Liite 3

Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla vuosina 2006 - 2015

Ilmansuojelusuunnitelman taustaraportti, LUONNOS 24.2.2016

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster
Helsinki Region Environmental Services Authority

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Opastinsilta 6 A
00520 Helsinki
puhelin 09 156 11
faksi 09 1561 2011
www.hsy.fi

Lisätietoja
[Etunimi Sukunimi], puhelin [puhelinnumero]
[etunimi.sukunimi]@hsy.fi

Copyright
Kartat, graafit, ja muut kuvat: HSY
Kansikuva: HSY

Esipuhe

[Kirjoita asiakirjan teksti tähän]

Tiivistelmä

[Kirjoita asiakirjan teksti tähän]

Julkaisija: [Kirjoita tähän]	
Tekijä: [Kirjoita tähän]	**Pvm:** [pvm]
Julkaisun nimi: [Kirjoita tähän]	
Avainsanat: [Kirjoita tähän]	
Sarjan nimi ja numero: [Kirjoita tähän]	**Issn–l:** [Kirjoita tähän]
Isbn (nid.): [Kirjoita tähän]	**Isbn (pdf):** [Kirjoita tähän]
Issn (nid.): [Kirjoita tähän]	**Issn (pdf):** [Kirjoita tähän]
Kieli: [Kirjoita tähän]	**Sivuja:** [Kirjoita tähän]
Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä PL 100, 00066 HSY, puhelin 09 156 11, faksi 09 1561 2011, www.hsy.fi	

Sammandrag

[Kirjoita asiakirjan teksti tähän]

Utgivare: [Kirjoita tähän]	
Författare: [Kirjoita tähän]	**Datum:** [Datum]
Publikationens namn: [Kirjoita tähän]	
Nyckelord: [Kirjoita tähän]	
Publikationsseriens titel och nummer: [Kirjoita tähän]	**Issn–l:** [Kirjoita tähän]
Isbn (hft): [Kirjoita tähän]	**Isbn (pdf):** [Kirjoita tähän]
Issn (hft): [Kirjoita tähän]	**Issn (pdf):** [Kirjoita tähän]
Språk: [Kirjoita tähän]	**Sidor:** [Kirjoita tähän]
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster PB 100, 00066 HSY, telefon 09 156 11, fax 09 1561 2011, www.hsy.fi	

Abstract

[Kirjoita asiakirjan teksti tähän]

Published by: [Kirjoita tähän]	
Author: [Kirjoita tähän]	**Date of publication:** [Date]
Title of publication: [Kirjoita tähän]	
Keywords: [Kirjoita tähän]	
Publication series title and number: [Kirjoita tähän]	**Issn–l:** [Kirjoita tähän]
Isbn (print): [Kirjoita tähän]	**Isbn (pdf):** [Kirjoita tähän]
Issn (print): [Kirjoita tähän]	**Issn (pdf):** [Kirjoita tähän]
Language: [Kirjoita tähän]	**Pages:** [Kirjoita tähän]
Helsinki Region Environmental Services Authority PO Box 100, 00066 HSY, Tel. +358 9 156 11, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi	

Sisällysluettelo

Esipuhe 3
Tiivistelmä 4
Sammandrag 5
Abstract 6
1 Johdanto 9
2 Taustatietoja pääkaupunkiseudusta 10
2.1 2.1 Sijainti, topografia ja meteorologiset olosuhteet 10
2.2 Väestö ja kaupunkirakenne 10
2.2 Liikenne 12
2.3 Energiantuotanto ja -kulutus 16
3 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset 18
4 Ilmanlaatu ja sen kehittyminen 20
4.1 Yleistä 20
4.2 Typpidioksidi, NO_2 21
4.3 Arvio typpidioksidin raja-arvon ylitysalueesta 25
4.4 Hengitettävät hiukkaset, PM_{10} 27
4.5 Pienhiukkaset, $PM_{2,5}$ 30
4.6 Bentso(a)pyreeni 32
4.7 Otsoni, O_3 33
4.8 Muut ilmansaasteet 34
5 Päästöt ja niiden kehittyminen 35
5.1 Energiantuotanto 35
5.2 Liikenne 37
5.2.1 Autoliikenne 37
5.2.2 Mopot ja moottoripyörät 39
5.2.3 Satamat 40
5.2.4 Lentoliikenne 41
5.3 Katupöly 41
5.4 Puun pienpoltto 42
5.5 Muut päästölähteet 44
5.5.1 Pienet pistelähteet 44
5.5.2 Kevyen polttoöljyn käyttö 44
5.5.3 Junaliikenne 44
5.5.4 Työkoneet 44
6 Ilmanlaadun tulevaisuuden haasteet pääkaupunkiseudulla 45
7 Ilmanlaadun seuranta pääkaupunkiseudulla 48
8 Ilmanlaadusta tiedottaminen 51
9 Asukkaiden näkemyksiä ilmanlaadusta 53
9.1 Asukkaiden arvioita ilmanlaadusta 53
9.2 Asukkaiden ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen 54
10 Ilmanlaatu eräissä Euroopan kaupungeissa 56
10.1 Tukholma 56

10.2 Oslo 58
10.3 Kööpenhamina 61
10.4 Tallinna 62
11 Lähdeluettelo 64
12 Liitteet 70

1 Johdanto

Vaikka ilmanlaatu Helsingissä ja muualla pääkaupunkiseudulla on melko hyvä verrattuna useisiin muihin Euroopan pääkaupunkeihin, typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi edelleen vuonna 2015 Helsingin vilkasliikenteisimmissä katukuiluissa. Ylittymisen syynä ovat liikenteen pakokaasupäästöt ja etenkin dieselautojen suuret typpidioksidipäästöt. Alun perin raja-arvo tuli saavuttaa vuoteen 2010 mennessä, mutta Helsinki haki ja sai EU-komissiolta jatkoaikaa raja-arvon alittamiselle vuoden 2014 loppuun asti.

Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen johdosta pääkaupunkiseudulla laadittiin ilmansuojelun toimintaohjelmat pitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi vuosille 2008–2016. Myönteistä kehitystä on tapahtunut ja ilmanlaatu on kohentunut monilla katuosuuksilla, eikä hengitettävien hiukkasten raja-arvo ole ylittynyt enää vuoden 2006 jälkeen Helsingin katuverkossa.

Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille annetut kansalliset ohjearvot sekä Maailman terveysjärjestön pienhiukkasille antamat ohjearvot ylittyvät laajemmalla alueella, ts. monien pääkaupunkiseudun katujen ja pääväylien läheisyydessä. Liikenteen pakokaasupäästöjen ja katupölyn lisäksi ilmanlaatua heikentävät ajoittain ja paikoittain erityisesti puunpolton pienhiukkaspäästöt. Muiden lähteiden osuus on vähäisempi tai niihin ei voida vaikuttaa paikallisin toimin (kaukokulkeuma).

Helsinki laatii uuden ilmansuojelusuunnitelman vuosille 2017–2024. Sen tavoitteena on raja-arvoylitysten estämisen lisäksi parantaa yleisesti ilmanlaatua ja siten edistää viihtyisän ja terveellisen asumisympäristön toteutumista. Tämä raportti kokoaa taustatiedot pääkaupunkiseudun ilmanlaadusta, siihen vaikuttavista tekijöistä ja sen kehittymisestä vuosina 2006 – 2015.

2 Taustatietoja pääkaupunkiseudusta

2.1 2.1 Sijainti, topografia ja meteorologiset olosuhteet

Pääkaupunkiseutu on Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten kaupunkien muodostama alue, joka sijaitsee Etelä-Suomessa Suomenlahden rannalla. Pitkän aikavälin (1981 - 2010) keskilämpötila oli Helsingin Kaisaniemessä talvella joulu-helmikuussa -3,5 °C ja kesällä kesä-elokuussa 16,2 °C. Pitkän aikavälin keskimääräinen sademäärä oli runsaat 650 mm vuodessa; sademäärä on pienin keväällä. Pääkaupunkiseudulla lumipeite tulee keskimäärin joulukuun lopussa ja lähtee maaliskuun lopussa. Toisinaan talvet ovat vähälumisia ja märkiä. 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 sekoittumista ja laimenemista.

Kylmän ilmaston vuoksi esiintyy talvella toisinaan voimakkaita maanpintainversioita, jolloin ilman epäpuhtauksien sekoittuminen ja laimeneminen on hyvin heikkoa. Epäpuhtauksien pitoisuudet saattavat tällaisissa tilanteissa kohota huomattavasti tavanomaista korkeammiksi.

Suomalaisten ja muiden ilmastoltaan samankaltaisten maiden kaupunkien ilmanlaadun erityispiirre ovat keväiset katupölyepisodit. Talven aikana katujen ja teiden pinnoille kertyy autojen nastarenkaiden irrottamaa asfalttipölyä ja jauhautunutta hiekoitushiekkaa. Katupöly pääsee nousemaan ilmaan keväällä, kun teiden pinnat sulavat ja kuivuvat. Tällöin hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuudet nousevat ajoittain erittäin korkeiksi vilkasliikenteisillä alueilla. Keväälle tyypilliset aamuiset inversiotilanteet ja kuivat heikkotuuliset säät myötävaikuttavat pitoisuuksien kohoamiseen.

Pohjoinen sijainti kaukana Euroopan saasteisimmista alueista ja kylmä ilmasto ovat pitäneet otsonipitoisuudet kesälläkin melko alhaisina Suomessa verrattuna eteläisempään Eurooppaan. Pienhiukkasten pitoisuuksiin muualta kaukokulkeutuvat hiukkaset tuovat merkittävän lisän.

2.2 Väestö ja kaupunkirakenne

Pääkaupunkiseudun neljän kaupungin kokonaispinta-ala ilman merialueita on nykyisin 792 km^2. Vuonna 2014 alueella asui noin 1,1 miljoona henkilöä, joista Helsingissä runsaat puolet, hieman yli 600 000 asukasta. Myös väestötiheys oli Helsingissä suurin, runsaat 2800 henkilöä/km^2, kun se koko pääkaupunkiseudulla oli 1500 henkilöä/km^2 (Helsingin kaupunki 2015 a).

Taulukko 1. Pääkaupunkiseudun väestö vuosina 2010 ja 2014 sekä väestöennuste 2020 - 2050.

	2010	2014	2020	2030	2040
Helsinki	583350	612664	657774	712598	739741
Espoo	244330	260753	286400	313714	340890
Vantaa	197636	208098	223226	243701	259507
Kauniainen	8617	9101	9774	10929	11711
Pääkaupunkiseutu	1033933	1090616	1177174	1280942	1351849

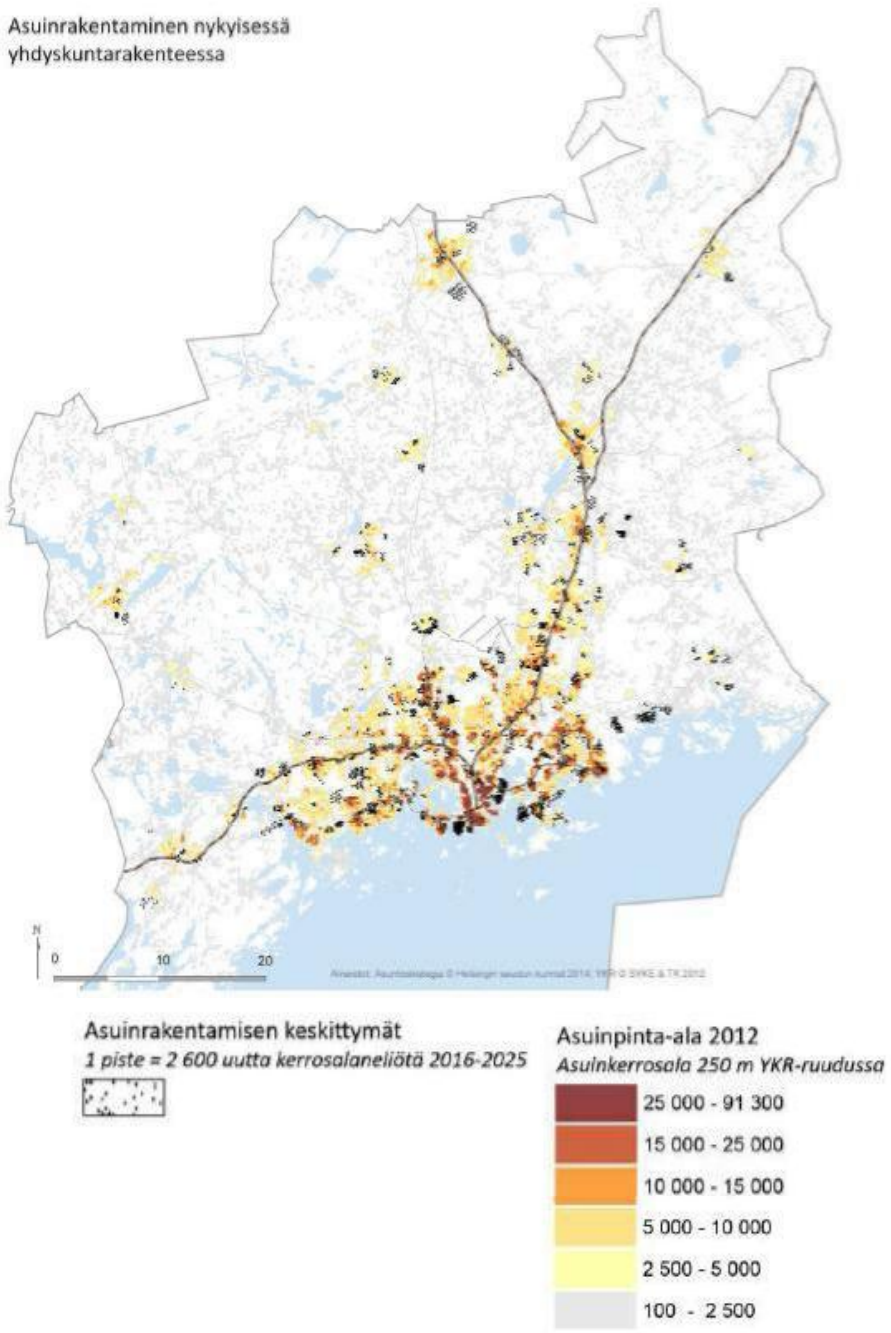
Taulukko 2. Pääkaupunkiseudun kaupunkien ja Helsingin seudun pinta-ala ja väestötiheys vuonna 2014. Maapinta-alaan sisältyvät sisävedet, vesipinta-ala käsittää merialueet.

	Maapinta-ala	Vesipinta-ala	Yhteispinta-ala	Väestötiheys
	km^2	km^2	km^2	henk./maa-km^2
Helsinki	216	503	719	2832
Espoo	330	198	528	790
Vantaa	240	0	240	866
Kauniainen	6	0	6	1517
Pääkaupunkiseutu yht.	792	701	1493	1501
Helsingin seutu yht.	3841	1678	5519	365

Laajempi Helsingin seutu käsittää 14 kuntaa. Siihen kuuluvat pääkaupunkiseudun lisäksi länsi-, pohjois- ja itäpuolella olevat ns. kehyskunnat Kirkkonummi, Vihti, Nurmijärvi, Hyvinkää, Tuusula, Kerava, Järvenpää, Sipoo, Pornainen ja Mäntsälä. Koko Helsingin seudun asukasmäärä vuonna 2014 oli runsaat 1,4 miljoonaa ja väestötiheys koko alueella keskimäärin 365 henkilöä/km^2. (Helsingin kaupunki 2014 a).

Väestönkasvu Helsingin seudulla on nopeaa, noin 1,2 % vuodessa. 2000-luvun taitteessa asukasmäärä kasvoi voimakkaimmin pääkaupunkiseudun kehyskunnissa, mutta kasvu näillä alueilla on hidastunut ja painopiste on siirtynyt pääkaupunkiseudulle. Seudun suunnitelmissa varaudutaan siihen, että vuonna 2050 seudulla olisi kaksi miljoonaa asukasta ja 1,05 miljoonaa työpaikkaa (nykyisin noin 700 000 työpaikkaa). Suurin osa kasvusta varaudutaan vastaanottamaan pääkaupunkiseudulla.

Helsingin seudulla asuminen keskittyy ratojen ja pääväylien varteen, mutta osassa seutua maankäyttö on hajaantunut. Myös pääkaupunkiseutu on väljästi rakennettu. Helsingin kantakaupungissa rakenne on tiiveintä. Helsinkiä ja sitä ympäröivää kaupunkiseutua pyritään kehittämään yhdyskuntarakenteeltaan kohti verkostomaista ja monikeskuksisempaa rakennetta, jossa tehokkaat poikittaissuuntaiset liikenneyhteydet sitovat alakeskukset entistä tiiviimmin osaksi kaupunkikokonaisuutta (kuva 1) (HSL 2015).

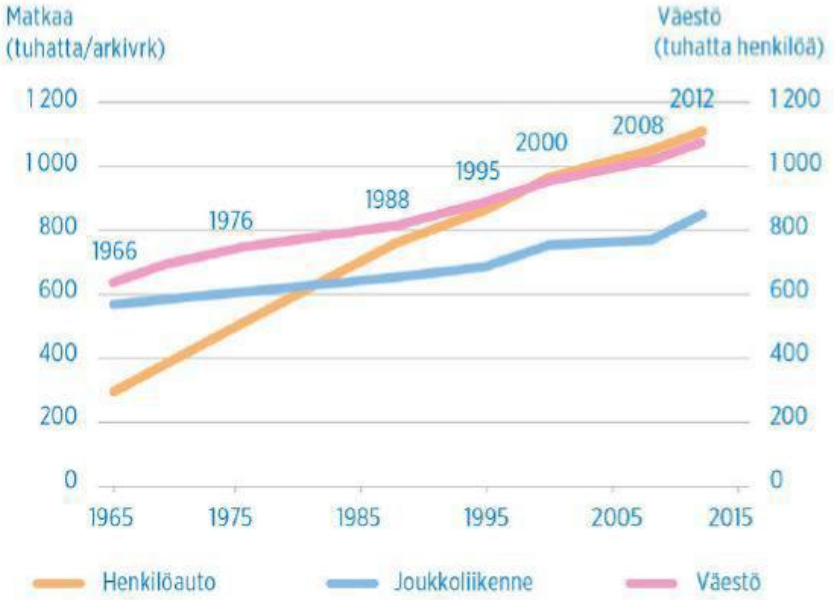


Kuva 1. Uuden asuntorakentamisen keskittymien sijoittuminen nykyiseen yhdyskuntarakenteeseen Helsingin seudulla vuoteen 2025 mennessä. (Asumisen tiedot perustuvat Asuntostrategialuonnokseen 2025.) (Lähde: HSL 2014).

2.2 Liikenne

Helsingissä oli vuoden 2014 lopussa liikennekäytössä henkilöautoja 329 kpl/1000 asukasta, mikä oli 9 % vähemmän kuin vuonna 2007. Koko pääkaupunkiseudulla oli vuoden 2014 lopussa henkilöautoja liikennekäytössä enemmän eli 378 kpl/1000 asukasta. Vuodesta 2006 vuoteen 2014 Helsingin liikenne on vähentynyt kantakaupungissa noin 10 % ja kasvanut Helsingin kaupungin rajalla noin 6 %. Poikittaisliikenteen määrä on pysynyt Helsingissä likimain samalla tasolla. (Lilleberg ja Hellman 2015.)

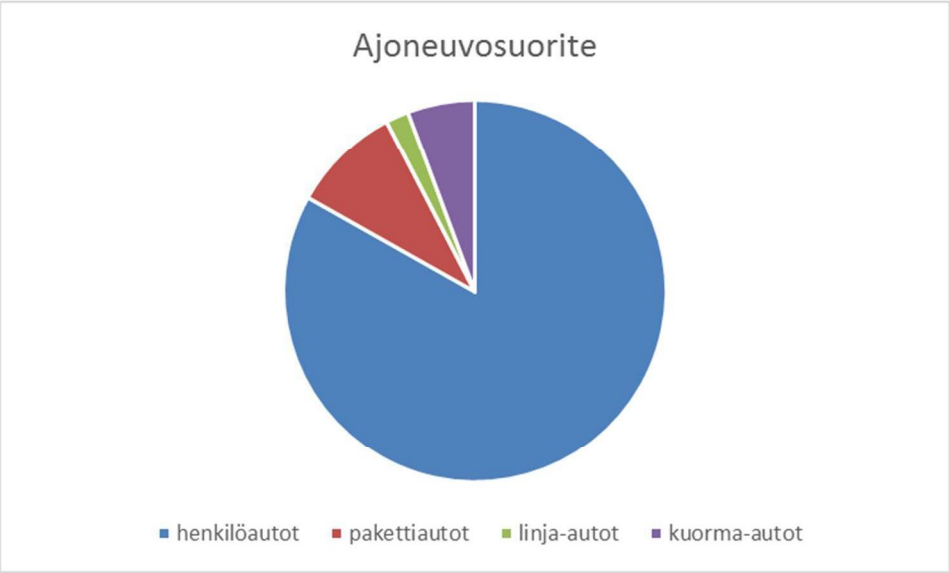
Muualla pääkaupunkiseudulla liikkuminen henkilöautoilla on edelleen lisääntynyt. Erityisen voimakkaasti ovat lisääntyneet erilaiset asiointi- ja ostosmatkat sekä muu vapaa-ajan liikkuminen. Joukkoliikenteen osuus pääkaupunkiseudun joukkoliikenne- ja henkilöautomatkoista matkoista oli 43 % vuonna 2012 (kuva 2). Ensimmäistä kertaa sitten 1960-luvun osuus lievästi nousi. Joukkoliikenteen osuus matkoista on Helsingissä yli puolet, Espoossa ja Vantaalla vajaa kolmannes, radan varren kehyskunnissa vajaa viidennes ja muissa kehyskunnissa kymmenesosa (HSL 2013).



Kuva 2. Pääkaupunkiseudun asukkaiden henkilöauto- ja joukkoliikennematkat pääkaupunkiseudulla sekä väestönmuutos vuosina 1966 - 2012 (tutkimusvuodet merkitty kuvaan). (Lähde: HSL 2013).

Joukkoliikenteen palvelutaso on korkea muuhun maahan verrattuna, mutta palveluiden ja työpaikkojen saavutettavuudessa on silti merkittäviä eroja eri osa-alueiden välillä. Helsingin ydinkeskusta on varsin hyvin saavutettavissa joukkoliikenteellä, mutta reuna-alueilla saavutettavuus on henkilöautolla selvästi parempi.

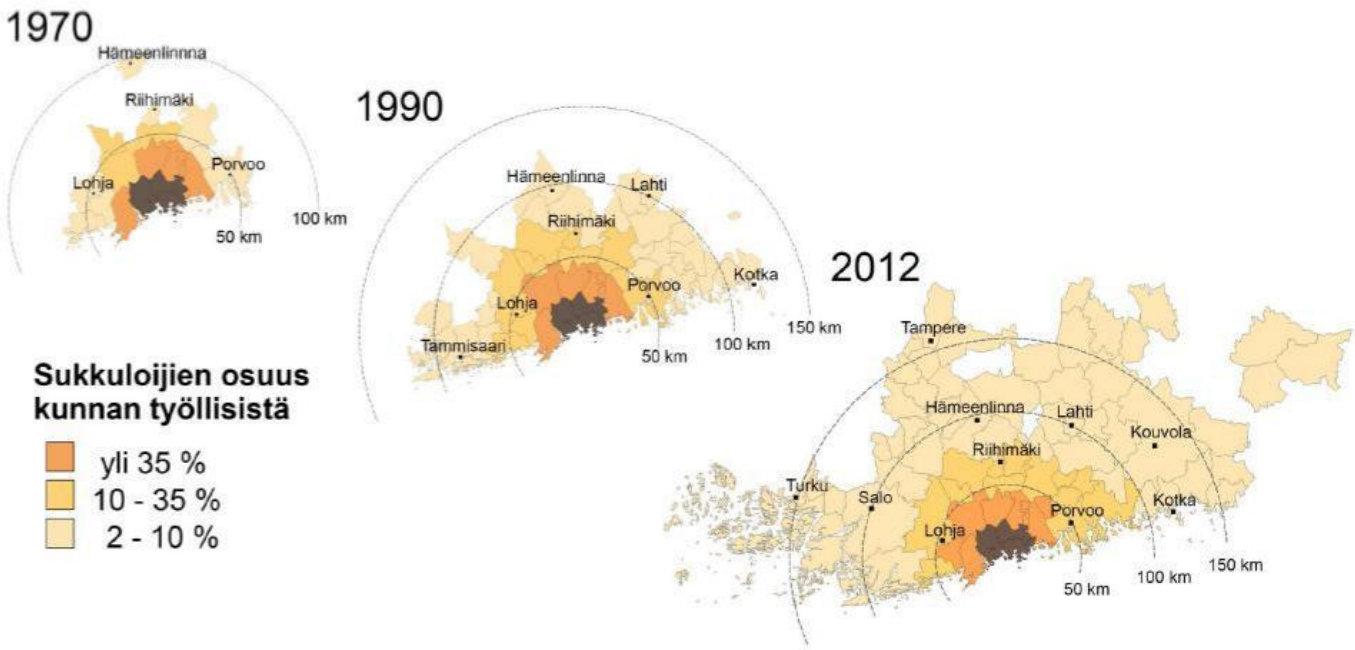
Ajoneuvosuorite (ajoneuvojen kulkema matka) pääkaupunkiseudun yleisillä teillä ja kaduilla oli vuonna 2014 runsaat 5560 miljoonaa ajoneuvokilometriä. Henkilöautojen osuus ajoneuvosuoritteesta oli noin 83 %, paketti- ja kuorma-autojen yhteensä noin 15 % ja linja-autojen noin 2 % (kuva 3). (VTT 2015)



Kuva 3. Eri ajoneuvoryhmien osuus ajoneuvosuoritteesta (ajoneuvojen kulkema matka) pääkaupunkiseudun yleisillä teillä ja kaduilla vuonna 2014.

Helsingin kantakaupungin vilkkaimpien pääkatujen liikennemäärä oli syyskuussa 2014 paikoin runsaat 40 000 ajoneuvoa/vrk. Länsi- ja Itäväylän alussa liikennettä oli enemmän, Ruoholahdessa ennen Länsiväylää lähes 70 000 ajoneuvoa/vrk. Muualla pääkaupunkiseudulla liikennettä oli pääväylien vilkkaimmilla osuuksilla enimmillään runsaat 80 000 ajoneuvoa/vrk. Poikkeuksen muodosti Kehä I, jonka vilkkaimmalla osuudella Hämeenlinnanväylän ja Tuusulanväylän välissä autoja oli lähes 110 000 ajoneuvoa/vrk.

Helsingin seutu tuottaa Suomen bruttokansantuotteesta yli kolmanneksen. Pääkaupunkiseudulla käy töissä noin 120 000 seudun ulkopuolella asuvaa ns. sukkuloijaa. Helsingin seudun kehyskunnissa asuvien osuus näistä on 60 %, kauempana asuvien 40 %. Pääkaupunkiseudulla asuvien työssäkäynti seudun ulkopuolella on huomattavasti vähäisempää, noin 30 000 työssäkävijää. Aivan viime vuosina muualta tulevien työssäkäynti alueella on vähentynyt taloudellisen taantuman myötä, aiemmin kasvua oli 1-2 % vuodessa. (HSY 2015).



Kuva 4. Pääkaupunkiseudun työssäkäyntialueen laajentuminen 1970-2012. (Lähde HSY 2015.)

Helsingin seudun MAL (maankäyttö, asuminen, liikenne) -aiesopimus 2012 - 2015 on viitoittanut seudun pitkän aikavälin suunnitelmien valmistelua. Uusin liikennejärjestelmäsuunnitelma on tehty kiinteässä yhteistyössä maankäyttösuunnitelman ja asuntostrategian kanssa.

Helsingin seudun maankäyttösuunnitelman visiona on kehittää Helsingin seutua yhtenäisesti toimivana ja vetovoimaisena metropolialueena, jonka eheä yhdyskuntarakenne on toiminnoiltaan monipuolinen, ekotehokas ja tarjoaa monipuolisia asumisvaihtoehtoja. Tiiviin ydinalueen ympärillä on omailmeisten keskusten verkosto ja luonnonläheinen ympäristö. Liikennejärjestelmä pohjautuu kestäviin liikkumismuotoihin ja palvelee seudun saavutettavuutta ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Liikkumisen odotetaan lisääntyvän seudun kasvun myötä myös tulevaisuudessa, mutta kasvu pyritään suuntaamaan ensisijaisesti joukko- ja kevyeen liikenteeseen (kuva 5).

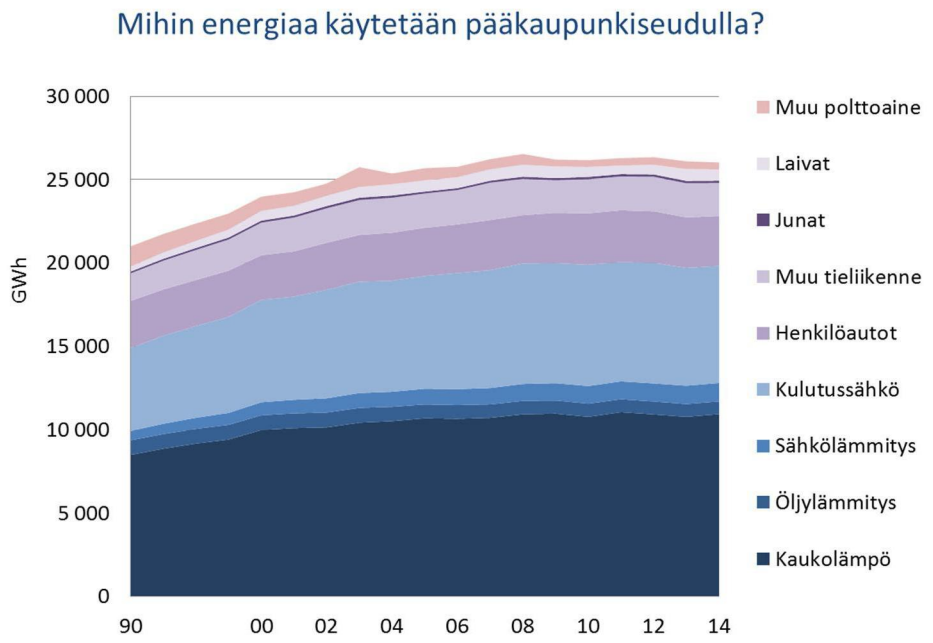
Kuva 5. Helsingin seudun kokonaismatkamäärien muutos nykytilanteesta 2012. (Lähde: HLJ 2015.)

2.3 Energiantuotanto ja -kulutus

Pääkaupunkiseudulla sähköenergia ja kaukolämpö tuotetaan pääosin yhteistuotantona isoissa voimalaitoksissa, jolloin polttoainetta säästyy ja päästöjä jää syntymättä noin 40 % verrattuna siihen, että sähkö ja lämpö tuotettaisiin erikseen. Lisäksi talvella huippukulutuksen aikana käytetään alueellisia lämpökeskuksia.

Pääkaupunkiseudulla tuotetun kaukolämpö- ja sähköenergian määrä on viime vuosina vähentynyt. Vuonna 2014 tuotanto oli 14 % alempi kuin edellisen 10 vuoden keskiarvo. Energiantuotannon päästömäärät ja ominaispäästöt ovat vaihdelleet vuosittain melko voimakkaasti. Polttoaineina käytettiin vuonna 2014 pääasiallisesti maakaasua ja kivihiiltä, joiden kummankin osuus oli vähän vajaa puolet. Öljyn osuus käytetyistä polttoaineista oli prosentin luokkaa ja sekajätteen 4 prosenttia. (Malkki ym. 2015.)

Energiankulutus pääkaupunkiseudulla on tasaantunut 26 000 GWh:n tasolle, mikä on vajaat 7 prosenttia koko Suomen energiankulutuksesta. Lähes puolet energiasta kuluu rakennusten lämmittämiseen. Vajaa 30 % on kulutussähköä. Henkilöautojen osuus energiankulutuksesta oli 11 % ja muun tieliikenteen noin 8 % (kuva 6). Asukasta kohti laskettu kokonaisenergiankulutus on vähentynyt vuodesta 2007 alkaen. Se oli vuonna 2014 noin 23,5 MWh/asukas. Myös sähkön kokonaiskulutus asukasta kohden on laskenut. Se oli noin 7,4 MWh/asukas vuonna 2014. (HSY 2016)



Kuva 6. Energiankulutus pääkaupunkiseudulla vuosina 1990 - 2014. (Lähde: HSY 2016.)

Kaukolämpö on selvästi yleisin rakennusten lämmönlähde pääkaupunkiseudulla ja erityisesti Helsingissä. Yleisin pientalojen (erillistalot, ei rivitaloja) päälämmitysmuoto on sähkölämmitys (~52 %). Noin viidesosa käyttää kaukolämpöä ja viidesosa öljyä. Puuta käyttää pääasiallisena lämmönlähteenä 2 % ja maakaasua 4 % pientaloista. (Tilastokeskus 2013.)

Puu on melko harvinainen pientalojen ensisijainen lämmitysmuoto pääkaupunkiseudulla, mutta noin 90 % pientaloista käyttää jossain määrin puuta lisälämmönlähteenä, tunnelmanluontiin tai

saunan lämmittämiseen. Pääkaupunkiseudun pientaloissa käytetystä puusta pääosa poltetaan varaavissa takoissa ja saunan puukiukaissa. (Kaski ym. 2016.) Vanhojen tulisijojen ominaispäästöt ovat usein suuret ja energiatehokkuus huono. Puun polton suosio on kasvanut ja lähes kaikkiin uusiin pientaloihin rakennetaan tulisija.

3 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset

Katu- ja tieliikenteessä sekä puun pienpoltossa syntyy merkittävä määrä terveydelle haitallisia hiukkasmaisia ja kaasumaisia ilmansaastepäästöjä. Erityisen herkkiä ilmansaasteiden terveysvaikutuksille ovat vanhukset, lapset sekä kroonisista sydän- ja hengityselinsairauksista kärsivät. Haitallisinta on pitkäaikainen altistuminen. 2000-luvun tutkimukset ovat osoittaneet kohtuullisen matalienkin ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien vaikuttavan vakavasti terveyteen. Etenkin pienhiukkasten vuosiraja-arvo 25 µg/m^3 on korkea havaittuihin terveyshaittoihin nähden (Lanki 2014).

Maailman terveysjärjestö (WHO) on vuonna 2013 luokitellut ilmansaasteet syöpävaarallisiksi, ja erityisesti pienhiukkasten arvioidaan olevan terveydelle vaarallisia (WHO 2013 a). Ulkoilman epäpuhtaudet siirtyvät sisälle rakennuksiin, joissa valtaosa altistumisesta tapahtuu.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos THL (aiemmin Kansanterveyslaitos KTL) on tehnyt 1990-luvun puolivälin jälkeen pääkaupunkiseudulla lukuisia väestötutkimuksia kaupunki-ilman epäpuhtauksien ja väestön terveyden välisistä yhteyksistä. Ennen vuotta 2008 tehtyjä tutkimuksia on tarkemmin referoitu edellisessä Ilmansuojeluohjelman taustaraportissa (Aarnio ym. 2008).

Pienhiukkaset ($PM_{2,5}$) heikentävät hengityselimistön, sydämen ja verenkiertoelimistön terveyttä. THL on arvioinut, että paikalliset liikenteen pakokaasuista ja katupölystä peräisin olevien pienhiukkaset aiheuttivat Suomessa vuonna 2000 noin 800 ennenaikaista kuolemaa (Ahtoniemi ym. 2010). Kaiken kaikkiaan ulkoilman pienhiukkasista on arvioitu aiheutuvan Suomessa vuosittain noin 1800 ennenaikaista kuolemaa (Hänninen ym. 2010, EEA 2014). Kotitalouksien puunpoltto on liikenteen ohella merkittävin pienhiukkasen paikallislähde. Altistuminen on suurinta vilkkaiden liikenneväylien läheisyydessä ja vanhoilla, tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla, joilla käytetään runsaasti polttopuita.

WHO:n uusi raportti (Chafe ym. 2015) on laaja katsaus pienpolton vaikutuksista väestön altistumiseen ja terveyshaittoihin. Koska pienpolton päästöt ovat kasvussa, on niistä seuranneista ulkoilman kohonneista pienhiukkaspitoisuuksista arvioitu aiheutuneen 60 000 ennenaikaista kuolemaa Euroopassa v. 2010 (Salonen 2014).

Hengitettävät hiukkaset (PM_{10}) kulkeutuvat alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin. Ne heikentävät erityisesti hengityssairaiden hyvinvointia aiheuttaen hengityselinoireita ja -tulehduksia, heikentäen keuhkojen toimintaa, lisäten sairaalahoitoa vaativia astma- ja keuhkoahtaumakohtauksia sekä aiheuttaen ärsytysoireita, kuten nuhaa ja yskää sekä kurkun ja silmien kutinaa ja kirvelyä. Pääkaupunkiseudulla toteutetun epidemiologisen tutkimuksen sekä kirjallisuustarkastelun perusteella korkeat katupölypitoisuudet ovat todennäköisesti yhteydessä myös vakaviin terveyshaittoihin kuten sydän- ja hengityselinsairauksien pahenemiseen ja jopa enneaikaiseen kuolemaan (Lanki 2013).

Typpidioksidi (NO_2) on ärsyttävä kaasu, joka lisää hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaatikoilla. Se voi lisätä hengitysteiden herkkyyttä muille ärsykkeille, kuten kylmälle ilmalle ja siitepölylle. Myös lyhytaikaiset typpidioksidipitoisuudet ovat uusissa tutkimuksissa olleet yhteydessä terveyshaittoihin. Typpidioksidi toimii myös liikenneperäisten hiukkasten indikaattorina. (WHO 2013 b.)

Otsoni (O_3) suojelee tai vahingoittaa eliöitä riippuen siitä, millä korkeudella sitä ilmakehässä on. Yläilmakehässä otsoni toimii suojakilpenä auringon vaarallisia ultraviolettisäteitä vastaan. Sen sijaan hengitysilmassa otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallinen ilmansaaste.

Bentso(a)pyreeni on syöpäriskiä lisäävä PAH-yhdiste (polysyklinen aromaattinen hiilivety). PAH-yhdisteitä syntyy epätäydellisessä palamisessa. Kohonneita pitoisuuksia esiintyy erityisesti asuntoalueilla, joilla on paljon talokohtaista puulämmitystä. Liikenteen päästöjen vaikutus PAH-pitoisuuksiin on vähäinen.

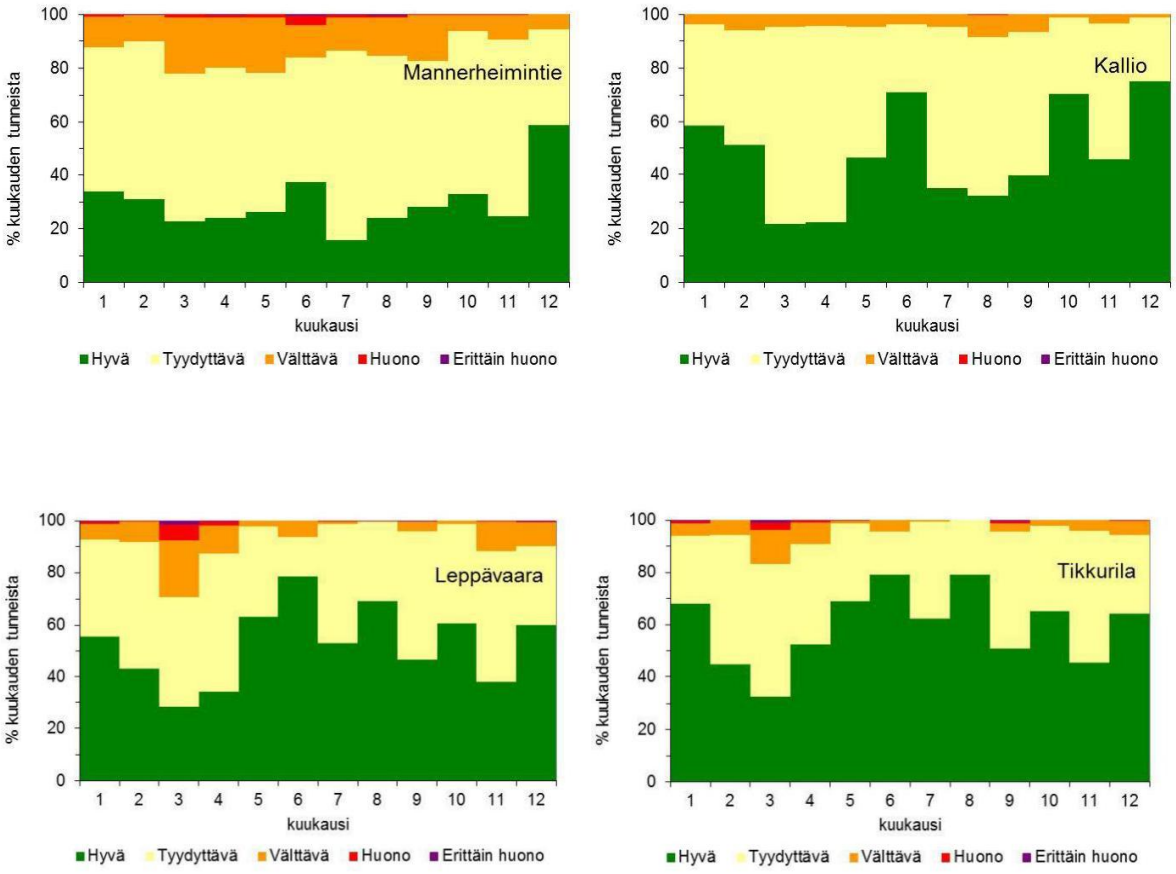
4 Ilmanlaatu ja sen kehittyminen

4.1 Yleistä

Ilmanlaatu on pääkaupunkiseudulla yleensä melko hyvä, mutta typpidioksidin ja hiukkasten pitoisuudet kohoavat ajoittain haitallisen korkeiksi etenkin vilkkaasti liikennöityjen katujen ja teiden ympäristössä. Ongelmallisimpia alueita ovat huonosti tuulettuvat vilkasliikenteiset katukuilut, joissa typpidioksidin vuosiraja-arvo edelleen ylittyy ja hiukkaspitoisuudet ovat korkeita liikenteen pakokaasupäästöjen ja katupölyn takia, sekä paikoin pientaloalueet, joilla käytetään tulisijoja lisälämmitykseen.

Otsonipitoisuudet ovat ajoittain korkeita keväisin ja kesäisin, erityisesti taajamien ulkopuolella. Bentso(a)pyreenin pitoisuudet ylittävät tavoitearvon paikoitellen pientaloalueilla, joilla poltetaan paljon puuta. Rikkidioksidin, lyijyn ja hiilimonoksidipitoisuudet ovat matalia eivätkä enää nykyään yleensä aiheuta ilmanlaatuongelmia pääkaupunkiseudulla. Myös bentseenin ja raskasmetallien pitoisuudet ovat matalia.

Ilmanlaatu on ilmanlaatuindeksillä (ks. luku 8) kuvattuna pääkaupunkiseudulla valtaosan ajasta hyvä tai tyydyttävä (kuva 7). Ilmanlaatu heikkenee kuitenkin ajoittain välttäväksi, huonoksi tai jopa erittäin huonoksi. Välttävä ilmanlaatu aiheutuu useimmiten kohonneista typpidioksidin pitoisuuksista, keväällä myös hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista tai kaukokulkeumien aikana pienhiukkasten ja otsonin pitoisuuksista. Huonoon ja erittäin huonoon ilmanlaatuun ovat useimmiten syynä korkeat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet, silloin tällöin myös typpidioksidi. Myös paikallisten lähteiden tuottamat pienhiukkaset voivat ajoittain heikentää ilmanlaatua merkittävästi vilkasliikenteisissä ympäristöissä tai pientaloalueilla, joilla poltetaan paljon puuta.



Kuva 7. Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2014.

4.2 Typpidioksidi, NO_2

Pääkaupunkiseudulla typpidioksidin suurimmat päästölähteet ovat energiantuotanto ja liikenne, erityisesti raskas diesel-liikenne. Koska liikenteen päästöt vapautuvat matalalta, ne vaikuttavat eniten hengitysilman pitoisuuksiin. Päästöistä suurin osa on typpimonoksidia (NO), joka hapettuu ilmassa otsonin vaikutuksesta typpidioksidiksi. Usein otsonin puute rajoittaa hapettumista. Suojaisa, heikkotuulinen ympäristö ja lämpötilainversio kohottavat voimakkaasti typenoksidien pitoisuuksia.

Typpidioksidille on annettu vuosi- ja tuntiraja-arvo (liite 1). Vuosiraja-arvo ylittyy edelleen Helsingin vilkasliikenteisissä ja huonosti tuulettuvissa katukuiluissa liikenteen päästöjen takia. Raja-arvo tuli saavuttaa vuoteen 2010 mennessä. Ilmansuojeluohjelmien toimenpiteet eivät kuitenkaan ehtineet vaikuttaa riittävästi ennen sitä. Suomi haki ja sai EU-komissiolta jatkoaikaa raja-arvon alittamiselle vuoden 2014 loppuun asti, mutta tilanne ei ole parantunut kaikkialla, vaikka pitoisuudet ovat alentuneet. Helsingin keskustassa Mannerheimintien mittausasemalla typpidioksidipitoisuus ei ole ylittänyt raja-arvoa vuoden 2010 jälkeen. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot sekä pysyviltä että siirrettäviltä jatkuvatoimisilta mittausasemilta on esitetty taulukossa 1.

Vuonna 2015 typpidioksidipitoisuus ylitti vuosiraja-arvon 40 µg/m^3 paikoitellen Helsingin katukuiluissa kuten Mäkelänkadulla ja Töölöntullissa (taulukko 3). Typpidioksidin pitoisuuksia kartoitetaan jatkuvatoimisten mittausten lisäksi passiivikeräinmenetelmällä. Vuonna 2015 keräyksiä tehtiin laajalti Helsingin kantakaupungissa. Raja-arvo ylittyi edelleen useassa kohteessa (liitteen 2 taulukko

1). Raja-arvon ylittymistä on lähemmin tarkasteltu luvussa 4.3. Espoossa, Vantaalla tai Kauniaisissa raja-arvoylityksiä ei ole mitattu.

Taulukko 3. Typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 – 2015. Raja-arvon ylitykset on korostettu punaisella.

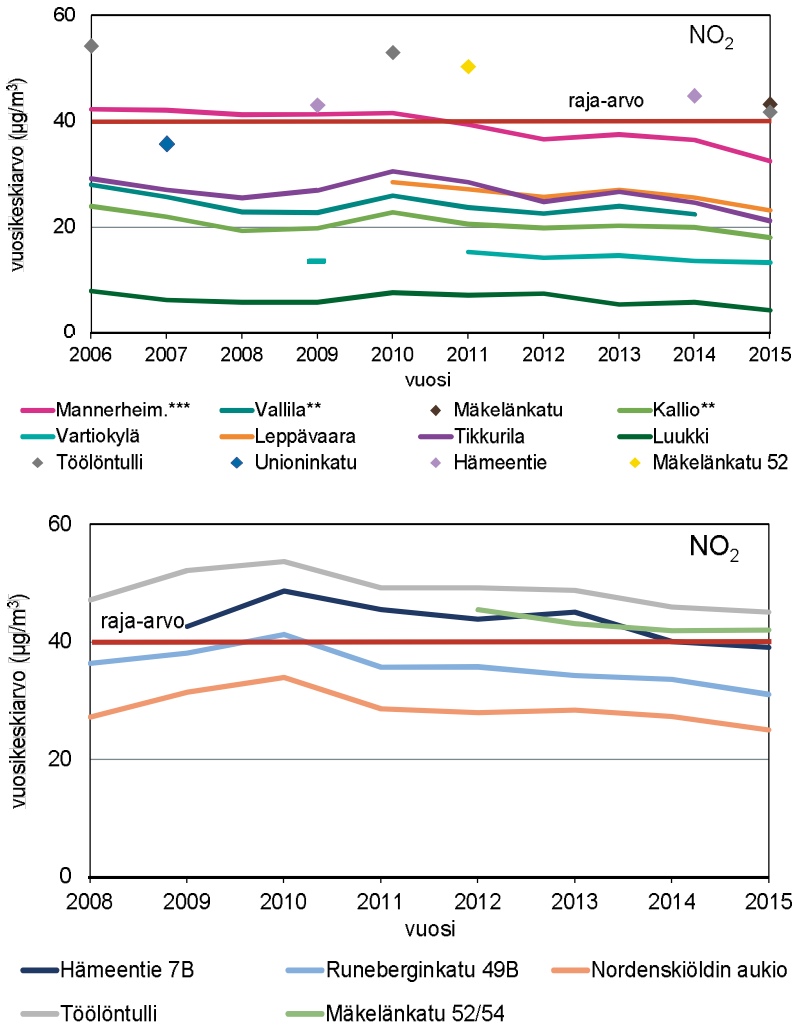
Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	**42**	**42**	**41**	**41**	**41**	39	37	37	36	32
Vallila	28	26	23	23	26	24	23	24	22	
Kallio	24	22	19	20	23	20	20	20	20	18
Vartiokylä				14		15	14	15	14	13
Länsisatama1			22							
Länsisatama2							15			
Länsisatama3									23	
Katajanokka				16				18		
Eteläranta					23	23				
Hämeentie				**43**					**45**	
Töölöntulli	**54**				**53**					**42**
Unioninkatu		36								
Mäkelänkatu						**50**				**43**
Kehä I Malmi							34			
Tapanila								16		
Espoo ja Kauniainen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Leppävaara3	25	23	21	21						
Leppävaara4					28	27	26	27	25	23
Luukki	8	6	6	6	8	7	7	5	6	4
Pohjois-Tapiola	27									
Espoon keskus		21								
Kauniainen			20							
Tuomarila				24						
Niittymaa					22					
Matinkylä						25				
Kattilalaakso							12			
Kauniainen								11		
Kehä II									25	
Lintuvaara										10
Vantaa	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tikkurila	29	27	25	27	30	28	25	27	25	21
Kivistö	22									
Lentoasema		27								
Itä-Hakkila			13							
Koivuhaka				25						
Myyrmäki					27					
Päiväkumpu						13				
Hakunila							29			
Kehä III Varisto								33		
Ruskeasanta									13	
Hämeenlinnanväylä										31
Jätevoimala										11

Typpidioksidin tuntiraja-arvo ei ole 2000-luvulla ylittynyt millään mittausasemalla. Tuntiraja-arvo ylittyy, jos tuntipitoisuus on yli 200 µg/m^3 enemmän kuin 18 tuntia vuodessa. Vuosina 2006, 2010 ja 2014 typpidioksidin tuntipitoisuus ei ylittänyt 200 µg/m^3 kertaakaan millään mittausasemalla.

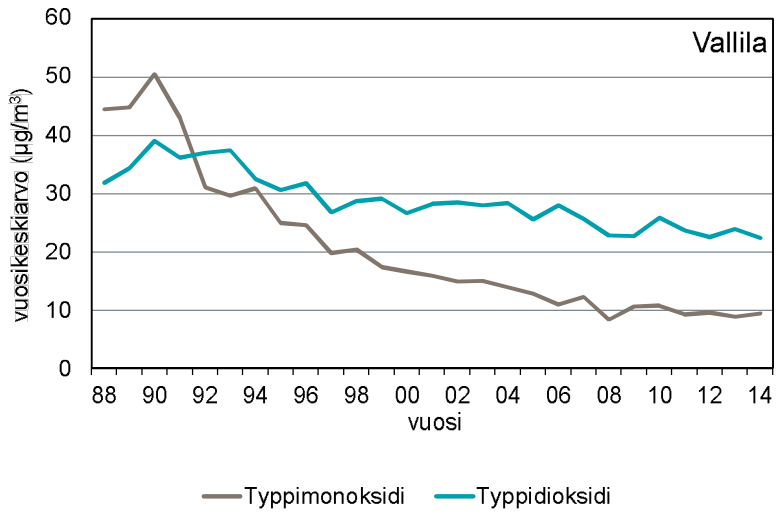
Muina vuosina ylityksiä mitattiin Helsingissä enimmillään 8 tuntia/vuosi. Espoossa ja Vantaalla ylityksiä ei pääsääntöisesti ole havaittu, poikkeuksena kuitenkin Espoon Matinkylä vuonna 2011, jolloin ylityksiä oli neljä tuntia.

Typpimonoksidin pitoisuudet laskivat voimakkaasti jo 1990-luvulla erityisesti autojen katalysaattoreiden käyttöönoton myötä. Viime vuosina pitoisuuksien lasku on ollut vähäisempää. Typpidioksidin pitoisuudet ovat laskeneet typpimonoksidia hitaammin (kuvat 8 ja 9). Typpidioksidin vuosipitoisuuksien kehityksen tilastollista merkitsevyyttä arvioitiin Ilmatieteen laitoksen MAKESENS-analyysillä vuosille 2001 – 2015 (Salmi ym. 2002). Pitoisuudet laskivat vuosina 2001- 2015 tilastollisesti erittäin merkitsevästi Mannerheimintiellä ja Tikkurilassa ja merkitsevästi Vallilassa sekä Kalliossa. Leppävaarassa mittaussarjat ovat liian lyhyitä trendin merkitsevyyden arvioimiseen.

Aiemmin arvioitiin, että autojen päästövähennystekniikoiden kehittymisen ja liikennemäärien vähenemisen ansiosta typpidioksidipitoisuudet laskisivat eivätkä ylittäisi raja-arvoa enää vuonna 2015, mutta näin ei ole tapahtunut. Tähän on useita syitä: 1) Liikennemäärien kasvu on joillakin alueilla osittain kumonnut ominaispäästöjen laskun vaikutukset. Helsingin kantakaupungissa liikennemäärät eivät kuitenkaan ole kasvaneet. 2) Ominaispäästöt eivät ole käytännön olosuhteissa laskeneet päästönormien kiristymistä vastaavalla tavalla, ts. todellisessa liikenteessä päästöjen vähentämistekniikat eivät ole toimineet yhtä hyvin kuin päästönormin mukaisessa testissä. 3) Diesel-ajoneuvojen hiukkasia vähentävät tekniikat ovat lisänneet typpidioksidin osuutta pakokaasupäästöissä eli ne hapettavat typpimonoksidia typpidioksidiksi. 4) Verotus on ilmastosyistä suosinut dieselhenkilöautoja, joiden määrä ensirekisteröinnissä on kasvanut. Dieselautojen NO_x-päästöt ovat moninkertaisia bensa-autoihin verrattuna.



*Kuva 8. Typpidioksidipitoisuuksien kehitys pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 1988 – 2015 (ylhäällä jatkuvatoimiset mittausasemat, alhaalla passiivikeräinkartoitukset). Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso on laskettu vuosille 2001 – 2015: * pitoisuuden lasku melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.*



Kuva 9. Typpimonoksidin pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti nopeammin kuin typpidioksidin. Esimerkki Vallilan mittausasemalta.

Typpidioksidin pitoisuudelle on annettu kansallinen tunti- ja vuorokausiohjearvo, joiden ylittymistä arvioidaan kuukausittain. Vuosina 2006 – 2015 typpidioksidin vuorokausipitoisuus ylitti ohjearvon Espoon ja Vantaan mittausasemilla harvoin, korkeintaan yhtenä kuukautena vuodessa. Helsingissä ylityksiä on vilkasliikenteisissä katukuiluissa ollut runsaasti, pahimmillaan Töölöntullissa joka kuukausi vuonna 2010. Liitteen 2 taulukkoon 2 on koottu vuosilta 2006 – 2015 niiden kuukausien lukumäärät, jolloin typpidioksidin vuorokausipitoisuus ylitti ohjearvon. Tuntiohjearvo on ylittynyt vuosina 2006 – 2015 hyvin harvoin: Vuosina 2007, 2008, 2010, 2011 ja 2014 ylityksiä ei ollut lainkaan. Vuonna 2006 tuntiohjearvo ylittyi Töölöntullissa toukokuussa, vuonna 2009 Mannerheimintiellä helmi- ja joulukuussa sekä Vallilassa ja Hämeentiellä joulukuussa. Vuonna 2012 tuntiohjearvo ylittyi helmikuussa Mannerheimintiellä, Vallilassa ja Kehä I:n varrella Malmilla sekä vuonna 2013 Kehä III:n varrella Varistossa maaliskuussa. Tuntiohjearvoon verrannollinen typpidioksidin pitoisuus sivusi ohjearvoa eli oli 150 µg/m^3 Matinkylässä helmikuussa 2011 ja Hämeentiellä tammikuussa 2014.

4.3 Arvio typpidioksidin raja-arvon ylitysalueesta

Typpidioksidin pitoisuudet piti ilmanlaatuasetuksen (38/2011) mukaan saada raja-arvojen alapuolelle vuoden 2010 alkuun mennessä. Helsingin kaupunki sai EU:n suostumuksella ympäristöministeriöltä typpidioksidin vuosiraja-arvon noudattamiselle jatkoaikaa niin, että raja-arvo tulisi saavuttaa vuoden 2015 alkuun mennessä.

Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelmaa 2008 – 2016 varten laadittiin asiantuntija-arvio katukuiluista, joissa typpidioksidin ja/tai hengitettävien hiukkasten raja-arvo mahdollisesti ylittyi Helsingissä vuonna 2008 (kuva 10). Katuosuuksia, joilla typpidioksidin raja-arvon arvioitiin ylittyvän, oli kahdeksan kilometriä, ja niiden varrella asui noin 19 000 asukasta. Työpaikkoja ylityskatualueilla oli noin 20 000 (Helsingin kaupunki 2008 b).

Vuoden 2008 jälkeen on jatkuvatoimisin mittauksin ja passiivikeräinkartoituksin tuotettu runsaasti uutta tietoa typpidioksidin pitoisuuksista Helsingissä (kuva 8). Liitteen 2 taulukkoon 1 on koottu mittausasemien tulokset ja osa passiivikeräinkartoitusten tuloksista. Kuvaukset passiivikeräinkartoitusten mittauspaikoista ja kaikki tulokset löytyvät ilmanlaadun vuosiraporteista.

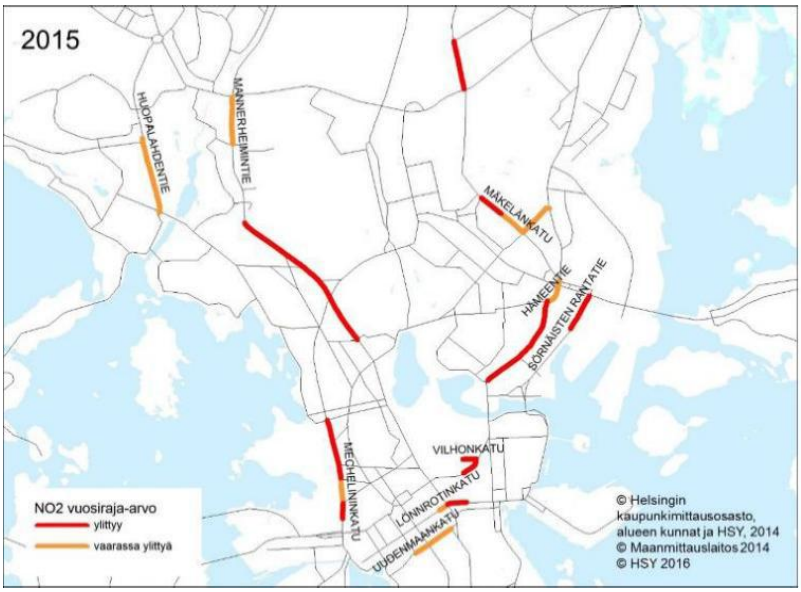
Typpidioksidin pitoisuudet ovat hieman laskeneet, joskaan pitoisuuksien lasku ei ole ollut niin nopeata kuin aiemmassa toimintaohjelmassa odotettiin.

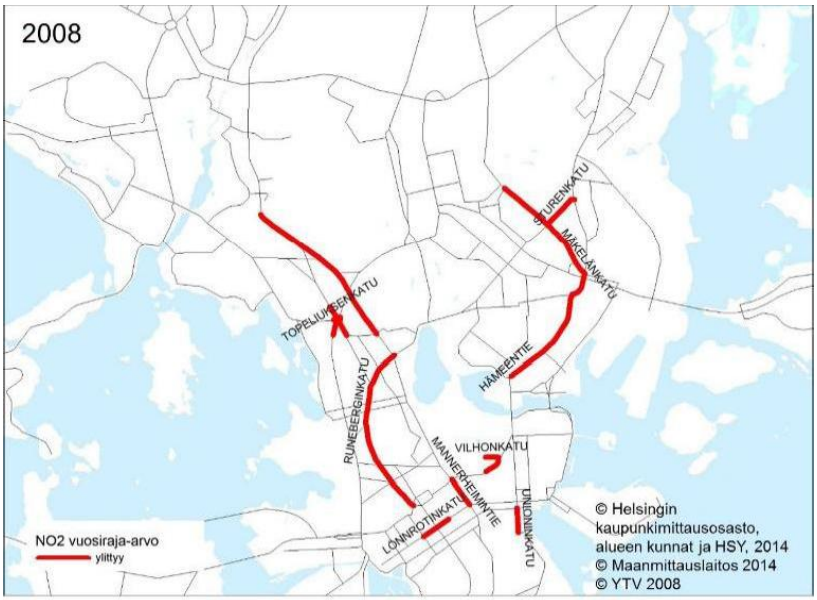
HSY kartoitti vuonna 2015 laajasti typpidioksidin pitoisuuksia Helsingin vilkasliikenteisillä kaduilla raja-arvon ylitysalueen määrittämiseksi. Vuosiraja-arvo (40 µg/m^3) ylittyi Mäkelänkadun uudella pysyvällä mittausasemalla ja siirrettävällä mittausasemalla Töölöntullissa (Kuva 8 ja liitteen 2 taulukko 1). Passiivikeräinkartoituksissa vuosiraja-arvon ylityksiä havaittiin Töölöntullissa, Mäkelänkadulla, Sörnäisten rantatiellä ja Pohjois-Esplanadilla (liitteen 2 taulukko 1). Huomattakoon, että vuosi 2015 oli sääolosuhteiden vuoksi ilmanlaadun kannalta hyvä vuosi ja useimpien ilmansaasteiden pitoisuudet olivat edellisvuosia selvästi matalampia.

HSY teki asiantuntija-arvion ylitysalueesta pohjautuen viime vuosien mittaustuloksiin, liikennemäärätietoihin sekä katukuilujen ominaisuuksiin. Raja-arvon arvioidaan ylittyvän kuvassa 10 punaisella merkityillä katuosuuksilla Mannerheimintiellä, Mäkelänkadulla, Pohjois-Esplanadilla ja Sörnäisten rantatiellä, Hämeentiellä, Vilhonkadulla ja Kaisaniemenkadun kuilumaisella osuudella sekä Mechelininkadulla.

Raja-arvon ylitysalueen katuosuuksien yhteispituus on 5,7 km. Asukkaita näillä katuosuuksilla on arviolta 11 000. Verrattuna vuoden 2008 tilanteeseen ylitysalueen pituus on pienentynyt 2,3 km eli noin 30 %. Typpidioksidin vuosiraja-arvon ylittäville pitoisuuksille altistuvien asukkaiden määrä vähentynyt 8 000:lla eli yli 40 %:lla.

Lisäksi raja-arvo on vaarassa ylittyä kuvassa 10 oranssilla merkityillä katuosuuksilla Mannerheimintien pohjoisosassa, Sturenkadulla, Mäkelänkadulla, Hämeentiellä, Uudenmaankadulla ja Huopalahdentiellä sekä Lönnrotinkadun alkupäässä. Riskialueen katuosuuksien pituus on 3,2 km. Asukkaita näillä katuosuuksilla on arviolta 4 000.





Kuva 10. Typpidioksidin raja-arvon ylitysalueet vuonna 2015 ja vertailun vuoksi tilanne vuonna 2008.

Muutokset vuoden 2015 arviossa verrattuna vuoden 2008 arvioon ovat: Arvioituun ylitysalueeseen eivät enää kuulu Runeberginkatu, Mannerheimintien eteläosa, Unioninkatu, osa Lönnrotinkatua ja Mäkelänkadun itäosa sekä Nordenskiöldin kadun ja Topeliuksenkadun risteysalue. Uusia ylitysalueita tai alueita, joilla raja-arvo on vaarassa ylittyä, ovat Mäkelänkadun pohjoisosa, Mechelininkatu,

Mannerheimintien pohjoisosa, Sörnäisten rantatie, Pohjois-Esplanadin länsiosa, Uudenmaankatu sekä Huopalahdentie. Arvioinnin tarkentuminen sekä ilmanlaadussa ja liikenteessä tapahtuneet muutokset ovat syitä vuosien 2008 ja 2015 arviointien eroihin. Mittauksia jatketaan karttaan merkityillä katuosuuksilla ja karttaa päivitetään tarvittaessa.

4.4 Hengitettävät hiukkaset, PM_{10}

Hengitettävät hiukkaset ovat katujen ja teiden läheisyydessä suurimmaksi osaksi liikenteen nostattamaa katupölyä, jota kertyy katuympäristöön erityisesti talven aikana. Keväällä, kun kadut sulavat ja kuivuvat, hiukkaset vapautuvat nopeasti aiheuttaen usein hyvinkin korkeita pitoisuuksia vaihtelevan pituisilla ajanjaksoilla. Pääkaupunkiseudulla kevätpölykausi ajoittuu yleensä maalis-toukokuuhun, mutta hiukkaspitoisuudet kohoavat usein selvästi myös syksyisin nastarengaskauden alettua. Myös rakennustyömaiden pölyäminen voi heikentää paikoin ilmanlaatua työmaiden läheisyydessä.

Suomessa nastarenkaiden aiheuttamaa päällysteen kulumaa ja hiekoitusmateriaaleja pidetään merkittävimpinä lähteinä talven aikana tieympäristöön kertyville hiukkasille (Kupiainen ym. 2013 a, Kupiainen ym. 2013 b). On huomattava, että ajoneuvotekniikan kehittyminen, jonka seurauksena suorat pakokaasupäästöt ovat viime vuosina vähentyneet, ei vähennä katupölyä, vaan sen vähentämiseksi on kehitettävä muita keinoja.

Hengitettäville hiukkasille on annettu vuosi- ja vuorokausiraja-arvo sekä Suomen kansallinen vuorokausiohjearvo (liite 1). Maailman terveysjärjestö WHO on antanut hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudelle EU:n raja-arvoa (40 $\mu g/m^3$) tiukemman ohjearvon (20 $\mu g/m^3$) ja vuorokausipitoisuudelle ohjearvon 50 $\mu g/m^3$.

Pääkaupunkiseudulla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat selvästi vuosiraja-arvon alapuolella, mutta ne ylittävät paikoin WHO:n vuosiohjearvon (Liitteen 2 taulukko 3).

Vuorokausiraja-arvo on vuosiraja-arvoa tiukempi ja se on ylittynyt Helsingin keskustassa Runeberginkadulla ja Kampissa vuonna 2003, Hämeentiellä vuonna 2005, Mannerheimintiellä vuosina 2005 ja 2006 sekä Töölöntullissa vuonna 2006. Espoossa, Vantaalla ja Kauniaisissa vuorokausiraja-arvo ei ole ylittynyt. Vuoden 2006 jälkeen raja-arvoylityksiä ei ole raja-arvoa valvovilla asemilla todettu. Kehä I:n piennaralueella Malmilla raja-arvo ylittyi siirrettävällä mittausasemalla vuonna 2012. Tämän jälkeen hiukkaspitoisuuksia on mitattu pääväylien välittömässä läheisyydessä Kehä III:n piennaralueella Varistossa vuonna 2013, Kehä II:n varrella vuonna 2014 ja Hämeenlinnan väylän varressa vuonna 2015. Näillä mittausasemilla pitoisuudet pysyivät raja-arvon alapuolella. Pääväylien varteen sijoitetut mittausasemat olivat tutkimuskäytössä ja mittausten tavoitteena oli selvittää, kuinka korkeiksi pitoisuudet nousevat väylän välittömässä läheisyydessä. Asukkaat eivät altistu jatkuvasti näin korkeille pitoisuuksille. Tuloksia käytetään kehitettäessä pölyntorjuntaa, arvioitaessa pölynsidonnan tarvetta ja taustatietona kaupunkisuunnittelussa. Siten mainitut mittausasemat eivät olleet raja-arvoa valvovia asemia eikä niiden tuloksia raportoida EU:lle. (Taulukko 4).

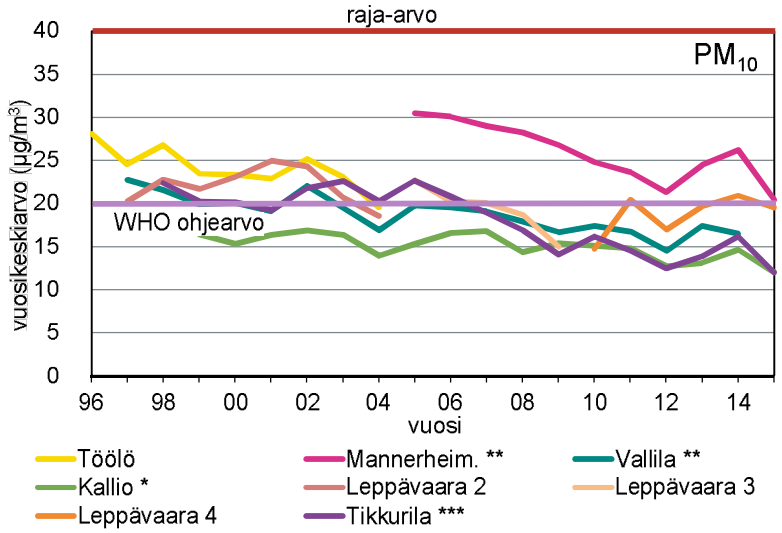
Vuorokausiraja-arvon ylityksistä on laadittu EU-komissiolle selvitykset, joissa on kuvattu mm. mitatut hiukkaspitoisuudet, ylitysten pääsyyt, laaditut toimenpidesuunnitelmat ja niiden toteutuminen (Viinanen 2005, Viinanen 2006, Viinanen ym. 2007).

Taulukko 4. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylitysten määrät pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 -2015. Raja-arvo katsotaan ylittyneeksi, jos raja-arvotason ylityksiä on yli 35 vuodessa.

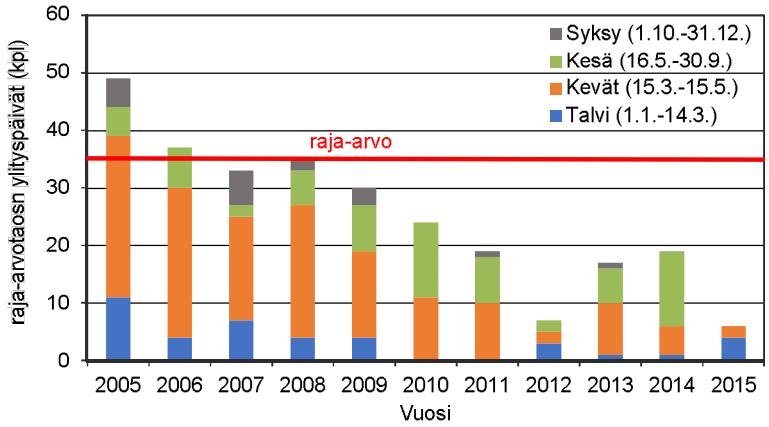
Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	37	33	35	30	24	19	7	17	19	6
Vallila	13	10	7	5	3	3	3	3	1	
Kallio	10	6	4	3	3	2	0	0	0	1
Vartiokylä				4	1	0	0	0*		
Hämeentie				21					16	
Töölöntulli	59				30					24
Unioninkatu										
Mäkelänkatu						28				25
Kehä I Malmi							36			
Espoo ja Kauniainen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Leppävaara3	14	16	12	9						
Leppävaara4					6	15	10	17	13	12
Pohjois-Tapiola	17									
Espoon keskus		16								
Kauniainen			11							
Niittymaa					13					
Kehä II									10	
Vantaa	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tikkurila	18	13	5	4	8	4	1	4	4	6
Kivistö		8								
Lentoasema										
Itä-Hakkila			6							
Koivuhaka				12						
Myyrmäki					8					
Kehä III Varisto								30		
Hämeenlinnanväylä										11

* tuloksia alle 90 %

Talven ja kevään sääolot sekä katujen kunnossapito vaikuttavat siihen, kuinka paljon katupölyä kertyy katujen pinnoille ja milloin se nousee ilmaan. Tämän vuoksi kevään katupölykauden ajankohta ja voimakkuus vaihtelevat vuosittain. Viime vuosina katujen tehostettu puhdistus ja pölynsidonta kalsiumkloridiliuoksella ovat pääsääntöisesti vähentäneet katupölyn pitoisuuksia. Liikenteen pakokaasujen ja energiantuotannon hiukkaspäästöt ovat merkittävästi vähentyneet 1990-luvun alusta alkaen.



*Kuva 11. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 1996 – 2015. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso on laskettu vuosille 2001–2015: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.*



Kuva 12. Hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylittävien päivien lukumäärät Helsingin Mannerheimintien mittausasemalla vuosina 2005 – 2015.

Kuten kuvista 11 ja 12 sekä liitteen 2 taulukosta 3 (vuosikeskiarvot) käy ilmi, erityisesti Helsingissä, mutta myös Vantaalla toteutetut toimet katupölyn vähentämiseksi ovat tuottaneet tulosta. Vuosipitoisuudet ovat laskeneet tilastollisesti merkitsevästi Mannerheimintien, Vallilan ja Tikkurilan mittausasemilla sekä melkein merkitsevästi Kallion mittausasemalla. (Vuosipitoisuuksien kehityksen tilastollista merkitsevyyttä arvioitiin Ilmatieteen laitoksen MAKESENS-analyysillä vuosille 2001 – 2015 (Salmi ym. 2002)). Vuorokausiraja-arvotason (50 µg/m^3) ylityspäivien määrä on vähentynyt pysyvillä mittausasemilla Leppävaaraa lukuun ottamatta.

Kalsiumkloridilla tehtyjen pölynsidontakäsittelyjen lisäämisen ja katujen puhdistuksen menetelmien kehittämisen arvioidaan olevan merkittäviä tekijöitä havaittuihin laskeviin pitoisuustrendeihin, joskin myös muilla tekijöillä, kuten hiukkasten kaukokulkeumalla on vaikutusta ilmanlaadun vaihteluun vuositasolla. Liikennemäärät ja nastarenkaiden osuus talven liikennevirrassa ovat pysyneet Helsingin keskustassa melko vakaina, eivätkä ne siten selitä kevätkauden pölypitoisuuksien laskevaa kehitystä Helsingin keskustassa (Männikkö 2014). Pitkällä aikavälillä katupölyn muodostumista ovat vähentäneet myös siirtyminen kevytnastoihin, pesuseulotun hiekoitusmateriaalin käyttö sekä nopeusrajoitukset.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle on annettu kansallinen ohjearvo (70 µg/m^3, saa ylittyä kerran kuukaudessa). Ohjearvoylityskuukausia on viime vuosina ollut vähän, nollasta kahteen per vuosi asemasta riippuen (liite 2, taulukko 3).

Pääkaupunkiseudulla on viimeisten kymmenen vuoden aikana toteutettu useita tutkimushankkeita, joiden tavoitteena ollut katupölyn aiheuttamien haittojen vähentäminen. Katupölyn päästötrendiä on seurattu Helsingin keskustan kaduilla Nuuskija-tutkimusautolla vuodesta 2006 lähtien. Mittaukset aloitettiin KAPU-hankkeessa vuosina 2006 - 2010 (Kupiainen ym. 2009, 2011), minkä jälkeen seurantaa jatkettiin REDUST-hankkeessa vuosina 2011 – 2014 ja edelleen nk. KALPA-hankkeessa vuodesta 2015 eteenpäin. Mitattu katupölyn päästötrendi on ollut selvästi laskeva viimeisten yhdeksän vuoden aikana, mikä tukee ilmanlaatumittausten havaintoa katupölyn vähentyneestä määrästä (Männikkö ym. 2014). Vuosina 2011 – 2014 toteutettiin laaja EU:n Life+ -ohjelmasta rahoitusta saanut hanke REDUST, jonka tavoitteena oli löytää keinoja vähentää katupölyä kunnossapidon toimin. Lisätietoja tuloksista löytyy hankkeen verkkosivuilta (www.redust.fi) sekä mm. loppuraportista (Männikkö ym. 2014). NASTA-tutkimusohjelmassa selvitettiin vuosina 2011–2013 nastarenkaiden käytön vähentymisen vaikutuksia mm. ilmanlaatuun ja terveyteen sekä liikenneturvallisuuteen. Lisätietoja tuloksista mm. hankkeen verkkosivuilta (www.nasta.fi) sekä loppuraportista (Toiskallio ym. 2013).

4.5 Pienhiukkaset, $PM_{2,5}$

Ulkoilman pienhiukkaset ovat pääasiassa peräisin liikenteen pakokaasuista, katupölystä ja tulisijojen päästöistä. Lisäksi niitä kulkeutuu pääkaupunkiseudulle maan rajojen ulkopuolelta. Pienhiukkaspitoisuudet voivat olla korkeita liikenneväylien varsilla erityisesti ruuhka-aikoina, sekä pientaloalueilla lämmityskaudella ja saunapäivinä. Suojaisa, heikkotuulinen ympäristö ja lämpötilainversio kohottavat voimakkaasti myös pienhiukkasten pitoisuuksia. Kaukokulkeumat aiheuttavat keskimäärin yli puolet pienhiukkasten pitoisuudesta jopa seudun vilkasliikenteisimmillä alueilla.

Pienhiukkasten pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla kansainvälisesti katsoen matalia, mutta niiden haitalliset vaikutukset terveyteen ovat tulleet esille myös pääkaupunkiseudulla tehdyissä tutkimuksissa.

Vuonna 2011 voimaan tulleessa ilmanlaatuasetuksessa pienhiukkasten vuosipitoisuudella on annettu vuosiraja-arvo (25 µg/m^3), altistumisen pitoisuuskatto (20 µg/m^3) sekä altistumisen vähentämistavoite. Suomen altistumisen vähentämistavoite määräytyy Helsingin Kallion mittausaseman vuosien 2009 – 2011 pitoisuuskeskiarvon perusteella. Pitoisuuskeskiarvo oli 8,3 µg/m^3, joten altistumisen vähentämisvelvoitetta ei Suomella ole.

Suomessa pitoisuudet ovat selvästi vuosiraja-arvon ja altistumisen pitoisuuskaton alapuolella. Pääkaupunkiseudulla vuosipitoisuudet ovat vuosina 2006 – 2015 vaihdelleet välillä 6 – 13 µg/m^3. Vuosipitoisuudet pysyvillä ja siirrettävillä mittausasemilla vuosina 2006 -2015 on esitetty liitteen 2 taulukossa 4.

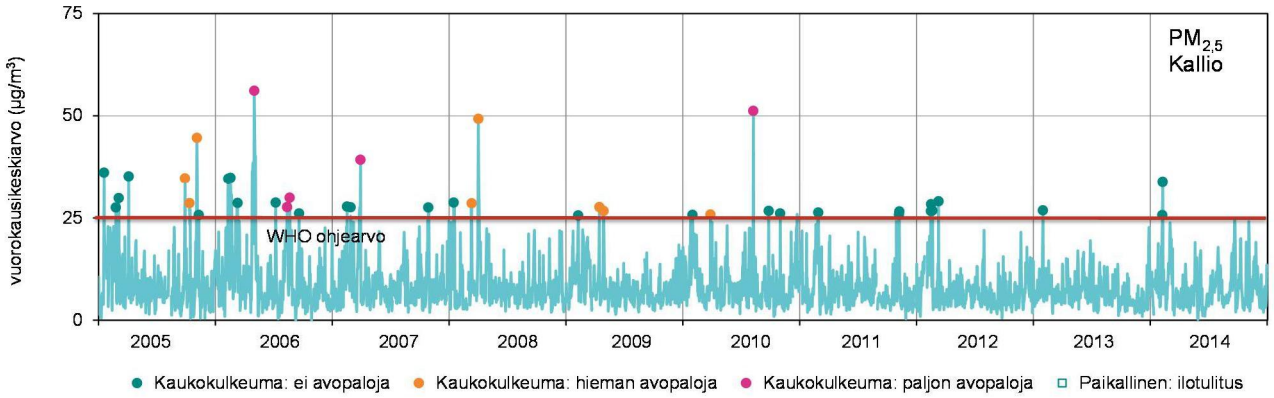
Koska EU:n määrittelemä raja-arvo on asiantuntijoiden mukaan liian korkea terveysvaikutukset huomioon ottaen, on ilmanlaadun arvioinnissa syytä tarkastella pitoisuuksia myös suhteessa Maailman terveysjärjestön (WHO) antamiin ohjearvoihin. WHO:n ohjearvo pienhiukkasten vuosipitoisuudelle on 10 µg/m^3 ja vuorokausipitoisuudelle 25 µg/m^3.

Kaukokulkeumat maamme rajojen ulkopuolelta vaikuttavat merkittävästi pienhiukkasten pitoisuuksiin. Kaukokulkeumaepisodien aikana suuri osa pienhiukkasista on yleensä peräisin Keski- ja Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä kuten liikenteestä, energiantuotannosta, teollisuudesta ja pienpoltosta. Osa episodeista on sellaisia, että lisäksi pienhiukkasia kulkeutuu Itä-Euroopan avopaloista kuten maastopaloista ja peltojen kulotuksista (kuva 13). (Niemi ym. 2006, 2009).

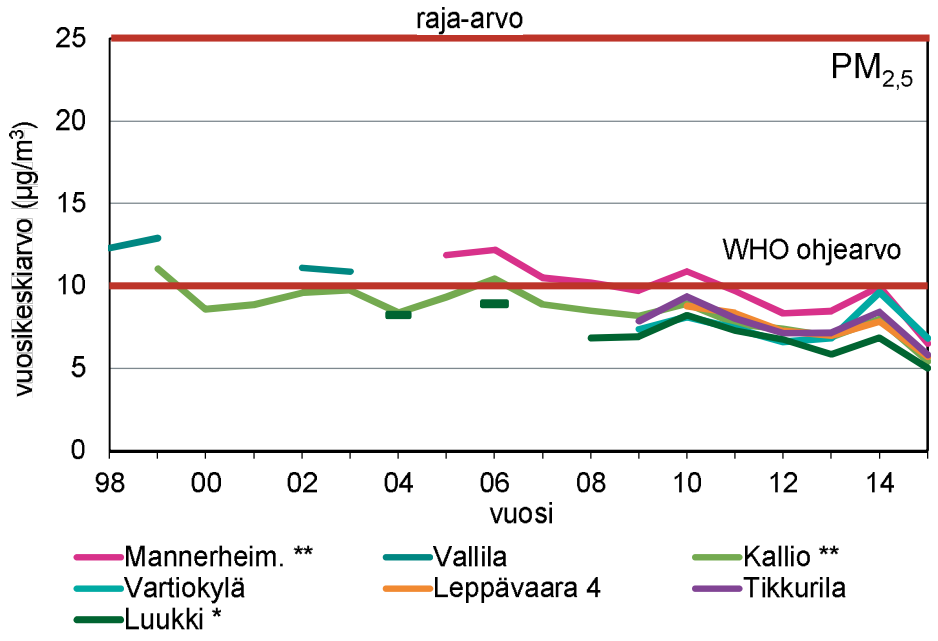
Vuonna 2006 Venäjän suunnalta kulkeutuneet metsäpalosavut nostivat pienhiukkaspitoisuuksia pääkaupunkiseudulla huomattavasti. Viime vuosina voimakkaita kaukokulkeumia on ollut vähän.

WHO:n vuosiohjearvo ylittyy pääkaupunkiseudulla paikoin vilkkaimmin liikennöidyissä ympäristöissä sekä pientaloalueilla. Vuorokausipitoisuudelle määritelty ohjearvo ylittyy vuosittain useita kertoja kaukokulkeuman ja vilkkaasti liikennöidyillä alueilla myös liikenteen päästöjen vuoksi. Epäsuotuisissa sääolosuhteissa puun pienpoltonkin päästöt aiheuttavat paikoin pientaloalueilla WHO:n ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia. WHO:n vuorokausiohjearvon ylittävien päivien lukumäärät eri mittausasemilla on esitetty liitteen 2 taulukossa 5. Ylityspäivien määrät ovat vaihdelleet runsaasti vuodesta toiseen säätiloista ja kaukokulkeumista riippuen. Enimmillään ylityspäiviä oli 23 päivää Mannerheimintien ja Kallion mittausasemilla vuonna 2006, mikä aiheutui suurelta osin Suomen lähialueiden maasto- ja metsäpaloista.

Kuvassa 14 on esitetty pienhiukkasten pitoisuuksien kehitys vuodesta 1998 lähtien. Vuosipitoisuuksien kehityksen tilastollista merkitsevyyttä arvioitiin Ilmatieteen laitoksen MAKESENS-analyysillä vuosille 2001 – 2015 (Salmi ym. 2002). Mannerheimintiellä ja Kalliossa pitoisuuksien lasku on ollut merkitsevää ja Luukissa melkein merkitsevää, muilla mittausasemilla mittaussarjat ovat liian lyhyitä trendien arvioimiseksi.



Kuva 13. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet kaupunkitausta-asemalla Helsingin Kalliossa vuosina 2005 – 2015 (päivitetään jos ehditään) ja päälähteiden luokittelu voimakkaiden episodien ajalta. Avopalojen merkitystä on arvioitu leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/).



*Kuva 14. Pienhiukkasten pitoisuudet ovat WHO:n ohjearvon tuntumassa sekä liikenneympäristöissä että pientaloalueilla. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso on laskettu vuosille 2001–2015: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.*

4.6 Bentso(a)pyreeni

Bentso(a)pyreeni on syöpävaarallinen polysyklisiin aromaattisiin hiilivetyihin (PAH) kuuluva yhdiste. Sen merkittävin päästölähde Suomessa on puun pienpoltto. Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen seuranta virallisella PM_{10}-menetelmällä aloitettiin pääkaupunkiseudulla vuonna 2007.

Mittaukset ovat osoittaneet, että PAH-pitoisuudet voivat nousta pientaloalueilla puunpolton päästöjen vuoksi melko korkeiksi. Bentso(a)pyreenin vuosipitoisuudelle annettu tavoitearvo, 1 ng/m^3 (nanogrammaa kuutiometrissä ilmaa), ylittyy paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla, kuten vuonna 2008 Vantaan Itä-Hakkilassa ja vuonna 2011 Päiväkummussa. Helsingin Tapanilassa vuosipitoisuus oli tavoitearvon tasolla vuonna 2013. Vartiokylässä pitoisuudet sen sijaa ovat olleet vain noin puolet tavoitearvosta. Pitoisuudet vaihtelevat suuresti sekä pientaloalueiden välillä että niiden sisällä. Myös mittauspaikan sijainnilla on suuri vaikutus pitoisuustasoihin, sillä lähitaloista peräisin olevat päästöt korostuvat mittaustuloksissa. Sen sijaan liikenteen vaikutus PAH-pitoisuuksiin on pieni: Vilkasliikenteisessä katukuiluissa kuten Töölöntullissa tai Unioninkadulla pitoisuudet olivat samalla tasolla kuin kaupunkitausta-asemalla Kalliossa (taulukko 5). Bentso(a)pyreenin pitoisuuksista on mittaustuloksia liian vähän trendien arvioimiseksi.

Bentso(a)pyreenin pitoisuudet olisi pitänyt saada tavoitearvon alapuolelle vuoden 2013 alkuun mennessä. Tavoitearvon ylittymisen vuoksi HSY teki vuonna 2012 EU-komissiolle selvityksen tavoitearvon mahdollisista ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi (HSY ja ympäristöministeriö 2012). Arviot päästöistä, ylitysalueesta ja altistuvien määrästä päivitettiin vuonna 2016 (Kaski ym. 2016). Näitä on tarkemmin käsitelty luvussa 5.4.

Taulukko 5. Bentso(a)pyreenin vuosipitoisuudet (ng/m^3) pääkaupunkiseudulla vuosina 2006 – 2015. Tavoitearvon ylitykset on merkitty punaisella.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kallio	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Mäkelänkatu									0,2
Unioninkatu	0,3								
Itä-Hakkila		**1,1**							
Vartiokylä			0,5	0,5	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5
Töölöntulli				0,3					
Päiväkumpu					**1,2**				
Kattilalaakso						0,6			
Kauniainen							0,4		
Tapanila							1,0		
Ruskeasanta								1,0	
Lintuvaara									0,9

4.7 Otsoni, O_3

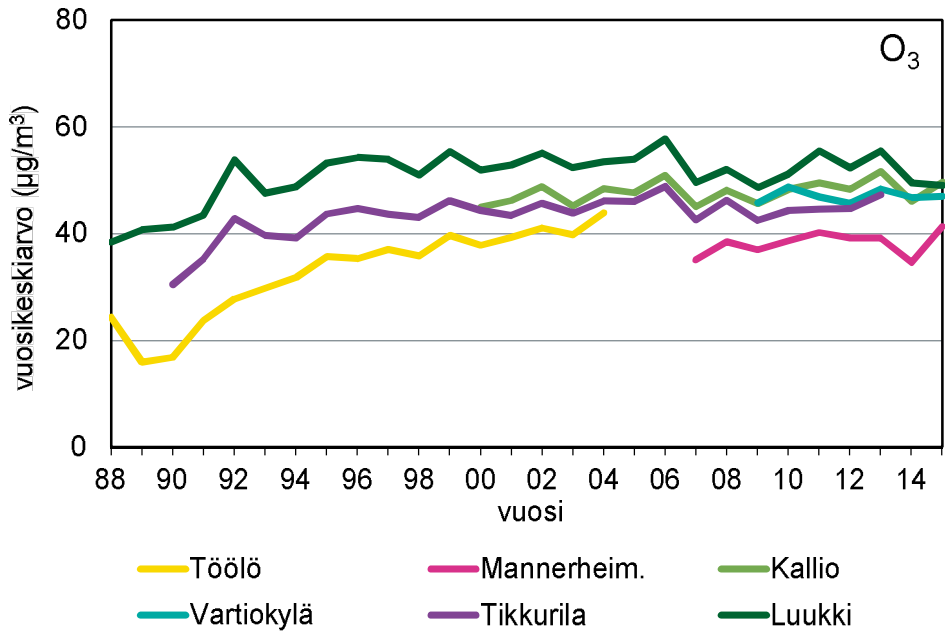
Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu auringonvalon vaikutuksesta hapen, typen oksidien ja hiilivetyjen välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kaupunkien keskustoissa otsonia on vähemmän, koska sitä myös kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa.

Suomessa otsonipitoisuudet ovat suurimmillaan aurinkoisella säällä keväällä ja kesällä taajamien ulkopuolella. Kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta kohottaa Suomen otsonipitoisuuksia selvästi. Otsoni on alueellinen ilmansuojeluongelma, johon on vaikea vaikuttaa paikallisin toimenpitein.

Otsonille on annettu vuodelle 2010 tavoitearvot ja pitkän ajan tavoitteet (liite 1). Pääkaupunkiseudulla ei ole ylitetty vuodelle 2010 annettuja tavoitearvoja. Otsonipitoisuudet ylittävät kuitenkin paikoin sekä terveysperusteiset että kasvillisuusperusteiset pitkän ajan tavoitteet. Terveyden suojelemiseksi asetettu pitkän ajan tavoite on viimeisten kymmenen vuoden aikana ylittynyt vuosia 2012 ja 2015 lukuun ottamatta joka vuosi (taulukko 6). Pitkän ajan tavoite kasvillisuuden suojelemiseksi on ylittynyt lähes joka vuosi jonkin verran, sekin eniten vuonna 2006. Pitkällä aikavälillä otsonipitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla nousseet, mutta viime vuosina niissä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia (kuva 15).

Taulukko 6. Otsonin pitkän ajan terveysperusteisen tavoitteen (8 tunnin liukuva keskiarvo yli 120 µg/m^3) ylittävien vuorokausien lukumäärä pääkaupunkiseudulla vuosina 2006–2015. Pitkän ajan tavoitteena on, että ylityksiä ei ole yhtään.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Mäkelänkatu										0
Kallio	11	0	0	2	10	2	0	1	3	0
Vartiokylä				2	7	2	0	1	0	0
Tikkurila	10	0	4	2	3	2	0	0		
Luukki	18	1	10	3	3	7	0	2	1	0



Kuva 15. Otsonipitoisuuksien vuosikeskiarvot pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 1988 - 2015.

4.8 Muut ilmansaasteet

Rikkidioksidin (SO_2) päästöt ja -pitoisuudet ovat laskeneet pääkaupunkiseudulla huomattavasti viime vuosikymmenien aikana. Rikkidioksidipitoisuudet eivät ylitä ohje- tai raja-arvoja, mutta satamien lähialueilla voi hetkellisesti esiintyä korkeita pitoisuuksia laivojen pakokaasujen vuoksi. Myös raskasta polttoöljyä käyttävien lämpökeskusten päästöt voivat ajoittain aiheuttaa korkeita pitoisuuksia niiden ympäristössä.

Hiilimonoksidin (CO, häkä) pitoisuudet ulkoilmassa ovat nykyisin varsin matalia autojen polttoaineiden ja moottoritekniikan parantumisen sekä pakokaasujen katalyyttisen puhdistuksen ansiosta. Pitoisuudet laskivat voimakkaasti jo 1990-luvulla. Raja- tai ohjearvot eivät ole vaarassa ylittyä.

Haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin kuuluvaa *bentseeniä* (C_6H_6) mitataan vilkasliikenteisissä ympäristöissä ja pientaloalueilla, joilla on runsaasti puunpolttoa. Bentseenin pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla selvästi vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon alapuolella.

Raskasmetallien pitoisuudet ovat myös matalia ja selvästi niitä koskevien tavoite- ja raja-arvojen alapuolella. Aiemmin bensiinistä peräisin olevat lyijypitoisuudet olivat koholla liikenneympäristöissä. Lyijyllisen bensiinin myynti kiellettiin vuonna 1994.

5 Päästöt ja niiden kehittyminen

Merkittävimmät ilmansaasteiden päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat autoliikenne, tulisijojen käyttö ja energiantuotanto. Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun ilmansaastepäästöt ovat laskeneet merkittävästi, mutta viimeisen kymmenen vuoden aikana vähentyminen on ollut lievempää. Alla olevassa taulukossa 7 on esitetty arvio pääkaupunkiseudun eri päästölähteiden päästöistä vuonna 2014.

Taulukko 7. Ilmansaasteiden päästöt ja eri päästölähteiden osuudet kokonaispäästöistä pääkaupunkiseudulla vuonna 2014.

	SO_2, t/v	%	NOx, t/v	%	Hiukkaset, t/v*	%	CO, t/v	%	VOC, t/v	%
Pistelähteet										
Energiantuotanto	4241	92	6934	51	180	32	-		-	
Pienet pistelähteet	102	2	361	3	44	8	377	3	676	28
Pintalähteet										
Kevyen polttoöljyn käyttö	71	2	248	2	6	1	-		-	
Puun pienpoltto	-		148	1	175	31	3170	24	351	14
Liikenteen pakokaasut										
Autoliikenne	5	0	4007	29	124	22	6598	49	774	32
Mopot ja moottoripyörät			68	1	13	2	2309	17	527	22
Satamat	137	3	1227	9	22	4	119	1	58	2
Lentoliikenne	50	1	596	4	1	0	858	6	59	2
Yhteensä	4606	100	13588	100	565	100	13431	100	2446	100

* lisäksi katupölypäästöt ovat arviolta 600 - 1500 t/v, ks. luku 5.3.

Taulukossa energiantuotannolla tarkoitetaan Helen Oy:n, Fortum Power and Heat Oy:n sekä Vantaan Energia Oy:n voimalaitoksia ja lämpökeskuksia. Pienet pistelähteet ovat muita lupavelvollisia laitoksia. Autoliikenteen, mopojen ja moottoripyörien päästöt ovat suoria pakokaasupäästöjä, katupölyä on käsitelty erikseen luvussa 5.3. Viiva tarkoittaa, että tietoa ei ole saatavilla. Päästöjä on tarkemmin esitelty pääkaupunkiseudun ilmanlaadun vuosiraporteissa (esim. Malkki ym. 2015).

5.1 Energiantuotanto

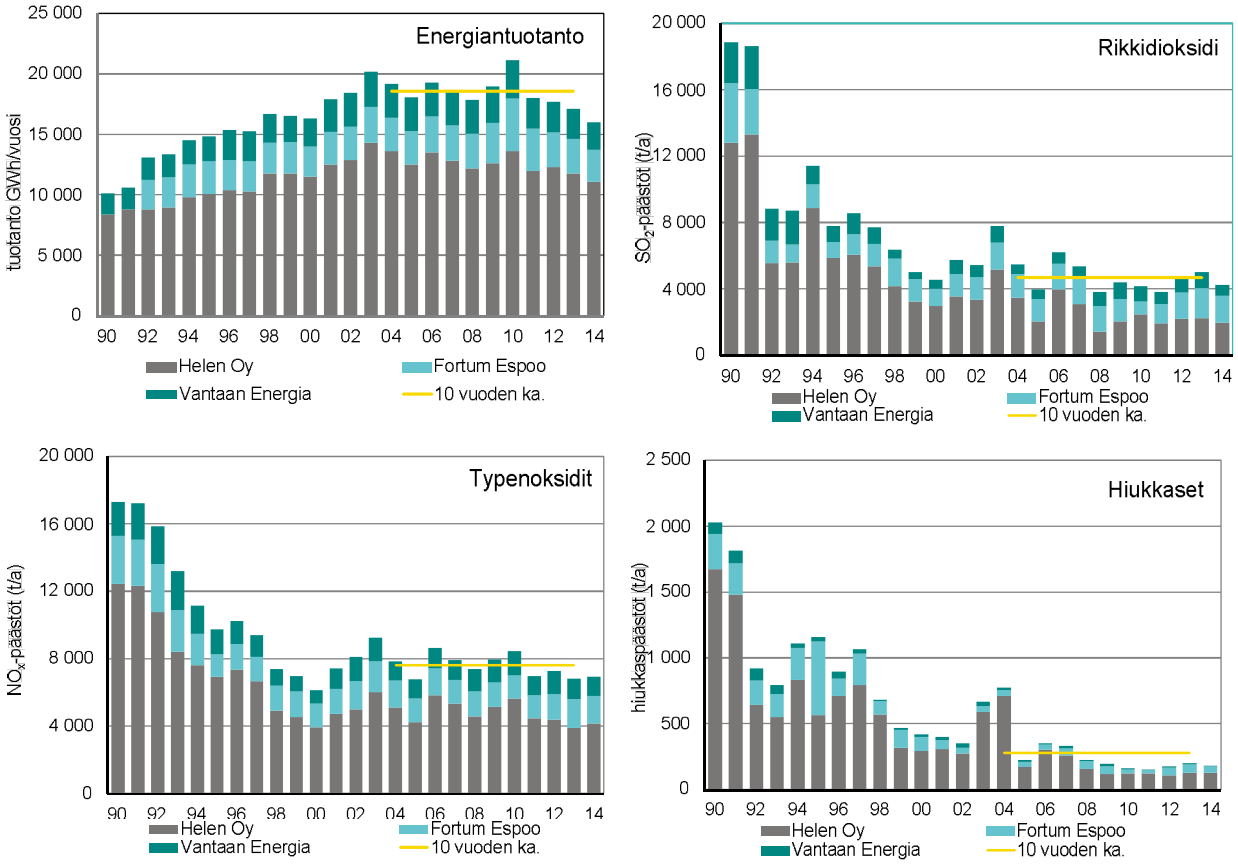
Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee voimalaitoksista. Lämpökeskuksia käytetään yleisimmin talvella. Energiantuotannon päästöt ovat määrällisesti suuret, mutta ne purkautuvat korkeista piipuista, joten ne leviävät laajalle alueelle eivätkä yleensä aiheuta paikallisesti korkeita pitoisuuksia.

Pääkaupunkiseudulla on kolme energiantuotantoyhtiötä: Helen Oy, Fortum Power and Heat Oy (tässä raportissa Fortum Espoo) ja Vantaan Energia Oy. Yhtiöillä on alueella kuusi sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosta, Kellosaaren kaasuturbiinilaitos ja 22 lämpökeskusta.

Energiantuotannon osuus pääkaupunkiseudun vuoden 2014 rikkidioksidipäästöistä oli noin 90 %, typen oksidien päästöistä noin puolet ja hiukkaspäästöistä noin kolmannes (taulukko 7).

1990-luvulla energiantuotannon päästöt vähenivät merkittävästi, 2000-luvulla päästöissä tapahtuneet muutokset ovat olleet vähäisempiä (kuva 16).

Energiatuotannon päästöjen vähentymiseen ovat vaikuttaneet erityisesti rikinpoistolaitosten käyttöönotto sekä polttoaine- ja polttotekniset muutokset. Vuosittaiset muutokset johtuvat mm. sääolosuhteista ja sitä kautta lämmitystarpeesta sekä vesivoiman saatavuudesta. Merkittäviä tekijöitä ovat myös yhteispohjoismainen sähköntuotantorakenne ja päästöoikeuksien hinta.



Kuva 16. Energiantuotannon päästöjen kehittyminen vuosina 1990 - 2014. Tuotantolukuihin on laskettu yhteen tuotettu nettosähkö- ja nettokaukolämpöenergia. Vaakasuoralla viivalla on kuvattu edellisen kymmenen vuoden eli vuosien 2004 - 2013 keskiarvo.

Energiantuotannon päästöjen sääntely tulee kiristymään 2020-luvun alkupuolella nk. teollisuuspäästödirektiivin (IE-direktiivi (2010/75/EU)) soveltamisen myötä. Vantaan Energia Oyj:n mukaan IE-direktiivin vaatimat muutokset toteutetaan Martinlaakson voimalaitoksella ja lämpökeskuksilla kansallisen siirtymäsuunnitelman mukaisesti vuoteen 2020 mennessä. Martinlaakson hiilikattilalaitoksen NO_x-päästötaso alenee noin 60 % ja rikkidioksidin noin 50 % vuoteen 2015 verrattuna. Lämpökeskuksilla typenoksidien ominaispäästötaso laskee keskimäärin 50 %. Samalla luovutaan kaikilla laitoksilla raskaan polttoöljyn käytöstä huippukuormilla, mikä poistaa yksittäiset päästöpiikit huippupakkasilla ja häiriötilanteissa. (Vantaan Energia Oyj 2015).

Vuosina 2010 - 2014 Fortum Power and Heat Oy:n tuotantolaitosten päästöt ovat vaihdelleet riippuen lähinnä kivihiilen, maakaasun ja muiden energiakustannusten ja verojen hintasuhteista. Fortum Power and Heat Oy:n mukaan IE-direktiivin kiristyvät päästörajat vähentävät Espoon laitosten rikkidioksidipäästöjä 60 – 80 %, typenoksidien päästöjä 50 - 70 % ja hiukkaspäästöjä 30 – 50 % vuosien 2010 – 2014 keskimääräisiin päästöihin. Myös jätevesien ynnä muiden kohteiden hukkalämmön talteenotto vähentää kaukolämmön tuotannon päästöjä. Puupellettien käyttö Kivenlahden

lämpökeskuksella ja biopyrolyysiöljyn käyttö Vermon lämpökeskuksella vähentävät lähinnä fossiilisia CO_2-päästöjä (Fortum Power and Heat Oy 2015).

Myös Helenin laitosten päästöt laskevat tulevaisuudessa IE- direktiivin ansiosta. Biomassan ja muun uusiutuvan energian lisääminen vähentävät myös päästöjä (Helen 2015).

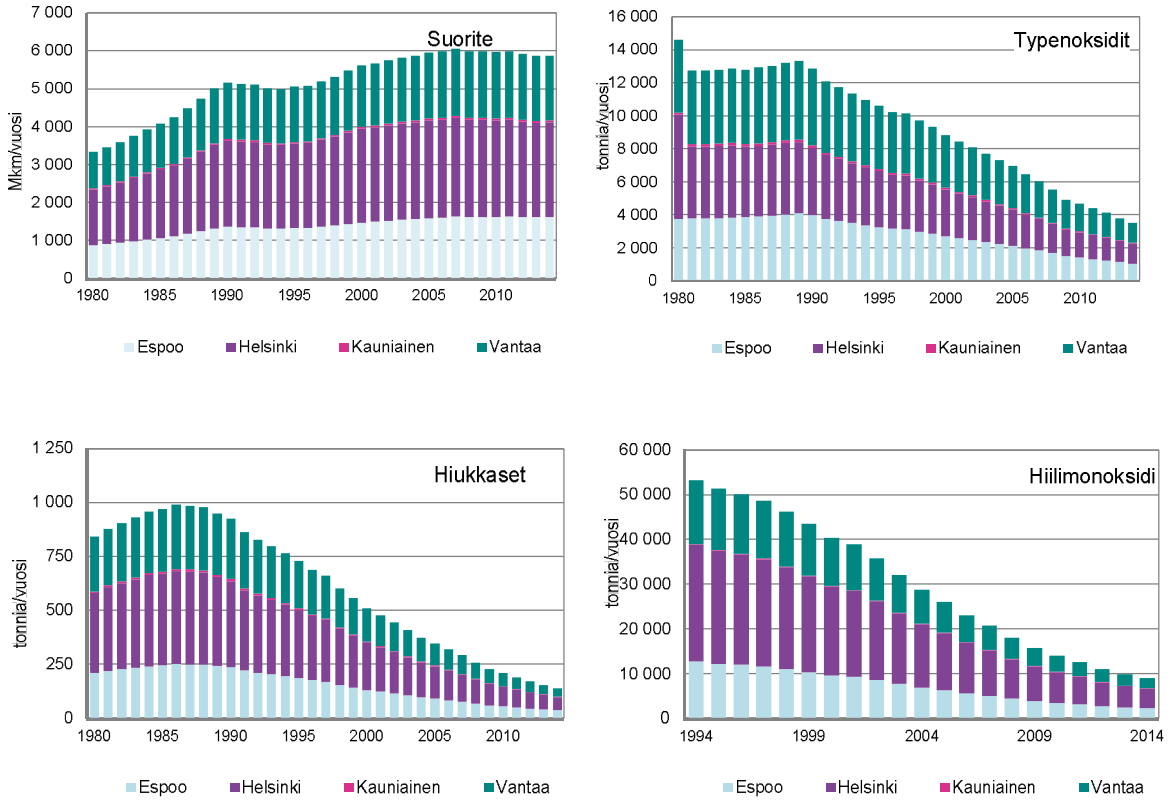
5.2 Liikenne

HSY:n päästökartoituksissa auto-, mopo- ja moottoripyöräliikenteen päästöt on saatu VTT:n LIISA-laskentajärjestelmästä. Järjestelmä uudistettiin vuosina 2013 - 2014. Uudistuksessa tarkistettiin kaikki päästökertoimet, joiden suhteen on mahdollisimman pitkälle noudatettu seuraavien raporttien ohjeita ja kertoimia: 2006 IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories ja EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2013. Myös maantieliikenteen suoriteluvut muutettiin uusien selvitysten mukaisiksi. Uudistuksen seurauksena liikenteen päästö- ja suoritetiedot eivät ole vertailukelpoisia aiempiin. Vuotta 2012 aikaisemmat päästöt on arvioitu LIISA-järjestelmästä saatujen kertoimien avulla.(VTT 2015).

5.2.1 Autoliikenne

Autoliikenteestä aiheutuvia tärkeimpiä suoria pakokaasupäästöjä ovat hiukkaset, typenoksidit, hiilimonoksidi ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), jotka ovat pääosin hiilivetyjä.

Vuonna 2014 autoliikenteen pakokaasut tuottivat pääkaupunkiseudun typenoksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä noin 30 %, hiukkaspäästöistä noin 20 % ja noin puolet häkäpäästöistä (taulukko 7). Pakokaasupäästöt ovat laskeneet teknisen kehityksen myötä liikenteen kasvusta huolimatta (kuva 17).

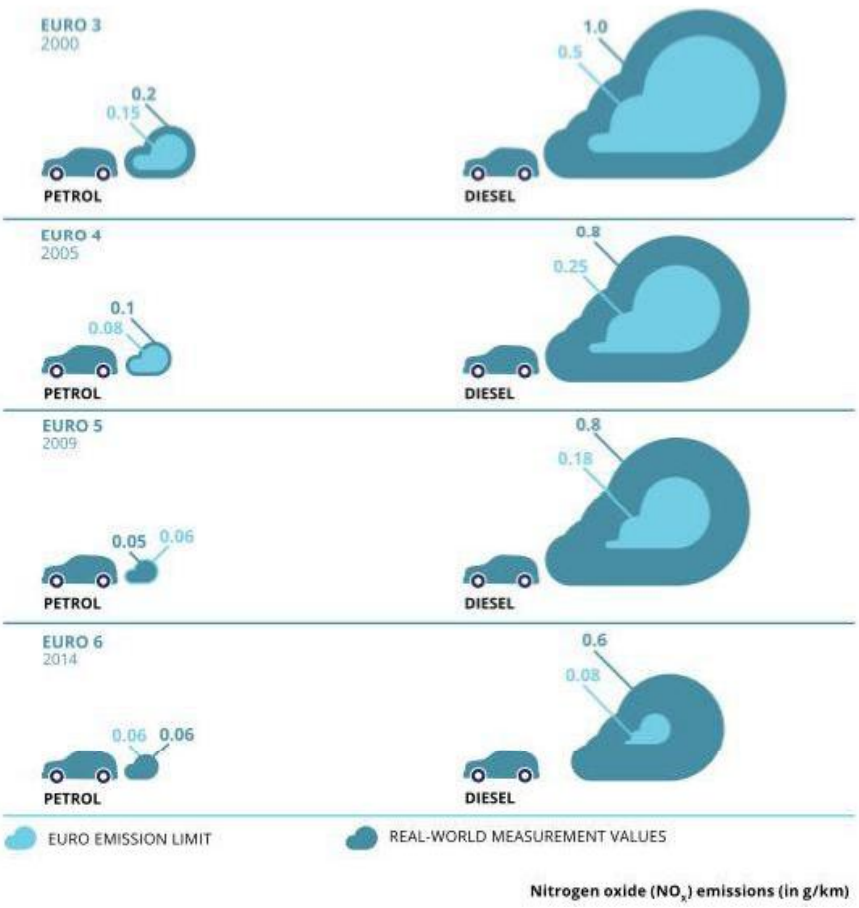


Kuva 17. Tieliikenteen (autot, moottoripyörät ja mopot) pakokaasupäästöjen kehitys pääkaupunkiseudulla vuosina 1994 – 2014.

Ajoneuvotekniikan ja polttoaineiden kehitys käänsivät autoliikenteen päästöt laskuun 1990-luvun alussa. Vuodesta 1992 on kaikissa uutena myytävissä bensiinikäyttöisissä autoissa ollut kolmitoimikatalysaattori, joka on vähentänyt typenoksidi-, hiilimonoksidi- ja VOC-päästöjä. Dieselajoneuvoissa päästöjen vähentämistekniikat ovat vähentäneet hiukkaspäästöjä, mutta toisaalta ne ovat lisänneet typpidioksidin osuutta pakokaasuissa. Tämä on ollut merkittävin syy siihen, että typpidioksidin pitoisuudet eivät ole laskeneet odotetusti eikä typpidioksidin raja-arvoja ole useissa Euroopan kaupungeissa, ml. Helsingissä, saavutettu määräajassa.

Vuoden 2008 alussa voimaan tullut autoverouudistus lisäsi dieselajoneuvojen osuutta autokannassa. Verotus on suosinut dieselautoja, koska niiden CO_2-päästöt ovat vastaavia henkilöautoja pienemmät. Vuonna 2008 dieselajoneuvojen osuus koko Suomen henkilöautojen ensirekisteröinneistä oli lähes 50 %. Sen jälkeen osuus on laskenut ollen vuosina 2012 – 2014 noin 39 %. Vuonna 2014 dieselkäyttöisten henkilöautojen osuus ensirekisteröinneistä oli pääkaupunkiseudulla 43 %. Vuoden 2015 lopussa dieselkäyttöisten henkilöautojen osuus koko maan autokannasta oli noin 26 %. (Trafi 2015). Dieselkäyttöisillä autoilla ajetaan enemmän kuin bensiinikäyttöisillä, joten niiden vaikutus päästöihin on suurempi kuin autokannan osuudesta voisi päätellä (Mäkelä ym. 2013).

Todellisissa kaupunkiajon olosuhteissa dieselajoneuvojen typenoksidipäästöjen vähennystekniikat eivät ole toimineet kiristyvien päästönormien edellyttämällä tavalla, ja päästöjen väheneminen on siten ollut vähäisempää kuin on oletettu. Raskaiden dieseleiden Euro VI-normi tuli voimaan vuoden 2014 alusta myytävillä ajoneuvoille, ja tähän mennessä tehtyjen mittausten perusteella niiden typenoksidien ja hiukkasten päästöt ovat jo hyvin pienet (VTT 2015, Tøi 2015). Sen sijaan vuonna 2015 voimaan tullut uusia henkilöautoja koskeva Euro 6 –määräys ei ole vähentänyt diesel-henkilöautojen typenoksidien päästöjä odotetusti, vaan todelliset ajonaikaiset NO_x-päästöt ovat testeissä olleet keskimäärin seitsenkertaiset päästöraja-arvoon verrattuina (ICCT 2014). Tilannetta on havainnollistettu kuvassa 18. Lisäksi hiukkaspäästöjen vähennystekniikat ovat lisänneet typpidioksidin osuutta suorissa pakokaasupäästöissä. EU:n komissio valmistelee kuitenkin säädöspakettia, joka velvoittaa mittaamaan myös henkilöautojen päästöjä todellisessa ajossa (RDE, Real Driving Emissions), kuten raskaan kaluston osalta jo tehdään. Säädöksen mukaan todellisen ajon typenoksidipäästöt saavat ensi vaiheessa olla RDE-testissä korkeintaan 2,1-kertaiset laboratoriotesteihin verrattuna uusilla malleilla alkaen syyskuusta 2017 alkaen ja kaikilla uusilla autoilla syyskuusta 2019 alkaen. Toisessa vaiheessa ero on saatava supistumaan kertoimeen 1,5 uusilla malleilla vuoden 2020 alusta ja kaikilla uusilla autoilla vuoden 2021 alusta alkaen. (EU komissio 2015).



Kuva 18. Bensiini- ja dieselkäyttöisten henkilöautojen keskimääräiset typenoksidipäästöt(g/km) todellisessa ajossa (tummansininen) verrattuna Euro-normeihin (vaaleansininen). Lähde: EEA 2016).

Uusien ajoneuvojen ominaispäästöt siis pienenevät tulevaisuudessa edelleen tiukentuvien pakokaasupäästömääräysten ansiosta. Myös kokonaispäästöt vähenevät, joskin kehitystä hidastavat muun muassa autokannan hidas uusiutuminen sekä liikennemäärien kasvu. Sähköautojen yleistyminen vähentäisi päästöjä tehokkaasti, mutta toistaiseksi niiden määrä on lisääntynyt hyvin hitaasti.

Autotekniikan kehittyminen ei kuitenkaan vaikuta nk. epäsuoriin päästöihin. Tienpinnan kulumisesta, talvirenkaista ja hiekoituksesta aiheutuvat hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten päästöt ovat tulevaisuudessa edelleen haasteena. Teiden ja katujen kunnossapidon ja hoidon kehittäminen (hiekoitus, suolaus, puhtaanapito ja pölynsidonta) ovat jatkossakin tärkeitä keinoja vähentää katupölyn haittoja. Myös talvirengasvalinnoilla ja nopeusrajoituksilla voidaan vaikuttaa katupölypäästöihin.

5.2.2 Mopot ja moottoripyörät

Mopojen ja moottoripyörien päästöarviot pääkaupunkiseudulle on saatu uudesta LIPASTO-järjestelmästä vuosille 1980 – 2014 (VTT 2015). Typenoksidien ja hiukkasten päästöistä mopojen ja moottoripyörien osuus vuonna 2014 oli vähäinen, prosentin tai kahden luokkaa. Hiilimonoksidin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä niiden osuus oli noin viidennes.

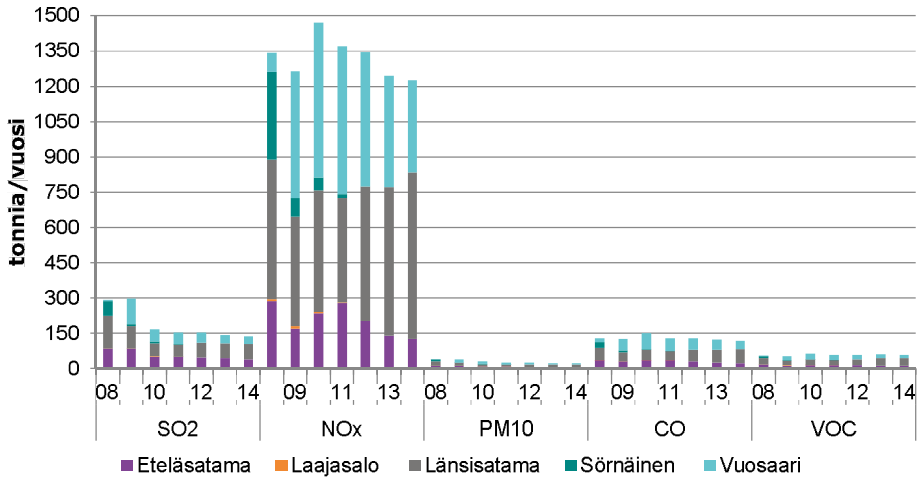
x

5.2.3 Satamat

Satamatoiminnan päästöarvioon sisällytetään alusten päästöt Helsingin satamien laitureissa ja satamajärjestyksen mukaisilla vesiliikennealueilla. Mukana ovat alusten päästöjen lisäksi muun satamatoiminnan kuten työkoneiden, satamassa asioivien rekkojen ja kuorma- ja henkilöautojen päästöt. Huviveneilyn päästöt tunnetaan puutteellisesti, joten niitä ei ole tässä raportissa arvioitu (Malkki ym. 2015).

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO tiukensi alusten polttoaineiden rikkipitoisuuksia Itämerellä vuonna 2010. Sallituksi rikkipitoisuudeksi määriteltiin heinäkuusta 2010 alkaen enintään 1,0 % ja aluksen ollessa satamassa yli 2 tuntia enintään 0,1 %. Vuoden 2015 alusta tiukentui Itämerellä käytettävän polttoaineen rikkipitoisuus 0,1 %:iin EU:n rikkidirektiivin myötä.

Satamien osuus pääkaupunkiseudun vuoden 2014 typenoksidipäästöistä oli lähes 10 %, ja muista epäpuhtauksista muutaman prosentin luokkaa (taulukko 7). Vuosaaren satama aloitti vuonna 2008, jolloin Sörnäisten satama jäi pois käytöstä. Sörnäisten sataman alueelle jäi Helsingin energian Hanasaaren voimalaitoksen hiilisatama, jonka päästöjä ei ole mukana laskennassa. Laajasalon sataman toiminta loppui vuonna 2011. Laskentajärjestelmä uudistui vuonna 2007, joten päästöt ennen tätä ja tämän jälkeen eivät ole täysin vertailukelpoiset. Maaliikenteen ja työkoneiden päästöjen laskentaa tarkennettiin vuonna 2009. (Malkki ym. 2015).



Kuva 19. Helsingin satamien päästöt ja vuosina 2008 – 2014.

Helsingin Satama arvioi, että satamien liikennemäärät todennäköisesti kasvavat tulevaisuudessa, mutta samaan aikaan alus- ja moottorikehitys sekä uusien polttoaineiden käyttöönotto vähentävät päästöjä/alus. Alusten rikkipäästöt ovat vähentyneet 2015 alusta, koska alukset joutuvat käyttämään vähärikistä polttoainetta tai aluksessa on oltava pesuri rikin poistamista varten. Todennäköisesti myös typenoksidien päästörajoitukset tulevat lähivuosina voimaan Itämerellä, ensin uusille rakennettaville aluksille, myöhemmin kaikille aluksille. Aikataulu on tosin vielä epävarma. Nesteytettyä maakaasua (LNG) polttoaineena käyttävien alusten tulo liikenteeseen sekä maasähköyhteyksien lisääntyminen vähentävät päästöjä. (Rantanen 2015).

Vuosaaren satamassa liikenteen arvioidaan lisääntyvän yli 20 % vuoteen 2024 mennessä, Etelä-satamassa ja Katajanokalla laivaliikenne pysynee suurin piirtein nykytasolla. Länsisatamassa kasvua voidaan odottaa olevan matkustaja- ja ajoneuvoliikenteessä joitain prosentteja vuodessa. Aluskäyntimäärä pysynee suurin piirtein samana. (Rantanen 2015).

5.2.4 Lentoliikenne

Lentoliikenteen päästöihin on laskettu mukaan lentokoneiden LTO-syklin (Landing and Take Off Cycle) aikaiset päästöt sekä Finavian maakaluston päästöt. LTO-syklin aikaiset päästöt ulottuvat lentoonlähdöissä noin 6 km matkalle ja laskeutumisissa noin 18 km matkalle. Näin ollen kaikki LTO-syklin aikaiset päästöt eivät kohdistu pääkaupunkiseudulle. Paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat alle 300 m korkeudessa tapahtuvat lentoliikenteen päästöt. Lentoliikenteen päästöarvioissa ovat mukana Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemat.

Pääkaupunkiseudun vuoden 2014 kokonaispäästöistä lentoliikenteen ja Finavian maakaluston yhteenlaskettu osuus oli epäpuhtaudesta riippuen 1 - 6 % (taulukko 7).

Päästöarvion mukaan lentoliikenteen päästöt muodostavat noin 90 % ja Finavian maakaluston päästöt pari prosenttia lentoasema-alueen päästöistä. Lentoasema-alueella on myös muita päästöjä, jotka eivät sisälly Finavian raportoimiin päästöihin: mm. muiden toimijoiden, kuten lento-, rahti- ja maahuolintayhtiöiden maakaluston päästöt sekä sotilasilmailun ja helikoptereiden päästöt ja bussi-, taksi-, ja autoliikenne.

Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen liikennemäärien muutoksista ja lentoyhtiöiden lentokonekaluston muutoksista LTO-syklin osalta. Ominaispäästöt ja polttoaineen kulutus ovat erilaiset eri konetyypeillä. Maakaluston päästöjen määrän vaihteluun vaikuttavat myös talven sääolosuhteet. (Malkki ym. 2015).

5.3 Katupöly

Suorien pakokaasupäästöjen lisäksi liikenne aiheuttaa myös epäsuoria hiukkaspäästöjä, jotka ovat peräisin mm. asfaltin kulumasta, hiekoitus- ja suolausmateriaaleista sekä renkaiden ja jarrujen kulumatuotteista. Nämä epäsuorat, ei-pakokaasuperäiset päästöt tunnetaan huonosti eikä niiden merkityksestä ole kattavaa kuvaa. Pääosa kulumisessa syntyvistä hiukkasista on kohtalaisen suuria eli karkeita hiukkasia. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että näillä liikenteen ei-pakokaasuperäisillä hiukkaspäästöillä on huomattava vaikutus myös pienhiukkaspitoisuuksiin.

Kupiainen ym. (2015) selvittivät ei-pakokaasuperäisten hiukkasten päästöjä pääkaupunkiseudun katu- ja tieverkolla vuosina 2008 -2012. Laskenta toteutettiin kahdella eri menetelmällä: resuspensiolähtöisesti käyttäen hyväksi NORTRIP- ja REDUST-hankkeiden tuloksia ja kokemuksia sekä kulumalähtöisesti mukaillen Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission UNECE:n kaukokulkeumasopimuksen menetelmiä.

Resuspensiolähtöinen laskenta huomioi talvirenkaiden lisäksi liukkaudentorjunnassa käytettävän talvihiekoituksen, suolauksen sekä sää- ja kosteusolojen vaikutuksen ilmapäästöihin, minkä seurauksena resuspensiolähtöisesti arvioidut päästöt ovat huomattavasti korkeammat varsinkin keväällä verrattuna kulumalähtöiseen tapaan. Pääkaupunkiseudun tie- ja katuverkon PM_{10}- päästöt olivat tarkastelujaksolla (2008–2012) noin 600 – 1150 tonnia/vuosi arviointitavasta riippuen. $PM_{2,5}$-päästöt vastaavalla ajanjaksolla olivat noin 100 – 165 tonnia/vuosi.

Vertailun vuoksi HSY:n vuodelle 2014 kokoaman pääkaupunkiseudun päästöarvion mukaan autoliikenteen pakokaasupäästöjen määrä oli 124 tonnia vuodessa ja polttoperäisten hiukkasten kokonaispäästömäärä noin 570 tonnia vuodessa. Tulokset osoittavat ei-pakokaasuperäisten hiukkaspäästöjen olevan merkittävä tekijä pääkaupunkiseudun liikennepäästöjen kokonaisuudessa. Päästöjen arviointimenetelmiin ja työssä käytettyihin laskentatapoihin liittyy vielä epävarmuuksia, mutta laskettuja tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina.

Nastarenkaiden osuutta katupölyn muodostuksessa selvitettiin NASTA-tutkimusohjelmassa vuosina 2011 – 2013 (www.nasta.fi) ja REDUST-hankkeessa vuosina 2011 – 2014 (www.redust.fi). Erityyppisistä talvirenkaista mitatut päästöt vaihtelivat huomattavasti. Yleisesti ottaen nastalliset talvirenkaat aiheuttivat huomattavasti korkeampia päästöjä kuin kitkarenkaat puhtailla kaduilla, mikä osoittaa nastarenkaiden lisäävän pölykuormaa katuympäristössä talven aikana. Kun kaduilla testin aikana olevat pölymäärät olivat korkeita, molemmat talvirengastyypit nostivat tehokkaasti pölyä ilmaan tien pinnasta. Nastarenkaiden aiheuttaman asfaltin kulumisen todettiin olevan keskeisin katupölyn lähde pääkaupunkiseudulla (Kupiainen ym. 2013 a, Kupiainen ym. 2013 b).

Uudet nastarengassäännökset astuivat voimaan heinäkuussa 2013. Uusien säännöksien tarkoituksena on vähentää nastarenkaiden aiheuttamaa päällysteen kulumista ja uusien säännöksien odotetaan myös vaikuttavan PM_{10}-päästöjen muodostumiseen. Rengasvalmistajat ovat valinneet erilaisia lähestymistapoja säännösten täyttämiseksi, ja uusia tutkimuksia tarvitaan uuden nastarengassukupolven vaikutusten arvioimiseksi (Männikkö ym. 2014).

5.4 Puun pienpoltto

Puun poltossa syntyy terveydelle haitallisia päästöjä: pienhiukkasia, häkää sekä orgaanisia yhdisteitä. Huono poltto tuottaa terveydelle haitallisempia pienhiukkasia kuin hyvät polttotavat. Etenkin huonossa palamisessa vapautuu syöpävaarallisia hiukkasia, nokea sekä hengitysteitä ja silmiä ärsyttäviä yhdisteitä. (HSY 2012 esite).

HSY on arvioinut puun pienpolton päästöt pääkaupunkiseudulla vuodelle 2014 (Kaski ym. 2016) (taulukko 6). Selvitys rajattiin koskemaan yhden ja kahden asunnon taloja sekä muita erillisiä pientaloja, joita pääkaupunkiseudulla on 68 820 kpl. Rivitalot, ketjutalot, luhtitalot, vapaa-ajan asunnot sekä vuokrattavat lomamökit rajattiin pois selvityksestä.

Päästöarvion pohjana on HSY:n, Työtehoseuran, Suomen ympäristökeskuksen ja vuonna 2014 yhteistyössä tekemä kyselytutkimus, jossa kerättiin tietoja tulisijojen määristä ja tyypeistä sekä puunkäytöstä ja käyttötottumuksista. Kysely lähetettiin 2500 pientaloasukkaalle ja vastausprosentti oli 35.

Noin kaksi prosenttia selvityksen kohteina olleista pääkaupunkiseudun pientaloista käytti puuta vuonna 2013 ensisijaisena lämmönlähteenä Rakennus- ja huoneistorekisterin mukaan (Tilastokeskus 2013). Pääkaupunkiseudun pientaloista yli 90 prosentilla on kuitenkin tulisija (Kaski ym. 2016), ja puuta käytetään lisälämmönlähteenä, tunnelman luontiin tai esimerkiksi saunan lämmittämiseen.

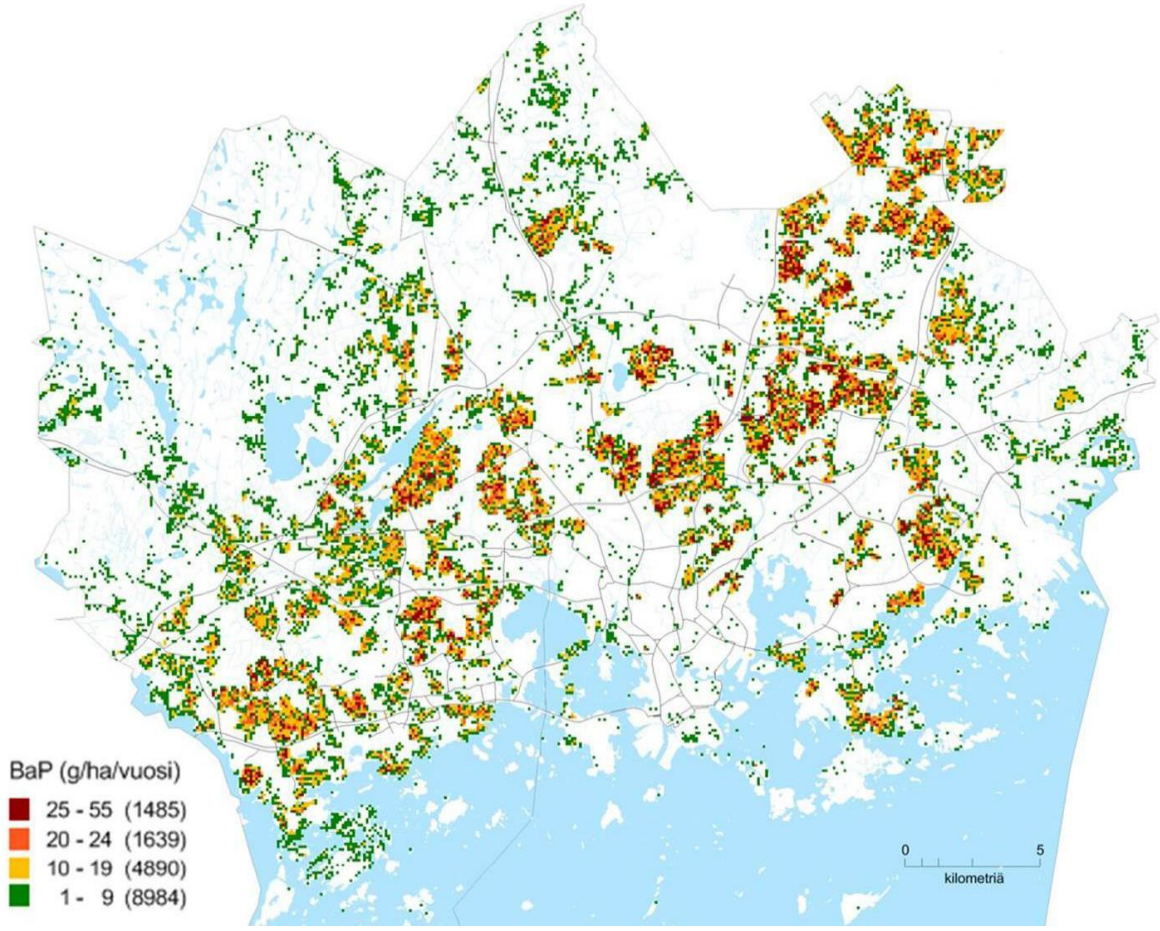
Päästöarvio perustuu kyselystä selvinneisiin puunkäyttömääriin. Kyselyllä selvitettiin puunkäyttömäärät eri tulisijaluokille sekä keskimääräinen puunkäyttömäärä vuodessa (kiinto-m^3). Eri tulisijaluokkien päästökertoimina käytettiin Suomen ympäristökeskuksen päästökerroinaineistoa (Savolahti ym. 2015), jota täydennettiin Suomen ympäristökeskuksen sekä Itä-Suomen yliopiston puun

pienpolton asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Bentso(a)pyreenin päästökertoimina käytettiin HSY:n omia arvioita, jotka perustuvat Todorović. ym. (2007) raporttiin sekä asiantuntija-arvioihin.

Puun pienpolton päästöjen osuus pääkaupunkiseudun kokonaispäästöistä on merkittävä: hiukkasten päästöistä noin kolmannes, hiilimonoksidin noin neljännes ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä yli 10 % (taulukko 7).

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittauksissa on todettu polyaromaattisiin hiilivetyihin kuuluvan bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittyvän paikoitellen tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla puun pienpolton vuoksi. Uudessa päästöarviossa pääkaupunkiseudun pienpolton bentso(a)pyreenipäästöksi arvioitiin noin 200 kg.

Kuvassa 20 on esitetty bentso(a)pyreenin arvioidut päästötiheydet pääkaupunkiseudulla laskettuna 100 x 100 metrin ruuduille. Bentso(a)pyreenin pitoisuusmittausten ja päästöarvion perusteella HSY arvioi, että bentso(a)pyreenin tavoitearvo mahdollisesti ylittyy kartan punaisilla alueilla, joilla päästötiheys on yli 25 g/ha/vuosi. Tavoitearvon mahdollisesti ylittävien ruutujen pinta-ala on 15 km^2, ja niiden alueella asuu noin 51 000 asukasta.



Kuva 20. Bentso(a)pyreenin päästöt kartalla. Selitteessä suluissa kyseisten ruutujen määrä kartalla.

Puuta ja muita uusiutuvia energialähteitä suositaan ilmastosyistä, ja samasta syystä yhdyskuntarakennetta tiivistetään. Siksi olisi samalla myös tärkeätä huolehtia siitä, ettei asuinalueiden ilmanlaatu pääse heikkenemään. Vähäpäästöisempien tulisijojen kehittäminen ja käyttöönotto, normit ja

muu sääntely sekä ohjeistus oikeista puun säilytys- ja polttotavoista ovat keinoja puunpolton haittojen vähentämiseksi. HSY käynnisti vuonna 2012 pääkaupunkiseudulla ”Käytä tulisijaasi oikein” – kampanjan ja laati sitä varten puunpolttoa käsittelevän oppaan (HSY 2012), jota nuohoojat jakavat alueen kotitalouksiin. Vuosina 2015 – 2017 Urbaani puuvaja-hankkeessa edistetään ja viestitään polttopuiden säilyttämisestä, jotta myös päästöt olisivat pienemmät.

5.5 Muut päästölähteet

5.5.1 Pienet pistelähteet

Taulukossa 7 on esitetty muiden lähteiden ohella pienten pistelähteiden ja kevyen polttoöljyn käytön päästöt. Pienillä pistelähteillä tarkoitetaan HSY:n päästökartoituksissa muita ympäristölupavelvollisia laitoksia kuin Helenin, Fortumin Power and Heat Oy:n ja Vantaan Energia Oy:n energiantuotantolaitoksia. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän näitä pieniä lupavelvollisia laitoksia, mutta matalan päästökorkeuden takia niillä voi olla paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun. Pieniä pistelähteitä ovat mm. pienet lämpökeskukset, jätevedenpuhdistamot, lääketehtaat, painolaitokset, pakkausteollisuus, maalaamot, polttoainevarastot ja asfalttiasemat. Pääkaupunkiseudun kokonaispäästöistä pienten pistelähteiden osuus on hiilivetyjä lukuun ottamatta muutaman prosentin luokkaa. Niiden vuosivaihtelu on suurta, eikä päästöissä ole havaittavissa selvää trendiä.

5.5.2 Kevyen polttoöljyn käyttö

Noin puolet kevyestä polttoöljystä (POK) käytetään Suomessa rakennusten lämmityksessä. Työkoneiden osuus kokonaiskulutuksesta on neljännes, rakennustoiminnan vajaa viidennes, teollisuuden alle 10 % sekä vesiliikenteen ja rautateiden myös alle 10 % (Tilastokeskus 2012). Kevyen polttoöljyn päästöarvio taulukossa xx perustuu myyntitietojen perusteella arvioituun käyttömäärään (Öljyalan Palvelukeskus 2015), joista on vähennetty energiantuotantolaitosten käyttömäärät. Kevyen polttoöljyn päästöt olivat vuonna 2014 epäpuhtaudesta riippuen noin 1–2 % seudun kokonaispäästöistä (taulukko 7). Kevyttä polttoöljyä käyttävien pintalähteiden päästöt ovat viime vuosina pienentyneet käytön vähentyessä. Kevyen polttoöljyn kulutus pääkaupunkiseudulla oli vuonna 2014 lähes neljänneksen pienempi kuin aiemman 10 vuoden keskiarvo. (Öljyalan Palvelukeskus 2015).

5.5.3 Junaliikenne

Junaliikenteen suorat päästöt ovat pienet, koska liikennöinti pääkaupunkiseudulla tapahtuu suurimmaksi osaksi sähköjunilla. Välillisiä päästöjä muodostuu sähköntuotannosta, mutta ne sisältyvät osittain tässä raportissa esitettyihin energiantuotannon päästötietoihin.

5.5.4 Työkoneet

Työkoneet ovat merkittävä ilmansaasteiden lähde. VTT arvioi koko Suomen työkoneiden päästöjä osana liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmää (LIPASTO). Viimeisin päivitys työkoneiden päästömalliin (TYKO) tehtiin vuonna 2014, jolloin uudistettiin päästökertoimet (TYKO 2014, http://lipasto.vtt.fi/tyko/index.htm).

Kuntakohtaisiin työkoneiden päästöarvioihin liittyy suuria epävarmuuksia ja siksi niitä ei käsitellä tässä. Suomen ympäristökeskus (SYKE) tarkentaa arvioita vuoden 2016 aikana.

6 Ilmanlaadun tulevaisuuden haasteet pääkaupunkiseudulla

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla on pääosin melko hyvä ja seutu on puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Rikkidioksidin, typpimonoksidin, typpidioksidin, hiilimonoksidin, hiukkasten ja lyijyn sekä bentseenin pitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä laskeneet. Otsonin pitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä nousseet, mutta viimeisen kymmenen vuoden aikana niissä ei ole tapahtunut juurikaan muutoksia. Hiukkasiin sitoutuneiden mustan hiilen, bentso(a)pyreenin sekä metallien mittaussarjat ovat liian lyhyitä trendien arvioimiseksi.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun kannalta ongelmallisimmat ilmansaasteet ovat pienhiukkaset, typpidioksidi, hengitettävät hiukkaset, bentso(a)pyreeni ja otsoni. Pienhiukkasten tärkeimmät lähteet ovat liikenne, kaukokulkeuma ja puun pienpoltto, joka on myös bentso(a)pyreenin suurin päästölähde. Typpidioksidin tärkein päästölähde on liikenne, erityisesti dieselkäyttöiset ajoneuvot. Hengitettävien hiukkasten merkittävin päästölähde on katupöly. Ilmanlaadun kannalta ongelmallisimpia alueita ovat huonosti tuulettuvat vilkasliikenteiset katukuilut, vilkasliikenteisten väylien lähialueet, sekä tiiviisti rakennetut pientaloalueet, joilla käytetään paljon puuta lämmönlähteenä.

Pienhiukkaset, typpidioksidi, hengitettävät hiukkaset, otsoni ja bentso(a)pyreeni tulevat säilymään haasteina myös lähitulevaisuudessa.

Liikenteen osalta uusien ajoneuvojen ominaispäästöt pienenevät tulevaisuudessa tiukentuvien pakokaasupäästömääräysten ansiosta. Myös kokonaispäästöt vähenevät, joskin kehitystä hidastavat muun muassa autokannan hidas uusiutuminen sekä liikennemäärien kasvu. Sähköautojen yleistyminen vähentäisi päästöjä tehokkaasti, mutta toistaiseksi niiden määrä on lisääntynyt hyvin hitaasti.

Katupölypäästöjen kehitystä on vaikea arvioida. Pääkaupunkiseudun väkiluvun ennustetaan kasvavan voimakkaasti. Sen seurauksena myös liikennemäärät kasvavat, mikä lisää katupölypäästöjä. Katujen ja teiden kunnossapidon toimenpitein voidaan toisaalta huomattavasti vähentää katupölypäästöjä. Nastarenkailla, niiden ominaisuuksilla ja osuudella liikennevirrassa on myös suuri vaikutus katupölypäästöihin. Myös ajonopeuksien alentamisella voidaan katupölyn määrää vähentää. Pääkaupunkiseudulla on viimevuosina kiinnitetty kasvavaa huomiota katupölypäästöjen torjuntaan, ja toimenpiteet ovat tarpeen jatkossakin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien hallitsemiseksi.

Puuta ja muita uusiutuvia energialähteitä suositaan ilmastosyistä, ja samasta syystä yhdyskuntarakennetta tiivistetään. Puun pienpoltolla on tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla huomattava vaikutus ilmanlaatuun. Puun käyttömäärä pientaloissa on Suomessa kasvanut 1980-luvulta lähtien jatkuvasti. 2000-luvulla kasvu on ollut vuositasolla noin 4 % (Savolahti 2015). Energia- ja ilmastostrategiassa kotitalouksien puulämmityksen oletetaan pysyvän vuoden 2011 tasolla vuoteen 2020 asti ja laskevan siitä vuoteen 2030 (TEM 2013). Pääkaupunkiseudulla tehdyssä kyselyssä asukkaat arvioivat, että puunkäyttömäärät pysyvät pääkaupunkiseudulla ennallaan tai kasvavat (Kaski ym. 2016).

Vuonna 2015 tulivat voimaan kiinteän polttoaineen kattiloiden (EU 2015/1189) ja kiinteää polttoainetta käyttävien paikallisten tilalämmittimien (EU 2015/1185) ekosuunnitteluasetukset. Ne koskevat vuoden 2022 jälkeen myytäviä uusia tulisijoja ja puukattiloita mutta eivät esim. kiukaita. Säädösten

myötä tulisijojen energiatehokkuusvaatimukset tehostuvat ja samalla säädellään myös päästöjä ilmaan. Säädöksen vaikutus pienpolton päästöihin Suomessa on hidasta, koska varaavien tulisijojen käyttöikä on pitkä ja laitekanta uusiutuu hitaasti. (Savolahti ym. 2015).

Kaukokulkeumalla on suuri vaikutus pienhiukkasten ja otsonin pitoisuuksiin. Euroopassa toteutetut hiukkasten ja hiukkasia muodostavien kaasujen (rikkidioksidin, typenoksidien, ammoniakin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden) päästövähennykset vähentävät pienhiukkasten kaukokulkeumaa. Otsoni on alueellinen ilmanlaadun ongelma ja sen pitoisuuksiin on vaikea vaikuttaa paikallisin toimin, vaan pitoisuuksien alentaminen vaatii kansainvälistä yhteistyötä. Otsonia muodostavien yhdisteiden päästöt ovat laskusuunnassa Euroopassa, mutta tämä ei ole johtanut vastaavaan pitoisuuksien laskuun, koska otsonin pitoisuudet eivät riipu suoraviivaisesti otsonia muodostavien yhdisteiden päästöistä, vaan siihen vaikuttavat monet tekijät (EEA 2015).

Kaupungit voivat myös omin toimenpitein vaikuttaa ilmansaasteiden päästöihin, niiden leviämisolosuhteisiin sekä ilmansaasteille altistumiseen. Maankäyttö, rakennetun ympäristön ominaisuudet, liikennemäärät, kulkutapajakauma jne. vaikuttavat paikalliseen ja alueelliseen ilmanlaatuun ja altistumiseen.

Pääkaupunkiseudun kaupungit ja HSY sekä HSL laativat ilmansuojelun toimintaohjelmat vuosille 2008 – 2016 (Helsingin kaupunki 2008 a, Espoon kaupunki 2008, Kauniaisten kaupunki 2008, Vantaan kaupunki 2008, YTV 2008). Helsinki on laatimassa uutta suunnitelmaa vuosille 2017 – 2024 (viite). Näissä ohjelmissa ja suunnitelmassa tavoitteena on erityisesti typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten sekä pienhiukkasten pitoisuuksien alentaminen. Esitetyt toimenpiteet kohdistuvat erityisesti liikenteen, katupölyn sekä pienpolton haittojen vähentämiseen. HSY on mallintanut Helsingin valmisteilla olevan ilmansuojelusuunnitelman toimenpiteiden vaikutuksia typpidioksidin pitoisuuksiin raja-arvon ylitysalueilla. Tulokset on esitetty suunnitelmassa (viite) ja raportti on tämän raportin liitteenä.

Helsingin seudun kunnat, Uudenmaan liitto ja HSL ovat laatineet yhteistyössä maankäyttösuunnitelman (MASU 2050). Sen lähtökohtina ovat MAL-neuvottelukunnan ja HLJ-toimikunnan laatimat MAL-visio ja – tavoitteet. Ilmanlaadun kannalta huomionarvoisia MAL-tavoitteita ovat mm. eheä, ekotehokas ja toiminnoiltaan monipuolinen yhdyskuntarakenne ja kestäviin liikkumismuotoihin pohjautuva liikennejärjestelmä. Tavoitteena on myös vähentää liikkumisen tarvetta ja liikennejärjestelmän ekotehokkuutta.

Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma (HLJ 2015) on valmisteltu kiinteässä yhteistyössä maankäyttösuunnitelman kanssa. HLJ:n tavoitteena on mm. liikenteen ympäristöhaittojen ja –kuormituksen vähentäminen, pyöräilyn houkuttelevuuden ja sujuvuuden edistäminen ja kävely-yhteyksien ja –ympäristöjen parantaminen jalankulkijoiden ehdoilla toimiviksi. (HSL 2015).

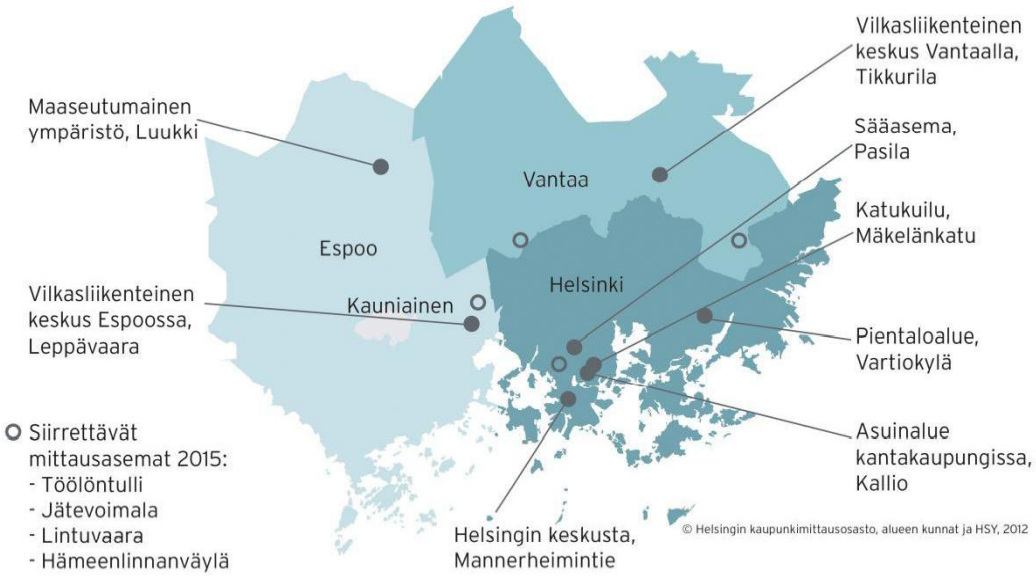
Helsingin uuden yleiskaavan perusoletuksena on, että liikennettä kehitetään erityisesti jalankulkuun, pyöräilyyn ja julkiseen liikenteeseen tukeutuen. Yleiskaavan liikenteeseen ja maankäyttöön liittyvät toimet pyrkivät parantamaan kestävien liikkumistapojen edellytyksiä. Lisäksi oletetaan, että suunnitteilla olevat yleiskaavan ulkopuoliset toimet kuten teknologian kehitys, liikenteen hinnoittelu ja liikkuminen palveluna tukevat tätä tavoitetta. (Helsingin kaupunki 2015). Yleiskaavan tavoitteena on kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen palvelutason parantaminen ja kulkutapaosuuksien lisääminen, mikä vähentäisi liikennemääriä.

Maankäyttösuunnitelman, Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelman ja Helsingin yleiskaavan tavoitteina on joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edistäminen sekä yksityisautoilun vähentäminen. Näiden tavoitteiden toteutuminen vähentää liikennemääriä, parantaa sujuvuutta ja sen myötä liikenteen päästöt vähenevät.

Ilmastosyistä kaupunkirakennetta tiivistetään ja liikkumistarpeen vähentyessä päästötkin pienenevät. Ilmanlaadun kannalta tiivistäminen kuitenkin saattaa johtaa rakenteisiin, jotka heikentävät ilmansaasteiden sekoittumista ja laimenemista ja siten heikentävät ilmanlaatua. Esimerkiksi Helsingin vilkasliikenteisten sisääntuloväylien muuttaminen kaupunkibulevardeiksi, joissa asuin- ja työpaikkarakentamista on osoitettu väylien välittömään läheisyyteen, uhkaa lisätä ruuhkautumista ja heikentää ilmanlaatua ellei autoliikenteen määrää samalla saada hillittyä.

7 Ilmanlaadun seuranta pääkaupunkiseudulla

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvatoimisin mittauksin, keräinmenetelmin, mallintamalla ja bioindikaattoreiden avulla. Lisäksi seurantaan kuuluvat päästökartoitukset. Vuonna 2015 HSY seurasi pääkaupunkiseudun ilmanlaatua monipuolisin jatkuvin mittauksin 11 kohteessa (kuva 21). Mittausasemista seitsemän on pysyviä ja neljän paikka vaihtuu kalenterivuosittain eli ne ovat siirrettäviä mittausasemia.



Kuva 21. HSY:n ilmanlaadun mittausasemat vuonna 2015.

Mittauksin selvitetään ajoneuvoliikenteen, energiantuotannon, satamatoimintojen, lentokentän ja pienpolton vaikutuksia sekä asuin- ja tausta-alueiden ilmanlaatua. HSY huolehtii sopimusperusteisesti Helen Oy:n, Vantaan Energia Oy:n sekä Fortum Power and Heat Oy:n voimalaitosten ja lämpökeskusten, Helsingin Sataman sekä Finavian ympäristölupien mukaisen ilmanlaadun velvoitetarkkailun.

Asemilla mitataan kaupunki-ilman tärkeimpien ilmansaasteiden eli hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) ja mustan hiilen (BC), hiukkasten lukumäärän sekä typenoksidien (NO_x), otsonin (O_3), rikkidioksidin (SO_2), hiilimonoksidin (CO), bentseenin ja eräiden muiden haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen (VOC) pitoisuuksia. PM_{10}-näytteistä analysoidaan lyijyn, arseenin, kadmiumin, nikkelin sekä eräiden polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) pitoisuuksia. Lisäksi mitataan säätilaa kuvaavia muuttujia (taulukko 8). Aikaisempien vuosien mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy tietoa paikkatietokartan kautta HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi

Taulukko 8. Ilmanlaadun mittausasemat ja niillä mitatut ilmansaasteet vuonna 2015.

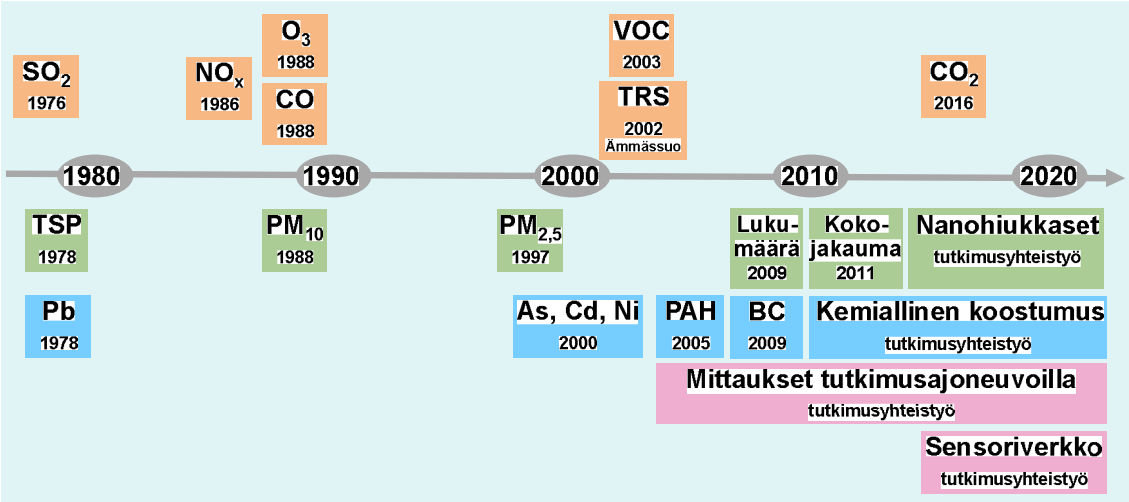
Mittausasema	Edustavuus	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NOx	SO_2	O_3	BC	CO	VOC	PAH	metallit	hiukkasten lukumäärä
Mannerheimintie	vilkasliikenteinen keskusta	x	x	x		x	x					
Mäkelänkatu	vilkasliikenteinen katukuilu	x	x	x		x	x		x	x		x
Kallio	kaupunkitausta	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Vartiokylä	pientaloalue		x	x		x				x		
Leppävaara	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x			x					
Tikkurila	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x				x	x			
Luukki	maaseutu, tausta-asema		x	x	x	x						
Jätevoimala	jätevoimalan vaikutusalue		x	x	x						x	
Töölöntulli	vilkasliikenteinen katukuilu	x	x	x			x					
Lintuvaara	pientaloalue		x	x						x		
Hämeenlinnanväylä	pääväylän vaikutusalue	x	x	x								
Hernesaari	sataman ja lämpökeskuksen vaikutusalue				x							

Ilmanlaatua pyritään mittaamaan mahdollisimman lähellä hengityskorkeutta. Käytännössä mittauskorkeus on yleensä noin neljä metriä. Liikenneympäristöjä edustavat mittausasemat on sijoitettu siten, että näytteenoton etäisyys suurista tienristeyksistä on vähintään 25 metriä ja etäisyys lähimmän ajokaistan reunasta on enintään 10 metriä.

Mittausasemat on pyritty sijoittamaan edustaviin kohteisiin. Tulosten avulla voidaan siten arvioida ilmanlaatua myös muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Vuoden 2015 mittausasemien edustavuus on esitetty taulukossa 7

Typpidioksidipitoisuuksia seurataan myös suuntaa antavalla passiivikeräinmenetelmällä. Seuranta kestää koko vuoden ja tulokset ovat hyvin vertailukelpoisia jatkuvatoimisten mittausten kanssa. Vuodesta 2004 alkaen keräyksiä on tehty noin 400 eri paikassa pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2015 seurantoja tehtiin ns. raja-arvoa valvovissa kohteissa, joissa seurantaa tehdään vuosittain, sekä useissa erityiskohteissa eri puolilla Helsingin keskustaa.

HSY:n mittausverkossa tehdään yhteistyössä tutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa ilmanlaatuun liittyvää tutkimusta ja mitataan sellaistenkin epäpuhtauksien pitoisuuksia, joille ei ole annettu raja- tai ohjearvoja. Mustan hiilen ja hiukkasten lukumäärän pitoisuusmittaukset käynnistyivät vuonna 2009. Ilmatieteen laitos ja HSY ovat MMEA-projektissa toteuttaneet vuosina 2013 – 2015 Mannerheimintiellä mittauskampanjan, jonka aikana seurattiin jatkuvatoimisesti hiukkasten koostumusta aerosolimassaspektrometrillä. HSY perusti vuoden 2015 alusta Mäkelänkadulle nk. Supersite-mittausaseman, joka mahdollistaa entistä laajemman tutkimusyhteistyön ja uusien innovatiivisten mittausmenetelmien testaamisen ja käyttöönoton.



Kuva 22. Ilmanlaadun seurantamenetelmien kehitys HSY:n mittausverkossa.

HSY:n tavoitteena ilmanlaadun seurannassa on vuoteen 2020 mennessä mm tuottaa kattava käsitys hiukkasten ominaisuuksista, lähteistä ja trendeistä (pakokaasut, katupöly ja muut lähteet). Lisäksi tavoitteena on selvittää, miten hiukkasten pitoisuudet ja ominaisuudet sekä NO_2/NO_x-pitoisuudet muuttuvat vilkasliikenteisissä ympäristöissä. HSY:n tavoitteena on myös ottaa käyttöön ilmanlaadun reaaliaikaisen tilannekuvakartta ja ilmanlaatuennuste, joiden avulla visualisoidaan keskeisten päästölähteiden aiheuttamia ilmanlaatuhaittoja pääkaupunkiseudulla (kuva 22).

8 Ilmanlaadusta tiedottaminen

Ajantasaisen ja riittävän ilmanlaatutiedon välittäminen asukkaille on ilmanlaadun seurannan keskeisiä tavoitteita. Ilmanlaatuun liittyvissä Valtioneuvoston asetuksissa (38/2011 ja 164/2007) säädetään ilmanlaatutietojen saatavuudesta ja väestölle tiedottamisesta sekä väestön varoittamisesta. Ilmanlaatutietojen on oltava yleisesti saatavilla esim. internetin, ilmanlaatupuhelimen, lehtien, radion, television tai näyttö- ja ilmoitustaulujen välityksellä.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatutiedot ovat ajantasaisesti saatavilla HSY:n verkkosivuilla (www.hsy.fi). Jatkuvatoimisten mittausten tulokset päivittyvät tunnin välein. Verkkosivuilla esitetään myös tietoja epäpuhtauksien terveys- ja muista vaikutuksista sekä yleistä tietoa ilmansuojelusta. Ilmanlaadusta tiedotetaan arkisin radiossa, tv:ssä sekä lehdistössä. Erityistilanteissa tiedotusta lisätään ja syvennetään pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelman (HSY 2010) sekä asiantuntija-arvioiden perusteella. Viestintää on kehitetty ja ilmanlaadusta viestitään päivittäin myös sosiaalisessa mediassa Twitterissä ja uutisten yhteydessä myös Facebookissa.

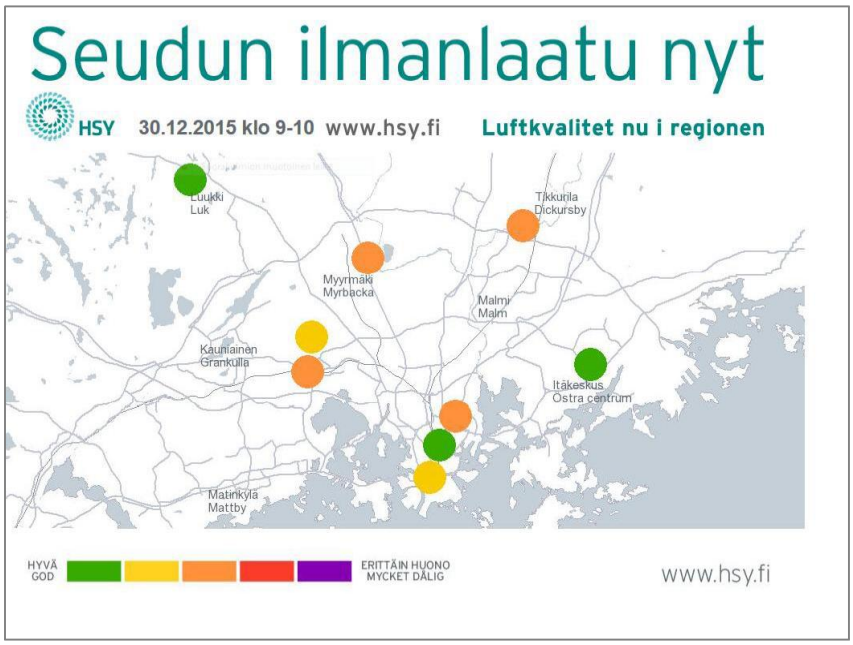
Ilmanlaatutiedon ja tiedotuksen yksinkertaistamisessa apuna käytetään ilmanlaatuindeksiä. Indeksi arvioi sanallisesti ilmansaasteiden pitoisuuksien ja niiden terveysvaikutusten välistä yhteyttä. HSY:n kehittämä indeksi jakaa ilmanlaadun viiteen luokkaan hyvästä erittäin huonoon. Ilmanlaatuindeksi kuvaa hetkellistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje-, raja-, kynnys- ja tavoitearvoihin sekä tunnettuihin terveysvaikutuksiin. Indeksi on lähinnä terveysperusteinen, mutta sen sanallisessa luonnehdinnassa otetaan huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia (taulukko 9) Indeksin kehittämisessä on käytetty Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen asiantuntemusta.

Taulukko 9. Taulukko. Ilmanlaatuindeksin luonnehdinnat.

Ilmanlaatu	Välittömät terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
Hyvä	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
Tyydyttävä	hyvin epätodennäköisiä	-"-
Välttävä	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä
Huono	mahdollisia herkillä yksilöillä	-"-
Erittäin huono	mahdollisia herkillä väestöryhmillä	-"-

Indeksi lasketaan tunneittain jokaiselle mittausasemalle ja niille ilmansaasteille, joita kyseisellä asemalla mitataan. Indeksissä ovat mukana rikkidioksidin, typpidioksidin, hiilimonoksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja otsonin pitoisuudet. Jokaiselle epäpuhtaudelle lasketaan pitoisuuksien perusteella indeksi, joista korkein määrää mittausaseman ilmanlaatuindeksin arvon. Suomessa käytössä oleva indeksi eroaa ulkomaisista ilmalaatuindekseistä sekä laskentatavan että pitoisuusrajojen osalta.

Yleisölle tarkoitettuja ilmanlaatunäyttöjä (kuvat 23) on runsaasti eri puolilla pääkaupunkiseutua esim. raitiovaunuissa ja metrossa sekä HSL:n aikataulunäytöillä Espoossa ja Vantaalla.



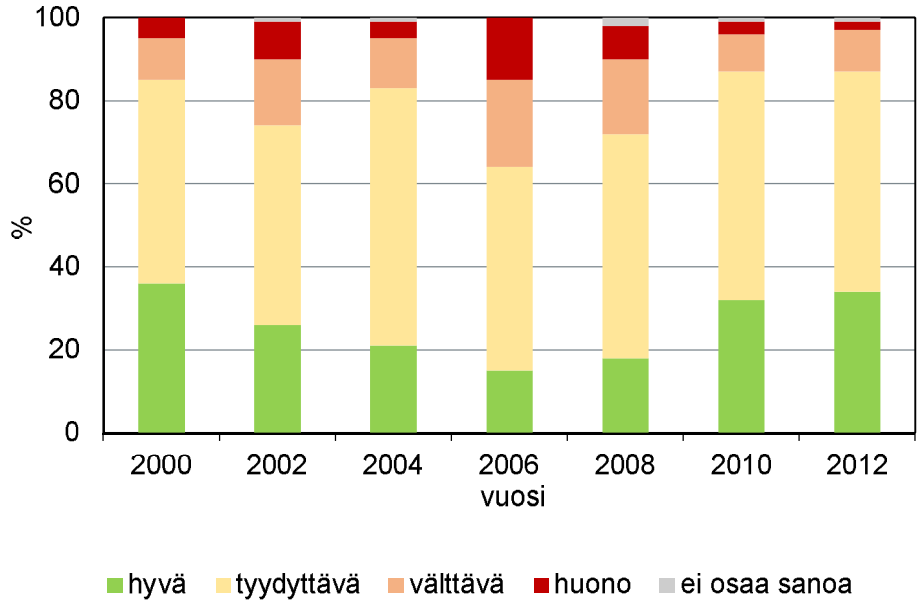
Kuva 23. Esimerkki ilmanlaatunäytön sisällöstä.

Vuosittain julkaistaan katsaus ilmanlaadusta, päästöistä, niiden kehittymisestä ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Neljännesvuosittain julkaistaan suppea katsaus ilmanlaadun mittaustuloksista. HSY laatii ilmanlaatuun liittyviä esitteitä ja valistusaineistoja yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Asukkaille on tehty oppaita katupölyn haitoista ja torjunnasta sekä tulisijan päästöihin vaikuttamisesta. Urbaani puuvaja-hankkeessa tuotetaan myös paremmista tulisijankäyttötavoista lehtisiä, joita nuohoojat ja omakotiyhdistykset jakavat, sekä lyhyitä videoita.

9 Asukkaiden näkemyksiä ilmanlaadusta

9.1 Asukkaiden arvioita ilmanlaadusta

Pääkaupunkiseudun asukkailta on kysytty arviota ilmanlaadusta vuosina 2000 - 2012 kahden vuoden välein gallup-tutkimuksina. Tuoreimmassa, vuonna 2012 tehdyssä kyselyssä ilmanlaatua piti hyvänä kolmannes haastatelluista. Kaksi prosenttia haastatelluista piti ilmanlaatua huonona (Nurmela 2012). Hyvän osuus oli jälleen vuoden 2000 tasolla välillä tapahtuneen notkahduksen jälkeen (kuva 24).



Kuva 24. Asukkaiden arviot pääkaupunkiseudun ilmanlaadusta vuosina 2000 - 2012.

Valtaosa eli yli 80 % vuonna 2012 vastanneista piti ilmansaasteita kuitenkin häiritsevinä. Eniten häiritsevinä pidettiin katupölyä ja liikenteen pakokaasuja (71 ja 50 % vastanneista). Pientalojen tulisijojen savut koki häiritseviksi 4 % vastanneista. Vastaavasti eniten oireita koettiin saatavan katupölystä ja liikenteen pakokaasuista. Haastatelluista vajaa kolmannes oli ilmansaasteiden takia välttänyt joitakin paikkoja ja 16 prosenttia oli muuttanut liikkumistapojaan. 14 prosenttia oli rajoittanut ajoittain omaa ulkona liikkumistaan tai välttänyt voimakasta rasitusta ulkona huonon ilmanlaadun vuoksi. 13 prosenttia ei ollut voinut pitää ikkunoita kunnolla auki ja 10 prosenttia ei ollut kyennyt oleilemaan pihalla tai parvekkeellaan.

Keväällä 2006 tehdyssä kyselyssä ilmanlaatu arvioitiin heikommaksi kuin sitä edeltävinä tai sitä seuraavina vuosina. Vuonna 2006 oli hankala kevätpölykausi ja pääkaupunkiseudulle kulkeutui samaan aikaan pienhiukkasia maan rajojen ulkopuolelta. Myös VR:n makasiinien palo Helsingin keskustassa herätti huomiota. Myöhemmin samana vuonna lähialueiden metsäpalosavut kulkeutuivat myös pääkaupunkiseudulle, mutta nämä eivät ehtineet vaikuttaa keväällä tehtynä kyselyaikana. Kaikesta huolimatta yli 60 % vastanneista piti ilmanlaatua hyvänä tai tyydyttävä.

Vuoden 2006 jälkeen ilmanlaatu on ollut parempi ja kevätpölykaudet helpompia. Ilmanlaatua hyvänä tai tyydyttävänä pitävien osuus onkin kasvanut lähelle 90 prosenttia vastanneista. Vain kaksi

prosenttia arvioi ilmanlaadun huonoksi keväällä 2012, kun huonoksi arvioivien osuus oli peräti 15 % keväällä 2006.

9.2 Asukkaiden ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen

Pääkaupunkiseudulla on tehty myös tutkimuksia asukkaiden ympäristöasenteista ja omasta ympäristökäyttäytymisestä. Helsingissä tutkimus on tehty viisi kertaa vuodesta 1989 alkaen. Vantaalla selvityksiä on tehty neljä kertaa vuosina 1978, 1991, 1997 ja 2009 sekä Espoossa vuosina 2007 ja 2014. Tutkimukset koskivat eri ympäristönsuojelun osa-alueita eivätkä ole vertailukelpoisia keskenään erilaisesta kysymystenasettelusta johtuen.

Helsingin viimeisimmän, vuonna 2011 tehdyn kyselyn painopistealueita olivat kaupungin strategian mukaisesti liikenne, ilmastonmuutos ja Itämeren suojelu (Hakkarainen ja Koskinen 2011). Tulosten mukaan työttömyyden vähentämisen ohella ympäristönsuojelu koettiin toiseksi tärkeimmäksi yhteiskunnalliseksi tavoitteeksi. Yli puolet vastaajista oli sitä mieltä, että Helsinki on onnistunut hyvin julkisen liikenteen järjestelyissä. Ilmanlaatu oli hoidettu hyvin runsaan viidenneksen mielestä ja huonosti noin joka kymmenennen vastaajan mielestä. Ympäristönsuojelumäärärahoista ilmanlaatu olisi saanut viidenneksen, vesistöjen tilan parantamisen kannatus oli pari prosenttia suurempi.

Helsinkiläisten, erityisesti naisten, ympäristöasenteet olivat edelleen hyvin myönteisiä. Tämä myös näkyi naisten ostopäätöksissä, ilmastonmuutosta hillitsevissä toimenpiteissä ja autoilua hillitsevien keinojen kannatuksessa. Toisaalta, kyselyssä mitattu ympäristökäyttäytyminen, kuten auton omistaminen ja lentäminen, ei ollut yhteydessä ympäristöasenteisiin vaan tuloihin. Ympäristönsuojelun kannatus ei näkynyt siten, että helsinkiläiset olisivat vähentäneet esim. vapaa-ajan lentomatkoja. Niitä tehtiin, jos niihin oli varaa.

Autoilun vähentämiseen tähtäävää toimintaa tuettiin asennetasolla, mutta ympäristökäyttäytymistä ei oltu yhtä valmiita muuttamaan. Moottoriajoneuvojen vähentämiskeinoista enemmän kannatusta saivat kevyen ja julkisen liikenteen kehittäminen. Vähemmän suosiota taas saivat keinot, joilla autoilua hankaloitetaan. Ruuhkamaksujen käyttöönottoa kannatti noin 40 % vastanneista ja noin 20 % vastanneista ei ottanut kantaa sen puolesta tai vastaan. Pyöräilyolosuhteiden parantamista kannatettiin hyvin voimakkaasti.

Myös vantaalaiset suhtautuivat ympäristönsuojeluun vuonna 2009 hyvin myönteisesti (Kristiansson 2011). Neljä viidestä kyselyyn vastanneesta oli sitä mieltä, että ympäristönsuojelu tulisi asettaa etusijalle, vaikka talous kärsisi. Ympäristönsuojeluun panostaminen oli työttömyyden torjunnan jälkeen toiseksi tärkein yhteiskunnallinen kysymys.

Vantaan ilmanlaatua pidettiin yleisesti hyvänä. Runsas puolet vastaajista ilmoitti ilmanlaadun olevan erittäin tai melko hyvä. Keskinkertaiseksi ilmanlaadun arvioi kaksi viidestä vastaajasta ja erittäin tai melko huonoksi harvempi kuin joka kymmenes vastaaja. Maailmanlaajuisista ympäristöongelmista viisi suurinta huolenaihetta olivat ilman saastuminen, vesien laadun heikkeneminen, jätemäärien kasvu, elinympäristön kemikalisoituminen ja luonnonvarojen ehtyminen.

Yleisin syy oman auton käyttöön oli vantaalaisvastaajilla se, että auto oli käytössä. Muina syinä mainittiin joukkoliikennematkojen hitaus, matkalippujen kalleus ja arjen rutiinien vaikeutuminen. Lii-

kennepoliittisista keinoista suosituimpia olivat joukkoliikenteen hintojen tuntuva alentaminen, kevyen liikenteen verkon kehittäminen ja pyöräilyn tukeminen verokeinoin. Ruuhkamaksujen käyttöönottoa kannatti vajaat 40 % vastanneista.

Espoolaiset kokivat vuonna 2013 liikenteen kasvun sekä kemikaalien aiheuttaman ympäristön pilaantumisen pahimmiksi paikallisesti ympäristön tilaa heikentäviksi tekijöiksi (Miettinen 2014). Maailmanlaajuisesti pahimpina ongelmina pidettiin ilmansaasteita, jätemäärän kasvua ja ilmastonmuutosta. Suurin osa vastanneista oli valmis tarvittaessa tinkimään omasta elintasostaan ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Vain työpaikkojen lisääminen koettiin rahanjakokysymyksessä ympäristönsuojelua tärkeämmäksi.

Parhaana keinona yksityisautoilun vähentämiseksi pidettiin julkisen liikenteen kehittämistä ja houkuttelevuuden parantamista. Lähes yhtä usein kannatettiin kävelyn ja pyöräilyn mahdollisuuksien parantamista. Liikenteen ruuhkamaksujen käyttöönottoa piti erittäin tai jonkin verran kannatettavana lähes 60 % vastanneista.

10 Ilmanlaatu eräissä Euroopan kaupungeissa

10.1 Tukholma

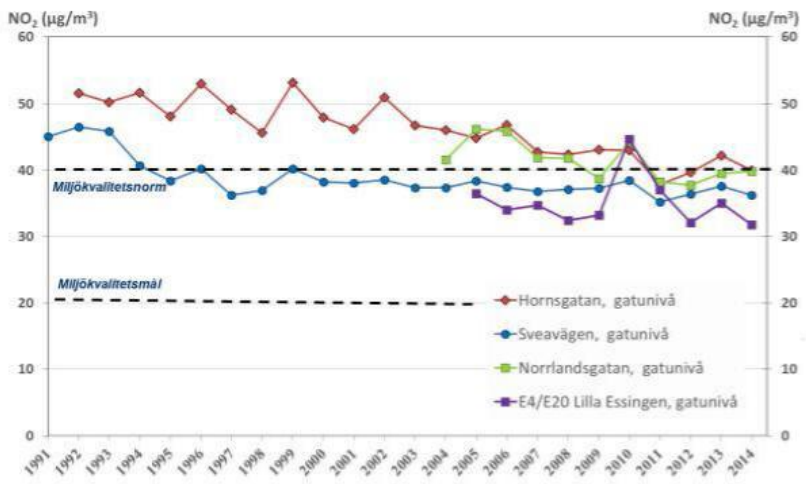
Tukholmassa ilmanlaatua seurataan mittauksin, mallintamalla ja päästökartoituksia hyödyntäen. Ilmanlaadun mittausasemia on Tukholman alueella kuusi ja lisäksi on alueellinen tausta-asema Norrtäljen kunnassa sekä sääasema. Hornsgatanilla ja Sveavägenillä, jotka edustavat liikenneympäristöjä, mittauksia tehdään kadun kummallakin puolella, Hornsgatanilla lisäksi kattotasolla. Torkel Knutssoninkadulla mittauksia tehdään vain kattotasolla eli se edustaa kaupunkitaustaa. Lilla Essingenin mittausasema on niin ikään liikenneasema: se sijaitsee E4/E20 moottoritien reunassa (liikennemäärä 130 000 ajoneuvoa vuorokaudessa) ja lisäksi on alueellinen tausta-asema Norrtäljen alueella sekä sääasema. Myös Norrlandsgatanin asema edustaa liikenneympäristöä. Kanaanin alueellisella tausta-asemalla seurataan vain typpidioksidin pitoisuuksia passiivikeräimellä sekä märkälaskeumaa.

Ruotsissa ovat voimassa EU:n raja-, ohje- ja tavoitearvot, mutta sen lisäksi on kansallisia ympäristön laatunormeja (miljökvalitetsnormer) ja ympäristötavoitteita (miljömål), jotka ovat EU:n raja-arvoja tiukempia. Tässä tarkastellaan vain EU:n raja-arvojen ylittymistä. Teksti pohjautuu Tukholman ilmanlaadun vuosiraporttiin (SLB-analys 2015).

Pitkällä aikavälillä Tukholman ilmanlaatu on parantunut huomattavasti, ja useimpien ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat laskeneet. Bentseenin, bentso(a)pyreenin, rikkidioksidin, lyijyn, arseenin, kadmiumin, nikkelin, hiilimonoksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet ovat alle raja-arvojen ja Ruotsin kansallisten ympäristön laatunormien. Liikenteen tiukentuneet päästönormit, teollisuuden päästöjen väheneminen, kaukolämmön käytön lisääntyminen, puhtaampien polttoaineiden ja ajoneuvojen yleistyminen, ruuhkamaksut sekä nastarenkaiden käytön kieltäminen Hornsgatanilla ovat myötävaikuttaneet ilmanlaadun parantumiseen.

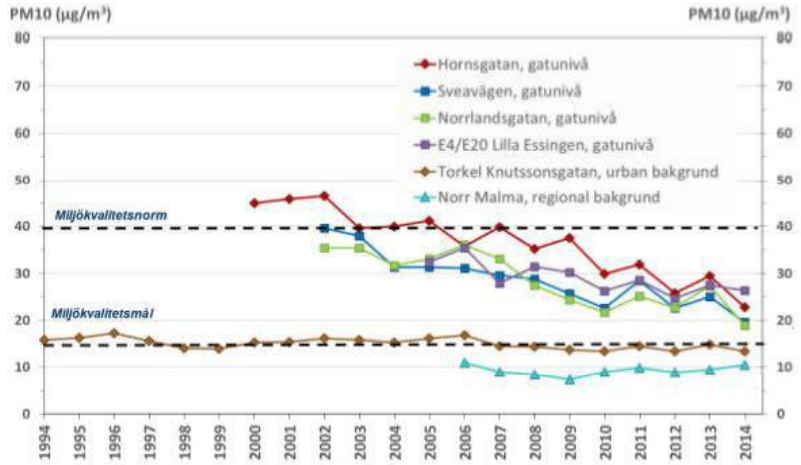
Typpidioksidin pitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä laskeneet, mutta viime vuosina lasku on tasaantunut ja pitoisuudet ylittävät paikoin EU:n raja-arvon. Liikenteen päästöt ovat tärkein tekijä raja-arvojen ylittymisessä. Pitoisuuslaskun tasaantumisen arvioidaan johtuvan dieselajoneuvojen osuuden kasvusta, kuten Suomessakin.

Vuonna 2014 EU:n vuosiraja-arvo typpidioksidille ylittyi niukasti liikenneasemalla Hornsgatanilla, jossa vuosipitoisuus oli kadun pohjoispuolella 41 µg/m^3. Kadun eteläpuolella pitoisuus oli 39 µg/m^3. Norrlandsgatanilla vuosipitoisuus sivusi raja-arvoa eli oli 40 µg/m^3. Tuntiraja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla ja kaikki tuntipitoisuudet olivat alle 200 µg/m^3. Kuvassa 25 on esitetty pitoisuuksien kehitys katutasolla liikenneasemilla.

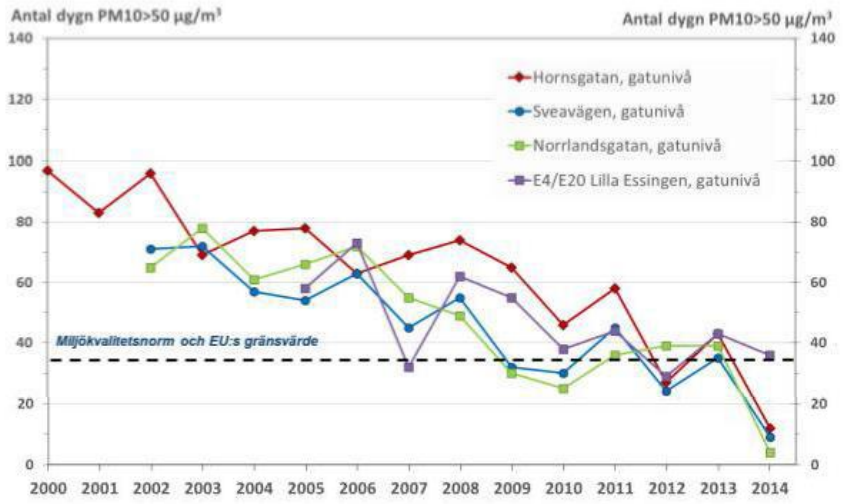


Kuva 25. Typpidioksidipitoisuuksien kehittyminen Tukholman ilmanlaadun liikenneympäristöä edustavilla mittausasemilla. Hornsgatanin ja Sveavägenin pitoisuudet ovat kadun kummallakin puolella tehtyjen mittausten keskiarvoja (SLB-analys 2015).

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat Tukholmassa vuonna 2014 EU:n vuosiraja-arvon alapuolella ja vaihtelivat liikenneasemilla välillä 19 – 26 µg/m^3. EU:n vuorokausiraja-arvotason (50 µg/m^3) ylityksiä oli liikenneasemilla 4 – 36. Vuorokausiraja-arvo ylittyi E4/E20 valtatien varrella. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa on selvästi laskeva trendi, ja vuodesta 2006 lähtien olleet yleisesti vuosiraja-arvon alapuolella (kuva 26). Vuorokausiraja-arvo puolestaan ylittyy edelleen, joskin ylityspäivien määrä on vuodesta 2000 selvästi vähentynyt.



Kuva 26. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet Tukholman mittausasemilla vuosina 1994 – 2014 (SLB-analys 2015).



Kuva 27. Vuorokausiraja-arvotason ylityspäivien lukumäärät Tukholman liikenneasemilla katutasolla vuosina 2000 – 2014 (SLB-analys 2015).

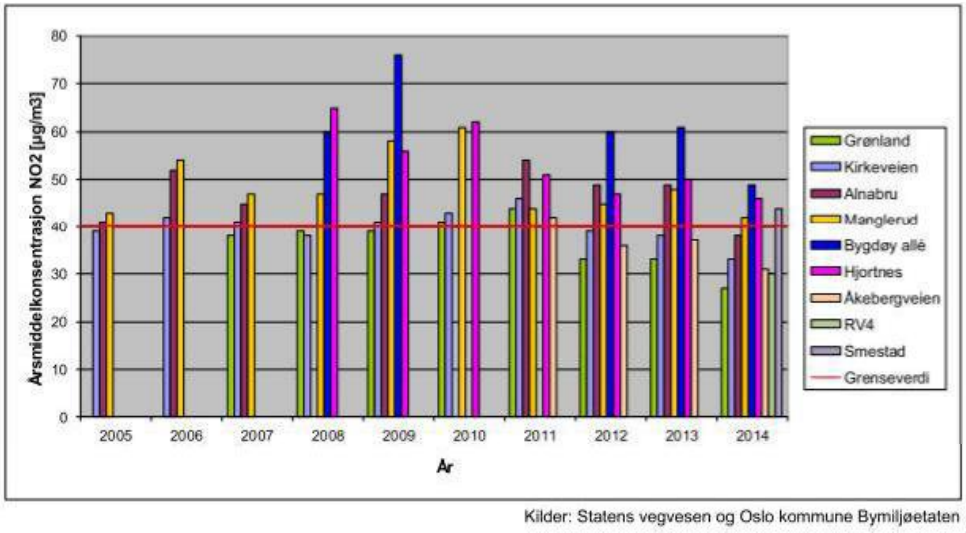
Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien laskuun on useita syitä: Yksi tärkeimpiä syitä oli nastarenkaiden osuuden lasku 70 %:sta 30 %:iin Hornsgatanilla ja noin 40 – 50 %:iin muualla keskikaupungilla. Nastarenkaiden käyttö väheni jo ennen Horgnsgatanin nastarengaskieltoa vuonna 2010 nastarenkaiden käytön haittoja koskevan tiedotuskampanjan ansiosta. Kiellon myötä nastarenkaiden käyttö väheni edelleen, mutta viime vuosina nastarenkaiden osuus on pysynyt lähes vakiona. Muita laskuun vaikuttaneita tekijöitä ovat olleet entistä tehokkaampi pölynsidonta ja katujen puhdistus. Vuoden 2016 alusta Tukholma korottaa ruuhkamaksuja, millä saattaa olla suotuisa vaikutus ilmanlaatuun, jos se johtaa liikennemäärien vähentymiseen. (SLB-analys 2015).

Vuonna 2014 pienhiukkasten vuosipitoisuudet olivat Tukholman mittausasemilla välillä 5 – 8 µg/m^3, eli selvästi EU:n raja-arvon (25 µg/m^3) sekä WHO:n ohjearvon (10 µg/m^3) alapuolella. Pitoisuudet ylittivät WHO:n vuorokausiohjearvon (25 µg/m^3) ja ylityspäiviä oli 5 – 6. Pienhiukkasten pitoisuudet ovat laskusuunnassa, minkä arvioidaan johtuvan kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten määrän vähenemisestä. Myös WHO:n vuorokausiohjearvon ylitysten määrä on selvästi vähentynyt 2000-luvulla. (SLB-analys 2015).

10.2 Oslo

Oslossa on 12 ilmanlaadun mittausasemaa. Näistä kahdeksan edustaa liikenneympäristöjä ja neljä kaupunkitaustan olosuhteita. Lisäksi käytössä on yksi meteorologinen asema. Ilmanlaadun mittauksista huolehtivat Oslon kaupunki ja valtion tiehallinto yhteistyössä. Norjan ilmanlaatunormit vastaavat EU:n normeja, mutta hiukkasten raja-arvoja on ehdotettu tiukennettavaksi vuonna 2016. Tämä raportti pohjautuu Oslon ilmanlaadun vuosiraporttiin 2014 (Oslo kommune 2015).

Typpidioksidin pitoisuudet ovat Oslossa korkeita ja vuosiraja-arvo ylittyi vuonna 2014 useilla mittausasemilla (kuva 28). Pitoisuudet olivat kuitenkin hieman matalampia kuin aiempina vuosina.



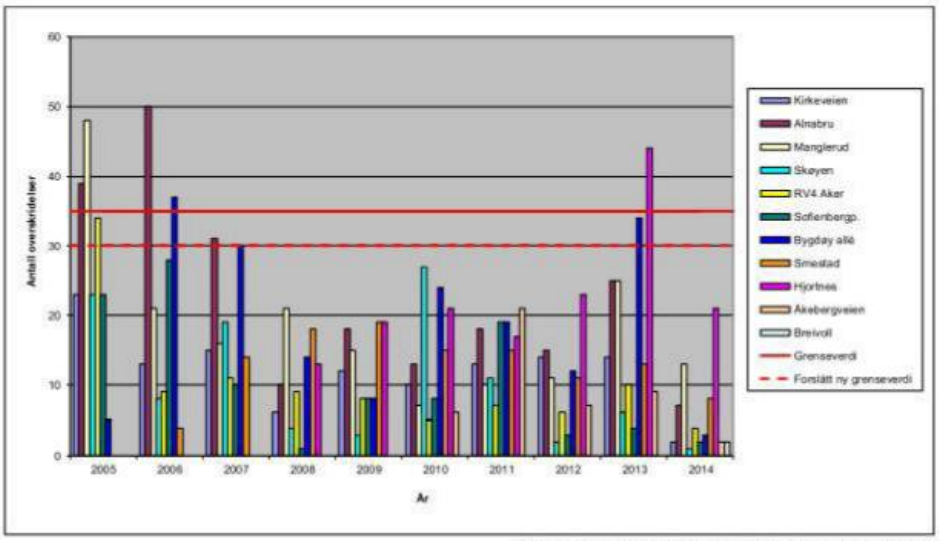
Kuva 28. Typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot Oslon mittausasemilla vuosina 2005 – 2014 (Oslo kommune 2015).

Typpidioksidin tuntipitoisuudet pysyivät vuonna 2014 ensi kertaa vuoden 2008 jälkeen tuntiraja-arvon alapuolella. Esimerkiksi vuosina 2009 – 2011 ylityksiä oli useilla mittausasemilla huomattavasti yli 18, vuonna 2010 Manglerudin mittausasemalla jopa 220 tuntia.

Typpidioksidin pitoisuudet ovat pysyneet melko vakaina viime vuosina. Pitoisuudet ovat korkeita erityisesti vilkasliikenteisillä alueilla. Pääsyynä tilanteeseen pidetään dieselajoneuvojen lisääntynyttä osuutta autokannassa.

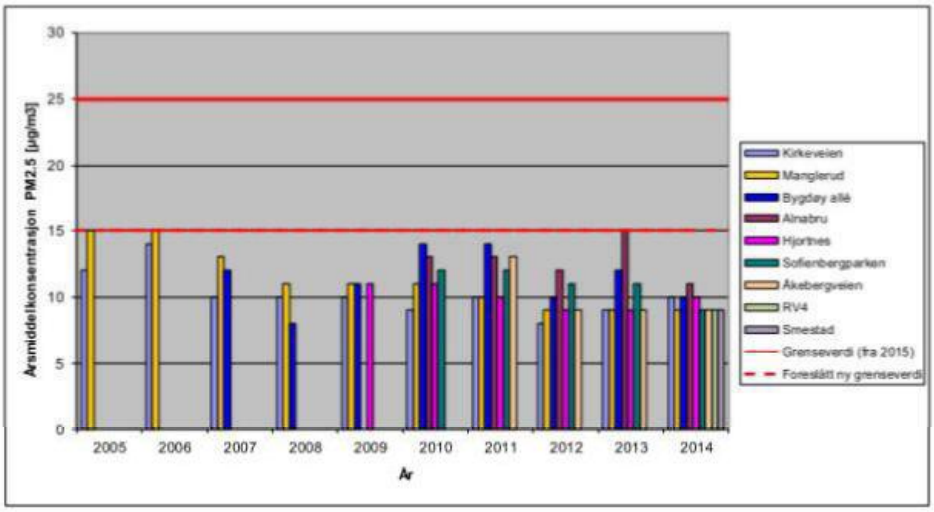
Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet ovat vuosina 2005 – 2014 pysyneet raja-arvon alapuolella. Pitoisuudet olivat vuonna 2014 keskimäärin hieman edellisvuotta matalampia, mikä johtui siitä, että vuosi 2014 oli edellisvuotta lämpimämpi ja sateisempi. Sekä puunpolton hiukkasia että katupölyä oli siten tavallista vähemmän. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ole ylittäneet myöskään vuorokausiraja-arvoa vuoden 2006 jälkeen lukuun ottamatta vuotta 2013, jolloin raja-arvo ylittyi yhdellä mittausasemalla (kuva 29). Pienhiukkasten pitoisuudet ovat Oslossa selvästi EU:n raja-arvon alapuolella (kuva 30).

Oslon ja tiehallinnon toimenpiteet, nastarengasmaksu, nopeusrajoitukset ja teiden kastelu magnesiumkloridiliuoksella, ovat jossain määrin tehonneet ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat laskeneet. Jotta raja-arvojen ylityksiltä jatkossa vältyttäisiin, tarvitaan vielä lisätoimenpiteitä.



Kilder: Statens vegvesen og Oslo kommune Bymiljøetaten

Kuva 29. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylitysten lukumäärät Oslon mittausasemilla vuosina 2005 – 2014. Punaisella viivalla on merkitty raja-arvo (35 ylitystä) ja katoviivalla Norjassa ehdotettu uusi raja-arvo (30 ylitystä) (Oslo kommune 2015).



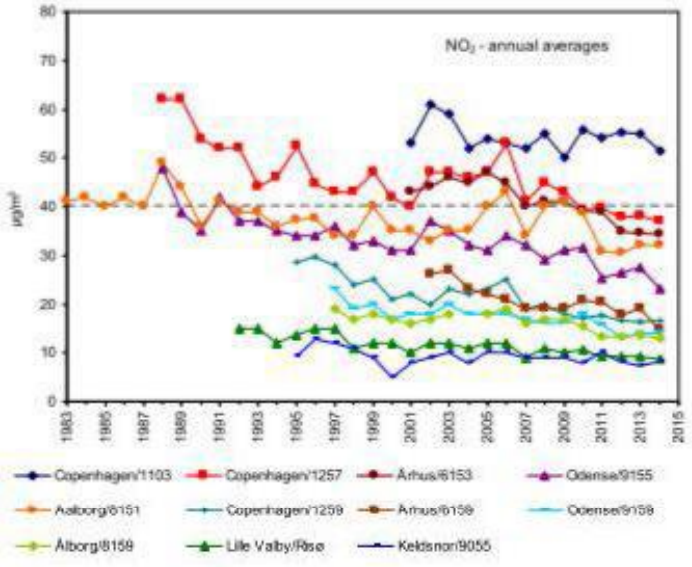
Kuva 30. Pienhiukkasten vuosipitoisuudet Oslon mittausasemilla vuosina 2005 – 2014. Punaisella katkoviivalla on merkitty Norjassa ehdotettu uusi raja-arvo (15 µg/m^3) (Oslo kommune 2015).

Vuonna 2014 ESA, EFTA:n valvontaelin haastoi Norjan EFTA:n tuomioistuimeen raja-arvojen ylittymisen ja puutteellisten ilmansuojelusuunnitelmien vuoksi. Vuonna 2014 laadittiin uusi ilmansuojeluselvitys Osloa ja Baerumin kuntaa koskien vuosille 2015 - 2020. Selvityksessä arvioitiin mm., että typpidioksidin päästöjä tulee vähentää 50 – 60 %, jotta raja-arvo voitaisiin saavuttaa. Tämä vaatii tehokkaita toimenpiteitä, kuten liikennemäärien vähentämistä 20 %, sähkö- ja plug-in –hybridiautojen määrän lisäämistä autokannassa, alhaisempia nopeusrajoituksia pääteille sekä satamien päästöjen vähentämistä (Oslo kommune ym. 2014). Oslo on myös laatinut varautumissuunnitelman episoditilanteiden varalle

10.3 Kööpenhamina

Kööpenhaminassa on kolme ilmanlaadun mittausasemaa, joista kaksi edustaa liikenneympäristöjä (H.C. Andersens Bulevard ja Jagtvej) ja yksi kaupunkitaustaa. Lisäksi yhdellä väliaikaisella mittausasemalla seurataan polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksia esikaupunkialueella puunpolton vaikutusten arvioimiseksi. Mittauksia täydennetään THOR mallijärjestelmällä laadituilla mallilaskelmilla. Tässä esitetyt tulokset perustuvat Tanskan ilmanlaadun vuoden 2014 raporttiin (Ellerman ym. 2015).

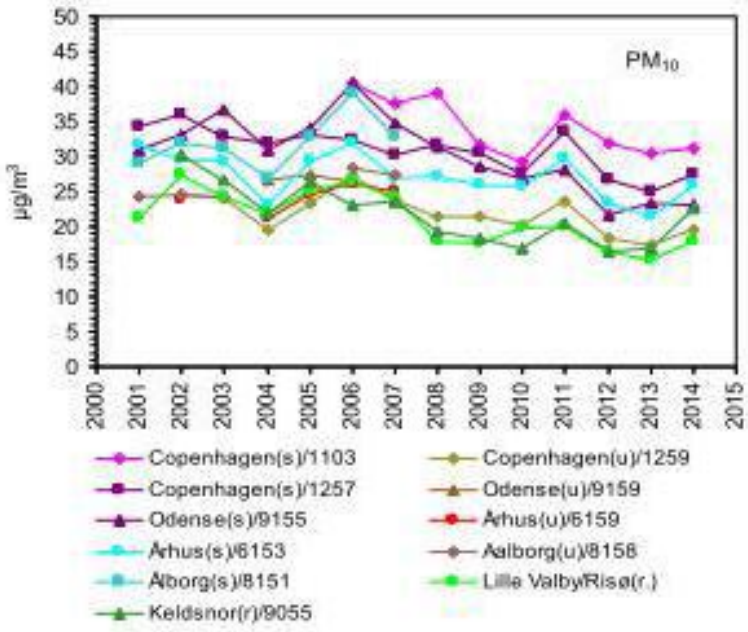
Typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi vuonna 2014 Kööpenhaminassa H.C. Andersens Bulevardilla, jossa vuosipitoisuus oli 51 µg/m^3. Kööpenhaminan Jagtvejllä vuosipitoisuus oli lähellä raja-arvoa eli 37 µg/m^3. Kaupunkitausta-asemalla vuosipitoisuus oli 16 µg/m^3. 2000-luvulla raja-arvo on ylittynyt joka vuosi H.C. Andersens Bulevardilla ja Jagtvejlläkin useimpina vuosina (kuva 31). Tuntiraja-arvo ei vuonna 2014 ylittynyt millään mittausasemalla.



Kuva 31. Typpidioksidin vuosipitoisuudet Tanskan mittausasemilla vuosina 1983 – 2013 (Ellerman ym. 2015).

Typpidioksidin pitoisuudet ovat viimevuosina olleet laskusuunnassa, mutta lasku on ollut hitaampaa kuin typpimonoksidilla. Typenoksidien pitoisuudet ovat laskeneet ajoneuvojen tiukentuneiden päästönormien myötä. Typpidioksidin typpimonoksidia hitaampi lasku puolestaan on osaksi seurausta dieselajoneuvojen osuuden lisääntymisestä autokannassa.

Tanskassa hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset aloitettiin vasta vuonna 2001, H.C. Andersen Boulevardilla vuonna 2006. Sitä ennen mitattiin kokonaisleijumaa. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet olivat Kööpenhaminassa vuonna 2014 välillä 19 – 30 µg/m^3, eli alle vuosiraja-arvon. Myöskään vuorokausiraja-arvo ei ylittynyt, ylityspäiviä oli H.C. Andersens Boulevardilla 26 ja Jagtvejllä 23 kpl. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa (kuva 32).



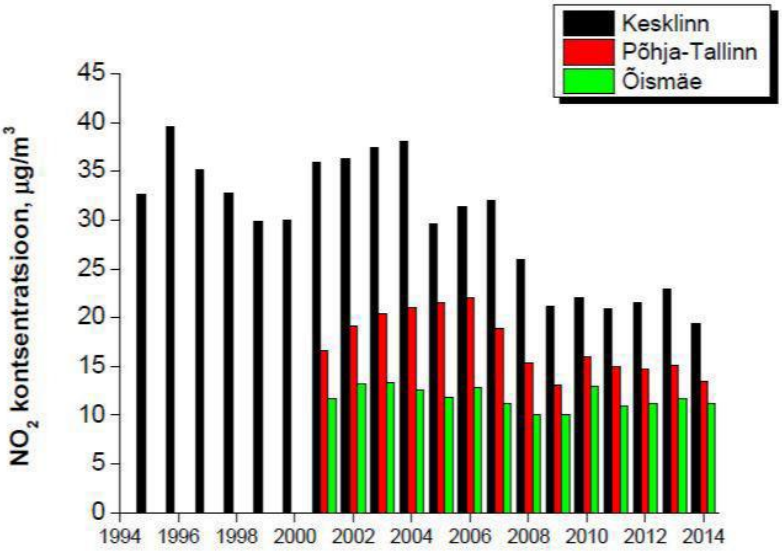
Kuva 32. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet Tanskan mittausasemilla vuosina 2001 – 2014.

Pienhiukkasten pitoisuusmittaukset aloitettiin Kööpenhaminassa H.C. Andersen Bulevardilla vuonna 2007 ja muilla mittausasemilla vuonna 2008. Vuonna 2014 pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot olivat liikenneasemilla 18 ja 17 µg/m^3 ja kaupunkitausta-asemalla 13 µg/m^3. Alueellinen taustapitoisuus oli 12 µg/m^3. Pienhiukkasten pitoisuuksissa on havaittavissa lievästi laskeva trendi, joskin se on mittaussarjojen lyhyyden vuoksi epävarma. (Ellerman ym. 2015).

10.4 Tallinna

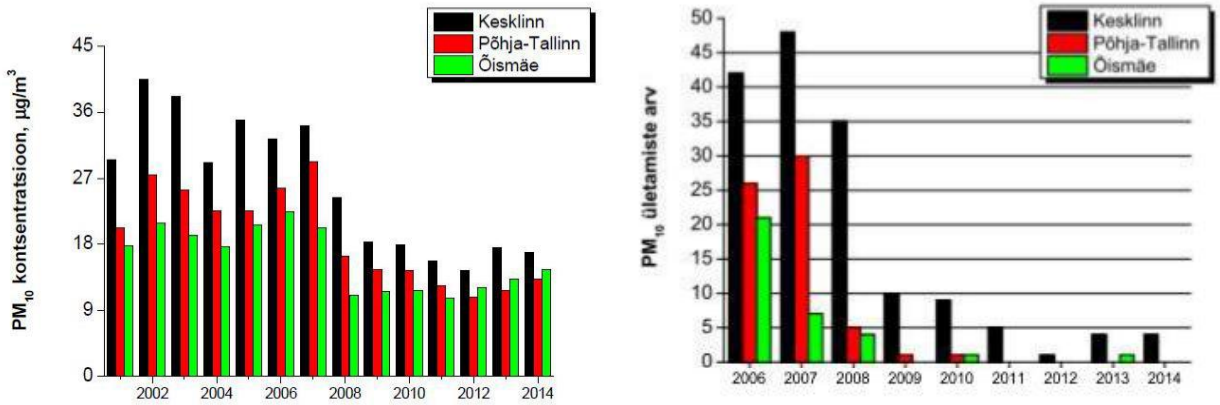
Tallinnassa seurattiin vuonna 2014 ilmanlaatua kolmella mittausasemalla, joista yksi edustaa liikenneympäristöä, yksi teollisuusympäristöä ja yksi kaupunkitaustaa. Liikenneympäristöä edustavan mittausaseman paikka vaihtui vuonna 2005. Tässä esitetyt tulokset perustuvat Viron ilmanlaadun vuoden 2014 raporttiin (Saare ym. 2015).

Typpidioksidin pitoisuudet eivät Tallinnassa ylittäneet raja-arvoja. Korkeimmat tuntipitoisuudet olivat eri mittausasemilla välillä 111 - 132 µg/m^3. Pitoisuudet ovat vuoden 2006 jälkeen olleet lievästi laskusuunnassa parantuneen autotekniikan, ml. katalysaattorit, ansiosta (kuva 33).



Kuva 33. Typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot Tallinnassa vuosina 1994 – 2014. Keskustan (Kesklinn) mittausaseman paikka vaihtui vuonna 2005. (Saare ym. 2015).

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet pysyivät vuonna 2014 Tallinnassa raja-arvojen alapuolella. Pitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa (kuva 34). Vuosina 2006 ja 2007 vuorokausiraja-arvo ylittyi Tallinnan keskustan mittausasemalla, mikä aiheutui alueella tehdyistä rakennustöistä. Vuonna 2014 raja-arvotason ylityspäiviä oli keskustassa neljä, muilla mittausasemilla ei yhtään. Hengitettävien hiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet vaihtelivat välillä 42 – 75 µg/m^3 ja korkeimmat tuntipitoisuudet välillä 92 – 260 µg/m^3.



Kuva 34. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot (vasemmalla) ja vuorokausiraja-arvotason ylitykset (oikealla) Tallinnassa vuosina 2002 – 2014. Keskustan (Kesklinn) mittausaseman paikka vaihtui vuonna 2005.

Vuodesta 2006 alkaen kaupunkitaustaa edustavalla mittausasemalla on mitattu myös pienhiukkasten pitoisuuksia. Vuosikeskiarvo vuonna 2014 oli 8,3 µg/m^3 ja korkeimmat tunti- ja vuorokausipitoisuudet 71 ja 41 µg/m^3 vastaavasti.

11 Lähdeluettelo

Aarnio, P., Niemi, J., Koskentalo, T., Kousa, A., Myllynen, M. 2008. Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla. Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV. YTV:n julkaisuja 11/2008.

Ahtoniemi P., Tainio M., Tuomisto J., ym. 2010. Health risks from nearby sources of fine particulate matter: Domestic wood combustion and road traffic (PILTTI). Report, National Institute for Health and Welfare (THL), 3/2010.

Airola, H., Myllynen, M. 2015. Ilmanlaatu maankäytön suunnittelussa. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Opas 2/2015. ISBN 978-952-314-243-5. Saatavilla: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-244-2.

Chafe, Z., Brauer, M., Heroux, M-E, Klimont, Z, Lanki, T., Salonen, R.O., Smith, K.R. 2015. Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America. http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/residential-heating-with-wood-and-coal-health-impacts-and-policy-options-in-europe-and-north-america

EEA 2016. Explaining road transport emissions. A non-technical guide. European Environment Agency. Saatavilla http://www.eea.europa.eu/publications/explaining-road-transport-emissions

EEA (European Environment Agency) 2015. Air quality in Europe — 2015 report. EEA report No 5/2015. Copenhagen, Denmark.

EEA (European Environment Agency) 2014. Air quality in Europe — 2014 report. EEA report No 5/2014. Copenhagen, Denmark.

Ellerman, T., Nøjgaard, J., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Jensen, S. 2015. The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2014. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 162. Saatavilla http://dce2.au.dk/pub/SR162.pdf

ESCAPE 2012: http://www.escapeproject.eu/

Espoon kaupunki 2008. Espoon kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma vuosille 2008–2016. Ympäristökeskuksen monistesarja 4/2008.

EU komissio 2015 a. Komission asetus (EU) 2015/1185 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöön panemisesta kiinteää polttoainetta käyttävien paikallisten tilalämmittimien ekologista suunnittelua koskevien vaatimusta osalta.

EU komissio 2015 b. Komission asetus (EU) 2015/1189 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöön panemisesta kiinteän polttoaineen kattiloiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusta osalta.

EU komissio 2015 c. Commission welcomes Member States' agreement on robust testin of air pollution emissions by cars. European Commission Press Releases 28.10.2015. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-5945_en.htm

Fortum Power and Heat Oy 2015. Sähköpostiviesti 15.12.2015. Ahonen. T.

Hakkarainen, T., Koskinen, J. 2011. Helsinkiläisten ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen vuonna 2011. Helsingin kaupungin tietokeskus, tutkimuksia 2011:3.

Helen Oy 2015. Sähköpostiviesti 13.11.2015. Häyrinen, A.

Helsingin kaupunki 2015 a. Helsingin tila ja kehitys 2015. Helsingin kaupunki, tietokeskus.

Helsingin kaupunki 2015 b. Helsingin yleiskaava. yleiskaava – Selostus, Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosaston selvityksiä 2015:7.

Helsingin kaupunki 2014 a. Helsingin tilastollinen vuosikirja 2014. Helsingin kaupunki, tietokeskus.

Helsingin kaupunki 2014 b. Kaupunkibulevardien ilmanlaatuselvitys. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2014:29.

Helsingin kaupunki 2008 a. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008 – 2016. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2008.

Helsingin kaupunki 2008 b. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008 – 2016. Terveys- ja ympäristövaikutusten arviointi. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/2008.

Helsingin seudun maankäyttösuunnitelma MASU 2050. https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/helsingin_seudun_maankayttosuunnitelma2050.pdf

Helsinki 2014. Kaupunkibulevardien ilmanlaatuselvitys. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2014:29.

HSL 2013. HLJ 2015. Liikkumistottumukset Helsingin seudulla 2012, HSL:n julkaisuja 27/2013.

HSL 2014. HLJ 2015:n vaikutusten arviointiselostus SOVA, HSL:n julkaisuja 17/2014.

HSL 2015 c. Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma HLJ 2015. HSL Helsingin seudun liikenne 3/2015.

HSY 2016. Pääkaupunkiseudun ilmastoraportti, avainindikaattorit 2014. HSY:n julkaisuja 1/2016.

HSY 2015. Sukkulointikatsaus 2015, HSY, seututieto, Vilja Tähtinen.

HSY ja ympäristöministeriö 2012. Selvitys bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi. Saatavilla: https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmansuojelu/ilmanlaadunparantaminen/Documents/Ilmansuojelun%20toimintaohjelma/selvitys_bentsoapyreenin_tavoitearvon_ylitysalueista_lr.pdf

HSY 2012. Opas puunpolttoon. Esite. Saatavilla https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Pienpolttoesite_A5_verkkoon.pdf

Hänninen, O., Leino, O., Kuusisto E., ym. 2010. Elinympäristön altisteiden terveysvaikutukset Suomessa. Ympäristö ja terveys 3:2010.

IARC, 2013. The carcinogenicity of outdoor air pollution. vol 14. December 2103. Saatavilla http://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(13)70487-X/fulltext#article_upsell.

ICCT 2014. Real-word exhaust emissions from modern diesel cars. A meta-analysis of pems emissions data from EU (Euro 6) and US (tier 2 bin 5/ULEV II) diesel passenger cards. Part 1: aggregated results. http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_PEMS-study_diesel-cars_20141013.pdf

Ilmasto-opas.fi. https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset

Kauniaisten kaupunki 2008. Kauniaisten ilmansuojelun toimintaohjelma 2008 – 2016.

Kaski, N., Vuorio, K., Niemi, J., Kousa, A. 2016. Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudulla vuonna 2014. HSY:n julkaisuja 2/2016.

Kollanus V., Lanki T., Taimisto P., Yli-Tuomi T., Kousa A., Aarnio P., Niemi J. 2015 Ilmansaasteet teiden ja katujen varsilla – pitoisuudet ja terveysriskit, HSY:n julkaisuja 2/2015. ISBN 978-952-6604-93-0.

Kristiansson, T. 2011. Vantaalaisten ympäristöasenteet ja -käyttäytyminen. Vantaan kaupunki, tietopalvelu ja ympäristökeskus. Julkaisu C8:2011.

Kupiainen, K., Stojiljkovic, A., Ritola, R., Niemi, J., Kousa, A. 2015. Liikenteen ei-pakokaasuperäisten hiukkasten päästöinventaario pääkaupunkiseudulle. HSY:n julkaisuja 5/2015.

Kupiainen, K., Pirjola, L., Ritola, R., Stojiljkovic, A., Malinen, A. 2013. Talvirenkaiden pölypäästöt ja eri katupölylähteiden osuudet kadun varrella kerätyissä hiukkasnäytteissä. HSY:n julkaisuja 3/2013.

Kupiainen, K., Ritola, R., 2013. Nastarengas ja hengitettävä pöly. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2013.

Kupiainen, K., Viinanen, J., Väkevä, O., Stojiljkovic, A., Malinen, A. 2009. Katupölyn päästöt ja torjunta, KAPU-hankkeen loppuraportti. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2009.

Kupiainen, K., Pirjola, L., Ritola, R., Väkevä, O., Viinanen, J., Stojiljkovic, A., Malinen, A. 2011. Street dust emissions in Finnish cities – summary of results from 2006 - 2010 (Katupölyn päästöt Suomen kaupungeissa – yhteenveto tuloksista vuosilta 2006 – 2010). Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/2011.

Lanki, T. 2013. Katupölyn vaikutukset terveyteen. Epidemiologinen tutkimus pääkaupunkiseudulla. Nasta-tutkimusohjelman 2011 - 2013 tutkimusraportti ja Nasta-loppuraportin tiivistelmä, s. 29-30. saatavilla: http://www.nasta.fi/tutkimusraportit

Lanki, T. 2014. Uutta tietoa ilmansaasteiden pitkäaikaisvaikutuksista. Valtakunnalliset 35. ympäristöterveyspäivät 21.5.2014. Saatavilla: http://www.slideshare.net/THLfi/uutta-tietoa-ilmansaasteidenpitkaikaisvaikutuksistatimolanki?qid=325746f7-c528-4648-b9db-1fcc37cbf0f7&v=default&b=&from_search=2

Lilleberg, I., Hellman, T. 2015. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2014. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä 2015:3. Saatavilla: www.hel.fi > Liikenne ja kartat > Kadut ja liikennesuunnittelu> Tutkimus ja tilastot tai http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/los_2015-3.pdf

Malkki, M., Loukkola, K. 2014. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2014. HSY:n julkaisuja 6/2015.

Miettinen, H. 2014. Espoolaisten ympäristöasenteet ja ympäristökäyttäytyminen. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 2/2014.FCG Oy

Mäkelä, K., Auvinen, H., 2013. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt. LIISA 2012 laskentajärjestelmä. Tutkimusraportti VTT-R-06355-13.

Männikkö, J-P., Niemi, J., Ritola, R., Kupiainen, K., Pirjola, L., Väkevä, O., Virtanen, T. 2014. REDUST: Parhaat talvikunnossapidon käytännöt hengitettävän katupöly vähentämiseen. Saatavissa http://www.redust.fi/redust-parhaat-kaytannot-raportti-julkaistu/

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., 2006. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999–2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B2006:18. YTV, Helsinki.

Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Westphal, D.L., Aarnio, P., Koskentalo, T.,Makkonen, U.,Vehkamäki, H., Kulmala, M. 2009. Long-range transport episodes of fine particles in southern Finland during 1999-2007. Atmospheric Environment, 43: 1255 -1264.

Nurmela, S. 2012. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla 2012. TNS Gallup Oy.

Oslo kommune, 2015. Årsrapport 2014. Luftkvaliteten i Oslo. Oslo kommune Bymiljøetaten, rapport 15/02814-2. Saatavilla http://www.luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/Oslo_%C3%A5rsrapport_2014.sflb.ashx

Oslo kommune, Baerum commune, Statens vegvesen 2014. Tiltaksutredning for luftkvalitet i Oslo og Baerum 2015 – 2020. Saatavilla: http://www.luftkvalitet.info/Libraries/Rapporter/Tiltaksutredning_for_luftkvalitet_i_Oslo_og_B%C3%A6rum_-_korrigert_22062015.sflb.ashx

Rantanen, A. 2015. Kirjallinen tiedonanto 24.11.2015.

Rantsi, J., Blomqvist, P. 2014. Helsingin kantakaupungin autoliikenteen skenaariot, Helsingin ilmansuojelusuunnitelman aloitusseminaari 8.10.2014.

Salmi T., Määttä A., Anttila P., Ruoho-Airola T. & Amnell T. 2002. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates –the Excel-template application MAKESENS. Ilmanlaadun julkaisuja No. 31. Ilmatieteen laitos, Helsinki.

Saare, K., Kabral, N., Maasikmets, M., Teinemaa, E., 2015. Välisõhu kvaliteedi seire 2014. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. Saatavissa: http://airviro.klab.ee/uploads/ohk2014.pdf

Salonen, R.O. 2014. Puunpolton savuista sydän- ja hengityssairauskuolemia. 39. Ilmansuojelupäivät 20.8.2014. Saatavilla: http://www.slideshare.net/THLfi/puunpolton-savuista-sydanjahengityssairauskuolemia

Savolahti, M., Karvosenoja, N., Kupiainen, K., Paunu, V.-V. 2015. Pienpolton päästövähennyskeinojen kustannustehokkuus ja vaikutukset väestöaltistukseen. Projektiraportti 2/2/2015. 17 s. http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA2C08958-043C-466A-A9BE-DFF2FC7EA09E%7D/109745

SLB-analys. 2015. Luften i Stockholm. Årsrapport 2014. SLB-rapport 2:2015. Saatavilla http://slb.nu/slb/rapporter/pdf8/slb2015_002.pdf

TEM. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle. VSN 2/2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto. 8/2013.

Tilastokeskus 2013. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkojulkaisu]. Saatavilla:http://www.stat.fi/til/rakke/index.html

Tilastokeskus 2012. Energiatilasto - Vuosikirja 2011.

Todorović J., Broden H., Padban N., Lange S., Gustavsson L., Johansson L., Paulrud S., Löfgren B. E. Syntes och analys av emissionsfaktorer för småskalig biobränsleförbränning. Slutrapport för avtal 503 0506 och 503 0507 på Naturvårdsverket. 2007, Nyköping, Borås, Stockholm http://www.sp.se/sv/units/energy/documents/syntes_final.pdf

Toiskallio, K., Kuukka-Ruotsalainen, V., Alppivuori, K. 2103. Kitkrenkaiden käytöllä parempaa ilmanlaatua – liikenneturvallisuudesta tinkimättä. Nasta-tutkimusohjelman 2011 – 2013 loppuraportti. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2013:4. Saatavlilla: http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2013/Nasta-loppuraportti_2013_verkko.pdf

Trafi 2015. Tieliikenteen tilastot. Saatavissa http://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne

Tøi 2015. Utslipp fra nye kjøretøy – holder de hva de lover? Avgassmålinger Euro 6/VI – status 2015.

Valtioneuvosto 2011. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Suomen säädöskokoelma 38/2011.

Valtioneuvosto 1996. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista. Suomen säädöskokoelma 480/1996.

Valtioneuvosto 2007. Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä. Suomen säädöskokoelma 164/2007.

Vantaan Energia Oyj 2015. Sähköpostiviesti 14.12.2015. Ikäheimo, L.

Vantaan Energia Oyj 2016. Sähköpostiviesti 21.1.2016. Laine H.

Vantaan kaupunki 2008. Vantaan kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Ympäristökeskus C14, 2008.

Viinanen, J. 2005. Selvitys hiekoituksen aiheuttamasta raja-arvon ylittymisestä vuonna 2003. Helsingin kaupungin ympäristökeskus 4.1.2005. Saatavilla http://www.hel.fi/static/helsinki/paatosasiakirjat/Kh2005/Esityslista14/liitteet/Selvitys_hiekoituksen_aiheuttamasta_raja-arvon_ylittymisesta_vuonna_2003.pdf?Action=sd&id=050900095

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.

VTT 2015 a. Tutkimusraportti VTT-R-01720-15. Vuoden 2014 TransSmart ajoneuvotutkimus Trafille http://www.transsmart.fi/files/230/Vuoden_2014_TransSmart_ajoneuvotutkimus_Trafille_Tutkimusraportti_VTT-R-01720-15.pdf.

VTT 2015 b. VTT LIPASTO. Liikenteen päästöt. http://lipasto.vtt.fi/

WHO 2006. Air Quality Guidelines: Global update 2005. ISBN 92-890-2192-6.

WHO 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. Technical Report. Saatavilla: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf

YTV 2008. YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelma 2008–2016. YTV:n julkaisuja 10/2008. YTV, Helsinki.

Öljyalan Palvelukeskus 2015. Kirjallinen tiedonanto 27.3.2015.

12 Liitteet

LIITE 1. Ilmanlaadun raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvot

Ympäristönsuojelulain mukaan kunnan on mahdollisuuksiensa mukaan turvattava hyvä ilmanlaatu alueellaan. Ilmanlaadun turvaamiseksi on määritelty raja-, tavoite-, kynnys- ja ohjearvot sekä kriittiset tasot.

EU on antanut ilmanlaadun raja-arvot alueille, joilla ihmiset altistuvat ilman epäpuhtauksille. Raja-arvot on pantu täytäntöön ilmanlaatua koskevalla valtioneuvoston asetuksella (38/2011). Asetus määrittelee ilman epäpuhtauksille rajat, joiden alapuolelle pitää päästä määräajassa, ja joita ei saa sen jälkeen ylittää. Suunnittelussa tulee huolehtia, ettei kyseisiä raja-arvoja ylitetä. Raja-arvot eivät ole voimassa ajoväylillä tai esimerkiksi teollisuusalueilla.

Kynnysarvot määrittelevät tason, jonka ylittyessä on tiedotettava tai varoitettava ilmansaasteiden pitoisuuksien kohoamisesta.

Tavoitearvoilla tarkoitetaan pitoisuutta tai kuormitusta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa. Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pitkän ajan kuluessa.

Kriittisellä tasolla tarkoitetaan sellaista ilmansaasteen pitoisuutta, jota suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa suoria haitallisia vaikutuksia kasvillisuudessa ja ekosysteemeissä.

Ohjearvot kuvaavat kansallisia ilmanlaadun tavoitteita ja ilmansuojelutyön päämääriä, ja ne on tarkoitettu ensi sijassa ohjeeksi suunnittelijoille. Ohjearvoja sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan yhtä sitovia kuin raja-arvot, vaan ne ohjaavat suunnittelua, ja niiden ylittyminen pyritään estämään. Epäpuhtauksien tunti- ja vuorokausipitoisuuksien ohjearvot on annettu terveydellisin perustein.

WHO:n ohjearvoja (WHO 2006) voidaan käyttää osana terveysvaikutusten arviointia erityisesti pienhiukkasten osalta. WHO on antanut terveysperusteiset ohjearvot myös muille ilman epäpuhtauksille, ja ne vastaavat pääosin EU:n raja-arvoja pienhiukkasia ja hengitettävien hiukkasten vuosiohjearvoa lukuun ottamatta.

Taulukko 1. Ilmanlaadun normit ja niiden ylittyminen pääkaupunkiseudulla vuosina 2006–2015.

NO_2	µg/m³		Asettaja	Ylityksiä	Alueet
Vuosiraja-arvo	40	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Kyllä	Katukuiluissa
Tuntiraja-arvo	200	saa ylittyä 18 tuntia vuodessa	-"-	Ei	-
Vuorokausiohjearvo	70	saa ylittyä kerran kuukaudessa	VN asetus 480/1996	Kyllä	Liikenneympäristöissä
Tuntiohjearvo	150	saa ylittää 1 % kuukauden tunneista	-"-	Kyllä	Liikenneympäristöissä
Varoituskynnys	400	3 peräkkäistä tuntia	VN asetus 38/2011	Ei	-
Kriittinen taso NO_x (kasvillisuus)	30	vuosikeskiarvo	-"-	Ei	-
PM_{10}	µg/m³				
Vuosiraja-arvo	40	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Vuosiohjearvo	20	vuosikeskiarvo	WHO 2006	Kyllä	Liikenneympäristöissä
Vuorokausiraja-arvo	50	saa ylittyä 35 kertaa vuodessa	VN asetus 38/2011	Ei	Ei v. 2006 jälkeen
Vuorokausiohjearvo	70	saa ylittyä kerran kuukaudessa	VN asetus 480/1996	Kyllä	Liikenneympäristöissä
$PM_{2,5}$	µg/m³				
Vuosiraja-arvo	25	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Vuosiohjearvo	10	vuosikeskiarvo	WHO 2006	Kyllä	Liikenneympäristöissä, pientaloalueilla
Vuorokausiohjearvo	25	vuorokausipitoisuus	-"-	Kyllä	Liikenneympäristöissä, pientaloalueilla
SO_2	µg/m³				
Vuorokausiraja-arvo	125	saa ylittyä 3 vrk vuodessa	VN asetus 38/2011	Ei	-
Tuntiraja-arvo	350	saa ylittyä 24 tuntia vuodessa	-"-	Ei	-
Vuorokausiohjearvo	80	saa ylittyä kerran kuukaudessa	VN asetus 480/1996	Ei	-
Tuntiohjearvo	250	saa ylittää 1 % kuukauden tunneista	-"-	Ei	-
Varoituskynnys	500	3 peräkkäistä tuntia	VN asetus 38/2011	Ei	-
Kriittinen taso (kasvillisuus)	20	vuosikeskiarvo ja talvikeskiarvo	-"-	Ei	-
O_3	µg/m³				
Tiedotuskynnys	180	tuntikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Varoituskynnys	240	tuntikeskiarvo	-"-	Ei	-
Tavoitearvo	120	8 tunnin liukuva keskiarvo saa ylittyä 25 kertaa vuodessa kolmen vuoden keskiarvona	-"-	Ei	-
Pitkän ajan tavoite	120	8 tunnin liukuva keskiarvo, ei ylityksiä	-"-	Kyllä	erityisesti taajamien ulkopuolella
Tavoitearvo (kasvillisuus) eli AOT40-indeksi	18000 µg/m³ h	kesä*, viiden vuoden keskiarvo	-"-	Ei	-
Pitkän ajan tavoite (kasvillisuus) eli AOT40-indeksi	6000 µg/m³ h	kesä*, ei ylityksiä	-"-	Kyllä	erityisesti taajamien ulkopuolella
Bentseeni	µg/m³				
Vuosiraja-arvo	5	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
CO	mg/m³				
8 tunnin raja-arvo	10	8 tunnin liukuva keskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
8 tunnin ohjearvo	8	8 tunnin liukuva keskiarvo	VN asetus 480/1996	Ei	-
Tuntiohjearvo	20	tuntikeskiarvo	-"-	Ei	-
Bentso(a)pyreeni	ng/m³				
Tavoitearvo	1	vuosikeskiarvo	VN asetus 164/2007	Kyllä	Pientaloalueilla
Raskasmetallit	ng/m³				
Lyijy, vuosiraja-arvo	500	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Arseeni, tavoitearvo	6	vuosikeskiarvo	VN asetus 164/2007	Ei	-
Kadmium, tavoitearvo	5	vuosikeskiarvo	-"-	Ei	-
Nikkeli, tavoitearvo	20	vuosikeskiarvo	-"-	Ei	-

* 80 µg/m³ ylittävien tuntipitoisuuksien (joista ensin on vähennetty 80 µg/m³) summa jaksolla 1.5. - 31.7. klo 10 - 22

LIITE 2. Ilmanlaadun mittaustuloksia

Taulukko 1. Typpidioksidin vuosipitoisuudet (µg/m³) Helsingin keskustassa tehdyissä jatkuvatoimisissa mittauksissa ja passiivikeräinkartoituksissa vuosina 2006 – 2015.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mittausasemat										
Mannerheimintie	**42**	**42**	**41**	**41**	**41**	39	37	37	36	32
Vallila	28	26	23	23	26	24	23	24	22	
Kallio	24	22	19	20	23	20	20	20	20	18
Hämeentie 7 B				**43**					**45**	
Mannerheimintie 57, Töölöntulli	**54**				**53**					**42**
Unioninkatu		36								
Mäkelänkatu 52/54						**50**				
Mäkelänkatu 50										**43**
Passiivikeräinkartoitukset										
Hämeentie 7B				**43**	**49**	**45**	**44**	**45**	40	39
Hämeentie 14	**48**		**44**	**43**	**49**					
Hämeentie 52									**46**	
Hämeentie 27									39	
Runeberginkatu 49B			36	38	**41**	36	36	34	34	31
Nordenskiöldin aukio			27	31	34	29	28	28	27	25
Mannerheimintie 57, Töölöntulli			**47**	**52**	**54**	**49**	**49**	**49**	**46**	**45**
Mannerheimintie 47 A					**44**					
Mannerheimintie 132						**41**				
Mäkelänkatu 52/54							**45**	**43**	**42**	**42**
Mäkelänkatu 45					**41**					
Mäkelänkatu 50					**48**					
Sturenkatu 38						37				36
Kaisaniemenkatu 16					**42**					37
Vilhonkatu 5B						**48**				40
Uudenmaankatu 42		36				38				36
Lönnrotinkatu 9				33						
Malminrinne 1						36				
Kehä I, Itä-Pakila									36	38
Vallila										22
Eliel Saarisen tien tunneli						**48**	**48**	**51**	**51**	**49**

Passiivikeräinkartoitukset	2015
Mäkelänkatu 86	**48**
Mäkelänkatu 45	30
Mäkelänkatu 46	28
Mäkelänkatu 41-39	33
Mäkelänkatu 40	35
Mäkelänkatu, Hollolan puisto	30
Mäkelänkatu 14	33
Sörnäisten rantatie 33	**48**
Teollisuuskatu 21	26
Sturenkatu 4, Kulttuuritalo	30
Helsinginkatu 50 A	33
Kaivokatu, Rautatieasema	34
Rautatientori	**47**
Erottaja	32
Pohjois-Esplanadi 2	**49**
Eteläinen Rautatiekatu 4	34
Lapinrinne 4	32

Passiivikeräinkartoitukset	2015
Malmirinne 2	32
Caloniuksenkatu 7	27
Mechelininkatu 13 A	30
Mechelininkatu 10	38
Mechelininkatu, Marian sairaala	39
Mechelininkatu, Itämerenkatu	27
Mannerheimintie 103	34
Mannerheimintie 170	36
Mannerheimintie 97	25
Huopalahdentie 12	38
Mannerheimintie 108	29
Mannerheimintie 76	38
Mannerheimintie 27	30
Topeliuksenkatu, Kirjailijanpuisto	29
Topeliuksenkatu 10	28
Mechelininkatu 39	32

Taulukko 2. Niiden kuukausien lukumäärät, jolloin typpidioksidin vuorokausiohjearvo on ylittynyt pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 – 2015.

Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	4	7	5	6	4	3	3	1	1	1
Vallila	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Kallio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vartiokylä				0		0	0	0	0	0
Länsisatama1			0				0			
Länsisatama2										
Länsisatama3										
Katajanokka				0				0		
Eteläranta						0				
Hämeentie				3					7	
Töölöntulli	11				12					6
Unioninkatu		2								
Mäkelänkatu						9				3
Kehä I Malmi							2			
Tapanila								0		
Espoo ja Kauniainen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Leppävaara3	0	0	0	0						
Leppävaara4					0	1	1	0	0	1
Luukki	0	0	0	0	0		0	0	0	0
Pohjois-Tapiola	1									
Espoon keskus		0								
Kauniainen			0							
Tuomarila				0						
Niittymaa					0					
Matinkylä						1				
Kattilalaakso							0			
Kauniainen								0		
Kehä II									1	
Lintuvaara										0
Vantaa	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tikkurila	0	0	0	1		1	1	0	0	0
Kivistö	0									
Lentoasema		0								
Itä-Hakkila			0							
Koivuhaka				1						
Myyrmäki					1					
Päiväkumpu						0				
Hakunila							0			
Kehä III Varisto								3		
Ruskeasanta									0	
Hämeenlinnanväylä										3
Jätevoimala										0

Taulukko 3. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot (µg/m³) pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 – 2015.

Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	30	29	28	27	25	24	21	24	26	20
Vallila	20	19	18	17	17	17	14	17	16	
Kallio	17	17	14	15	15	15	13	13	15	12
Vartiokylä				12	12	11	10	11*		
Hämeentie				24					23	
Töölöntulli	38				27					23
Unioninkatu		23								
Mäkelänkatu						24				25
Kehä I Malmi							25			
Espoo ja Kauniainen	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Leppävaara3	20	20	19	15						
Leppävaara4					15	20	17	20	21	20
Pohjois-Tapiola	21									
Espoon keskus		19								
Kauniainen			20							
Niittymaa					20					
Kehä II									15	
Vantaa	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Tikkurila	21	19	17	14	16	15	12	14	16	12
Kivistö	17									
Lentoasema		19								
Itä-Hakkila			14							
Koivuhaka				17						
Myyrmäki					17					
Kehä III Varisto								23		
Hämeenlinnanväylä										14

* tuloksia alle 90 %

Taulukko 4. Niiden kuukausien lukumäärät, jolloin hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo on ylittynyt pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 – 2015.

Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	2	4	3	1	1	0	0	0	1	0
Vallila	1	1	1	0	1	0	0	0	0	
Kallio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Vartiokylä				0	0	0	0	0*		
Hämeentie				2					0	
Töölöntulli	6				4					2
Unioninkatu		1								
Mäkelänkatu						2				1
Kehä I Malmi							3			
Espoo ja Kauniainen	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Leppävaara3	2	1	2	1						
Leppävaara4					1	1	1	2	1	1
Pohjois-Tapiola	2									
Espoon keskus		1								
Kauniainen			2							
Niittymaa					1					
Kehä II									1	
Vantaa	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Tikkurila	2	1	1	0	1	1	0		1	1
Kivistö	1									
Lentoasema		1								
Itä-Hakkila			1							
Koivuhaka				1						
Myyrmäki					1					
Kehä III Varisto								2		
Hämeenlinnanväylä										1

* tuloksia alle 90 %

Taulukko 5. Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot (µg/m³)pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 – 2015.

Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	12,2	10,5	10,2	9,7	10,9	9,7	8,3	8,5	9,9	6,5
Kallio	10,4	8,9	8,5	8,2	8,9	7,7	7,4	6,9	8,0	5,4
Vartiokylä				7,4	8,1	7,4	6,6	6,8	9,6	6,9
Länsisatama1			8,7							
Länsisatama2							7,7			
Länsisatama3									7,6	
Katajanokka				7,7				7,0		
Eteläranta					9,8	8,3				
Hämeentie				10,4*					10,7	
Töölöntulli					13,0					9,4
Mäkelänkatu						10,7				8,0
Kehä I Malmi							9,5			
Tapanila								8,8		
Espoo ja Kauniainen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Leppävaara3				7,7						
Leppävaara4					8,8	8,4	7,2	7,0	7,8	5,7
Luukki	8,9		6,8	6,9	8,2	7,2	6,7	5,8	6,8	5,0
Tuomarila				11,2						
Matinkylä						8,6				
Kattilalaakso							8,2			
Kauniainen								7,1		
Kehäll									7,1	
Lintuvaara										7,1
Vantaa	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tikkurila				7,9	9,4	8,0	7,1	7,2	8,4	5,8
Itä-Hakkila			8,7							
Päiväkumpu						10,4				
Hakunila							9,6			
Kehä III Varisto								8,3		
Ruskeasanta									10,8	
Jätevoimala										4,6
Hämeenlinnanväylä										6,3

Taulukko 6. Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvon (25 µg/m³) ylittäneiden päivien lukumäärät pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2006 – 2015.

Helsinki	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mannerheimintie	23	9	14	4	17	12	4	2	3	2
Kallio	23	5	10	3	6	3	4	1	2	0
Vartiokylä					5	4	2	0	8	2
Länsisatama1			12				4			
Länsisatama2										
Länsisatama3									0	
Katajanokka				3				1		
Eteläranta					11	6				
Hämeentie				4*					9	
Töölöntulli					22					4
Mäkelänkatu						10				2
Kehä I Malmi							8			
Tapanila								1		
Espoo ja Kauniainen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Leppävaara3				2						
Leppävaara4					9	8	3	0	2	3
Luukki	14	1	6	0	4	5	3	0	0	1
Tuomarila				9						
Matinkylä						7				
Kattilalaakso							6			
Kauniainen								0		
Kehäll									2	
Lintuvaara										3
Vantaa	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tikkurila				3	14	6	6	0	3	3
Itä-Hakkila			8							
Päiväkumpu						17				
Hakunila							5			
Kehä III Varisto								0		
Ruskeasanta									12	
Jätevoimala										0
Hämeenlinnanväylä										2

LIITE 3

Erilaisten toimenpiteiden vaikutus typpidioksidin pitoisuuksiin katukuiluissa

Helsingin ilmansuojelusuunnitelma 2017-2024.
Luonnos 24.2.2016

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Opastinsilta 6 A
00520 Helsinki
puhelin 09 156 11
faksi 09 1561 2011
www.hsy.fi

Lisätietoja:
Anu Kousa, puhelin 09 1561 2398
anu.kousa@hsy.fi

Pvm:
24.2.2016

Sisällys

1 Johdanto 3

2 Mallitetut kohteet ja ilmansuojelusuunnitelman toimenpiteet 3

2.1 Leviämislaskelmiin valitut katukuilut 3

2.2 Liikennemäärä- ja ajoneuvokantaoletukset 4

3 NO_X-päästöt ja NO_2-pitoisuudet 4

3.1 Mallitetut NO_x-päästöt ja NO_2-pitoisuudet 4

3.2 Typpidioksidin mallitetut päästöt perusuraskenaariossa (BAU) 8

3.3 HSL:n toimenpiteiden vaikutukset 9

3.4 Liikenteen hinnoittelun, ympäristövyöhykkeen ja pysäköintipolitiikan vaikutukset 11

4 Johtopäätökset ja yhteenveto 15

Liite 1 Aineisto ja menetelmät 16

Katukuilun rakenne 16

Ajoneuvomäärä 16

Euroluokkaosuudet 17

Bensiini- ja dieselhenkilöautojen suoriteosuus 18

HSL:n ja muiden bussien osuus 18

Suoran NO_2:n osuus 18

Liikenteen keskimääräinen vuorokausinopeus 19

Biopolttoaineen käyttö 19

Päästökertoimet 19

Taustapitoisuudet ja sää 19

Liikenteen aikajakaumat 20

1 Johdanto

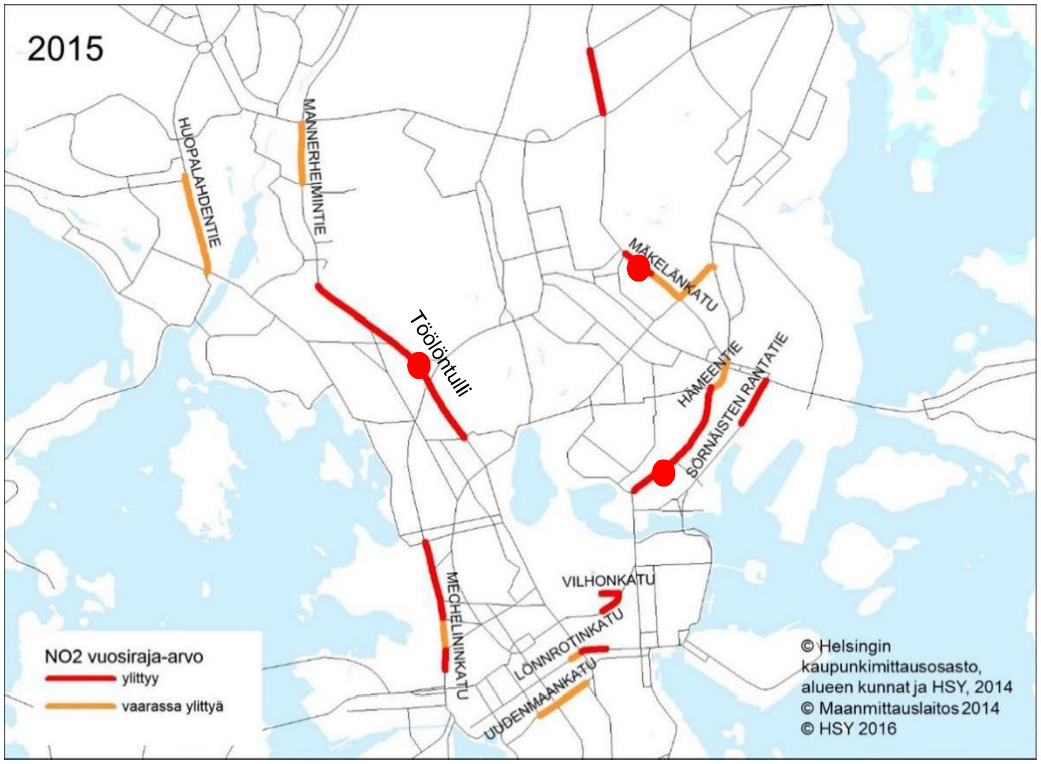
Typpidioksidin (NO_2) pitoisuudet eivät ole alentuneet raja-arvojen alapuolelle Helsingin vilkkaimmin liikennöidyissä katukuiluissa vielä vuonna 2015. Alun perin raja-arvo piti saavuttaa vuoteen 2010 mennessä, mutta EU:n komissio hyväksyi Suomen hakemuksen ja myönsi jatkoaikaa vuoteen 2015 saakka. Pitoisuuksien alentaminen raja-arvon alapuolelle vaatii edelleenkin toimenpiteitä. Tämän vuoksi HSY on arvioinut katukuilujen typpidioksidin pitoisuuskehitystä ja Helsingin ilmansuojelusuunnitelman 2017 - 2024 luonnoksessa esitettyjen toimenpiteiden vaikutuksia pitoisuuksiin yhteistyössä Helsingin Ympäristökeskuksen ja Kaupunkisuunnitteluviraston kanssa.

Typpidioksidin vuosipitoisuuksia arvioitiin OSPM-katukuilumallilla, joka on kehitetty tieliikenteen päästöjen leviämisen arviointiin katukuilussa. Helsingin katukuilujen typpidioksidipitoisuuksia (NO_2) mallitettiin vuosille 2015, 2020 ja 2024 uusimpia saatavilla olevia lähtötietoja käyttäen. Ajoneuvotekniikan kehityksen lisäksi arvioitiin liikenteen hinnoittelun, tiukempien bussien kalustovaatimusten sekä pysäköintipolitiikan vaikutuksia NO_2-pitoisuuksiin. Laskelmat tehtiin Töölöntullin, Mäkelänkadun ja Hämeentien katukuiluille.

2 Mallitetut kohteet ja ilmansuojelusuunnitelman toimenpiteet

2.1 Leviämislaskelmiin valitut katukuilut

Mallituksen kohteiksi on valittu katukuilut, joissa HSY:n jatkuvilla mittauksilla on todettu raja-arvon ylittyvän (kuva 1). Tarkastellut mallituskohteet olivat Töölöntulli, Mäkelänkatu ja Hämeentie. Tarkemmat tiedot katukuilujen rakenteesta on esitetty liitteessä 1.



Kuva 1. Katuosuudet, joissa typpidioksidin vuosiraja-arvon on arvioitu ylittyvän Helsingissä (mallituskohteet merkitty punaisella ympyrällä).

2.2 Liikennemäärä- ja ajoneuvokantaoletukset

Typpidioksidin pitoisuudet mallinnettiin katukuilulle vuosille 2015, 2020 ja 2024 olettaen, että mitään erityisiä toimenpiteitä ei tehdä (perusura- eli BAU-skenaario (Business as usual)), vaan autokannan kehitys jatkuu tavalliseen tapaan (tarkemmat lähtötiedot on esitetty liitteessä 1). Tämän lisäksi mallinnuksessa tarkasteltiin erilaisia ilmansuojelusuunnitelman toimenpiteitä (taulukko 1). Helsingin ilmansuojelusuunnitelmassa on myös muita liikennettä koskevia toimenpiteitä, jotka vähentävät yleisesti liikenteen päästöjä ja edistävät vähäpäästöisen kaluston yleistymistä (Ympäristökeskus 2016). Näiden toimenpiteiden ei voida kuitenkaan osoittaa suoraan vähentävän typpidioksidipitoisuuksia mallitetuissa katukuiluissa. Laskentaoletusten tarkempi kuvaus on liitteessä 1.

Taulukko 1. Toimenpiteet ja niiden vaikutus laskentaoletuksiin.

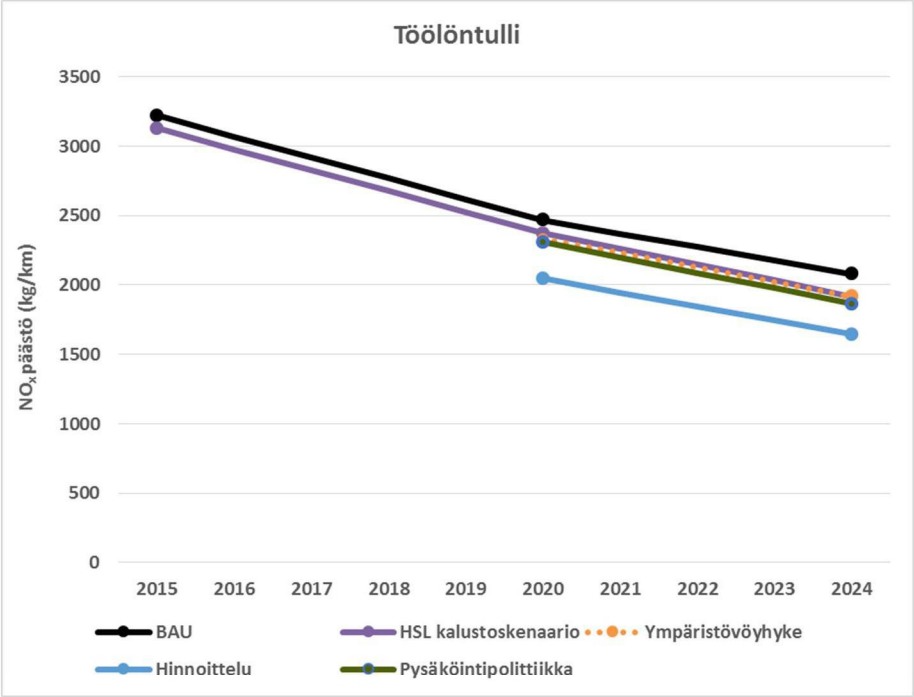
Toimenpide	Vaikutus laskentaoletuksiin
BAU	Tekniikan kehitys ilman toimenpiteitä, perusura
HSL:n toimenpiteet	Parempaa bussitekniikkaa, pakokaasuttomien sähköbussien määrän voimakas lisäys (28 % vuonna 2024) biopolttoaineen määrä 100 % vuonna 2020
Liikenteen hinnoittelu	Henkilöautojen liikennemäärä vähenee 20 % ja liikenne sujuvoituu
Ympäristövyöhyke	Kaikki HSL:n bussit vähintään Euro VI-tasoa
Pysäköintipolitiikka	Liikennemäärä vähenee 5 % ja liikenne sujuvoituu hieman
Joukkoliikennekatu	Hämeentiellä henkilöautojen määrä vähenee 80 % ja liikenne sujuvoituu

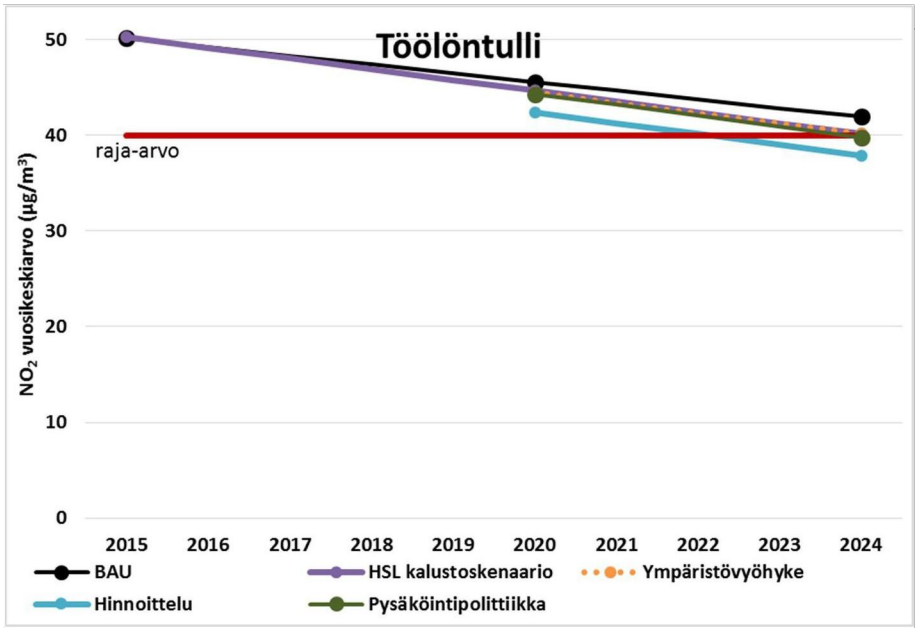
3 NO_X-päästöt ja NO_2-pitoisuudet

3.1 Mallitetut NO_x-päästöt ja NO_2-pitoisuudet

Kuvissa 2-4 on esitetty mallitetut typenoksidien päästömäärät ja typpidioksidin vuosipitoisuudet eri toimenpidevaihtoehdoissa Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä vuosina 2015, 2020 ja 2024. Kaikissa laskelmissa oletettiin, että yleinen päästöjen väheneminen laskee typpidioksidin taustapitoisuutta 2,5 µg/m^3 vuoteen 2024 mennessä vuodesta 2015 ja vähennyksen oletettiin olevan lineaarinen näiden vuosien välillä.

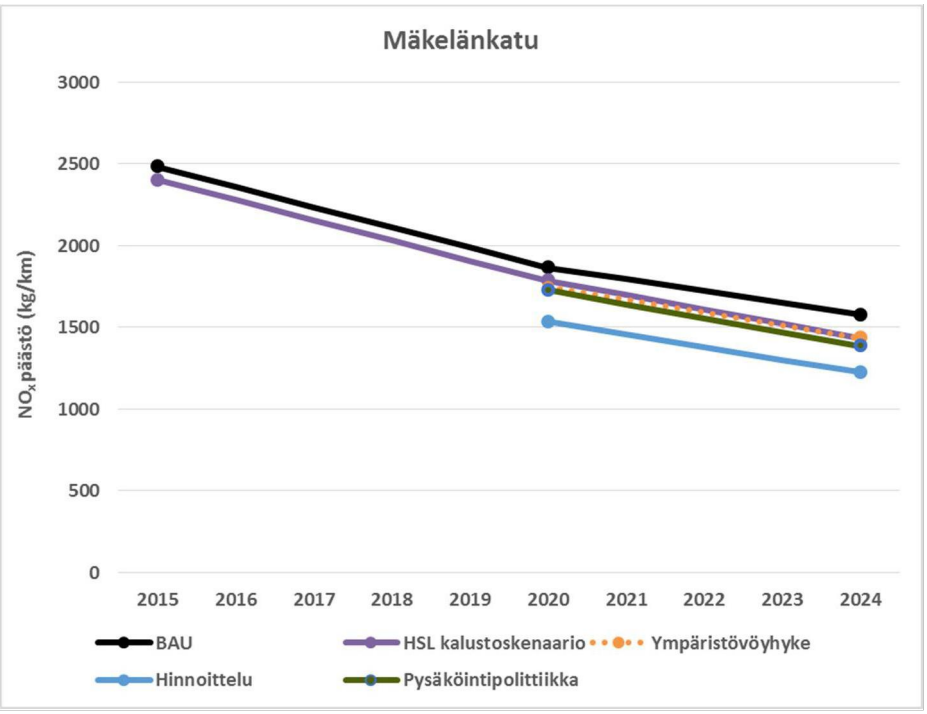
Haastavinta typpidioksidin vuosiraja-arvon alle pääseminen on Töölöntullissa (kuva 2). Siellä raja-arvon alapuolelle päästään vuonna 2024 niukasti, jos ajoneuvotekniikan normaalin kehittymisen lisäksi toteutetaan HSL:n kunnianhimoinen kalustoskenaario (tai ympäristövyöhyke) ja pysäköintipolitiikka ja ne alentavat päästöjä oletetulla tavalla. Selkeän päästövähenemän toisi ajoneuvoliikenteen hinnoittelu, joka toteutuessaan laskisi pitoisuudet raja-arvon alapuolelle vuoden 2022 tienoilla.

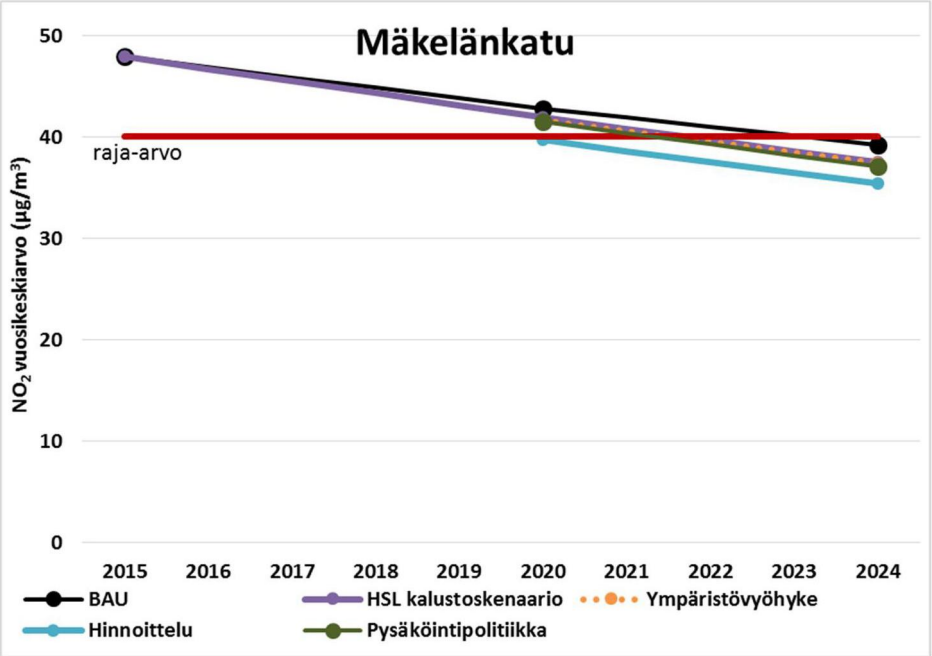




Kuva 2 a-b. Typen oksidien päästömäärät ja typpidioksidin vuosipitoisuudet eri tulevaisuusvaihtoehdoissa Töölöntullissa. Hinnoittelu- ja pysäköintipolitiikkaskenaarioissa oletetaan HSL:n kalustoskenaarion toteutuvan.

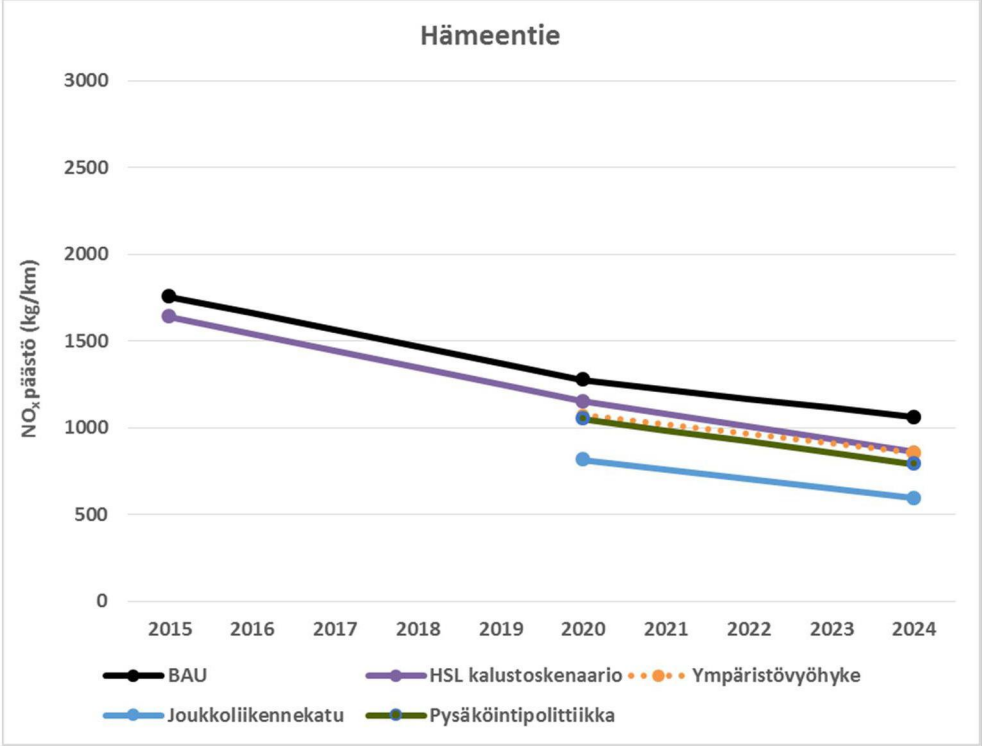
Mäkelänkadulla päästäisiin raja-arvon alapuolelle vuonna 2022 HSL:n kalustoskenaarion avulla (kuva 3). Jos ajoneuvoliikenteen hinnoittelu tulisi käyttöön, raja-arvon alapuolelle voitaisiin päästä jo vuonna 2020.

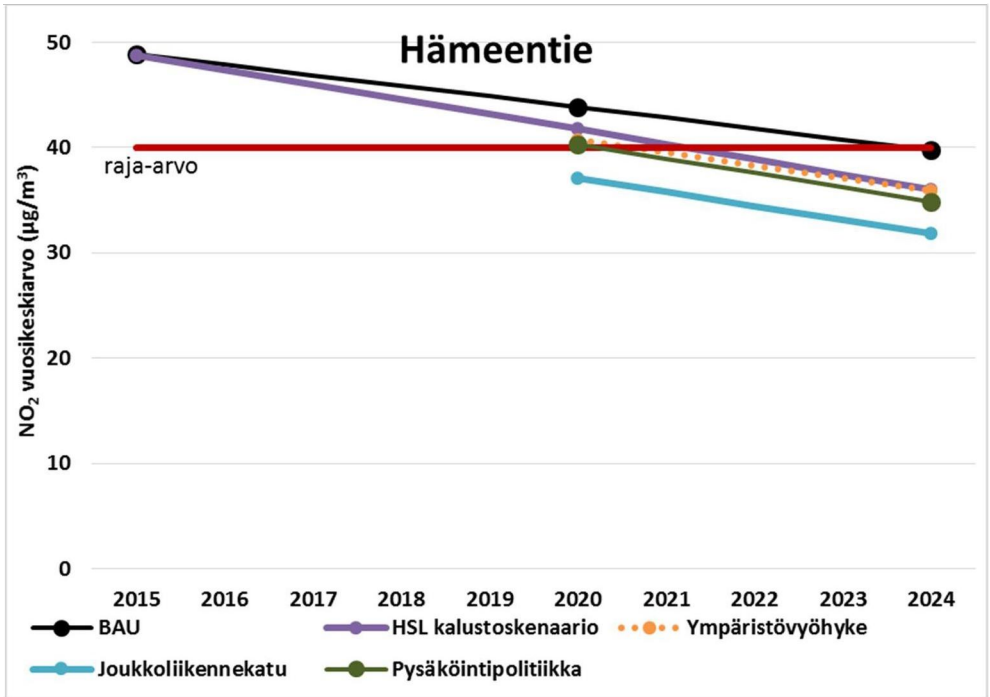




Kuva 3 a-b. Typen oksidien päästömäärät ja typpidioksidin vuosipitoisuudet eri tulevaisuusvaihtoehdoissa Mäkelänkadulla. Hinnoittelu- ja pysäköintipolitiikkaskenaarioissa oletetaan HSL:n kalustoskenaarion toteutuvan.

Hämeentiellä päästäisiin raja-arvon alapuolelle HSL:n kalustoskenaariota toteuttamalla vuonna 2022 (kuva 4). Tämän lisäksi toteuttamalla pysäköintipolitiikkaa, raja-arvon alapuolelle päästäisiin vuotta aiemmin, vuonna 2021. Hämeentielle ei arvioitu hinnoittelun vaikutuksia, vaan kadun oletettiin muuttuvan joukkoliikennekaduksi. Joukkoliikennekadun toteutuessa raja-arvon alapuolella päästäisiin jo ennen vuotta 2020.

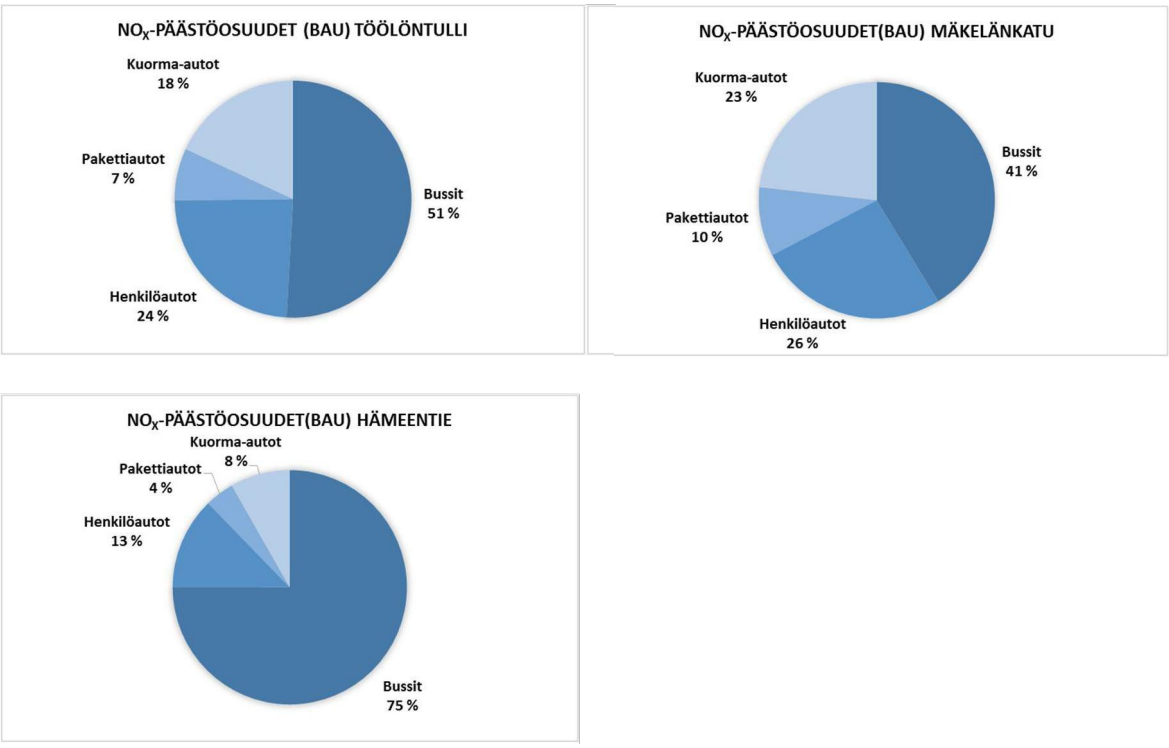




Kuva 4 a-b. Typen oksidien päästömäärät ja typpidioksidin vuosipitoisuudet eri tulevaisuusvaihtoehdoissa Hämeentiellä. Joukkoliikennekatu- ja pysäköintipolitiikkaskenaarioissa oletetaan HSL:n kalustoskenaarion toteutuvan.

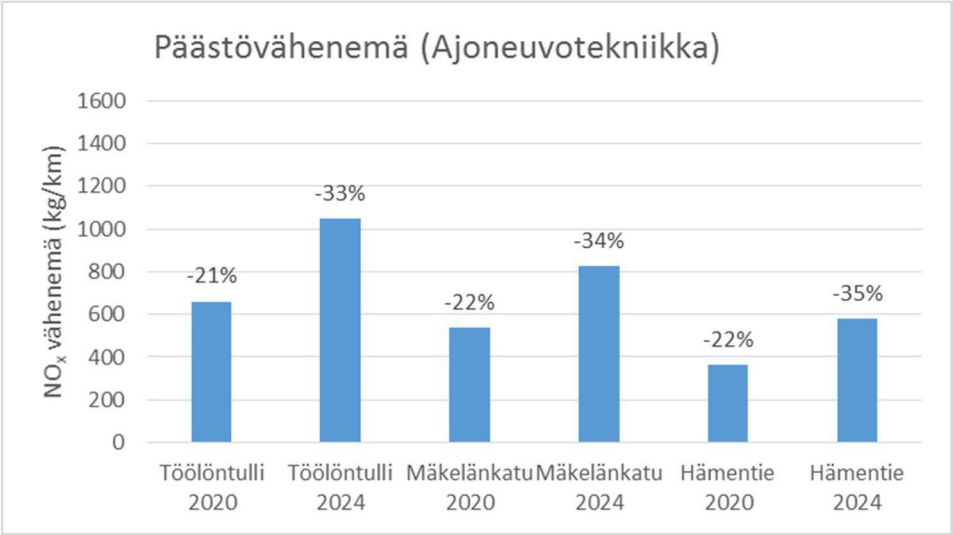
3.2 Typpidioksidin mallitetut päästöt perusuraskenaariossa (BAU)

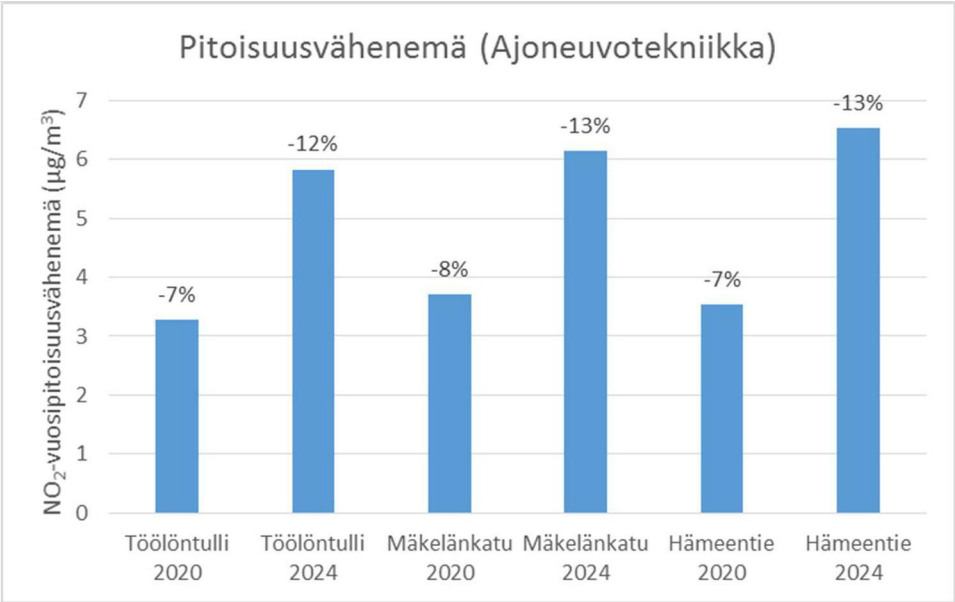
Typpidioksidin vuosikeskiarvo mallitettiin katukuiluille vuosille 2015, 2020 ja 2024 olettaen, että mitään liikenteen toimenpiteitä ei tehdä (BAU eli perusura). Tällöin päästöihin vaikuttaa ainoastaan ajoneuvotekniikan kehittyminen. Dieselhenkilöautojen NO_x-päästöjen osuus henkilöautojen NO_x-päästöistä Töölöntullissa oli 69 % vuonna 2015 ja 89 % vuonna 2024. Kuvassa 5 on esitetty eri ajoneuvojen päästöosuudet mallitetuissa kohteissa vuonna 2015 ilman toimenpiteitä (BAU). Bussien ja muun raskaan liikenteen päästöt vaikuttavat merkittävästi katukuilujen ilmanlaatuun. Bussien osuus kokonaisliikennemäärästä vaihtelee eri katukuiluissa ja se on suurin Hämeentiellä.



Kuva 5 a-c. Henkilöautojen, pakettiautojen, bussien ja kuorma-autojen päästöosuudet ilman toimenpiteitä (BAU) Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä vuonna 2015.

Hämeentiellä NO_x-päästöt vähenevät nykytilaan verrattuna 22 % vuoteen 2020 ja 35 % vuoteen 2024 mennessä (kuva 6). Töölöntullissa vastaavat vähenemät ovat 21 % ja 33 % ja Mäkelänkadulla 22 % ja 34 %. NO_2-pitoisuudet vähenevät Hämeentiellä nykytilaan verrattuna 7 % vuonna 2020 ja 13 % vuonna 2024. Vastaavat pitoisuusvähenemät Töölöntullissa ovat 7 % ja 12 % ja Mäkelänkadulla 8 % ja 13 %.





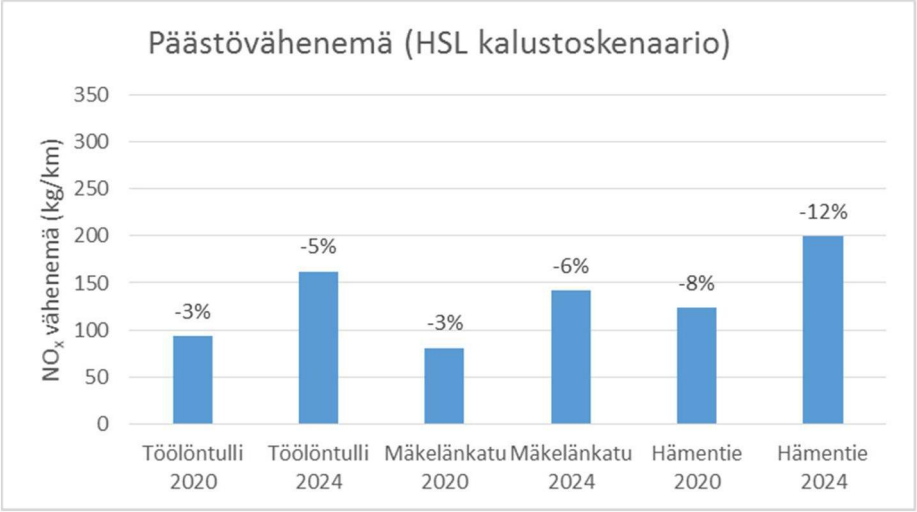
Kuva 6 a-b. Ajoneuvoliikenteen normaalin kehityksen arvioitu NO_x-päästövähenemä (a) ja NO_2-pitoisuusvähenemä nykytilaan verrattuna vuosina 2020 ja 2024 Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä.

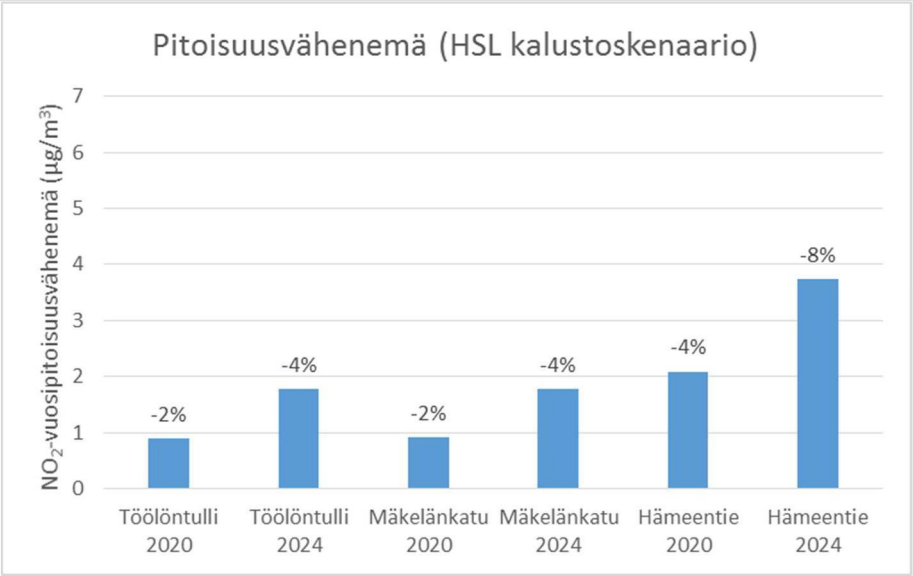
3.3 HSL:n toimenpiteiden vaikutukset

Bussien päästöt vaikuttavat merkittävästi katukuilujen ilmanlaatuun. HSL:n panostaa merkittävästi parempaan bussikalustoon bussien päästöjen vähentämiseksi. HSL arvioi, että vuonna 2024 sen kilpailuttamassa liikenteessä sähköbussien osuus on 28 % ja Euro VI –tasoa huonompia busseja on enää 5 %. Lisäksi HSL arvioi, että HSL:n busseissa biopolttoaineen osuus tulee olemaan 100 % jo vuonna 2020. Toisen sukupolven synteettisen biodieselin (NEXBTL) käyttö vähentää tutkimusten mukaan bussien typenoksidipäästöjä 10 % ja hiukkaspäästöjä 30 % verrattuna tavanomaiseen dieseliin (VTT 2011). Töölöntullissa muiden kuin HSL-bussien osuus on 42 % ja näiden päästöjen on arvioitu olevan 53 % kaikista bussien päästöistä vuonna 2015. Muiden kuin HSL:n kilpailuttamien bussien kaluston ei oleteta paranevan yhtä nopeasti ja siten niiden päästöosuus vuonna 2024 on Töölöntullissa arviolta 64 % bussien päästöistä.

HSL:n kunnianhimoisen kalustoskenaarion päästö- ja pitoisuusvähennykset näkyvät prosentuaalisesti suurinpana Hämeentiellä, koska siellä bussien osuus liikenteestä on suurin (kuva 7). Hämeentiellä NOx-päästöt vähenevät nykytilaan verrattuna 8 % vuoteen 2020 ja 12 % vuoteen 2024 mennessä. Töölöntullissa

vastaavat vähenemät ovat 3 % ja 5 % ja Mäkelänkadulla 3 % ja 6 %. NO_2-pitoisuudet vähenevät Hämeentiellä nykytilaan verrattuna 4 % vuonna 2020 ja 8 % vuonna 2024. Vastaavat pitoisuusvähenemät Töölöntullissa ovat 2 % ja 4 % ja Mäkelänkadulla 2 % ja 4 %. Selkeä vähennys vuosien 2020 ja 2024 välillä johtuu siitä, että kalustoskenaarion mukaisesti HSL:n bussikalustossa ei enää ole juuri lainkaan Euro VI -tasoa huonompia busseja vuonna 2024 ja sähköbussien osuus on korkea.



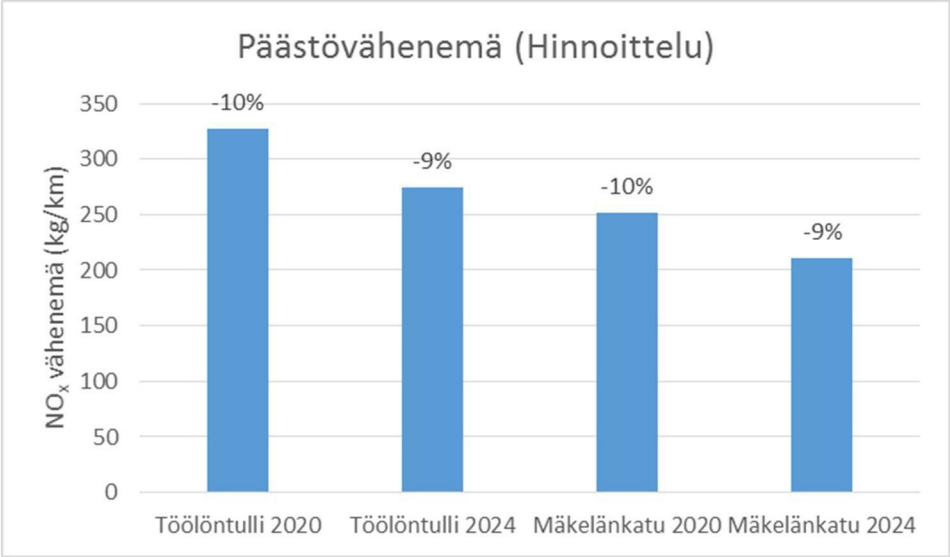


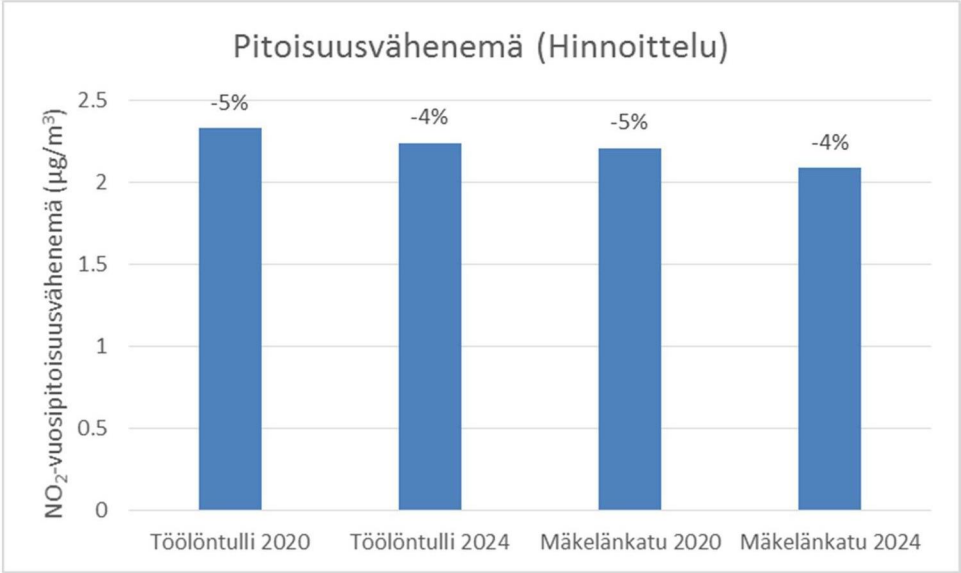
Kuva 7 a-b. HSL:n kalustoskenaarion arvioitu NO_x-päästövähenemä (a) ja NO_2-pitoisuusvähenemä nykytilaan verrattuna vuosina 2020 ja 2024 Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä.

3.4 Liikenteen hinnoittelun, ympäristövyöhykkeen ja pysäköintipolitiikan vaikutukset

Seuraavissa toimenpidevaihtoehtojen tarkasteluissa oletettiin HSL:n toimenpiteiden toteutuvan ja muiden toimenpiteiden rakentuvan sen päälle (kuvat 8-11).

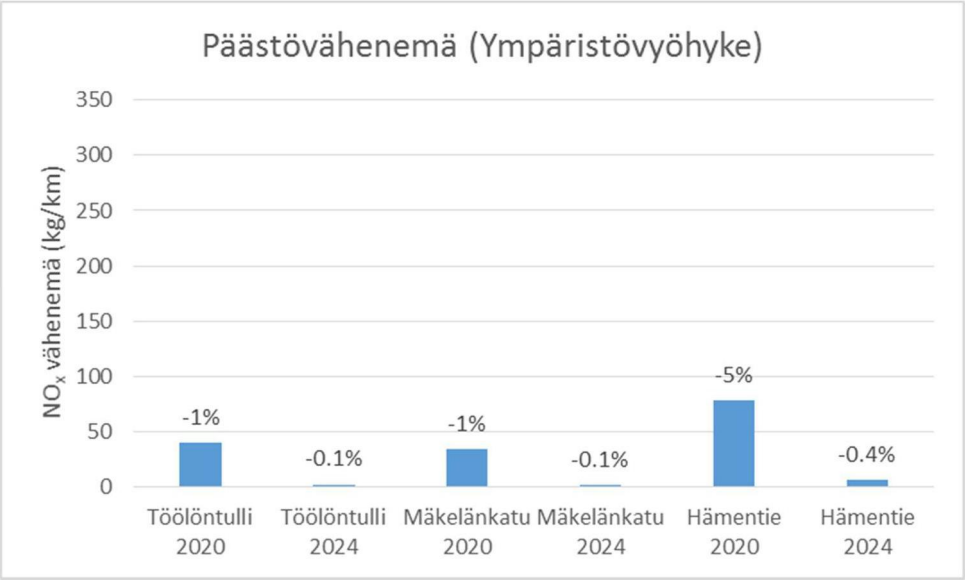
Suurin vaikutus pitoisuuksien alenemiseen saadaan liikenteen hinnoittelu -toimenpidevaihtoehdossa, jossa henkilöautojen suoritteen oletetaan vähenevän 20 % ja liikenteen sujuvoituvan selvästi. Tällöin typenoksidipäästöt vähenevät noin 9 -10 % ja typpidioksidipitoisuus alenee noin 4-5 % (kuva 8).

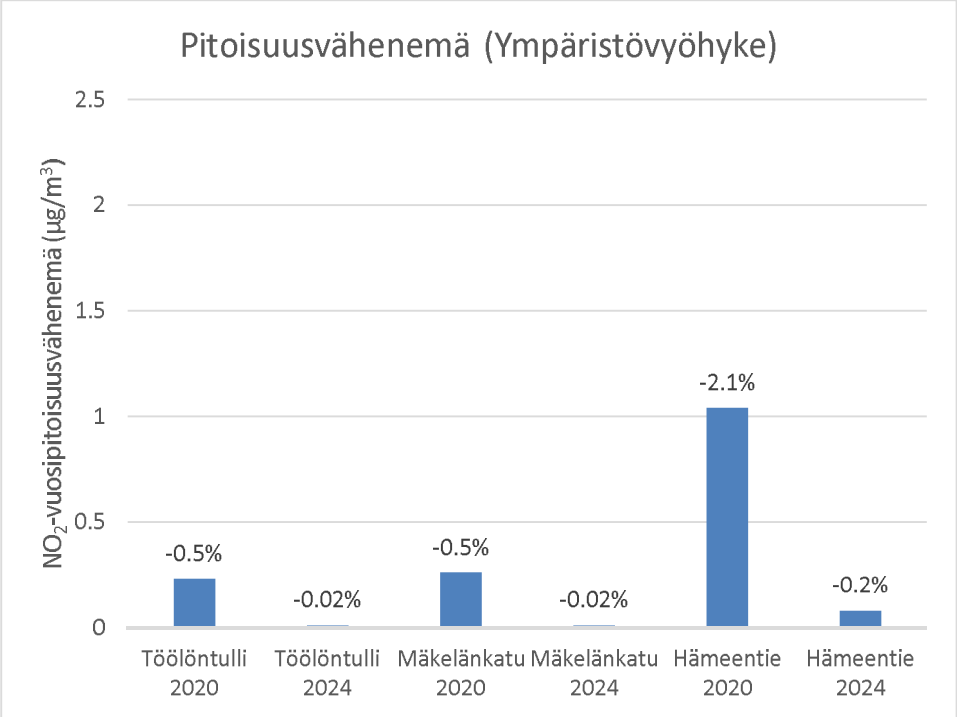




Kuva 8 a-b. Ajoneuvoliikenteen hinnoittelun arvioitu NO_x-päästövähenemä (a) ja NO_2-pitoisuusvähenemä (b) nykytilaan verrattuna vuosina 2020 ja 2024 Töölöntullissa ja Mäkelänkadulla.

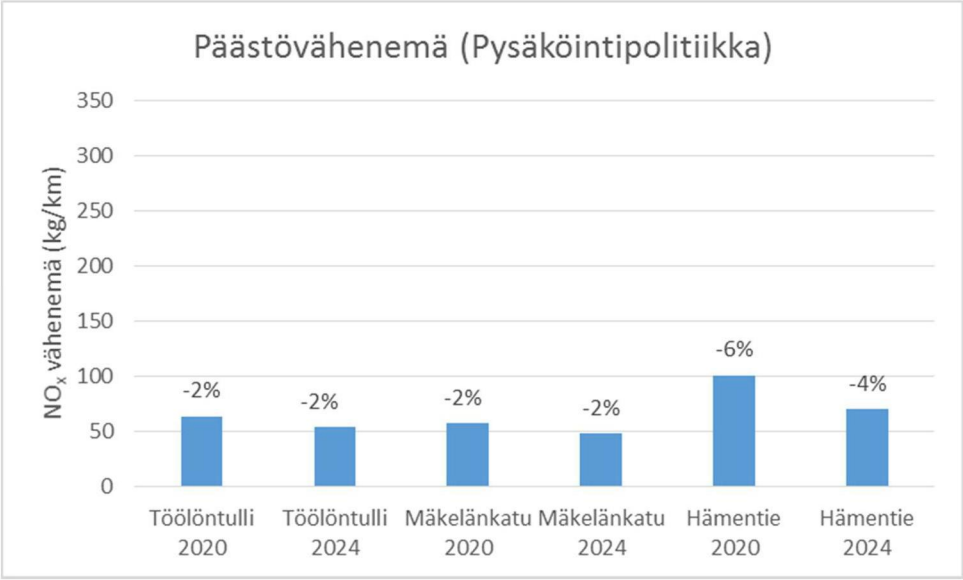
Ympäristövyöhyketoimenpiteen vaikutus näkyy selkeimmin Hämeentiellä johtuen bussien suuremmasta osuudesta (kuva 9). Hämeentiellä NO_x-päästövähenemä on nykytilaan verrattuna 5 % vuonna 2020, kun se muissa katukuiluissa on 1 %. Vuonna 2024 päästövähenemät ovat enää 0,1-0,4 %. Vastaava vaikutus NO_2-pitoisuuksiin on Hämeentiellä 2,1 % vuonna 2020 ja 0,5 % vuonna 2024. Töölöntullissa ja Mäkelänkadulla pitoisuusvähenemät ovat hyvin pienet: 0,5 % vuonna 2020 ja 0,02 % vuonna 2024. Ympäristövyöhykkeen kriteerien kiristämisen vaikutukset päästöihin ja pitoisuuksiin vuonna 2024 ovat hyvin pienet, koska HSL:n kalustoskenaarion mukaan HSL:n bussit ovat jo lähes kaikki Euro VI-tasoa vuonna 2024.

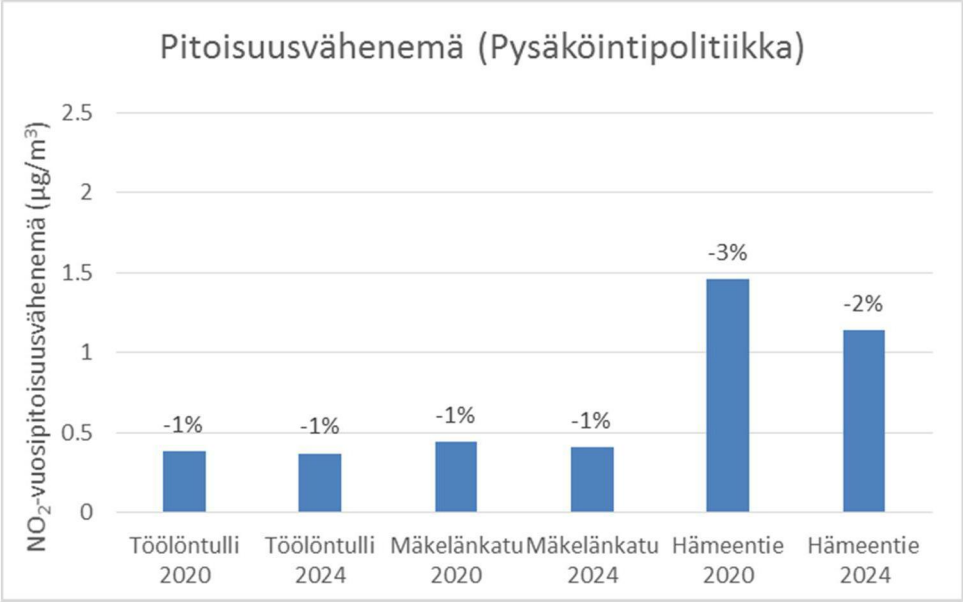




Kuva 9 a-b. Ympäristövyöhykkeen arvioitu NO_x-päästövähenemä (a) ja NO_2-pitoisuusvähenemä (b) nykytilaan verrattuna vuosina 2020 ja 2024 Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä.

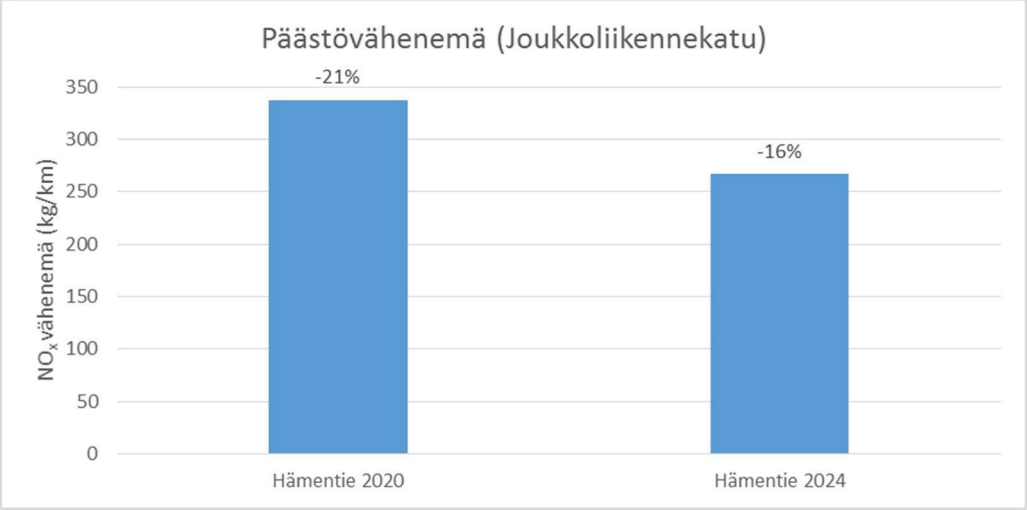
Pysäköintimaksujen korottamisen arvioitiin vähentävän liikennemääriä kantakaupungin katukuiluissa 5 %. Liikennemäärän pieneneminen vähentää päästöjä. Samalla se parantaa liikenteen sujuvuutta, mikä vähentää edelleen päästöjä ja pitoisuuksia. Toimenpiteen arvioidaan vähentävän NO_x-päästöjä Hämeentiellä 6 % vuonna 2020 ja 4 % vuonna 2024 (kuva 10). Vaikutus Töölöntullissa ja Mäkelänkadulla on -2 % molempina vuosina. NO_2-pitoisuudet vähenevät toimenpiteen johdosta Hämeentiellä 3 % vuonna 2020 ja 2 % vuonna 2024. Töölöntullissa ja Mäkelänkadulla vähenemä on 1 % molempina vuosina.

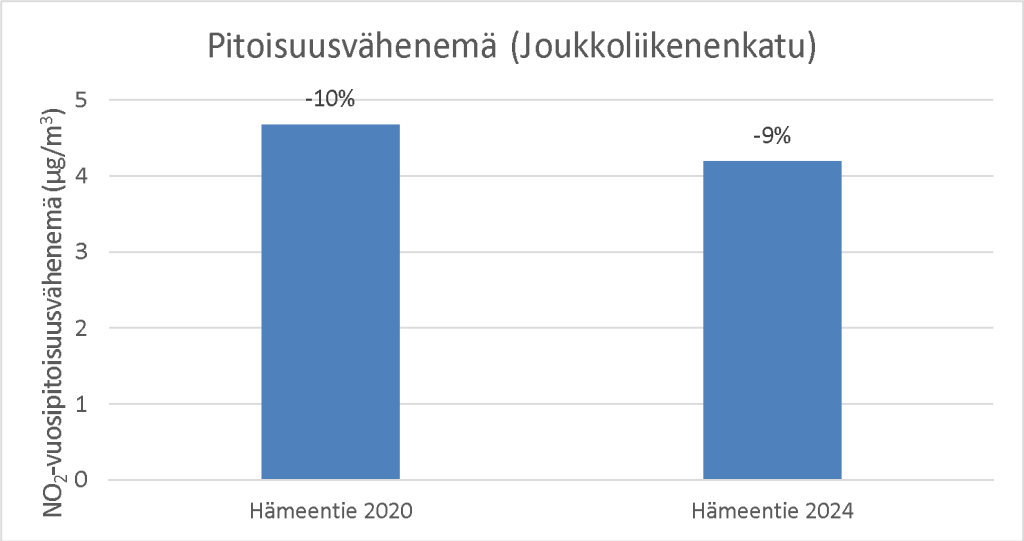




Kuva 10 a-b. Pysäköintipolitiikan arvioitu NO_x-päästövähenemä (a) ja NO_2-pitoisuusvähenemä (b) nykytilaan verrattuna vuosina 2020 ja 2024 Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä.

Lisäksi Hämeentiellä tarkasteltiin toimenpidevaihtoehtoa, jossa katu muutetaan joukkoliikennekaduksi. Tällöin henkilöautoliikenne vähenee 80 % ja liikenne muuttuu sujuvammaksi. Typenoksidipäästöt vähenevät 21 % vuonna 2020 ja 16 % vuonna 2024 nykytilaan 2015 verrattuna. Typpidioksidipitoisuudet alenevat vastaavasti 10 % vuonna 2020 ja 9 % vuonna 2024 (kuva 11).





Kuva 11 a-b. Joukkoliikennekadun arvioitu NO_x-päästövähenemä (a) ja NO_2-pitoisuusvähenemä (b) nykytilaan verrattuna vuosina 2020 ja 2024 Hämeentiellä.

4 Johtopäätökset ja yhteenveto

Typpidioksidipitoisuudet (NO_2) tulisi saada laskemaan raja-arvon alapuolelle mahdollisimman nopeasti. Tehtyjen mallitusten mukaan NO_2-pitoisuudet alenevat ajoneuvotekniikan kehittymisen myötä, mutta eivät riittävästi pitoisuuksien laskemiseksi raja-arvon alapuolelle edes vuoteen 2024 mennessä. Raja-arvon saavuttaminen edellyttää tehokkaiden toimenpiteiden toteuttamista. Tässä työssä on arvioitu ajoneuvoliikenteen hinnoittelun, Hämeentien joukkoliikennekaduksi muuttamisen, HSL;n kalustoskenaarion, ympäristövyöhykkeen ja pysäköintipolitiikan vaikutuksia.

Liikennemäärien vähentäminen on tehokas keino alentaa NO_2-pitoisuuksia. Liikennemäärien vähentyessä myös liikenteen sujuvuus paranee, mikä edelleen vähentää päästöjä. Siten ajoneuvoliikenteen hinnoittelu ja Hämeentien muuttaminen joukkoliikennekaduksi alentaisivat pitoisuuksia selvästi. Pysäköintipolitiikan on arvioitu vaikuttavan liikennemääriin edellisiä vähemmän, joten sen vaikutus pitoisuusiin jää vähäisemmäksi.

Bussiliikenteen päästöillä on suuri vaikutus katukuilujen ilmanlaatuun. Suosimalla katukuiluissa NO_2:n kannalta vähäpäästöisiä busseja ja sähköbusseja saadaan NO_2-pitoisuuksia vähennettyä tehokkaasti (HSL:n kalustoskenaario ja ympäristövyöhyke).

Liite 1 Aineisto ja menetelmät

Katukuilumalli OSPM

Tanskalainen katukuilumalli OSPM (The Operational Street Pollution Model) on kehitetty tieliikenteen päästöjen leviämisen arviointiin katukuilussa (Hertel ja Berkowicz. 1989, Berkowicz, 2000). Katukuilumaisessa ympäristössä katua ympäröivät rakennukset estävät liikenteen päästöjen leviämistä, jolloin heikon laimenemisen vuoksi ilman epäpuhtauksien pitoisuudet voivat kohota korkeiksi.

OSPM laskee ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia kahteen laskentapisteeseen, jotka sijaitsevat rakennusten julkisivun vieressä vastakkaisilla puolilla katua. Mallilla ei voi arvioida rakennusten sisäpihoille muodostuvia pitoisuuksia. Mallinnukset on tehty OSPM:n viimeisimmällä versiolla (päivitys huhtikuu 2014), jonka laskentaa on monipuolistettu aiemmasta.

Lähtötiedot

Katukuilun rakenne

Mallituksessa käytetyt katukuilun rakenteet on kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Katukuilujen rakennetiedot.

	korkeus m	leveys m	korkeus/leveys	orientaatio °	mallinnuskorkeus m
Töölöntulli	21	39	0,54	132	4
Mäkelänkatu	20	40	0,50	136	4
Hämeentie	25	32	0,78	55	4

Ajoneuvomäärä

Taulukko 2. Liikenteen kokonaismäärä ja raskaan liikenteen osuus katukuiluissa eri vuosina.

	2015 ajon/vrk	2020 ajon/vrk	2024 ajon/vrk	raskas %
Töölöntulli	33 500	33 900	34 200	12
Mäkelänkatu	28 300	28 900	29 400	10
Hämeentie	10 000	10 200	10 350	23

Katukuilujen keskimääräisen arkiliikennemäärän tiedot on saatu Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastolta sekä hyödyntämällä Strafican (Pesonen, Haapamäki, 2013) tekemiä mallituksia liikennemäärän prosentuaalisista muutoksista.

Euroluokkaosuudet

Taulukko 3. Ajoneuvojen osuudet eri euroluokissa.

	2015 %	2020 %	2024 %	
Henkilöautot*				
EU-0	5,6	1,9	0,7	
EU-1	7,1	3,9	1,9	
EU-2	10,1	6,1	3,6	
EU-3	19	14	10,5	
EU-4	19,8	13,7	9,5	
EU-5	32,1	23,7	17,1	
EU-6	6,4	36,7	56,6	
Pakettiautot				
EU-0	8	3,3	1,1	
EU-1	4,6	3,1	1,3	
EU-2	17,6	13	6,7	
EU-3	20,9	2,8	17,7	
EU-4	12,9	10,9	6,5	
EU-5	34,6	31,1	19,3	
EU-6	1,3	35,7	47,4	
Kuorma-autot				
EU-0	1,1	-	-	
EU-I	2,5	-	-	
EU-II	12,4	1,5	0,2	
EU-III	38,2	7	1,8	
EU-IV	17,1	8,2	2,1	
EU-V	22,4	32	17,8	
EU-VI	7,1	51,1	78,1	
Bussit kaupunki BAU				
EU-I	-	-	-	
EU-II	**1**	-	-	
EU-III	**17**	-	-	
EU-IV	**4**	-	-	
EU-V	**20**	-	-	
EEV	**53**	**43**	5	
EEV light	-	**5**	3	
hybridi	-	-	2	
EU-VI	**5**	**50**	85	
Sähköbussit	-	**2**	5	
Bussit kaupunki HSL toimenpiteet				
EU-I	-	-	-	
EU-II	1	-	-	
EU-III	12	-	-	
EU-IV	4	-	-	
EU-V	4	-	-	
EEV	55	32	2	
EEV light	6	6	3	
hybridi		8	7	
hybridi 50% plug		1	10	
EU-VI	18	43	50	
Sähköbussit		10	28	
Bussit muut				
EU-I	9	4	-	

EU-II	22	10	-	
EU-III	28	17	9	
EU-IV	18	14	10	
EU-V	10	17	22	
EU-VI	2	19	33	
EEV	10	19	26	

* Euro 6-tason diesel-henkilöautojen päästöjen oletettiin olevan todellisuudessa Euro 5-tasoa vuonna 2020. Vuodelle 2024 oletettiin 70 % Euro 6-tason henkilöautoista olevan Euro 5-tasoa ja 30 % Euro 6 tasoa. Tämä johtuu siitä, että todellisissa mittauksissa on havaittu Euro 6 dieselhenkilöautojen päästöjen olevan tällä hetkellä Euro 5 tasoa.

Liikenteen euroluokkajakauman tiedot on saatu hyödyntämällä VTT:n Liisa-laskentajärjestelmää (http://lipasto.vtt.fi/liisa/). Kaupunkibussien osuudet on saatu Helsingin seudun liikenteeltä. Muiden bussien osuudet nykytilanteessa saatiin VTT:ltä (Laurikko 2015) ja tulevaisuuden kehitys tehtiin HSY:n omana asiantuntija-arviona.

Bensiini- ja dieselhenkilöautojen suoriteosuus

Taulukko 4. Bensiini- ja dieselautojen suoriteosuudet.

	2015 %	2020 %	2024 %
Bensiini	63	57	53
Diesel	37	43	47

Henkilöautojen bensiini/diesel-suhteen tiedot on saatu VTT:n Aliisa-järjestelmästä (Mäkelä 2015) huomioiden, että dieselautojen suorite on 1,57-kertainen bensiinikäyttöisiin autoihin verrattuna.

HSL:n ja muiden bussien osuus

Taulukko 5. HSL:n bussien ja muiden bussien osuudet katukuiluissa.

	Bussi HSL %	Bussi muu %
Töölöntulli	58	42
Mäkelänkatu	75	25
Hämeentie	84	16

Kaupunkibussien ja muiden bussien osuudet katukuiluissa perustuvat Strafican (Pesonen, Haapamäki, 2013) tekemään mallitukseen.

Suoran NO_2:n osuus

Taulukko6. Eri ajoneuvojen suoran NO_2 osuus.

	EU-0 %	EU-1/I %	EU-2/II %	EU-3/III %	EU-4/IV %	EU-5/V %	EU-6/VI %	EEV %	hybridi %
Henkilöautot bensiini	5	5	5	5	5	5	4	-	-
Henkilöautot diesel	8	8	11	35	43	32	40	-	-
Pakettiautot	11	13	11	13	27	27	20	-	-
Kuorma-autot	11	11	19	19	7	9	10	-	-
Bussit			3	4	4	4	30	30	30

Suoran NO_2-osuuksien arvioimisessa on käytetty tietoja kirjallisuudesta sekä omaa asiantuntija-arviota (HBEFA sekä Carslaw ja Rhys-Tyler, 2013).

Liikenteen keskimääräinen vuorokausinopeus

Nopeusrajoitus Töölöntullissa ja Mäkelänkadulla on 50 km/h ja Hämeentiellä 40 km/h. Ruuhkatuntien aikana nopeus on kuitenkin huomattavasti alhaisempi kuin sujuvan liikenteen aikana. Liikenteen keskimääräinen vuorokauden tuntinopeuden arviointi perustuu Helsingin liikennesuunnitteluviraston tekemään tutkimukseen liikenteen sujuvuudesta Helsingissä (Helman, 2011) ja Strafican tekemään mallitukseen (Pesonen, Haapamäki, 2013).

Biopolttoaineen käyttö

Taulukko 7. Biopolttoaineen määrä.

Bussit	2015 %	2020 %	2024 %
Biopolttoainetavoite	8	20	20
BAU	8	50	75
HSL	26	100	100

Bussien biopolttoaineen käytön arvio on saatu Helsingin seudun liikenteeltä.
http://www.oil.fi/fi/ymparisto-biopolttoaineet/biopolttoaineet-liikenteessa

Päästökertoimet

Päästökertoimina käytettiin pääasiassa HBEFA:n (version 3.2) päästökertoimia (www.hbefa.net), Lisäksi käytettiin seuraavia bussien päästökertoimia:

-hybridi = 0.75* EU-VI
-hybridi 50 % plug = 0.50 * hybridi
-eev light = 0.75 * eev

Taustapitoisuudet ja sää

Mallinnuksessa käytettiin HSY:n Kallion kaupunkitausta-aseman vuoden 2014 pitoisuuksia ja myös Ilmatieteen laitoksen sääaineisto (lämpötila, tuulennopeus, tuulensuunta, nettosäteily, sekoituskorkeus) oli vuodelta 2014. Mallitukissa oletettiin taustapitoisuuden laskevan 2,5 µg/m^3 vuoteen 2024 mennessä. Muutoksen oletettiin olevan lineaarinen vuosien 2015 ja 2024 välillä.

Liikenteen aikajakaumat

Liikenteen tunti-, vuorokausi- ja viikkoaikajakaumatiedot ovat vuodelta 2014, ja niitä on sovellettu myös muille mallinnusvuosille, Kyseiset aikajakaumatiedot on saatu Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirastosta (Lilleberg ja Helman, 2015).

Taulukko 8. Liikenteen ajallinen vaihtelu .

	Kantakaupunki
Tunti	
0	1823
1	1105
2	782
3	746
4	1119
5	3375
6	12893
7	24497
8	28372
9	20348
10	17282
11	17982
12	18602
13	18590
14	21245
15	28398
16	29799
17	24773
18	19365
19	14999
20	12779
21	9337
22	5557
23	3262

	Niemi	Kantakaupunki	Kaupunki
Viikonpäivä			
maanantai	103	103	109
tiistai	109	108	112
keskiviikko	110	110	113
torstai	112	112	113
perjantai	114	113	113
lauantai	80	79	71
sunnuntai	72	75	69

Viikko	Niemi, Kantakaupunki & Kaupunki
1	72
2	99
3	100
4	98
5	99
6	98
7	100
8	87
9	102
10	101
11	101
12	101
13	102
14	104
15	104
16	103
17	104
18	110
19	106
20	107
21	108
22	97
23	108
24	108
25	104
26	97
27	89
28	81
29	75
30	73
31	82
32	94
33	103
34	106
35	106
36	105
37	105
38	105
39	105
40	107
41	106
42	104
43	105
44	106
45	104
46	105
47	106
48	104
49	105
50	106
51	108
52	85

Lähteet

Berkowicz, R., 2000. OSPM - A parameterised street pollution model. Environ. Monit. and Assessment,. 65(1-2): p. 323-331.

Carslaw, D., Rhys-Tyler, G., 2013. Remote sensing of NO_2 exhaust emissions from road vehicles. DEFRA Project Reference:332c2011 (City of London Corporation),334c2011 (London Borough of Ealing).

Helman, T. Liikenteen sujuvuus Helsingissä 2011. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 2011:3.

Hertel, O. & Berkowicz, R., 1989. Modelling Pollution from Traffic in a Street Canyon. Evaluation of Data and Model Development, National Environmental Research Institute (NERI), DMU LUFT-A129, Roskilde, Denmark, ISBN 87-7440-141-6, 77 p.

Laurikko, J., 2015. Kirjallinen tiedonanto 30.10.2015.

Lilleberg, I., Hellman, T., 2015. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2014. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston selvityksiä. 2015:3.

Mäkelä, K., 2015. Kirjallinen tiedonanto 14.10.2015.

Pesonen, H., Haapamäki, T., 2013. Helsingin kantakaupungin ilmanlaadun kehitysennuste 2020, Liikenne-ennusteet.

Ympäristökeskus 2016. Helsingin Ilmansuojelusuunnitelma 2017–2024. Luonnos.

VTT 2011. Optimized usage of NExBTL renewable diesel fuel, VTT Research Notes 2604, http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2604.pdf

HSY:n julkaisuja ı HRM:s publikationer
ISSN-L [XXXX-XXXX]
ISSN [XXXX-XXXX] (nid.)
ISSN [XXXX-XXXX] (pdf)
ISBN [XXX-XXX-XXXX-XX-X] (nid.)
ISBN [XXX-XXX-XXXX-XX-X] (pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
PL 100, 00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki
Puh. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster
PB 100, 00066 HRM, Semaforbron 6 A, 00520 Helsingfors
Tfn 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi
Helsinki Region Environmental Services Authority
P.O. Box 100, FI-00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki
Tel. +358 9 15611, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi