



Sisäilman laatu ja polyuretaanieristeet

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	4
Eristeet ja sisäilmasto	5
Vaarallisten aineiden emissiot sisäilmaan	6
MDI-päästöt	10
Mikrobiaalinen saastuminen	12
Rakennuksen ”hengittävyys”	12
PU-eristeen käyttäminen	14
Liite 1: MDI-päästötestit	16

Vastuuvapauslauseke:

Tämän julkaisun sisältämä tieto on tietojemme mukaan totta ja paikkansapitävää, mutta emme takaa mitään mahdollisesti annettuja suosituksia tai ehdotuksia, koska käyttötilanteet ja lähdemateriaalien kokoonpano eivät ole meidän hallinnassamme. Myöskään mitään tämän julkaisun sisällöstä ei tule tulkita suositukseksi käyttää mitään tuotetta, joka on ristiriidassa mitä tahansa materiaalia tai sen käyttöä koskevien, olemassa olevien patenttien kanssa

Tiivistelmä

Vietämme noin 90 prosenttia elämästämme sisätiloissa. Siksi on tärkeää huolehtia sisäilmaston terveellisyydestä pitämällä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) ja partikkelien (kuten kuitujen) pitoisuudet mahdollisimman pieninä. Myös rakennusten vaiפוista täytyy tehdä ilmatiiviitä, jotta vältetään lämpöhäviöitä.

Lämpöeristeillä on merkitystä, kun halutaan vähentää uuden tai vanhan rakennuksen energiantarvetta. Eristeet eivät yleensä ole suoraan kosketuksissa sisäilman kanssa, vaan niitä peittävät muut rakennusmateriaalit kuten kipsilevy, puu, tiili tai betoni. Eristeiden vaikutus sisäilman laatuun on siis vähäinen. Vaikka kaikkien rakennustuotteiden yhteenlaskettu vaikutus sisäilman laatuun on hyvin pieni, rakennusteollisuudessa katsotaan kuitenkin tarpeelliseksi tarjota läpinäkyvää tietoa tuotteiden VOC-päästöistä.

CEN yhdenmukaistaa sisäilmapäästöjen testausmenetelmiä EU:n rakennustuotteita koskevan lainsäädännön puitteissa ja ISO16000-standardien mukaan. Päästöilmoitukset tullaan todennäköisesti tekemään kansallisten luokitusjärjestelmien mukaan, joiden täytyy olla verrattavissa kehitteillä olevaan eurooppalaiseen formaattiin.

PU-teollisuus on kuitenkin julkaissut jo ennakoivasti tietoja tuotteiden VOC- ja SVOC-päästöistä. Ne osoittavat, että PU-eristeet ovat erittäin vähäpäästöisiä ja täysin sopivia sisäkäyttöön. Mitä MDI-päästöihin tulee, hyväksytyjen tuotteen päästöjen testausmenetelmien mukaan PU-eristetuotteista ei aiheudu merkittäviä päästöjä ilmaan. Edes huonoimmassa mahdollisissa testatuissa sisäolosuhteissa ei voitu havaita MDI-monomeereja kovettuneesta PU-vaahdosta 24 tunnin jälkeen.

PU:lla ei myöskään ole muita ominaisuuksia, jotka vaikuttaisivat terveyteen haitallisella tavalla. Koska PU ei sovellu homeen, bakteerien tai hyönteisten kasvualustaksi tai ravinnoksi, mikrobialaisia lajeja tai yhdisteitä ei pääse syntymään. Ilmatiiviiden vaippon rakentaminen voi aiheuttaa kondenssi-ongelmia katon ja seinien eristekerroksissa, jos käytetään materiaaleja, joilla on alhainen vesihöyrynvastus. Pienen läpäisevyytensä ansiosta tämä ei vaikuta PU:hun.

Ei myöskään ole näyttöä siitä, että PU-eristeen käsittely asennusvaiheessa olisi haitallista iholle (leikkaaminen, asettaminen jne.). Erityisiä terveys- ja turvallisuusmääräyksiä tulee kuitenkin noudattaa, kun käytetään paikan päällä levitettävää PU-vaahtoa. Työ on jätettävä rakennusalan ammattilaisille.



Mitä PU on?

PU-eristeet ovat PUR- tai PIR-pohjaisia eristemateriaaleja (PUR = polyuretaani, PIR = polyisosyanaatti). Suljetun solurakenteen ja suuren silloistustiheyden ansiosta niiden lämmönkestävyys ja puristuslujuus ovat hyviä ja eristysominaisuudet erinomaisia. PU-eristeen lämmönjohtavuus on hyvin alhainen, jopa 0,022 W/mK. Siksi se on yksi tehokkaimmista saatavilla olevista eristysratkaisuista ja soveltuu monenlaiseen käyttöön.

Koska PU on hyvin vähäpäästöinen ja materiaalina monipuolinen, sitä käytetään paljon myös muualla kuin rakennusteollisuudessa. Sitä hyödynnetään esimerkiksi elintarvikepakkauksissa, lääkinnällisissä laitteissa, vaatteissa, patjoissa, autonosissa ja jääkaapeissa.

Eristeet ja sisäilmasto

Vietämme noin 90 prosenttia elämästämme sisätiloissa – kotona, kouluissa, toimistoissa, tehtaissa ja ostoskeskuksissa. Siksi on tärkeää pitää sisäilmasto terveellisenä ja miellyttävänä samalla, kun pyritään kohti parasta mahdollista energiatehokkuustasoa.

Lämpöeristäminen on tärkeää sisätilojen mukavuuden kannalta. Sillä on myös suuri merkitys, kun uusista rakennuksista pyritään EU-direktiivin mukaisesti tekemään lähes nollaenergiataloja ja halutaan parantaa vanhojen rakennusten energiatehokkuutta. Ensiluokkaisen eristyskykynsä ja kestäväytensä ansiosta PU (PIR/PUR) on näiden tavoitteiden kannalta oikea valinta. Nykyiset lämpöresistanssiltaan suuret rakennusten vaipat vaativat kuitenkin paksuja eristekerroksia jopa silloin, kun käytetään PU:ta. Tämä puolestaan voi johtaa näiden tuotteiden päästöjen kasvamiseen.

On totta, että lämpöeristeet eivät yleensä ole suoraan kosketuksissa sisäilman kanssa, koska niitä peittävät muut rakennusmateriaalit, kuten kipsilevy, puu, tiili ja betoni. Samalla voidaan olettaa, että mahdolliset eristekerroksen päästökään eivät pääse sisäilmaan.

Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että kaikki uloimmat kerrokset eivät ole kaasutiiviitä ja niihin voi tulla reikiä esimerkiksi rakennusten teknisten

“Lämpöeristäminen on tärkeää sisätilojen mukavuuden kannalta. Sillä on myös suuri osa eurooppalaisissa pyrkimyksissä tehdä kaikista uusista rakennuksista lähes nollaenergiataloja..”

järjestelmien asentamisen yhteydessä. Lisäksi rakennuksen omistajalla/käyttäjällä on aina oikeus tietää rakennuksessa käytettyjen rakennustuotteiden mahdollisista riskeistä.

PU Europe on sitoutunut jakamaan kolmannen osapuolen vahvistamaa tutkittua tietoa PU-eristeiden rakennuskäytön vaikutuksista. Tässä esitteessä kerrotaan PU-eristet tuotteiden vaarallisten aineiden päästöistä sekä PU:n mahdollisesta merkityksestä matalaenergiatalojen kosteus- ja homeongelmien välttämässä.

Vaarallisten aineiden emissiot sisäilmaan

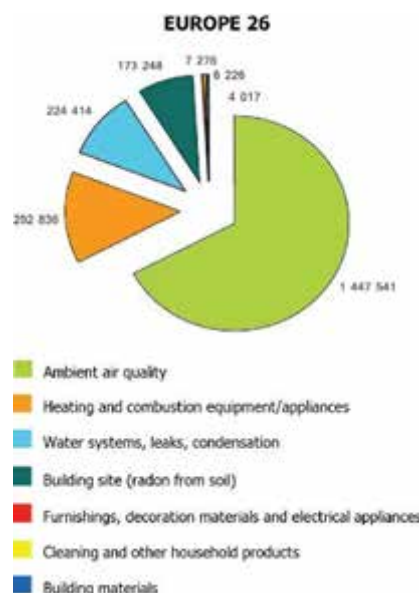
”...kaikki rakennustuotteet yhteenlaskettuna vaikuttavat hyvin vähän huonon sisäilman aiheuttamaan sairaustaakkaan.”

Rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttavat monet tekijät. Näitä ovat muun muassa rakennuksen käyttöön liittyvät tekijät (ihmiset, tupakointi, ruoanlaitto, takat jne.), lämmitys, ilmanvaihto sekä huonekaluista, maaleista ja rakennustuotteista aiheutuvat päästöt. Kuten kuva 1 osoittaa, kaikkien rakennustuotteiden yhteenlaskettu kokonaisvaikutus huonon sisäilman aiheuttamaan sairaustaakkaan on hyvin pieni. Siitä huolimatta rakennusmateriaalien valmistajien on taattava, että heidän tuotteensa eivät ole rakennusten käyttäjille haitallisia.

Rakennustuotedirektiivin kolmas olennainen vaatimus, joka korvattiin rakennustuoteasetuksen kohdalla ”Rakennuskohteen perusvaatimukset”, määrää, että rakennuskohde on suunniteltava ja rakennettava niin, että se ei aiheuta hygienia-, terveys- tai turvallisuusriskejä rakennuksen käyttäjille¹. Näihin riskeihin kuuluvat vaarallisten aineiden emissiot, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet), kasvihuonekaasut, sisä- ja ulkoilman vaaralliset partikkelit sekä kosteus rakennuskohteen osien pinnoilla tai sisäpuolella.

Sisäilmariskien ehkäisemiseksi Euroopan komissio valtuutti CEN:n kehittämään yhdenmukaistetut testistandardit rakennustuotteiden VOC- ja SVOC-päästöjen mittaamiseksi².

Menetelmä perustuu kansainväliseen ISO16000-9-standardiin. ISO-standardia sovelletaan jo monessa EU-maassa, kuten Saksassa (AgBB-järjestelmä), Ranskassa (asetus 2011-321) ja Suomessa (vapaaehtoinen M1-järjestelmä). CEN:n kehittämä testausmenetelmä on tällä hetkellä saatavana teknisenä eritelmänä TS 16516. Se on määrä julkaista CEN-standardina vuonna 2016, jolloin se korvaa myös ISO16000-9-standardin.



Kuva 1: Huonoon sisäilman laatuun liitetty sairaustaakka jaettuna altistumisen aiheuttajiin³.

¹ Rakennustuotedirektiivi (89/106/ETY)

² WI 351009 – Construction products – Assessment of emissions of regulated dangerous substances from construction products – Determination of emissions into indoor air

³ Euroopan komissio, terveys- ja kuluttaja-asioiden pääosasto: Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ), 2011

Kohti yhdenmukaisia eurooppalaisia teknisiä luokkia

Yhdenmukaistaakseen päästöilmoitukset Euroopan komissio päätti yhdistää saksalaisen mallin (AgBB) ja ranskalaisen asetuksen (2011-321). Ne olivat kaksi ensimmäistä järjestelmää, jotka ilmoitettiin komissiolle. Samaan aikaan Belgia esitteli oman järjestelmänsä, jossa on elementtejä sekä saksalaisesta että ranskalaisesta mallista. Myös Liettuan uuden järjestelmän pitäisi olla yhtenevä muiden järjestelmien kanssa.

LCI-arvojen (alhaisin merkitsevä pitoisuus) yhdenmukaistamisprosessi ei ole vielä valmis. LCI-menetely kehitettiin rakennusmateriaalien yhdisteiden terveysvaikutusten arvioimiseksi. Se oli alunperin osa VOC-päästöjen arviointiin luotua perusjärjestelmää.

Vuoden 2014 lopussa komissio esitti tarkistetun ehdotuksen teknisten luokkien yhdenmukaistamisesta. Mikäli se hyväksytään, se julkaistaan säädösvallan siirron nojalla annettavana säädöksenä. Vaikka Ranska, Belgia, Saksa ja Liettua voisivat tässä tapauksessa

”Uusissa kansallisissa järjestelmissä tulisi kuitenkin luultavasti käyttää yhdenmukaistettua merkintätapaa.”

sa jatkaa omien merkintöjensä käyttämistä, niiden noudattaa eurooppalaista mallia. Uusissa kansallisissa järjestelmissä tulisi kuitenkin luultavasti käyttää yhdenmukaistettua merkintätapaa. Esimerkiksi ranskalainen A+ luokka vastaisi eurooppalaista A-f1- tai B-f1-luokkaa (katso alla oleva taulukko).

Ikävä kyllä ehdotusta ei todennäköisesti panna täytäntöön lähiaikoina, sillä Puola on ilmoittanut komissiolle vielä yhdestä järjestelmästä. Se on peräisin vuodelta 1996, eikä se ole yhdenmukainen ehdotettujen luokkien kanssa. Lisäksi Ranska ei hyväksy ilmoitusmerkintöjä, koska ne eroavat sen omista merkinnöistä.

EU-luokka	Yksittäiset kriteerit		
	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	HCHO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	AR täytetty
A-f1	< 1 000	< 10	kyllä
A-f2	< 1 000	< 60	kyllä
A-f3	< 1 000	< 80	kyllä
A-f4	< 1 000	< 100	kyllä
A-f5	< 1 000	< 120	kyllä
A-f6	< 1 000	< 120	kyllä
B-f1–B-f6	< 1 000	mikä tahansa mahdollinen arvo	ei
C-f1–C-f6	< 1 500	mikä tahansa mahdollinen arvo	kyllä tai ei
D-f1–D-f6	< 2 000	mikä tahansa mahdollinen arvo	kyllä tai ei
E-f1–E-f6	< 2 000	mikä tahansa mahdollinen arvo	kyllä tai ei

AR = lisävaatimukset (kuten TSVOC-päästöt < 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ”toistaiseksi arvioimattomat aineet” ja ”tunnistamattomat aineet” < 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, R-arvo ≤ 1).

Kaikki yksittäiset aineet, jotka ilmoitetaan Ranskan järjestelmän mukaan, on sisällytetty TVOC-luokkaan. Huonoin yksittäinen luokka määrää yleisen TVOC-luokan.

Taulukko 1: Euroopan komission ehdottamat viitteelliset sisäilman pitoisuusluokat (joulukuu 2014). Kaikki arvot on ilmoitettu muodossa $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

”PU-vaahdolle tehdyissä päästötesteissä ei havaittu lainkaan karsinogeenisia, mutageenisia tai lisääntymistoksisia aineita.”

PU-eristetuotteiden emissiot

PU-eristeitä pidetään hyvin vähäpäästöisinä tuotteina. PU-tuotteiden emissiot ovatkin huomattavasti pienemmät kuin useimmilla eristetuotteilla. Erityisesti luonnollisilla eristeillä voi olla jopa 100 kertaa suuremmat VOC-päästöt kuin PU:lla⁴. Mikä tärkeintä, PU-vaahdolle tehdyissä päästötesteissä ei havaittu lainkaan karsinogeenisia, mutageenisia tai lisääntymistoksisia aineita.

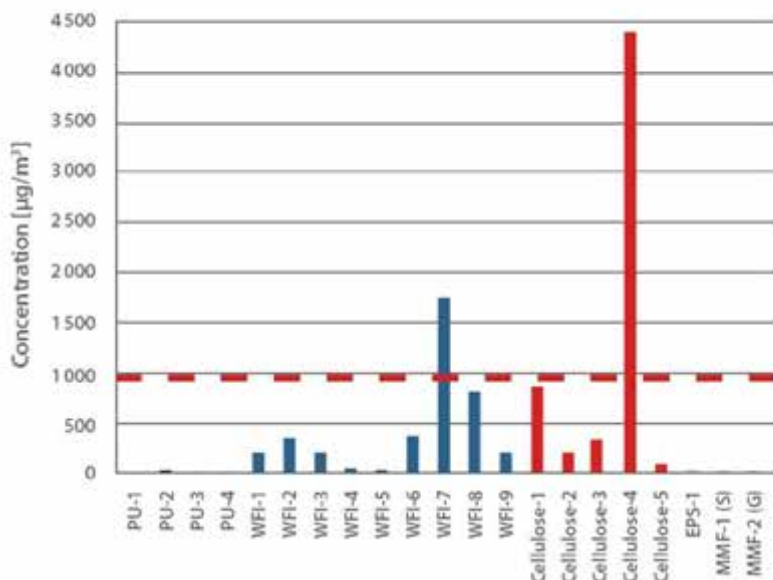
PU-eristeet voivat päästä parhaaseen mahdolliseen luokkaan kaikissa käytössä olevissa päästöluokituksissa. Tämä koskee eristelevyjä, sandwich-paneelija ja paikan päällä levitettäviä, solurakenteeltaan suljettuja PU-vaahoja. PU-eristeet sopivat siis varauksetta sisäkäyttöön.

PU-eristeen erinomaisista ominaisuuksista kertovat muun muassa saksalaisen AgBB-diagrammin mukaiset testitulokset.

Useimmissa PU-eristetuotteissa käytetään ponnaaineena pentaania. Se on hyvin haihtuva yhdiste (VVOC), ja sitä erittyy erittäin vähän solurakenteeltaan suljetusta vaahdosta. Pentaania käytetään paljon kosmetiikkatuotteissa, mikä todennäköisesti johtaa suurimpaan mahdolliseen hengitystiealtistumiseen, mutta silloinkin altistuspitoisuutta pidetään pieneinä⁵. Säännösten mukaan sillä ei siis katsota olevan terveydelle haitallisia vaikutuksia, eikä sen käyttöä rajoiteta.

⁴ Katso osio 9 (Nachweise)

⁵ Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CS-TEE), Opinion on the results of the Risk Assessment of: n-PENTANE, Human Health Part (17. joulukuuta 2002)



Kuva 2: Eri eristemateriaalien TVOC-arvoja (28 päivää) – PK = puukuitueriste, MK = mineraalikuitu (S = kivi, L = lasi)⁶.

Tulosten yhteenveto, 28 päivää	Mitatut arvot [µg/m³]
TVOC (C6–C16)	0–5
Σ VOC, ei NIK (C6–C16)	0–5
Σ SVOC (C16–C22)	0–5
Σ karsenogeenit	0
Σ Ri [-]	< 1

Taulukko 2: PU-eristelelyn viitteelliset päästöt huoneilmaan ISO 16000 standardia käyttävän AgBB-diagrammin mukaan (28 päivää)⁷.

⁶ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. for Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz "Untersuchungen zur Optimierung und Standardisierung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen" (IBP-Bericht BBHB 01/2008)

⁷ Institut Bauen und Umwelt e.V.: Environmental product declaration in accordance with ISO 14025: Factory-made polyurethane insulation products (2010)

MDI-päästöt

”Kolmannet osapuolet testasivat PU-eristeitä hyväksytyin testausmenetelmin varmistaakseen, aiheutuuko niistä MDI-päästöjä [...]. Kaikki vahvistivat, että tuotteista ei aiheudu MDI-päästöjä.”

PU-eristeet (PUR/PIR) syntyvät, kun di-isosyanaatit (MDI) reagoivat polyolien tai itsensä kanssa ja luovat kiinteään PUR- tai PIR-solurakenteen. MDI (metyleeni-difenyylidi-isosyanaatti) on hengitysteitä herkistävä aine, jolla on R40 (H351) luokitus. Sen epäillään aiheuttavan syöpää.

PU-eristeiden tapauksessa MDI kuitenkin häviää kemiallisesti vaahdotusprosessin aika, eikä sitä ole enää lopullisessa kovassa vaahtotuotteessa⁸. Kolmannet osapuolet testasivat PU-eristet tuotteita tunnustetuin testausmenetelmin varmistaakseen, aiheutuuko niistä MDI-päästöjä (katso liite 1). Kaikki vahvistivat, että tuotteista ei aiheudu MDI-päästöjä.

⁸ REACH-käyttökuvaajat

⁹ D2 Suomen rakentamismääräyskoelma – Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto 2010

Teoreettisesti pahimman mahdollisen tilanteen simuloimiseksi osassa testeistä käytettiin solurakenteeltaan avoimia, joustavia vaahtoja, jotka kompressoitiin säännöllisin väliajoin. Osassa taas käytettiin solurakenteeltaan suljettuja kovia vaahtoja, ja yhdessä testissä uusista PU-levyistä tehtyjä ilmatiiviitä kuutioita, joita ei päällystetty ääriolosuhteiden takaimiseksi. Pieniä MDI-jäämiä oli havaittavissa vain juuri leikatussa PIR-vaahdossa. Määrä jäi kuitenkin alle 30 ng/m³:n, mikä on huomattavasti alhaisempi kuin se altistumistaso, jolla voidaan havaita muutoksia ihmisen terveydessä. PUR/PIR-vaahdolla ei ollut havaittavia MDI-päästöjä enää 24 tunnin jälkeen.

Määritysraja laski peräti 1,9 ng/m³:iin (0,0000019 mg). Se on 26 000 kertaa alhaisempi kuin MDI:n työpillinen työperäisen altistumisen raja-arvo (OEL) 0,05 mg/m³, jota sovelletaan työympäristöihin monissa EU-maissa. Vaikka raja ei päde normaaliin sisäilmaan, sitä käytetään kuitenkin pohjana sisäilman raja-arvojen määrittämiselle. Esimerkiksi Suomessa MDI:n työpaikkojen ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP) on 0,035 mg/m³. Suomen rakentamismääräysten mukaan⁹ epäpuhtauksien pitoisuus voi tavanomaisissa tiloissa olla yleensä korkeintaan 1/10 työpaikkojen ilman haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista”. Kun sovelletaan raja-arvoa 0,0035 mg/m³, sisäilman MDI-

pitoisuus jää PU-eristeiden tapauksessa ainakin 1 800 kertaa raja-arvoa alhaisemmaksi.

Monissa muissa kansallisissa järjestelmissä karsinogeeneiksi luokitelluille aineille ja aineille, joille ei ole määritelty raja-arvoa, sovelletaan yleistä rajaa, joka on sadas- tai tuhannesosa OEL:sta. Silloinkin ilmoitettu havaitsemisraja jää huomattavasti yleistä raja-arvoa alhaisemmaksi. Yleisen altistumisriskin arviointiin voidaan käyttää myös Californian Reference Exposure Limit rajaa¹⁰, joka asettaa kansanterveydelliseksi pitoisuusrajaksi 0,0007 mg/m³ (0,07 pb v/v). Tämä raja on tiukin kaikista raja-arvoista, joita sovelletaan maailmanlaajuisella tasolla. Tässäkin tapauksessa määrittämisraja on yli 350 kertaa kansanterveydellistä rajaa alhaisempi¹¹.

Yllä mainittujen tietojen perusteella voidaan todeta epäilyksettä, että PU-eristetuotteiden valmistuksessa käytettävästä MDI:stä ei aiheudu rakennuksen käyttäjän kannalta merkittäviä päästöjä. Yllä mainittujen testitulosten yhteenveto on liitteessä 1.

¹⁰ <http://www.oehha.ca.gov/air/Allrels.html>

¹¹ Kalifornia harkitsee parhaillaan ehdotusta arvon alentamisesta 0,00008 mg/m³:iin tai 0,08 µg/m³:iin tai 0.008 ppb:hen. Tässäkin tapauksessa havaitsemisraja olisi 40 kertaa alhaisempi kuin ehdotettu raja.



Mikrobiaalinen saastuminen

Kemiallisten aineiden lisäksi vakavia terveyshaittoja voivat aiheuttaa myös homeitiöt ja ns. mikrobiaaliset haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Jälkimmäisten aiheuttajia ovat sienet ja bakteerien aineenvaihdunta. Syntyneet yhdisteet voivat olla myrkyllisiä tai aiheuttaa allergisia reaktioita. Toisin kuin monet muut rakennustuotteet, PU ei sovellu homeen, bakteerien tai hyönteisten kasvualustaksi tai ravinnoksi, eikä se voi suljetun solurakenteensa vuoksi sisältää itiöitä.

Rakennuksen ”hengittävyys”

Matala- ja nollaenergiatalojen rakentaminen ei onnistu ilman ilmatiiviitä rakennuksen vaippoja. Myös tehokkaat luonnolliset tai mekaaniset ilmanvaihtojärjestelmät ovat välttämättömiä, kun halutaan pitää sisäilman kosteustaso miellyttävällä ja terveellisellä tasolla.

Markkinoilla puhutaan paljon ”hengittävien” rakenteiden ja erityisesti ”hengittävän” eristyksen hyödyistä. Tämän näkemyksen kannattajat varoittavat, että kosteus kerääntyy ”hengittämättömiin” rakenteisiin ja johtaa kondenssiin rakennusten sisäpinnoilla. Tämä puolestaan johtaa heidän mukaansa mikrobikasvuun (home, pölypunkit) ja sen negatiivisiin vaikutuksiin.

Ensinäkin, useimmat tutkijat eivät hyväksy termiä ”hengittävyys”, koska se ei kuvaa tiettyä fyysistä ominaisuutta, vaan se on usean ilmiön yhteisvaikutus, joka tulee arvioida koko rakennuksen tasolla.

Kondenssia voi toki esiintyä seinien tai kattojen eristekerroksissa, jos käytetään materiaaleja, joilla on alhainen vesihöyrynvastus. Pienen läpäisevyytensä ansiosta tämä ei kuitenkaan vaikuta PU:hun.



"On totta, että kondenssia voi esiintyä seinien tai kattojen eristekerroksissa, jos käytetään materiaaleja, joilla on alhainen vesihöyrynvastus. Pienen läpäisevyytensä ansiosta tämä ei kuitenkaan vaikuta PU:hun."

Lisäksi pahimmassakin tapauksessa (ilmanvaihtokerroin 0,5 tunnissa) ilmanvaihto aiheuttaa 95 prosenttia kosteuden siirtymisestä talossa, jossa on "hengittävät" seinät¹². Kokonaisilmanvaihto (suunniteltu ilmanvaihto ja vuotoilma) on ainakin 19 kertaa tärkeämpää kosteuden siirtymisen, kosteuden tiivistymisen, homekasvun, pölypunkkien ja niiden aiheuttamien terveysongelmien hallitsemisen kannalta kuin "hengittävyys".

Sama pätee myös rakennuselementtien kosteuspuskurointiin. Tutkimusten mukaan lämpöeristeellä on siinä vain pieni osuus, sillä kosteuspuskurointi rajoittuu pääasiassa uloimpaan kerrokseen, joka on suoraan kosketuksissa sisäilman kanssa¹³.

Ennen vuotta 2020: EU-maiden täytyy siirtyä lähes nollaenergiarakentamiseen uusien rakennusten ja suurten entisöintien yhteydessä



Kuva 3: EU:n energiatehokkuusdirektiivin vaikutus rakennusten ilmatiivyyteen (lähde: TightVent).

¹² Cambridge Architectural Research Ltd. (CAR): *Moisture transfer and the significance of breathability in buildings*

¹³ VTT: *A survey of the breathable building structure concept – Effect of insulation materials (2012)*

PU-eristeen käyttäminen



Kuva 4: MDI-pohjainen polyuretaanivahto dynaamisessa rasiustestissä kammiossa, jossa on näytteenottopumppuja ja -suodattimia.

Onko PU-vaaho haitallista iholle?

Urakoitsijat, jotka leikkaavat valmiita PU-eristeitä sopivan kokoisiksi ja asentavat niitä paikoilleen, joutuvat kosketuksiin PU-vaahdon kanssa. Siksi on tärkeää selvittää, voiko heidän ihonsa joutua kosketuksiin myös MDI:n kanssa.

Asiaa tutkittiin testillä, jossa suodattimien molemmille puolille asetettiin palat joustavaa vaahtoa, joiden annettiin olla kiinni suodattimissa 22 °C:ssa viiden päivän ajan samalla, kun niitä kompressoitiin 75 prosenttiin alkuperäisestä korkeudestaan. Suodatinnäytteistä ei havaittu MDI-yhdisteitä viiden päivän ajalta havaitsemisrajalla 44 ng/cm² tai (oletetun jatkuvan siirtymisen) päiväkohtaisella havaitsemisrajalla 9 ng/cm²¹⁴. Tämä havaitsemisraja on 80 kertaa alhaisempi kuin päivittäisen altistuksen AEL-rajaa-arvo 740 ng/cm².

¹⁴ Evaluation of Consumer Risk Resulting from Exposure Against Diphenylmethane-4,4'-Diisocyanate (MDI) from Polyurethane Foam, Hans-Dieter Hoffmann, Thomas Schupp, EXCLI Journal 2009;8:58-65, ISSN 16112156

Paikan päällä levitettävät PU-vaahdot

Paikan päällä levitettävää PU-vaahtoa käytettäessä tulee noudattaa erityisiä terveys- ja turvallisuusmääräyksiä. Työ on jätettävä rakennusalan ammattilaisille. Kun nestemäiset kemialliset komponentit PMDI ja "vaahtohartsit" yhdistetään ja annostellaan, PMDI:n pitoisuus ilmassa voi nousta yli nykyisten altistusrajojen ja erityisiä turvatoimia tulee noudattaa. Kun PU-vaahtoa käytetään huoneenlämmössä tai viileämmässä muuten kuin ruiskuttamalla, PMDI-pitoisuudet pysyvät monissa EU-maissa käytössä olevan MDI:n työperäisen altistumisen raja-arvon (0,050 mg/m³) alapuolella.

Paikan päällä levitettävää vaahtoa asennettaessa työntekijöiden tulee noudattaa vaadittuja terveys- ja turvallisuusmääräyksiä, joihin kuuluu muun muassa työskentelypaikan rajaaminen ulkopuolisilta.

Jotta altistuminen höyryille, aerosoleille, PMDI-hiukkasille ja muille kemikaaleille pysyisi vaahdon levittämisen aikana mahdollisimman vähäisenä, työntekijöiden tulee käyttää asiaankuuluvia henkilökohtaisia suojavälineitä, kuten moottoroituja hengityssuojaimia, hanskoja, suojapukua (esim. Tyvek), saappaita jne. Suojamaskien suhteen tulee noudattaa valmistajan ohjeita.

PU Europe on kehittänyt alan suuntaviivat ruiskutettavan vaahdon asennukseen. Kansalliset yhdistykset ja valmistajat voivat tarjota yksityiskohtaisia turvallisuusohjeita näiden suositusten pohjalta¹⁵.

Kun vaahdo on kuivunut, sen katsotaan olevan kemiallisesti reagoimaton muiden PU-tuotteiden (eristeet, istuimet, patjat, pintamateriaalit jne.) tapaan. Silloin sen VOC- ja SVOC-päästöt ovat verrattavissa tehdasvalmisteisiin PU-eristeisiin.

"Kun vaahdo on kuivunut, sen katsotaan olevan kemiallisesti reagoimaton muiden PU-sovellusten [...] tapaan. Silloin sen VOC- ja SVOC-päästöt ovat verrattavissa tehdasvalmisteisiin PU-eristeisiin."

¹⁵ PU Europe: Health and Safety Product Stewardship Workbook for Spray Foam (2012)

Liite 1: MDI-päästötestit

Lähde	Testinäyte	Havaitsemisraja	Tulokset (osittain) lainauksina
Päästökammiotesti kovalla PU-vaahdolla, vaihe 1: päästöjen mittaus, PO-numero: 304-EU-ANA, Tri Stephan Konrad, Currenta GmbH&Co KG, 2011	64 l:n sinetöity laatikko, joka on valmistettu vastaleikatuista PIR-levyistä (päällystämättömiä). Reunat sinetöity päästöttömällä teipillä, käsitelty nitrogeeni-kaasulla.	1,9 ng/m ³ (määritysraja) <ul style="list-style-type: none"> Herkimmät saatavilla olevat analyttiset tekniikat 	Näytteenotto ilmasta: dibutyylimiamiinilla (DBA) ja etikahapolla kyllästetty lasikuitusuodatin. "Tutkimuksen ensimmäisessä mittauksessa monomeerisen MDI:n pitoisuudeksi saatiin 28 ng/m ³ (0,00 tuntia)". "Useiden tuntien jälkeen otetuissa näytteissä ei ollut havaittavissa merkitseviä pitoisuuksia 4,4'-MDI:tä tai mitattavia merkkejä 2,4'-MDI:stä verrattuna kontrollinäytteeseen. Testi toistettiin PIR-kuution oltua kolme kuukautta varastossa, eivätkä tulokset osoittaneet merkitseviä arvoja."
Päästökammiotesti kovalla PU-vaahdolla, vaihe 1: päästöjen mittaus, PO-numero: 304-EU-ANA, Tri Stephan Konrad, Currenta GmbH&Co KG, 2011	64 l:n sinetöity laatikko, joka on valmistettu vasta leikatuista PUR-levyistä (päällystämättömiä). Reunat sinetöity päästöttömällä teipillä, käsitelty nitrogeeni-kaasulla.	1,9 ng/m ³ (määritysraja) <ul style="list-style-type: none"> Herkimmät saatavilla olevat analyttiset tekniikat 	Näytteenotto ilmasta: dibutyylimiamiinilla (DBA) ja etikahapolla kyllästetty lasikuitusuodatin. "Lukuun ottamatta 24 tunnin jälkeen mitattua 4,4'-MDI-arvoa 1,3 ng/m ³ , tutkimuksessa ei havaittu monomeerisiä MDI-pitoisuuksia". Arvo 1,3 ng/m ³ on määritysrajan alapuolella, eikä ole siksi merkitsevä.
Evaluation of Consumer Risk Resulting from Exposure Against Diphenylmethane-4,4'-Diisocyanate (MDI) from Polyurethane Foam, Hans-Dieter Hoffmann, Thomas Schupp, EXCLI Journal 2009; 8: 58–65, ISSN 1611-2156 (sivu 60)	Viisipäiväinen MDI-pohjainen kylmäkivetetty joustava vaahto	5,4 ng/m ³	"Testinäytettä paineistettiin jaksottain taajuudella 1,2 Hz." "MDI-analyysi suoritettiin OSHA 47 menetelmän (United States Occupational Safety and Health Administration, 1989) mukaisesti muutamien muunnoksen." "Havaittavia määriä MDI:tä ei löytynyt ilmanäytteistä havaitsemisrajalla 5,4 ng/m ³ ."
European Union Risk Assessment Report METHYLENEDIIPHENYL DIISOCYANATE (MDI) CAS No: 26447-40-5, EINECS No: 247-714-0, European Commission JRC, 2005 (sivu 81)	Solurakenteeltaan avoin joustava vaahto	6 ng/m ³ (päästö) 1 µg/25 cm ² kosketustesti	"Dynaaminen rasitustesti, toteutettiin 135 minuutin pituisena 40 °C:ssa ja 50 %:n suhteellisessa kosteudessa, MDI-päästöjä ei ollut havaittavissa suljetun kammion ilmassa (havaitsemisraja 6 ng/m ³)." "Kosketustestin, jossa derivatisointiainetta sisältävät suodattimet olivat kosketuksissa vaahtopinnan kanssa 5 päivän ajan 22 °C:ssa samalla kun niitä paineistettiin 75 prosenttiin alkuperäisestä näytteen korkeudesta, aikana yhtään MDI:tä ei ollut erotettavissa näytteestä (havaitsemisraja 1 µg/suodatin, eli 1 µg/25 cm ²)."
Institut Bauen und Umwelt e.V.: Environmental Product Declaration – Factory-made polyurethane insulation products (Declaration number: EPD-IVP-20140207-IBE1-DE), 2015 (sivu 8)	Solurakenteeltaan suljettu kova vaahto (eristelevy)	10 ng/m ³	Isosyanaatin haihtuminen <ul style="list-style-type: none"> Mittauksen suorittanut laitos: Fraunhofer Institut für Holzforschung, Wilhelm Klauwitz Institute WKI Testiraportti, päiväys: Testiraportti numero 861/98 päiväys 7. joulukuuta 1998 /IVPU Tulokset: Yhtään isosyaniitin haihtumista ei havaittu testin aikana 1 m³:n testikammiossa. MDI-pitoisuus määritettiin käyttämällä 1-(2-pyridiyyli)-piperatsiinilla kyllästettyjä SUPELCO patruunoita. Erotus tehtiin OSHA 47 menetelmän mukaan ja analyysi HPLC-menetelmän ja fluoresenssidetektion avulla. Havaitsemisraja on 10 ng/m³."
Survey and health assessment of selected respiratory sensitizers in consumer products, Danish Ministry of the Environment, Survey of Chemical Substances in Consumer Products, No. 82 2007	<ul style="list-style-type: none"> Vaahtopatja (solurakenteeltaan avoin joustava vaahto) Joustinpatja (solurakenteeltaan avoin joustava vaahto) 	0,2 ng/m ³	"Patja laitettiin lattialle, ja ilmaa kerättiin 25 cm pinnan yläpuolelta 7 tunnin ajan. Tänä aikana patjalle istutettiin ja sen päältä käveltiin aina puolen tunnin välein." "Kaikki näytteet uudelleen analysoitiin HPLC-menetelmällä 2, mikä osoitti, että missään näytteessä ei ollut MDI:tä."

Vastaava toimittaja
PU Europe

Osoite
Avenue E. Van Nieuwenhuysse 6
B-1160 Brussels

© 2015, PU Europe.

Saadaksesi lisätietoa polyuretaanieristyksestä ja jätehallinnasta, katso www.excellence-in-insulation.eu

Av. E. Van Nieuwenhuysse 6
B - 1160 Brussels - Belgium

Phone: + 32 - 2 - 676 72 71
Fax: + 32 - 2 - 676 74 79

secretariat@pu-europe.eu
www.pu-europe.eu