



LEARNING TOXICOLOGY  
THROUGH OPEN EDUCATIONAL  
RESOURCES

# SISÄILMAN SAASTUMINEN

Dana PERNIU, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Brasov

[d.perniu@unitbv.ro](mailto:d.perniu@unitbv.ro), [i.manciulea@unitbv.ro](mailto:i.manciulea@unitbv.ro)

Käännös Merja Mäkelä

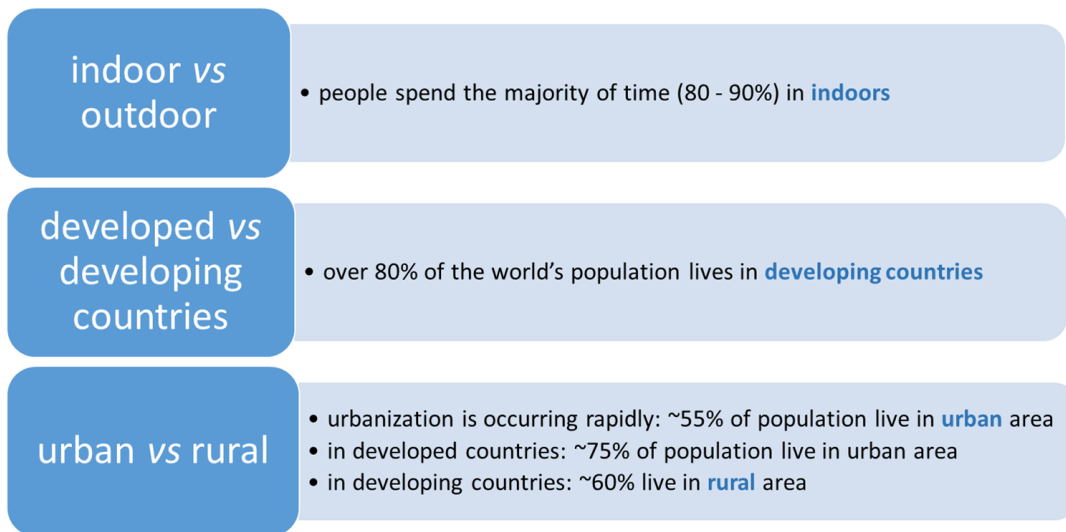


## 1. JOHDANTO

Sisätilojen saastuminen on tärkeä aihe, kun otetaan huomioon, että nykyaikaiset ihmiset viettävät suurimman osan ajasta sisätiloissa - talon, työpaikan ja vapaa-ajan tiloissa. Sisätilat ovat hyvin erilaisia, ilmanlaatu on luonteeltaan heterogeeninen ja monesti se voi aiheuttaa haitallisia terveysvaikutuksia.

## 2. IHMISTEN ASUTTAMAT MIKROYMPÄRISTÖT

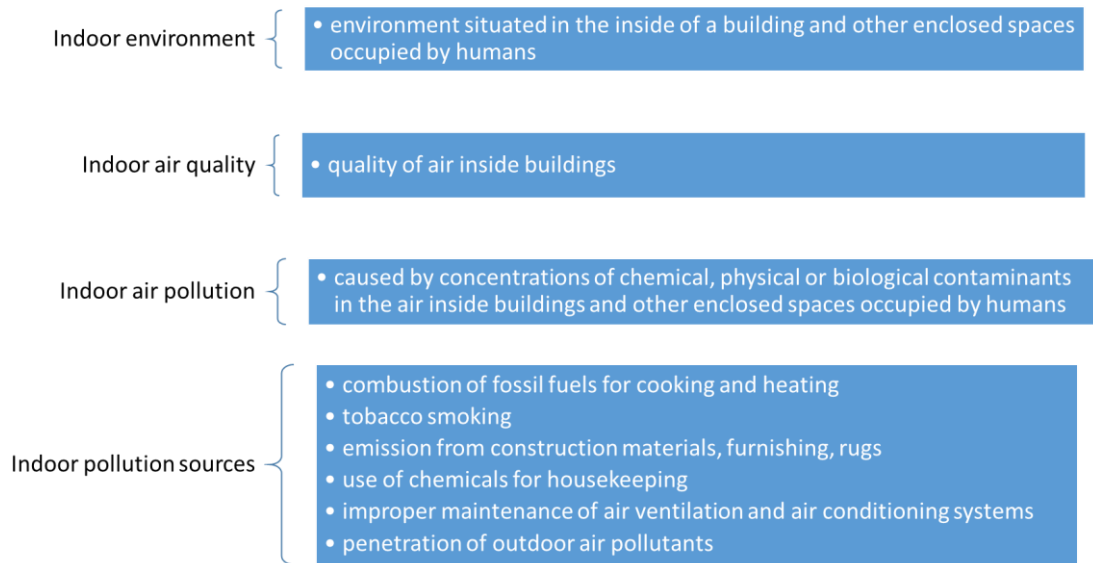
Ihmisen altistumista epäpuhtauksille tapahtuu, kun henkilöt ovat kosketuksissa tiettyyn pitoisuuteen saastuttavan aineen kanssa tietyllä ajanjaksolla. Altistuminen tapahtuu siten paikassa, jossa ihmiset usein oleskelevat, aluetta kutsutaan yleisesti "mikroympäristöksi". Mikroympäristö määritellään kolmiulotteiseksi tilaksi, jossa epäpuhtauksien taso tietyllä ajanjaksolla on yhtenäinen. Mikroympäristölle on ominaista yhdisteiden jatkuva tilastollinen pitoisuus. Kun otetaan huomioon maailmanlaajuinen ympäristö, mukaan luettuna luonnollinen ja sosioekonominen ympäristö, luokittelujärjestelmä ja otetaan huomioon myös kansainväliset tilastotiedot, voidaan päätellä, että suurin osa väestöstä elää maaseudun sisäisissä mikroympäristöissä suurimmaksi osaksi kehitysmaissa. Suuri osa väestöstä asuu kuitenkin kaupunkialueilla ja työskentelee toimistoympäristössä, sillä jälkiteollinen aikakausi on siirtänyt teollisuutta kohti palvelu- ja tietoyhteiskuntaa. Tässä osassa esittelemme sisäilman laadun ongelmaa eri mikroympäristöissä, eri vyöhykkeissä. Ilmanlaatu riippuu luonnollisesti ulkoilman laadusta, sisätilojen sosioekonomisista ominaisuuksista sekä niiden toiminnasta ja elämäntavoista.



### 3. SISÄILMAN LAATU - TERMINOLOGIA

Terminologiaa koskien meidän on kiinnitettävä huomiota moniin eri käytettyihin termeihin.

- *Sisäilmaympäristö* sijaitsee rakennuksen sisällä tai muissa suljetuissa tiloissa, jotka ovat ihmisten käytössä, kuten esimerkiksi toimistorakennus, asunto kerrostalossa, bussin sisätilat.
- *Sisäilman laatu* on rakennuksen ilmanlaatua (tai suljetun tilan), jossa sitä analysoidaan.
- *Sisäilman saastuminen* johtuu kemiallisista yhdisteiden (esimerkiksi hiilimonoksidista) lisääntyneistä pitoisuuksista, fysikaalisista prosesseista (esimerkiksi melusta) tai biologisista epäpuhtauksista (esimerkiksi pölypynkeistä).
- *Sisäilman saastumislähteiden* joukossa mainitaan lämmitys- ja ruoanlaittoon tarkoitettujen fossiilisten polttoaineiden polttaminen, tupakointi, rakennusmateriaalien, huonekalujen, mattojen päästöt, kemikaalien käyttö kodinhoitoon, virheellinen ilmanvaihto tai ilmastointilaitteiden virheellinen kunnossapito, ilmakehän epäpuhtauksien tunkeutuminen ulkotilasta.



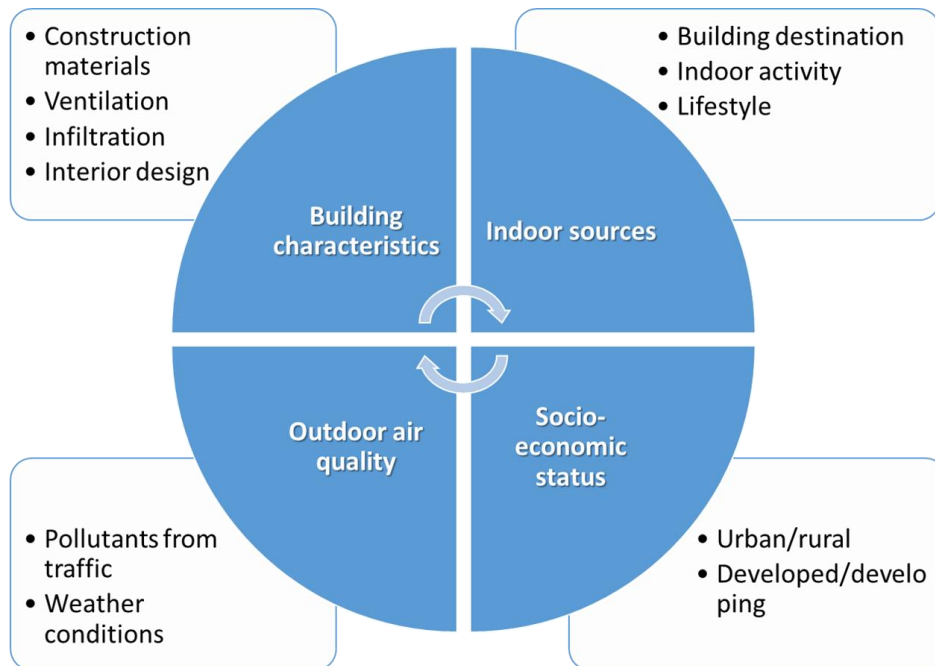
## 4. SISÄILMAN LAATUA KOSKEVAT TEKIJÄT

Sisäilman laatu riippuu useista tässä mainituista tekijöistä.

Ensinnäkin tulee kyseeseen rakennuksen alueen *sosioekonominen asema*. Sitten rakennukset eroavat rakenteellisilla ominaisuuksillaan ja suunnittelulla. Suunnittelu ja rakentaminen mahdollistavat luonnollisen tai keinotekoisin tuuletuksen ja suosivat epäpuhtauksien tunkeutumista eri tavoin. Ilmanvaihto ja tunkeutuminen ovat prosesseja, joissa esiintyy saastuttavien aineiden vaihtoa ulkoilman ja sisäilman välillä. Ilmanvaihto, tahallinen prosessi, on sidoksissa käyttäjien tottumuksiin, ja se riippuu kausista ja meteorologisista olosuhteista. *Sisääntunkeutuminen* on tahatonta ja se on mahdollista epäpuhtauksille, joilla on hyvin pieni ulottuvuus, kuten submikronisille hiukkasille.

Usein tieliikenteen epäpuhtaudet tulevat *ulkoa* sisätiloihin. Siten rakennuksen sijaintipaikka pilaantumisen lähteen vieressä on yksi tärkeimmistä sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä, mutta se riippuu voimakkaasti käyttäjien sosioekonomisesta asemasta.

*Sisäilman saastuttamislähteet* riippuvat rakennusten käyttötarkoituksesta, asukkaiden toiminnasta, heidän elämäntavoistaan ja tottumuksistaan. Nämä kaikki vaikuttavat voimakkaasti sisäilman laatuun.



## 5. SISÄTILOISSA OLEVAT SAASTEET JA ESIMERKKEJÄ NIIDEN LÄHTEISTÄ

Sisustuksessa voi olla lukemattomia epäpuhtauksia, ja kuten mainittiin, Niitä syntyy sekä sisätiloissa että ulkolähteissä.

*Kaasumaiset epäpuhtaudet*, kuten *hiilimonoksidi*, *typpidioksidi*, *rikkidioksidi*, syntyvät pääasiassa fossiilisten polttoaineiden palamisesta. Jos tuulettamattomia polttolaitteita käytetään, typpidioksidipitoisuus kodeissa saattaa huomattavasti ylittää ulkona olevat, erityisesti keittiöissä ruoan valmistuksen aikana. Hiilimonoksidi on mauton, hajuton, väritön ja ärsyttämätön kaasu, jota syntyy epätäydellisen orgaanisen materiaalin palamisesta ja on yksi johtavista myrkytysyistä. Sitä emittoituu sisätiloissa, joissa käytetään kaasulaitteita, jäähdyttämättömiä kerosiinilämmittimiä ja joissa esiintyy myös tupakansavua. CO:n pääsääntöinen vaikutus johtuu sen kyvystä heikentää hemoglobiinin happea sitovaa kapasiteettia. Myrkytysvaikutus riippuu pitoisuudesta, altistumisajasta ja altistuneen henkilön yleisestä terveydentilasta.

Vapaat radikaalit, kuten *hydroksyyli-*, *hydroksiperoksyyliradikaalit* ja myös *otsonit*, syntyvät kemiallisissa reaktioissa. *Otsoni*, toissijainen epäpuhtaus on pääsääntöisesti tunkeutunut ulkoa, etenkin kesällä, aurinkoisina päivinä, rakennuksissa, jotka sijaitsevat voimakkaan liikenteen teiden läheisyydessä. Sisäilman otsonin tärkeä lähde ovat ilmanpuhdistimet, jotka helpottavat lukuisia hengityselinten sairauksia tai vähentävät hajuja ja tuhoavat mikrobeja.

*Hiukkaset*, joihin mahtuu suuri joukko epäpuhtauksia, kuten polysykliset aromaattiset hiilivedyt, torjunta-aineet, haihtuvat orgaaniset yhdisteet, biologiset epäpuhtaudet, ovat seurausta polttoaineista, tupakan sisäkäytöstä, ulkotiiloista. Hiukkaset voivat vapautua suoraan tai ne voivat olla seurausta kemiallisista reaktioista, jotka aiheutuvat sekä sisä- että ulkolähteistä peräisin olevista kaasufaasisiasteista (sekundääriset hiukkaset). Hiukkasten ominaispiirteet riippuvat niiden lähteistä ja hiukkaspäästöistä aiheutuvista jälkikäteen syntyneistä prosesseista. Toinen sisäilman pilaantumisen lähde, joka tuottaa aerosoleja, joissa on runsaasti *haihtuvia ja osittain haihtuvia orgaanisia yhdisteitä*, on kemikaalien käyttö puhdistukseen. Haihtuvia ja puolittain haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) sisältävissä lähteissä mainitaan uudet huonekalut, matot, laatat, vinyylipäällysteet, maalit ja liimat. Sisällä voi olla *formaldehydiä*, myrkyllistä yhdistettä, jos käytetään puuhuonekaluja ja erilaisia liimoja. VOC:ta sisältävien lähteiden yhdistelmä sisätiloissa voi johtaa siihen, että käyttäjät altistuvat monimutkaiselle "kemialliselle keitolle", joka käsittää 50-300 eri yksittäistä VOC-ainetta.

*Tupakansavu* sisältää yli 4000 kemikaalia hiukkasten ja kaasujen muodossa, joista monet tunnetaan epäilytinä syöpää aiheuttaviksi aineiksi.

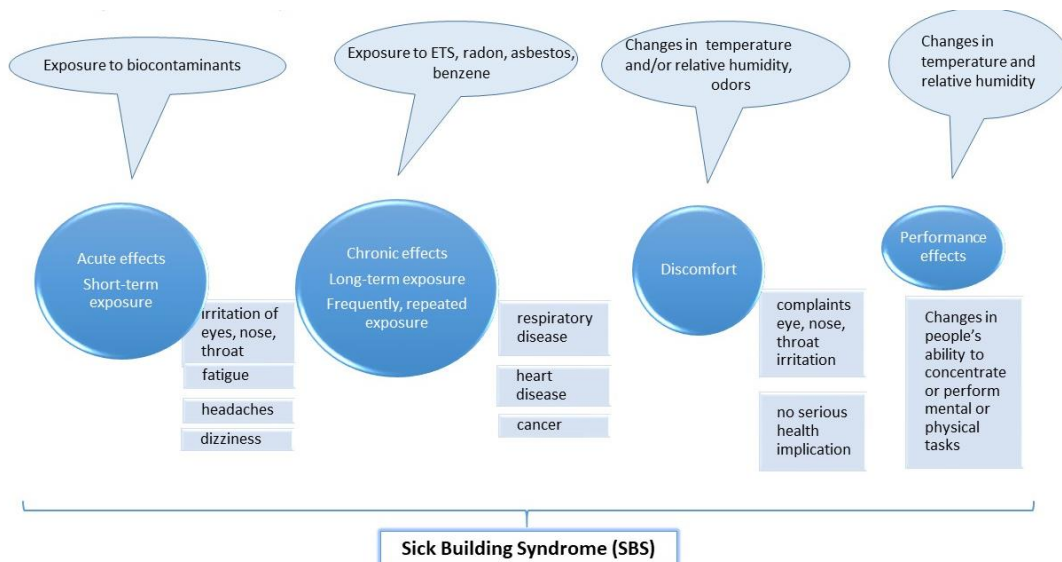
On sisätiloja, joissa maaperän tai rakennusmateriaalien ansiosta radioaktiivisen aineen radon vapautuu.

On mainittava myös biologisten epäpuhtauksien läsnäolo sisätiloissa, kuten kotoiset *pölypunkit, bakteerit*.

<b>Carbon monoxide</b> fuel/tobacco combustion; outdoor	<b>Nitrogen oxides</b> fuel combustion; outdoor (traffic)	<b>Sulfur dioxide</b> coal combustion; outdoor	<b>Free radicals and ozone</b> indoor chemistry; outdoor
<b>Fine particles</b> fuel/tobacco combustion, cleaning operations, cooking; outdoor (traffic)	<b>Polycyclic aromatic hydrocarbons</b> fuel/tobacco combustion, cooking; outdoor (traffic)	<b>Asbestos</b> remodeling/demolition, construction materials	<b>Pesticides</b> household products, dust from outside
<b>Aldehydes (formaldehyde)</b> furnishings, construction materials, cooking, adhesives	<b>Volatile organic compounds</b> fuel/tobacco combustion, housekeeping operations, furnishings, construction materials; outdoor (traffic)	<b>Radon</b> soil under building, construction material	<b>Biological contaminants</b> damp materials, furnishings, components of climate control systems, occupants, outdoor air, pets

## 6. SAASTUNEELLE ILMALLE ALTISTUMISEN VAIKUTUKSET

Yksilön altistumisen vaikutus sisäilmalle riippuu pääosin epäpuhtaustyypistä ja altistuksen kestoista. Altistuksen jälkeinen vasteaika on tärkeä tekijä vaikutusten arvioinnissa. Välittömästi altistuksen jälkeen ilmenevät akuutit vaikutukset, kuten ärsytykset, väsymys, päänsäryt ja huimaus. Yleensä nämä aiheutuvat altistumisesta biologisille epäpuhtauksille, rakennusmateriaalien päästöille, mutta pääasiassa aiheutuvat tilan huonosti tuuletuksesta. Pitkäaikainen altistuminen tai toistuva altistuminen aiheuttaa kroonisia vaikutuksia, syöpä on yhtenä esimerkkinä. Saasteaineiden joukossa mainitaan tupakansavu, radoni, bentseeni, asbesti. Vaikutukset, joilla ei ole vakavia terveysvaikutuksia, ovat työtilanteiden epämukavuus ja työkyvyn väheneminen, jotka johtuvat sisäilman fysikaalista muutoksista. Yleensä käytetään "sateenvarjo"-konseptia, jossa integroidaan sisäilman altistumisen, "sairas rakennuksen oireyhtymän", akuutit vaikutukset. Epäkelpoisen ilmanvaihdon ja kaasumaisten epäpuhtauksien ja biologisten epäpuhtauksien sisäisen kertymisen seurauksena rakennuksen käyttäjät raportoivat useita valituksia, joissa ei ole selvää syytä ja lääketieteelliset testit eivät tuota erityisiä poikkeavuuksia. Oireita esiintyy, kun ihmiset ovat rakennuksessa, mutta katoavat, kun he lähtevät. Tavallisesti oireet johtavat poissaoloihin ja heikentävät altistuneiden henkilöiden työtehokkuutta ja tehokkuutta.



## ESIMERKKEJÄ

Lukemattomia epäpuhtauksia sisältävät, epäorgaanisia, orgaanisia tai biologisia epäpuhtauksia sisältävät saasteet, joilla on mahdollinen riski ihmisten terveydelle, ovat sisätiloissa korkeammat kuin ulkona. Näin väestön altistuminen voi olla huomattavasti korkeampaa sisätiloissa kuin ulkona. Tässä yhteydessä valittiin esimerkkejä mikroympäristöistä, joilla oli potentiaalinen riski matkustajien terveydelle.

## 7. ENERGIAN SAANTI KOTITALOUKSISSA

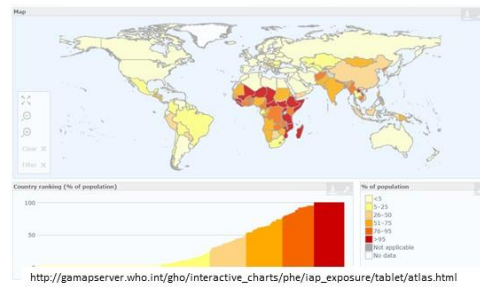
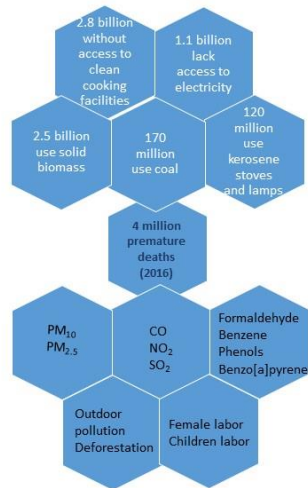
Kotitalouksien energiankäyttö on ihmisten yhteiskunnan keskeinen piirre. Energiaa käytetään monenlaisiin tarkoituksiin, kuten ruoanlaittoon, tilan lämmitykseen, valaistukseen, erilaisiin kodin tehtäviin, viihdeohjelmiin. Energian käyttöoikeus määrittää "kotitaloudeksi, jolla on luotettava ja kohtuuhintainen pääsy sekä puhtaisiin keittotiloihin että sähköntuotantoon, joka riittää tarjoamaan energiapalvelujen peruspaketin aluksi ja sen jälkeen sähkön lisääntymisen alueellisen keskiarvon saavuttamiseksi " (IEA).

Kuten tämän jakson alussa on mainittu, suurin osa väestöstä viettää suurimman osan ajasta sisätiloissa, maaseutualueilla, kehitysmaissa. Alhaisten tulojen ja elämänlaadun takia perussaatavuus elintarvikkeina ja koteina määrittelee merkittävän osan maailman väestöstä. Viimeaikaisissa kansainvälisissä tilastoissa mainitaan 2,8 miljardia ihmistä, joilla ei ole puhdasta polttoainetta ruoanlaittoon, ja 1,1 miljardilla ei ole sähköä. Ruoanlaittoon ja lämmitykseen tarvittavien perusvaatimusten turvaamiseksi 2,5 miljoonaa ihmistä käyttää kiinteää biomassaa, 170 miljoonaa käyttää hiiltä ja 120 miljoonaa käyttää kerosiinia polttoaineena lämmitykseen ja ruoanlaittoon. Niinpä valtava määrä ihmisiä altistuu omista kodeistaan epäpuhtauksiin, kuten hiukkaspäästöihin, hiilimonoksidiin, typpidioksidiin, rikkidioksidiin, haihtuviin ja osittain haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin. Kuten Maailman Terveysjärjestö mainitsee, kotitalouksien palamisilman aiheuttama ilman pilaantuminen on maailman merkittävin ympäristöterveydellinen riski. Sisäilman pilaantumisen seurauksena vuonna 2016 rekisteröitiin 4 miljoonaa ennen aikaista kuolemaa, jotka aiheutuivat kehitysmaissa sydän- ja verisuonitaudeista, keuhkosityöpätaudeista, akuuteista hengityselinten sairauksista. Fossiilisten polttoaineiden keittoon ja kuumennukseen käytön aiheuttamat sisäilmasaasteet aiheuttavat välittömät vaikutukset ihmisten terveyteen ja aiheuttavat lähiympäristöön kohdistuvan saastumisen, joka vaikuttaa naapurialueisiin ja metsien häviämiseen - sen seurauksena, että puuta käytetään energialähteenä.

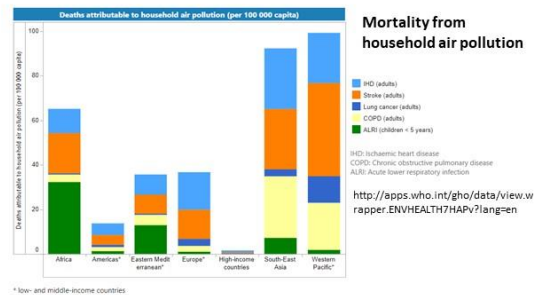
Naiset ja lapset kärsivät eniten tällaisesta saastumisesta. Naiset perinteisesti tekevät ruokaa koko perheelle, joten altistuminen sisäilmasaasteille on pitkäaikaista. Lapset, jotka ovat immuunijärjestelmältään kehittymättömiä, altistuvat voimakkaasti sisäilman epäpuhtauksiin.



#### ENERGY ACCESS IN HOUSEHOLDS



Exposure to household air pollution  
Population using solid fuels - 2013



Mortality from household air pollution

## 8. NUKKUMISYMPÄRISTÖ

Maailmanlaajuisesti on ilahduttavaa, että ihmiset nukkuvat keskimäärin 8-9 tuntia päivässä, mikä merkitsee kolmasosa-aikaa. Niinpä inihäiriöympäristö on merkittävä altistumislähde sisäilman epäpuhtauksille.

Nukkumismikroympäristö voidaan määritellä tilaksi, joka kattaa patjat, tyynyt, vuodevaatemateriaalit, sängynkehyksen ja näiden kohteiden yläpuolella olevan ilman tilavuuden. Kaikki nämä komponentit voidaan olettaa sisäiseksi pilaantumislähteiksi, koska ne ovat ihmisten välittömässä läheisyydessä, joten pitkäaikainen altistus tapahtuu hengitettynä ja ihokosketuksessa. Altistuminen on paljon voimakkaampaa lapsille, erityisesti pienimmille, kun otetaan huomioon nukkumiseen ja alhaiseen painoon liittyvät pitkäajat.

Nukkumismikroympäristöissä löytyy suuri määrä aineita, joilla on haitallisia vaikutuksia ihmisten terveyteen. Patjat, tyynyt, vuodevaatemateriaalit keräävät biologista materiaalia, kuten pölypunkkeja, sieniä, bakteereja. Ne ovat myös epäpuhtauksien lähteitä, jotka joko suoraan päästävät tai kertyvät pölyhiukkasten päälle. Esitämme tässä useita esimerkkejä.

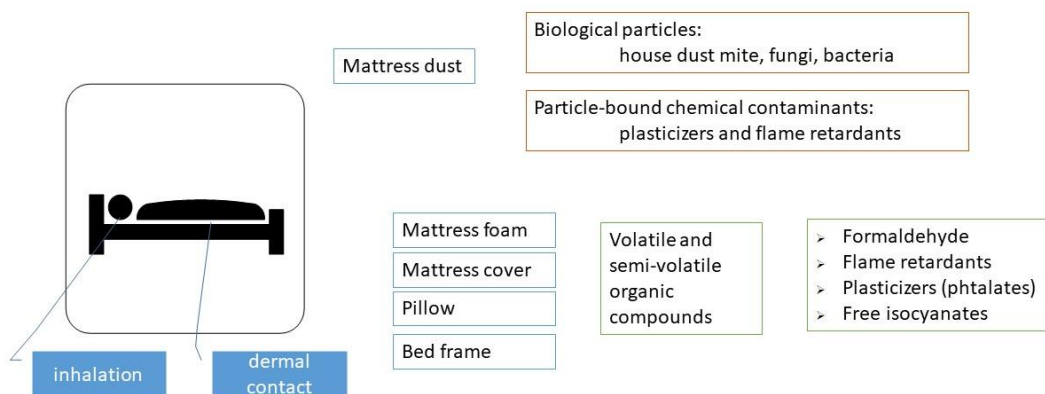
Kemialliset yhdisteet pehmittimissä ja vaahtomuovipatjoihin lisätyt palonestoaineet tunnetaan aineiksi, joilla on haitallisia vaikutuksia hengityselimiin, ja ne voivat aiheuttaa ihovaurioita ja syöpää. Jopa jotkut näistä kemikaaleista on kielletty vuodevaatteissa, mutta ne voivat olla läsnä makuuhuoneissa.

Palonestoaineita käytetään polyuretaanivaahtomuovipatjojen valmistuksessa. Aikojen saatossa käytettiin erilaisia orgaanisia pysyviä yhdisteitä, kuten polybromidifenyylejä, orgaanisia fosfaatteja.

Pehmittimiä, kuten ftalaatteja, lisätään tuottamaan pehmeyttä ja joustavuutta useimmille pikkulasten pehmustetuille patjoille. Di-isosyanaatteja käytetään lisäaineina polyuretaanivaahtomuovipatjoissa, joten ne voivat olla lähde erittäin myrkyllisten jäännösisosyanaattien emissioille.

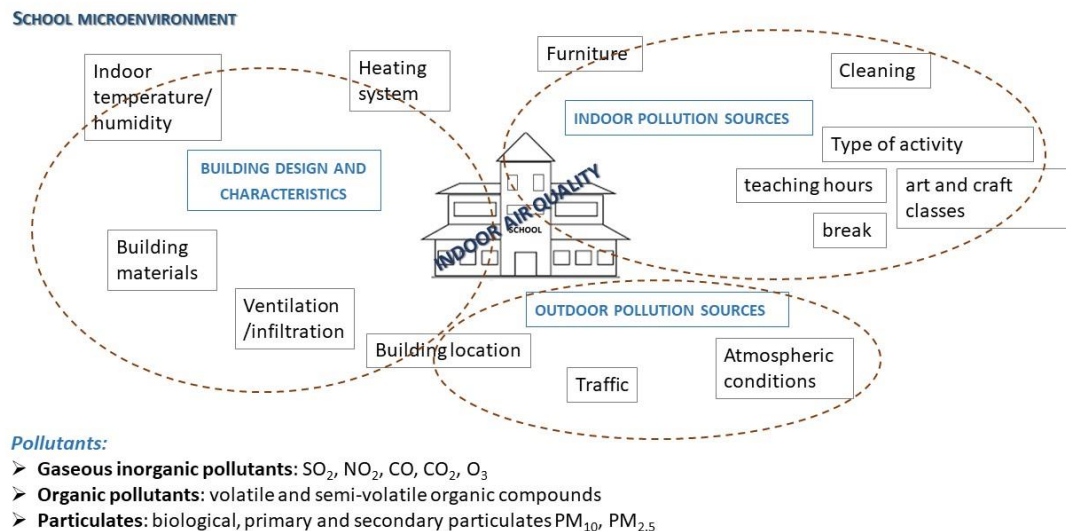
Nukkumismikroympäristössä syntyneiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ryhmästä mainitaan formaldehydi, koska sitä käytetään suuressa määrin puukomposiitteihin, liimauskohteisiin sänkykehikon rakentamiseksi.

Pilaavien aineiden pitoisuuteen vaikuttaa huoneilmanvaihto, mutta myös henkilökohtaiset tekijät, kuten kehon lämpötila, kehon kosteus, henkilökohtaisen hygienian ja henkilökohtainen käyttäytyminen unen aikana.



## 9. KOULUN MIKROYMPÄRISTÖ

Epäilemättä koulu on avaintekijä ihmiskunnan kehityksessä, siten tarjoten lapsille laadukkaita kouluja jokaisen sukupolven velvollisuutena. Koulun laatu ei liity ainoastaan didaktiikan kysymyksiin, vaan myös mikroympäristön laatuun. Lapset oppivat ja kehittyvät.



Koulut ovat kriittisiä mikroympäristöjä sisäilman laadun suhteen, koska ne sijaitsevat yleensä tiheän tieliikenteen vyöhykkeiden läheisyydessä. Toisaalta oppilailla on lisääntynyttä haavoittuvuutta epävarmaan ilmanlaatuun ikänsä vuoksi, mutta myös oleskelusta kouluissa pitkän ajan. Koulussa oleskelutiheys on korkea, lapset ovat hyvin aktiivisia ja tilat eivät ole aina hyvin ilmastoituja.

Kouluympäristöön liittyvien toimien vuoksi, ulkoa tulevan tunkeutumisen vuoksi ja rakennuksen rakenneominaisuuksien vuoksi, vuodenaajoista ja käyttäjien tapojen ja käyttäytymisen funktiona kouluissa on suuri määrä kaasumaisia epäpuhtauksia, epäorgaanisia, orgaanisia tai biologisia.

Kun fossiilisia polttoaineita käytetään lämmitykseen, kaasumaisia epäpuhtauksia *rikkidioksidina, typpidioksidina, hiilidioksidina ja dioksidina* emittoituu. Jos ei ole ilmastointia, nämä saastuttavat aineet voivat saavuttaa suuria pitoisuuksia.

Ulkona olevien epäpuhtauksien tunkeutumisen seurauksena *otsonia* esiintyy kouluissa, jotka sijaitsevat lähellä voimakasta liikennettä, kesäisin aurinkoisina päivinä.

*Hiilidioksidi* voi saavuttaa erittäin suuria pitoisuuksia huonoissa ilmastoiduissa huoneissa, joissa on runsaasti suuri määrä lapsia. Hiilidioksidia pidetään yleensä sisäilman laadun ja riittävän tuuletuksen vertailuparametrina. Vaikutus on oppilaiden heikentynyt suorituskyky ja myös muiden sisäilman epäpuhtauksien mahdollinen kertyminen.

Merkittävät orgaanisten epäpuhtauksien pitoisuuden korkeat arvot korreloivat maalien ja liimojen käytön kanssa ja myös puhdistustoiminnan aikana käytettäessä pesuaineiden kanssa. Myös kankaat, huonekalut, rakennusmateriaalit voivat olla orgaanisten yhdisteiden lähteinä,

joilla on erittäin haitallisia vaikutuksia lasten terveyteen, kuten *formaldehydilla*, *polyklooratuilla bifenyyleillä*.

Hiukkasten osalta sekä sisä- että ulkolähteet ovat tärkeässä asemassa. Joskus PM-arvot voivat olla merkittävästi korkeammat sisä- kuin ulkotiloissa, mikä johtuu suurelta osin uudelleensuspendoinnista ja erityisesti hiukkasten hienommasta koon osuudesta. Hiukkasten haitallinen potentiaali liittyy niiden kykyyn tunkeutua ihmisen hengitysteiden syviin alueisiin ja kuljetttaa yhdisteitä raskasmetalleina, *polysyklisinä aromaattisina hiilivetyinä ja hiukkasiin kiinnitettyinä dioksiineina ja furaaneina*.

Talvella suljetut ovet ja ikkunat johtavat epäpuhtauksien kerääntymiseen sisäympäristössä.

Ilmansuodatus voi myös johtaa biologisten epäpuhtauksien kasvuun, kuten bakteereihin, sieniin ja homeeseen.

## 10. LÄHTEET

<http://www.who.int/indoorair/guidelines/hhfc/en/>

<http://www.who.int/indoorair/publications/household-fuel-combustion/en/>

[http://www.who.int/gho/phe/indoor\\_air\\_pollution/burden/en/](http://www.who.int/gho/phe/indoor_air_pollution/burden/en/)

[http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/HAP\\_BoD\\_results\\_March2014.pdf?ua=1](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/HAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1)

<http://apps.who.int/gho/data/view.wrapper.ENVHEALTH7HAPv?lang=en>

[http://gamapserver.who.int/gho/interactive\\_charts/phe/iap\\_exposure/tablet/atlas.html](http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/iap_exposure/tablet/atlas.html)

<https://www.iea.org/energyaccess/>

[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport\\_EnergyAccessOutlook.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport_EnergyAccessOutlook.pdf)

Bernstein, J., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, I.L., Friz P., Horner E., Li, N., Mason S., Nel, A., Oullette, J., Reijula, K., reponen, T., Selzer, J., Smith A., Tarlo, S., The health effects on nonindustrial indoor air pollution, in: The Journal of Allergy and Clinical Immunology, vol. 121 (3), 2008, 585 - 591

Barron, M., Torero, M., Household electrification and indoor air pollution, in: Journal of Environmental Economics and Management, 86 (2017) 81-92.

Boor, B.E., Spilak, M.P., Laverge, J., Novoselak, A., Xu, Y., Human exposure to indoor air pollutants in sleep microenvironments: A literature review, in: Building and Environment, 125 (2017) 528-555

Salthammer, T., Udhe, E., Schripp, T., Schieweck, A., Morawska, L., Mazaheri, M., Clifford, S., He, C., Buonanno, G., Querol, X., viana, M., Kumar, P., Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution, in: Environmental International, 94 (2016) 196-210

Pacitto, A., Stabile, L., Viana, M., Scungio, M., Reche, C., Querol, X., Alastuey, A., Rivas, I., Alvarez-Pedrerol, M., Sunyer, J., van Drooge, B.L., Grimalt, J.O., Sozzi, R., Vigo, P., Buonanno., Particle related exposure, dose and lung cancer risk of primary school children in two European countries, in: Science of the Total Environment, 616-617 (2018) 729-729



**VNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland  
University of Applied Sciences

**U. PORTO**



**Universitatea  
TRANSILVANIA  
din Braşov**



**UNIVERZITA  
KARLOVA**



**ИКИТ**

<https://toxoeer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales  
Headquarters office in Salamanca.  
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.  
Contact Phone: +34 663 056 665