

Otto Hänninen<sup>1</sup>, Heli Lehtomäki<sup>1,2</sup> ja Antti Korhonen<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

<sup>2</sup> Itä-Suomen yliopisto

# Ilmansaasteet ja kuolleisuus kärjessä, tautitaakka yli kaksinkertainen

## Ympäristöaltisteiden kansanterveysvaikutukset

Väestön ikääntyminen lisää kroonisten sairauksien kuten syöpien sekä sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksien aiheuttamia haittoja. Elintapojen lisäksi ympäristöaltisteilla on näiden sairauksien syntyyn merkittävä vaikutus. Haittapainotettuja elinvuosia (DALY) arvioitiin menetettävän ympäristöaltisteiden vuoksi lähes 30 000 ensimmäisissä kansallisissa arvioissa kymmenen vuotta sitten. Nyt tärkeimpien altisteiden päivitetty arviot nostavat vuotuisen haitan Suomessa noin 67 000 DALYyn.

Tässä työssä arviot päivitetään altistusten, taustatautitaakan, väestönkasvun ja ikääntymisen sekä kansainvälisten menetelmien osalta vuoden 2015 tilanteeseen 12 tärkeimmälle altisteelle. Suurimmat muutokset tautitaakassa johtuvat menetelmäpäivityksistä.

**S**ote-uudistus, kansallinen sisäilmaohjelma sekä muut sosiaali- ja terveysministeriön vastuualueen uudistukset lisäävät hyödyllisellä tavalla kiinnostusta kansanterveyteen vaikuttaviin tekijöihin. Väestön kasvu ja ikääntyminen lisäävät terveyshaittoja sekä hoidon tarvetta riskisuhteiden ja altistusten pysyessä ennallaankin. Kansanterveyslaitoksen, työterveyslaitoksen ja säteilyturvakeskuksen yhteisessä riskinarviointihankkeessa laskettiin vuonna 2008 arviot kuolleisuudesta ja syöpäilmaantuvuuksista kahdeksankymmenelle ympäristöaltisteelle sekä joukolle työperäisiä altisteita. Asikainen ym. (2013) laskivat näiden arvioiden perusteella ensimmäiset ympäristötautitaakkaluvut Suomelle. Pienhiukkaset, ympäristömelu, radon ja passiivitupakointi olivat listan kär-

jessä (14 000, 8 100, 2 000 ja 1 900 DALY). Näiden lisäksi auringon UV-säteilyn aiheuttama syöpähaitta ylitti 1 000 DALYn rajan. Laskelmat perustuivat 00-luvulla tehtyihin altistusarvioihin ja sisälsivät Maailman terveysjärjestön (WHO) ja Maailmanpankin 1990-luvulla suosittelman nykyarvoon diskonttauksen ja ikäpainotuksen. Diskonttauksella pitkäaikaiset tulevaisuuteen kohdistuvat vaikutukset skaalattiin taloudelliseen nykyarvoonsa, yleensä käyttäen 3 % korkokantaa. Juuri päättyneellä 2010-luvulla johtavat kansainväliset organisaatiot, WHO mukaan luettuna, luopuivat näistä useimmat lukuarvot noin puolittaneista laskennallisista menetelmistä.

Tässä tavoitteena on päivittää ympäristöaltisteiden tautitaakkalaskelmat nykyisiä kansainvälisiä käytäntöjä vastaaviksi ja esittää ympäristötautitaakka-arviot vuoden 2015 tilanteessa ottaen huomioon väestörakenteen muutokset, päivitetty altistusarviot ja uudet vastefunktiot. Samalla pohdimme ympäristöaltisteiden rajauksia

sekä vertaamme tuloksia muihin terveyden riskitekijöihin ja kansainvälisten arvioiden tuloksiin.

## Menetelmät

Tautitaakat arvioitiin altistuksen takia menetettyinä haittapainotettuina elinvuosina (DALY) ja kuolleisuutena. Laskenta pohjautuu pääosin väestösyysuusiin (Prüss-Ustün ym. 2003) ja Maailman terveysjärjestön (WHO) aineistoihin vuodelle 2015 (Taulukko 1). Lyijyn ja metyylielohopean vaikutusten arvioinnissa lievän kehitysvamman haittapainokerroin päivitettiin uudemman kansainvälisen GBD2010-suosituksen mukaiseksi (DW=4,7 %; vanha arvo oli 36 %). Arviossa huomioitiin aiempaan tapaan vain lievän kehitysvamman lisääntynyt ilmaantuvuus. Lievempien vaikutusten huomioiminen karkeasti kaksinkertaistaisi nämä haitat.

Väestöaltistukset päivitettiin pääosin vuodelle 2015. Sisälähteiden hiukkasten, lyijyn

**Taulukko 1. Arviossa mukana olevat väestöaltistukset.**

	Altiste	Altistustaso	Vuosi	Ryhmä	GBD*
1	Ulkolähteiden hiukkaset	<sup>a</sup> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2015	Ulkoilma	x
2	Sisäilman radon	90 $\text{Bq}/\text{m}^3$	2015	Sisälähteet	x
3	Sisälähteiden pienhiukkaset	2.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1998	Sisälähteet	(x)
4	Ympäristömelu	<sup>c</sup> hlö/dBlk	2012	Muut	
5	Auringon UV-säteily	<sup>b</sup> n/a	–	Muut	
6	Passiivitupakointi	2 % y/n	2009	Sisälähteet	x
7	Typpidioksidi	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2015	Ulkoilma	
8	Muut ulkoilman saasteet	<sup>d</sup> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2013	Ulkoilma	
9	Kotien kosteusvauriot	15 % y/n	2008	Sisälähteet	
10	Ulkoilman otsoni	1 040 SOMO35	2015	Ulkoilma	x
11	Kalan metyylielohopea	0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{d}$	2005	Muut	
12	Veren lyijy	16±11 $\mu\text{g}/\text{L}$	2004 <sup>e</sup>	Muut	x

<sup>a</sup> PM<sub>2.5</sub>: 5.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja PM<sub>10</sub>: 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Lehtomäki ym. 2018)

<sup>b</sup> Asiantuntija-arvio väestösyysuudesta (Kurtio 2010)

<sup>c</sup> Luokiteltu aineisto

(Asikainen ja Hänninen 2016, Reinikainen ym. 2017)

<sup>d</sup> TRS, SO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, BaP, As, Cd, Ni (Korhonen ym. 2016),

<sup>e</sup> Kynnystasot vaikutuksille 24 ja 50  $\mu\text{g}/\text{L}$

\* Sisältyy myös Global Burden of Disease (GBD) -tutkimukseen

ja metyylielohopean osalta päivityksiä ei ollut käytettävissä. Liikennemelun osalta arviot perustuvat WHO:n suosittelemiin annosvasteisiin sekä LIMETKU-hankkeen tulosten perusteella CNOSSOS-yhteensopiviksi skaalattuihin altistuksiin (Asikainen & Hänninen 2016, Reinikainen ym. 2017).

Radonaltistus päivitettiin vuoden 2015 tasolle käyttäen Mäkeläisen ym. (2009) otantatutkimusta ja erillistä arviota pienrakennuskannan uudistumisesta. Mäkeläisen tutkimuksessa selvitettiin n. 2 900 väestörekisteristä satunnaisesti poimitun pien- ja kerrostaloasunnon radonpitoisuudet marraskuun 2006 ja huhtikuun 2007 välisenä aikana. Uudistuneen pienrakennuskannan pitoisuudet arvioitiin käyttäen Kojo ym. (2016) uudisrakennusten otantatutkimusta, jossa koottiin n. 1 300 pientalon radonpitoisuudet joulukuun 2015 ja kesäkuun 2016 välisenä aikana. Rakennuskannan arvioitiin uusiutuvan 2 % vuositahdilla ja kerrostalojen pitoisuuksien oletettiin pysyneen vuoden 2006 tasolla. Mäkeläisen ym. aineistossa väestöpainotettu radontaso kerrostaloissa oli  $49 \text{ Bq/m}^3$  ja pientaloissa  $121 \text{ Bq/m}^3$ . Uusiin pientalojen radonpitoisuuksien keskiarvo oli  $71 \text{ Bq/m}^3$ . Pien- ja kerrostaloissa asuvan väestön suhteellisia osuuksia käyttäen sekä rakennuskannan uusiutumisoikeus huomiota ottaen vuoden 2015 väestöpainotetuksi radonaltistukseksi saatiin  $90 \text{ Bq/m}^3$ .

Ulkoilman hiukkasten osalta tässä ensimmäistä kertaa yhdistetään pienhiukkasia ( $\text{PM}_{2,5}$ ) ja hengitettäviä hiukkasia ( $\text{PM}_{10}$ ) indikaattoreina käyttävät arviot. Ulkoilman saasteisiin mukaan ensimmäistä kertaa nousi WHO:n HRAPIE-hankkeen suositusten myötä typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ ) (Lehtomäki ym. 2018) ja myös ISTE-hankkeessa arvioidut ”muut ulkoilman saasteet” (Hänninen ym. 2016) (ulkoilman haisevat rikkiyhdisteet, rikkidioksidi, häkä, bentseeni, PAH-yhdisteet, arseeni, kadmium ja nikkeli).

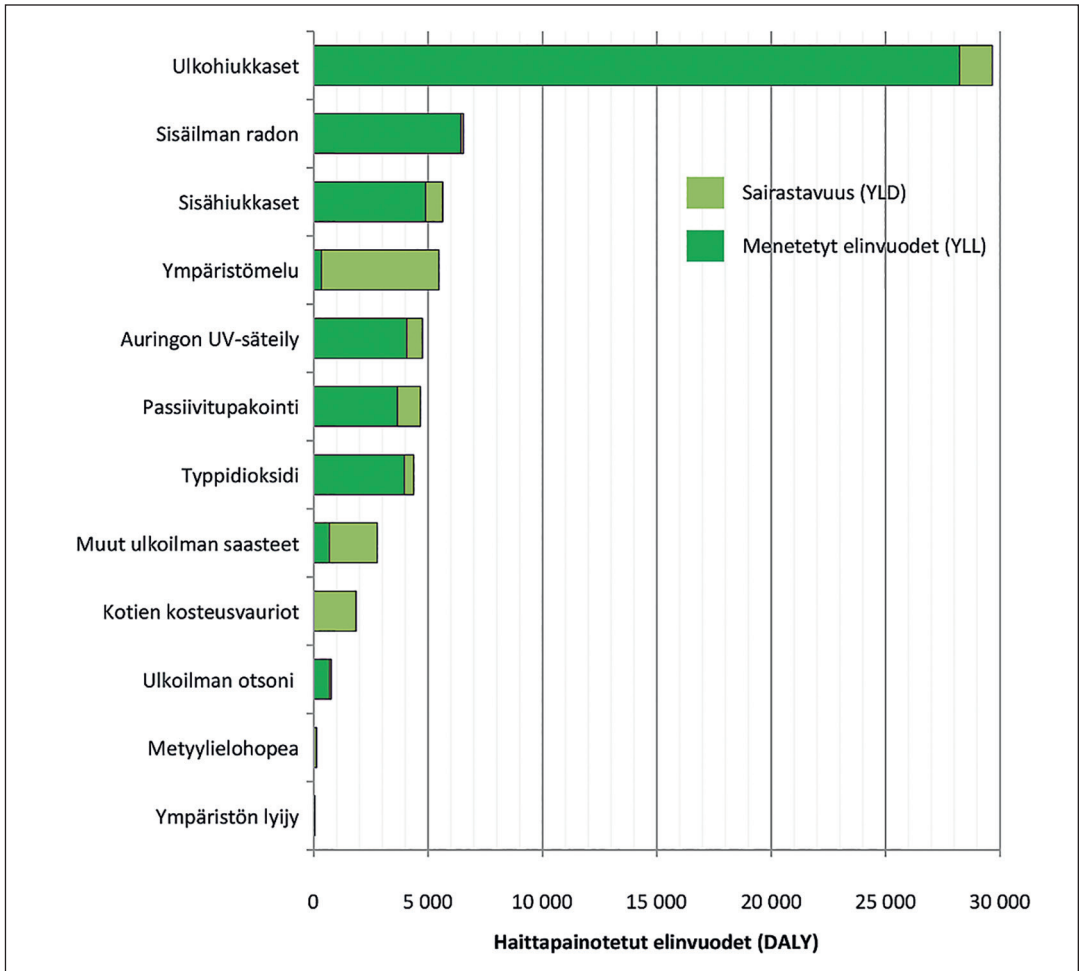
Osa altistusarvioista on edelleen vanhoja. Erityisesti sisälähteiden hiukkasten

altistustaso ( $2.9 \mu\text{g/m}^3$ ) on peräisin 1997–98 pääkaupunkiseudulla tehdyistä EXPOLIS-mittauksista, jotka toki perustuivat väestöpainotettuun työkäisten satunnaisotantaan ja laadunvarmistettuun suodatinnäytteenkeruuseen ja alkuaineanalyysiin. Mutta rakennuskannan ja ilmanvaihtojärjestelmien uudistuminen sekä kodinkoneiden, kemikaalien ja asumistapojen muutokset ovat todennäköisesti vaikuttaneet pitoisuuksiin. Vastaavasti altistuminen passiivitupakoinnille perustuu edelleen Euroopan laajuiseen otantatutkimukseen vuodelta 2009, koska uudempaa yhtä kattavaa aineistoa ei ole kerätty. Tupakoinnin rajoittamistoimet ovat kuitenkin edenneet, ja olisi yllättävää, jos altistuksessa ei olisi mitään laskua.

## Terveyshaitta-arviot

Kansainvälisen GBD-arvion mukaan suomalaisten vuosittainen kokonaistautitaakka oli vuonna 2015 noin 1,5 miljoonaa haittapainotettua elinvuotta (DALY). Tästä noin 67 000 DALY (4,4 %) selittyy nyt päivitettyjen kahdentoista ympäristöaltisteen aiheuttamilla haitoilla. Selkeästi suurin haitta arvioitiin liittyvän ulkoilman hiukkasiin ( $\text{PM}_{2,5}$  ja  $\text{PM}_{10}$ ; n. 1700 kuolemantapausta ja 30 000 DALY; Kuva 1). Seuraavina ovat sisäilman radon ja sisälähteiden hiukkaset. Kaikkien näiden kolmen tekijän osalta vaikutuksia dominoivat ennenaikaisen kuolleisuuden takia menetetyt elinvuodet. Aiempaan arvioon verrattuna lähinnä menetelmälliset muutokset johtivat ympäristömelun putoamiseen sijalta 2. sijalle 4. Melun vaikutukset muodostuvat suurelta osin unihäiriöistä ja häiriintyvyydestä, jotka kuvassa 1 yhdistettiin sairastavuuskomponenttiin (YLD).

Ilmansaasteet kokonaisuutena ovat keskeisessä roolissa: puolet tautitaakasta aiheutuu ulkoilmasta peräisin olevista ilmansaasteista (hiukkaset,  $\text{NO}_2$ , otsoni ja ”muut ilmansaasteet” -ryhmä (Taulukko 1)



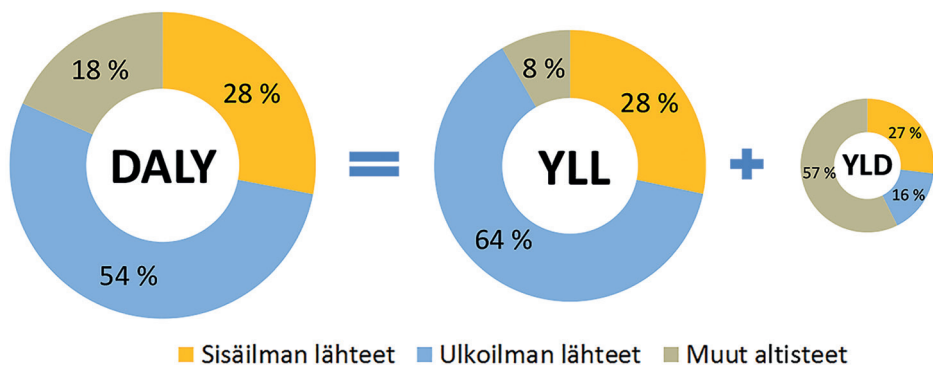
Kuva 1. Kahdenoista tärkeimmän ympäristöaltisteen vuotuinen tautitaakka sisältäen sairastavuuden (YLD) ja menetetyt elinvuodet (YLL).

toisen puolen jakautuessa melko tasan sisäilman saasteiden (radon, passiivitupakointi, pienhiukkaset, kosteusvauriot) ja muiden altisteiden (UV-säteily, ympäristömelu, metyylielohopea ja lyijy) kesken.

Yhteensä näiden altistusten arvioitiin aiheuttavan vuodessa 3 100 kuolemantapausta. Kotien kosteusvaurioiden ja veren lyijypitoisuuden osalta laskelmat tukeutuvat hengitystieinfektioiden tautitaakkaan, ja arviot rajattiin yksinomaan oireisiin eli sairastavuuteen. Lyijyn verenpainevaikutuksiin voinee liittyä yksittäisiä kuolemantapauksia. Ulkoilman osuus kuolleisuudesta

oli 65 %, sisäilman lähteiden 28 % ja muiden tekijöiden 7 %. Nämä vastaavat yhteensä 54 500 menetettyä elinvuotta (YLL). Ulkoilman kautta kulkeutuvien ilmansaasteiden osuus kuolleisuusvaikutuksista on 64 % ja sisälähteiden 38 % (Kuva 2).

Sairastavuuden tautitaakasta (YLD) ulkoilman lähteiden osuus on vaatimaton (5 %) ja sisäilman lähteiden noin neljännes (24 %). Muiden lähteiden osuus nousee keskeiseksi lähinnä ympäristömelun takia. Kokonaisuutena tautitaakka jakautuu puoliksi ulkoilman lähteiden ja kahden muun ryhmän yhteisvaikutuksen kesken.



Kuva 2. Altisteryhmien (sisä/ulko/muu) osuudet kahdentoista tärkeimmän altisteen vuotuisesta tautitaakasta (66 700 DALY), menetetyistä elinvuosista (53 000 YLL, 79 %) ja sairastavuudesta (13 700 YLD, 21 %).

## Pohdintaa

Sote-uudistuksen myötä sairaanhoidon ja ennaltaehkäisevän terveydenhuollon vaikuttavuus ja kustannusvaikuttavuus nousevat aiempaa selkeämmin mukaan päätöksentekoon. Tapausmäärien lisäksi on kiinnostavaa seurata tarkemmin mm. lääkkeiden käyttöä, työntekijöiden ja kouluisten sairauspoissaoloja sekä arvioida terveyden vaikutuksia tuottavuuteen, oppimiseen ja hyvinvointiin. Haittapainotettu sairastavuus (YLD) on kiinnostava mittari, josta voisi olla hyötyä priorisoinnissa ja kvantifioinnissa. Se on kehityskelpoinen raakile, jossa on potentiaalia monimuotoiseen hoidon, vaikuttavuuden ja haittojen arviointiin.

Huomionarvoista on menetettyjen elinvuosien painottuminen arvioiduissa luvuissa. Laskennassa menetettyjä elinvuosia lisää erityisesti teoreettisen terveen väestön eliniän odotteen käyttö kansainvälisten käytäntöjen mukaisesti. Julkisessa keskustelussa ympäristöherkkien väestöryhmien kokemat vaikeasti kliinisesti luokiteltavat ei fataalit oireet nousevat paljon tautitaakkaosuuksiaan suurempaan rooliin. Keskustelua näkökulmien yhteensovittamiseksi ja

yhteisten ratkaisujen hakemiseksi on syytä jatkaa. Esimerkiksi melulle arvioidut vaikutukset perustuvat kyselytutkimuksissa itse raportoituihin koettuihin haittoihin, mutta muilta osin itse raportoituja vaikutuksia ei huomioida, kun niitä ei voida kvantitatiivisesti yhdistää altisteisiin. Siten koettujen haittojen suuruusluokista ei muodostu kokonaiskuvaa.

Ympäristöriskien päivitetty tautitaakka on yli kaksinkertainen aikaisempaan Asikainen ym. (2013) arvioon verrattuna. Diskonttauksen ja ikäpainotuksen lopettaminen kasvattaa lukuarvoja erityisesti menetettyjen elinvuosien osalta. Lisäksi uudessa arviossa on mukana aiemmasta puuttuneita altisteita (PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, muut ilmansaasteet -ryhmä sekä sisälähteiden hiukkaset). Maininnan arvoista on myös, että tässä ei käsitelty altistuvien henkilökohtaista riskiä, joka joissakin tapauksissa voi poiketa keskimääräisestä huomattavastikin.

## Altistuksen arviointi ja vasteet

Liikennemelun ja ilmansaasteiden altistuksen arvioinnin pirstoutuminen kaupunkikohtaisiin aineistoihin vaikeuttaa kokonaiskuvan muodostamista. Melulle altistunei-

den määrät voidaan kerätä kaupunkikohtaisista arvioista. Ilmanlaatumittausten osalta tulosten väestöpainotukseen ei ole vielä vakiintunutta automaattista menetelmää, ja tulosten vertailukelpoisuus voi ainakin yksittäistapauksissa vaarantua, kun saman organisaation vastuulla on hyvin rajallinen määrä vertailupisteitä. Molempien koko väestöä koskevien tärkeiden ympäristöaltisteiden osalta kansallisen tason vertailtavuutta olisi ilman muuta mahdollisuus parantaa.

Ulkoilman hiukkasten osalta GBD-tutkijoiden esittämät epälineaariset GEMM-annosvasteet yhdistettynä saksalaiseen ilmanlaatumalliin johtivat vuosi sitten näkyvään uutisointiin kun Lelieveld ym. (2019) laskivat hiukkasten aiheuttaneen Suomessa 4000 kuolemantapausta. Kotimaiset asiantuntijat eivät löytäneet mitään erityistä tukea näille koko Eurooppaan lasketuille korkeammille luvuille, joiden taustalla on yhdistelmä uutta vastefunktiota ja raporttoimatonta altistuksen arviointia. On mahdollista, että ilmansaasteiden kuolleisuusvaikutus olisi näin korkea, mutta mitään uutta havaintoaineistoa ei varsinaisesti ole ollut käytössä vaan kyse on vaihtoehtoisten mallien tuottamasta arviosta.

Ympäristöaltisteiden laajasta kirjosta tautitaakka-arviot toistaiseksi kattavat vain murto-osan. Hormonihäiriköt, ftalaaetit, bisfenyyliä ja monet muut ympäristön tuhansista kemikaaleista yksinkertaisesti puuttuvat arvioista. Osa altistuksista on arvioitu hyvin yksinkertaista menetelmää käyttäen, esimerkiksi passiivitupakointi, joka perustuu kyselyvastauksiin kyllä-ei-asteikolla tai sisäilmaan liittyvien altistusten kuvaaminen vastaavalla asteikolla koskien kosteusvaurioiden esiintyvyyttä rakennuksissa.

Uudet vaikutukset perustuvat edelleen näyttöön pohjautuvan lääketieteen käytäntöjen mukaisesti ”riittävään evidenssiin kausaalisuudesta”. Näytön puute ei ole sama asia kuin näyttö vaikutuksen puutteesta,

mutta luonteeltaan hajanaisempien vaikutusten arviointi on haastavaa. Estimaattien parametrisiä epävarmuuksia on osin arvioitu tarkastikin (esim. ulkoilmansaasteet; Lehtomäki ym. 2018). Osalle altisteista epävarmuusarvioita ei ole tehty. Kaiken kaikkiaan arviot pohjautuvat kotimaisiin altistusarvioihin ja kansainvälisiin annosvastesuhteisiin. Kotimaisen epidemiologisen evidenssin kerääminen ja tulosten vertaaminen olisi erittäin tärkeää.

## Elintavat ja ravintotottumukset

Viime vuonna Eviran koordinoimana yhteistyössä THL:n ja Helsingin yliopiston kanssa arvioitiin ensimmäistä kertaa ravintoon ja sen epäpuhtauksiin liittyvää tautitaakkaa ruoka ja riskit (RUORI) -hankkeessa. Mukaan valittiin seitsemän kemiallista, mikrobiologista ja vierasesinekontaminanttia ja tuloksia verrattiin neljään valittuun ravitsemukselliseen riskitekijään (Suomi ym. 2019). Terveydellisesti puhtaan ja turvallisen ravinnon haittavaikutukset olivat täysin määrääviä suhteessa kontaminantteihin, koska ravitsemuksellisten tekijöiden vaikutus on niin suuri. Näitä ovat esimerkiksi liian vähäinen vihannesten ja hedelmien tai liiallisen suolan ja tyydyttyneen rasvan saanti. Ravitsemuksellisten tekijöiden tautitaakka oli yli puolitoistakertainen tässä laskettujen kahdentoista ympäristöaltisteiden tautitaakkaan verrattuna.

Ympäristöaltisteiden päivitetty arvio on kolminkertainen liikenneonnettomuuksiin verrattuna. Vastaavasti alkoholin ja tupakan aiheuttamat haitat ovat karkeasti 1½–2-kertaisia ympäristöaltisteisiin verrattuna (GBD 2017 -tutkimus). Kansainvälisessä Global Burden of Disease (GBD) tutkimuksessa on mukana laajasti riskitekijöitä liittyen käyttäytymiseen, metaboliaan ja ympäristötekijöihin. Kuitenkin ympäristötekijöiden osalta arvio jää huomattavasti suppeammaksi verrattuna tähän

kotimaiseen arvioon; GBD-tutkimuksesta puuttuvat muun muassa ympäristömelun vaikutukset, auringon UV-säteily sekä muut ilmansaasteet kuin pienhiukkaset ja otsoni (Taulukko 1). Arvioiden suuruudessa on myös eroavaisuuksia, ulkoilman pienhiukkasten vaikutukset olivat 15 % ja sisäilman radonin vaikutukset 40 % pienemmät GBD tutkimuksessa kansalliseen arvioon verrattuna. Passiivitupakoinnin ja otsonin vaikutukset taas olivat lähes kaksinkertaiset ja lyijyn vaikutukset yli nelinkertaiset GBD tutkimuksessa kansalliseen arvioon verrattuna. Eroa kansallisten ja GBD-tutkimuksen tuloksissa selittävät esimerkiksi erot altistuksen arvioinnissa sekä annos-vastesuhteissa.

## Yhteenveto

Ympäristöaltisteet aiheuttavat noin 67 000 DALY menetyksen vuosittain. Haitallisimpia altisteita ovat ulkoilman ja sisälähteiden hiukkaset, ympäristömelu sekä sisäilman radon. Metodologiset päivitykset sekä uusien altisteiden lisääminen kasvattivat ympäristöaltisteiden tautitaakkaa aikaisempaan verrattuna. Osa altistusarviosta jäi edelleen päivittämättä. Kansainvälisissä arvioissa ympäristöriskit ovat kansalliseen verrattuna suppeammin mukana.

## Kiitokset

Työn pohjana on STM:n rahoittama ja sen asiantuntijalaitosten yhteistyössä tuottama Sektoritutkimuslaitosten riskinarviointi vuodelta 2008. Nyt yhdistämällä useissa erillisissä ja ulkopuolisten tahojen rahoittamissa hankkeissa (mm. RUORI, ISTE, BATMAN, LIMETKU) tehtyjä tuloksia olemme päivittäneet alun perin vuonna 2013 julkaistut ympäristötautitaakka-arviot vuoden 2015 tilanteeseen. Päivityksen alustavat tulokset esitettiin prof. em. **Jouko Tuomiston** juhlaseminaarissa 13.3.2019 Kuopiossa.

## Lähteet

Asikainen A, Hänninen O, Pekkanen J, **2013**. Ympäristöaltisteisiin liittyvä tautitaakka Suomessa. Ympäristö ja Terveys 5/2013:68–74. Julkari <http://www.julkari.fi/handle/10024/110739>

EEA, **2010**. Good practice guide on noise exposure and potential health effects. Technical report no. 11/2010. Luxembourg, ISBN 978-92-9213-140-1. doi:10.2800/54080.

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>

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://urn.fi/URN:ISBN:978-952-245-413-3>

Hänninen O (ed), Korhonen A, Lehtomäki H, Asikainen A, Rumrich I, **2016**. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 16/2016. ISBN 978-952-11-4604-6 (pdf). 29 ss. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4604-6>

Kojo K, Holmgren O, Pyysing A, Kurttila P. **2016**. Radon uudisrakentamisessa. Otantatutkimus 2016. <https://www.julkari.fi/handle/10024/131619>

Lehtomäki H, Korhonen A, Asikainen A, ..., Hänninen O, **2018**. Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15:736. <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/4/736> <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019110737052>

Lelieveld J, Iler K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, Münzel T, **2019**. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *European Heart Journal*, doi:10.1093/eurheartj/ehz135

Mäkeläinen I, Kinnunen T, Reisbacka H, Valmari T, Arvela H. **2009**. Radon suomalaisissa asunnoissa. Otantatutkimus 2006. STUK-A242. Helsinki 2009, 45 s. + liitteet 23 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014120249752>

Prüss-Ustün, A.; Mathers, C.; Corvalán, C.; Woodward, A. **2003**. Introduction and Methods: Assessing the Environmental Burden of Disease at National and Local Levels; WHO Environmental Burden of Disease Series, No. 1; World Health Organization: Geneva, Switzerland.

Suomi J, Haario P, Asikainen A, ..., Tuominen P, **2019**. Ruokajärjestelmän kansanterveydellisten vaikutusten kustannukset ja riskinarviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:63, Helsinki. ISSN 2342-6799, ISBN PDF 978-952-287-796-3, 140 pp. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-796-3> ■