

## SISÄYMPÄRISTÖN PUOLIHAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET: MITÄ TIEDÄMME NYT?

Kaisa Wallenius<sup>1</sup>, Merja Korkalainen<sup>2</sup>, Hanna Hovi<sup>1</sup>, Simo Porras<sup>1</sup>, Siri Holma<sup>2</sup>, Suvi Ahtinen<sup>1</sup>, Jani Koponen<sup>2</sup>, Kati Huttunen<sup>2</sup> ja Panu Rantakokko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Työterveyslaitos

<sup>2</sup>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

### TIIVISTELMÄ

Kansallisessa sisäilma- ja terveysohjelmassa käynnistyi vuonna 2022 Työterveyslaitoksen ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) yhteinen katsaushanke, jossa tarkastellaan puolihaihtuvien orgaanisten yhdisteiden (SVOC) esiintymistä suomalaisissa ei-teollisissa sisäympäristöissä sekä arvioidaan niille altistumista ja mahdollisia terveysvaikutuksia. Tässä artikkelissa esitellään katsauksen päätulokset kolmesta yhdisteryhmästä, joita ovat ftalaatit, bromatut palonsuoja-aineet (BFR) ja polyaromaattiset hiilivedyt (PAH). Seuraavassa vaiheessa käsittelyyn otetaan lisää yhdisteryhmiä, kuten klooratut parafiinit, per- ja polyfluoratut alkylyhdisteet (PFAS) ja fosforoidut palonestoaineet. Koko katsaus julkaistaan vuoden 2023 aikana.

### JOHDANTO

SVOC-yhdisteisiin lukeutuu erittäin laaja kirjo erilaisia yhdisteitä ja yhdisteryhmiä, jotka ovat valtaosin ihmisen teollisesti tuottamia kemikaaleja. SVOC-yhdisteitä käytetään erilaisissa kuluttajatuotteissa ja materiaaleissa mm. muovien pehmentiminä, palonsuoja-aineina, pintakäsittelyaineina ja biosideina. Niitä voi vapautua ympäristöön tuotannon, käytön, kierrätyksen ja hävityksen aikana. Joitakin SVOC-yhdisteitä, kuten PAH-aineita, esiintyy ympäristössä myös luonnostaan ja niitä voi syntyä tahattomasti esimerkiksi epätydellisen palamisen seurauksena. Ihminen altistuu SVOC-yhdisteille useiden eri reittien ja lähteiden, kuten ravinnon, huonepölyn, hengitysilman ja ihon kautta. Useiden SVOC-yhdisteiden osalta kontaminoituneen ravinnon arvioidaan olevan merkittävin altistumisen lähde. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota enenevästi myös huonepölyn ja sisäilman kautta tapahtuvaan altistumiseen, jonka arvioidaan muodostavan joidenkin SVOC-yhdisteiden osalta huomattavan osan, jopa 50 %, kokonaisaltistumisesta.

Tässä artikkelissa tarkasteltavia SVOC-yhdisteryhmiä ovat ftalaatit, bromatut palonsuoja-aineet (BFR) ja PAH-yhdisteet. Taulukossa 1 on esitelty esimerkkejä näihin yhdisteryhmiin lukeutuvista yhdisteistä sekä niiden tärkeimpiä käyttökohteita, ihmisen altistumislähteitä ja suurella altistumisella esiintyviä kriittisiä terveysvaikutuksia. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että esiteltyt ryhmät ovat erittäin laajoja, sadoista eri yhdisteistä koostuvia aineryhmiä, joiden sisällä on paljon variaatiota yhdisteiden kemiallisissa ja fysikaalisissa ominaisuuksissa ja käyttökohteissa. Uusissa kuluttajatuotteissa käytettyjen SVOC-yhdisteiden valikoima on muuttunut viime vuosikymmeninä paljon, kun ympäristölle tai terveydelle haitallisten yhdisteiden käyttöä ja markkinoille saattamista on rajoitettu lainsäädännön avulla, ja uusia korvaavia yhdisteitä on kehitetty tilalle. Altistumista rajoitetuillekin yhdisteille tapahtuu kuitenkin

vielä pitkään ympäristön kontaminoitumisen seurauksena ja siksi, että rajoitettuja yhdisteitä sisältävät tuotteet ovat usein pitkäikäisiä ja ne poistuvat kierrosta hitaasti.

Taulukko 1. Yhdisteryhmien esittely.

<b><u>Ftalaatit</u></b>		
<b>Esimerkkejä yhdisteistä:</b> Bentsyylibutyyliftalaatti (BBP)* Dibutyyliftalaatti (DnBP)* Di-isobutyyliftalaatti (DiBP)* Bis(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP)* Di-isononyyliftalaatti (DiNP)* Di-isodekyyliftalaatti (DiDP)* Di(2-propyyliheptyyli)ftalaatti (DPHP)	<b>Pääasiallinen käyttötarkoitus ja -kohteita:</b> <u>Muovinkehennys</u> Rakennusmateriaalit, mm. vinyylilattiapäällysteet Sähkö- ja elektroniikkalaitteet Lelut Pakkausmateriaalit Muoviastiat	<b>Tärkeimmät altistumislähteet:</b> <u>Ravinto</u> Rasvaiset elintarvikkeet Maitotuotteet Elintarvikekontaktimateriaalit <u>Huonepöly</u> <u>Sisäilma</u>
<b>Kriittiset terveysvaikutukset suurella altistumisella:</b> häiriöt hormonitoiminnassa ja miesten lisääntymisterveydessä		
<b><u>Bromatut palonsuoja-aineet (BFR)</u></b>		
<b>Esimerkkejä yhdisteistä:</b> Polybromatut difenyylietterit (PBDE)* Heksabromosykloodekaani (HBCD)* Tetrabromibisfenoli A (TBBPA)* 1,2-bis(2,4,6-tribromofenoksi)etaani (BTBPE) Bis(2-etyyli-1-heksyyli)-tetrabromof-talaatti (BEH-TEBP) 2-Etyyliheksyyli 2,3,4,5-tetrabromi-bentsoaatti (EH-TBB) Dekabromodifenyylietaani (DBDPE) Pentabromibentseeni (PBB) Pentabromitolueeni (PBT) Heksabromibentseeni (HBB)	<b>Pääasiallinen käyttötarkoitus ja -kohteita:</b> <u>Palonsuojaus</u> Sähkö- ja elektroniikkalaitteet Sisustustekstiilit Huonekalut Patjat ja tyynyt Rakennusmateriaalit Työvaatteet	<b>Tärkeimmät altistumislähteet:</b> <u>Ravinto</u> Eläinrasva Rasvapitoinen kala <u>Huonepöly</u>
<b>Kriittiset terveysvaikutukset suurella altistumisella:</b> hermoston ja hormonitoiminnan häiriintyminen		
<b><u>PAH-yhdisteet</u></b>		
<b>Esimerkkejä yhdisteistä:</b> Naftaleeni Fenantreeni Pyreeni Fluoreeni Asenaftyleeni Asenafteeni Bentso[a]pyreeni*	<b>Käyttötarkoituksia ja -kohteita:</b> <u>Kosteuseristys, puunsuojaus:</u> Vanhat öljy-, kivihiihi- ja tervapohjaiset rakennusmateriaalit, kuten vedeneristeet, tervapahvit, kyllästetty puu  Joidenkin kuluttajatuotteiden kumi- ja muoviosissa voi esiintyä myös PAH-yhdisteitä	<b>Tärkeimmät altistumislähteet:</b> <u>Ravinto</u> Viljatuotteet Liha Rasvat Savustetut, grillatut ja kuivatut elintarvikkeet <u>Hengitysilmä</u> Orgaanisen aineksen palaminen, johon liittyviä lähteitä ovat mm. liikenne, pienpoltto, ruoanvalmistus ja tupakanpoltto
<b>Kriittiset terveysvaikutukset suurella altistumisella:</b> lisääntynyt syöpäriski, maksa- ja munuaisvauriot, puolustusjärjestelmän heikkeneminen		

\* Yhdisteen käyttöä ja markkinoille saattamista rajoitettu lainsäädännöllä EU:ssa.

## ALTISTUMISEN ARVIOINTI JA TERVEYSVAIKUTUKSET

Altistumisen arvioinnissa hyödynnettiin Työterveyslaitoksen ja THL:n laboratorioiden analysoimia sisäympäristön ilma- ja pölynäytteitä sekä suomalaisen väestön biomonitorointinäytteitä. Mitattuja pitoisuuksia verrattiin terveysperusteisiin raja-arvoihin, ja arvioitiin SVOC-yhdisteille altistumisen tasoa terveysvaikutusten kannalta.

### PAH-yhdisteet

Taulukossa 2 on esitetty asunnoista ja toimistotyypisistä työympäristöistä vuosina 2000–2021 kerättyjen ja Työterveyslaitoksen laboratorioissa analysoitujen ilma-näytteiden tulokset kahdeksasta kaasufaasissa esiintyvistä PAH-yhdisteistä. Mitatut pitoisuudet ovat pääsääntöisesti hyvin pieniä mediaanien jäädessä naftaleenia lukuun ottamatta määritysrajan alapuolelle tai sen tuntumaan. PAH-yhdisteistä ainoastaan naftaleenin ilmapitoisuudelle on johdettu terveysperusteinen raja-arvo /1/. Ko. raja-arvo on ilmaistu vuosikeskiarvona ja se on 10 µg/m<sup>3</sup>. Aineistossamme sekä asuntojen että toimistojen P95-arvot jäävät tämän alapuolelle.

*Taulukko 2. Kahdeksan kaasufaasissa esiintyvän PAH-yhdisteen pitoisuudet vuosina 2000–2021 asunnoista (n=822) ja toimistotyypisistä työympäristöistä (n=2213) kerätyissä ilmanäytteissä. Näytteet on kerätty XAD-adsorbenttiin ja analysoitu Työterveyslaitoksen laboratorioissa GC/MS-laitteistolla. Pääasiassa aineiston näytteet ovat 100 litran ilmanäytteitä, joille yhdistekohtainen määrittäysraja (LOQ) on 0,02 µg/m<sup>3</sup>. Aineisto on ennen julkaisematon. Lyhenteiden selitykset: Md = mediaani; P90, P95 ja P99 = 90., 95. ja 99. persentiili.*

Altiste	Ympäristö	% ≥ LOQ	Md (µg/m <sup>3</sup> )	P90 (µg/m <sup>3</sup> )	P95 (µg/m <sup>3</sup> )	P99 (µg/m <sup>3</sup> )
Naftaleeni	Asunnot	98	0,5	4,2	8,2	22
	Toimistot	96	0,2	1,5	3,8	16
Pyreeni	Asunnot	9	< LOQ	< LOQ	0,03	0,1
	Toimistot	6	< LOQ	< LOQ	0,02	0,08
Fluoreeni	Asunnot	59	0,02	0,2	0,4	2,8
	Toimistot	39	< LOQ	0,07	0,1	0,6
Fenantreeni	Asunnot	89	0,09	0,6	1,0	2,8
	Toimistot	73	0,03	0,2	0,4	1,8
Asenafteeni	Asunnot	56	0,03	0,3	0,6	4,2
	Toimistot	37	< LOQ	0,1	0,2	0,7
Fluoranteeni	Asunnot	18	< LOQ	0,03	0,05	0,2
	Toimistot	9	< LOQ	0,02	0,04	0,1
Antraseeni	Asunnot	11	< LOQ	0,03	0,04	0,2
	Toimistot	7	< LOQ	< LOQ	0,03	0,09
Asenaftyleeni	Asunnot	24	< LOQ	0,05	0,08	0,2
	Toimistot	8	< LOQ	0,02	0,04	0,3

Taulukossa 3 on esitetty suomalaisen väestön virtsanäytteistä vuonna 2011 Työterveyslaitoksen laboratorioissa mitattuja PAH-yhdisteiden metaboliittien pitoisuuksia. Metaboliitit ovat 1-hydroksipyreeni eli pyrenoli sekä 2-naftoli, joita käytetään yleisesti PAH-yhdisteille altistumisen arvioinnissa. 2-Naftolin mittaamisella arvioidaan altistumista naftaleenille, mikä tapahtuu pääasiassa hengityksen kautta. Pyrenoli puolestaan kuvastaa enemmän altistumista ravinnon kautta pyreenille ja muille heikommin haihtuville PAH-yhdisteille kuten bentso[a]pyreenille.

PAH-metaboliiteista vain pyrenolille löytyy terveysperusteinen, Työterveyslaitoksen asettama ohjeraja-arvo /2/. Aineistossamme P99-arvotkin jäävät tämän raja-arvon alapuolelle. Perusväestölle PAH-altistuminen ei siten aiheuta huolta ja altistuminen yleensäkin on vähäisempää kuin keskimäärin Euroopassa /3/. Hengityksen kautta tapahtuvaa altistumista kuvaavan 2-naftolin pitoisuudessa on selvä ero tupakoivien ja tupakoimattomien henkilöiden välillä. Laajojen eurooppalaisten aineistojen perusteella ero on keskimäärin 1,5–3-kertainen /4/. Myöskin biomonitorointiin perustuvan elinikäisen syöpärisikin arvioinnin perusteella suomalaisen perusväestön PAH-altistuminen on hyväksytyllä ja turvallisella tasolla /4/. Työperäisesti altistuvien kohdalla riski on suurempi, etenkin tupakointiin yhdistettynä /4/.

*Taulukko 3. Suomalaisen väestön virtsanäytteistä vuonna 2011 mitattuja PAH-metaboliittien pitoisuuksia /5/. Näytteet on analysoitu Työterveyslaitoksen laboratoriossa LC/FLD-laitteistolla. 1-hydroksipyreenin määrittäjäraja on 0,03 µg/l ja 2-naftolin 0,14 µg/l. Aineisto on ennen julkaisematon. Lyhenteet kuten taulukossa 2.*

Metaboliitti		% ≥ LOQ	Md (µg/l)	P90 (µg/l)	P95 (µg/l)	P99 (µg/l)	Raja-arvo /2/ (µg/l)
Pyrenoli	kaikki (n=125)	90	0,2	0,5	0,8	1,4	2,6
	ei tup. (n=110)	88	0,1	0,4	0,6	1,4	
	tup. (n=15)	100	0,2	0,8	0,9	1,0	
2-Naftoli	kaikki (n=122)	100	2,9	13	18	26	-
	ei tup. (n=107)	100	2,6	6,0	6,8	14	
	tup. (n=15)	100	16	24	28	31	

#### Ftalaatit

Taulukossa 4 on esitetty suomalaisen väestön virtsanäytteistä mitattuja ftalaattien metaboliittien pitoisuuksia vuosina 2015 ja 2017 kerätyissä Työterveyslaitoksen ja THL:n aineistoissa /6, 7/. Mitattuja pitoisuuksia on verrattu terveysperusteisiin BE- ja HBM-GV-raja-arvoihin /6, 8/. Pääosin P99-arvot jäävät näiden alapuolelle. Siten voidaan todeta, että suomalainen aikuisväestö ei altistu pitoisuuksille, joista aiheutuisi haitallisia terveysvaikutuksia. Lasten ja nuorten altistumisen määrästä ei ole tietoa, mutta eurooppalaisissa biomonitorointitutkimuksissa muutaman prosentin on arvioitu altistuvan terveysperusteisia raja-arvoja suuremmille pitoisuuksille DnBP:tä ja DiBP:tä /9/. Rajoitusten vaikutuksesta haitallisten ftalaattien (mm. DEHP, DnBP, BBP) pitoisuudet biomonitorointinäytteissä ovat laskeneet, kun taas haitattomampien ftalaattien ja niitä korvaavien yhdisteiden pitoisuudet ovat kasvaneet /8/.

*Taulukko 4. Suomalaisen väestön virtsanäytteistä mitattuja ftalaattien metaboliittien pitoisuuksia vuosina 2015 (n=60; ikä 25–63; ei-työperäisesti altistuneita; /6/) ja 2017 (n=500; ikä 25–75; /7/) kerätyissä tutkimusaineistoissa. HBM-GV= biomonitoroinnin raja-arvo /8/, BE= biomonitorointiekvivalentti /6/; muut lyhenteet kuten taulukossa 2.*

Metaboliitti (altiste)	Keräys- vuosi	LOQ (µg/l)	% ≥ LOQ	Md (µg/l)	P90 (µg/l)	P99 (µg/l)	HBM- GV (µg/l)	BE (µg/l)
MBzP (BBP)	2015	2,5	92	12	47	56	3000	-
	2017	0,2	98	5,0	4,3	6,0		
MnBP (BBP, DnBP)	2015	2,2	100	60	141	176	190	-
	2017	0,2	100	19	62	180		
MEHP (DEHP)	2015	5,0	18	< LOQ	< LOQ	< LOQ	-	500
	2017	0,5	91	1,7	4,3	11		

Taulukko 4. jatkoa.

Metaboliitti (altiste)	Keräysvuosi	LOQ (µg/l)	% ≥ LOQ	Md (µg/l)	P90 (µg/l)	P99 (µg/l)	HBM-GV (µg/l)	BE (µg/l)
OH-MEHP (DEHP)	2015	2,5	93	8,5	20	43	500	-
	2017	0,2	100	3,5	11	33		
oxo-MEHP (DEHP)	2015	1,0	93	4,7	12	23	500	-
	2017	0,2	99	2,3	6,8	20		
cx-MiOP (DiNP)	2015	1,0	98	4,9	18	117	-	250
	2017	0,5	99	4,8	29	424		
cx-MiNP (DiDP)	2015	1,0	8	< LOQ	< LOQ	2,6	-	30
	2017	0,5	24	< LOQ	1,1	5,1		
OH-MPHP (DPHP)	2015	1,0	0	< LOQ	< LOQ	< LOQ	220	330
	2017	0,5	6	< LOQ	< LOQ	2,1		

### Bromatut palonsuoja-aineet

Taulukkoon 5 on koottu suomalaisista asunnoista vuosina 2014–2015 kerätyistä pölynäytteistä mitattuja bromattujen palonsuoja-aineiden (BFR) pitoisuuksia /10/. Mitatuista pölypitoisuuksista oli laskettu lasten altistumista pölyä nielemällä ja hengittämällä. Pölyn nieleminen oli merkittävin altistumisreitti suuren molekyyllipainon omaaville yhdisteille, kun taas hengittäminen oli tärkeä altistumisreitti haihtuville yhdisteille. Lasten todettiin altistuvan BFR-aineille aikuisia enemmän (painokiloa kohti laskettuna) /10/. Pienin turvamarginaali todellisen ja haitalliseksi tiedetyn altistumistason välillä oli PBDE-99:llä (keskimääräinen altistumistaso 1/1000 haitallisesta tasosta), joka oli myös EFSA:n ja US-EPA:n riskinarvioinneissa tärkein PBDE-yhdiste /10/. Suomessa toteutetussa äidinmaitoseurannassa on havaittu selvä laskeva trendi PBDE-yhdisteiden pitoisuuksissa vuodesta 2000 alkaen /11/. Nämä huomioiden ei ole todennäköistä, että huonepölyn BFR-aineet aiheuttaisivat terveystarveperäistä riskiä perusväestölle.

*Taulukko 5. Suomalaisista asunnoista vuosina 2014–2015 kerätyistä pölynäytteistä (n = 40) mitattujen BFR-aineiden mediaani- ja maksimipitoisuudet /10/. Määritykset oli tehty pölynäytteistä, jotka oli imuroitu lasten makuuhuoneiden lattioilta 40 kodista Kuopion alueelta. \*Pölypitoisuuksista laskettu nielemällä, hengittämällä ja ihon kautta tapahtuvan kokonaisaltistumisen mediaani. #Terveysperusteiset päiväsaannin viitearvot PBDE-yhdisteille US-EPA:lta ja muille BFR-yhdisteille erillisistä tutkimuksista, jotka on koostettu artikkelin /10/ lisätiedoissa.*

Altiste	LOQ (ng/g)	% ≥ LOQ	Md (ng/g)	Max (ng/g)	Kok.altistuminen (pg/kg/päivä)*	Viitearvo (pg/kg/päivä) #
PBDE-47	0,1	100	12	1880	65	1,0 x 10 <sup>5</sup>
PBDE-99	0,2	100	20	6720	90	1,0 x 10 <sup>5</sup>
PBDE-100	0,2	100	3,3	1200	15	-
PBDE-153	0,2	100	2,4	1880	10	2,0 x 10 <sup>5</sup>
PBDE-209	0,7	100	41	6180	1780	7,0 x 10 <sup>6</sup>
BTBPE	0,2	100	1,4	28	6,2	2,4 x 10 <sup>8</sup>
BEH-TEBP	1,1	100	106	1930	467	3,7 x 10 <sup>8</sup>
EH-TBB	1,2	95	5,5	33	25	2,0 x 10 <sup>7</sup>
DBDPE	1,8	100	119	1990	516	3,3 x 10 <sup>8</sup>
PBB	0,05	100	0,2	1,6	4,6	-

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Suurin osa SVOC-yhdisteille altistumisesta tapahtuu yleensä ravinnon kautta. PAH-yhdisteiden osalta poikkeuksena ovat tupakoitsijat, joilla hengitysilman osuus altistumisesta on tupakoimatonta perusväestöä suurempaa. Bromatuille palonsuoja-aineille ja ftalaateille altistutaan ravinnon lisäksi myös huonepölyn hengittämisen ja nielemisen kautta, etenkin pienet lattioilla ryömivät lapset.

Tässä katsauksessa käsitellyistä SVOC-yhdisteryhmistä ei aiheudu terveyshuolta perusväestölle suomalaisista aineistoista mitattujen pitoisuuksien perusteella. Tietoa tarvitaan kuitenkin lisää erityisesti lasten altistumisesta, joka joidenkin yhdisteiden kohdalla voi olla aikuisväestöä suurempaa. Lisäksi työperäinen altistuminen saattaa joissakin ammateissa olla merkittävästi aikuisväestöä suurempaa. Epävarmuutta arvioon tuovat yhdisteiden mahdolliset yhteisvaikutukset. Lisäksi rajoitettujen yhdisteiden tilalle on tullut uusia korvaavia yhdisteitä, joiden haittavaikutuksia ei vielä täysin tunneta. Kemikaalien ja niiden yhteisvaikutuksiin liittyvää riskinarviointia kehitetään EU:n uudessa PARC-kumppanuusohjelmassa /12/.

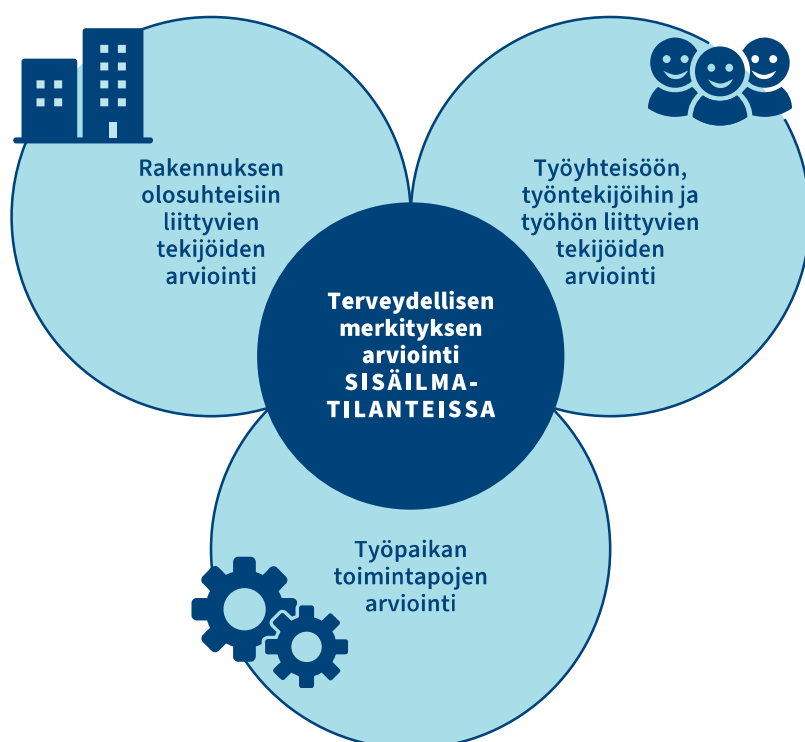
Kevään 2023 aikana Julkarissa julkaistavassa SVOC-katsauksessa esitellään yksityiskohtaisemmin tässä esitellyt SVOC-ryhmät ja lisäksi muita yhdisteryhmiä kuten PFAS-yhdisteet, klooratut parafiinit ja fosforoidut palonestoaineet.

## LÄHDELUETTELO

1. WHO (2010) Guidelines for Indoor Air Quality: Selected pollutants. Geneva, 2010.
2. Työterveyslaitos (2022) Perustelumuistio PAH-altistumisen biologisen altistumisindikaattorin 1-pyrenolin ohjeraja-arvolle <https://www.ttl.fi/sites/default/files/2022-01/PAH-Pyrenoli.pdf>
3. HBM4EU (2022) PAH Substance report [https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2022/07/PAHs\\_Substance-report.pdf](https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2022/07/PAHs_Substance-report.pdf)
4. HBM4EU (2021) Risk characterisation of the 1<sup>st</sup> set of prioritised substances using external exposure estimated from HBM data: a methodological approach. D12.5.
5. Vainiotalo, S ym. (2011). Julkaisemattomia tuloksia, Työterveyslaitos.
6. Porras SP, Koponen J, Hartonen M ym. (2020) Non-occupational exposure to phthalates in Finland. Toxicology Letters 332: 107-117
7. Holma S. (2022). Ftalaateille altistuminen Suomessa. Pro gradu -tutkielma. Itä-Suomen yliopisto
8. Lange R, Apel P, Rousselle C ym. (2021) The European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EU): Human biomonitoring guidance values for selected phthalates and a substitute plasticizer. Int J Hyg Environ Health 234: 113722.
9. Lange R, Vogel N, Schmidt P ym. (2022) Cumulative risk assessment of five phthalates in European children and adolescents. Int J Hyg Environ Health 246: 114052.
10. Rantakokko P, Kumar E, Braber J ym. (2017) Concentrations of brominated and phosphorous flame retardants in Finnish house dust and insights into children's exposure. Chemosphere 223: 99-107
11. THL (2022) [https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/palonestoaineet\\_vierailtu\\_11.12.2022](https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/palonestoaineet_vierailtu_11.12.2022)
12. EU (2022) [Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals | PARC Project | Fact Sheet | HORIZON | CORDIS | European Commission \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/chemicals/eu-chemicals-action-plan/)

# SISÄILMASTOSEMINAARI 2023

Messukeskus  
14.3.2023



Sisäilmayhdistys ry

**SIY Raportti 41**

# **SISÄILMASTOSEMINAARI 2023**

14.3.2023

Toimittajat:

Mervi Ahola  
Anna Merikari



Sisäilmayhdistys ry

Puheenjohtaja prof. Risto Kosonen  
Toiminnanjohtaja DI Mervi Ahola

Sisäilmastoseminaarin ohjausryhmä 2023:

Mervi Ahola  
Ulla Haverinen-Shaughnessy  
Kati Huttunen  
Anne Hyvärinen  
Paavo Kero  
Hanna Keränen  
Anne Korpi  
Hannu Koskela  
Risto Kosonen  
Katri Leino  
Tero Marttila  
Sami Niemi  
Pertti Pasanen  
Juha Pekkanen  
Anna-Mari Pessi  
Anna Saarinen  
Heidi Salonen  
Piia Sormunen  
Jorma Säteri  
Marianna Tuomainen  
Katja Tähtinen  
Tuula Vasankari  
Kirsi Villberg  
Aki Vuokko  
Mika Vuolle  
Leif Wirtanen

Sisäilmayhdistys raportti 41

SISÄILMASTOSEMINAARI 2023  
Mervi Ahola ja Anna Merikari (toim.)

Kannen kuva: Terveydellisen merkityksen arvioinnin osa-alueet sisäilmatilanteissa  
(*Terveydellisen merkityksen arviointi sisäilmatilanteissa -ohje*, Työterveyslaitos 2022)  
artikkelista *Terveydellisen merkityksen arviointi sisäilmatilanteissa*

Artikkeleiden sisällöstä vastaavat kirjoittajat, eikä niitä ole vertaisarvioitu.

SIY Sisäilmätieto Oy  
ISSN 1237-1866  
ISBN 978-952-5236-54-5  
Painopaikka Grano Oy, Vaasa