (Ympäristöministeriö 2007f)

Lentoliikenteen osalta todetaan, että toimenpiteillä, joilla pyritään vaikuttamaan lentoliikenteen ilmastovaikutuksiin, vähennettäisiin myös ilmanlaatuvaikutuksia.

Laivaliikenteestä peräisin olevat rikkidioksidin ja typenoksidien päästöjen oletetaan ylittävän kaikki maalla olevista lähteistä peräisin olevat päästöt EU:ssa vuoteen 2020 mennessä. Komissio on laatinut EU:n strategian alusten päästöistä. Lisäksi sovittiin direktiivistä, joka koskee meriliikenteessä käytettävien polttoaineiden rikkipitoisuutta. Lisätoimet ovat kuitenkin tarpeen ja komission tarkoituksena on ollut mm. antaa ehdotus tiukemmista NO<sub>x</sub>-normeista vuoden 2006 loppuun mennessä, mikäli IMO:ssa (International Maritime Organization) ei ole siihen mennessä tehty ehdotuksia tiukemmista normeista. Lisäksi tarkoituksena on edistää maalla sijaitsevan sähköverkon käyttöä alusten ollessa satamassa.

Komission strategiassa todetaan tarve lisätä tulevana vuosina tutkimusta mm. päästölähteistä, ilmakehän kemiasta, epäpuhtauksien leviämisestä

sekä ilman epäpuhtauksien vaikutuksista terveyteen ja ympäristöön. Lisäksi todetaan tarve parantaa arvioita toteutettujen toimenpiteiden kustannuksista ja tehokkuudesta.

## Kaupunkiympäristön teemakohtainen strategia

Komissio esitti jo aiemmassa tiedonannossaan ”Kohti kaupunkiympäristön teemakohtaista strategiaa” vuonna 2004 alustavan arvionsa kaupunkialueisiin kohdistuvista haasteista. Siinä ehdotettiin toimia, jotka koskevat kaupunkien hoitoa, kestävästä kaupunkiliikennettä, rakentamista ja kaupunkisuunnittelua. (Euroopan yhteisöjen komissio 2004)

Komission tiedonanto kaupunkiympäristön teemakohtaisesta strategiasta julkaistiin tammikuussa 2006 (Euroopan yhteisöjen komissio 2006). Kaupunkialueiden ympäristöhaasteista strategiassa todetaan mm. että useimpien Euroopan kaupunkien keskeiset ympäristöongelmat ovat samat, ja näitä ovat esim. huono ilmanlaatu, liikennemäärien kasvu ja ruuhkat, melu, rakennetun ympäristön huono laatu, kasvihuonekaasupäästöt, yhdyskuntarakenteen hajaantuminen sekä jätteet ja jätevedet. Ongelmien syyt liittyvät elämäntavan ja väestörakenteen muutoksiin, ja näitä ovat mm. kasvava riippuvuus yksityisautoilusta, yhden hengen talouksien määrän lisääntyminen sekä luonnonvarojen käytön lisääntyminen.

Teemakohtaisen strategian suunniteltiin pitävän sisällään lainsäädännöllisiä sitovia velvoitteita kunnille, mutta siitä luovuttiin. Niinpä strategian tarkoituksena onkin auttaa alue- ja paikallisviranomaisia EU:n ympäristöpolitiikan toimeenpanossa ja kaupunkiympäristön parantamisessa. Tavoitteeseen pyritään ensisijaisesti edistämällä kokemusten ja hyvien käytäntöjen vaihtoa viranomaisten välillä. Erityiset painopisteet yhteistyössä ja ohjauksessa olisivat eri lainsäädäntöhankkeiden toimeenpano, prosessien suunnittelu ja hallinta, kestävä julkisen liikenteen suunnittelu ja paikallisviranomaisten koulutus.

## 12.2 Ympäristöministeriön ilmansuojeluohjelma 2010

Ympäristöministeriön ilmansuojeluohjelma 2010 sisältää Suomen kansalliset suunnitelmat ja/tai toimet energiantuotannon, liikenteen, maatalouden ja teollisuuden sekä työkoneiden, huviveneiden ja pienpolton päästöjen vähentämiseksi (Ympäristöministeriö 2002). Ohjelma koskee rikkidioksidin, typenoksidien, ammoniakkin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä, ja sillä pannaan toimeen Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tiettyjen ilman epäpuhtauksien kansallisista päästörajoista (2001/81/EY) (nk. päästökattodirektiivi). Ohjelmassa esitetään myös arviot suunniteltujen toimien vaikutuksista päästöihin vuonna 2010.

Ympäristöministeriö ja muut toimijat seuraavat kansallisen ohjelman toteutumista. Ohjelman toteutumisesta valmisteltiin vuoden 2006 aikana raportti, joka on lähetetty komissiolle. Ympäristöministeriön mukaan kansallisen ohjelman mukainen päästökehitys on ollut riittävä velvoitteiden saavuttamiseksi. (Ympäristöministeriö 2007a). Päästökattodirektiiviä tarkistetaan parhaillaan EU:ssa ilmanlaatua koskevan teemakohtaisen strategian mukaisesti.

## 12.3 Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä vuoteen 2010

Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä vuoteen 2010 on liikenne- ja viestintäministeriön kolmas ympäristöohjelma joka kattaa vuodet 2005–2010 ja määrittelee ympäristötyön keskeiset toimintalinjat kaikille liikennemuodoille (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005).

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ympäristötyön keskeisiä tavoitteita vuosina 2005–2010 ovat muiden muassa ympäristönäkökulman sisällyttäminen liikennejärjestelmätyöhön, kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ja ilmastomuutokseen sopeutuminen sekä ilmanlaatua heikentävien päästöjen vähentäminen.

Ympäristönäkökulman sisällyttämisellä liikennejärjestelmätyöhön pyritään luomaan ekotehokas liikennejärjestelmä. Vuoteen 2010 mennessä tavoitteena on, että liikenteen kasvu taajamaseuduilla on hidastunut ja että ympäristöystävällisten kulkumuotojen markkinaosuudet henkilöliikenteessä ovat kasvaneet tai pysyneet ennallaan. Lisäksi tavoitteena on vähentää ympäristöhaittoja kuljetussuoritetta kohti.

Tavoitteisiin pyritään mm.

- edistämällä maankäytön suunnittelun ja liikennejärjestelmäsuunnittelun yhteensovittamista
- kehittämällä vaikutusarvioiteja sekä suunnitelma- ja ohjelmatasolla että liikennepolitiikan strategioiden valmistelussa
- huolehtimalla siitä, että ympäristöä koskevat vaikutusarviot ovat päätöksentekijöiden käytävissä oikeaan aikaan
- hillitsemällä kaupunkiseutujen liikenteen kasvua liikennejärjestelmäsuunnittelua kehittämällä sekä edistämällä joukkoliikenteen kilpailukykyä ja kevyttä liikennettä
- kiinnittämällä huomiota liikenteen rauhoittamiseen taajama-alueilla
- parantamalla kuljetusketjujen ekotehokkuutta
- parantamalla rautateiden kilpailukykyä ja lyhyen matkan merikuljetusten edellytyksiä
- tehostamalla tutkimus- ja kehittämistoimintaa liikennejärjestelmätyön ympäristönäkökulman vahvistamiseksi sekä käyttäjäryhmien tarpeiden ja liikkumiseen vaikuttavien tekijöiden ymmärtämiseksi.

Ilmanlaatua heikentävien päästöjen vähentämisen päämääränä on hyvä ilmanlaatu. Tavoitteiksi vuodelle 2010 on asetettu, että tie- ilma- ja rautatieliikenteen yhteenlasketut typenoksidien ja yh-

teenlaseketut haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt vähenevät noin 75 % vuoteen 1990 verrattuna. Lisäksi tavoitteena on vähentää tieliikenteen suoraa hiukkaspäästöjä niin, että terveyshaitat minimoidaan (vähintään 40 % vähennys nykytilasta).

Keskeisinä toimenpiteinä esitetään:

- Kaupunkiseutujen liikenteen kasvua hillitään liikennejärjestelmäsuunnittelua kehittämällä sekä edistämällä joukkoliikenteen kilpailukykyä ja kevyttä liikennettä.
- Osallistutaan EU-lainsäädännön valmisteluun (erityisesti henkilö- ja pakettiautojen Euro 5 ja Euro 6 -normit sekä raskaiden ajoneuvojen Euro 6 -normit).
- Liikenteen pienhiukkaspäästöjen vähentämiseksi hyödynnetään kansallisen ja kansainvälisen pienhiukkastutkimuksen tuloksia.
- Selvitetään mahdollisuudet edistää hiukkassuodattimien yleistymistä liikennevälineissä suunniteltua nopeammin.
- Edistetään puhtaampien raskaan liikenteen ajoneuvojen käyttöönottoa (esim. maakaasubussit) sekä selvitetään tarvittaessa mahdollisuudet edistää erilaisten jälkikäsitellylaitteiden asentamista raskaan liikenteen ajoneuvoihin.
- Edistetään hallinnonalan ns. vihreitä hankintatapoja, esim. vähäpäästöisellä kalustolla tehtäviä töitä.

Ohjelmassa painotetaan lisäksi pienhiukkasia koskevan tutkimuksen sekä kasvihuonekaasujen ja ilmanlaatua heikentävien päästöjen yhtäaikaiseen vähentämiseen tähtäävä tutkimuksen merkitystä.

## 12.4 Suomen kansallinen ympäristöterveysohjelma

Sosiaali- ja terveysministeriö sekä ympäristöministeriö julkistivat vuonna 1997 Suomen kansal-

lisen ympäristöterveysohjelman. Ohjelma on jo melko vanha, mutta silti monet siinä esitetyistä toimenpiteistä eivät ole menettäneet ajankohtaisuuttaan.

Ohjelmassa katsotaan yhdyskuntailman laadun aiheuttavan haittoja, joiden hallinta ja vähentäminen edellyttävät merkittäviä lisätoimia. Ilmanlaadun suhteen tavoitteeksi asetettiin, että ilmanlaadun ohjearvoja ei ylitetä Suomessa (nykyiset raja-, kynnys- tai tavoitearvot eivät olleet vielä voimassa). Keskeisimpinä toimenpiteinä esitettiin mm.:

- Kaupunkikeskustoissa vähennetään liikennemääriä sekä linja-autojen ja jakeluautojen päästöjä esim. edistämällä vaihtoehtoisten polttoainneiden käyttöä, kaluston uusimista, muuttamalla kalustoa sähkökäyttöiseksi sekä taloudellisen ohjauksen avulla. Raskasta ajoneuvoliikennettä ohjataan alueille, missä haitat ovat vähäisimmät.
- Ajoneuvojen pakokaasupäästövaatimuksia tiukennettaessa otetaan erityisesti huomioon Suomessa vallitsevat kylmät olosuhteet ja terveydelle haitallisimmat hiukkaspäästöt.
- Lisätään mahdollisuuksia autottomaan asumiseen ja liikkumiseen parantamalla joukkoliikenteen palveluja ja kevyen liikenteen toimintamahdollisuuksia yhdyskuntien suunnittelun, täydennys- ja korjausrakentamisen yhteydessä.
- Kehitetään ilman epäpuhtauksien terveysvaikutusten huomioon ottamista alue-, yhdyskunta- ja liikennesuunnittelussa, ympäristövaikutusten arvioinnissa ja ympäristölupien käsittelyssä tehostamalla koulutusta ja viranomaisten yhteistyötä.

## 12.5 Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma sekä Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä

Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma valmistui helmikuussa 2006 (Ympäristöministeriö 2006b). Kansanterveyslaitos laati tätä ohjelmaa varten taustaselvityksen elinympäristön

kemikaaliriskeistä (Jantunen ym. 2005). Kemiikaalikäsité tulkittiin laajasti ja selvityksessä käsiteltiin myös aineita, joita ei perinteisesti ole pidetty kemikaaleina, ml. ilman epäpuhtaudet.

Ohjelman ehdotukset toimenpiteiksi on ryhmitelty niiden vaikuttavuuden mukaan 16 kokonaisuuteen. Näistä neljä valittiin kiireellisiksi ja ensisijaisiksi. Näitä ovat 1) EY:n kemikaaliasetuksen (REACH) tavoitteiden saavuttaminen ja uuden tiedon hyödyntäminen, 2) altistumistiedot ja seuranta, 3) yritysten ja muiden toiminnanharjoittajien kemikaalien riskinarviointi ja riskinhallinta sekä 4) tuotteiden aiheuttamien kemikaaliriskien vähentäminen.

Ohjelmassa asetettiin tavoitteeksi mm., että terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden altistumisesta ja päästöistä on käytettävissä riittävät tiedot riskinarviointia ja riskinhallintaa varten. Tämän pohjalta suositeltiin selvitettäväksi tarve ja mahdollisuudet perustaa kemikaalien altistumisseurantaohjelma. Ilman epäpuhtauksiin liittyen pidettiin tarpeellisena seurata erityisesti kaupunkiväestön altistumista. Seurannan tavoitteena on saada tietoja altistumisen laadullisista ja määrällisistä muutoksista, analysoida muutosten syitä sekä arvioida altistumisen tulevaa kehitystä ja kansanterveydellisiä vaikutuksia. Ohjelman mukaan kemikaalien altistumisseurantaohjelman esiselvitykset tehdään ja seuranta suunnitellaan vuoden 2008 loppuun mennessä.

Kansanterveyslaitoksen tekemässä taustaselvityksessä arvioitiin hengitysilmahuomattavaksi terveyteen vaikuttavien aineiden lähteeksi. Sen merkitystä kasvattaa epäpuhtauksien lähteiden jatkuva lisääntyminen liikenteen, energiantuotannon ja teollisuuden lisääntymisen myötä. Tämänhetkisen tiedon mukaan huomiota tulisi kiinnittää ainakin pienhiukkasiin, otsoniin ja hiilimonoksiidiin. Toimenpiteinä päästöjen vähentämiseksi suositetaan ainakin vanhojen ajoneuvojen tehostettua korvaamista uudella kalustolla, dieselajoneuvojen pakokaasupäästöjen hiukkassuodatusta, puulämmityksen päästöjen säätelyä ja liikenteen bentseenipäästöjen vähentämistä. Yhteiskunnallisilla valinnoilla voidaan vaikuttaa suuressi esim. energiantuotantomuotojen, liikenne-

muotojen, yhdyskuntarakenteen ja teollisuuden rakenteen osalta. Selvityksessä todetaan myös, että tiedot ilman epäpuhtauksien vaikutusmekanismeista ovat varsin hataria. Keskeisimmät tutkimus- ja selvitystarpeet liittyvät pienhiukkasten, kevätpölyn, rengaspölyn ja pienpolton päästöjen toksikologiaan ja lisäksi tulisi tehdä kohdennettua epidemiologista tutkimusta.

## 12.6 Uudenmaan ympäristöohjelma 2020

Uudenmaan ympäristökeskuksen laatiman ympäristöohjelman tavoitteena on luoda asukkaille hyvä elinympäristö ja säilyttää alueen monimuotoinen luonto. Ohjelma on tehty laajassa vuorovaikutuksessa alueen sidosryhmien kanssa, ja se suuntaa viraston tulevaa toimintaa ja määrittelee toiminnan painopisteitä. (Uudenmaan ympäristökeskus 2007)

Ympäristöohjelman päätavoite on ilmastonmuutoksen torjunta ja sen vaikutuksiin varautuminen. Tätä tavoitetta toteutetaan ympäristöohjelman kaikilla painopistealueilla.

Muita ohjelman tavoitteita ovat mm. yhdyskuntarakennetta eheyttäminen sekä turvallinen, terveellinen ja viihtyisä elinympäristö. Liikenteen ja maankäytön suunnittelua pyritään sovittamaan yhteen siten, että varmistetaan ekotehokas aluerakenne ja tasa-arvoiset liikkumisedellytykset ja vähennetään autoriippuvuutta. Tavoitteeksi on asetettu myös maaperän ja ilman hyvä laatu sekä hyvä vesien tila. Energiankulutuksen kasvua hillitään ja pyritään vähentämään luonnonvarojen käyttöä.

Ohjelmakaudella vähennetään kansallisen ilmasuojeluohjelman mukaisesti rikkidioksidin, typenoksidien, ammoniakkin, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sekä pienhiukkasten päästöjä niin energiantuotannon, liikenteen, maatalouden ja teollisuuden kuin pienpoltonkin osalta. Teollisuuden ja energiantuotantolaitosten puhdistuslaitteiden toimivuutta parannetaan. Pyritään siihen, että käytössä on monipuolinen energiantuotantorakenne ja hyvä huolto- ja toimintavarmuus.

Kannustetaan energiansäästöä sekä ympäristöystävällisten ja uusiutuvien energianlähteiden käyttöä.

Päätöksenteko vaatii tuekseen luotettavaa tietoa ympäristön tilasta. Uudenmaan ympäristökeskuksen tavoitteena on, että asukkailla, yrityksillä, järjestöillä ja viranomaisilla on käytössään yhteensopivat tietojärjestelmät ja että ympäristötieto on helposti hyödynnettävissä ja tiedon tuottajien päivitettävissä. Lisäksi tavoitteena on, että päätöksentekijöille on tarjolla tulkittua ja jalostettua ympäristötietoa.

## 12.7 Uudenmaan maakuntasuunnitelma 2030 ja maakuntaohjelma 2007–2010

Maakuntasuunnitelma on pitkän aikavälin strateginen suunnitelma maakunnan kehittämiseksi. Sen laatiminen perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin sekä alueiden kehittämislakiin. Se on pohjana kaikelle muulle maakunnan suunnittelulle. Maakuntaohjelmassa määritellään maakunnan kehittämisen lyhyen aikavälin tavoitteet ja linjaukset. Ohjelmalla ja sen vuosittain laadittavilla toteuttamissuunnitelmilla kohdennetaan aluekehittämisen voimavaroja maakunnan alueella.

Uudenmaan maakuntaohjelmassa ja sen vaikutusten arvioinnissa kuvataan Uudenmaan ympäristön tilaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä mm. seuraavasti: Uudenmaan ympäristön tila on monin osin hyvä tai tyydyttävä. Luonnonympäristö on monipuolinen ja rakennettu ympäristö on kulttuurisesti arvokas. Tällä hetkellä alueen ympäristöä rasittavat eniten merialueiden rehevöityminen, ilmanlaadun ajoittain huolestuttavan heikko laatu suurimmissa kaupungeissa sekä suuren öljykatastrofin yhä suurempi todennäköisyys. Lisäksi ilmastomuutoksen globaalit vaikutukset tulevat todennäköisesti näkymään monin ennakoimattomin tavoin myös Uudellamaalla.

Uudenmaan väestötiheys on maan korkein ja väestömäärä kasvaa edelleen varsinkin pääkaupunkiseudulla ja Keski-Uudellamaalla. Yhdyskuntarakenne eheytyy paikoin, mutta myös hajautuu joillain alueilla. Maankäytön tehokkuus on monil-

la uusilla asuinalueilla pienempi kuin vanhoilla, joten välimatkat ovat pidentyneet ja liikenne kasvanut. Väestönkasvu on keskittynyt pää- ja rantaradan sekä nopeiden tieyhteyksien varrella oleviin kasvukeskuksiin. Uudellamaalla työmatkat ovat pitkiä työpaikkojen keskittyessä yhä voimakkaasti pääkaupunkiseudulle, Helsingin keskustaan ja suurten liikenneväylien varrelle. Henkilöautoliikenteen osuus on kasvanut merkittävästi ja lyhyet kävely- ja pyöräilymatkat ovat vastaavasti vähentyneet. Joukkoliikenteen järjestäminen tiiviin asutuksen ulkopuolella on vaikeata. Kaupallisten ja julkisten palveluiden keskittyminen on lisännyt autoistumista. Uudenmaan tieverkko on ruuhkautunut, ja kasvava transitioliikenne lisää ruuhkautumista ja liikenneturvallisuusongelmia entisestään.

Liikenteen aiheuttamia merkittävimpiä haittavaikutuksia Uudellamaalla ovat päästöt vesiin ja ilmaan, tie-, raide-, ja lentoliikenteen melu, paikoin myös tärinä sekä liikenneonnettomuudet. Tiheä liikenneväylien ja rakennettujen alueiden verkosto pirstoo yhtenäisiä luontoalueita vaikuttaen ekologisen verkoston toiminnan lisäksi alueiden kulttuuri- ja virkistysarvoihin. Merkittävänä liikenteen ympäristöriskinä ovat Suomenlahden öljykuljetukset. Käytännössä maakunnan aluerakenteen ja liikennejärjestelmän kehittämisessä joudutaan etsimään tasapainoa riittävän liikennejärjestelmän toiminnallisen tason ja kohtuullisten haittavaikutusten välistä.

Ohjelman vaikutusarviossa painotetaan myös ilmanlaadun parantamista edelleen, joskin ilmanlaatu on Uudellamaalla parantunut parinkymmenen vuoden aikana. Hyvä kehitys on johtunut erityisesti teollisuuden rikkidioksidipäästöjen vähenemisestä sekä ajoneuvoteknologian kehityksestä, mikä on hillinnyt liikenteen päästöjen kasvua. Silti typpidioksidi-, pöly- ja pienhiukkaspitoisuudet nouseva ajoittain etenkin pääkaupunkiseudulla liikenteen ja kaukokulkeumien vuoksi niin korkeiksi, että ne aiheuttavat vakavia terveysriskejä. Uudenmaan ilmanlaatua uhkaa tulevaisuudessa eniten ennustettu liikennemäärän kasvu, minkä aiheuttamaa päästöjen kasvua on vaikea enää kompensoida ajoneuvoteknologialla.

Maakuntasuunnitelman 2030 painopisteiksi on valittu asuminen, elinkeinot ja osaaminen, hyvinvointi sekä infrastruktuuri ja ympäristö. Näille painopistealueille on laadittu strategiset tavoitteet ja strategiat.

Maakuntasuunnitelman infrastruktuuria ja ympäristöä koskevat strategiset tavoitteet ovat: Aluerakenteen ja liikkumisen yhteensovittamisella varmistetaan, että ympäristö on Uudellamaalla viihtyisä ja että yhdyskuntarakenne on toimiva ja ekologisesti kestävä. Uusimaa profiloituu sekä kansallisesti että kansainvälisesti aktiivisen ympäristöpolitiikan maakuntana, jonka yhdyskuntarakenne on kestävä kehityksen mukainen. Alueella toimitaan aktiivisesti muun muassa ilmanlaadun ja Itämeren tilan parantamiseksi sekä vesi- ja jätehuollon ratkaisujen kehittämiseksi. (Uudenmaan liitto 2006)

Maakuntaohjelman painopisteet ja ohjelmakauden tavoitteet on johdettu maakuntasuunnitelman visiosta ja strategioista (Uudenmaan liitto 2007). Maakuntaohjelmassa esitetään infrastruktuurin ja ympäristön painopistealueelle mm. seuraavia tavoitteita ohjelmakaudelle 2007 – 2010:

- Lisätään Helsingin seudun ja koko Uudenmaan yhteistyötä maankäytön, asumisen ja liikenteen kysymyksissä.
- Joukkoliikenteen kulkumuoto-osuus pidetään vähintään ennallaan.
- Liikennemelualueella asuvien määrää vähennetään ja paikallista ilmanlaatua parannetaan.
- Ilmastomuutoksen torjumiseksi tavoitteena on päästöjen huomattava väheneminen lähivuosikymmeninä, ohjelmakaudella tässä työssä päästään käytännön toimenpiteisiin.
- Ympäristötietoisuus lisääntyy, kun panostuksia suunnataan ympäristökasvatukseen ja kootaan ympäristötietoja internetin välityksellä käytettävään muotoon.

Tavoitteiden toteuttamiseksi esitetään toimintalinjat ja toimenpiteet. Toimintalinjoista mainittakoon

yhdyskuntarakenteen eheyttäminen, joukkoliikenteen kilpailukyvyyn säilyttäminen, liikenteen haittavaikutusten vähentäminen sekä ilmastonmuutoksen torjuntaan ja sopeutumiseen sekä ilmanlaadun parantamiseen liittyvät toimintalinjat. Toimintalinjojen lisäksi ohjelmassa esitetään toimenpidekokonaisuuksia, kärkihankkeita ym., joita ei ole mahdollista referoida tässä yhteydessä.

## 12.8 Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia

YTV:n hallitus hyväksyi 14.12.2007 vuoteen 2030 ulottuvan Pääkaupunkiseudun ilmastostrategian, joka valmisteltiin YTV:n, Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten yhteistyönä (YTV 2007b).

Ilmastostrategian tavoitteena on vuoteen 2030 mennessä alentaa pääkaupunkiseudun energiankulutusta ja vähentää asukasta kohden laskettuja kasvihuonekaasupäästöjä 39 prosentilla vuoden 1990 tasosta. Strategiassa keskitytään toimintalinjoihin ja keinoihin, jotka ovat kaupunkien omassa päätösvallassa tai toteutettavissa kaupunkien ohjauksella.

Strategiatyötä on tarkoitus jatkaa YTV-kaupunkien välisellä aiesopimuksella ja toimintaohjelmalla. Siihen kootaan kaupunkien tärkeimmät toimet ja yhteistyötahot kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Ilmastostrategian toimintalinjojen ja toimenpiteiden pääpaino on kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä, mutta osa toimista vähentää myös paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavia päästöjä ml. hiukkaset ja typpidioksidi. Pääsääntöisesti ilmastostrategian toimenpiteillä on myönteinen vaikutus ilmanlaatuun, mutta joissakin tapauksissa vaikutukset voivat paikallisesti olla kielteisiä. Siksi ilmastostrategian ja ilmansuojelun toimintaohjelmien toteutuksessa on otettava huomioon sekä ilmasto- että ilmanlaatuvaikutukset.

Erityisen merkittäviä ilmansuojelun toimintaohjelmien kannalta ovat ilmastostrategian liikenteen ja maankäytön toimintalinjat, joita referoidaan tässä

lyhyesti. Sähkönkulutuksen, rakennusten, hankintojen, kulutuksen ja jätteiden, sekä energiantuotannon ja jakelun visioiden ja toimintalinjojen osalta viitataan itse raporttiin.

Liikenteen visio vuodelle 2030 kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on, että liikenteen kasvihuonekaasupäästöt asukasta kohden ovat vähentyneet ainakin 20 prosenttia. Joukkoliikenne, pyöräily ja kävely ovat ensisijaisina liikkumismuotoina houkuttelevimpia.

### Liikenteen toimintalinjoja tavoitteen saavuttamiseksi ovat:

#### a) Vaikutetaan liikenteen määrään ja kulkutapoihin parantamalla joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn asemaa ja palvelutasoa.

Liikennesuoritetta vähennetään. Joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen käyttöä lisätään vaikuttamalla maankäytön kehittämiseen ja pysäköintipolitiikalla. Kannustamalla henkilöautolle vaihtoehtoisten kulkutapojen käyttöön varmistetaan, että joukko- ja kevyen liikenteen yhteydet tarjoavat todellisen vaihtoehdon henkilöauton käytölle.

Ilmastonmuutoksen hillinnän sekä liikenteen palvelutason ja toimivuuden kannalta on tärkeää, että liikennejärjestelmää kehitetään kokonaisuutena käyttämällä monipuolisesti pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelman (PLJ 2007) kehittämisohjelman viiden osastrategian toimenpiteitä.

PLJ:n osastrategiat ovat:

- 1 Liikkumisen kysyntään ja kulkutapoihin vaikuttaminen
- 2 Joukkoliikennepalvelujen kehittäminen
- 3 Liikennejärjestelmän käytön tehostaminen liikenteen hallinnan ja informaation keinoin
- 4 Liikennejärjestelmän kehittämisen teemaohjelmat ja –hankkeet
- 5 Infrastruktuurin kehittämishankkeet

Liikenteen uusia taloudellisia ohjauskeinoja tarkastellaan tulevaisuudessa mahdollisina kysynnän ohjauskeinoina, mikäli muut liikennejärjestel-

män kehittämistoimet eivät osoittaudu riittäviksi kohtuullisen liikennöitävyyden säilyttämiseksi. Tehokkaimpia keinoja ovat ne, joilla voidaan leikata ruuhkaisimpien aikojen ja paikkojen liikennekysyntää, kuten ajan, paikan ja ajettujen kilometrien perusteella perittävät maksut.

Liikenneverkon suurten kehittämishankkeiden painopisteet ovat lähivuosikymmeninä kaupunkirata- ja metrojärjestelmien kehittämisessä sekä poikittaisten yhteyksien kehittämisessä. Joukkoliikenteen palvelutasoa nostetaan laadukkaalla ja vähäpäästöisellä kalustolla sekä osaavalla henkilökunnalla. Nämä seikat otetaan aiempaa voimakkaammin huomioon tarjouskilpailussa.

Pääkaupunkiseudulle perustetaan pysyvä kevyttä liikennettä, joukkoliikennettä ja ekotehokasta autoilua edistävä liikkumispalvelukeskus. Se tarjoaa kaupungeille, työnantajille ja yksittäisille asukkaille liikkumisen suunnittelupalveluita ja neuvoja.

Joukkoliikenneasemien viihtyisyyttä ja turvallisuutta sekä reaaliaikaisen liikenneinformaation saantia parannetaan. Aikataulujen täsmällisyyttä ja vaihtojen sujuvuutta parannetaan. Selvitetään autoilijoiden ehdotuksia joukkoliikenteen parantamiseksi, jotta he siirtyisivät käyttämään sitä.

Joukkoliikenteen kustannuksia autoiluun verrattuna alennetaan ja joukkoliikennedyhteyksiä parannetaan erityisesti poikittaisessa liikenteessä. Toimivat joukkoliikennepalvelut sisällytetään alueiden suunnitteluun ja järjestelmien toimivuus taataan heti, kun alueelle tulee asukkaita. Tämä edellyttää, että liikennepalvelujen suunnittelussa ja toteuttamisessa taloudellista kannattavuutta tarkastellaan riittävän pitkällä aikajänteellä.

Täydennetään ja kehitetään pyörätieverkostoa ja parannetaan pyöräilijöiden tarvitsemia palveluita kuten turvallista ja houkuttelevaa polkupyörien pysäköintiä. Otetaan huomioon jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden näkökulmat ja tarpeet suunnittelussa ja toteutuksessa.

Polkupyörien pysäköintipaikkojen mitoitusnormit otetaan huomioon asemakaavoituksessa. Turval-

listen, katettujen ja hyvin saavutettavien pyörien pysäköintipaikkojen merkittävä lisääminen voisi vähentää asemakaavamääräyksissä vaadittavien autopaikkojen määrää.

#### b) Vähennetään kaupungin omista toiminnoista aiheutuvia liikenteen päästöjä

Kaupungit selvittävät tavaraliikenteen logistiikan tehostamisen mahdollisuudet ja ryhtyvät niiden edellyttämiin toimenpiteisiin. Energiatehokkuus ja päästöjen alhainen taso otetaan kilpailuskriteeriksi joukkoliikenteen ja kaupunkien kuljetusten hankinnassa. Kaupungit ottavat ajoneuvojen kasvihuonekaasupäästöt kriteeriksi sekä kuljetuspalvelujen että ajoneuvojen ja työkoneiden hankintojen kilpailuttamisessa. Kaupungit kehittävät autojen yhteiskäyttöjärjestelmiä kaluston käyttöasteen nostamiseksi. Ajoneuvojen ja työkoneiden polttoaineenkulutuksen seuranta kehitetään.

Kaupungit edistävät taloudellista ajotapaa kouluttamalla paljon ajavan henkilöstönsä säännöllisesti ja palkitsevat säästäväisestä ajosta. Pääkaupunkiseudun kaupungit tarjoavat kaikille työntekijöilleen joukkoliikenteen työsuhdematkalipun. Kaupungit parantavat henkilöstönsä mahdollisuuksia pyöräilyyn ja kävelyyn työ- ja työasiointimatkoilla mm. järjestämällä työpaikoille toimivat polkupyörien pysäköinti- ja sosiaalityilat.

#### c) Vähäpäästöisten ajoneuvojen käyttöä edistetään

Edistetään vähäpäästöisten ajoneuvojen ja kasvihuonekaasuvaikutuksiltaan edullisten biopolttovälineiden käyttöä pääkaupunkiseudulla mm. sallimalla niille etuoikeuksia liikenteessä. Kaupungit voivat omassa toiminnassaan toimia esimerkkinä biopolttovälineen suosimisessa.

#### d) Logistiikan kehittäminen

Kaupunkien tavara- ja jakeluliikenteen logistiikka kehitetään ja tehostetaan. Yhteisautoilua edistetään näille varattuja pysäköintimahdollisuuksia parantamalla.

Ilmastostrategian maankäytön visiona on: Kestävän yhdyskuntarakenteen kehittäminen perustuu sen täydentämiseen ja eheyttämiseen raide-liikenteeseen tukeutuen.

### Maankäytön toimintalinjoja vision toteuttamisessa ovat:

#### a) Yhdyskuntarakennetta eheytetään

Seudun kaupunkirakennetta kehitetään täydentäen niin, että voidaan hidastaa liikenteen kasvua. Samalla voidaan hyödyntää tehokkaasti olemassa olevaa infrastruktuuria kuten liikenneverkkoa sekä kaukolämpö ja -jäähdytysjärjestelmää. Suurin osa uusista asunnoista, työpaikoista ja palveluista rakennetaan kävelyetäisyydelle nykyistä ja uusista raideliikenneasemista. Näin nykyistä suurempi osa liikenteestä voidaan hoitaa kevyellä liikenteellä ja raideliikenteellä.

Kaupunkirakennetta laajennetaan raideliikenteeseen tukeutuen. Yhdyskuntarakennetta hajauttavien muusta yhdyskuntarakenteesta irrallisten rakentamisalueiden käyttöönottoa vältetään.

Liikenneverkon rakentamisessa painopiste on raideverkon laajentamisessa ja nykyisten raideyhteyksien vahvistamisessa.

Merkittävän uuden rakentamisen tai käyttötarkoituksen muutosten vaikutukset liikkumistarpeeseen ja liikenneverkkoon tulee arvioida jo maankäytön tavoitteita asetettaessa. Vaihtoehtoisia maankäytön ratkaisuja vertailtaessa tulee osoittaa, miten kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää. Hankkeen laajuudesta riippuen tarkasteluissa tulee kuvata hankkeesta aiheutuva liikkumistarve laajemmin pääkaupunkiseudulla ja vaihtoehtoiset tavat ratkaista liikkuminen kasvihuonekaasupäästöt minimoiden.

Kaavoituksessa huolehditaan erityisesti hyvien ja suorien kevyen liikenteen reittien tilavarauksista ja suunnittelussa sekä alueiden välillä että kortteleiden sisällä. Yhteydet asemille ja joukkoliikenteen pysäkeille on järjestettävä erityisen hyvin.



Uudet rakentamisalueet sijoitetaan ja suunnitellaan niin, että ne voidaan liittää kaukolämpöverkoon. Maankäytön suunnittelussa varataan riittävät tilat lähipalveluja varten. Vähittäiskaupan suuryksiköt sijoitetaan kaupunkikeskuksiin tai julkisella liikenteellä helposti saavutettaviin paikkoihin.

Tärkeimpien yhdyskuntarakenteen kehittämissuunnitelmien vaikutukset energian kulutukseen ja kasvihuonekaasupäästöihin on selvitettävä erikseen.

#### b) Luodaan edellytykset uusiutuvan energian tuotannon lisäämiselle

Maankäytön suunnittelussa otetaan huomioon uusiutuvan energiantuotantoon (mm. tuulivoima, bioenergia) ja polttoainehuoltoon (mm. biopolttoaineiden kuljetus ja varastointi) liittyvät kaavoitustarpeet. Rakennusten sijoittamisessa otetaan huomioon aurinkoenergian käyttömahdollisuudet. Kaavoituksessa ja rakentamistapaohjeissa luodaan myönteiset lähtökohdat uusiutuvan energian käytölle.

Toimintalinjojen lisäksi raportissa on ehdotettu keinoja päästöjen vähentämiseksi.

## 13. Yhteenveto

### Taustatiedot

Pääkaupunkiseutu ja sen ympäristö ovat topografialtaan tasaista, alavaa aluetta. Sen korkeimmatkin kohdat ovat vain noin 90 metriä meren pinnan yläpuolella. Tasaiset pinnanmuodot ja avoin sijainti meren rannassa edistävät ilman epäpuhtauksien tehokasta sekoittumista ja laimenemista. Toisaalta kylmän ilmaston vuoksi talvella esiintyy ajoittain voimakkaita maanpintainversioita, jolloin ilman epäpuhtauksien sekoittuminen ja laimeneminen on hyvin heikkoa. Keväiset katuröyryepisodit ovat suomalaisten ja muiden ilmastoltaan samankaltaisten maiden kaupunkien ilmanlaadun erityispiirre. Pohjoinen sijainti kaukana Euroopan saasteisimmista alueista ja kylmä ilmasto ovat toistaiseksi pitäneet otsonipitoisuudet melko alhaisina Suomessa verrattuna etelämpään Eurooppaan.

Pääkaupunkiseudun pinta-ala on 766 km<sup>2</sup>, ja asukasluku ylitti miljoonan rajan vuonna 2007. Väkiluku on kasvanut nopeasti ja kasvun ennustetaan jatkuvan nopeana myös tulevaisuudessa. Vuoteen 2025 mennessä seudun väkiluvun arvioidaan nousevan 1,1 miljoonaan.

Pääkaupunkiseutu on väljästi rakennettu. Yleiskaavasuunnitelmissa maankäyttörakennetta pyritään eheyttämään ja tiivistämään. Toisaalta seudun kaupunkirakenne laajenee entistä suuremmalle alueelle asumisväljyyden ja väestönkasvun seurauksena.

Ajoneuvosuorite on kasvanut pääkaupunkiseudulla viime vuosina 1–2 prosenttia vuodessa. Henkilöautojen osuus suoritteesta on noin 83 %. Viikkaimmin liikennöityjä alueita ovat pääväylät ja Helsingin kantakaupunki. Liikennemäärät ovat kasvaneet nopeasti Espoossa ja Vantaalla sekä poikittaisväylillä. Helsingin keskusta-alueella liikennemäärät ovat pysyneet lähes vakioina, mutta kasvaneet voimakkaasti esikaupunkialueiden pääväylillä. Matkojen ennustetaan pitenevän ja ajoneuvoliikenteen suoritteiden kasvavan edelleen tulevaisuudessa maankäytön levitessä entistä laajemmalle pääkaupunkiseudulla ja sitä

ympäröivillä alueilla. Joukkoliikenteen kulutapaosuus säilynee nykyisellään noin 37 %:ssa. Toisaalta nykyinen maankäyttö mahdollistaisi hyvin joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen käytön lisääntymisen seudulla.

Pääkaupunkiseudun energialaitoksissa tuotetun sähkö- ja kaukolämpöenergian määrä on lähes kaksinkertaistunut viimeisten 20 vuoden aikana. Pääkaupunkiseudun energiantuotannossa maakaasun osuus on noin 50–60 % käytetystä polttoaineesta ja kivihiilen vastaavasti noin 40–50 %. Öljyn ja biopolttoaineiden osuudet ovat pienet, noin 1–2 %. Asukasta kohti laskettu sähkönkulutus on kasvanut vuosittain noin prosentin. Noin puolet sähköenergiasta kuluu palvelusektorilla, noin kolmannes kotitalouksissa ja noin kymmenen prosenttia teollisuudessa.

Kaukolämmön osuus rakennusten lämmityksessä on Helsingissä yli 85 %, Espoossa, Vantaalla ja Kauniaisissa hieman alle 70 % rakennusneliöiden mukaan laskettuna. Kaukolämpö tuotetaan pääosin tehokkaasti yhdistettynä sähkön- ja lämmöntuotantona. Pientalojen (erillis- ja rivitalojen) yleisin ensisijainen lämmitystapa pääkaupunkiseudulla on sähkölämmitys, joka on käytössä noin 48 % pientaloista. Noin neljäsosa pientaloista on liitetty kaukolämpöön, ja noin neljäsosa käyttää lämmönlähteenä kevyttä polttoöljyä. Puuta käyttää ensisijaisena lämmönlähteenä noin 2 % ja maalämpöä noin 1 % pientaloista. Toissijaisena lämmitysmuotona puuta käyttää yli puolet pientaloista.

### Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla pitkällä aikavälillä pääsääntöisesti laskeneet tai pysytelleet likimain ennallaan voimakkaasta väestön, liikennemäärien ja energiantuotannon kasvusta huolimatta. Ilmanlaatuindeksin mukaisesti arvioituna ilmanlaatu on valtaosan ajasta hyvä tai tyydyttävä, mutta hiukkasten, typpidioksidin ja

otsonin pitoisuudet kohoavat ajoittain haitallisen korkeiksi. Lisäksi typpidioksidin vuosipitoisuudet ovat Helsingin keskustassa paikoin korkeita.

Ilmanlaadun mittauksissa on todettu hengitettävien hiukkasten vuorokausi- ja typpidioksidin vuorokausi-arvon ylityksiä, lähinnä Helsingin keskustan vilkkaasti liikennöidyillä alueilla, erityisesti katukuiluissa. Espoossa, Vantaalla tai Kauniaisissa ylityksiä ei ole mitattu. Hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin vuorokausipitoisuuksia koskevat kansalliset ohjeet ylittyvät paitsi Helsingin keskustassa myös Espoossa ja Vantaalla vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä. Kauniaisissa vuonna 2000 tehdyissä mittauksissa ylittyi hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjeet. Helsingin keskustan vilkkaita liikenneympäristöjä lukuunottamatta ohjeiden ylityksiä esiintyy kuitenkin melko harvoin, 1–3 kuukautena vuodessa. Typpidioksidin raja-arvon ylitykset aiheutuvat pääasiassa liikenteen päästöistä.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvoylitykset aiheutuvat pääasiassa katupölystä. Pitoisuudet ovat korkeimmat keväällä, kun lumi on sulanut, kadut kuivuneet ja liikenne nostaa talvella kertyneitä hiukkasia ilmaan katujen pinnoilta. Hiukkaspitoisuudet kohoavat ajoittain myös syksyllä ja talvella, kun hiekoitus on aloitettu ja talvirenkaat otettu käyttöön. Pääkaupunkiseudulla on tutkittu paljon eri tekijöiden vaikutuksia katujen pölyämiseen ja samalla on pyritty löytämään uusia menetelmiä haittojen vähentämiseksi. Uusimmat tutkimustulokset ja tutkimusten yhteydessä luodut yhteistyöverkostot tarjoavat hyviä mahdollisuuksia katupölyn haittojen vähentämiseen tulevaisuudessa.

Pienhiukkasten pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla eurooppalaisittain alhaisia ja pitoisuudet ovat alle EU:ssa ehdotetun tavoite/raja-arvon. Pienhiukkaset ovat kuitenkin terveysvaikutuksiltaan haitallisin kaupunki-ilman epäpuhtaus, ja haittoja on havaittu myös pääkaupunkiseudun pitoisuustasoilla, joten pitoisuuksia tulisi alentaa myös meillä. Maailman terveysjärjestö on vuonna 2006 antanut pienhiukkasten pitoisuuksille sekä vuosi- että vuorokausiohjeet, jotka molemmat ylittyvät paikoin pääkaupunkiseudulla. Kaukokul-

keumalla on suuri vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin: Kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten osuus keskimääräisissä pitoisuuksissa on arviolta puolet ja korkeimmat vuorokausipitoisuudetkin aiheutuvat yleensä niistä. Paikallisesti merkittävimmät pienhiukkasten lähteet ovat liikenne ja puun pienpoltto.

Mittauksissa on saatu viitteitä myös siitä, että hiukkasiin sitoutuneen bentso(a)pyreenin pitoisuudet ylittäisivät EU:n tavoitearvon mm. puun pienpolttoa suosivilla pientaloalueilla, mutta mittauksia tulee jatkaa tilanteen kartoittamiseksi nykyistä paremmin.

Otsonipitoisuuksille annetut pitkän ajan tavoitteet terveyden ja kasvillisuuden suojelemiseksi ylittyvät pääkaupunkiseudulla. Kaukokulkeumalla on suuri vaikutus pitoisuuksiin. Otsoni on alueellinen ilmansuojeluongelma, jonka ratkaisemiseksi tarvitaan kansainvälistä yhteistyötä. Pelkästään paikallisin toimenpitein pitoisuuksia ei saada alenemaan. Pitoisuuksia pyritään alentamaan EU:n päästökattodirektiiviin pohjautuvalla ympäristöministeriön ilmansuojeluohjelmalla.

Rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja lyijyn pitoisuudet ovat parin viime vuosikymmenen aikana laskeneet huomattavasti ja ne ovat nykyisin selvästi sekä raja- että ohjeiden alapuolella. Laivaliikenteen päästöt aiheuttavat kuitenkin satamien läheisyydessä lyhytaikaisesti korkeita rikkidioksidipitoisuuksia, joihin tulee kiinnittää huomiota. Pääkaupunkiseudulla myös bentseenin pitoisuudet ovat selvästi raja-arvon alapuolella ja arseenin, kadmiumin sekä nikkelin pitoisuudet tavoitearvojen alapuolella.

Liikenteen, energiantuotannon, satama- ja lentotoiminnan päästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun on arvioitu laskennallisesti leviämismallien avulla vuoden 2005 päästötilanteessa. Laskelmissa arvioitiin kunkin lähteen erikseen aiheuttamat pitoisuudet sekä kokonaispitoisuudet, jossa oli mukana myös taustapitoisuus.

Leviämislaskelmissa typpidioksidin vuorokausi-arvon ylittäviä pitoisuuksia esiintyi vilkasliikenteillä pääväylillä ja risteysalueilla. Tuntiraja-arvon

ylityksiä esiintyi sekä yksittäisissä pisteissä vilkasliikenteisimmillä pääväylillä sekä lentoasema-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä alueella, jossa ei ole asuinrakennuksia. Kansallinen typpidioksidipitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyi sekä lentokenttäalueen läheisyydessä että yleisesti vilkkaimmilla väylillä ja niiden läheisyydessä.

Mallinnetut pienhiukkasten pitoisuudet jäivät EU:n ehdottaman vuosiraja-arvon alapuolelle. WHO:n ehdottamat vuosi- ja vuorokausiohjearvo ylittyivät vilkkaimmilla väylillä ja niiden läheisyydessä. Pienhiukkasten pitoisuuksiin vaikuttivat eniten autoliikenne ja kaukokulkeuma.

Mallinnetut rikkidioksidipitoisuudet jäivät hyvin pieniksi ja alittivat raja- ja ohjearvot selvästi. Laivaliikenteen päästöt aiheuttivat korkeimmat pitoisuudet satamien ja laivareittien läheisyyteen. Energiantuotannolla ja autoliikenteellä oli hyvin pieni vaikutus pitoisuuksiin.

Käytetyt leviämismallit kertovat yleisestä ilmanlaadusta kaupunkialueella. Ne eivät huomioi korkeiden rakennusten vaikutusta epäpuhtauksien leviämiseen. Siten ne aliarvioivat pitoisuuksia esim. Helsingin keskusta-alueella ja erityisesti katukuiluissa.

Mittauksiin ja asiantuntija-arvioon perustuen Helsingin keskustassa on noin 8 kilometriä sellaisia katuosuuksia, joilla hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ja typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyvät. Näillä katuosuuksilla asuu noin 19 000 ja työskentelee noin 20 000 ihmistä. Lisäksi alueella liikkuu päivittäin hyvin paljon ihmisiä työtehtävissä, ostoksilla, vapaa-aikaa viettämässä jne.

Ilmanlaadun mittausten ja malleilla tehtyjen laskennallisten arvioiden perusteella typpidioksidin raja-arvot ylittyvät vilkasliikenteisillä pääväylillä ja mahdollisesti niiden välittömässä läheisyydessä. Todennäköisesti pääväylien varsilla ei kuitenkaan ole asuntoja alueilla, joilla raja-arvot ylittyvät. Huomattakoon kuitenkin, että typpidioksidipitoisuudelle annettu kansallinen vuorokausiohjearvo ylittyy laajemmin väylien läheisyydessä kuin

raja-arvo. Pääväylien liikenteen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia seurataan jatkossakin sekä mittauksin että laskennallisin menetelmin tilanteen kartoittamiseksi.

Pääkaupunkiseudun asukkaiden mielestä ilmanlaatu on jatkuvasti huonontunut 2000-luvulla. Asukkaille suunnatuissa kyselyissä on käynyt myös ilmi, että ilmanlaadulla on vaikutusta ihmisten käyttäytymiseen: osa asukkaista välttää tiettyjä paikkoja, ulkona liikkumista tai ikkunoiden auki pitämistä heikon ilmanlaadun takia. Pääkaupunkiseudun asukkaat ja tiedotusvälineet ovat kiinnostuneita ilmanlaadusta, ja sitä koskevaa tietotusta pidetään tärkeänä.

Pääkaupunkiseudulla toteutetuissa jäkäläkartoituksissa on todettu, että pahojen vaurioiden alue on pienentynyt viime vuosina lähinnä rikkidioksidipitoisuuksien alenemisen ansiosta. Toisaalta lievien vaurioiden alue on laajentunut, mikä heijastaa alueella tapahtunutta kehitystä, ts. asutuksen, liikenteen ja erilaisten toimintojen leviämistä uusille alueille.

## Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset

Pääkaupunkiseudulla tehdyissä terveysvaikutustutkimuksissa on havaittu samanlainen terveyshaittojen kirjo kuin saastuneimmassa eurooppalaisissa kaupungeissa. Terveyden kannalta tärkeimpiä ilmansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muista polttolähteistä peräisin olevat pienhiukkaset. Otsonilla ja karkeilla hengitettävillä hiukkasilla on vähän tai ei ollenkaan vaikutusta väestössä esiintyvään kuolleisuuteen. Typpidioksidi ja hiilimonoksidi kuvastavat suurella todennäköisyydellä epäsuorasti liikenneperäisiä pienhiukkaskoostumuksia ja ultrapieniä hiukkasia eivätkä niinkään itse aiheuta nykypitoisuuksissa merkittäviä terveyshaittoja.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadulle on tyypillistä suhteellisen matala pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuus, mutta lyhyemmällä ajanjaksoilla esiintyy paljon korkeampia pitoisuuksia ns. ilmansaaste-episo-

dien aikana. Näitä episodeja aiheuttavat mm. liikenteestä ja puun pienpoltosta epätäydellisen palamisen seurauksena syntyvät pienhiukkaset heikkotuulisina päivinä sekä keväisin ja elo-syyskuussa maamme rajojen takaa tulevien metsä- ja maastopalojen savujen pienhiukkaset. Väestön parhaiten havaitsemia episodeja ovat liikenneympäristöjen keväiset katupölyjaksot, joiden vaikutus heijastuu eniten karkeiden ja kaikkien hengittävien hiukkasten pitoisuuksiin. Lisätutkimusta tarvittaisiin erityisesti puun pienpoltton sekä metsäpalojen ja savujen pienhiukkasten vaikutuksista hengitys- ja sydänsairaiden terveyteen.

## Päästöt ja niiden kehittyminen

Autoliikenne on huomattavin ilmanlaatuun vaikuttava päästölähde pääkaupunkiseudulla. Liikenteen päästöjen vaikutus ilmanlaatuun korostuu, koska päästöt purkautuvat hengityskorkeudelle. Suorista päästöistä merkittävimmät ovat hiukkaset ja typenoksidit. Lisäksi liikenne nostaa teiden pinnoilta ilmaan hiukkasia, jotka ovat peräisin asfaltin kulumisesta, liukkauden torjunnasta ym. lähteistä, ja vaikuttaa siten myös epäsuorasti ilmanlaatuun.

Parantuneiden polttoaineiden ja ajoneuvotekniikan ansiosta autoliikenteen suorat päästöt ovat pääkaupunkiseudulla laskeneet viimeisten parinkymmenen vuoden aikana. Liikennemäärien voimakas kasvu, jonka ennustetaan jatkuvan myös tulevaisuudessa, on kuitenkin hidastanut ilmanlaadun suotuisaa kehitystä. Lisäksi päästöt eivät käytännön ajo-olosuhteissa ole laskeneet päästönormeja vastaavalla tavalla. Diesel-ajoneuvojen hiukkaspäästöjen vähentämistekniikat (hapetuskatalyysaattorit ja katalysoidut hiukkassuodattimet) ovat lisänneet typpidioksidin osuutta päästöissä, mikä sekin on hidastanut typpidioksidipitoisuuksien laskua erityisesti liikenneympäristöissä. Liikenteen päästömääräyksissä rajoitetaan vain typenoksidien kokonaispäästöjä, ei erikseen typpidioksidia.

Autoliikenteen suorien päästöjen oletetaan vähenevän jatkossakin pääkaupunkiseudulla, koska päästönormit kiristyvät jatkuvasti. Tarkem-

man arvion antaminen päästöjen kehitymisestä edellyttää sellaisen päästöarvion tekemistä, jossa otetaan huomioon uusien tutkimustietojen liikennemäärien kehitymisestä, pääkaupunkiseudun autokannasta sekä päästöistä todellisissa kaupunkiolosuhteissa. Suurin päästöjä koskeva epävarmuus liittyy dieselajoneuvojen typenoksidien, erityisesti typpidioksidin päästöjen kehitykseen. Vaarana on, että typpidioksidin päästöt kasvavat, koska dieselkäyttöisten henkilöautojen määrä kasvaa edelleen lähitulevaisuudessa, etenkin kun vuonna 2008 toteutettava autoveron uudistus suosii dieselajoneuvoja.

Liikenteen päästönormeilla ei ole vaikutusta epäsuoriin päästöihin, ts. katupölyyn, joten liikennemäärien kasvaessa katupölyn aiheuttamien haittojen vähentämiseen on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

Koko Suomen mittakaavassa työkonien päästöt ovat huomattavat esim. tieliikenteen päästöihin verrattuna. Dieselkäyttöisille työkonille on annettu päästömääräykset, mutta koska työkonien käyttöikä on yleensä pitkä, ne vaikuttavat hitaasti. Pääkaupunkiseudulla käytettävien työkonien päästöistä ei ole tehty arvioita, ja ne tulisi selvittää pikaisesti.

Energiantuotannon päästöt ovat viimeisten 20 vuoden aikana vähentyneet huomattavasti mm. maakaasun lisääntyneen käytön, polttotekniikoiden muutosten sekä päästöjen vähennystekniikoiden ansiosta. Energiantuotannon päästöt ovat edelleen määrällisesti suuret, mutta ne purkautuvat korkeista piipuista ja niiden vaikutus hengitysilmän laatuun on vähäinen. Vuoteen 2016 mennessä energialaitosten päästömäärissä ei tapahtune suuria muutoksia. Päästöihin vaikuttavia tekijöitä ovat polttoainevalikoimassa tapahtuvat muutokset, energiamarkkinat, päästökauppa ym. EU:ssa IPPC-direktiivin (Integrated Pollution Prevention and Control) uudistus ja kaupunki-ilman teemakohtaisen strategian toteuttaminen luovat paineita vähentää päästöjä. Näiden tekijöiden vaikutuksia on kuitenkin vaikea arvioida tässä vaiheessa.

Pientaloista vain noin 2 % käyttää puuta ensisijaisena lämmitysmuotona, mutta lähes 60 % pientaloista käyttää sitä toissijaisesti. Puun polton suosio on kasvanut ja lähes kaikkiin uusiin pientaloihin rakennetaan tulisija. Puupolton haitat korostuvat pääkaupunkiseudun tiivistyvillä asuinalueilla, koska päästöille altistuvien ihmisten määrä on suuri. Pienpolton päästöt ja niiden vaikutukset ilmanlaatuun tunnetaan kuitenkin pääkaupunkiseudulla toistaiseksi melko huonosti. Erityisesti pienhiukkasten ja orgaanisten yhdisteiden päästöt ovat merkittävät suhteessa muiden lähteiden päästöihin.

Laivaliikenteen ja satamatoiminnan päästöillä on vaikutuksia ilmanlaatuun satamien lähialueilla. Satamatoiminnan typenoksidi- ja rikkidioksidipäästöt kasvoivat 2000-luvun alussa, mutta laskivat selvästi vuonna 2006. Itämerellä astui vuonna 2006 voimaan kansainvälinen sopimus, jolla polttoaineen enimmäisrikkipitoisuus rajattiin 1,5 %:iin. Lentoliikenne Helsinki-Vantaan lentoasemalla on viimeisen kymmenen vuoden aikana lisääntynyt noin 30 % ja samalla lentoliikenteen polttoaineen kulutus ja päästöt ovat kasvaneet 10–25 %. Lentoliikenne ja laivaliikenne lisääntyvät tulevaisuudessa. Päästömääräysten kiristyminen vaikuttaa hitaasti ja päästöjen arvioidaan kasvavan lähitulevaisuudessa rikkidioksidia lukuun ottamatta.

### Kansainväliset sopimukset, lainsäädäntö, strategiat ja ohjelmat

Suomi on ratifioinut Ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumista koskevan yleissopimuksen vuonna 1981 ja allekirjoittanut sen alaiset pöytäkirjat, jotka koskevat rikkidioksidin, typenoksidien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, raskasmetallien ja pysyvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamista. Suomi on allekirjoittanut myös happamoitumisen, rehevöitymisen ja alailmakehän otsoninmuodostuksen rajoittamista koskevan pöytäkirjan.

EU:ssa on vuosina 1996–2004 annettu viisi ilmanlaatua koskevaa direktiiviä. Nämä on sisällytetty Suomen lainsäädäntöön ympäristönsuo-

jelulaissa ja –asetuksessa sekä valtioneuvoston asetuksissa ilmanlaadusta ja alailmakehän otsonista sekä asetuksessa ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polyyklisistä aromaattisista hiilivedyistä. Näissä asetuksissa säädetään mm. ilmanlaadun raja-, kynnys- ja tavoitearvoista. Lisäksi Suomessa on vuonna 1996 valtioneuvoston päätöksellä annettu kansalliset ilmanlaadun ohjeavot.

Ympäristönsuojelulla ja -asetuksella on Suomessa saatettu voimaan myös EU:n IPPC -direktiivi (Integrated Pollution Prevention and Control), jonka tarkoituksena on estää ja vähentää teollisuuslaitosten aiheuttamaa ympäristön pilaantumista. EU:n nk. päästökattodirektiivi asettaa EU:n jäsenvaltioiden tietyille päästöille sallitut vuotuiset enimmäismäärät, joita ei saa ylittää vuodesta 2010 alkaen. Tämän direktiivin toimeenpanemiseksi on ympäristöministeriössä laadittu ilmansuojeluohjelma.

Ilmansuojelulain ja ympäristönsuojelulain nojalla valtioneuvosto on antanut useita asetuksia ja päätöksiä, joilla rajoitetaan eri epäpuhtauksien päästöjä ilmaan ja säädellään polttoaineiden laadua.

Ympäristönsuojelulain mukaan Suomessa tarvitaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille ympäristölupa, joissa annetaan määräyksiä mm. päästöistä ja niiden vähentämisestä. Lupamääräykset perustuvat parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan.

Hankkeista, joista saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia, on lain mukaan tehtävä ympäristövaikutusten arviointi (YVA-laki). Viranomaisten valmisteleminen suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista säädetään niin ikään lailla ja asetuksella.

Pääkaupunkiseudun ilmansuojelun toimintaohjelmien kannalta merkittäviä valtakunnallisia ja alueellisia ohjelmia ovat mm. liikenne- ja viestintäministeriön kolmas ympäristöohjelma vuosille 2005–2010, sosiaali- ja terveysministeriön kansallinen ympäristöterveysohjelma, Uudenmaan ympäristöohjelma 2020, Uudenmaan maakun-

tasuunnitelma 2030 ja siihen liittyvä maakunta-ohjelma 2007–2010 sekä Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030. Näissä ohjelmissä keskeisenä tavoitteena on ilmastonmuutoksen torjunta ja siihen sopeutuminen, mutta samalla pyritään myös parantamaan kaupunki-ilman laatua. Toimintalinjat ovat monilta osin yhteneviä: ohjelmissa korostetaan mm. yhdyskuntarakenteen eheyttämistä ja yhteistyön tiivistämistä maankäytön, asumisen ja liikenteen kysymyksissä. Kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen edistäminen sekä liikenteen päästöjen vähentäminen ovat myös ohjelmien keskeisiä tavoitteita. Ohjelmien toteuttaminen edellyttää luotettavaa tietoa ympä-

ristön tilasta ja sitä, että tämä tieto on tulkittuna ja jalostettuna sekä asukkaiden että päätöksentekijöiden käytettävissä. Tärkeinä tutkimuskohteina mainitaan mm. eri lähteistä peräisin olevien hiukkasten päästöt ja terveysvaikutukset sekä kasvihuonekaasujen ja ilmanlaatua heikentävien päästöjen samanaikainen vähentäminen.

## 14. Lähdeluettelo

- Aarnio, P., Yli-Tuomi, T., Jantunen, M., Kousa, A., Koskentalo, T., Mäkelä, T., Hillamo, R., Hirsikko, A., Hämeri, K., Räisänen, M., Tervahattu, H., 2006. Pienhiukkaset Helsingin metrossa. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2006:1, Helsinki.
- Ahonen, T. 2007. Fortum Power and Heat Oy. Kirjallinen tiedonanto 30.5.2007.
- Alm, S., 1999. Personal exposures of Preschool Children to Carbon Monoxide and Nitrogen Dioxide in Urban Air: Väitöskirja. Publications of National Public Health Institute, A19/1999.
- CCN, 2005. Solberg S. and Lindskog A. (Editors). The development of European surface ozone. Implications for a revised abatement policy. A contribution from the EU research project NEPAP. <http://www.nilu.no/projects/cccr/reports/cccr1-2005.pdf>.
- EEA (2007): Air pollution by ozone in Europe in summer 2006, EEA Technical report No 5/2007. EEA, Copenhagen.
- Espoon kaupunkisuunnittelukeskus, 2007. Ajoneuvoliikenne Espoossa 2006. Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä B 82:2007.
- Espoon ympäristökeskus, 2006. Espoon kaupungin valmiussuunnitelma koskien varautumista liikenteen aiheuttaman typpidioksidipitoisuuden kohoamiseen. Espoon ympäristökeskus, monistesarja 6/2006.
- Espoon ympäristölautakunta, 2007. Espoolaisten ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen. Espoon ympäristölautakunnan julkaisusarja 1/2007, 59 s.
- Euroopan yhteisöjen komissio, 2004. Kohti kaupunkiympäristöä koskevaa teemakohtaista strategiaa. Komission tiedonanto neuvostolle, Euroopan parlamentille, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle (KOM(2004)60), 11.02.2004.
- Euroopan yhteisöjen komissio, 2005. Ilman pilaantumista koskeva teemakohtainen strategia. Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille (KOM(2005)446), 21.9.2005.
- Euroopan yhteisöjen komissio, 2006. Kaupunkiympäristöä koskeva teemakohtainen strategia. Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille (KOM(2005)718), 11.1.2006.
- Finavia, 2007a. Ympäristökatsaus 2006.
- Finavia, 2007b. Kirjalliset tiedonannot, Rusko, N., 17.4.2007 ja 6.6.2007.
- Finavia, 2007c. Kirjallinen tiedonanto, Rusko, N., 16.10.2007.
- Fortum Power and Heat Oy, 2007a. Espoon voimalaitosten ja lämpökeskusten päästötiedot vuodelta 2006.
- Fortum Power and Heat Oy, 2007b. Kirjallinen tiedonanto, Vuorinen, J., 22.10.2007.
- Haaparanta, S., Myllynen, M., Koskentalo, T. 2003. Pienpoltto pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:18. YTV, Helsinki.
- Halonen, J.I., Lanki, T., Yli-Tuomi, T., Kulmala, M., Tiittanen, P., Pekkanen, J. 2007. Urban air pollution and asthma and COPD hospital emergency room visits. Käsikirjoitus lähetetty julkaistavaksi.
- Happo, M.S., Salonen, R.O., Hälinen, A.I., Jalava, P.I., Pennanen, A.S., Kosma, V.M., Sillanpää, M., Hillamo, R., Brunekreef, B., Katsouyanni, K., Sunyer, J., Hirvonen, M-R. 2007. Dose- and time dependency of inflammatory responses in the mouse lung to urban air coarse, fine and ultrafine particles from six European cities. *Inhal. Toxicol.* 2007;19:227–246.
- Helen 2007a. Päästötiedot vuodelta 2006.
- Helen 2007b. Kirjallinen tiedonanto, Häyrinen, A., 20.4.2007.



- Helen 2007c. Kirjallinen tiedonanto, Häyrinen, A., 25.10.2007.
- Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, 2007. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2006. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 2007:2, Helsinki.
- Helsingin kaupungin tietokeskus, 2006. Helsingin seutu tilastoina 2006.
- Helsingin Satama, 2007a. Kirjallinen tiedonanto, Vuorivirta, K., 19.9.2007.
- Helsingin Satama, 2007b. Kirjallinen tiedonanto, Vuorivirta, K., 24.10.2007.
- Helsingin Ympäristökeskus, 2008. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008–2016.
- Hänninen, O., Lebret, E., Iacqua, V., Katsouyanni, K., Künzli, N., Sram, R., Jantunen, M., 2004 Infiltration of ambient PM<sub>2.5</sub> and levels of indoor generated non-ETS PM<sub>2.5</sub> in residences of four European cities. *Atmos. Environ.* 38, 6411-6423.
- Häyrinen, A. Kirjallinen tiedonanto.5.10.2007. Helsingin Energia.
- Jantunen, M., Komulainen, H., Nevalainen, A., Tuomisto, J., Venäläinen, R., Viluksela, M., 2005. Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä. Kansallisen kemikaaliohjelman taustaselvitys. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B: 11/2005*.
- Jalava, P.I., Salonen, R.O., Pennanen, A.S., Sillanpää, M., Hälinen, A.I., Happonen, M.S., Hillamo, R., Brunekreef, B., Katsouyanni, K., Sunyer, J., Hirvonen, M-R. 2007. Heterogeneities in inflammatory and cytotoxic responses of RAW 264.7 macrophage cell line to urban air coarse, fine and ultrafine particles from six European sampling campaigns. *Inhal. Toxicol.* 2007;19:213–225.
- Johnson, J.E., Simpson, D., Fagerli, H., & Solberg, S. 2006. Can we explain trends in European ozone levels? *Atmospheric chemistry and physics* 6: 51-66.
- Karppinen, A., Sylvain, M., Kukkonen, J. & Bremer P. 2001. Evaluation of inversion strengths and mixing heights during extremely stable atmospheric stratification. *International Journal of Environment and Pollution* 16(1-6): 1-12.
- Kauppinen, S., 1999. Ympäristöasenteet Vantaalla. Vantaan kaupungin ympäristökeskus. 37s.
- Kettunen, J., Lanki, T., Tiittanen, P., Aalto, P.P., Koskentalo, T., Kulmala, M., Salomaa, V., Pekkanen, J. 2007. Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in an area of low air pollution levels. *Stroke* 2007;38:918–922.
- Koistinen, K., Hänninen, O., Jantunen, M., 2004. Pääkaupunkiseudun pienhiukkasaltistuksia kohottavat tekijät. *Ilmansuojelu* 2/2004, 16–20.
- Kousa, A., Karppinen, A., Aarnio, P., Kukkonen, J., Koskentalo, T., 2001. EXPAND-altistumismalli, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 2001:12, Helsinki.
- Kousa, A., Aarnio, P., Koskentalo, T., Elolähde, T., Alaviippola, B., Kukkonen, J., Karppinen, A., Kauhaniemi, M., Riikonen, K., Härkönen, J., 2007. Väestön altistuminen ilmansaasteille pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja 4/2007, Helsinki.
- Kousa, A., Oglesby, L., Koistinen, K., Künzli, N., Jantunen, M., 2002. Exposure chain of urban air PM<sub>2.5</sub> – associations between ambient fixed site, residential indoor, outdoor, workplace and personal exposures in the European EXPOLIS study. *Atmospheric Environment*, 36, 3031 – 3039.
- Kousa, A., Monn, C., Rotko, T., Alm, S., Oglesby, L., Jantunen, M., 2001. Personal exposures to NO<sub>2</sub> in the EXPOLIS-study: Relation to residential indoor, outdoor and workplace concentrations in Basel, Helsinki and Prague. *Atmospheric Environment*, 35, 3405–3412.
- Lanki, T., Pekkanen, J., Aalto, P., Elosua, R., Berglind, N., D'Ippoliti, D., Kulmala, M., Nyberg, F., Peters, A., Picciotto, S., Salomaa, V., Sunyer, J., Tiittanen, P., von Klot, S., Forastiere, F., for the HEAPSS study group. 2006. Associations of traffic related air pollutants with hospitalisation for first acute myocardial infarction. *The HEAPSS study. Occup. Environ. Med.* 2006a;63:844–851.

- Lanki, T., de Hartog, J.J., Heinrich, J., Hoek, G., Janssen, N.A.H., Peters, A., Stölzel, M., Timonen, K.L., Vallius, M., Vanninen, E., Pekkanen, J. 2006. Can we identify sources of fine particles responsible for exercise-induced ischemia on days with elevated air pollution? The ULTRA study. *Environ. Health Perspect.* 2006b;114(5):655–660.
- Lankinen, M., 2005. Helsingin ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen. Helsingin kaupungin tietokeskus. 74 s.
- Lappi, S., Lovén, K., Rasila, T., Salmi, J. ja Pietarila, H. 2008. Pääkaupunkiseudun energiantuotannon, satamatoiminnan ja laivaliikenteen, lentoliikenteen ja autoliikenteen typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukaspäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut.
- Laurila, T., Tuovinen, J.-P., Tarvainen, V. & Simpson, D. 2004. Trends and scenarios of ground-level ozone concentrations in Finland. *Boreal Environment Research* 9: 167-184.
- Liikenne- ja viestintäministeriö, 2005. Liikenteen toimintalinjat ympäristökysymyksissä vuoteen 2010. Liikenne- ja viestintäministeriö, 4/2005.
- Lilleberg, I. & Hellman T. 2007. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2006. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston julkaisuja 2007:2.
- Malkki, M., Kousa, A. 2005. Ilmanlaadun typpidioksidimäärytykset 2004, Eri etäisyyksillä, eri korkeuksilla. Muistio 1/2005, Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Ympäristötoimisto, Helsinki.
- Mukala, K., 1999. Personal Exposure to Nitrogen Dioxide and Health Effects among Preschool Children. Väitöskirja. Publications of the National Public Health Institute, A22/1999.
- Myllynen, M., Aarnio, P., Koskentalo, T., Malkki, M. 2006. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2006:8. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki.
- Myllynen, M., Haaparanta, S., Julkunen, A., Koskentalo, T., Kousa, A., Aarnio, P. 2007. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2006. YTV:n julkaisuja 12/2007. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki.
- Mäkelä, K., 2007. YTV-alueen tieliikenteen päästöt laskettuna LIISA 2002-laskentajärjestelmällä ja kaupunkien ilmoittamilla suoritemäärillä. VTT.
- Mäkelä, K., Uotila, K., Kukkonen, J. & Bremer, P. 1996. Ilmanlaadun episodien hallinta. Tutkimusvaihe 1. VTT Yhdyskuntateknikka tutkimusraportti 373. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo. 62 s.
- Niemi J., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Luoto, T., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Vehkamäki, H., Hussein, T., Martikainen, J., Kulmala, M., 2006a. Pienhiukasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999-2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2006:18. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Luoto, T., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Martikainen, J., Vehkamäki, H., Hussein, T. & Kulmala, M. 2006b. Long-range transport episodes of fine aerosol particles in southern Finland during 1999 - August 2006. Report Series in Aerosol Science No. 83. Finnish Association for Aerosol Research (FAAR), pp. 268-272.
- Nylund, N-O., Mäkelä, K., 2007. Selvitys ympäristövyöhykkeen soveltuvuudesta Helsinkiin.
- Pakkanen T.A., Loukkola K., Korhonen C.H., Aurela M., Mäkelä T., Hillamo R.E., Aarnio P., Koskentalo T., Kousa A. and Maenhaut W. (2001) Sources and chemical composition of atmospheric fine and coarse particles in the Helsinki area. *Atmos. Environ.* 35, 5381-5391.
- Pekkanen, J., Peters, A., Hoek, G., Tiittanen, P., Brunekreef, P., de Hartog, J., Heinrich, J., Ibaldo-Mulli, A., Kreyling, W.G., Lanki, T., Timonen, K.L. 2002. Particulate air pollution and risk of ST-segment depression during repeated submaximal exercise tests among subjects with coronary heart disease. The exposure and risk assessment for fine and ultrafine particles in ambient air (ULTRA) study. *Circulation* 2002;20:933–938.

- Penttinen, P., Tiittanen P., Pekkanen J. 2006. Mortality and air pollution in metropolitan Helsinki, 1988-1996. *Scand. J. Work Environ. Health* 2004;30(suppl. 2):19–27.
- Penttinen, P., Vallius, M., Tiittanen, P., Ruuskanen, J., Pekkanen, J. 2006. Source-specific fine particles in urban air and respiratory function among adult asthmatics. *Inhal. Toxicol.* 2006;18:191–198.
- Polojärvi, K., Niskanen, I., Haahla, A., Ellonen, T., 2005. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueen ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuosina 2004 ja 2005. Alueelliset ympäristöjulkaisut 385, Uudenmaan ympäristökeskus. Helsinki 2005, 186 s.
- Pääkaupunkiseudun neuvottelukunta, 2007. Pääkaupunkiseudun väestö- ja palvelutarveselvitys 2015 ja 2025. Kunta- ja palvelurakennemuutostushanke 19.6.2007. Pääkaupunkiseudun neuvottelukunta, Helsinki.
- Rotko, T., Jantunen, M., 2004. Ilmansaastealtistuksen väestölliset riskitekijät Helsingissä. *Ilmansuojelu* 2/2004, 31–34.
- Rotko, T., 2000a. Ilmansaasteiden häiritsevyys Euroopassa. *Ilmansuojelu* 3/2000, 14–17.
- Rotko, T., 2000b. Ilmansaasteet huolestuttavat pääkaupunkiseudun asukkaita. *Kansanterveys* 10/2000:10.
- Salonen R.O., Hälinen, A.I., Pennanen, A.S., Hirvonen, M-R., Sillanpää, M., Hillamo, R., Shi, T., Borm, P., Sandell, E., Koskentalo, T., Aarnio, P. 2004. Chemical and in vitro toxicologic characterization of wintertime and springtime urban-air particles with an aerodynamic diameter below 10 µm in Helsinki. *Scand. J. Work Environ. Health* 2004;30(suppl 2):80–90.
- Salonen, R.O., Pennanen A. (toim. Paukku T.). Pienhiukkasten vaikutus terveyteen. Tuloksia ja päätelmiä teknologiaohjelmasta FINE Pienhiukkaset - Teknologia, ympäristö ja terveys. Helsinki: Tekes, 2006. Internet: [www.tekes.fi/julkaisut/Fine\\_Terveys.pdf](http://www.tekes.fi/julkaisut/Fine_Terveys.pdf)
- Sarkkinen, S., 2005. Ilmansuojelu muutoksessa. CAFE-tiedonannon valmistelusta, sisällöstä ja vaikutuksista. *Ilmansuojelu* 4/2005.
- Sillanpää M., Hillamo R., Saarikoski S., Frey A., Pennanen A., Makkonen U., Spolnik Z., Van Grieken R., Braniš M., Brunekreef B., Chalbot M.-C., Kuhlbusch T., Sunyer J., Kerminen V.-M., Kulmala M. and Salonen R.O. (2006) Chemical composition and mass closure of particulate matter at six urban sites in Europe. *Atmospheric Environment* 40 Suppl. 2, 212–223.
- Solberg, S., Bergström, R., Langner, J., Laurila, T. & Lindskog, A. 2005 Changes in Nordic surface ozone episodes due to European emission reductions in the 1990s. *Atmospheric Environment* 39: 179-192.
- Sosiaali- ja terveysministeriö & ympäristöministeriö, 1997. Suomen kansallinen ympäristöterveysohjelma. Komiteamietintö 1997:8. Helsinki 1997.
- Stambej, T., 1998. Pääkaupunkiseudun väestön altistuminen typpidioksidille MINI-EXPAND, Muistio 22.12.1998, Ympäristötoimisto, YTV.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J., 2007a. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtävistä toimenpiteistä. KAPU-projektin loppuraportti.
- Tervahattu, H., Saari, R., Kupiainen, K., Stojiljkovic, A., Sainio, P., Eronen, P., Lahti, T., Kononen, J., Pirjola, L., Kangas, L., Perhoniemi, P., Torppa, A., Räisänen, M., 2007b. Vierintämelun vähentäminen – Tutkimus- ja kehittämisprojekti VIEME - Loppuraportti.
- Tervahattu, H., 2007c. Katupöly ja melu liikenteen ympäristöongelmina. *Ilmansuojelu* 3/2007, ss. 4–9.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Räisänen, M., 2005. Tutkimuksia katupölyn koostumuksesta ja lähteistä. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2005:12. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki.

Tiehallinto, 2002. Liikennevirrat ja linkkikohtaiset liikenne-ennusteet Uudenmaan tiepiirissä. Tiehallinnon selvityksiä 50/2002. Tiehallinto, Helsinki.

Tilastokeskus 2003. Energiatilasto 2002. Energia 2003:2.

Timonen, K.L., Vanninen, E., de Hartog, J., Ibaldo-Mulli, A., Brunekreef, B., Gold, D.R., Heinrich, J., Hoek, G., Lanki, T., Peters, A., Tarkiainen, T., Tiittanen, P., Kreyling, W., Pekkanen, J. 2006. Effects of ultrafine and fine particulate and gaseous air pollution on cardiac autonomic control in subjects with coronary artery disease. The ULTRA study. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2006;16:332-341.

TYKO 2005. Työkoneiden päästömalli. <http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm> [viitattu 3.10.2007].

Uudenmaan ympäristökeskus, 2007. Yhteinen ympäristömme 2020. Uudenmaan ympäristöohjelma. Suomen ympäristö 11/2007. Helsinki 2007.

Uudenmaan liitto, 2006. Uudenmaan maakuntasuunnitelma 2030. Visio ja strategia. Uudenmaan liiton julkaisuja A 15 – 2006, 54 s.

Uudenmaan liitto, 2007. Uudenmaan maakuntaohjelma 2007 – 2010. Uudenmaan liiton julkaisuja A 19 – 2007, 106 s.

Vantaan Energia 2007a. Vantaan Energia Oyj:n Ympäristönsuojelun vuosiyhteenveto.

Vantaan Energia 2007b. Vantaan Energia Oyj:n Yhteiskuntavastuuraaportti 2006.

Vantaan Energia 2007c. Kirjallinen tiedonanto, Virpi Tienhaara 2.10.2007.

Vantaan kaupunki 2006. Autoliikenne Vantaalla, liikennemääräkartta 2006 Vantaa, Maankäytön ja ympäristön toimiala.

Vartiainen, E., Antola, M., Hämeri, K., Yli-Tuomi, T., Jantunen, M., Aarnio, P., Mäkelä, T., Hillamo, R., 2007. Driver and Passenger Exposure to Aerosol Particles in Buses and Trams in Helsinki, Finland. *Painossa*.

Viidanoja J., Sillanpää M., Laakia J., Kerminen V.-M., Hillamo R., Aarnio P. and Koskentalo T. (2002) Organic and black carbon in PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>2.5-10</sub>: 1 year of data from an urban site in Helsinki, Finland. *Atmospheric Environment* 36, 3183-3193.

Viinanen, J., 2005. Selvitys hiekoituksen aiheuttamasta raja-arvon ylittymisestä vuonna 2003. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. <http://www.hel.fi>Ympäristökeskus>Ympäristön tila>Selvitykset ja ohjelmat>Ilma>Hiukkasselvitykset>. Viitattu 15.10.2007.

Viinanen, J., 2006. Selvitys hiekoituksen aiheuttamasta hiukkasraja-arvon ylittymisestä Helsingissä vuonna 2005. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen monisteita 4/2006.

Viinanen, J., Weckström, M., 2007. Selvitys hiekoituksen aiheuttamasta hiukkasraja-arvon ylittymisestä vuonna 2006. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. <http://www.hel.fi>Ympäristökeskus>Ympäristön tila>Ilma>Selvitykset ja ohjelmat>Hiukkasselvitykset>. Viitattu 15.10.2007.

Viinanen, J., 2007. Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma ilman epäpuhtauksien äkilliseen kohouamiseen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2007.

Virtanen, J., 2007. Kirjallinen tiedonanto 21.9.2007. Vantaan kaupunki, kuntatekniikan keskus.

Vuorinen, J. Kirjallinen tiedonanto. 5.10.2007, Fortum Power and Heat Oy.

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. World Health Organization 2006.

Ympäristöministeriö, 2002. Ilmansuojeluohjelma 2010. Valtioneuvoston 26.9.2002 hyväksymä ohjelma direktiivin (2001/81/EY) toimeenpanemiseksi. Suomen ympäristö 588, Ympäristöministeriö, Helsinki 2002.

Ympäristöministeriö, 2003. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi alailmakehän otsonista. Muistio 19.8.2003. <http://www.ymparisto.fi> > Ympäristöministeriö > Lainsäädäntö > Ympäristönsuojelu > Ilmansuojelulainsäädäntö. [Viitattu 8.8.2007].

Ympäristöministeriö, 2006a. Keskeiset kansainväliset ympäristösopimukset sekä niiden tavoitteet ja toteutuminen. Tilanne 1.6.2006. <http://www.ymparisto.fi> > Kansainväliset asiat > Kansainväliset ympäristösopimukset. [Viitattu 3.10.2007].

Ympäristöministeriö, 2006b. Kansallinen vaarallisia kemikaaleja koskeva ohjelma. Suomen ympäristö 49/2006. Helsinki. 100 s.

Ympäristöministeriö, 2007a. Ilmansuojeluohjelma 2010. <http://www.ymparisto.fi> > Ympäristöministeriö > Ilmansuojelu > Ilmansuojeluohjelma 2010. [viitattu 3.10.2007].

Ympäristöministeriö, 2007b. <http://www.ymparisto.fi> > Yritykset ja yhteistöt > Ekotehokkuus > Yhdennetty päästöjen ja vaikutusten hallinta teollisessa toiminnassa -IPCC [viitattu 3.10.2007].

Ympäristöministeriö, 2007c. <http://www.ymparisto.fi> > Lainsäädäntö > Ympäristönsuojelu > Ilmansuojelulainsäädäntö. [Viitattu 29.9.2007].

Ympäristöministeriö, 2007d. Puupolttoaineita käyttävien lämmityslaitteiden päästöt ja hyötysuhteet. Määräykset ja ohjeet 2008. D8 Suomen rakentamismääräyskokoelma. <http://www.ymparisto.fi> > Lainsäädäntö > Maankäyttö ja rakentaminen > Suomen rakentamismääräyskokoelma > Uudistumassa olevat rakentamismääräyskokoelman osat [Viitattu 29.9.2007].

Ympäristöministeriö, 2007e. <http://www.ymparisto.fi> > Lainsäädäntö > Ympäristönsuojelu > Ympäristövaikutusten arviointia koskeva lainsäädäntö. [viitattu 3.10.2007].

Ympäristöministeriö, 2007f. Puhdasta ilmaa Euroopalle –ohjelma. <http://www.ymparisto.fi> > Ympäristönsuojelu > Ilmansuojelu > Euroopan unionin ilmansuojelupolitiikka ja -lainsäädäntö. [Viitattu 29.9.2007].

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 1997. Liikennejärjestelmän vaikutukset ilmanlaatuun. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja 1997:11, Helsinki.

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 2004. Seudullisen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidiepisodin varalta. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2004:15. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki.

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 2006a. Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030 – luonnos. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki 2007.

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 2006b. Liikkuminen pääkaupunkiseudulla 2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2006:4. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV), Helsinki.

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 2007a. Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelma PLJ 2007. YTV:n julkaisuja 9/2007. Helsinki.

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, 2007b. Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030. YTV:n julkaisuja 24/2007.

Öljyalan Palvelukeskus, 2007. Kirjallinen tiedonanto 17.4.2007.

Liite 1. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun päätieverkolla syksyllä 2005



## Liite 2. Päästöt

## Energiantuotannon päästöjen kehitys pääkaupunkiseudulla

SO <sub>2</sub> tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Power and Heat	Vantaan Energia
1986	20739	3979	4066
1987	19472	3478	4188
1988	15012	3582	3099
1989	15308	3067	3007
1990	12814	3600	2445
1991	13292	2742	2583
1992	5543	1376	1896
1993	5592	1100	2025
1994	8866	1420	1145
1995	5865	971	965
1996	6070	1229	1280
1997	5357	1341	1035
1998	4160	1663	542
1999	3252	1318	451
2000	2962	1056	545
2001	3543	1350	854
2002	3369	1351	727
2003	5192	1598	1017
2004	3482	1403	582
2005	2056	1337	587
2006	3954	1566	697

Hiukkaset tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Power and Heat	Vantaan Energia
1986	2030	210	106
1987	1947	277	109
1988	2225	249	97
1989	2555	324	87
1990	1674	266	90
1991	1482	236	97
1992	643	185	93
1993	548	179	67
1994	832	242	36
1995	567	559	34
1996	708	135	54
1997	793	239	32
1998	570	102	10
1999	315	138	14
2000	291	107	21
2001	309	65	26
2002	273	43	34
2003	587	45	36
2004	709	44	21
2005	169	39	16
2006	301	39	10

NO <sub>x</sub> tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Power and Heat	Vantaan Energia
1986	12185	1961	1314
1987	12731	2201	1478
1988	13201	1929	1347
1989	12875	2596	1726
1990	12429	2848	2036
1991	12325	2729	2180
1992	10752	2842	2273
1993	8406	2464	2333
1994	7594	1878	1681
1995	6934	1343	1463
1996	7348	1507	1369
1997	6651	1442	1325
1998	4912	1479	989
1999	4536	1509	938
2000	3906	1404	824
2001	4698	1494	1222
2002	5004	1641	1456
2003	6017	1829	1402
2004	5110	1571	1144
2005	4214	1432	1128
2006	5806	1599	1221

CO <sub>2</sub> 1 000 t/v	Helsingin Energia	Fortum Power and Heat	Vantaan Energia
1988	3676	648	467
1989	3418	632	565
1990	3404	679	593
1991	3535	693	577
1992	3286	696	587
1993	3391	668	600
1994	3780	786	618
1995	3700	752	689
1996	3922	847	809
1997	3774	837	786
1998	3654	847	708
1999	3537	848	622
2000	3321	811	628
2001	3830	867	812
2002	3961	884	836
2003	4839	983	899
2004	4354	866	765
2005	3527	816	758
2006	4522	907	797

CO<sub>2</sub> päästöt VAHTI-järjestelmästä

## Autoliikenteen päästöjen kehitys pääkaupunkiseudulla

Helsinki	tonnia, CO <sub>2</sub> 1000t/v					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PM	CO <sub>2</sub>	VOC
1985	429	5662	27371	427	493	3022
1986	416	5957	28184	458	541	3201
1987	389	5892	27799	451	550	3234
1988	337	5872	27452	448	552	3277
1989	310	5802	27050	430	564	3265
1990	264	5649	26261	418	564	3191
1991	243	5447	24260	411	549	3060
1992	235	5212	22381	391	549	2918
1993	195	5108	21701	377	522	2852
1994	113	4983	20787	318	547	2779
1995	92	4839	20242	295	537	2702
1996	60	4705	19761	281	534	2638
1997	18	4333	18714	244	538	2479
1998	14	4161	17671	227	541	2323
1999	14	3975	16857	216	546	2213
2000	11	3814	15799	211	553	2085
2001	11	3646	15088	202	562	1986
2002	11	3463	14200	189	576	1848
2003	11	3190	12953	174	569	1679
2004	4	2895	11574	155	571	1481
2005	3	2651	10215	141	557	1306
2006	3	2420	8854	127	552	1124

Espoo	tonnia, CO <sub>2</sub> 1000t/v					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PM	CO <sub>2</sub>	VOC
1985	158	2412	11802	169	200	1179
1990	110	2709	12754	186	257	1401
1991	99	2561	11545	179	245	1317
1992	95	2450	10652	170	246	1255
1993	79	2377	10223	163	231	1216
1994	45	2274	9601	134	237	1160
1995	37	2265	9592	129	239	1158
1996	26	2334	10122	132	255	1213
1997	10	2277	9619	124	267	1161
1998	7	2152	9149	114	264	1104
1999	7	2040	8868	105	266	1067
2000	6	2075	8579	108	281	1033
2001	6	2012	8133	106	288	979
2002	6	1910	7771	100	298	927
2003	6	1778	7245	94	299	852
2004	2	1655	6656	86	308	767
2005	2	1540	6031	80	308	685
2006	2	1412	5361	73	309	594

Kauniainen	tonnia, CO <sub>2</sub> 1000t/v					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PM	CO <sub>2</sub>	VOC
1996	1	84	405	5	10	50
1997	0	82	385	5	11	48
1998	0	77	369	5	10	46
1999	0	73	360	4	10	44
2000	0	74	346	4	11	43
2001	0	72	326	4	11	41
2002	0	68	312	4	12	38
2003	0	62	273	3	12	33
2004	0	58	252	4	13	31
2005	1	56	226	5	14	28
2006	0	51	205	5	15	23

Vantaa	tonnia, CO <sub>2</sub> 1000t/v					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	PM	CO <sub>2</sub>	VOC
1996	30	2711	11075	150	289	1339
1997	11	2637	10630	142	306	1288
1998	8	2592	10482	135	311	1265
1999	8	2436	10083	127	309	1210
2000	6	2362	9682	126	317	1164
2001	7	2281	9321	122	326	1120
2002	7	2210	8991	117	341	1059
2003	7	2080	8436	111	346	982
2004	3	1922	7776	100	354	883
2005	2	1839	7200	96	362	805
2006	2	1742	6518	89	374	715

SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi

NO<sub>x</sub> = typenoksidit typpidioksidina laskettuna

CO = hiilimonoksidi eli häkä

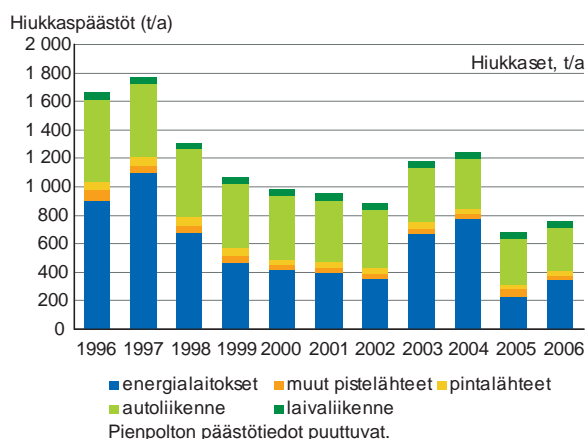
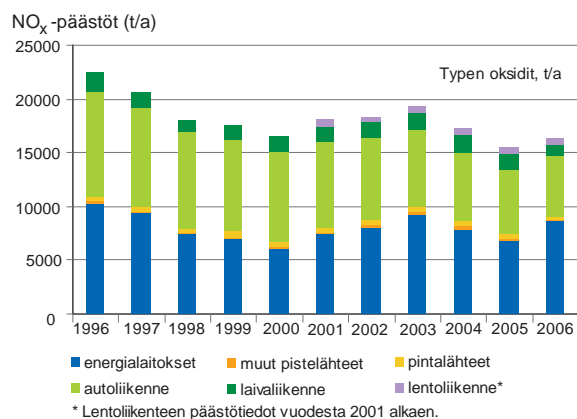
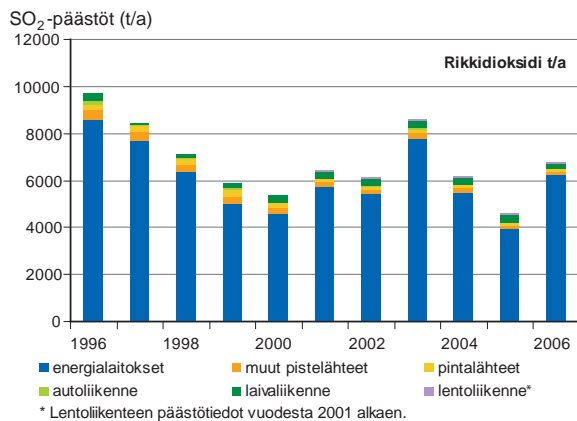
PM = hiukkaset

VOC = haihtuvat orgaaniset yhdisteet



## Pääkaupunkiseudun päästöjen kehittyminen

Pääkaupunkiseudun päästöjen kehittyminen (ylhäältä alas: rikkidioksidi, typenoksidit, hiukkaset) .



## Kuntakohtaiset päästöt vuonna 2006

Helsinki	t/a	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset	CO	VOC
Energialaitokset		3 954	5 806	301		
Liikenne		3	2 420	127	8 854	1 124
Pienet pistelähteet		7	61	3	33	105
Pintalähteet		43	148	13		
Laivaliikenne		246	1 076	46	145	57
Lentoliikenne		0	1	0	329	4
Yhteensä		4 253	9 512	490	9 361	1 290

Espoo	t/a	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset	CO	VOC
Energialaitokset		1 566	1 599	39		2
Liikenne		2	1 412	73	5 361	594
Pienet pistelähteet		56	26	12		109
Pintalähteet		30	106	9		
Yhteensä		1 654	3 143	133	5 361	705

Vantaa	t/a	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset	CO	VOC
Energialaitokset		697	1 221	10		
Liikenne		2	1 742	89	6 518	715
Pienet pistelähteet		93	47	14		82
Pintalähteet		32	113	10		
Lentoliikenne		52	595	1	803	89
Yhteensä		870	3 715	123	7 321	886

Kauniainen	t/a	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset	CO	VOC
Liikenne		0	51	5	205	27
Pintalähteet		1	5	0		
Yhteensä		1	56	5	205	27

SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi

NO<sub>x</sub> = typenoksidit

CO = hiilimonoksidi eli häkä

VOC = haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Näissä taulukoissa ei ole pientalojen tulisijojen päästöjä. Pienpolton päästöjä ei päivitetä vuosittain eikä niitä ole arvioitu kunnittain.

### Liite 3. Ilmanlaatuindeksin kuvaus

Ilmanlaatu tiedon ja tiedotuksen yksinkertaistamiseksi YTV on kehittänyt ilmanlaatuindeksin. Indeksillä yksinkertaistetaan eri ilmansaasteiden pitoisuuksien ja terveysvaikutusten välinen yhteys sanalliseksi arvioksi ilmanlaadusta. Ilmanlaatu tilanne jaotellaan viiteen luokkaan: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono.

YTV:n ilmanlaatuindeksi kuvaa hetkellistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje-, raja-, kynnys- ja tavoitearvoihin sekä tunnettuihin terveysvaikutuksiin. Indeksillä on lähinnä terveysperusteinen, mutta sen sanallisessa luonnehdinnassa otetaan huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia (taulukko a). Indeksillä kehitettiin on käytetty Kansanterveyslaitoksen asiantuntemusta.

Indeksi lasketaan tunneittain jokaiselle mittausasemalle ja niille epäpuhtauksille, joita ko. asemalla mitataan. Indeksissä ovat mukana rikkidioksidin, typpidioksidin, hiilimonoksidin, hengitettävien hiukkasten ja otsonin pitoisuudet. Vuodesta 2007 mukana ovat myös pienhiukkasten pitoisuudet. Jokaiselle epäpuhtaudelle lasketaan pitoisuuksien perusteella indeksi, joista korkein määrää mittausaseman ilmanlaatuindeksin arvon.

YTV:n ilmanlaatuindeksin ensimmäinen versio otettiin käyttöön vuonna 1988 ja nykyisenkaltaisena se on ollut käytössä vuodesta 1993. Indeksillä on uudistettu vuosina 2002 ja 2007. Vuoden 2002 uudistuksessa tarkistettiin taitepisteitä uusien EU:n raja-arvojen mukaisiksi ja muutettiin laskenta kuvaamaan paremmin tuntivaihteluita. Vuonna 2007 otettiin pienhiukkaset indeksiin ja tarkistettiin indeksillä hengitettävien hiukkasten ja otsonin osalta WHO:n ohjearvojen ja uusimman terveysvaikutustiedon pohjalta. Indeksiluokkien rajat on esitetty taulukossa b, jossa on suluisissa vuoden 2007 uudistuksen mukaiset indeksin taitepisteet.

Suomalainen indeksi kuvaa ilmanlaadun tuntivaihtelua ja laskennassa käytetään tuntikeskiarvoja. Se poikkeaa useista ulkomaisista ilmanlaatuindekseistä, joissa käytetään normeihin pohjautuvia tunti-, vuorokausi- tai kahdeksan tunnin keskiarvoja.

Taulukko a. Ilmanlaatuindeksin eri luokkien terveys- ja muut vaikutukset

Ilman laatu	Terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
hyvä	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä a kավәlillä
tyydyttävä	hyvin epätodennäköisiä	"
välttävä	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä a kավәlillä
huono	mahdollisia herkillä yksilöillä	"
erittäin huono	mahdollisia herkillä väestöryhmillä	"

Taulukko b. Indeksiarvojen määräytyminen, pitoisuuksien taitepisteet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , CO  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Ilmanlaatu	Indeksi	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	TRS		
Hyvä	≤50	≤4	≤40	≤20	≤60	≤20	(≤10)	≤5		
Tyydyttävä	50-75	4-8	40-70	20-80	60-120	(60-100)	20-70	(20-50)	(10-25)	5-10
Välttävä	75-100	8-20	70-150	80-250	120-150	(100-140)	70-140	(50-100)	(25-50)	10-20
Huono	100-150	20-30	150-200	250-350	150-180	(140-180)	140-210	(100-200)	(50-75)	20-50
Erittäin huono	>150	>30	>200	>350	>180	>210	(>200)	(>75)	>50	

Pitoisuudet tuntikeskiarvoja, indeksit kokonaislukuja  
Suluisissa uudet taitepisteet vuonna 2007-

## Liite 4. Ilman epäpuhtauksien vaikutukset

### Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset

Ilmansaasteiden terveyshaitat ovat seurausta altistumisesta ilmassa oleville haitallisille aineille. Altistuminen on sitä suurempaa mitä korkeampia hengitysilman pitoisuudet ovat ja mitä kauemmin ihminen hengittää saastunutta ilmaa. Erityisesti kaupunkien keskustoissa ja muuten vilkkaasti liikennöidyillä alueilla liikkuvat ja asuvat ihmiset altistuvat ilmansaasteille. Myös pientaloalueilla tulisijojen savut saattavat merkittävästi lisätä altistumista. Suuri osa ulkoilman kaasumaisista ja hiukkasmaisista haitallisista aineista kulkeutuu rakennusten sisätiloihin.

Suomessa ilmansaasteiden pitoisuudet ovat yleensä kohtalaisen alhaisia eivätkä ne aiheuta useimmille merkittäviä terveyshaittoja. Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille kuitenkin vaihtelee. Niin sanotut herkkät väestöryhmät saavat oireita ja heidän toimintakykynsä saattaa heikentyä jo kohtalaisen pienistä ilmansaastepitoisuuksista. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatikot, ikääntyneet sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat sekä lapset. Tyypillisiä lasten oireita ovat nuha ja yskä, kun taas hengitys- ja sydänsairailla voi esiintyä heidän sairaudelleen tyypillisiä oireita, kuten hengenhädistystä tai rintakipua. Talvisin pakkanen voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

Äkillisten hengitys- ja sydänoireiden tai allergiaoireiden lievittämiseen määrätyt lääkkeet on hyvä pitää aina mukana. Niitä kannattaa käyttää lääkärin antamien ohjeiden mukaan myös silloin, kun oireet aiheutuvat ilmansaasteille altistumisesta. Puhtaampaan ilmaan (esim. sisätiloihin) siirtyminen on myös keskeinen osa oireiden lievitystä.

### Ilman epäpuhtauksien luontovaikutukset

Ilmansaasteista on terveyshaittojen lisäksi haittaa myös luonnolle. Ilmansaasteet aiheuttavat vesistöjen ja maaperän happamoitumista ja rehevöitymistä. Lisäksi ilmansaasteet vahingoittavat kasveja sekä suoraan lehtien ja neulasten kautta että juuriston vaurioitumisen myötä. Ilmansaasteiden vaikutukset näkyvät selvästi useiden kaupunkien ja teollisuuslaitosten ympäristössä puiden neulasvaurioina sekä puiden rungolla kasvavien jäkälien vähentymisenä ja vaurioitumisena. Jäkälä voidaankin käyttää niin kutsuttuina bioindikaattoreina, kun selvitetään ilmansaasteiden vaikutusalueen laajuutta.

Pääkaupunkiseudulla bioindikaattoreilla on kartoitettu ilmansaasteiden leviämistä ja vaikutuksia viiden välein. Edellinen kartoitus on tehty vuonna 2004 (Polojärvi ym. 2005). Tulokset kertovat elinympäristömme nuhraantumisesta: asuinalueet valtaavat alaa, viheralueet pirstoutuvat ja liikennealueet kasvavat.

### Vaikutukset epäpuhtauksittain

#### Hiukkaset

Ilman hiukkasten koko ja kemiallinen koostumus vaihtelevat suuresti. Pienet hiukkaset ovat terveydelle haitallisempia kuin suuret, koska ne pääsevät hengitettäessä keuhkojen ääreisosiin. Suurimmat hiukkaset aiheuttavat kuitenkin likaantumista ja ne voivat olla merkittävä viihtyisyyshaitta. Halkaisijaltaan alle 10 millimetrin tuhannesosan (mikrometrin,  $\mu\text{m}$ ) kokoisia hiukkasia kutsutaan hengitettäviksi hiukkasiksi ( $\text{PM}_{10}$ ), sillä ne kulkeutuvat alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin. Alle 2,5

mikrometrin kokoiset pienhiukkaset tunkeutuvat keuhkorakkuloihin asti. Alle 0,1 µm:n suuruiset hiukkaset määritellään ultrapieniksi ja ne saattavat tunkeutua keuhkorakkuloista verenkiertoon.

Hiukkasten merkittävimmät päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne, energiantuotanto ja puun pienpoltto. Suurin osa kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista on kuitenkin peräisin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat etenkin maaliskuussa, kun jauhautunut hiekoitushiekka ja asfalttipöly nousevat liikenteen vaikutuksesta ilmaan. Kaukokulkeumalla puolestaan on suuri vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin. Ultrapienien hiukkasten pitoisuudet ovat korkeimmillaan liikenneväylien välittömässä läheisyydessä.

Hiukkaspitoisuuksien kohoaminen aiheuttaa astma-kohtausten lisääntymistä, keuhkojen toimintakyvyn heikkenemistä ja lisääntyneitä hengitystietulehduksia sekä sydämen toiminnan häiriöitä. Myös kuolleisuus ja sairaalahoitojen määrä voivat lisääntyä hiukkaspitoisuuksien kohotessa.

### Typenoksidit (NO ja NO<sub>2</sub>)

Typenoksideilla (NO<sub>x</sub>) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO<sub>2</sub>). Suurin osa ulkoilman typenoksidien pitoisuuksista aiheutuu liikenteen päästöistä, joista raskaan liikenteen osuus on merkittävä. Typenoksidien pitoisuudet ovat suurimmillaan ruuhka-aikoina, erityisesti talvisin ja keväisin tyynillä pakkassäillä.

Eniten terveyshaittoja aiheuttava typen oksidi on typpidioksidi (NO<sub>2</sub>), joka tunkeutuu syväälle hengitysteihin. Se lisää hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaatikoidilla sekä korkeina pitoisuuksina supistaa keuhkoputkia. Typpidioksidi voi lisätä hengitysteiden herkkyyttä muille ärsykeille, kuten kylmälle ilmalle ja siitepölyille.

Typenoksidit vaurioittavat kasvien lehtiä ja neulasia. Ne myös happamoittavat ja rehevöittävät vesistöjä sekä maaperää. Lisäksi typenoksidit osallistuvat alailmakehän otsonin muodostukseen.

### Otsoni (O<sub>3</sub>)

Otsoni suojelee tai vahingoittaa maan eliöitä riippuen siitä, millä korkeudella sitä ilmakehässä on. Korkealla yläilmakehässä otsoni toimii suojakilpenä auringon vaarallisia ultravioletti- eli UV-säteitä vastaan. Sen sijaan lähellä maanpintaa olevassa alailmakehässä ja hengitysilmassa otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallinen ilmansaaste. On siis olemassa kaksi erillistä otsoniongelmaa: elämää suojaava otsoni on viime vuosikymmeninä vähentynyt yläilmakehässä (otsonikato), mutta haitallisen otsonin määrä sen sijaan lisääntyy alailmakehässä.

Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu auringonvalon vaikutuksesta ilmassa hapen, typen oksidien ja hiilivetyjen välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kaupunkien keskustoissa otsonia on vähemmän kuin esikaupunkialueilla ja maaseudulla, koska sitä myös kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa. Samalla kuitenkin syntyy muita haitallisia epäpuhtauksia kuten typpidioksidia.

Suomessa otsonipitoisuudet ovat suurimmillaan aurinkoisella säällä keväällä ja kesällä taajamien ulkopuolella. Kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta kohottaa Suomen otsonipitoisuuksia selvästi.

Otsonin aiheuttamia tyypillisiä oireita ovat silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytys. Hengityssairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Kohonneisiin otsoni-

pitoisuuksiin voi myös liittyä lisääntyneitä kuolleisuutta ja sairaalahoitoja. Otsoni voi pahentaa siitepölyjen aiheuttamia allergiaoireita.

Otsoni aiheuttaa vaurioita kasvien lehtiin ja neulasiin. Se voi heikentää metsien kasvua ja aiheuttaa viljelyksille satotappioita. Kasvien herkkyys otsonille vaihtelee kasvilajeittain.

### Rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>)

Ulkoilmassa oleva rikkidioksidi on pääosin peräisin energiantuotannosta ja laivojen päästöistä. Rikkidioksidipäästöt ovat laskeneet huomattavasti viime vuosikymmenten aikana, joten myös pitoisuudet ulkoilmassa ovat nykyisin alhaisia. Joillakin teollisuuspaikkakunnilla ongelmia saattaa edelleen esiintyä etenkin teollisuusprosessien häiriötilanteissa.

Rikkidioksidi ärsyttää suurina pitoisuuksina voimakkaasti ylähengitysteitä ja suuria keuhkoputkia. Se lisää lasten ja aikuisten hengitystieinfektioita sekä astmaattikojen kohtauksia. Rikkidioksidin aiheuttamia tyypillisiä äkillisiä oireita ovat yskä, hengenahdistus ja keuhkoputkien supistuminen. Astmaattikot ovat selvästi muita herkempiä rikkidioksidin vaikutuksille ja erityisesti pakkasen voi pahentaa rikkidioksidin aiheuttamia oireita.

Rikkidioksidi happamoittaa maaperää ja vesistöjä. Maaperän happamoituminen saa aikaan kasveille tärkeiden ravinteiden huuhtoutumista ja vesistöissä happamoituminen voi muuttaa kasvi- ja eläinlajistoa. Luonnon sietokyky eli ns. kriittinen kuormitus ylittyy paikoin Etelä-Suomessa ja joillakin alueilla Pohjois-Suomessa. Rikkidioksidi voi myös suoraan vaurioittaa lehtiä ja neulasia.

### Hiilimonoksidi eli häkä (CO)

Ulkoilman häkä on peräisin pääosin henkilöautojen pakokaasuista. Ulkoilman häkäpitoisuudet ovat nykyisin varsin alhaisia polttoaineiden ja moottoritekniikan parantumisen sekä pakokaasujen katalyyttisen puhdistuksen ansiosta. Ruuhkassa moottoriajoneuvon sisäilman häkäpitoisuus voi olla paljon korkeampi kuin kadun varrella.

Häkä aiheuttaa hapenpuutetta, koska se vähentää veren punasolujen hapenkuljetuskykyä. Hiilimonoksidille herkkiä väestöryhmiä ovat sydän- ja verisuonitauteja, keuhkosairauksia ja anemialta sairastavat sekä vanhuksat, raskaana olevat naiset ja vastasyntyneet.

### Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)

Pelkistyneet, haisevat rikkiyhdisteet ovat pääosin peräisin teollisuudesta, erityisesti selluteollisuudesta ja öljynjalostuksesta, mutta myös jätteenkäsittelystä. Useat pelkistyneet rikkiyhdisteet haisevat pahalle jo hyvin pieninä pitoisuuksina ja alentavat siten viihtyisyyttä. Lisäksi ne aiheuttavat silmien, nenän ja kurkun ärsytysoireita, hengenahdistusta sekä päänsärkyä ja pahoinvointia. Pelkistyneet rikkiyhdisteet saastuttavat ilmaa paikallisesti päästölähteiden läheisyydessä. Tavallisesti korkeita pitoisuuksia esiintyy ilmassa lyhytaikaisesti. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden päästöt ovat viime vuosina vähentyneet.

### Hiilivedyt

Hiilivedyillä tarkoitetaan suurta määrää hiilestä ja vedystä koostuvia kemiallisia yhdisteitä, jotka ovat peräisin mm. liikenteestä, teollisuudesta ja pientalojen lämmityksestä. Monet niistä ovat helposti höyrystyviä, haisevia ja ärsyttäviä yhdisteitä ja jotkut niistä lisäävät syöpäriskiä. Hiilivedyt esiintyy sekä

kaasumaisessa että hiukkasmaisessa olomuodossa. Hiilivedyt ja typen oksidit muodostavat alailmakehässä otsonia, joka on terveydelle haitallista ja vaurioittaa kasveja.

Ulkoilman hiilivetypitoisuudet ovat yleensä alhaisia. Syöpävaaraa aiheuttavien bentseenin ja polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen pitoisuudet ovat koholla ainakin liikenneväylien läheisyydessä, mutta paikoin myös asuntoalueilla, joilla on paljon talokohtaista puulämmitystä.

### Raskasmetallit

Suomen kaupungeissa esiintyvät lyijypitoisuudet ovat matalia, ja laskeneet huomattavasti 1980-luvun tasosta, koska lyijyä ei ole yli 10 vuoteen lisätty henkilöautoissa käytettävään bensiiniin. Niinpä sen ei katsota enää aiheuttavan merkittävää haittaa lasten kehittyvälle keskushermostolle. Syöpävaarallisten arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat kohonneita erityisesti metalliteollisuusympäristöissä.

### Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)

Hiilidioksidipäästöjä syntyy kaikessa palamisessa. Fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyvä hiilidioksidi edistää kasvihuoneilmiötä, mutta se ei aiheuta paikallisia ilmanlaatuhaittoja.

## Liite 5. Ilman epäpuhtauksille annetut raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvot

### Raja-arvot

Ilmanlaadun raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Ilmansuojelusta vastaavien viranomaisten tulee huolehtia siitä, että pitoisuudet pysyvät raja-arvojen alapuolella. Vertaamalla mittaustuloksia raja-arvoihin saadaan käsitys ilmanlaatuilanteesta.

Rikkidioksidin, typpidioksidin ja typen oksidien, hiukkasten ja lyijyn sekä hiilimonoksidin ja bentseenin pitoisuuksille on annettu raja-arvot ilmanlaatuasetuksella vuonna 2001. Lisäksi on vielä voimassa vanha EY:n ilmanlaadun raja-arvo typpidioksidille vuoteen 2010 asti.

Taulukko a. Ilmanlaadun raja-arvot

Yhdiste	Aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sallitut ylitykset	Saavutettava viimeistään
Rikkidioksidi $\text{SO}_2$	tunti	350	24 h/vuosi	voimassa
	vrk	125	3 vrk/vuosi	-"
	vuosi/talvi	20	-	-"
Typpidioksidi $\text{NO}_2$	tunti	200	18 h/vuosi*	1.1.2010
	vuosi	40	-	1.1.2010
Typenoksidit** $\text{NO} + \text{NO}_2$	vuosi	30	-	voimassa
Hengitettävät hiukkaset $\text{PM}_{10}$	vrk	50	35 vrk/vuosi	voimassa
	vuosi	40	-	-"
Lyijy Pb	vuosi	0,5	-	voimassa
Bentseeni $\text{C}_6\text{H}_6$	vuosi	5	-	1.1.2010
Hiilimonoksidi CO	8 tuntia	10 $\text{mg}/\text{m}^3$	-	voimassa

\* 1.1.2010 saakka raja-arvo on vuoden tuntiarvojen 98 %-pisteenä (noin 175 h sallitaan vuodessa)

\*\* kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkittävillä alueilla

### Kynnys- ja tavoitearvot

Ilmanlaadun kynnysarvot määrittelevät tason, jonka ylittyessä on tiedotettava tai varoitettava koho-neista ilmansaasteiden pitoisuuksista. Tavoitearvot määrittelevät pitoisuuden tai kuormituksen, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa. Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pitkällä aikajänteellä.

Taulukko b. Arseenin, kadmiumin, nikkelin ja bentso(a)pyreenin tavoitearvot

	Aika	Tavoitearvo $\text{ng}/\text{m}^3$
Arseeni	vuosi	6
Kadmium	vuosi	5
Nikkeli	vuosi	20
Bentso(a)pyreeni (=PAH-yhdiste)	vuosi	1



Taulukko c. Otsonipitoisuuden kynnys- ja tavoitearvot

Kynnysarvot	A ka	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely	Sallitut ylitykset
Väestölle tiedottaminen	tunti	180	tuntiarvo	
Väestön varoittaminen	tunti	240	tuntiarvo	
Tavoitearvot vuodelle 2010				
Terveyden suojeleminen	8 tuntia	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	liukuva keskiarvo	25 kpl/v 3 vuoden keskiarvona
Kasvillisuuden suojeleminen	tunti klo 10–22 1.5.–31.7.	$18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	yli $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien arvojen summa 5 vuoden keskiarvona	
Pitkän ajan tavoitteet				
Terveyden suojeleminen	8 tuntia	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	liukuva keskiarvo	0
Kasvillisuuden suojeleminen	tunti klo 10–22 1.5.–31.7.	$6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	yli $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien arvojen summa	

## Ohjearvot

Ilmanlaadun ohjearvot ilmentävät kansallisia ilmanlaadun tavoitteita ja ilmansuojelutyön päämääriä, jotka on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvoja sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan sitovia kuten raja-arvot, vaan ne ohjaavat suunnittelua ja niiden ylittyminen pyritään estämään.

Suomen ohjearvot epäpuhtauksien tunti- ja vuorokausipitoisuuksille on annettu vuonna 1996 terveydellisin perustein, ja niissä on otettu huomioon senhetkinen tietämys ilman epäpuhtauksien vaikutuksista herkkiin väestöryhmiin, joihin kuuluvat mm. lapset, vanhukset ja hengityssairaat. Vuosipitoisuuksia koskevia ohjearvoja ja rikkilaskeuman tavoitearvoa määriteltäessä ensisijaisena tavoitteena oli kasvillisuuteen ja muuhun luontoon kohdistuvien haittojen ehkäiseminen.

Taulukko d. Ilmanlaadun ohje-arvot

Yhdiste	Aika	Ohjearvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , CO $\text{mg}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi SO <sub>2</sub>	tunti vrk	250 80	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Typpidioksidi NO <sub>2</sub>	tunti vrk	150 70	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Hiilimonoksidi CO	tunti 8 tuntia	20 8	tuntikeskiarvo liukuva keskiarvo
Kokonaisleijuma TSP	vrk vuosi	120 50	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset PM <sub>10</sub>	vrk	70	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Haisevat rikkiyhdisteet TRS	vrk	10	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo TRS ilmoitetaan rikkinä

## Liite 6. Lyhenteitä ja määritelmiä

Altistuminen	= ihmisen ja epäpuhtauden kohtaaminen, ts. ihminen ja epäpuhtaus ovat samanaikaisesti samassa tilassa. Altistuksen määrään vaikuttavat epäpuhtauden pitoisuus ja kyseisessä tilassa vietetty aika
CO	= hiilimonoksidi, häkä. Väritön, hajuton ja mauton kaasu
CO <sub>2</sub>	= hiilidioksidi, kasvihuonekaasu
Episodi	= tilanne, jossa ilman epäpuhtaudet kohoavat huomattavasti normaalia korkeammiksi. Episoditilanteessa sää on epäpuhtauksien sekoittumisen ja laimenemisen kannalta epäedullinen. Suomessa merkittävimmät yhdisteet episodin muodostumiseen ovat typenoksidit ja hiukkaset, joiden pääasiallinen lähde on katuliikenne.
Ilmanlaatuindeksi	= ilmanlaadun mittari, joka perustuu eri komponenttien vertaamiseen niiden ohje-, raja- ja tavoitearvoihin. Indeksien laskemisessa otetaan huomioon SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , CO ja O <sub>3</sub> , joista lasketaan alaindeksi. Vuonna 2007 laskennassa ovat mukana myös pienhiukkaset PM <sub>2,5</sub> . Näistä korkein arvo määrää indeksin. Indeksini on jaettu 5 luokkaan; hyvästä erittäin huonoon.
Ilmansaasteet	= ihmisen toiminnasta peräisin olevia haittaa aiheuttavia kaasumaisia tai hiukkasmaisia aineita
Maanpintainversio	= tilanne, jossa maanpintaa lähellä oleva kylmempi ilma jää sitä ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Tällöin erityisesti matalalta tulevat päästöt eivät pääse kunnolla laimenemaan ja sekoittumaan.
Mikrogramma	= µg, tuhannesosa milligramma, ts. miljoonasosa grammaa
NO	= typpimonoksidi, ilmassa nopeasti typpidioksidiksi hapettava kaasu
NO <sub>2</sub>	= typpidioksidi, punaruskea, vesiliukoinen kaasu
NO <sub>x</sub>	= typenoksidit (NO + NO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> :ksi laskettuna)
O <sub>3</sub>	= otsoni, typen oksideista ja hiilivedyistä ilmassa muodostuva kaasu. Yläilmakäyssä toimii suojakilpenä UV-säteilyä vastaan, mutta hengitysilmassa on haitallinen ilmansaaste.
Ohjearvot	= kansallisia vuonna 1996 voimaan tulleita epäpuhtauksien tunti-, vuorokausi- ja vuosipitoisuuksien ohjeellisia arvoja.
Pintalähde	= pieni päästölähde, joka ei ole ympäristölupavelvollinen. Esimerkiksi talokohtainen lämmitys ja muu pienpoltto, työkoneet, maatalouden ja kotitalouksien kulu- tustuotteiden käyttö.
Pistelähde	= sijainniltaan pysyvä päästölähde, jonka päästömäärät mitataan säännöllisesti, tässä ympäristölupavelvolliset laitokset
Pitoisuus	= epäpuhtauden määrä tietyssä määrässä ilmaa, esitetään tässä yleensä mikrogrammaa epäpuhtautta kuutiometrissä ilmaa (µg/m <sup>3</sup> )
PAH	= polyaromaattiset hiilivedyt
PM <sub>2,5</sub>	= pienhiukkaset, halkaisijaltaan alle 2,5 µm
PM <sub>10</sub>	= hengitettävät hiukkaset, halkaisijaltaan alle 10 µm
Raja-arvo	= määrittelee suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Ilman- suojelusta vastaavien viranomaisten tulee huolehtia niiden alapuolella pysymisestä.
SO <sub>2</sub>	= rikkidioksidi, vesiliukoinen, väritön kaasu
TRS	= pelkistyneet, haisevat rikkijhdisteet
TSP	= kokonaisleijuma, kaikki ilmassa leijuvat hiukkaset
VOC	= haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Kaasumaisia yhdisteitä, jotka voivat reagoida typenoksidien ja hapen kanssa auringonvalossa valokemiallisia hapettimia (otsonia) muodostaen.



[www.ytv.fi](http://www.ytv.fi)

**YTV Pääkaupunkiseudun  
yhteistyövaltuuskunta**

Seutu- ja ympäristötieto,  
PL 521 (Opastinsilta 6 A), 00521 Helsinki  
Puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369  
etunimi.sukunimi@ytv.fi

**Huvudstadsregionens  
samarbetsdelegation**

Region- och miljöinformation  
PB 521 (Semaforbron 6 A), 00521 Helsingfors  
Telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369  
fornamn.efternamn@ytv.fi