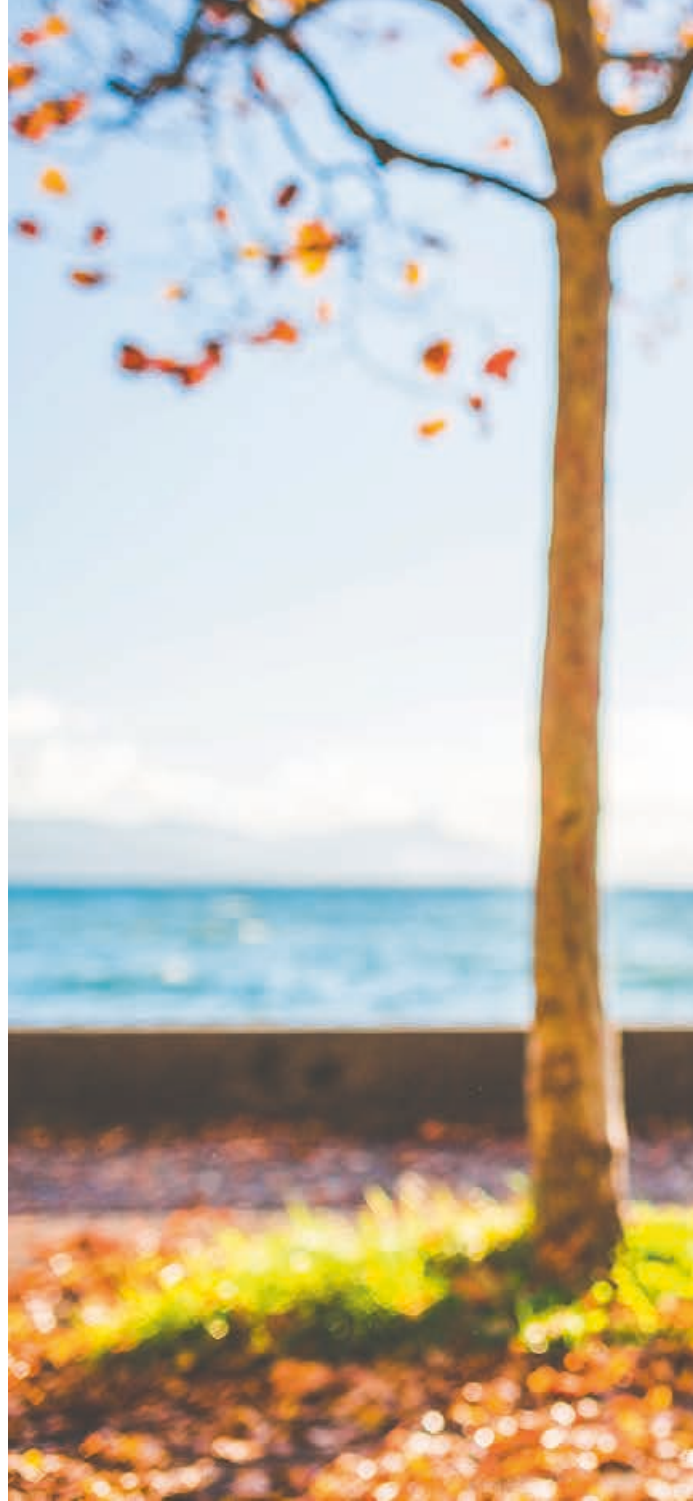


Ilmanlaadun mittauksia pidetään yleisesti luotettavimpana keinona arvioida ilmanlaatua. Olemassa oleva mittausverkosto ei kuitenkaan anna maantieteellisesti kattavaa kuvaa väestön altistumisesta, varsinkaan suurimpien kaupunkien ulkopuolella. Pienhiukkasia on mitattu vasta 2000-luvun vaihteesta ja silloinkin vain parilla mittausasemalla. 1990-luvun ja sitä aikaisempien vuosikymmenten pitoisuuksista ei ole mittauksia. Ilmanlaadun mallittaminen mahdollistaa sekä pitoisuuksien laskemisen harvempaan asutuille alueille että altistusten retrospektiivisen arvioimisen.

**Antti Korhonen**, tutkija, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos ja Itä-Suomen yliopisto  
**Isabell Rumrich**, tutkija, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos ja Itä-Suomen yliopisto  
**Marjut Roponen**, apulaisprofessori, Itä-Suomen yliopisto  
**Otto Hänninen**, erikoistutkija, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos



# Raskaudenaikainen altistuminen ilmansaasteille

**M**aailman terveysjärjestö (WHO) tiukensi äskettäin useita ilmanlaadun terveysperusteisia ohjeita. Suomessa on arvioitu, että ilmansaasteet aiheuttavat vuositasolla noin 2000 ennenaikaista kuolemaa, joista suurin osa aiheutuu pienhiukkasista (PM<sub>2,5</sub>; 1 600), typpidiok-

sidista (NO<sub>2</sub>; 240), hengitettävistä hiukkasista (PM<sub>10</sub>; 160) ja otsonista (O<sub>3</sub>; 40). Mittausverkostoa ylläpitää 30 erillistä toimijaa, joista suurin osa on kuntia. Ilmatieteen laitoksella ja HSY:llä kummallakin on kymmenkunta mittausasemaa. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitataan noin 70 asemalla, pienhiukkas-

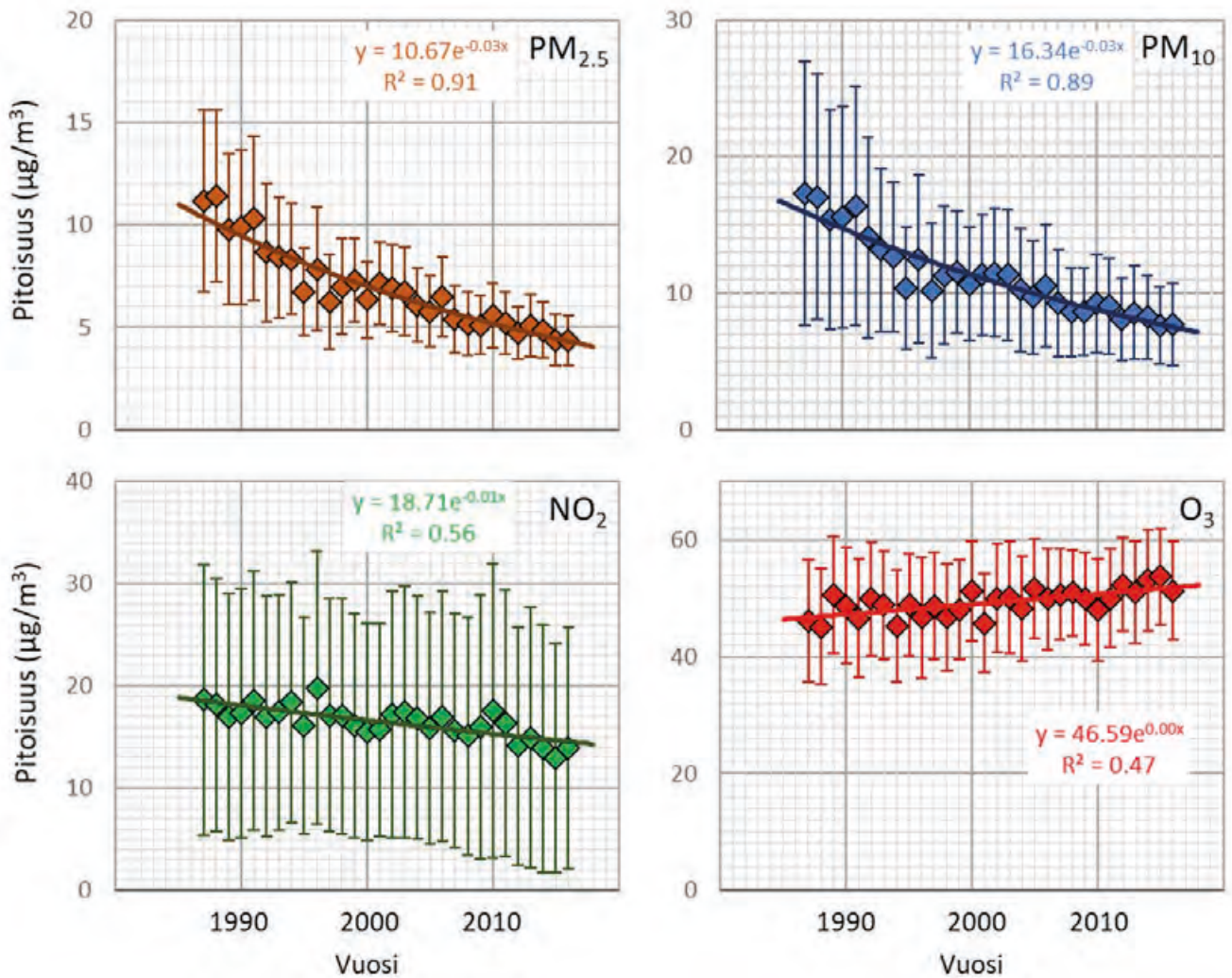
ten reilulla 30 ja otsonin yli 20 asemalla. Mittausten perusteella ilmansaasteiden pitoisuudet ovat olleet otsonia lukuun ottamatta pääsääntöisesti laskusuunnassa.

Raskauden ja lapsuuden aikaisen ilmansaastealtistuksen vaikutusta vastasyntyneiden ja lasten terveyteen sekä kuolleisuuteen tutkitaan meneillään olevassa APPEAL-



Ajanjakso	Tuhatta synnytystä vuodessa (± sd)	PM <sub>2,5</sub> ka. (± sd) µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> ka. (± sd) µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> ka. (± sd) µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> ka (± sd) µg/m <sup>3</sup>
1987–1989	56,4 (±2,15)	10,8 (±4,2)	16,6 (±8,9)	17,9 (±12,6)	47,3 (±10,4)
1990–1994	59,2 (±0,59)	9,1 (±3,5)	14,4 (±7,4)	17,7 (±12,0)	47,9 (±9,9)
1995–1999	52,2 (±3,20)	7,0 (±2,4)	11,2 (±5,1)	17,3 (±11,7)	47,9 (±9,3)
2000–2004	49,4 (±0,76)	6,6 (±2,0)	11,0 (±4,5)	16,6 (±11,5)	49,1 (±9,1)
2005–2009	51,1 (±0,69)	5,6 (±1,7)	9,3 (±3,9)	15,9 (±12,0)	50,7 (±8,0)
2010–2016	48,7 (±3,19)	4,9 (±1,5)	8,4 (±3,3)	14,9 (±12,6)	51,3 (±8,6)
1987–2016	52,3 (±4,34)	7,1 (±3,2)	11,4 (±6,2)	16,6 (±12,1)	49,2 (±9,3)

Taulukko 1. Keskimääräinen synnytysten määrä vuosittain ja ilmansaasteiden pitoisuudet 6 eri ajanjaksolla 1987–2016.



Kuva 1. Äitien raskaudenaikaisten ilmansaasteepitoisuuksien vuosikeskiarvot ja keskihajonnat eksponentiaalisella trendisovitteella 1987–2016.

akatemiahankeissa. Tutkimuksessa yli 1,6 miljoonaa synnytystä käsittävä syntymäkohortti (MATEX) muuttohistoriatietoineen yhdistettiin UBM-mallilla laskettuun, 16 eri ilmansaastetta sisältävään ilmanlaatuajaksarjaan. Tämä mahdollisti äitien raskaudenaikaisten altistustasojen tarkastelun yhden kilometrin resoluutiolla aikavälillä 1987–2016. Alustavien arvioiden mukaan raskaudenaikainen pienhiukkaskaltistus on yhteydessä mm. lasten syntymäpainon alenemiseen. Tässä artikkelissa tarkastelemme tarkemmin raskaana olevien naisten altistumista ilmansaasteille ( $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_2$  ja  $O_3$ ) 30 vuoden jaksolla käyttäen kotiosoitteita ja 1 km resoluutiolla arvioitua ilmanlaatua.

### Hiukkasten ja typpidioksidin altistustasot ovat laskeneet

Raskaudenaikaiset altistustasot arvioitiin

hyödyntäen syntymäkohorttitutkimusta, joka sisälsi noin 1,6 miljoonaa synnytystä vuosina 1987–2016. Keskimäärin synnytyksiä oli vuositasolla noin 52 tuhatta, suurimmillaan lähes 60 tuhatta 90-luvun alkupuoliskolla ja pienimmillään alle 50 tuhatta 2000-luvun alussa ja 2010-luvulla (taulukko 1).

Raskaudenaikainen altistuminen typpidioksidille ja erityisesti pienhiukkasille ja hengitettävälle hiukkasille on laskenut selvästi 30 vuoden tarkastelujakson aikana, kun taas otsonin altistustasot ovat olleet pienoisessa nousussa (kuva 1).

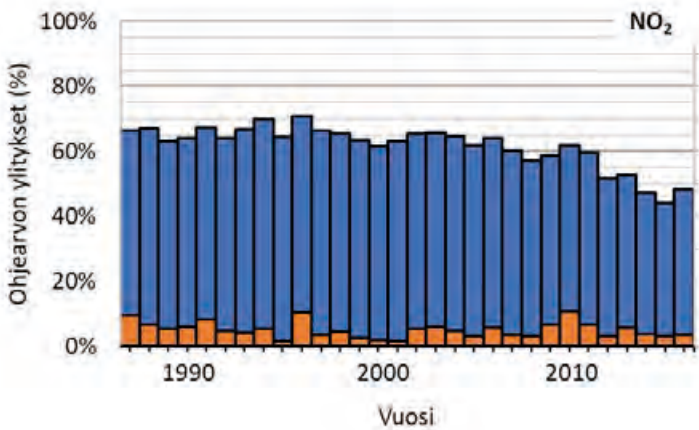
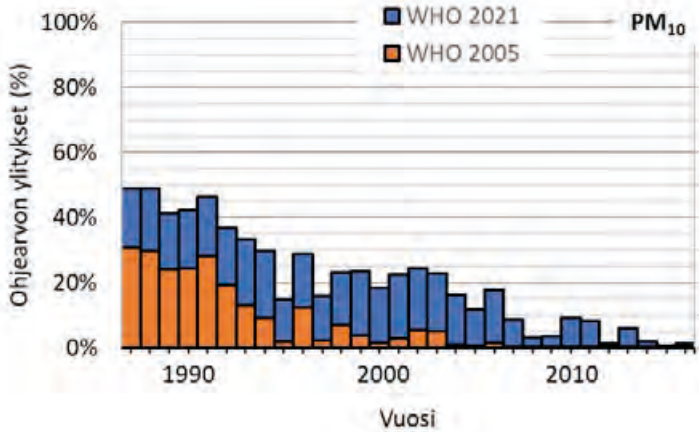
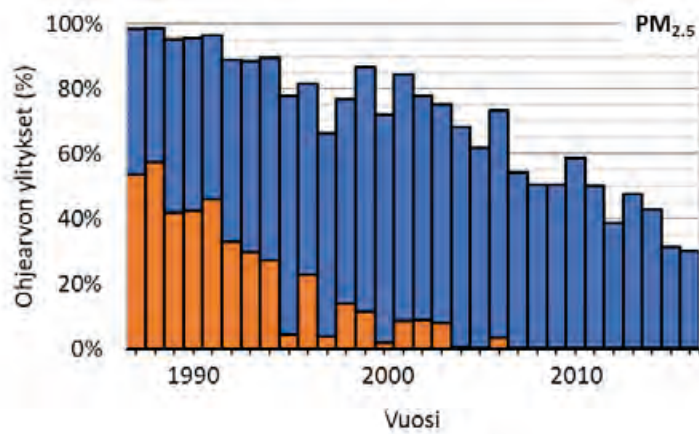
Pienhiukkasten altistustaso oli 80-luvun lopulla keskimäärin n.  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja se laski alle puoleen ( $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2010-luvulle tultessa. Myös hengitettävien hiukkasten altistustaso on puolittunut samalla ajanjaksolla, pudoten vajaasta  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reiluun  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Typpidioksidin altistustaso on pudon-

nut noin kuudenneksella n.  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alle  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Otsonin kohdalla kehityssuunta on ollut päinvastainen. Altistustaso on noussut noin 10 % alle  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tasosta hieman yli  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tasoon.

Hiukkasten kohdalla korkeimmat altistustasot ovat pienentyneet matalimpia enemmän kaventaen ääripäiden välisiä eroja. Tämä näkyy keskihajontaluvuissa, jotka ovat pudonneet noin kolmannekseen 1980-luvun lopun tasosta. Otsonin ja typpidioksidin kohdalla yhtä selkeää muutosta ei ole tapahtunut ja altistustasojen välinen vuosivaihtelu on pysynyt melko suurena.

### Ohjearvot ylittyneet edelleen

Vuositasolla WHO:n vuoden 2021 ohjearvon ylittävälle pitoisuuksille altistuneiden määrä on pudonnut huomattavasti hiukkasten osalta, kun taas typpidioksidin osalta tilanne ei ole parantunut yhtä merkittävästi



Kuva 2. Vuosittainen osuus synnyttäneistä äideistä, jotka ovat altistuneet WHO:n vuonna 2005 ja 2021 asettamia vuosiohjearvoja korkeammille pitoisuuksille.

(kuva 2). Lähes jokainen 1980-luvun lopulla raskaana ollut nainen oli altistunut ohjearvoa ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) korkeammille pienhiukkaspitoisuuksille, ja hengitettävien hiukkasten ohjearvo ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylittyi keskimäärin melkein puolella sekä typpidioksidin osalta kahdella kolmesta ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Tultaessa 2010-luvulle ohjearvot ylittivät pienhiukkasten kohdalla keskimäärin hieman yli 40 % ja typpidioksidin osalta

edelleen noin puolella äideistä. Hengitettävien hiukkasten ohjearvo alittui jo käytännössä jokaisella. Vuoden 2005 WHO:n ohjearvoihin verrattaessa tilanne näyttäisi 2010-luvulla olleen jo hyvä. Hiukkasten pitoisuudet ovat jääneet alle ohjearvojen ( $\text{PM}_{2,5}$ :  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja  $\text{PM}_{10}$ :  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ja typpidioksidin kohdalla vain viitisen prosenttia raskaana olevista naisista altistui  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  korkeammille pitoisuuksille. Otsonin

kohdalla pitkäaikaisohjearvo (2005:  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 2021:  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuu kesäkauden (6kk) vuorokauden korkeimpien kahdeksan tunnin keskiarvojen keskiarvoon, eikä ole suoraan verrannollinen tässä laskettuun raskaudenaikaisten altistusten vuosikeskiarvoon.

### Johtopäätökset

Ilmanlaatumallin perusteella typpidioksidin ja varsinkin hiukkasten ( $\text{PM}_{2,5}$  ja  $\text{PM}_{10}$ ) altistustasot Suomessa ovat laskeneet selvästi tarkastelujaksolla. Sen sijaan otsonin altistustaso on ollut hienoisessa kasvussa. Huolimatta myönteisestä kehityksestä pienhiukkasten ja typpidioksidin osalta karkeasti noin puolet raskaana olevista naisista altistui vielä viime vuosikymmenellä uusien terveysperusteisten ohjearvojen suuremmille pitoisuuksille. Hengitettävien hiukkasten ohjearvon tavoitteisiin sen sijaan näytettäisiin jo pääsevän.

### Viitteet

Anttila P (2020) Air quality trends in Finland, 1994–2018. Helsingin yliopisto, academic dissertation. url:<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-336-102-7>.

Hänninen O (2021) Maailman terveysjärjestö: Ilmanlaadun ohjearvot uudistuivat. Ympäristö ja Terveys -lehti 52:52-55. url:<https://www.julkari.fi/handle/10024/143438>.

Hänninen O, Korhonen A, Lehtomäki H, Rumrich I (2021) Terveysvaikutukset alhaisilla altistustasoilla: Ilmansaasteet ja syntymäpaine. Ympäristö ja Terveys -lehti 52:46-51. url:<https://www.julkari.fi/handle/10024/143439>.

Lehtomäki H, Korhonen A, Asikainen A, Karvosenoja N, Kupiainen K, Paunu V, Savolahti M, Sofiev M, Palamarchuk Y, Karppinen A, Kukkonen J, Hänninen O (2018) Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland. International journal of environmental research and public health 15. doi: 10.3390/ijerph15040736.

WHO (2021) WHO global air quality guidelines: particulate matter ( $\text{PM}_{2,5}$  and  $\text{PM}_{10}$ ), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva, World Health Organization.

**Altistusarviot perustuvat ilmanlaadun mallitukseen NordicWelfAir -hankkeessa ja on toteutettu Akatemian rahoittamana APPEAL-hankkeessa sekä UEF-työelämätohtorijärjestelmässä. Ilmanlaadun pitoisuudet mallinnettiin Tanskan Aarhusin yliopiston kehittämällä UBM-mallilla. Haluamme kiittää myös kotimaisia yhteistyökumppaneitamme SYKE (päästöarviot) ja FMI (ilmanlaadun mallittaminen) heidän panoksestaan hankkeissa.**