

Ilmansaasteiden terveysvaikutukset

**Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki,
Arja Asikainen, Isabell Rumrich**

Ilmansaasteiden terveysvaikutukset

**Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki,
Arja Asikainen, Isabell Rumrich**

Helsinki 2016

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

YMPÄRISTÖMINISTERIÖN RAPORTTEJA 16 | 2016
Ympäristöministeriö
Ympäristönsuojeluosasto

Taitto: Anja Järvinen, valtioneuvoston hallintoyksikkö

Julkaisu on saatavana internetistä: www.ym.fi/julkaisut

Helsinki 2016

ISBN 978-952-11-4604-6 (PDF)
ISSN 1796-170X (verkkoi.)

ESIPUHE

Ilmansaasteet aiheuttavat haittoja sekä ihmisten terveydelle että ympäristölle. Laskemaperäinen rehevöityminen on ongelma koko Euroopan alueella ja myös osassa Suomea. Merkittävimmäksi ilmansaasteiden aiheuttamaksi haitaksi tällä hetkellä arvioidaan kuitenkin ilmansaasteiden, erityisesti pienhiukkasten aiheuttamat terveyshaitat. EU:n ilmanlaadun raja-arvot, erityisesti hiukkas- ja typenoksidipitoisuudet, ja otsonin tavoitearvot ylittyvät suurella osalla Eurooppaa. Vaikka Suomessa ilmanlaadun raja-arvot ylittyvät vain harvoin, on jo raja-arvoja alhaisemmilla pitoisuuksilla vaikutuksia ihmisten terveyteen. EU:n päästökattodirektiivin uudistuksen perusteena on ollut pienhiukkaspäästöjen aiheuttamien terveyshaittojen vähentäminen.

Tässä raportissa esitetään ympäristöministeriön ja sosiaali- ja terveysministeriön rahoittaman Ilmansaasteiden terveysvaikutukset (ISTE) -hankkeen päätulokset. Raportin tavoitteena on selkeyttää ilmansaasteiden roolia haitallisten terveysvaikutusten aiheuttajana ja esittää perusteita päästöjä rajoittavien toimien tarpeesta. Hankkeen toteuttivat dosentti Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki, Arja Asikainen ja Isabell Rumrich Terveyden ja hyvinvoinnin laitokselta. Rahoittajien puolesta hanketta ohjasivat johtaja Jari Keinänen sosiaali- ja terveysministeriöstä sekä neuvottelevat virkamiehet Sirpa Salo-Asikainen ja Tarja Lahtinen ympäristöministeriöstä. Hanketta käsiteltiin STM:n järjestämässä työpajassa 8.10.2015, johon osallistui 18 henkeä. Hanketta esiteltiin myös THL:n järjestämässä ilmansuojeluyhdistyksen syysseminaarissa 26.11.2015.

SISÄLLYS

Esipuhe	3
1 Johdanto	7
2 Menetelmät	8
3 Ilmansaasteiden aiheuttamat terveyshaitat	10
4 Altistuminen ja altistuskäsitteet	15
5 Epävarmuudet	18
6 Haittojen torjunta ja kustannustehokkuus	20
7 Vuosisadan megatrendien vaikutuksia	21
8 Yhteenveto ja päätelmät	22
Kirjallisuus	24
Kuvailulehti	25
Presentationsblad	26
Documentation Page	27

1 Johdanto

Tämän työn lähtökohtana olivat mm. Maailman terveysjärjestön (WHO) laskelmat, joiden mukaan ulkoilman saasteet aiheuttivat maailmanlaajuisesti 3,7 miljoonaa ennen aikaista kuolemaa vuonna 2012 (WHO 2015a). Euroopassa ennen aikaisia kuolemia arvioitiin Clean Air for Europe -hankkeessa vuonna 2000 aiheutuneen 369 000 ja Suomessa 1 300 (Watkiss ym. 2005). WHO asetti vuonna 2005 pienhiukkasille terveysperusteisen vuosiohjeen 10 µg/m³ kun EU:n vastaava raja-arvo on 25 µg/m³. Edelleen pääosa, noin 91–93 prosenttia eurooppalaisista asuu alueilla, joilla WHO:n ohje arvo ylittyy (EEA 2014). Ilmansaasteiden haitallisuudesta on runsaasti tutkimustietoa, mutta tieto jalostuu käytäntöön hitaasti. Vuonna 2013 WHO:n alainen syöpätutkimuslaitos IARC vahvisti ilmansaasteiden syöpävaarallisuuden ihmisille (IARC 2013).

Aiemmin Suomelle tehdyt ulkoilman terveyshaittoja koskevat arviot sisältävät vain hiukkaset ja otsonin, eivätkä esitetyt luvut ole suoraan vertailukelpoisia. Wienissä toimiva kansainvälinen systeemianalyysi-instituutti (IIASA) arvioi raportissaan, että vuoden 2005 tilanteessa suomalaisten eliniän odote lyheni pienhiukkasten takia 3,7 kuukautta (Amann 2014) vastaten noin 14 700 elinvuoden menetystä vuonna 2005. Samassa raportissa arvioitiin otsonin vuonna 2005 aiheuttaneen 99 kuolemantapausta.

Tässä tutkimuksessa tarkoituksena on koota ajantasaiset tiedot suomalaisten altistumisesta ilmansaasteille sekä muodostaa vertailukelpoinen ja kattava kokonaiskuva ilmansaasteiden aiheuttamista terveyshaitoista ilmansuojelua koskevan suunnittelun ja päätöksenteon pohjaksi. Tavoitteena on vastata kysymyksiin:

- Ilmansaasteet iso ongelma Keski-Euroopassa, entä meillä?
- Ilmanlaadun raja/ohjeet eivät Suomessa ylity laajassa mitassa eli ei ongelmia?
- Onko kuitenkin terveyshaittoja joiden estämiseen tulisi tarttua?
- Mitkä haitta-aineet olisi priorisoitava?
- Mitä ja missä pitäisi mitata, mitkä aineet voisi unohtaa?
- Mitä päästöjä ja missä tulisi vähentää?

Tulokset ja menetelmät esitellään tarkemmin yksityiskohtaisissa raporteissa (Korhonen ym. 2015, altistusten arviointi; Lehtomäki ym. 2015, tautitaakka). Tässä yhteenvedossa esitetään yhteenveto tärkeimmistä tuloksista.

2 Menetelmät

Työssä arvioitiin Suomessa säädeltyjen ilmansaasteiden¹ terveysvaikutukset (PM_{2,5}, PM₁₀ ja sen sisältämä As, Cd, Ni, Pb ja BaP, sekä kaasumaiset NO₂, O₃, SO₂, CO, C₆H₆, ja TRS)². Suomen väestön keskimääräiset pitkäaikaista altistumista kuvaavat ulkoilman väestöpainotetut altistumistasot arvioitiin vuoden 2013 mittaustuloksista. Altistustasot ja arviointimenetelmät esitetään yksityiskohtaisesti erillisessä raportissa (Korhonen ym. 2015). Suomalaisten sairastavuutta ja kuolleisuutta kuvaavana lähtöaineistona käytettiin Maailman terveysjärjestön (WHO) Global Health Estimates 2012 arvioita (WHO 2015b), jossa eliniän odote on WHO:n laskema ennuste vuodelle 2050.

Terveysvaikutusarvio perustuu ensisijaisesti WHO:n työryhmän systemaattiseen katsaukseen ilmansaasteiden haitallisuudesta ja sen pohjalta äskettäin annettuun uuteen suositukseen haittojen arvioinnissa käytettävistä pitoisuus-vastefunktioista neljälle tärkeimmäksi katsotulle ilmansaasteelle (PM_{2,5}, PM₁₀, O₃ ja NO₂) (Heroux ym. 2015). Työryhmän suositusta luonnollisen kokonaiskuolleisuusriskin käytöstä sovellettiin huomioimalla pienhiukkasille ja otsonille vain sydän- ja verisuoni-, keuhkosairaudet ja keuhkosityövät (Lehtomäki ym. 2015), joille mekanistista toksikologista näyttöä on erityisesti pienhiukkasten osalta olemassa. Valittu laskentatapa pienentää vaikutusarvioita jonkin verran.

Mitä tarkoittaa tautitaakka?

Tässä työssä terveysvaikutuksia arvioitiin tautitaakka-käsitteen avulla. Tautitaakka (burden of disease, BoD) on mittari, jolla kuvataan väestön terveyden menetyksiä. Tautitaakka yhdistää ennen aikaisen kuoleman takia menetetyt elinvuodet (years of life lost due to premature mortality, YLL) ja sairauskohtaisilla haittapainoilla yhteismitallisiksi skaalatun sairastavuuden (years lived with disability, YLD). Nämä yhdistämällä lasketaan tautitaakka haittapainotettuina elinvuosina (disability adjusted life-years): DALY = YLL + YLD.

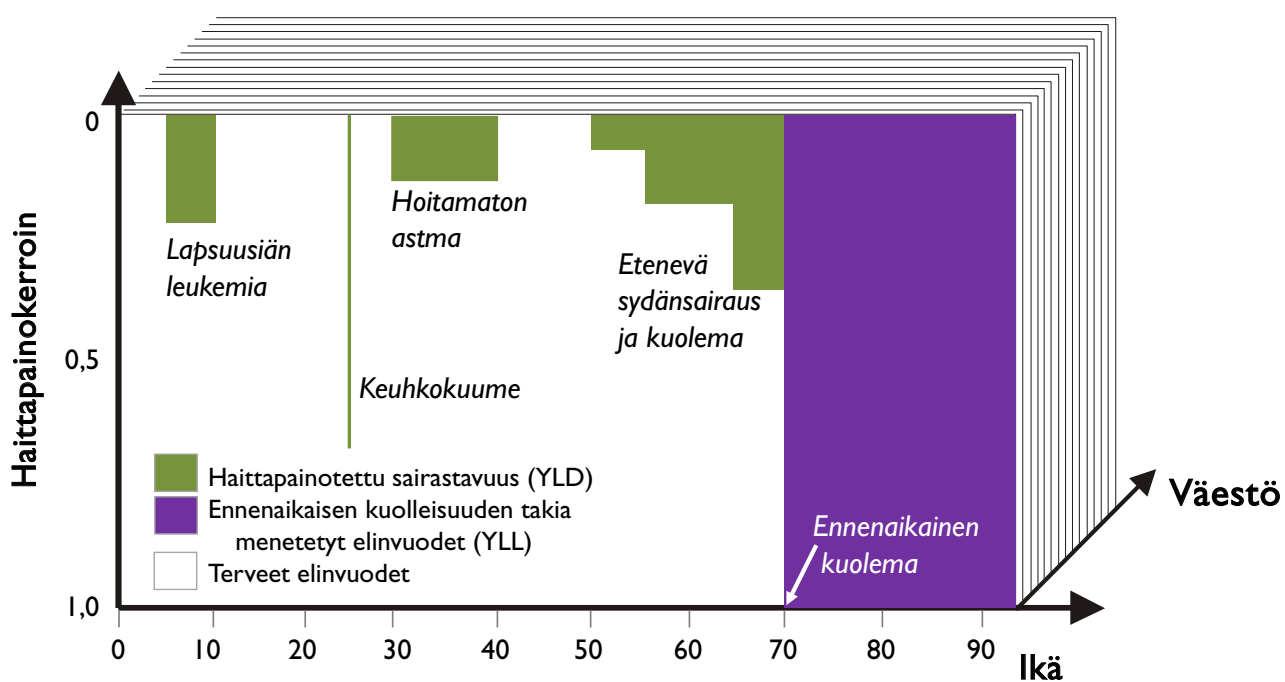
Kuoleman haittapainokerroin on 1 ja sairauksien haittapainot vaihtelevat niiden vakavuuden mukaan (Kuva 1). Tautitaakan avulla voidaan yhdistää ilmansaasteiden aiheuttamien sairauksien ja ennen aikaisten kuolemien haitat. Kun ihminen sairastuu

¹ Ks. <http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/saadokset/saadokset.html>; kokonaisleijuman (TSP) sijasta arvio laskettiin karkeille hiukkasille (PMcoarse, halkaisija 2,5–10 µm).

² Kokonaisleijuman sijasta karkeat hiukkaset PMc = PM₁₀–PM_{2,5}; typen oksideista vaikutukset laskettiin NO₂:lle.

ilmansaasteiden vuoksi, haitta arvioidaan sairauskohtaisen haittapainokertoimen mukaisesti. Jos ihminen kuolee ennen aikaisesti ilmansaasteiden aiheuttaman sairauden takia, myös menetetyt elinvuodet huomioidaan. Kuvan esimerkissä suurin haitta aiheutuu ennen aikaisesta kuolemasta.

Ilmansaasteiden aiheuttama tautitaakka laskettiin altistus- ja terveystiedoista käyttäen yleisiä riskinarviointimenetelmiä, joita kuvataan tarkemmin yksityiskohtaisessa raportissa (Lehtomäki ym. 2015). Lisäksi usein riskitekijöiden vaikutuksia kuvataan myös kuolemantapausten lukumäärällä (n). Tässä työssä vaikutukset laskettiin kaikkia näitä mittareita (DALY, YLD, YLL, n) käyttäen.



Kuva 1. Sairastavuuden (vihreä) ja kuolleisuuden (violetti) mittaaminen haittapainotettuina elinvuosina (DALY). (Mukaellen Hollander et al., 1999). Ilmansaasteiden aiheuttama kokonaishaitta saadaan siis laskemalla yhteen violetit ja vihreät alueet.

3 Ilmansaasteiden aiheuttamat terveyshaitat

Ulkoilman saasteiden terveysvaikutuksia on kansainvälisissä arvioissa esitetty aiemmin lähinnä pienhiukkasille ja otsonille. Pienhiukkaset ja otsoni on kytketty sadoissa tutkimuksissa erilaisiin terveysvaikutuksiin kuten ennenaikaiseen kuolleisuuteen, sydän- ja verisuonisairauksiin, hengityselinsairauksiin kuten astmaan ja keuhkoah-
taumatautiin sekä keuhkosityöpään.

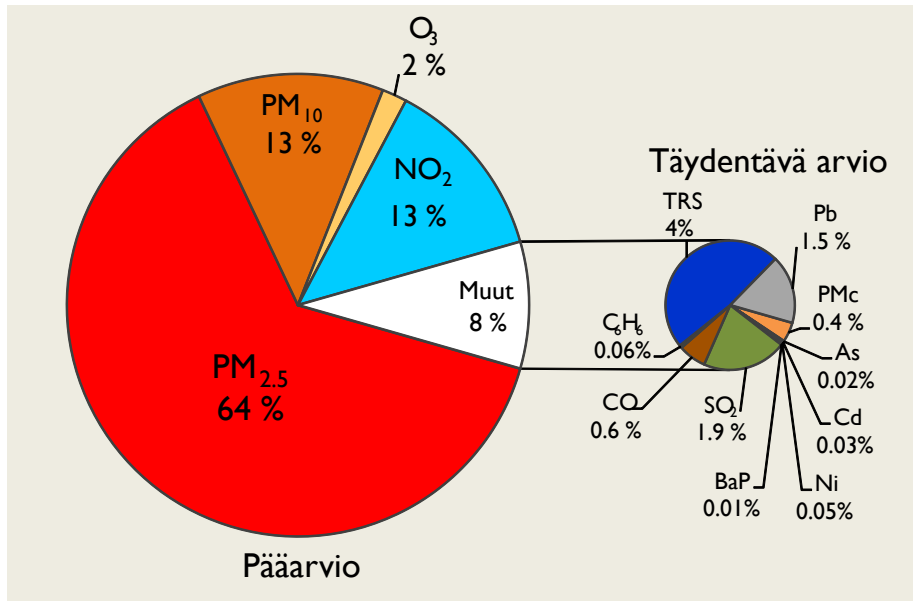
Suomessa on säädetty raja-, tavoite- ja ohjearvot viidelletoista ilmansaasteelle. Hiukkasia ($PM_{2,5}$ ja PM_{10}) ja otsonia (Hänninen ym. 2010, 2014, Watkiss ym. 2005) lukuun ottamatta vaikutuksia ei ole aiemmin arvioitu tautitaakkana.

Päivitettyjen ja täydennettyjen laskelmien mukaan ilmansaasteiden aiheuttama terveyshaitta Suomessa on noin 33 000 DALY/a vuoden 2013 altistustilanteessa (Kuva 2). Pääosa haitoista aiheutuu $PM_{2,5}$, PM_{10} , NO_2 ja O_3 :sta, joiden vaikutukset muodostavat noin 90 % tautitaakasta.

Tautitaakasta pääosa aiheutuu ennenaikaisen kuoleman takia menetetyistä elinvuosista (26 000 YLL, 78 %) ja loput (7200 YLD, 22 %) eri sairauksien takia (Taulukko 1). Ilmansaasteiden vaikutuksia arvioitiin myös kuolemantapausten lukumääränä, jota vastaava tulos oli yhteensä 1 600 tapausta (Taulukko 1).

Tieteellinen näyttö pienhiukkasten terveysvaikutuksista on erittäin laaja ja käytännössä muiden ilmansaasteiden vaikutuksia koskevaa näyttöä vahvempaa. Maailman terveysjärjestö tuoreessa suosituksessaan ehdottaa kuitenkin myös hengitettävien hiukkasten, otsonin ja typpidioksidin vaikutusten huomioimista. Näiden neljän ilmansaasteen osuus kaikkien ilmansaasteiden tautitaakasta on 30 000 DALY (92 %). Näiden lisäksi laskettujen muiden ilmansaasteiden tautitaakkaan sisältyy huomattavasti suurempia epävarmuuksia. Tulos kuitenkin osoittaa, että arvion suuruusluokka ei riipu täydentävässä arvioissa mukana olevista hiukkasten sisältämistä raskasmetalleista, PAH-yhdisteistä tai kaasumaisista ilmansaasteista.

Ilmansaasteiden arvioidaan siis aiheuttavan yhteensä 1 600 kuolemantapausta vuodessa. Yhtä ilmansaasteista johtuvaa kuolemantapausta kohti aiheutuva elinvuosien menetys on keskimäärin 16,3 vuotta (26 000 YLL / 1 600 kuolemantapausta).



Kuva 2. Ilmansaasteiden Suomessa vuonna 2013 aiheuttaman tautitaakan (33 kDALY) jakautuminen ilmansaasteiden kesken. TRS = haisevat rikkiyhdisteet, C₆H₆ = bentseeni, PMc = karkeat hiukkaset.

Taulukko 1. Ilmansaasteiden aiheuttama tautitaakka Suomessa vuonna 2013 eriteltynä tautitaakka-komponentteittain, pää- ja täydentäviin arvioihin sekä ilmansaasteittain.

	Haittapainotetut vuodet			Sairastavuus YLD	Menetetyt elinvuodet YLL	Kuolemantapaukset n
	DALY	(95 % luottamusväli)				
Tautitaakka	33 000	26 000	– 41 000	7 200	26 000	1 600
<i>A: Pääarvio (mukaillen Heroux et al. 2015)</i>						
PM _{2.5}	21 000	15 000	– 27 000	3 200	18 000	1 100
PM ₁₀	4 300	1 400	– 7 700	1 900	2 400	130
NO ₂	4 200	2 600	– 6 100	400	3 800	220
O ₃	570	250	– 1 000	130	440	29
Yhteensä	30 000	23 000	– 38 000	5 600	25 000	1 500
<i>B: Täydentävä arvio</i>						
PMc	140	14	– 300	30	110	1,2
Pb	520	48	– 990	51	470	32
As	5,6	5,6	– 5,6	0,062	5,6	0,25
Cd	8,8	4,9	– 8,8	0,096	8,7	0,39
Ni	16	0,74	– 16	0,18	16	0,73
BaP	2,4	0,27	– 2,7	0,026	2,4	0,11
TRS	1 400	54	– 3 900	1 400	0	0
SO ₂	610	310	– 970	140	470	27
CO	200	34	– 510	18	180	13
C ₆ H ₆	19	9,3	– 33	0,48	19	0,86
Yhteensä	2 900	1 400	– 5 500	1 600	1 300	76

Kaksi päivää kuolleena joka vuosi – tai kolmen kuukauden flunssa vuosittain?

Ilmansaasteiden aiheuttama kokonaishaitta 33 kDALY/a tarkoittaisi koko väestössä keskimäärin 2,1 elinpäivää suomalaista kohti vuodessa³. Haitta vastaa siis suuruusluokaltaan tilannetta, jossa joka vuosi jokainen suomalainen olisi kaksi päivää kuolleena. Jos oletetaan, että ihminen elää 80-vuotiaaksi ilman ilmansaasteiden vaikutuksia, kuolisi hän siis keskimäärin 160 päivää aikaisemmin ilmansaasteiden haitallisten vaikutusten takia.

Vastaavasti sairastamisesta aiheutuva 7 200 DALYn menetys vastaa koko väestössä keskimäärin henkeä kohti esimerkiksi neljä päivää hoitamatonta astmaa tai vajaat 2 kk hoidettua astmaa, kolmen kuukauden lievää flunssaa (97 pv taulukossa 2) tai reilun viikon keskivaikeaa flunssaa tai kahden päivän keuhkokuumetta. Taulukko 2 esittää näiden sairauksien haittapainokertoimet joihin lasketut arvot perustuvat.

Taulukko 2. Ilmansaasteiden aiheuttama sairastavuus henkeä kohti verrattuna joihinkin suhteellisen yleisiin tauteihin.

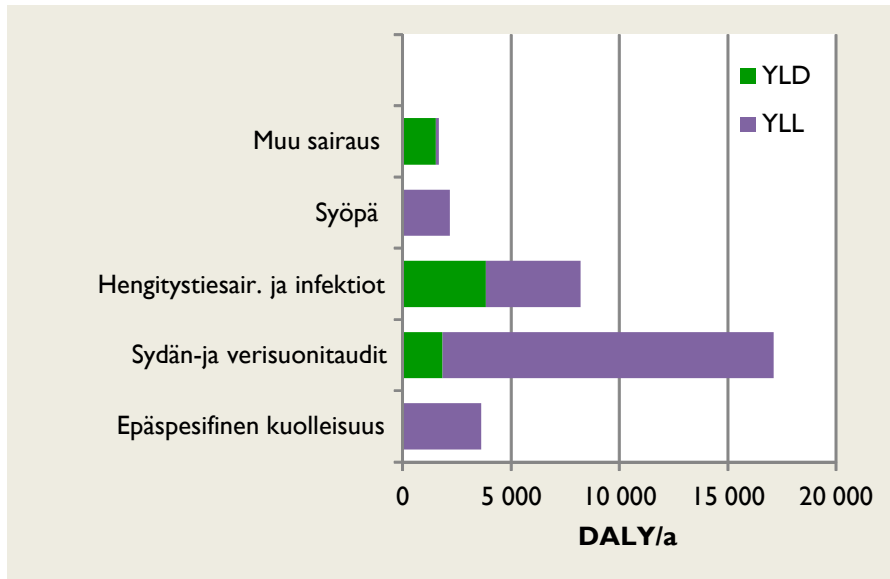
Sairaus	Haittapainokerroin ^a	Sairausekvivalentti päivää vuodessa
Hoitamaton astma	0.13	3.7
Hoidettu astma	0.009	54
Flunssa lievä	0.005	97
Flunssa keskivaikea	0.053	9.2
Keuhkokuume	0.21	2.3

^a Eri sairauksien terveyden menetys muutetaan vertailukelpoiseksi käyttäen kullekin sairaudelle tyypillistä haittapainokerrointa (WHO 2013).

Jos arvioitu 26 000 elinvuoden menetys jaetaan tasan koko väestön kesken, saadaan keskimääräiseksi eliniän odotteen lyhenemäksi 5,3 kk. Verrattuna johdannossa mainittuun Amannin arvioon koskien vuotta 2005 (3,7 kk) tämä on jonkin verran suurempi, vaikka väestön altistustasot Suomessa ovat laskeneet. Ero johtuu siitä, että päivitettyissä arvioissa on huomioitu väestön eliniänodotteen kasvu.

Kuvassa 3 on esitetty ilmansaasteiden aiheuttamat yleisimmät sairaudet. Ilmansaasteet aiheuttavat eniten sydän- ja verisuonitauteihin sairastumisia ja ennenaikaisia kuolemia. Syöpäsairauksissa kuolleisuus korostuu erityisesti johtuen keuhkosyövän vakavuudesta. Epäspesifinen kuolleisuus ei sisällä määritelmästä johtuen lainkaan sairastavuuskomponenttia.

³ Keskimääräinen haitta laskettuna henkeä kohti päivinä: 33 000 DALY/5.4 milj. × 365 pv/a



Kuva 3. Ilmansaasteiden tautitaakan jakautuminen eri sairausluokkiin. YLD = sairastavuus, YLL = kuoleman takia menetetyt elinvuodet.

Vertailu joihinkin yleisiin riskeihin

WHO:n Global Health Estimates -aineistossa liikenneonnettomuudet aiheuttivat vuonna 2013 yhteensä 235 kuolemantapausta ja 11 360 menetettyä elinvuotta. Keskimäärin liikenneonnettomuuden aiheuttamassa kuolemantapauksessa menetetään siis 48,3 elinvuotta. Ilmansaasteiden aiheuttama tautitaakka on noin kaksinkertainen tähän verrattuna. Ilmansaasteiden aiheuttamien kuolemantapausten määrä on erityisen selvästi näistä kahdesta riskitekijästä suurempi, mutta kohdistuu pääosin ikääntyneeseen väestöön, jolloin eliniän menetys tapausta kohti on vastaavasti pienempi (n. 16 vuotta vs. 48 vuotta; Taulukko 3). Kun otetaan huomioon myös sairastavuus ja loukkaantumiset on ilmansaasteiden aiheuttama tautitaakka noin 30 % suurempi kuin liikenneonnettomuuksien aiheuttama tautitaakka.

Muihin tunnettuihin kansanterveysriskeihin ilmansaasteiden vaikutusta voidaan verrata käyttäen esimerkiksi alkoholia ja tupakkaa, joiden terveystenetyksiksi on arvioitu 117 000 ja 125 000 DALY vuonna 2013 (Lim ym. 2012). Ilmansaasteiden vaikutus on noin kolmasosa kummastakin, tai yhteensä laskettuna noin kuudesosa näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Huomattavaa on, että ilmansaasteiden vaikutus sairastavuuteen on selvästi korkeampi suhteessa alkoholiin ja tupakkaan kuin vaikutus kuolleisuuteen (Taulukko 3).

Taulukko 3. Ilmansaasteiden aiheuttama eliniän menetys ja sairastavuus suhteessa liikenneonnettomuuksiin, tupakoinnin ja alkoholin vastaaviin vaikutuksiin vuonna 2012.

Riskitekijä	Kuolemat	Eliniän menetys		
		yhteensä YLL	per tapaus vuotta	per väestö päivää/v
Ilmansaasteet	1 600	26 000	16.3	1.8
Liikenneonnettomuudet	235	11 360	48.3	0.8
Alkoholi	2 548	91 290	35.8	6.2
Tupakka	5 150	113 550	22.0	7.7

Riskitekijä	Henkilöä	Sairastavuus		
		yhteensä YLD	per potilas vuotta	per väestö päivää/v
Ilmansaasteet	n/a	7 200	n/a	0.47
Liikenneonnettomuudet	5 490	14 055	2.6	0.93
Alkoholi	n/a	26 525	n/a	1.75
Tupakka	n/a	11 788	n/a	0.78

Jos tarkastellaan ilmansaasteita suhteessa väestön koko sairastavuuteen, menetettyihin elinvuosiin ja kuolleisuuteen, havaitaan, että ilmansaasteiden vaikutus on n. 1–3 prosentin luokkaa mittarista riippuen (Taulukko 4).

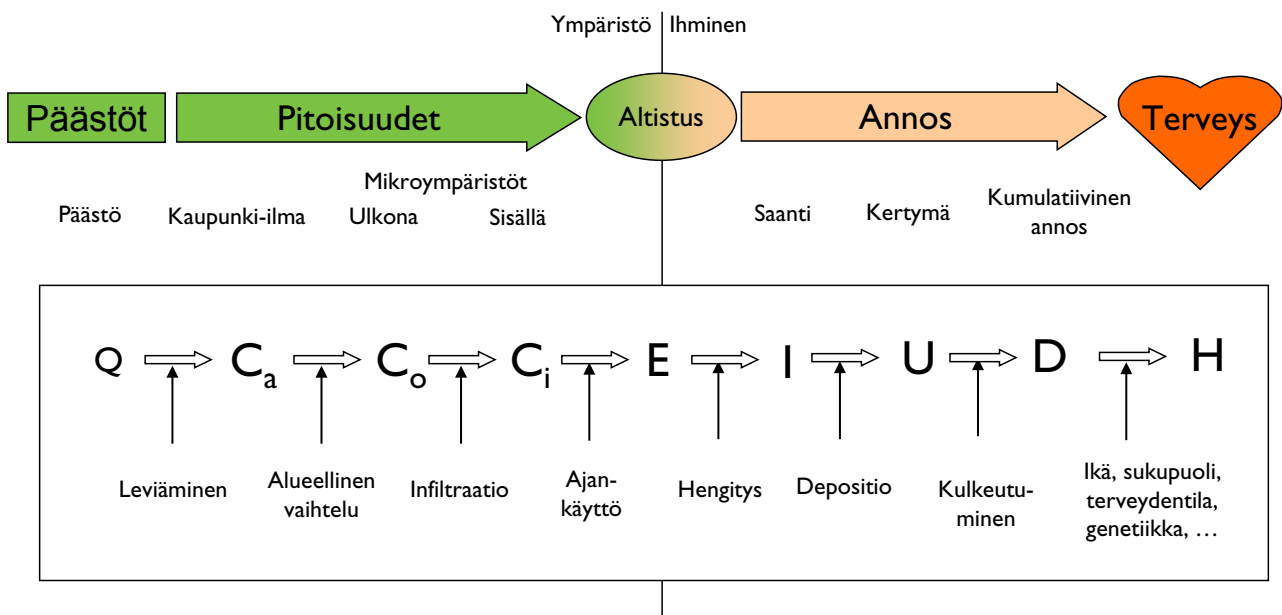
Taulukko 4. Ilmansaasteiden aiheuttama eliniän menetys ja sairastavuus suhteessa kaikkiin sairauksiin vuonna 2012.

Terveysmittari 2012	Kaikki syyt	Ilmansaasteet	
Menetetyt elinvuodet (YLL)	934 000	26 000	2,8 %
Sairastavuus (YLD)	651 000	7 200	1,1 %
Kuolemantapaukset	51 000	1 600	3,1 %
Tautitaakka (DALY)	1 585 000	33 200	2,1 %

4 Altistuminen ja altistuslähteet

Ilmansaasteet ovat peräisin monista eri lähteistä. Pitoisuudet Suomessa syntyvät ulkomailta peräisin olevan kaukokulkeuman ja kotimaisten päästölähteiden yhteisvaikutuksesta. Erityisesti pienhiukkasten osalta kaukokulkeumalla on huomattava vaikutus pitoisuuksiin. Kotimaisista lähteistä korostuvat liikenne ja puun pienpoltto taajama-alueilla, joilla päästöt tapahtuvat lähellä väestöä.

Tässä työssä altistuksella tarkoitetaan väestöpainotettua ulkoilmapitoisuutta. Tämä ottaa huomioon mm. erilaiset altistukset taajamissa ja maaseudulla. Kuvassa 4 kuvataan koko vaikutusketjua ottaen huomioon myös sisätiloissa vietetyn ajan vaikutus altistukseen, sekä ilmansaasteiden sisältämien yhdisteiden kertyminen elimistöön. Terveysvaikutusten arvioinnin pohjana olevissa epidemiologisissa tutkimuksissa on arvioitu ulkoilmapitoisuuksien ja terveyden välistä yhteyttä, jota myös tässä laskennassa on käytetty.



Kuva 4. Vaikutusketju kuvaa ilmansaasteiden päästöjen leviämistä, altistumista ulkona ja sisällä, ja edelleen haitallisen annoksen kertymistä elimistöön. Lopulta altistuminen voi johtaa haitallisiin terveysvaikutuksiin ja jopa kuolemaan.

Altistuksen arviointi suoritettiin ilmanlaadun mittausverkon tulosten perusteella vuodelle 2013. Yhteenvedo tuloksista esitetään taulukossa 5. Lähtötietojen ja menetelmien tarkempi kuvaus esitetään muualla (Korhonen ym. 2015). Otsonin osalta

terveysvaikutusten arvioinnissa käytettiin kynnystasollisia⁴ kumulatiivisia pitoisuusmittareita (SOMO10 ja SOMO35) ja typenoksidien osalta myös päivän korkeimpia tuntipitoisuuksia.

Taulukko 5. Yhteenveto säädeltyjen ilman epäpuhtauksien väestöpainotetuista altistustasoista (Korhonen ym. 2015).

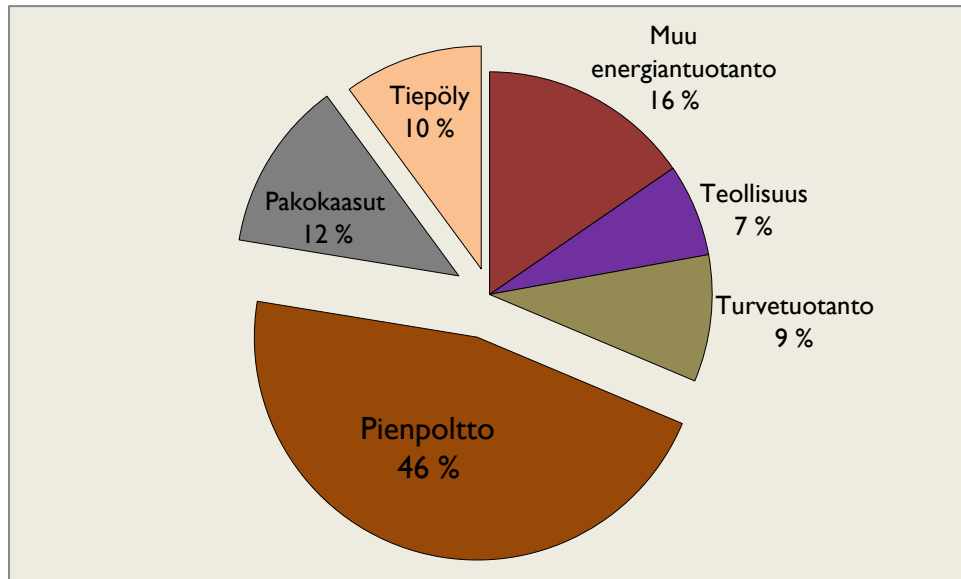
Altiste	Asemia n	Pitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95 % luottamusväli $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hiukkaset			
PM _{2,5}	31	6,8	6,1–7,5
PM ₁₀	60	11,4	8,4–14,5
PM _{10-2,5}	21	6,4	3,9–8,8
Kaasut			
O ₃	23	55,4	54,9–55,9
NO ₂	22a	9,9	9,0–10,8
Bentseeni (C ₆ H ₆)	9	0,5	0,1–0,8
CO	3a	121,6	52,6–190,6
SO ₂	17b	0,9	0,7–1,1
NO _x	22a	15,0	12,8–17,2
TRS ^c	7b	0,4	0,1–0,7
Hiukkasten sisältämät komponentit (PM10)			
Lyijy	5a	4,0	0,0–8,2
Arseeni	5a	0,3	0,1–0,6
Kadmium	5a	0,1	0,0–0,2
Nikkeli	5a	1,1	0,0–2,6
Bentso(a)pyreeni	10	0,5	0,3–0,6

a = esikaupunki+kaupunki+maaseututausta-asetat; b = liikenne- ja tausta-asetat; c = haisevat rikkiyhdisteet

Terveyshaitat painottuvat pienhiukkasiin (PM_{2,5}), joiden väestöpainotetuista altistuksista melko tarkasti puolet on peräisin maamme rajojen ulkopuolelta. Tätä osuutta arvioitiin karkeasti käyttäen maaseututausta-asetmia (Korhonen ym. 2015).

Kotimaisten päästölähteiden altistusosuuksia ei ole päivitetty viime vuosina. Kuva 5 esittää tuoreimman arvion kotimaisten lähteiden pienhiukkasten päästöosuuksista. Altistuksissa liikenteen ja pienpolton osuuksien on syytä olettaa korostuvan kuvaan verrattuna johtuen päästön ja väestön läheisyydestä. Kotimaisten päästöjen vaikutusta pitoisuuksiin ollaan selvittämässä käynnissä olevissa BATMAN ja Nordic WelfAir-hankkeissa. Ensimmäisten arvioiden oletetaan valmistuvan vuoden 2016 loppuun mennessä ja tarkentuvan vuonna 2017.

⁴ Kynnystaso tarkoittaa annosvastefunktion muotoa, jossa on turvallinen alarajapitoisuus (engl. threshold), jonka alapuolella vaikutuksia ei oleteta esiintyvän (esim. SOMO35 sisältämä taso 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Kuva 5. Pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) kotimaiset päästöarviot (Suoheimo ym. 2015 s. 21 mukaan). Pienpoltto ja liikenteen tiepöly ja pakokaasupäästöt ovat usein lähempänä väestökeskittymiä kuin teollisuus- ja muut lähteet.

Liikenne aiheuttaa pienhiukkaspäästöjen lisäksi myös hengitettävien hiukkasten päästöjä, joita mm. nastarenkaiden käyttö lisää. Liikenteen osalta pakokaasupäästöjen aleneminen jatkuu, mutta katupölypäästöt todennäköisesti kasvavat liikennemäärien kasvaessa. Liikenne on myös merkittävä typenoksidien päästölähde.

Energiantuotannon SO_2 ja NO_x -päästöt ovat merkittäviä sekundaaristen pienhiukkasten lähteitä hapettuessaan ilmakehässä sulfaateiksi ja nitraateiksi. Euroopassa korostuu myös ammoniumin rooli, sillä se on tärkein kationi, joka osallistuu sekundaaristen hiukkasten muodostumiseen. Sekundaariset epäorgaaniset hiukkaset ovat tyypillisesti kooltaan sellaisia, että ne kulkeutuvat hyvin sisätiloihin ja muodostavat pääosan sisällä tapahtuvasta depositiosta keuhkoihin.

5 Epävarmuudet

Arviointeihin liittyy useita epävarmuuksia koskien altistusta, annosvasteita, sekä itse arvioinnin matemaattista kuvausta. Tarkimmin on arvioitavissa altistuksen arviointiin ja annosvasteparametrien arvoihin liittyviä parametrisiä epävarmuuksia tavanomaisin tilastollisin menetelmin. Taulukko 1 esitteli kokonaisestimaateille lasketut luottamusvälit, jotka antavat selkeän kuvan epävarmuuksien suuruusluokasta ja vastaavat luottamusvälit esitetään graafisesti tautitaakkaraportissa (Lehtomäki ym. 2015). Tulokset osoittavat, että vaikka arviot täyttävät moitteettomasti tavanomaisen tilastollisen merkitsevyyden vaatimukset, itse lukuarvot sisältävät huomattavaa epävarmuutta. Esimerkiksi ilmansaasteiden aiheuttamien vuotuisten kuolemantapausten lukumäärän 95 % luottamusväli oli 1 100–1 900 tapausta.

Ilmanlaadun mittausasemat keskittyvät kaupunkeihin, joissa myös mitattavia komponentteja on asemaa kohti enemmän kuin maaseudulla. Tästä johtuen kuva maaseutuväestön ja Pohjois-Suomen väestön altistustasoista ei ole yhtä tarkka kuin kaupungeissa. Joidenkin komponenttien osalta asemien määrä on hyvin suppea eikä siten kuvaa luotettavasti edes Etelä-Suomen väestön altistuksia. Parhaimmillaan esim. PM_{10} tai NO_2 osalta koko Suomen väestön altistusta arvioitiin 50–70 mittausaseman tulosten perusteella. Pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) mittausasemia on vain parikymmentä ja osalla komponenteista mittaaminen rajoittuu vielä tätäkin huomattavasti alhaisempaan joukkoon asemia.

Vaikeammin arvioitavissa ovat laskentamallien ominaisuuksiin liittyvät epävarmuudet. Laskennassa on oletettu, että eri ilmansaasteiden vaikutukset ovat toisistaan riippumattomia ja additiivisia. Esimerkiksi liikenne, joka sinänsä on kytketty aukottomasti lukuisiin terveysvasteisiin, tuottaa lukuisia ilmansaasteita kuten hiukkasia, mustaa hiiltä, typenoksideita, häkää, hiilivetyjä jne. sekä melua. Kaikilla näillä komponenteilla tiedetään olevan haitallisia vaikutuksia terveyteen, mutta haittojen erittely eri tekijöiden kesken ei ole toistaiseksi vielä toistettavasti ja luotettavasti mahdollista. Osa käsitellyistä ilmansaasteista ovat sellaisenaan suoraan kemiallisesti tai fysikaalisesti päällekkäisiä kuten typen oksidit ($NO_x = NO_2 + 1,5 \times NO$) tai hiukkaset ($PM_{10} = PM_{2,5} + PM_c$). Lisäksi hiukkasten osalta metallit (As, Cd, Ni, Pb) ja PAH-yhdisteet (BaP) on mitattu PM_{10} -fraktiosta, mutta todellisuudessa saattavat pääosin sisältyä jo $PM_{2,5}$ fraktioon. Ilmansaasteiden ja vaikutusten päällekkäisyys otettiin huomioon siltä osin kuin mahdollista.

Huomattava osa epidemiologisista ilmansaastetutkimuksista on käyttänyt kokonaiskuolleisuutta tai luonnollista kuolleisuutta terveysvasteen mittarina. Kuolleisuuden etuna on diagnoosin huomattava luotettavuus miltei mihin muuhun diagnoosiin tahansa. Toisaalta haittana on kuolemantapausten taustalla olevien kuolinsyiden monimuotoisuus ja siten mekanistiselle toksikologialle mahdoton tehtävä kuvata altisteen ja vasteen välistä yhteyttä. Tässä työssä päädyttiin valitsemaan mekanistisesti paremmin perusteltavissa olevat sydän- ja verenkiertoelimistön ja hengityselinten

sairaudet laskennan pohjaksi pienhiukkasille ja otsonille huolimatta siitä, että se pienentää menetettyjen elinvuosien kokonaisarviota.

Additiivisuuteen liittyvien epävarmuuksien käytännön merkitystä pienentää se, että pienhiukkaset itsessään vastaavat huomattavasta osasta kokonaisvaikutuksia.

6 Haittojen torjunta ja kustannustehokkuus

Optimaalisesti haittojen torjunnan kustannuksia verrattaisiin torjunnalla saavutettavissa oleviin terveys- ja muihin hyötyihin. Tässä työssä ei kuitenkaan ollut ajallisia eikä toiminnallisia resursseja haittojen torjuntatoimenpiteiden laajaan arviointiin.

Aiemmassa pilottiselvityksessä verrattiin muutamien valittujen kuvitteellisten toimenpidevaihtoehtojen kustannuksia ja niiden aiheuttamia koettuja haittoja väestötasolla käyttäen arvokyselyä (contingent valuation; Kutvonen ym. 2014). Kyselyssä liikenteen nopeusrajoitukset todettiin kustannustehokkaaksi, mutta samalla ne koettiin erittäin haitalliseksi torjuntavaihtoehdoksi. Puunpolton rajoitukset puolestaan olivat sekä kustannus- että arvotehokkaita, ts. niiden tuottamat terveyshyödyt ylittivät merkittävästi sekä kustannukset että koetut haitat. Tutkimuksessa toimenpiteitä verrattiin myös tupakoinnin rajoittamiseen veropolitiikalla ja mielenkiintoista kyllä havaittiin myös tupakoinnin vähentäminen kustannus- ja arvotehokkaaksi.

Haittakustannuksia voidaan arvioida käyttämällä altistusmalleja arviointiperusteena ja koottujen annosvastefunktioiden avulla tuottaa terveyshyötyestimaatit. Mm. käynnistysvaiheessa olevissa BATMAN ja Nordic WelfAir -hankkeissa tarkasteluja viedään eteenpäin tuottamalla päivitettyt päästöarviot ja niiden pohjalta koko maan kattavat ilmanlaatumalliarviot pitoisuuksista ja väestöaltistuksista. Ilmanlaatumallissa myös eri päästösektorit eritellään, jolloin voidaan arvioida terveysvaikutuksia päästölähteittäin.

7 Vuosisadan megatrendien vaikutuksia

Väestön ikääntyminen lisää vanhusten määrää ja osuutta väestössä, mikä on omiaan korostamaan vanhuusiän sairauksien ja kuolleisuuden vaikutusta tautitaakkaan. Vuoteen 2040 mennessä arvioidaan väestön ikääntymisen lisäävän kuolleisuutta noin 10 %. Ilmansaasteiden vaikutuksen arvioinnin kannalta vaikutus menetettyihin elinvuosiin riippuu myös siitä, miten eliniän odotteen piteneminen huomioidaan malleissa.

Energiatohokkaat rakennukset. Rakennusten energiankulutuksen laskemiseen pyrkivät toimet lisäävät rakennusten tiiveyttä ja pohjoisilla leveyksillä ovat jo johtaneet laajamittaiseen koneellisen ilmanvaihdon käyttöön, joka mahdollistaa myös lämmön talteenoton. Ilmansaastealtistusten osalta rakennusten tiivistymisellä on kaksitahoinen vaikutus. Toisaalta tiivistyminen ja ilmansuodatus alentavat altistumista ulkoilman saasteille. Toisaalta riippuu ilmanvaihdon säädöistä kasvaako altistuminen sisälähteistä peräisin oleville saasteille.

Liikenneteknologian murros. Näyttää siltä, että sähköautot tulevat kasvavassa määrin korvaamaan nykyiset polttomoottorit kaupungeissa käytettävissä henkilöautoissa. Voimanlähteen muutos siirtää polttomoottoreissa ja erityisesti dieselmoottoreissa syntyvät päästöt pois katutasosta ja keskustoista, mikä merkittävästi alentaa väestön altistumista näille päästöille. Renkaista ja kadun pinnoista syntyvien hiukkasten osalta vastaavaa myönteistä kehitystä ei ole nähtävissä.

Energiantuotanto. Tuuli-, aurinko- ja ydinvoima ovat esimerkkejä energianlähteistä, jotka eivät normaalin käytön aikana juuri tuota ilmansaastepäästöjä. Toisaalta bioenergian käyttö saattaa polttotavasta riippuen tuottaa perinteisiin lämpö- ja sähkövoimaloihin verrattuna merkittävästi suuremmat päästöt.

Ilmastonmuutos. Ilmastonmuutoksen suoria vaikutuksia ilmanlaatuun on arvioitu mm. Future Air in Nordic Countries -tutkimuksessa, jossa havaittiin, että ilman päästömuutoksia ilmastonmuutoksella olisi vain hyvin vähäisiä vaikutuksia pienhiukkassaltistuksiin vuosiin 2050–2080 mennessä. Toisin sanoen pääosa tälle vuosisadalle arvioiduista muutoksista Pohjoismaiden altistuksessa arvioitiin aiheutuvan päästöjen ja toisaalta rakennuskannan kehittymisestä.

Kaupungistuminen ja kaupunkirakenteen tiivistyminen tuovat väestön lähelle liikenne- ja kiinteistökohtaisia lämmityspäästöjä ja voi siten merkittävästi nostaa altistuksia. Jos liikennejärjestelmä ja lämmitysenergiantuotantotavat valitaan huomioiden ilmanlaatukysymykset, tiivistymisen negatiiviset vaikutukset väestön altistuksiin voidaan kenties kompensoida.

8 Yhteenveto ja päätelmät

Ilmansaasteet aiheuttavat merkittäviä terveyden menetyksiä myös Suomessa huolimatta kansainvälisesti verrattuna alhaisista pitoisuuksista. Tässä työssä arvioitiin, että ilmansaasteet aiheuttivat Suomessa yhteensä noin 1600 kuolemantapausta vuonna 2013. Keskimäärin yhdessä kuolemantapauksessa menetettiin 16 elinvuotta. Arvion mukaan siis 1600 ihmistä kuoli keskimäärin 16 vuotta odotettavissa olevaa elinikää aiemmin. Tämä merkitsee vuosittain yhteensä noin 26 000 elinvuoden menetystä ennenaikaisten kuolemantapausten takia. Ilmansaasteiden aiheuttamassa kuolemantapauksessa elinikä lyhenee siis keskimäärin 16 vuotta ja koko väestölle keskimääräistettynä jokaisen ihmisen eliniän odote lyhenee n. 5,3 kk.

Lisäksi ilmansaasteet aiheuttavat haittoja lisääntyneen sairastamisen takia. Kun sairaudet muutetaan haittapainotetuiksi elinvuosiksi, saadaan haitaksi 7200 elinvuotta (haittapainotettu elinvuosi, YLD). Koko väestössä keskimäärin tämä sairauksien lisääntyminen vastaa suuruudeltaan esimerkiksi sitä, että jokainen sairastaisi vuosittain lähes 100 päivää lievää flunssaa. Arvot ovat keskiarvoja ja todellisuudessa sairastavuudet jakautuvat epätasaisesti ja haitat korostuvat erityisesti hengityselin- ja sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksista kärsiville.

Terveyshaitat aiheutuvat suurelta osin (64 %) pienhiukkasista ($PM_{2,5}$), jotka sisältävät mm. syöpävaarallisia yhdisteitä ja raskasmetalleja. Haitoista 13 % aiheutuu hengitettävistä hiukkasista (PM_{10}) ja 13 % typen oksideista. Hiukkaset kulkeutuvat ilman mukana kaikkiin osiin hengitysteitä, ja aiheuttavat sekä suoria allergisia, immunologisia ja toksisia vaikutuksia keuhkoissa että siirtyvät osin verenkiertoon ja edelleen kehon muihin osiin kuten sydänlihakseen ja aivoihin. Oksidatiivisen stressin ja systeemisten tulehdusvaikutusten kautta hiukkaset lisäävät sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksia ja lisäävät kuolleisuutta. Muiden ilmansaasteiden vaikutukset ovat myös vakavia mutta pienhiukkasiin verrattuna vähäisempiä.

Ilmanlaatu paranee hitaasti. Pienhiukkaspitoisuuden alenemistrendiksi on arvioitu 1 % laskua vuodessa. Siten tässä arvioidut terveysvaikutukset kuvaavat suuruusluokaltaan hyvin koko tämän vuosikymmenen tilannetta. Yhteenveto ja päätelmät perustuvat tämän yhteenvetoraportin lisäksi myös altistus- ja terveysvaikutusarviointien tuloksiin ja havaintoihin (Korhonen ym. 2015, Lehtomäki ym. 2015).

Lähtökohtaisesti asetettuihin kysymyksiin tuotettiin seuraavat vastaukset:

- Ilmansaasteet iso ongelma Keski-Euroopassa, entä meillä?
- Ilmanlaadun raja/ohjearvot eivät Suomessa ylity laajassa mitassa eli ei ongelmia?
- Onko kuitenkin terveyshaittoja joiden estämiseen tulisi tarttua?

Suomen ilmanlaatu on parempi kuin miltei koko muussa Euroopassa. Tästä huolimatta myös Suomessa ilmansaasteet aiheuttavat ennenaikaisia kuolemia ja sai-

rastavuutta, jota voidaan pitää huolestuttavana. Nämä vaikutukset ilmenevät siitä huolimatta että ilmanlaadun raja- tai ohjearvot eivät ylity laajassa mitassa. Haittojen alentamiseksi voidaan edelleen pyrkiä parantamaan ulkoilmanlaatua ja rajoittamaan ilmansaasteiden kulkeutumista sisäilmaan.

- Mitkä haitta-aineet olisi priorisoitava?

Haitoista valtaosa aiheutuu hiukkasista, erityisesti pienhiukkasista ($PM_{2,5}$). Muillakin ilmansaasteilla on merkitystä, mutta niiden kansanterveydelliset haitat ovat selvästi pienhiukkasten aiheuttamia haittoja pienempiä.

- Mitä ja missä pitäisi mitata, mitkä aineet voisi unohtaa?

Terveysvaikutusten arvioinnin näkökulmasta sekä vaikutukset että mittaustarve painottuu hiukkasiin, erityisesti pienhiukkasiin ($PM_{2,5}$). Verrattuna $PM_{2,5}$ ja PM_{10} hiukkasille arviotuihin terveysvaikutuksiin hiukkasten sisältämät raskasmetallit ja bentso(a)pyreeni eivät juuri tuottaneet lisäarvoa.

Hiukkaset kaukokulkeutuvat merkittävästi osin Suomeen ulkomailta. Kaukokulkeuman arvioinnin kannalta PM_{10} mittaukset Etelä-Suomessa ovat riittämättömiä. Ainoa maaseututausta-asema Vironlahdella on kotimaisen ja venäläisen teollisuuden vaikutusalueella eikä kuvaa luotettavasti kaukokulkeuman vaikutusta Etelä-Suomessa.

Pienhiukkasmittauksia tehdään selvästi vähemmän kuin PM_{10} mittauksia siitä huolimatta, että pienhiukkasten haitat ovat moninkertaisia. Pienhiukkasmittausten etuna on lisäksi parempi alueellinen edustavuus. Siten pienhiukkasmittausten määrää voitaisiin lisätä, tarvittaessa joissakin tapauksissa PM_{10} mittauksia korvaten.

Hiukkasten sisältämiä raskasmetalli- ja PAH-pitoisuuksia mitataan PM_{10} fraktiosta. Altistuksen näkökulmasta näitä olisi hyödyllistä mitata lisäksi tai ainoastaan $PM_{2,5}$ fraktiosta.

Ilmanlaadun mittaustulokset ovat saatavissa ilmanlaatuportaalista. Portaalin toiminnallisuutta voitaisiin parantaa terveysvaikutusten arviointia parantavaan suuntaan siten, että tuotettaisiin automaattisesti pitkä-aikaiskeskiarvoja ja laskettaisiin myös terveysvastefunktioiden tarvitsemia tilastollisia parametreja. Parhaimmillaan portaaliin liitettäisiin ominaisuuksia väestöpainotettujen tasojen arviointiin valtakunnallisella ja kunnallisella tasolla; tämä edellyttäisi tilastollisten tai ilmakehämallien linkittämistä portaaliin.

- Mitä päästöjä ja missä tulisi vähentää?

Kotimaisten päästöjen osalta merkittävimmät terveyshaitat aiheutuvat liikenteen ja puun pienpolton pienhiukaspäästöistä. Liikenteen osalta ajoneuvoteknologian kehitys – viimeaikaisista väärinkäytöksistä huolimatta – on vähentänyt pakokaasupäästöjä merkittävästi ja kehitys ajoneuvokannan osalta jatkuu edelleen. Katupölyn osalta samanlaista myönteistä kehitystä ei ole ja puunpolton osalta osa kasvihuoneilmion torjuntatoimista suorastaan lisää hiukaspäästöjä. Ainakin näiden päästölähteiden osalta olisi hyödyllistä pohtia päästöjen rajoitusmahdollisuuksia tiheään asutuilla alueilla, joissa altistuminen on suurinta.

KIRJALLISUUS

- Amann M (ed). 2014. The Final Policy Scenarios of the EU Clean Air Policy Package. TSAP Report #11 Version 1.1a. International Institute for Applied Systems Analysis IIASA. 49 pp.
- Crouse, Dan L., Paul A. Peters, Aaron van Donkelaar, Mark S. Goldberg, Paul J. Villeneuve, Orly Brion, Saeeda Khan et al. 2012. Risk of nonaccidental and cardiovascular mortality in relation to long-term exposure to low concentrations of fine particulate matter: a Canadian national-level cohort study. *Environmental health perspectives* 120(5): 708-714.
- EEA 2014. Air quality in Europe. EEA Report 5/2014. ISSN 1725-9177.
- Héroux, Marie-Eve, H. Ross Anderson, Richard Atkinson, Bert Brunekreef, Aaron Cohen, Francesco Forastiere, Fintan Hurley et al. 2015. Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe project. *International Journal of Public Health*: 60:619-627.
- Hänninen O, Leino O, Kuusisto E, Komulainen H, Meriläinen P, Haverinen-Shaughnessy U, Miettinen I, Pekkanen J, 2010. Elinympäristön altisteiden terveystaikutukset Suomessa. Ympäristö ja Terveys 3:12-35. <http://www.julkari.fi/handle/10024/99682>
- Hänninen O, Knol A, Jantunen M, Lim T-A, Conrad A, Rappolder M, Carrer P, Fanetti A-C, Kim R, Buekers J, Torfs R, Iavarone I, Classen T, Hornberg C, Mekel O, and the EBoDE Group, 2014. Environmental burden of disease in Europe: Assessing nine risk factors in six countries. *Environmental Health Perspectives*: 439-446. DOI:10.1289/ehp.1206154 <http://ehp.niehs.nih.gov/1206154/> (accessed 2014-05-05)
- IARC 2013. Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. Press release no 221, 17 October 2013. http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf
- Korhonen A, Asikainen A, Rumrich I, Hänninen O, 2015. Ilmansaasteiden altistusastot Suomessa. ISTE-raportti, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 67 ss. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201601122445>
- Kutvonen J, Asikainen A, Hänninen O, 2014. Tutkimus pienhiukkasaltistuksen alentamisesta: Taajamien puun pienpolttorajoitusten ja alennettujen nopeusrajoitusten terveyshyötypotentiaali sekä kustannus- ja arvotekijät. *Ilmansuojelu-uutiset* 1/2014: 8-11. *Julkari* <http://www.julkari.fi/handle/10024/125467> (2015-03-25)
- Lehtomäki H, Asikainen A, Rumrich I, Hänninen O, 2015. Ilmansaasteiden tautitaakka Suomessa. ISTE-raportti. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 57 ss. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201601122444>
- Suoheimo, P., Grönroos, J., Karvosenoja, N., Petäjä, J., Saarinen, K., Savolahti, M., Silvo, K. 2015. Päästökattodirektiiviehdotuksen ja keskisuurten polttolaitosten direktiiviehdotuksen toimeenpanon vaikutukset Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2015. ISBN 978-952-11-4430-1.
- Watkiss P, Pye S, Holland M, 2005. CAFE CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020. AEAT/ED51014/Baseline Scenarios. Issue 5. 122 pp. http://ec.europa.eu/environment/archives/cape/activities/pdf/cba_baseline_results2000_2020.pdf (accessed 2016-01-08)
- WHO, 2013. WHO methods and data sources for global burden of disease estimates 2000-2011. Global Health Estimates Technical Paper WHO/HIS/HSI/GHE/2013.4. Department of Health Statistics and Information Systems, World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2015a. Ambient air quality and health. Media center. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>
- WHO, 2015b. Health statistics and information systems: Global Burden of Disease in 2012. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/gbd/en/

KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	Ympäristöministeriö Ympäristönsuojeluosasto	<i>Julkaisu-aika</i> Huhtikuu 2016
<i>Tekijä(t)</i>	Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki, Arja Asikainen, Isabell Rumrich	
<i>Julkaisun nimi</i>	Ilmansaasteiden terveysvaikutukset	
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Ympäristöministeriön raportteja 16 2016	
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Ilmansaasteet lisäävät ihmisten sairastumisia mm. hengitystie-, sydän- ja verisuonitauteihin sekä aiheuttavat ennenaikaisia kuolemia. Ilmansaasteet ovat suuri ongelma globaalisti ja Euroopassa. Tässä työssä arvioidaan tilannetta Suomen kannalta.</p> <p>Työssä arvioitiin seuraavien ilmansaasteiden (PM2,5, PM10 ja sen sisältämä As, Cd, Ni, Pb ja BaP, sekä kaasumaiset NO2, O3, SO2, CO, C6H6, TRS) terveysvaikutukset tautitaakka-käsitteen avulla. Vuoden 2013 tilanteessa tautitaakan arvioitiin olevan 33 000 DALYä, josta menetettyjen elinvuosien osuus on noin 80 % ja sairastavuuden 20 %. Tämä vastaa noin 1600 ennenaikaista kuolemantapausta, joissa elinikä lyhenee noin 16 vuotta. Koko väestölle keskimääräistettynä jokaisen suomalaisen eliniän odote lyhenee noin 5,3 kk ilmansaasteiden takia.</p> <p>Terveyshaittojen pääaiheuttajia ovat pienhiukkaset (64 %), hiukkaset (13 %), typpidioksidi (13%), otsoni (2 %). Arviota täydentävien hiukkasten sisältämien raskasmetallien, PAH-yhdisteiden ja kaasumaisten ilmansaasteiden osuus noin 8 %.</p> <p>Ilmansaasteiden aiheuttamien terveyshaittojen vähentämiseksi tulisi ennen kaikkea vähentää pienhiukkaspäästöjä. Kotimaisin toimin voidaan vähentää liikenteen ja pienpolton päästöjä.</p>	
<i>Asiasanat</i>	ilmansaasteet, terveysvaikutukset, pienhiukkaset	
<i>Rahoittaja/toimeksiantaja</i>	Ympäristöministeriö	
	ISBN 978-952-11-4604-6 (PDF)	ISSN 1796-170X (verkkoj.)
	<i>Sivuja</i> 27	<i>Kieli</i> suomi
		<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen
<i>Julkaisun myynti/jakaja</i>	Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.ym.fi/julkaisut	
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Ympäristöministeriö	
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Helsinki 2016	

PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Miljöministeriet Miljövärdssavdelningen	<i>Datum</i> April 2016
<i>Författare</i>	Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki, Arja Asikainen, Isabell Rumrich	
<i>Publikationens titel</i>	Ilmansaasteiden terveysvaikutukset (Luftföroreningarnas hälsoeffekter)	
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Miljöministeriets rapporter 16 2016	
<i>Sammandrag</i>	<p>Luftföroreningar är orsaken till att allt fler människor insjuknar i hjärt- och kärlsjukdomar och luftvägssjukdomar och dör en förtida död. Luftföroreningar är ett stort problem globalt och i Europa. I denna studie bedöms situationen i ett finländskt perspektiv.</p> <p>I undersökningen bedömdes hälsoeffekterna av luftföroreningarna PM_{2,5}, PM₁₀ samt As, Cd, Ni, Pb och BaP som ingår i PM₁₀ samt de gasformiga NO₂, O₃, SO₂, CO, C₆H₆ och TRS med hjälp av begreppet sjukdomsbörda. Enligt situationen år 2013 var sjukdomsbördan av luftföroreningar uppskattningsvis 33 000 funktionsjusterade levnadsår (DALY), där andelen förlorade levnadsår var ca 80 % och andelen är med sjukdom 20 %. Det motsvarar ca 1600 förtida dödsfall, med en förkortning av livslängden med i genomsnitt 16 år. Räknat som genomsnitt för hela befolkningen minskar varje finländares förväntade livslängd med ca 5,3 månader på grund av luftföroreningar.</p> <p>Hälsoriskerna orsakas i huvudsak av exponering för små partiklar (64 %), partiklar (13 %), kvävedioxid (13%) och ozon (2 %). De tungmetaller som ingår i partiklarna, PAH-föreningar och gasformiga luftföroreningar som kompletterar kalkylen står för ca 8 % av sjukdomsbördan.</p> <p>För att reducera hälsoriskerna av luftföroreningar bör man framförallt minska utsläppen av små partiklar. Med nationella åtgärder kan man minska utsläppen från trafiken och från småskalig vedeldning.</p>	
<i>Nyckelord</i>	luftföroreningar, hälsoeffekter, små partiklar	
<i>Finansiär/uppdragsgivare</i>	Miljöministeriet	
	ISBN 978-952-11-4604-6 (PDF)	ISSN 1796-170X ((online)
	<i>Sidantal</i> 27	<i>Språk</i> Finska
		<i>Offentlighet</i> Offentlig
<i>Beställningar/distribution</i>	Publikationen finns tillgänglig endast på internet: www.ym.fi/julkaisut	
<i>Förläggare</i>	Miljöministeriet	
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>	Helsingfors 2016	

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Ministry of the Environment Environmental Protection Department		<i>Date</i> April 2016	
<i>Author(s)</i>	Otto Hänninen, Antti Korhonen, Heli Lehtomäki, Arja Asikainen, Isabell Rumrich			
<i>Title of publication</i>	Ilmansaasteiden terveysvaikutukset (Health effects of air pollutants)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of the Ministry of the Environment 16 2016			
<i>Abstract</i>	<p>Air pollutants increase cases of respiratory, vascular and heart diseases and premature deaths caused by these conditions. Air pollutants are a serious problem in Europe and also globally. This report assesses the situation from the Finnish perspective.</p> <p>Assessment is made, using the disease burden concept, of the health effects of the following air pollutants: PM2,5, PM10 and its constituents As, Cd, Ni, Pb and BaP, as well as gaseous NO2, O3, SO2, CO, C6H6, and TRS). The disease burden for the year 2013 was estimated at 33 000 DALY, of which lost years of life accounts for 80% and illness accounts for 20%. This is equivalent to around 1600 premature deaths in which the lifespan is cut short by around 16 years. Averaged out over the whole population, this equates to a shortening of each Finnish person's lifespan by 5.3 months.</p> <p>The primary causes of health hazards are fine particles (64%), particles (13%), nitrogen dioxide (13%), and ozone (2%). The estimated share of PAH compounds, gaseous air pollutants, and supplementary particles containing heavy metals was around 8%.</p> <p>The main thing required for the reduction of health hazards caused by air pollutants is to reduce the level of fine particle emissions. Domestic measures can be taken to reduce emissions from traffic and small-scale fuel burning.</p>			
<i>Keywords</i>	air pollutants, health effects, fine particles			
<i>Financier/ commissioner</i>	Ministry of the Environment			
	ISBN 978-952-11-4604-6 (PDF)		ISSN 1796-170X ((online))	
	<i>No. of pages</i> 27	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> For public use	
<i>For sale at/ distributor</i>	The publication is available on the internet: www.ym.fi/julkaisut			
<i>Financier of publication</i>	Ministry of the Environment			
<i>Printing place and year</i>	Helsinki 2016			

Ilmansaasteet aiheuttavat haittoja sekä ihmisten terveydelle että ympäristölle. Merkittävimmäksi ilmansaasteiden aiheuttamaksi haitaksi tällä hetkellä arvioidaan ilmansaasteiden, erityisesti pienhiukkasten aiheuttamat terveyshaitat. EU:n ilmanlaadun raja-arvot, erityisesti hiukkas- ja typenoksidipitoisuudet, ja otsonin tavoitearvot ylittyvät suuressa osassa Eurooppaa. Vaikka Suomessa ilmanlaadun raja-arvot ylittyvät vain harvoin, on jo raja-arvoja alhaisemmillä pitoisuuksilla vaikutuksia ihmisten terveyteen. EU:n päästökattodirektiivin uudistuksen perusteena on pienhiukkaspäästöjen aiheuttamien terveyshaittojen vähentäminen.

Tässä raportissa esitetään ympäristöministeriön ja sosiaali- ja terveysministeriön rahoittaman Ilmansaasteiden terveysvaikutukset (ISTE) -hankkeen päätulokset. Raportin tavoitteena on selkeyttää ilmansaasteiden roolia haitallisten terveysvaikutusten aiheuttajana ja esittää perusteita päästöjä rajoittavien toimien tarpeesta.



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment