

Arja Asikainen, Otto Hänninen ja Juha Pekkanen
Terveyden ja hyvinvoinninlaitos
Ympäristöterveyden osasto

Ympäristöaltisteisiin liittyvä tautitaakka Suomessa

Ympäristöaltisteihin kohdistuvien toimenpiteiden priorisoimiseksi on tärkeää tietää eri altisteisiin liittyvät vaikutukset kansanterveyteen. Aiemmin on julkaistu merkittävimpiin elinympäristön altisteisiin liittyviä vuosittaisia tauti- ja kuolemantapausmääriä Suomessa. Tapausmäärätarkastelu ei kuitenkaan ota huomioon terveysvaikutusten kestoja tai niiden aiheuttaman haitan vakavuutta. Nämä huomioidaan laskettaessa altisteisiin liittyvää tautitaakkaa, jolloin eri altisteita voidaan verrata yhdellä, vertailukelpoisella määreellä. Tapausmäärillä ja tautitaakka-arviolla tehtyjen laskelmien vertaaminen osoittaa, että altisteiden välinen järjestys muuttuu huomattavasti näiden kahden menetelmän välillä. Kansanterveydellisesti merkittävimmät altisteet, eli pienhiukkaset, ympäristömelu, radon, passiivitupakointi ja UV-säteily, nousevat kuitenkin tärkeimmiksi molemmilla menetelmillä.

Johdanto

Tietoa eri altisteiden aiheuttamasta tautitaakasta on viime vuosina julkaistu useissa selvityksissä, mutta mukana on ollut vain hyvin rajattu määrä ympäristöaltisteita (Hänninen & Knol, 2011, Lim ym. 2012). Käsitteet eri ympäristöaltisteiden kansanterveydellisestä merkityksestä perustuvatkin usein enemmän luuloon kuin tutkittuun tietoon. Eri altisteisiin liittyvä sairastuvuus on kuitenkin erittäin tärkeää taustatietoa riskien tehokkaaseen hallintaan, niiden suhteuttamiseen ja riskeistä tiedottamiseen.

SETURI-työryhmän artikkelit Ympäristö ja Terveys-lehden teemanumerossa 3/2010

käsittelivät varsin kattavasti tärkeimpiin elinympäristön että työympäristön altisteisiin liittyvää kuolleisuutta ja sairastuvuutta Suomessa. Hankkeessa arvioitiin eri altisteiden aiheuttama vuosittainen tapausmäärä sekä altistuneiden elinikäinen lisäriski. Vuosittaiset tapausmäärät antavat kuitenkin mahdollisuuden vain karkeaan eri altisteiden väliseen vertailuun. Tapausmäärät eivät ota huomioon eri terveysvasteiden välisiä eroja vaikutuksen vakavuudessa ja kestossa. Tulosten rajautuessa vain tapausmääriin on vaikea asettaa riskejä tärkeysjärjestykseen, jota voitaisiin hyödyntää tehokkaiden torjuntatoimenpiteiden suunnittelussa.

Terveysvaikutuksia voidaan vertailla keskenään myös siten, että altisteiden vaikutus ilmoitetaan tautitaakkana. Tautitaakan laskennassa otetaan huomioon terveysvasteiden kesto sekä haittapaino, jolloin lopputulokset ovat kansanterveysvaikutusten kannalta vertailukelpoisia keskenään (yksikkönä DALY, disability-adjusted life-year). Suomen tautitaakkaa on aiemmin arvioitu ainakin EBoDE-hankkeessa (Hänninen & Knol, 2011) sekä sisäympäristön osalta EnVIE, IAIAQ ja HealthVent- hankkeissa (Oliveira Fernandes ym., 2009, Jantunen ym. 2010, Hänninen & Asikainen, 2013). Tämän työn tavoitteena oli laskea SETURI-työryhmän käsittelemille ympäristöaltisteille tautitaakat.

Terveysvaikutusten arviointi

Tarkemmat aineistot ja aiemmat SETURI-työryhmän tapausmäärälaskelmien tulokset on esitetty Ympäristö ja Terveys-lehdessä 3/2010 (Pekkanen ym. 2010, Hänninen ym. 2010) ja pienin muutoksin Kansanterveystiede-kirjassa (Kauhanen ym. 2013). Tässä työssä tehty tautitaakkalaskenta pohjautuu altistusarvioinnin ja tapausmääräarvion

osalta näihin aiemmin esitettyihin menetelmiin ja tuloksiin. Tautitaakan laskentamenetelmää ovat kuvanneet tarkemmin Hänninen ja Knol (2011) ja Hänninen (2012).

Lyhyesti esitettynä tautitaakka kuvaa terveiden elinvuosien menetystä verrattuna keskimääräiseen eliniänodotteeseen. Menetelmä ottaa huomioon sairaudet ja kuolemasta johtuvan menetetyn eliniän (kaava 1):

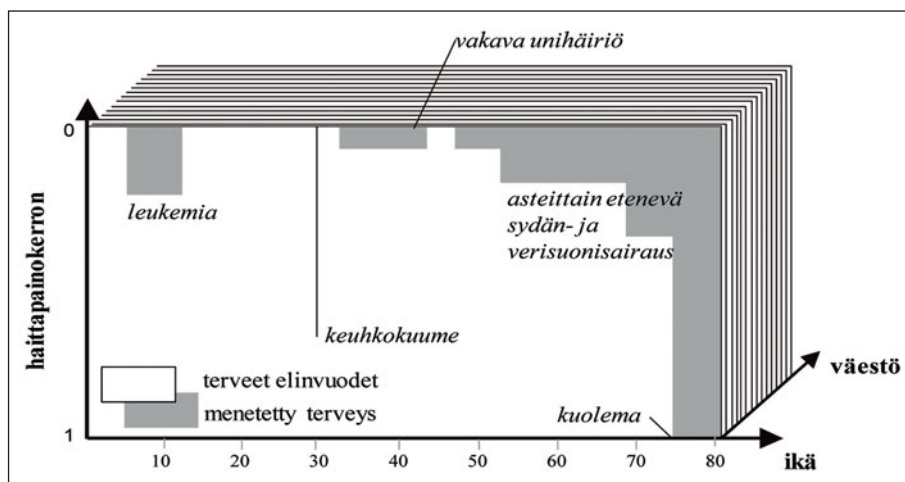
$$BoD = YLL + YLD \quad \text{kaava 1}$$

,jossa BoD = tautitaakka, YLL = ennen-aikaisen kuoleman aiheuttama menetetty elinikä (years of life lost due to premature mortality) ja YLD = menetetty terve elinvuosi (years lived with disability).

Sairastavuutta kuvaava YLD ottaa huomioon sairauden keston, tapausmäärän sekä sairauden haittapainon kaavan 2 mukaan:

$$YLD = n \times DW \times L \quad \text{kaava 2}$$

,jossa n = uusien sairaustapausten määrä, DW = sairauskohtainen haittapainokerroin, L = keskimääräinen sairauden kesto.



Kuva 1. Haittapainotusta havainnollistavia esimerkkejä: lapsuusiän leukemia (haitta 20%, pituus 5 vuotta), keuhkokuume (haitta 70%, pituus 0.08 vuotta), vakava unihäiriö (haitta 7%, pituus 10 vuotta) ja sydänsairaus (haitta kasvaa asteittain, 50-vuoden iässä alkanut sairaus päättyy ennen-aikaiseen kuolemaan 75 vuoden iässä).

WHO on laskenut vuonna 2004 maailmanlaajuisesti kansalliset kokonaistautitaakka-arviot (BoD) kymmenille terveysvasteille (WHO, 2009). Tätä tietoa ja SETURI-hankkeessa arvioituja väestöyysosuuksia (PAF) käytettiin tautitaakkojen laskennassa, jolloin tautitaakka-arvio ottaa huomioon tautiin liittyvän sairastavuuden sekä kuolleisuuden. Niille taudeille, joiden kokonaistautitaakkaa ei ollut saatavilla, laskettiin ympäristöaltisteisiin liittyvä tautitaakka edellä mainituilla kaavoilla 1 ja 2 ottaen huomioon SETURI-hankkeessa arvioidut tapausmäärät, tautikohtaiset haittapainokertoimet (DW) (WHO 2004), terveysvasteen kesto aika (L) (Taulukko 1), sekä WHO:n käyttämä diskonttaus (3 %) ja ikäpainotus, jotka johtavat hyvin nuorella ja vanhemmalla iällä menetettyjen terveiden elinvuosien pienempään painotukseen.

Altisteiden tautitaakka

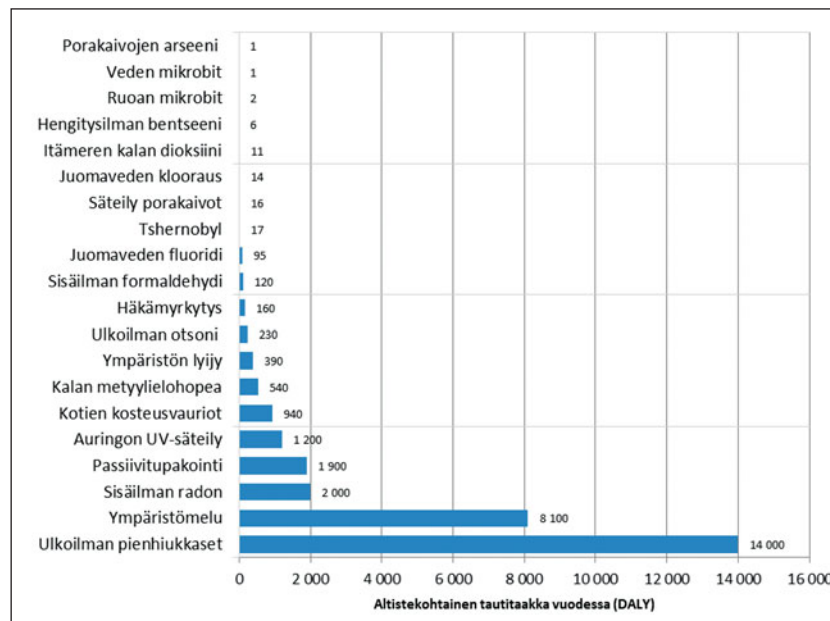
Tässä arviossa mukana olevien ympäristöaltisteiden aiheuttama tautitaakka Suomessa oli n. 29 000 DALY vuonna 2010, ja se jakaantuu eri altisteiden välillä kuvan 2 mukaisesti.

Ulkoilman pienhiukkaset ovat selkeästi

merkittävin altiste (n. 47 % kokonaistautitaakasta), mikä on linjassa aiempien tutkimusten kanssa (Hänninen&Knol, 2012). Toiseksi merkittävämmäksi altisteeksi (n. 27 % kokonaistautitaakasta) nousee ympäristömelu, jonka tautitaakasta n. 98 % aiheutuu kiusallisuudesta ja unihäiriöistä.

Riskien priorisointi: tapausmäärät vs. tautitaakka

Tässä esitettyjen tautitaakka-arvioiden ja aiempien SETURIn tapausmääräarvioiden vertailu osoittaa, että altisteiden priorisointijärjestys muuttuu joidenkin altisteiden kohdalla oleellisesti. Pekkanen (2010) esittää julkaisussaan kuvaajan 12 merkittävimmästä altisteesta, joiden terveysvasteena on joko kuolema ja/tai syöpäsairaus. Altisteiden priorisointiin on siis käytetty terveysvasteen vakavuutta ja vähemmän vakavat terveysvasteet on jätetty tarkastelusta pois. Kun vastaava priorisointilista muodostetaan tässä esitetyn tautitaakka-arvion perusteella, joka ottaa huomioon myös vähemmän vakavat sairastavuustapaukset, muuttuu sekä altisteiden välinen järjestys että listalle päätyvät altisteet kuten taulukossa 2 on esitetty.



Kuva 2. Ympäristöaltisteiden aiheuttaman tautitaakan suuruusluokat vuonna 2010.

Taulukko 1. Tautitaakka-arvion altisteet, tärkeimmät laskennassa käytetyt lähtötiedot ja tulokset vaikutuksittain.

Altiste	Vaikutus	Tapauksia					Tautitaakka DALY/v (6)
		vuodessa (1)	PAF (2)	BoD (3)	DW (4)	Kesto (5)	
Ulkoilman pienhiukkaset	Kuolleisuus	1 800	0.04	309 073	-	-	12 363
	Krooninen bronkiitti (>27 v)	1 200	-	-	0.15	8	716
	Vakava oirepäivä	2 100 000	-	-	0.099	0.003	570
Tupakoimattomien altistuminen tupakansavulle	Astma (<15 v)	50	0.01	4 065	-	-	51
	Astma (≥15 v)	800	0.12	2 420	-	-	289
	Iskeeminen sydänsairaus	300 *	0.04	42 601	-	-	1 552
	Keuhkosityöpä	8 **	0.03	1 680	-	-	48
	Alahengitystie-tulehdus (<2 v)	750	0.02	35	-	-	1
	Välikorvan tulehdus (<3 v)	240	0.01	48	-	-	1
Sisäilman radon	Keuhkosityöpä	280 **	0.14	14 000	-	-	1 973
Auringon UV-säteily	Ihosityöpä	145 **	0.70	1 659	-	-	1 161
Ympäristömelu	Sydäninfarkti	90	0.00	31 792	-	-	109
	Suuresti kiusaantuneita	150 000	-	-	0.02	1	2 776
	Suuresti unhäiriöisiä	80 000	-	-	0.07	1	5 181
Kotien kosteusvauriot	Astma	800	0.05	9 000	-	-	473
	Alahengitystieoireita	20 000	0.07	6 367	-	-	444
	Ylähengitystieoireita	50 000	0.10	252	-	-	24
Ulkoilman otsoni	Kuolleisuus	90	-	-	1	1	90
	Oirepäivä (18-64 v)	240 000	-	-	0.07	0.003	46
	Yskäpäivä (5-14 v)	400 000	-	-	0.07	0.003	77
	Alahengitystie oirepäivä (5-14 v)	70 000	-	-	0.099	0.003	19
Häkämyrkytys	Kuolleisuus	11	-	-	1	28	160
Juomaveden klooraus	Virtsarakon syöpä	14 **	0.01	1 779	-	-	14
Tshernobyl- ja ydinkoelasteumat	Syöpä	3 **	0.0002	84 346	-	-	17
Luonnon radionuklidit porakaivovedessä	Syöpä	2 **	0.01	3 183	-	-	16
Itämeren kalan dioksiini	Syöpä	4	0.00	84 345	-	-	11
Ruoan mikrobit	Ripuli	1 000	-	-	0.105	0.02	2
Veden mikrobit	Ripuli	500	-	-	0.105	0.02	1
Kalan metyylielohopea	Lievä kehitysvamma vastasyntyneellä	45	-	-	0.361	80.4	536
Ympäristön lyijy	Lievä kehitysvamma (<15 v)	30	-	-	0.361	74.9	382
	Verenpainetauti	20	-	-	0.2	3.6	8
Juomaveden fluoridi	Hampaiden fluoroosi (<15 v)	400	-	-	0.0065 ***	74.9	95
Sisäilman formaldehydi	Astma (<15 v)	14	0.03	4 065	-	-	120
Hengitysilman bentseeni	Leukemia	1	0.00	2 886	-	-	6
Porakaivojen arseeni	Virtsarakon syöpä	0.01	0.0003	1 779	-	-	1
Yhteensä		3 117 845		605 373			29 331

(1) Aiempaan Seturi-tapausmäärälaskentaan perustuen, (2) Seturin tapausmäärien pohjalta laskettu, (3) WHO:n laskema kokonaistautitaakka Suomessa (sisältää kaikki taudin aiheuttajat ja ottaa huomioon sekä sairastavuuden että kuolleisuuden), (4) Sairauden haittapainokerroin, jota käytetty tautitaakan laskennassa, (5) Sairauden kesto vuosina, (6) Tässä arvioissa laskettu tautitaakka, - Laskennassa tarpeeton, * SETURI-tapausmäärä sisältää vain sydäninfarktikuolleisuuden, tautitaakkalaskelma sisältää kaikki iskeemiset sydänperäiset kuoleman- ja sairastapaukset, ** SETURI-tapausmäärä sisältää vain kuolleisuuden, *** Ei WHO 2004 arvoa saatavilla, käytetty Brennan&Spencer (2004) aineistoon perustuen hampaiden kulumisen (0.011) ja hampaiden esteettisen haitan (0.002) keskiarvoa.

Taulukko 2. Tärkeimmät ympäristöaltisteet perustuen kuolemien ja syöpien tapausmääriin (Pekkanen 2010) ja toisaalta perustuen tässä laskettuihin tautitaakoihin. Viisi tärkeintä tekijää säilyvät pienin muutoksin, mutta niitä seuraavat tekijät vaihtuvat lähes täysin.

Priorisointiperuste		
#	Tapausmäärä	# Tautitaakka
1	Pienhiukkaset	1 Pienhiukkaset
2	Passiivitupakointi	2 Ympäristömelu
3	Radon	3 Radon
4	UV-säteily	4 Passiivitupakointi
5	Ympäristömelu	5 UV-säteily
6	Juomaveden klooraus	6 Kotien kosteusvauriot
7	Otsoni	7 Kalan metyylielohopea
8	Dioksiini	8 Ympäristön lyijy
9	Tshernobyl	9 Otsoni
10	Säteily porakaivot	10 Häkä
11	Bentseeni	11 Sisäilman formaldehydi
12	Arseeni porakaivot	12 Juomaveden fluoridi

* Lihavoidut altisteet säilyttävät paikkansa 12 merkittävimmän altisteen priorisointilistalla tapausmääräpriorisoinnista tautitaakkapriorisointiin siirryttäessä. Harmaalla pohjalla olevat altisteet putoavat listan ulkopuolelle ja vihreällä pohjalla olevat nousevat listalle.

Listan viisi merkittävintä altistetta (pienhiukkaset, passiivitupakointi, radon, UV-säteily ja ympäristömelu) ovat samat kumpakin priorisointimenetelmää käytettäessä. Altisteista, jotka ovat molemmalla listalla, ympäristömelun merkittävyys lisääntyy tautitaakkapriorisoinnin perusteella ja vastaavasti passiivitupakoinnin, UV-säteilyn ja otsonin merkittävyys vähenee. Ympäristömelun tautitaakka-arviossa mukana olevat kiusallisuus ja unihäiriöt selittävät pääosin merkittävyyden kasvun. Nämä vaikutukset on arvioitu summautuviksi, koska näyttö niiden päällekkäisyyden tai synergismin poissulkemiseksi käytännössä puuttuu (WHO, 2011). Meluarviossa on mukana muitakin melulähteitä (Liikonen & Leppänen, 2005), mutta käytännössä tieliikenne aiheuttaa pääosan vaikutuksista.

Taulukon 2 vertailua tarkasteltaessa on

syystä pitää mielessä, että esitetyt tapausmäärät sisältävät vain kuolemat ja syöpätaupaukset, kun taas tautitaakkalaskennassa otetaan huomioon myös muut sairastapaaukset. Tästä syystä puolet listalle päätyvistä altisteista vaihtuu. Tautitaakan käyttö onkin perusteltua riskien priorisoinnissa kansanterveydellisen kokonaisvaikutuksen huomioimiseksi.

Vertailu aiempiin tautitaakka-arvioihin

EBoDE projektissa on tehty Suomen osalta jo aiemmin tautitaakka-arvio suppeammalle joukolle altisteita (ulkoilman pienhiukkaset, radon, ympäristön tupakansavu, formaldehydi, bentseeni, lyijy, otsoni, ympäristömelu ja dioksiini). Näiden altisteiden tautitaakaksi arvioitiin Suomessa

n. 20 400 DALY/vuosi, joka on noin 9 000 DALY/vuosi vähemmän kuin tässä julkaisussa esitetty arvio, jossa altisteita on 11 enemmän.

Selvimmän tässä työssä nousi esille aurion UV-säteilyn aiheuttama tautitaakka, joka ei ollut EBoDE:ssa mukana. Muut merkittäviksi nousevat EBoDEn arviosta puuttuvat altisteet ovat kalan metyylielohopea, kotien kosteusvauriot ja häikä. Metyylielohopean kuten lyijynkin merkittävyyteen vaikuttavat sairauden elinikäinen kesto sekä suhteellisen korkea haitta, jonka lievä kehitysvamma aiheuttaa (DW=0.36).

Yksittäisten altisteiden tautitaakka-arvioissa on eroja tämän ja EBoDE projektin välillä, jotka pääosin johtuvat eroista huomioiduissa terveysvasteissa sekä käytetyissä annos-vaste ja altistusarvioissa. Tarkkoihin lukuarvoihin pitääkin suhtautua varovasti, koska kaikkiin laskelmiin sisältyy epävarmuuksia (Pekkanen ym. 2010, Hänninen ym. 2010). Epävarmuudet ovat kuitenkin pieniä verrattuna valtaviin eroihin eri altisteiden välillä haittojen vaihdellessa yli kymmentuhatkertaisesti.

Priorisointityön hyödyntäminen poliittisessa päätöksenteossa

Kansanterveyden riskinhallinnan kannalta merkittävimpien ympäristöaltisteiden tunnistaminen ja priorisointi on välttämättömä poliittisen päätöksenteon ohjaamiseksi. Kansanterveyshaittojen lisäksi myös toimenpiteiden vertailu on tärkeää, jotta löydettäisiin kustannustehokkaimmat keinot vähentää terveyshaittoja. Toimenpiteiden priorisointityötä tehdään parhaillaan sosiaali- ja terveysministeriön käynnissä olevassa TEKAISU-hankkeessa, jossa on jo aiemmin kartoitettu tautitaakka-arvioiden ulkopuolelle jääneitä, mutta mahdollisesti ympäristön terveysriskien kannalta merkittäviä kemikaaleja (Kutvonen ym. 2012).

Kiitokset

TEKAISU hanke on rahoitettu sosiaali- ja terveysministeriön (STM) terveydensuo-

jelun määrärahasta vuosina 2012 ja 2013. Erityisesti kiitämme SETURI-hankkeeseen osallistuneita asiantuntijoita Olli Leinoa, Erkki Kuusistoa, Hannu Komulaista, Päivi Meriläistä, Ulla Haverinen-Shaugnessy'a ja Ilkka Miettistä, joiden arvioimia tapausmääriä on käytetty laskennassa.

Viitteet

- Brennan D, Spencer J, 2004. Disability weights for the burden of oral disease in South Australia. *Population Health Metrics* 2. <http://www.pophealthmetrics.com/content/2/1/7> (Accessed 2013-08-08).
- Hänninen O, Knol A (eds.), 2011. European perspectives on Environmental Burden of Disease; Estimates for nine stressors in six countries. *THL Reports* 1/2011, Helsinki, Finland. 86 pp + 2 appendixes. ISBN 978-952-245-413-3. <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/b75f6999-e7c4-4550-a939-3bccb19e41c1> (viitattu 2011-03-23).
- Hänninen O, Leino O, Kuusisto E, Komulainen H, Meriläinen P, Haverinen-Shaugnessy U, Miettinen I, Pekkanen J, 2010. Elinympäristön altisteiden terveysvaikutukset Suomessa. *Ympäristö ja Terveys* 3:12-35.
- Hänninen O, 2012. Kansanterveyden ympäristöuhat puntarissa: Ilmansaasteet merkittävässä roolissa. *Ympäristö ja Terveys* 3/2012: 24-29.
- Hänninen O, Asikainen A (eds.), 2013. Efficient reduction of indoor exposures: Health benefits from optimizing ventilation, filtration and indoor source controls. *National Institute for Health and Welfare (THL). Report* 2/2013. 92 pages. Helsinki 2013. ISBN 978-952-245-821-6 (printed) ISBN 978-952-245-822-3 (online publication) <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-245-822-3> (Accessed 2013-07-03).
- Jantunen M, Oliveira Fernandes E, Carrer P, Kephelopoulos S, 2011. Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ). *European Commission Directorate General for Health and Consumers. Luxembourg.* ISBN 978-92-79-20419-7. http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/env_iaiaq.pdf (accessed 2013-07-04).

- Kauhanen J, Erkkilä A, Korhonen M, Myllykangas M, Pekkanen J, 2013. Kansanterveystiede. Sanoma Pro. ISBN 978-952-63-0277-5.
- Kutvonen J, Asikainen A, Hänninen O, 2012. Tautitaakka-arvioista puuttuvien kemikaalien kartoitus. *Ympäristö ja Terveys* 10:12-19.
- Liikonen L & Leppänen P, 2005. Altistuminen ympäristömelulle Suomessa. *Ympäristöministeriö*. 58 ss.
- Lim SS, Vos T, Flaxman AD ym. Comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012; 380: 2224–60.
- Oliveira Fernandes de E, Jantunen M, Carrer P, Seppänen O, Harrison P, Kephelopoulos S, 2009. Co-ordination Action on Indoor Air Quality and Health Effects (ENVIE). Final report, 165 pp. <http://paginas.fe.up.pt/~envie/documents/finalreports/Final%20Reports%20Publishable/Publishable%20final%20activity%20report.pdf> (accessed 2011-11-10).
- Pekkanen J, Hänninen O, Karjalainen A, Kauppinen T, Komulainen H, Kurttio P, Kuusisto E, Leino O, Priha E, 2010. Elin- ja työympäristön altisteet ja terveys Suomessa: Käytetyt menetelmät. *Ympäristö ja Terveys* 3:6-11.
- Pekkanen J, 2010. Elin- ja työympäristön riskit Suomessa. *Ympäristö ja Terveys* 3:4-5.
- WHO, 2004. Global burden of disease 2004 update: Disability weights for diseases and conditions. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD2004_DisabilityWeights.pdf (accessed 2013-07-11).
- WHO, 2009. Global Health Risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf (accessed 2013-07-11).
- WHO, 2011. Burden of disease from environmental noise. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. 126 pp. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf (accessed 2013-08-14). ■