



Sairaat talot – sairaat ihmiset- homeongelmat?

Eduskunta, Ympäristövaliokunta

Keskustelun pohjaksi:

Mitkä aineet tekevät sisäilmasta terveyshaitallisen?

Miten haitta-aineet kulkeutuvat ihmiseen?

*Miten rakennuksesta tulee sisäilmahaitta-aineiden
päästölähde? Rakennuksen tervehdyttäminen?*

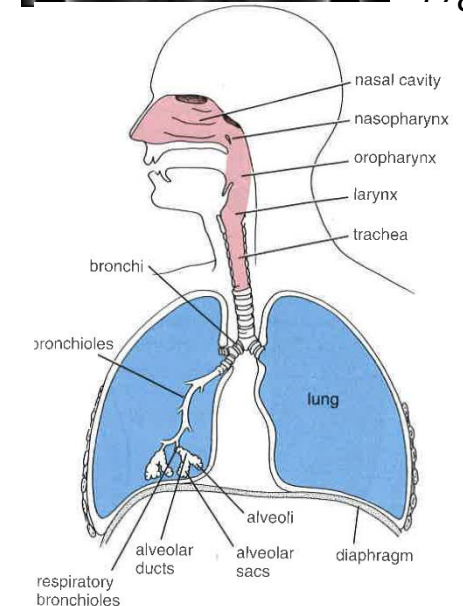
Reitit sisäilmasta ihmisen kehoon:



- 1.** Keuhkojen sisäpinta (epiteeli) on kehon suurin: 70 – 90 m². Sinne kulkee päivittäin 10 – 20 m³ ilmaa. Hapenottokyky on tärkein tulevien vuosien terveysennusteeseen vaikuttava tekijä.
- 2.** Nenän kautta kulkee hengitysilma. Nenäontelossa sijaitsevat hajureseptorit ja hajurata (olfactory nerve) vie impulsseja ja aineita suoraan aivoihin.
- 3.** Silmät: sarveiskalvoa peittää vain *yhden solun paksuinen* elävien solujen kerros.
- 4.** Iho (1 – 2 m²) on kehon luontaisen immuunijärjestelmän (innate immunity) suurin elin (keratinosyytit). Ihon tiheä elävien bakteerien ketto on panssari ulkoisia mikrobeja vastaan.
- 5.** Ruuansulatuskanavan kautta tulevista haitta-aineista maksa siivilöi suurimman osan pois. Suoliston sisältämä mikrobimassa, n. 100 000 000 000 000 elävää bakteeria, on vahva puolustus.

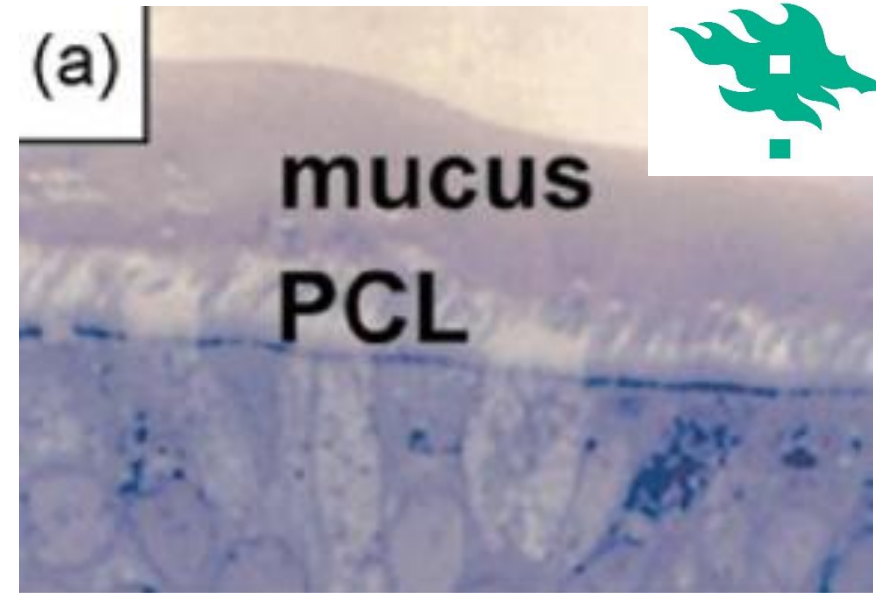
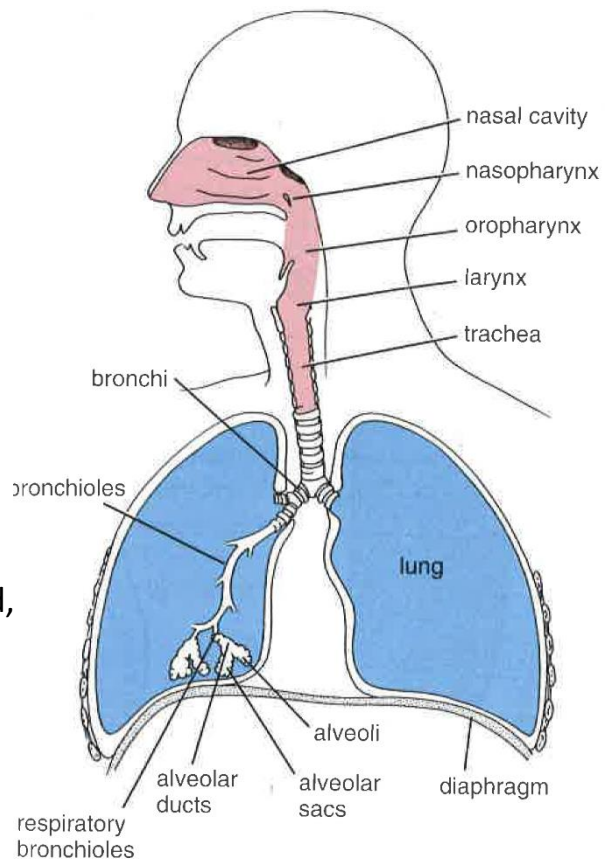


The lung: a magnificent organ that needs lifelong attention. 2016. The Lancet, Vol 387 (10030), 1789



Hengitystiet Lähde:
Ross&Pawlina 2006, Histology,
A Text and Atlas, s. 613

Oik. Hengitysilman kulkureitit.
Keskellä: Elektroni-
mikroskooppikuva
(SEM) keuhkoputken
karvasoluista (kiliat).
Lähde: (Ross &
Pawlina, Histology, a
text and atlas (5th ed,
2006) s. 613, 621



Kuva: Smith DJ, Gaffney EA, Blake JR. 2008. *Resp Physiol & Neurobiol* 163 (2008) 178–188
Modelling mucociliary clearance (Review)

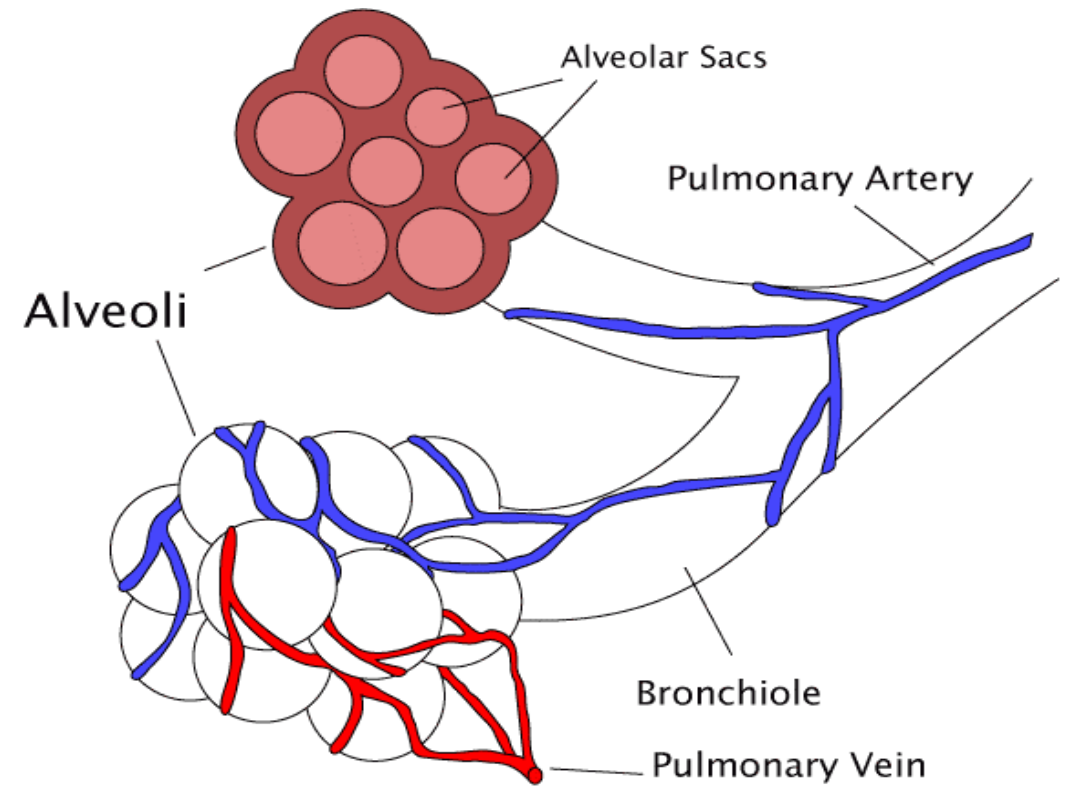
- Keuhkoputkien pintaa peittää kerros 0,005 – 0,01 mm viskoottista limaa
- Ilman hiukasmaiset epäpuhtaudet (mikrobit, pölyt, itiöt, siitepöly...) tarttuvat limaun, lukuunottamatta kaikkein pienimpiä (< 0.001 mm, nanohiukkaset)
- Keuhkoputken limakerroksen ja kudoksen välissä on liukas kerros perikiliaarista nestettä (PCL): nesteessä keuhkoputken pintaan kiinnittyneet karva-solut (kiliat) "soutavat" päällä olevaa limalauttaa ylöspäin, kohti nielua. Nieluun saapuva limalautta siirtyy nielemisrefleksin kautta ruokatorveen.

Keuhkot ovat kehon haavoittuvin elin :

Henkitorvesta haarautuvat keuhkoputket (bronkukset) päättyvät pienten keuhkoputkien (bronkiolit) kautta keuhkorakkuloihin (alveolit) , joissa tapahtuu kaasunvaihto:

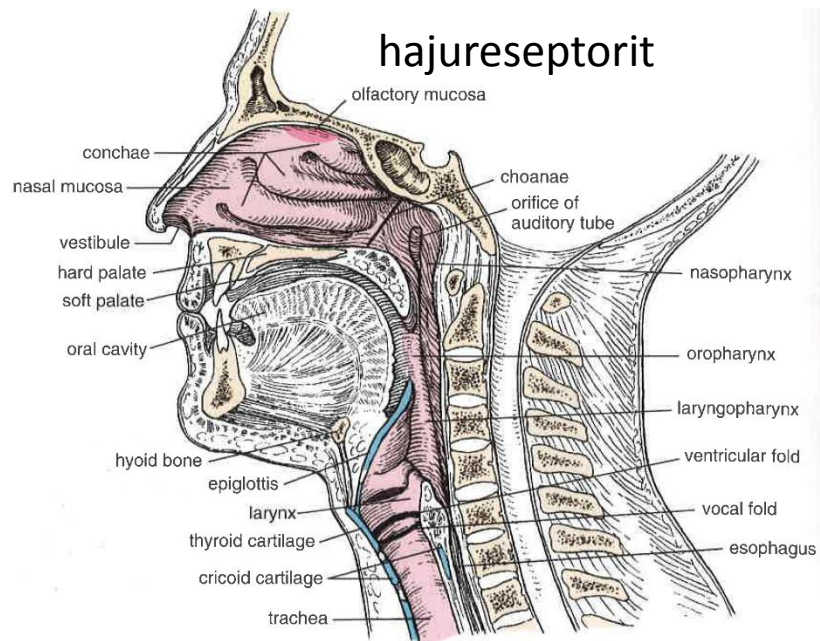
- Kuutiometrissä sisäänhengitysilmaa on 0,4 litraa hiilidioksidia
- Kuutiometrissä uloshengitysilmaa on 40 litraa hiilidioksidia.
- Haavoittuvin osa hengityselimiä on keuhkorakkulat, joissa kaasunvaihto tapahtuu. Keuhkorakkulassa ei ole omia puolustusmekanismeja. Jos sinne joutuu mikrobeja tai soluja vammauttavia aineita, makrofagit käynnistävät tulehdusreaktion ja rakkula ja/tai pieni keuhkoputki arpeutuu.
- Tulehdus huonontaa tai estää kaasunvaihdon keuhkorakkulassa.

KILIAT EIVÄT PALAUTA: kaasuja (rikkidioksidi, typen oksidit, rikkivety...) , höyryjä, nesteaerosoleja, mikrobien nestemäisiä päästöjä (mikrovesikkelit).



Hengitysilman mukana keuhkoihin päässeet pienimmät hiukkaset (alle 0,005 mm) liikkuvat ilmavirrassa niin nopeasti, etteivät ehdi tarttua keuhkoputkien limaan vaan pääsevät pieniin keuhkoputkiin (bronkiolit) ja keuhkorakkuloihin.

Haitalliset kaasut ja vesihöyryn mukana kulkeutuvat haitta-aineet (biosidiset kemikaalit, kostutinaaineet eli wetting agents) ja kationiset pinta-aktiiviset aineet vammauttavat keuhkon soluja, pieniä keuhkoputkia ja keuhkorakkuloita.

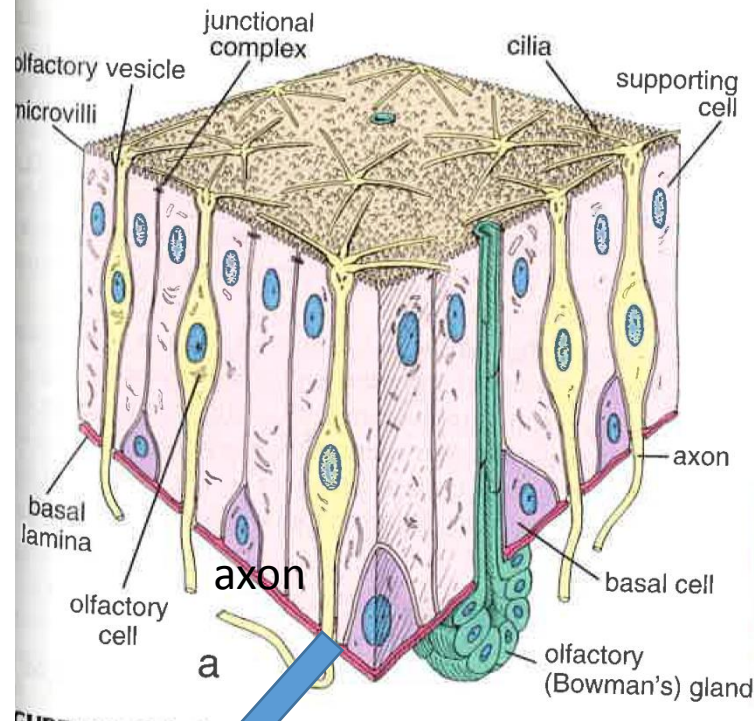


Hajusolujen aksoneit yhdistyvät *hajuradaksi* (olfactory nerve), yhdistää hajureseptorit hajukäämiin (olfactory bulb).

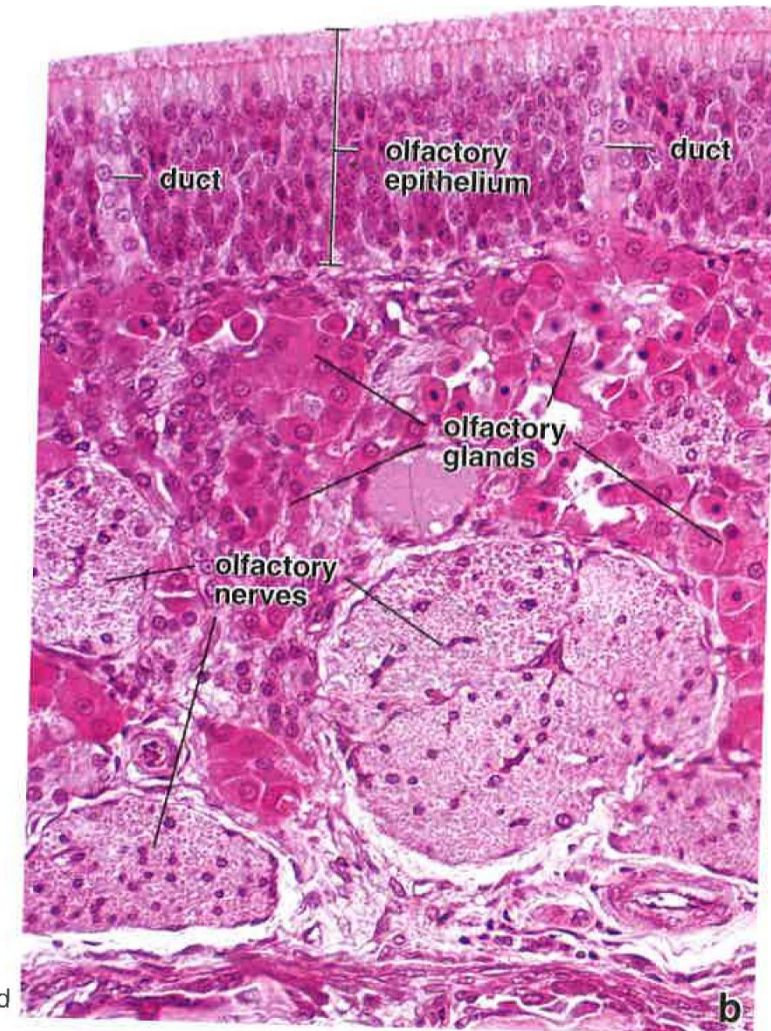
Hajurata on:

- Myeliinitupeton hermo, oikoreitti joka kuljettaa aineita suoraan aivoihin,
- Hajurata on ainoa **hermo joka tuo aineita aivoihin ohi veri-aivoeste**n (blood-brain barrier).
- Hajuhermon solut ovat elimistön harvoja neuroneja joilla on sikiökauden jälkeinen kyky uudistua (1 x / kk).

Hajuaistin toimivuus on luotettavin ihmisen elinvoimaisuuden mittari (JM Pinto ym, 2014 (Plos One, 9(10)e107541



Hajurataan, sieltä aivoihin.



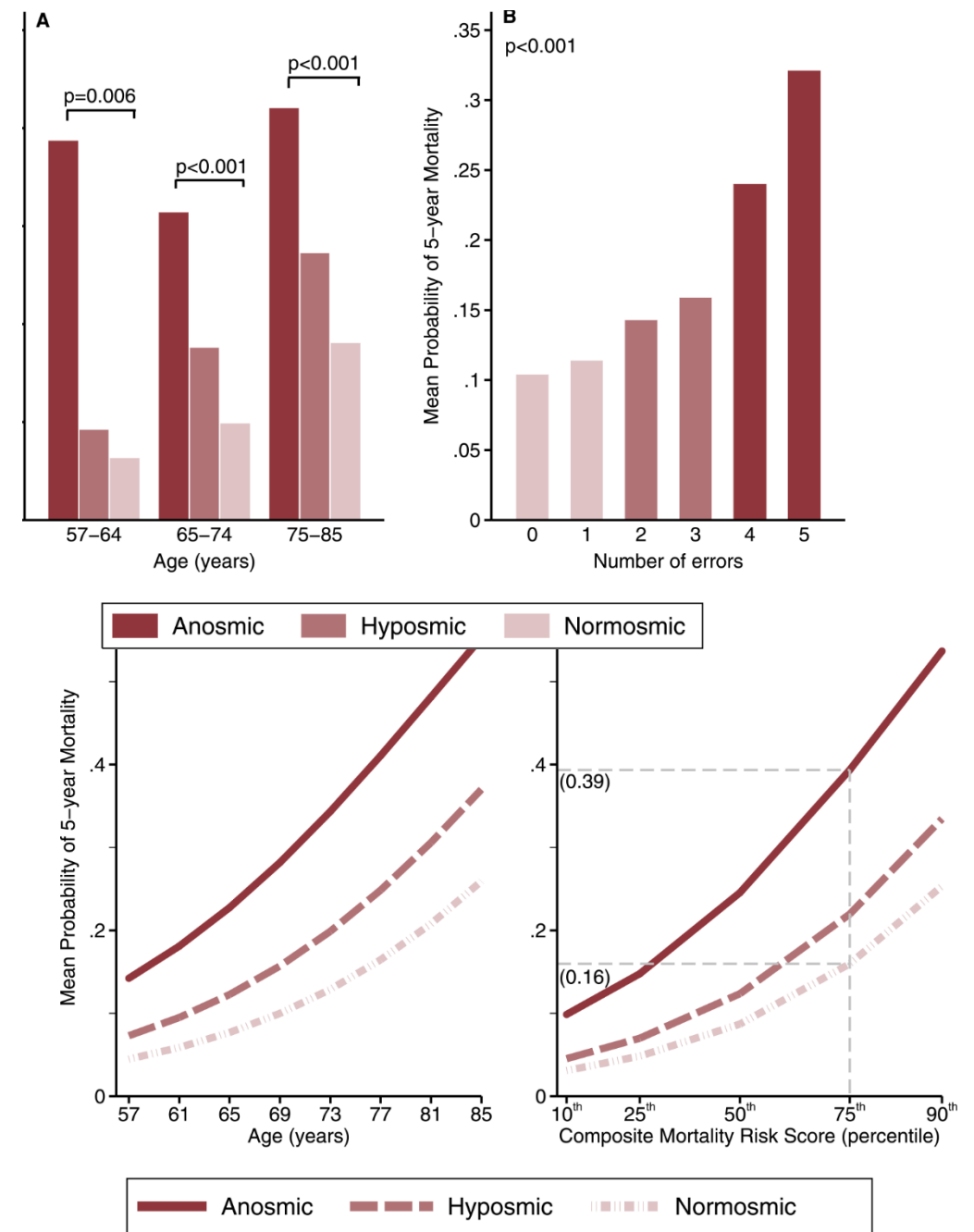
Lähde: Ross&Pawlina (2006) Histology, text & atlas, s. 615

Hajureseptorit ovat uusiutumiskykyisiä hermosoluja:

Hajureseptorien vahingoittuessa (altistus toksiselle aineelle tai virukselle hengitysilman kautta) altistuu myös aistinimpulsseja vastaanottava **keskushermoston alue**, **keskushermoston alue (hajukäämi, hippokampus)**, koska nenän kautta saatu toksinen aines, aerosolit, kaasut ja pienhiukkaset, kulkeutuvat hajureseptorien kautta suoraan hajuhermoon ja aksonien kautta edelleen aivoihin – **aivoveriesteren ohittaen**.

Näillä hermoston osilla on toimiva uusiutumiskyky: 6 – 8 viikkoa vahingon jälkeen viikossa hermosolut ovat uusiutuneet terveeseen veroisiksi (Schwob ym., 2005 Chem. Senses 30 (Suppl) i131-i132).

Hajuaistin toimivuudella on osoitettu yhteys henkilön vitaliteettiin: kun USAssa tutkittiin 57 – 85 vuotiaiden henkilöiden (n= 2005) elinajan toteutumaa, hajuaistin heikkeneminen ennusti (OR, $p < 0,001$) jäljellä olevan elinajan kuin mikään monista muista (mukaan lukien krooniset sydän-, verisuoni-, syöpäsairaudet) mittareista. Testi oli helppo ja nopea. Tunnistettavaksi tarjottiin 5 hajua: ruusu, nahka, appelsiini, kala ja piparminttu. Tulos luokiteltiin seuraavasti: 4 – 5 virhettä = anosmia; 2-3 virhettä = hyposmia; 0-1 virhettä = normaali. (Pinto ym, PLOS One 9(issue 10)e107541. 2016 12 08



Nenän hajuepiteelistä kemikaalit ja mikrobituotteet kulkeutuvat hajuradan kautta aivoihin ja muualle elimistöön. Tämä on kokeellisesti jo osoitettu mm. seuraaville mikrobimetaboliiteille:

- Satratoksiini G, Roridiini A (*Stachybotrys*-toksiineja)
- Kaksijuosteinen RNA (poly IC), virus-RNA
- 1-okteeni-3-ol ("mold alcohol"), monien homeiden tuottama, neurotoksinen VOC
- Okratoksiini A (*Aspergillus westerdijkiae* ja useiden muiden *Aspergillusten* tuottama neurotoksinen aine)
- Satratoksiini G: nenäonteloon annosteltu toksiini siirtyi vereen ja plasmaan 5 minuutissa, munuaisiin, keuhkoihin, pernaan, kilpirauhaseen, sydämeen ja hajukäämiin (aivot) 15 – 30 minuutissa

Lähteet:

Amuzie CJ, Islam Z, Kim JK, Seo J-H, Pestka JJ (2010) Kinetics of satratoxin G tissue distribution and excretion following intranasal exposure in the mouse. *Toxicol Sci* 116(2): 433-440

Imamura F, Hasegawa –Ishii S. 2016. Environmental toxicants-induced immune responses in the olfactory mucosa. *Front Immunol* 7, art. 475

Inamdar, AA., Hossain MM, Bernstein AI, Miller GW, Richardson JR, Wennstrom Bennett J. 2013. Fungal-derived semiochemical 1-octen-3-ol disrupts dopamine packaging and causes neurodegeneration. *Proc Natl Acad Sci U S A*.110, 19561–19566

Inamdar, AA., Moore, JC., Cohen, RI. & Bennett, JW. 2012. A model to evaluate the cytotoxicity of the fungal volatile organic compound 1-octen-3-ol in human embryonic stem cells. *Mycopathologia* 173, 13–20.

Inamdar, AA., Masurekar, P., Hossain, M., Richardson, JR. & Bennett, JW. 2014. Signaling Pathways Involved in 1-Octen-3-ol-Mediated Neurotoxicity in *Drosophila melanogaster*: Implication in Parkinson's Disease. *Neurotox. Res.* DOI: 10.1007/s12640-013-9418-

3.1.2 Välittömästi myrkyllisten aineiden luokituskriteerit

3.1.2.1 Aine voidaan luokitella yhteen neljästä myrkyllisyyskategoriasta suun, ihon tai hengitysteiden kautta tapahtuvan altistuksen tuloksena todettavan välittömän myrkyllisyyden perusteella taulukossa 3.1.1 esitettyjen numeeristen lukuarvojen mukaisesti. Välittömän myrkyllisyyden arvot ilmaistaan (likimääräisinä) LD₅₀-arvoina (suun tai ihon kautta) tai LC₅₀-arvoina (hengitysteitse) tai välittömän myrkyllisyyden estimaatteina (ATE). Tätä koskevat selittävät huomautukset on esitetty taulukon 3.1.1 yhteydessä.

Välitön myrkyllisyys (ATE) arvioidaan ominaistoksisuuden ja altistumisreitin perusteella:

Taulukko 3.1.1

Välittömän myrkyllisyyden vaarakategoriat ja niiden määrittämisessä käytettävät välittömän myrkyllisyyden estimaatit (ATE)

Altistumisreitti	Kategoria 1	Kategoria 2	Kategoria 3	Kategoria 4
Suun kautta (mg/kg ruumiinpainoa) Ks. huom. (a)	ATE ≤ 5	5 < ATE ≤ 50	50 < ATE ≤ 300	300 < ATE ≤ 2 000
Ihon kautta (mg/kg ruumiinpainoa) Ks. huom. (a)	ATE ≤ 50	50 < ATE ≤ 200	200 < ATE ≤ 1 000	1 000 < ATE ≤ 2 000
Kaasut (ppmV ⁽¹⁾) Ks. huom. (a) huom. (b)	ATE ≤ 100	100 < ATE ≤ 500	500 < ATE ≤ 2 500	2 500 < ATE ≤ 20 000
Höyryt (mg/l) Ks. huom. (a) huom. (b) huom. (c)	ATE ≤ 0,5	0,5 < ATE ≤ 2,0	2,0 < ATE ≤ 10,0	10,0 < ATE ≤ 20,0
Pölyt tai sumut (mg/l) Ks. huom. (a) huom. (b)	ATE ≤ 0,05	0,05 < ATE ≤ 0,5	0,5 < ATE ≤ 1,0	1,0 < ATE ≤ 5,0

(¹) Kaasujen pitoisuus ilmaistaan tilavuuden miljoonasosina (ppmV).

Taulukkoa 3.1.1 koskevat huomautukset:

Haitallisin altistumisreitti on hengityselimet (höyryt, pölyt, sumut...)

a) Aineen tai seoksen aineosan luokituksessa käytettävä välittömän myrkyllisyyden estimaatti (ATE) johdetaan:

3.4.2 Aineiden luokituskriteerit

3.4.2.1 Hengitysteitä herkistävät aineet

CLP asetuksen hengitysteitä herkistävien aineiden vaarakategoria:

Aineet on luokiteltava hengitysteitä herkistäviksi (kategoria 1) taulukon 3.4.1. kriteerien mukaisesti:

Taulukko 3.4.1

Hengitysteitä herkistävien aineiden vaarakategoria

Kategoria	Kriteerit
Kategoria 1	Aineet on luokiteltava hengitysteitä herkistäviksi (kategoria 1) seuraavien kriteerien mukaisesti, jos: a) on näyttöä siitä, että aine voi aiheuttaa ihmisessä spesifistä hengitysteiden yliherkkyyttä ja/tai b) asianmukaisista eläinkokeista on saatu positiiviset tulokset.

3.4.2.1.1 Ihmisillä saatu näyttö

3.4.2.1.1.1 Näyttö siitä, että aine voi aiheuttaa spesifistä hengitysteiden yliherkkyyttä, perustuu yleensä ihmisillä saatuun kokemukseen. Tällainen yliherkkyys ilmenee tavallisesti astmana, mutta se voi ilmetä myös nuhana / sidekalvotulehduksena ja keuhkorakkuloiden tulehduksena. Tila on kliiniseltä kuvaltaan allerginen reaktio. Immunologisia mekanismeja ei kuitenkaan tarvitse osoittaa.

3.4.2.1.1.2 Kun tarkastellaan ihmisillä saatua näyttöä, on luokituksesta päätettäessä tarpeen ottaa tapauskohtaisten tulosten lisäksi huomioon myös:

a) Itistuneiden henkilöiden määrä;

b) altistumisen laajuus

ALTISTUMISREITIN TUNTEMINEN ON TÄRKEÄ

Hengitystiet ovat ihmisen ympäristöaltisteille haavoittuvin elin. Hengityselinten kautta saatuna kemikaalin tai mikrobin sairastumista aiheuttavaksi annokseksi riittää $1/100 - 1/1000$ siitä, joka nieltynä aiheuttaisi sairastumisen (ks. CLP asetuksen taulukko 3.1.1, edellisessä slaidissa). Keuhkojen kautta saatu altistus menee suoraan verenkiertoon, ohittaen maksassa tapahtuvan toksisuuden poiston, jonka ansiosta ruuansulatuskanavan kautta tulleet aineet ovat haitallisia vasta $>100 \times$ korkeammilla annoksilla.

Hengitysmyrkyllisyyden ylivoimaisuus tuli v. 2011 ilmi karmealla tavalla Eteläkoreassa, jossa kuluttajille oli myynnissä PHMG biosidia (polyheksametyleenin guanidi) sisältäviä valmisteita ilmankostuttimien limottumisen ehkäisyyn. Nämä **valmisteet aiheuttivat keuhkofibroosiepidemian** (HDLI, "humidifier –disinfectant-associated-lung-injury"). Varmuudella PHMG-vammautuneita rekisteröitiin 329 henkilöä, joista 62 menehtyi. Kuolemaan johtaneissa tapauksissa asunnon sisäilma sisälsi keskimäärin $0,8 \text{ mg PHMG/m}^3$, muilla sairauden vakavuusaste korreloi ilman PHMG pitoisuuteen.

Keuhkofibroosin lisäksi ilmeni kilpirauhasen atrofioitumista. Lee ym 2012, Environ Sci Technol 46, 2498-2500; Kim KW ym. 2015, Am J Respir Crit Care Med Vol 189(1), 48–56; Park D ym 2014 Environm Health 2014, 13:70; Yoon HM ym, 2016, Eur Radiol 26, 235-243; Paek D ym 2015, Ann Am Thorac Soc 12(12),1813-1821; Kim UH ym 2016, Pediatr Pulmonol 51, 173-182; Kim HR ym, 2016 Arch Toxicol 90:617–632; Song JA ym., Food Chem Toxicol 69, 267-275; Park JH ym (2016) PLOS One 11(3):e0151849.

PHMG (ja sen sisaraine PHMB) ovat polymeerisiä aineita, joiden *haihtuvuus ilmaan on vähäinen*, ja siksi niiden luultiin olevan vaarattomia. *Mutta PHMG/B aerosolisoituvat* (niin kuin monet muutkin biosidiset kemikaalit) *sisäilman kosteuden mukana* ja siten altistavat PHMG/B käsitellyissä tiloissa asuvia/toimivia ihmisiä.

Suomeen on 2000-luvulla tuotu PHMG/Btä 1000 - 10 000 kg vuosittain. Siitä formuloituja, 5000 – 50 000 mg PHMB/litra pitoisia markkinatuotteita myydään edelleen Suomessa sisätilakäyttöön: homesaneeraukseen, "ennakoivaan homesuojaukseen", ilmanvaihtolaitteiden ja myyntiin pantavien (uusien) asuntojen käsittelyyn sekä desinfiointisuihkeina (kädet, tekstiilit). Näihin liittyviä yksittäisiä hengityselinsairastumisia on tiedossa, mutta PHMG/B:n roolia sisäilmasta sairastumiseen ei ole Suomessa tutkittu. **PITÄISI TUTKIA**

ANNOSTUS:

Vähäinen home, kovat pinnat; 1 : 5 - 10
Runsas home, erittäin likaiset, huokoiset pinnat 1 : 0 - 5
Pesuautomaateissa ja monitoimikoneissa 5 %:n liuoksena.

KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

Jos tilassa on erittäin runsaasti homea on tilan homeiset pinnat hyvä käsitellä BioDesiX:llä tai suorittaa kuivasumudesinfiointikäsitellyä BioKuivasumudesiillä. Näin työskentelijä ei altistu aktiiviselle homepölylle.

Aloita pesu ruiskuttamalla kohde ohjeen mukaisesti painekannulla, suihkepölyllä tai painepesurilla.

Erittäin runsaan kasvuston voi esikäsitellä laimentamattomalla tuotteella suoraan ja annetaan vaikuttaa 5-30 minuuttia. Pese tämän jälkeen harja- tai märkäpyyhintäpesuna. Painepesurilla tai monitoimikoneella normaali laitteen ohjeen mukainen pesu. Huolehdi, että kuollut homeinen vesi tulee huolellisesti poistetuksi.

Homeen poistossa tekstiileistä ja aroista materiaaleista on varottava värin irtoamista. Testaa ensin pienellä alueella.

Huolehdi rakenteiden ja tilan kuivauksessa pesun jälkeen.

Jos tila tai olosuhteet ovat homeen kasvustolle otolliset on pestyt kohteet kuivuttuaan hyvä käsitellä BioDesiX käsitellyllä.

KOOSTUMUS:

Amfoterisia tensidejä < 5 %, ionittomia tensidejä 15-30 %, kompleksimuodostajia ja luonnon rasvahappoestereitä ,phmg < 5%.
Tensidit ovat EU -säädösten mukaan biologisesti hajoavia.
Tuote ei sisällä perinteisiä liuottimia, lipeä, teollisuusbenssiiniä eikä alkoholeja.

TURVALLISUUS

MCF ei ärsytä ihoa eikä läpäise sitä. Se ei kerry elimistöön ja on lähes hajuton. Se ei aiheuta syttymisvaaraa eikä sen teho vähene pitkänkään varastoinnin aikana. MCF ei vahingoita pintoja eikä aiheuta korroosiota. Se ei myöskään sisällä lainkaan alkoholia.

MCF:n vaikuttava aine (PHMG) on perusteellisesti tutkittu ja turvallinen valmiste. Kysy lisätietoja markkinoinnistamme.

VAIKUTUSTAPA

MCF:n vaikuttava aine (PHMG) muodostaa pinnoilla ja nesteissä polymeeriketjuja, jotka puhkaisevat ja tuhoavat sen kanssa kosketuksiin joutuvien yksisoluihen organismien soluseinämät. Vaikutus on siis fysikaalinen, ei kemiallinen. Tämän vuoksi mikrobien on käytännöllisesti katsoen mahdotonta kehittää sille vastustuskykyä. Menetelmällä voidaan korvata perinteinen kemiallinen desinfiointi taloudellisesti ja turvallisesti. MCF pintadesinfektioaine ei ainoastaan hävitä olemassa olevaa mikrobikasvua, vaan myös suojaa käsitellyt kohteet tulevaa kasvustoa vastaan. Vaikutus on hyvin pitkäaikainen, ellei käsiteltyä pintaa peitetä pinnoitteilla taikka poisteta mekaanisesti tai vahvalla emäksellä.

Esimerkkejä biohajoamattoman , hengitystoksisen, pitkävaikutteisen tehoaineen harhaanjohtavasta markkinoinnista

ja, joita vuokrataan asiakkaille siksi ajaksi, kunnes sisäilmaongelmat saadaan korjattua.

Desinfiointikäsittelyn avulla iso kustannussäästö

Taloterveys Lajunen viimeaikaisiin työkohteisiin kuuluu ison liikuntahallin lattian desinfiointikäsitellyä, joka on hyvä esimerkki yrityksen tarjoamista kustannustehokkaista ratkaisuista.

"Hallissa oli sattunut vesivahinko, ja korjauskustannuksien arvioitiin olevan yli 200 000 euroa. Me saimme lattian kuntoon desinfiointikäsitellyllä yhdessä päivässä, ja koko homma maksoi asiak-

kaalle vain 4 000 euroa", Lajunen valottaa.

Desinfiointikäsittelyn avulla iso kustannussäästö
Lattiaongelmien ratkaisujen kehittäjänä Talo-

Raimo Lajusta kiinnostaa asian tarkempi tutkiminen, ja hän hakee



Lattiarakenteen desinfiointi menossa.

Patentoitu julkisivujen korjausmenetelmä toimii moitteettomasti

Taloterveys Lajunen Oy:n kehittänyt yhteistyössä Microbe Control Finland Oy:n kanssa uuden, patentoidun julkisivujen korjausmenetelmän, jonka

terveys Oy kuuluu alan edelläkävijöihin.

"Olemme tutkineet hyvin paljon diffuusiosuojamenetelmää, ja olemme onnistuneet luomaan tehokkaita, edullisia ja nopeasti toteutettavia erikoismenetelmiä lattiaongelmien ratkaisuun. Käyttökokeemukset ovat osoittaneet,

kumppania jatkotutkimukseen.

"On ehdottoman tärkeää, että ongelmiin löydetään juuri oikea syy. Muuten korjaustöissä menetetään vain turhaan rahaa. Sairastumisten aiheuttamia inhimillisiä kärsimyksiä ei tietysti voides rahalla mitata. Kyse



PHMG-tuotetta markkinoitiin tässä turvallisena terveyden parantajana – näyttöä terveyshyödyistä ei ole, mutta PHMG:n terveyshaitasta on

Tutkimukseen perustuva tieto on tämä:

PHMB biosidia koskeva velvoittava komission asetus (EU) annettu 2.10.2013 ⁽²⁾

PHMB eli polyheksametyleenibiguanidi,
EU asetus ⁽²⁾: **PHMB:n vaaraluokitus asetuksen sivulla 16:**

STOT RE - välitön hengitysmyrkyllisyys: 1
(1 on korkein mahdollinen luokka)

Eye Dam - välitön silmävaurion vaara: 1

Skin Sens - ihon herkistymisen: 1 B

Carc - syöpävaarallisuus: 2

Acute tox - välitön myrkyllisyys suun kautta : 4.

⁽¹⁾ *Komission päätös 2012/78/EU*

⁽²⁾ *Komission asetus (EU) N:o 944/2013*

⁽³⁾ *Lisätietoa www.tukes.fi*

*Yhteisen hyvän puolesta,
Lääketieteellisen mykologian seuran hallitus*

Markkinoijat väittävät että rakennushomeet eivät voi tulla resistenteiksi PHMG/B:lle. Tutkimustieto osoittaa toista: pääosa suomalaisista ”hometaloista” löydetystä homeista on todettu resistentiksi PHMG/B:lle ja boorikemikaaleille, ja monet myös DDAC:lle. Castagnoli ym 2015, SIY raportti 33, s. 353-358; Mikkola ym 2015, Toxicon 99, 58-67

Markkinoijan ilmoitus tuotteen tehoaineista

Formula 429 sisältää : bronopol,
kvaternäärisiä ammoniumyhdisteitä:
didekyylidimetyyliammonium kloridi (DDAC)
bentsyyli-C12-16-alkyldimetyyli kloridi,
polyheksa-metyleni biguanidi (PHMB)



Tässä on markkinoijan versio tuotteen ominaisuuksista:

Formula 429, desinfiointiaine ja mikrobisuoja

OPTIMAALINEN ANTIMIKROBIOLOGINEN TUOTE

Käytetään sopii erinomaisesti sairaalakäytössä mikrobien ja virusten säännölliseen kontrollointiin, IV-kanavien desinfiointiin, vesivahinkoihin kouluissa ja lastenkodeissa ja kohteisiin joiden läheisyydessä oleillaan desinfiointi käsittelyjen aikana.

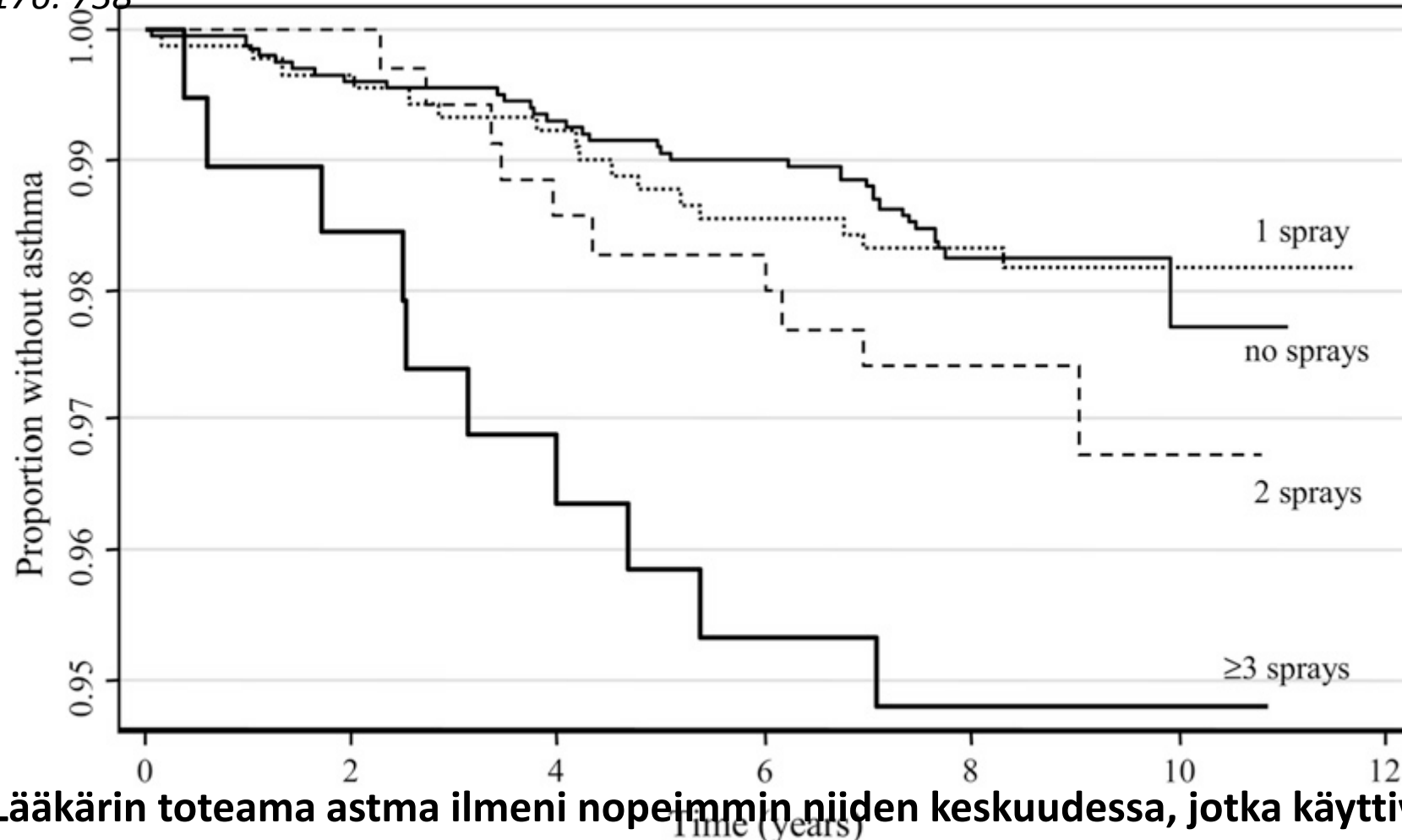
Patentoitu teknologia estää mikrobien kasvua viikkoja, kuukausia tai vuosia.

Ympäristöystävällinen ja myrkytön: Tuote vastaa ominaisuuksiltaan kaikkia nykyisiä ja tulevia säännöksiä, mukaanlukien vuoden 2014 alusta voimaantulevat EN1276, EN13704 ja EN1650 biosidisäännökset.

Mistä keuhkoihin joutuu haitta-aineita sisätiloissa?

1. Sisäilman hiukkaset (pöly, sisäilman kemikaaleista ydintyneet nanohiukkaset)
2. Rakennusmateriaalien sisältämien kemikaalien ja niiden johdannaistuotteiden päästöt
3. Ilmanvaihtokoneiden ja kanaviston päästöt (antimikrobisia biosideja, mikrobeja & niiden toksiineja)
4. Rakennuksen ylläpitoon käytetyt tarvikkeet (siivousaineet jotka mm. sisältävät biosideja (antimikrobisia kemikaaleja), ja kostutinaaineita (wetting agents); raikasteet, tekstiilit, pintojen ylläpitokäsittely kuten maalaus ja vahaus, ilmanpuhdistimet
5. Mikrobikasvustot ja niiden tuotteet rakennuksessa
6. Ihmisen ja mikrobien päästöt sisäilmaan: epäorgaaniset aineenvaihduntatuotteet: hiilidioksidi, vesihöyry, rikkivety, ja orgaaniset (kemialliset hajusteet, päästöt elimistöstä).

Hengitysaltistus on vaarallisinta: Epidemiologisissa tutkimuksissa on todettu suihkutettavien siivoustuotteiden käytön ja astmaan sairastumisen yhteys (UK, ES, NL, I, DE, SE GR, FI, CDN, USA). Zock ym 2007, *Am J Respir Crit Care Med* 176: 738



Lääkärin toteama astma ilmeni nopeimmin niiden keskuudessa, jotka käyttivät siivoussuihkeita enemmän kuin kerran viikossa ($> 3 \times$ / viikko)



Kuva 43. Sisäilmanäytteenotto mikrobiologisen laadun mittausta varten käynnissä asunnossa, jossa asukkaat sairastuivat sisäilman laadun takia. **Tässä mittaaja desinfioi laitteensa juuri ennen näytteenottoa biosidivalmisteella joka sisältää PHMBtä (=polyaminopropyyli biguanidi), bentsalkonkloridia ja isopropanolia. Nämä kaikki ovat biosidisia kemikaaleja.** A. Andersen-ilmakeräin (6-vaiheimpaktori) osiinsa hajotettuna, desinfiointia varten; B. Desinfiointiin käytetty tuote. C. Andersen-keräimen pyyhintä biosidisella desinfiointiaineella. Ahti Yliriesto & Mirja Salkinoja-Salonen. Helsingin Yliopisto.- *Lähde: Diagnostisia työkaluja rakennusten patologiaan. Mikrobiol. Julk. 50/2016, s 65 (ISBN 978-952-93-7929-3 pdf)*

Suomen viranomainen sallii sen, että konsultit keräävät sisäilmanäytteet viranomaispäätöksiä varten siten, että näytteenotin ensin kuorrutetaan pitkävaikutteisilla mikrobeja tappavilla biosideilla ja sitten laitteella kerätään näyte ja toimitetaan akreditoituun laboratorioon viljeltäväksi.....



Siivouksen merkitys sisätilojen kemikaalikuormassa on **suuri**.

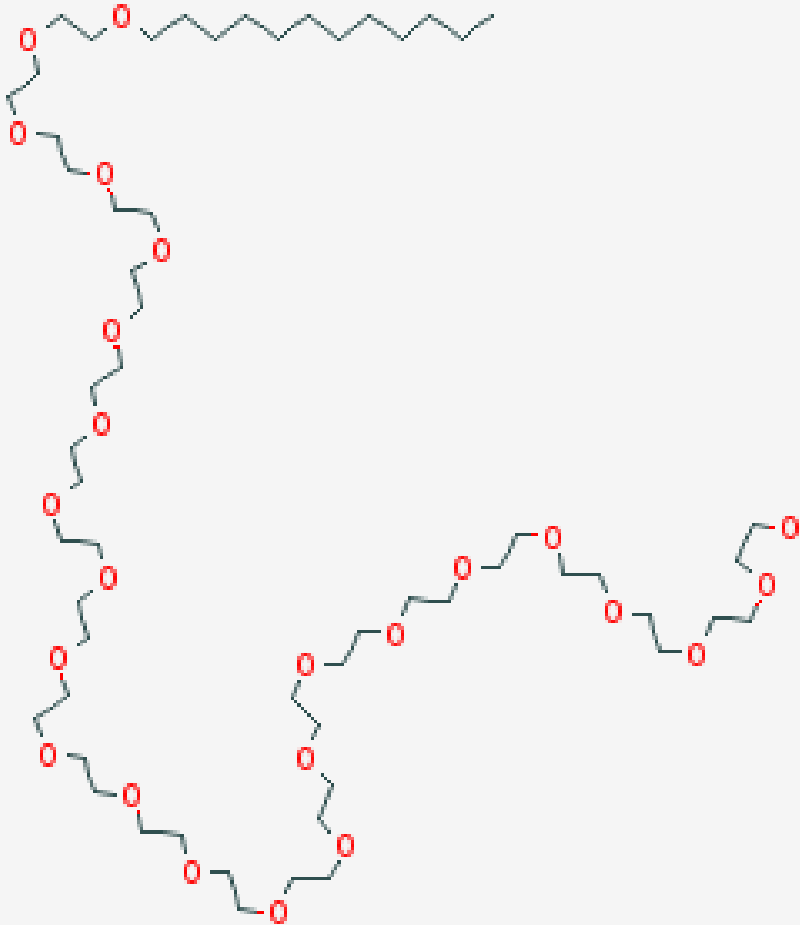
Laitossiivous tehdään yleisesti **leave-on** menetelmällä: siivousaine levitetään pinnoille, jää siit kuivumaan, **ei huuhdota pois**. Pääosa siivoustuotteiden kemikaaleista (hajusteita lukuunottamatta) aineita, joiden höyrynpaine on matala, joten ne eivät poistu tiloista haihtumalla.

Näinollen: kaikki se kemikaali, jota vuoden mittaan siivouksessa käytetään, poistuu sisätiloista VIIPEELLÄ, kun koneellinen ilmanvaihto (tai muu turbulenssi, tavaroiden, ihmisten liikkuminen), kostutinkemikaalien avustamana, aerosolisoi aineet hengitysilmaan.

Siivousaineet sisältävät yleisesti **tertiäärisiä ja kvaternäärisiä tensidejä** eli orgaanisilla substituentteilla muunnettua ammoniumkloridia. Ne ovat peseviä, antibakteerisia aineita. Joillakin on myös homeenestovaikutusta. Ne **kaikki ovat biosideja, ja ihmiselle hengitysmyrkyllisiä**. Keuhkoissa nestepisara-aerosolit liukenevat keuhkojen pinnan kosteuteen, värekarvojen teho keuhkojen kostean limakalvon pintaan levinneen nesteen siirtämiseen ylös keuhkoista on luultavasti huono.

Siivoustuotteet sisältävät lähes aina **kostutusaineita (wetting agent)**, joiden tehtävä on alentaa veden viskositeettia niin, ettei se enää näy nestepisaroina muovipinnoilla, vaan leviää pinnoille nanopisaroina, tuottaen silmille näkymätöntä aerosolia joka kostuttaa isomman pinta-alan: pinta "kostuu". (Berthod ym 2001 Talanta 55, 69-83; Pinnoille ohueksi kerrokseksi levitetty kostutinaaine mobilisoi kiinteiltä sisätilapinnoilta kemikaaleja ja homeiden aineenvaihduntatuotteita. Kostutinaaineen mobilisoima toksinen sumu likaa hengitysilman.

Laitossiivoustuotteet (konesiivous, "leave-on" siivous) sisältävät 1 – 8 paino % **kostutin-kemikaaleja** (wetting agent), yleisimmin poly-oksi-etyleenin PEO, ja rasva-alkoholin eettereitä.



Lähes kaikki suomen kouluissa ja muissa julkisissa tiloissa käytetyt nestemäiset siivoustuotteet sisältävät **kostutinkemikaaleja**, kuten: isotridekanoli etoksilaatti (EO6), isodekanoli etoksilaatti, 2-etyyliheksanoli-etoksilaatti. **Kostutinkemikaali alentaa veden viskositeettiä**, ja **lisää** veden kulkeutumista ilmaan (pisarakoon pienentyessä), aerosolin muodostus.

PEO-aineiden todennäköisiä biologisia ominaisuuksia:

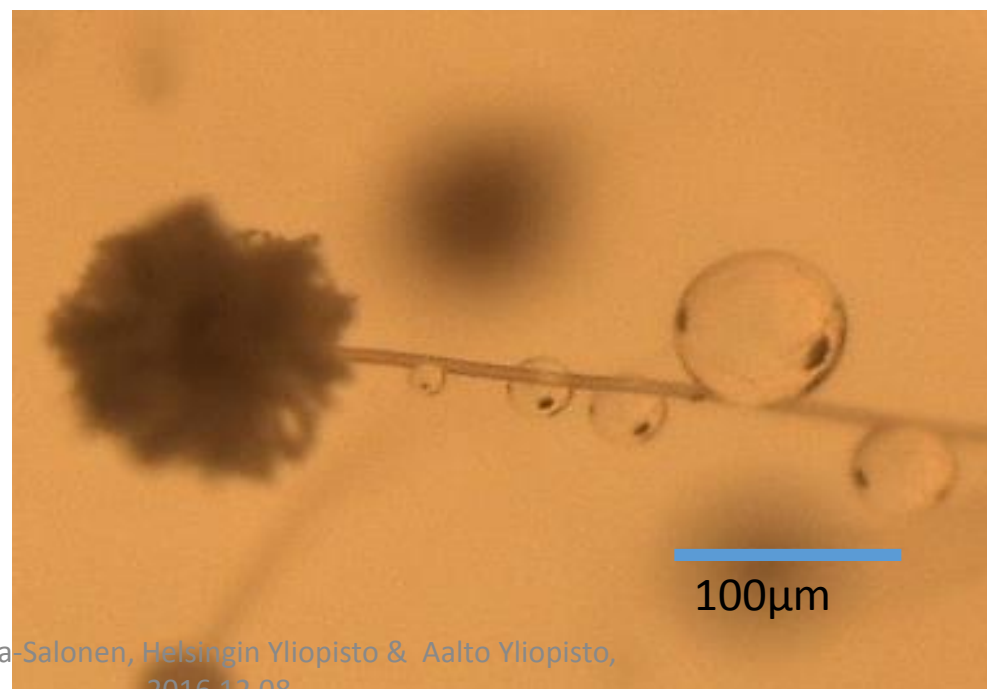
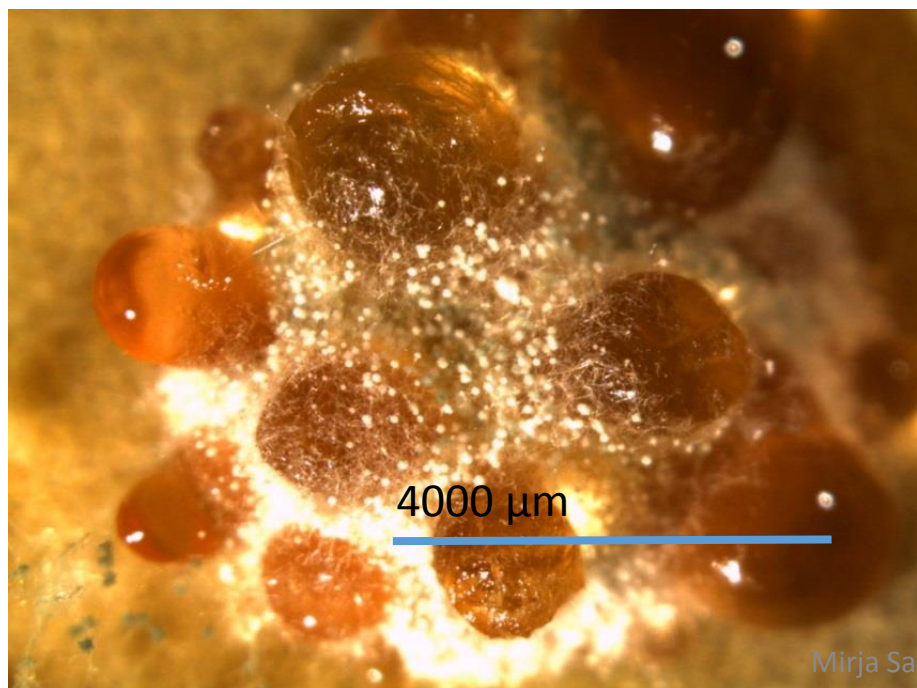
Muuttavat limakalvojen toimintaa ohentamalla **limakalvon vesiverhoa**;

Imeytyessään solukalvon läpi solun sisään muuttavat **soluliman viskositeettiä**. Näistä seuraa todennäköisesti muutoksia **solukalvon reseptorien ja jonikanavien toiminnassa**.

Lisäämällä veden leviämistä hydrofobisille (muovi, maalit) pinnoille edistävät homerihmastojen etenemistä materiaalien pinnoilla

Suomalaisista, sisäilmahaittaisista tiloista löydetty mikrobikannat erittivät solumyrkkyllisiä aineitaan sisältävissä pisaroissa (ekstrolittivesikkeleitä) :

Myös itiöt ja rihmasto sisälsivät toksisia aineita, mutta kerätyistä pisaroista mitattu toksiinin pitoisuus oli yleensä monin(sata-) kertainen verrattuna tuottajahomeen itiöihin / konidioihin ja rihmastoon. Tuotetut toksiinit olivat kuumennuksen (+100°C) kestäviä ja rasvaliukoisia: liukenivat paremmin rasvaliuoittimiin kuin veteen. ***Maria Andersson, 2016***



Homeiden rooli rakennuksen sisäilmaongelmassa?

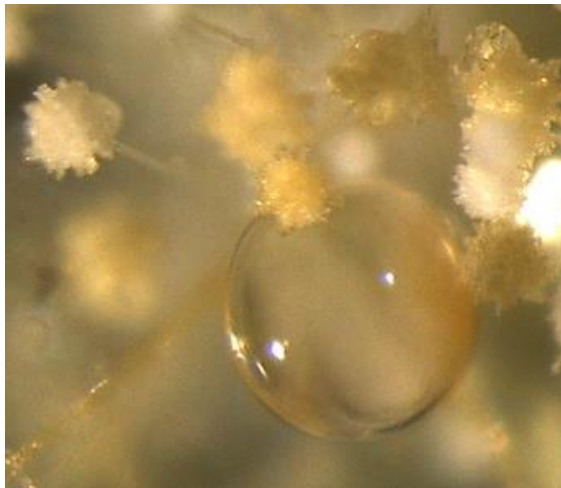
Perinteisesti sisäilmaongelmaisesta rakennuksesta etsitään homeita, ja uskotaan että homeiden itiöt lentävät sisäilmassa ja kuljettavat toksiineja.

Kun ruvettiin kriittisesti tutkitaan suomalaisten, vakavasti sisäilmaongelmaisten rakennusten homeita, havaittiin että sisätila/rakennus homeet erittävät toksiininsa **nestepisaroina**. **Ne voivat kasvaa suuriksi, ja näkyvät paljaalla silmällä. Monet niistä fluoresoivat väreillä (punaisia, sinisiä, oransseja, vihreitä) kun niitä valaisee UV-lampulla (360 nm).** Eri toksiineilla tuntuu olevan erivärisiä fluoresensseja: okratoksiini A on sinistä jne....

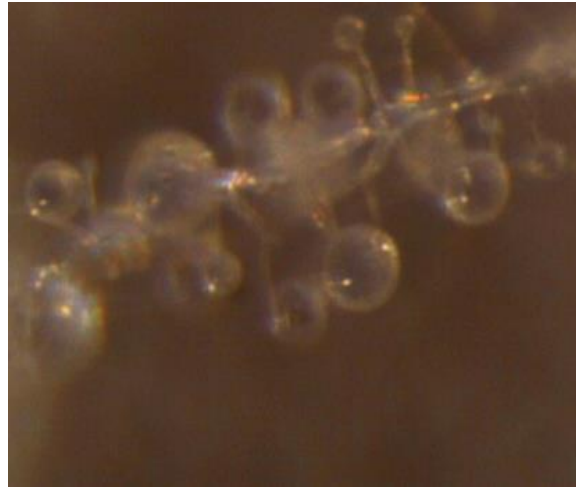
Toksiinipisaroita (= ekstroliittivesikkeleitä) homeet tuottavat silloin kun kosteutta on jonkin verran saatavilla. Pisaroiden myrkyllisyys on suuri – solutesteissä myrkyllisyys näkyy vielä yli 1000-kertaa laimennettunakin. Turbulenssissa ne osuvat sisätilapintoihin ja kuivuvat sinne. Tämä toksiinien muodostumis- ja leviämistapa selittäisi, miksi monissa tutkimuksissa, joissa on imuroitu sisäilmahiukkasia ilmasta tai pinnoilta erilaisiin ilmasuodattimiin, ei DNA mittauksissa ole löytynyt laadullista eikä määrällistä eroa terveyshaittaisen tilan erottamiseksi ”normaalista”. Lähde: EU-hanke HITEA (paljon julkaisuja).

Kostutinkemikaaleilla (kuten siivoustuotteiden sisältämät PEO-yhdisteet), **voi olla merkittävä rooli** toksiinivesikkelien levittämisessä rakenteista sisäilmaan: kostutinkemikaalit pirstovat hiljaa paikallaan kasvaneet vesikkelit tuhansiksi nanopisaroiksi, jotka leviävät koneellisen ilmanvaihdon turbulenssissa suureen ilmamäärään.

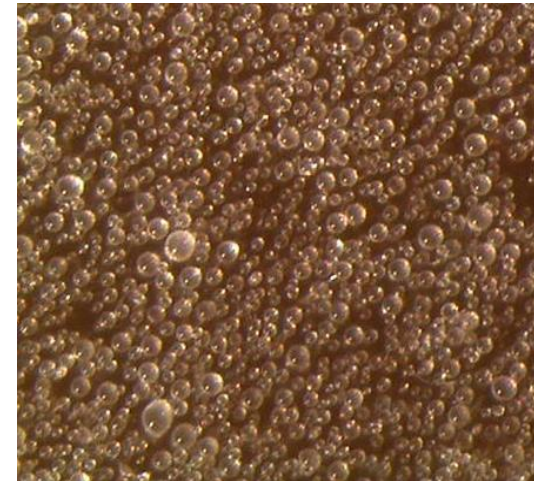
Kun home sai kasvaa rauhassa, sen tuottamien toksisten nestepisaroiden volyymi ylitti rihmaston biomassan volyymin!



400 μm



200 μm



200 μm

Rauhallisia kasvupaikkoja muodostuu kun rakenteissa on kosteuden ja hiilidioksidin poiskulkeutumista (tuulettumista) estäviä kerroksia. Homeiden aineenvaihdunta tuottaa vesihöyryä ja hiilidioksidia kuten ihmisenkin. ***Maria Andersson, 2016***

Laiminlyöty sisäilman pilaaja: rikkivetypitoisuudet – vaikka mataliakin – voivat olla terveyshaittaongelma

Ulkoilman rikkivetypitoisuus on yleensä 0,00011 – 0,00033 ppm, kaupungeissa alle 0,001 ppm.
Eri ihmisillä rikkivedyn haistamiskynnys vaihtelee: 0,0005 – 0,3 ppm

Yhdyskunta-tasolla on todettu, että **MRL tason ylittävä rikkivetypitoisuus liittyy hengitystieoireisiin, aineenvaihduntaoireisiin ja silmä- ja (lakrimaatio) nenäoireisiin** (muu kuin flunssa).

Viranomaisraportti rikkivedyn haittavaikutuksista: TOXICOLOGICAL PROFILE FOR HYDROGEN SULFIDE

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES

Public Health Service

Agency for Toxic Substances and Disease Registry; October 2014



MRL, MINIMAL RISK LEVEL: DEFINITION

An MRL is defined as an estimate of daily human exposure to a substance that is likely to be without an appreciable risk of adverse effects (noncarcinogenic) over a specified duration of exposure.

Suomeksi: MRL, riskin minimointi, tarkoittaa suurinta tietyn määrääjan kestänyttä altistumista, josta ei seurannut havaittavissa olevaa terveyshaittaa.

“MRLs are derived when reliable and sufficient data exist to identify the target organ(s) of effect or the most sensitive health effect(s) for a specific duration within a given route of exposure.”

Lähde: U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES

Public Health Service , Agency for Toxic Substances and Disease Registry , October 2014

Sisäilman rikkivedylle altistumisen terveyshaitat tiedetään tieteellisestä kirjallisuudesta:



- **Sisäilmaan liittyviä haittaoireita asunnoista:** valittaneiden (complaint) asuntojen sisäilman rikkivetypitoisuus oli korkeampi, LOD ($0,5 - 0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) – $3.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kuin verrokkiasuntojen (non-complaint) Allen ym (2012) Sci Tot Env 426, 113-119

TUTKIMUKSIA SUOMESTA:

- **Lasten terveyshaittaoireet kaksinkertaistuivat** kun sulfidikaasujen pitoisuus ympäristössä (sisällä ja ulkona) ylitti $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Päästölähde: selluteollisuuden päästö, ulkoilma ja sisäilma, Marttila ym, (1994) Env Res 66, 152-159:
- **Spontaanien aborttien määrä** nousi altistuneilla naisilla ja altistuneiden miesten vaimoilla kaikissa sosiaaliryhmissä **asuntoalueella jossa ilman rikkivetypitoisuuden vuosikeskiarvo oli $>4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrattua alueeseen jossa vuosikeskiarvo oli $< 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . (Päästölähde: viskoosiselluteollisuus). Tiedot kerättiin aluesairaalan vuoden 1975 rekisteristä. Lähde: Hemminki & Niemi (1982). Int Arch Occup Env Health, 51, 55-63.

MIKÄ ON MATALIEN RIKKIVETYPITOISUUKSIEN TERVEYSHAITAN MEKANISMI?

- **Rikkivety on lämminveristen eliöiden, myös ihmisen solutoimintoja säätelevä välittäjä-aine (gasotransmitteri), joka säätelee mm. hermojen toimintaa ja mitokondrioiden hapenkulutusta. Ulkoinen vetysulfidi häiritsee elimistön normaalia toimintaa.**

Rikkivedyn (vetysulfidin) päästölähteitä sisätiloihin:

- Viemärikaivot ja kuivumaan päässeet hajulukot, viemäriveruodot
- Kipsiä sisältävät, tuulettumattomat rakenteet: kipsilevyt, ruiskukipsi, kipsiä sisältävä tasote, betoni, josta kosteus ei pääse poistumaan (höyrysulkumuovi, vinyylimatto, epoksi, hengittämättömät pinnoitteet ja maalit).
- Maalla tai muovilla peitetty jätekipsikasat rakennuksen vieressä tai alla.
- **ULKOILMAN KAUTTA:**
- Maatiloilla: liete- ja lantakaivoissa muodostuu rikkivetyä. Sitä voi ilmavirtausten mukana kulkeutua sisälle asuntoihin tai lähistön julkisiin tiloihin (koulut, päiväkodit)
- Täyttömaana käytetty kipsijäte tuottaa rikkivetyä jos se peitetään tiiviisti, esim. keinonurmella (Mänttä!)
- Kaatopaikkakaasut

Vetysulfidi (rikkivety) läpäisee biologisen kalvon miljoona kertaa nopeammin kuin vesi. Tämä selittää miksi ulkoisen vetysulfidin vaikutukset näkyvät elimistössä salaman nopeasti.

Table 1. Experimental and Calculated Membrane Permeability Coefficients for H₂O and H₂S

solute	permeability coefficient (cm/s)	
	calcd	exptl
H ₂ O	$(2.6 \pm 0.5) \times 10^{-5}$	$(2.6 \pm 0.5) \times 10^{-5}{}^a$
H ₂ S	11.9 ± 0.7	$>0.5 \pm 0.4{}^b$

^a95% DPPC/5% DSPE-PEG2000 bilayer.²¹ ^bReconstituted bacterial membrane.⁵

Communication

pubs.acs.org/JACS

J | A | C | S
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Why Can Hydrogen Sulfide Permeate Cell Membranes?

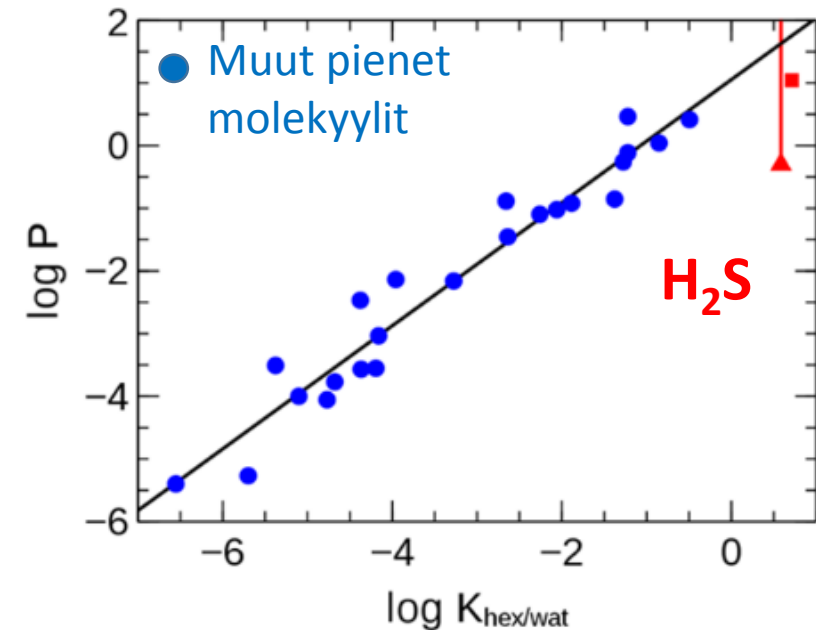
Saleh Riahi and Christopher N. Rowley*

Department of Chemistry, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland A1B 3X7, Canada

Supporting Information

ABSTRACT: The high membrane permeability of H₂S was studied using polarizable molecular dynamics simulations of a DPPC lipid bilayer. The solubility–diffusion model predicts permeability coefficients of H₂S and H₂O that are in good agreement with experiment. The computed diffusion coefficient profile shows H₂S to diffuse at a lower rate than H₂O, but the barrier for H₂S permeation on the Gibbs energy profile is negligible. The hydrophobicity of H₂S allows it to partition into the paraffinic interior of the membrane readily.

simulations of large systems efficiently⁹ and parameters have been developed for H₂O,¹⁰ H₂S,^{11,12} and DPPC lipids.¹³ This model incorporates the effect of induced polarization, so the change in polarization of the solute during the permeation process is included rigorously. The Drude force field was also developed so that diffusion coefficients calculated with it are accurate. For example, the TIP3P water model that is commonly used with nonpolarizable lipid models predicts a self-diffusion coefficient of 5.3×10^{-5} cm²/s, which is more than double the experimental value of 2.30×10^{-5} cm²/s. In comparison, the SWM4-NDP Drude water model used in this study is in excellent agreement, predicting a value of 2.33×10^{-5} cm²/s.



Diffusiivisuus heksadekaanista veteen

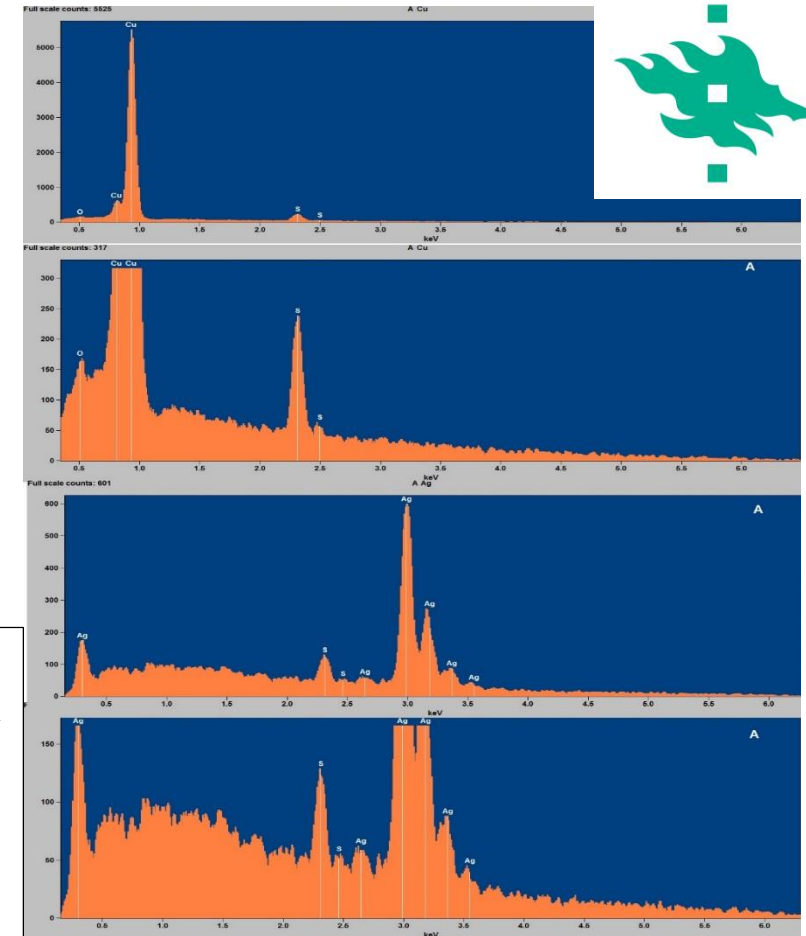
Keräintekniikalla mitattu sisätilojen sisäilman sulfidihaittoja Suomessa:

Sisäilmahaittaisiin asuntoihin ja koulu-tiloihin asennetuista (n= 29) kupari- ja hopeakeräimistä **todettiin 2 – 4 viikon keruuajan jälkeen positiivinen EDS vaste 22:ssa (76%).**– Suomessa ei ole asetettu terveysperusteista viitearvoa sulfidikaasuille viitearvoa muutoin kuin työperäiselle rikkivetyaltistukselle.



Sulfidikaasukeräimet. Kuhunkin nappiin (Ø13 mm) on hiilitarralla kiinnitetty 8 mm pala hopea (Ag) ja kupari (Cu) lankaa. (Yllä)

Sulfidikeräinten EDS analyysien tuloksia (oik.).
Simo Lehtinen ja Mirja Salkinoja-Salonen, 2016.



Sulfaatinpelkistäjä-bakteerit (SRB) tuottavat kostuneista kipsituotteista epäorgaanisia sulfideja.

Pitkäaikaisesti tai toistuvasti, matalillekin ($> 3 \mu\text{g m}^{-3}$), pitoisuuksille sulfidikaasuja sisältävälle ulko- ja/tai sisäilmalle altistumisen tiedetään aiheuttavan nenä-, silmä- ja neurologisia oireita, erityisesti lapsille. Oireet ovat pitkäkestoisia ja voivat jatkua viikkoja altistumisen jo tauottua.

Lähteet: Andersson MA, Aattela E., Mikkola R., Atosuo J., Lilius E-M., Suominen E., Lehtinen S., Viljanen M., Salkinoja-Salonen MS. 2016. Uusia sisäilman tutkimusmenetelmiä. SIY Raportti 34 (toim. Jorma Säteri & Mervi Ahola), s 295-300.

Salkinoja-Salonen M. (2016). Diagnostisia työkaluja rakennusten patologiaan. Mikrobiologian julkaisuja 50, pdf: ISBN 978-952-93-7929-3

Suomessa on hengitysilman rikkivetypitoisuudelle viitearvo: **lypsykarjalle** (Maa- ja metsätalous talousministeriö):



MMM asetus lypsykarjarakenusten vaatimuksista, asetus 8/2012 annettu 12 tammikuuta 2012

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120008>

Annettu Helsingissä 12 päivänä tammikuuta 2012

Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista

Maa- ja metsätalousministeriön päätöksen mukaisesti säädetään porotalouden ja luontaiselinkeinojen rahoituslain (45/2000) 7 §:n 2 momentin sekä maatalouden rakennetuista annetun lain (1476/2007) 13 §:n 4 momentin nojalla, sellaisena kuin niistä ensiksi mainitun lain 7 §:n 2 momentti on laissa 275/2004:

17 §

Eläintilan ilmanlaatu

Eläintilojen ilmanvaihtosuunnittelussa on otettava huomioon liitteen taulukon 7 mukaiset ilmanvaihdon enimmäis- ja vähimmäismäärät sekä ilmanvaihdon riittävyys myös kostealla ja helteisellä säällä. Eläimille haitallisten kaasujen ja epäpuhtauksien pitoisuudet eivät saa jatkuvasti ylittää seuraavia raja-arvoja:

- a) hiilidioksidi 3 000 ppm;
- b) ammoniakki 10 ppm;
- c) rikkivety 0,5 ppm ja
- d) orgaaninen pöly 10 mg/m³

Lehmiä suojellaan rikkivedyn terveyshaitoilta: viitearvo toistuvalla altistuksella on 0,5 ppm.

Suomessa **ei ole rikkivety-viitearvoa ihmisen asunnolle eikä myöskään päiväkodeille, kouluille, toimistoille.**

Terveydelle haitallisia pitoisuuksia näihin sisätiloihin voi tulla viemäriverkosta, kuivaneista vesilukoista, tuulettumattomassa rakenteessa kostuneista kipsilevyistä.

Properties of Hydrogen sulfide

Ominaisuus	lukuarvo
CAS numero	7783-06-4
Olomuoto huoneen lämmössä	kaasu
Molekyylikaava	H ₂ S
Moolipaino, g/mol	34,08
Tiheys ilmaan verrattuna	1,2 (ilma = 1)
Tiheys g/ dm ³	1,363
biologisen kalvon läpäisevyys (H ₂ S)	0,5 cm s ⁻¹
Ulkoilman pitoisuus, µg/m ³	< 7 ³
Liukoisuus veteen, mg/l	3980
Höyrynpaine, kPa (21 °C)	1740
Kiehumispiste, °C	-60
Sulamispiste, °C	-82
Vetysulfidi anionin, HS ⁻ , pK _a	6,9
Sulfidi anionin, S ²⁻ , pK _a	>14
Haitallisia altistumisoireita pienillä pitoisuuksilla²	
Muuntokertoimet 20 °C (höyry): 1 mg m ⁻³ = 0,7 ppm	1 ppm = 1,4 mg m ⁻³ 1 ppm = 1400 µg m ⁻³
Krooninen sisätila-altistuminen, nenäoireet, ylähengitysteiden oireet	0,92 µg m ⁻³ (ka) 3,11 µg m ⁻³ (max)
Silmien verestys, sarveiskalvon punotus, tulehdus	10 – 20 ppm
”kaasusilmä”, pitkäaikaisesta altistuksesta johtuva krooninen sidekalvon tulehdus	oireita jopa 1 ppm
Hajukynnys	0,008 ppm
Hajukynnys	0,011 mg m ⁻³
Mädän kananmunan haju	0,02 – 0,13 ppm



Kosteus ja rikkivety: Miksi matalakin (alle 15 ppb) rikkivetypitoisuus on sisäilmaterveyshaitta?

- Kipsin mikrobiologinen konversio rikkivedyksi käynnistyy hapettomissa, kosteissa oloissa;
- Sulfaatilla hengittävät bakteerit tuottavat itse tarvitsemansa kosteuden. Rikkivedyn tuotto voi jatkua ilman ulkoista kosteuden-lähdettä. **Rikkivety on rasvahakuinen ja läpäisee muovit miljoona kertaa nopeammin kuin vesi.**
- Rikkivety on ilmaa raskaampaa. Se voi jäädä leijumaan kuoppiin, kellareihin ym tai nousta ylös diffusiivisesti kylmemmistä tiloista lämpimiin.

Rikkivety on lämminveristen eliöiden, myös ihmisen solutoimintoja säätelevä välittäjä-aine (gasotransmitteri), joka säätelee mm. hermojen toimintaa ja mitokondrioiden hapenkäyttöä. Ulkoinen vetysulfidi häiritsee elimistön normaalia säätelyjärjestelmää.

INDOOR AIR

doi:10.1111/ina.12298

Kipsilevyissä on muitakin mikrobiologisia riskejä,
jotka rakentamisessa tulisi huomioida:

Pre-contamination of new gypsum wallboard with potentially harmful fungal species

Abstract Gypsum wallboard is a popular building material, but is also very frequently overgrown by *Stachybotrys chartarum* after severe and/or undetected water damage. The purpose of this study was to determine whether *Stachybotrys* and other fungi frequently isolated from wet gypsum wallboard are already present in the panels directly from the factory. Surface-disinfected gypsum disks were wetted with sterile water, sealed, and incubated for 70 days. The results showed that *Neosartorya hiratsukae* ($\equiv$ *Aspergillus hiratsukae*) was the most dominant fungus on the gypsum wallboard followed by *Chaetomium globosum* and *Stachybotrys chartarum*. Our results suggest that these three fungal species are already embedded in the materials, presumably in the paper/carton layer surrounding the gypsum core, before the panels reach the retailers/building site.

“our results suggest that these three fungal species are already embedded in the materials,before the panels reach the retailers/building site: ” ***Aspergillus hiratsukae*, *Stachybotrys chartarum*, *Chaetomium globosum***

**B. Andersen, I. Dosen,
A. M. Lewinska, K. F. Nielsen**

Department of Systems Biology, Søtofts Plads,
Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark

Key words: Drywall; *Chaetomium*; *Neosartorya*; *Stachy-*
botrys; Surface disinfection; Recycled paper/cardboard.

B. Andersen
Department of Systems Biology
Søtofts Plads, Technical University of Denmark
DK-2800 Kgs. Lyngby
Denmark
Tel.: (+45) 4525 2726;
Fax: (+45) 4588 4922;
e-mail: ba@bio.dtu.dk

Received for review 19 October 2015. Accepted for
publication 4 March 2016.

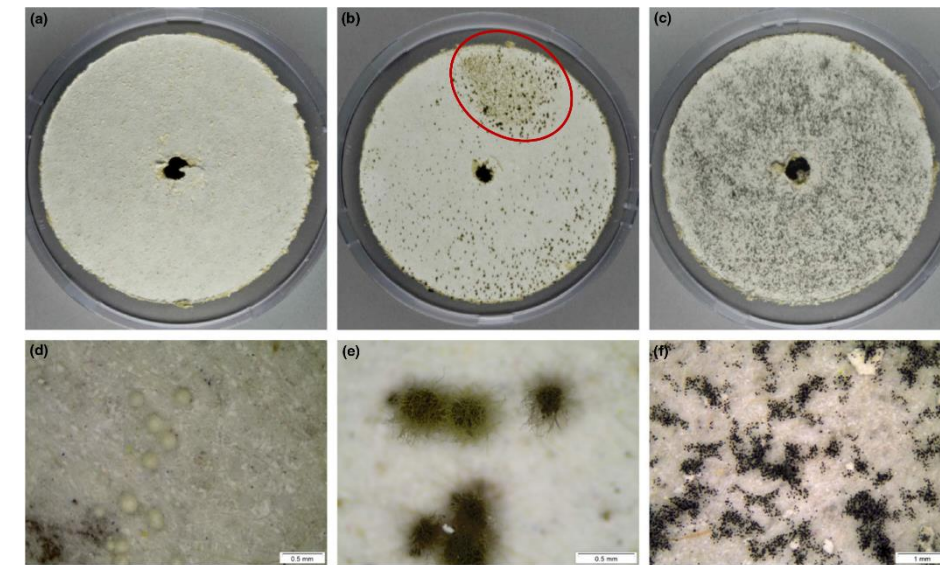


Fig. 1 Gypsum disks (face up) with fungal growth after 70 days. a/d: *Neosartorya hiratsukae* (panel 3); b/e: *Chaetomium globosum* (panel 1) with *Penicillium chrysogenum* encircled; c/f: *Stachybotrys chartarum* (panel 3).

**Kipsin rakennusmateriaalikäyttöön
liittyviä mikrobiologisia riskejä:
TANSKAN teknillisen yliopiston tutkijat
osoittivat, että rakennuskipsilevyt
sisältävät mykotoksiineja tuottavien
homeiden kasvukykyisiä itiöitä. Ne
lähtivät kasvamaan kun levy kostui.
Aspergillus alkaa kasvaa ilman
kosteuttakin.**

Suomalaisesta
rautakaupasta
uutena ostettu
kipsilevy: laineri on
täynnä
Aspergilluksia.

Samankaltainen
tilanne kuin
Tanskassa.





Kuva 39. Palanen käyttämätöntä kipsilevyä asetettuna mallasuute-agar maljalle kasvoi maljan täyteen (yllä) homeita.

Puhtaaksi viljeltäessä tästä maljallisesta saatiin eroteltua kymmenen erilaista home-puhdasviljelmää (keski).

Kun mallas-agar alustaa terästettiin PHMG bioisidilla (500ppm), niin kolme kymmenestä alkuperäisestä **osoittautui resistentiksi tälle biosidille** (alla) Maria Andersson ym (2014) *Tsr112134*



Science of the Total Environment 562 (2016) 446–450

S. Vesper et al. / Science of the To

Kipsin rakennuskäyttöön liittyy astmariski. Se voi rikkivedyn tuoton ohella liittyä muuhunkin:

1. Kostutinkemikaalit (wetting agents, "ilmakupla-aineet") joita kipsiin ja betoniin lisätään kuivausenergian tarpeen vähentämiseksi. Kostutinkemikaalit ovat ihmisen keuhkoille haitallisia aineita (tuottavat aerosolia, rikkovat limakerroksen).
2. Kipsituotteiden mukana rakennukseen "ostetaan" toksiineja tuottavien, biosideille resistettien homeiden itiöitä.
3.tai johonkin muuhun

Populations of some molds in water-damaged homes may differ if the home was constructed with gypsum drywall compared to plaster



Stephen Vesper^{a,*}, Larry Wymer^a, David Cox^b, Gary Dewalt^b

^a National Exposure Research Laboratory (NERL), United States (US) Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, USA
^b QuanTech Inc., Arlington, VA, USA

HIGHLIGHTS

- Mold exposure has been associated with asthma symptoms for many years.
- Gypsum drywall replaced plaster in U.S. home construction after World War II.
- Mold populations in the water-damaged homes changed with drywall's introduction.

GRAPHICAL ABSTRACT

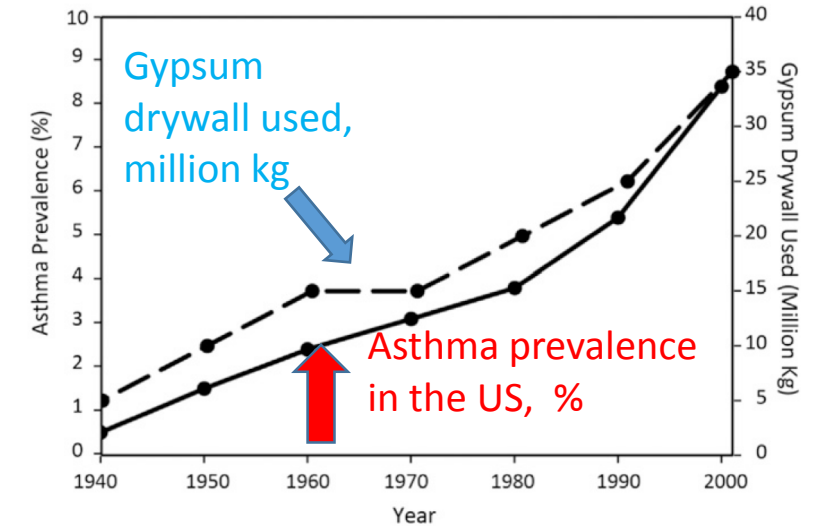
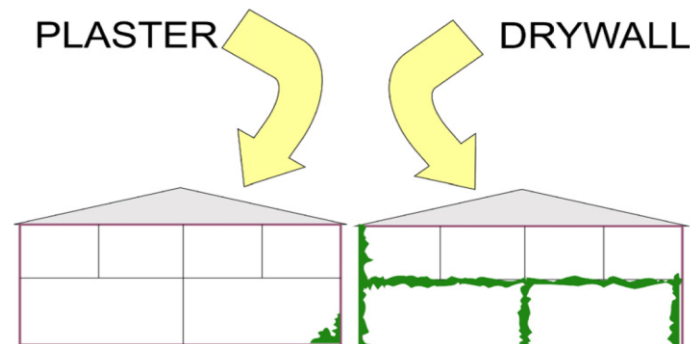


Fig. 2. The approximate prevalence of asthma in U.S. (solid line) and the approximate

ABSTRACT

Starting in the 1940s, gypsum drywall began replacing plaster and lathe in the U.S. home construction industry. Our goal was to evaluate whether some mold populations differ in water-damaged homes primarily constructed with gypsum drywall compared to plaster. The dust samples from the 2006 Department of Housing and Urban Development's (HUD) American Health Homes Survey (AHS) were the subject of this analysis. The concentrations of the 36 Environmental Relative Moldiness Index (ERMI) molds were compared in homes of different ages. The homes ($n = 301$) were built between 1878 and 2005. Homes with ERMI values > 5 ($n = 126$) were defined as water-damaged. Homes with ERMI values > 5 were divided in the years 1976 to 1977 into two groups, i.e., older ($n = 61$) and newer ($n = 65$). Newer water-damaged homes had significantly ($p = 0.002$) higher mean ERMI values than older water-damaged homes, 11.18 and 8.86, respectively. The Group 1 molds *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus ochraceus*, *Cladosporium sphaerospermum* and *Trichoderma viride* were found in significantly higher concentrations in newer compared to older high-ERMI homes. Some mold populations in water-damaged homes may have changed after the introduction of gypsum drywall.

Published by Elsevier B.V.

Tämän tutkijan johtopäätöksiä: Mitä pitäisi juuri nyt tehdä sisäilmaongelma ratkaisemiseksi? Alkajaisiksi näin:

1. Yritetään hankkia mittaustietoa altistuksesta: Otetaan käyttöön saatavilla olevat mittarit tilojen käyttäjien hyvinvoinnin dokumentointiin. Esimerkiksi: tilankäyttäjien hajuaistin mittaus työ/opetus tiloissa. (Lähdeviite: NSHAP menetelmä, Pinto ym PLOS One 9(10)e107541) , silmä-ärsytyksen mittaus NØrgaardin -menetelmällä joka sopii myös lapsille (silmän räpsytysfrekvenssin dokumentointi videokameralla), muita soveltuvia mittauksia...sitä mukaa kuin löytyy (uuden sukupolven NO mittarit uloshengitysilmalle?)
2. Lopetetaan sisätiloissa käyttö (ainakin leave-on käyttö) sellaisilla tuotteilla joiden käyttöturvallisuustiedote (KTT) ilmoittaa H318 (vaurioittaa vakavasti silmiä), H319 (ärsyttää vakavasti silmiä), R41 (vakavan silmävaurion vaara (kostutinkemikaalit ovat näitä), H332 (haitallista hengitettynä), R37 (ärsyttää hengityselimiä) jne
3. Siirrytään rinse-off siivoukseen. Opetellaan lukemaan ja ymmärtämään siivoustuotteiden KTT ja tuotepakkauksen päällys.
4. Selvitetään kaasumaisten sulfidien päästöt sisätilaan (sulfidikeräimillä), tarkastetaan ja täytetään vesipisteiden vesilukot aina tilojen tyhjilleen joutumisvaiheessa (lomat, viikonloput). Jos sulfideja löytyy, selvitetään päästölähde.
5. Monitoroidaan 24/7 kaikkien henkilökäytössä olevien sisätilojen hiilidioksidipitoisuutta: jos pitoisuus nousee öisin/viikonloppuisin ilman järkevää selitystä, tilojen ollessa tyhjä, jossakin on mikrobikasvusto, viemäriveruoto tms. Etsitään se.

Sitten voisi jatkaa vaikka näin:

6. Puhdistetaan koneellisen ilmanvaihdon laitteet perinteisillä vesi-saippua menetelmillä useita kertoja vuodessa. Hankitaan rinnakkaiset syöttöilman suodattimet: kun tuloilmalinjan toinen putki on käytössä, toinen pestään.
7. Tarkistetaan IV. kanavien tuloilman virtaus. Jos tuloilma on koneellinen, sen pitää olla aina päällä, mutta virtauksen voisi asentaa automaattilla säädetyksi hiilidioksidianturin ohjauksessa. (hiilidioksidi yläraja esim. 800 ppm)
- 8.. Poistetaan höyrysulut sisäseinistä (vaihdetaan hengittäviin).
9. Ei käytetä kemikalisoituja (antimikrobisia) suodattimia eikä kemikaaleja IV kanaviin eikä valmiiksi kemikaaleilla imeytettyjä liinoja ym. siivouksessa.
10. Korvataan sisätiloissa muovitetut pinnat muilla materiaaleilla: puu-lankku ritilän päällä, kiviaines/laatat jne) koska muovi varastoi haitallisia kemikaaleja sisäilmasta.
11. Pyritään mahdollisuuksien mukaan tilakohtaiseen ilmastointiin ja paine-ero joko lähelle nollaa tai lievästi ylipaineinen sisätila. Tutkitaan, tarvitaanko koneellista poistoilmaa vai voi poistoilma olla painovoimainen (hormi) Avataan ikkuna kerran päivässä vaikka poistoilma olisikin koneellinen.
12. Ei käytetä sisätiloissa biosidipitoisia maaleja (esim. isotioatsoloni tai DDAC (didekyyli-dimetyyli ammoniumkloridi) pitoisia eikä hajusteita sisältäviä tuotteita (siivousaineet, tekstiilipesuaineet)
13. Selvitetään onko sisätiloissa biosidiresistenttejä mikrobeja (laskeumamaljat tai pyyhintänäytteet): booraksi 1000 ppm, boorihappo 1000ppm, DDAC 250 ppm, PHMB 500 ppm, kloramiini 1000 ppm. Verrokinäyte ulkoterassilta.
14. Tutkitaan TSA tai THG maljan avulla sisätilan bakteeritilanne. Verrokkina ulkoilma. Jos 1 tunnin laskeumamalja jää tyhjäksi (ei pesäkkeitä), selvitetään syy siihen.
15. Muuta.....?

Kiitämme:

Aalto Yliopiston professoreja Juha Paavola, Arto Visala, Heidi Salonen, Jarek Kurnitski , Martti Viljanen(†29.5.2015) ymmärtämyksestä ja asiantuntemus tuesta.

Helsingin Yliopiston paikallistuesta: EYT laitoksen johtoa, kolleegoja prof. Per Saris ja prof. Kaarina Sivonen. Laboratorioavusta kiitämme Mika Kalsia, Riitta Saastamoista ja Arto Niemistä, ja monesta muusta avusta Hannele Tukiaista ja Tuula Suorttia.

Prof. Leif C. Anderssonia (Helsingin Yliopisto) ja Maria Hautaniemeä (EVIRA) kiitämme altistus-kokeissa käytetyistä eläin- ja ihmissoluista.

Viikin tiedekirjastoa kiitämme avusta tiedonhankinnassa.

Tutkimuksen mahdollistaneista tukijoista kiitämme:

Työsuojelurahastoa (hanke TSR 112134) ja **Suomen Akatemiasa** (ToxicPM, 253727) tutkimustyön resurssoinnista.

Hankkeen tukiryhmää hyvistä ideoista ja keskusteluista: **Ville Valtonen**, dos. **Helena Mussalo-Rauhamaa**, työterveyslääkäri **Sture Aspelin** ja TSR:n tutkimusasiamiehet **Ilkka Tahvanainen**, **Anne-Marie Kurka**

Kiitos! MSS