



PUR ERISTEIDEN MATERIAALIEMISSIOIDEN ESIINTYMINEN

RTA LOPPUTYÖ 2015

ARI LAAMANEN

JOHDANTO

PUR eristeiden emissioiden tutkinta on ollut vähäistä ja oletus perustuu, ettei tuote vanhetessaan muodosta merkittäviä materiaaliemissioita.

Saatavilla tuloksilla on laajempaa merkitystä arvioitaessa isosyaniittia sisältävien tuotteiden käyttöä rakenteissa pitkällä aikavälillä sekä niiden vaikutusta sisäilmastoon.

Vanhenemisen mukana tulleet materiaaliemissiot, ovat tulleet esille etenkin omakotitalojen puuelementeissä, joissa on käytetty eristeenä PUR eristettä puurungon ja levyjen väliin pursutettuna 1980 luvulla.

TUTKIMUKSEN TAVOITE

- Onko vaurioituneessa PUR eristeessä poikkeavia VOC päästöjä?
- Onko vaurioitumattomassa/ vaurioituneessa PUR eristeessä poikkeavia VOC päästöjä?
- Vapautuuko vanhasta PUR eristeessä isosyanaattia?

Tutkimustehtävä on rajattu pientaloissa 1970-1980 luvuilla käytettyihin puuelementteihin, joissa on käytetty PUR eristettä.

Tutkimuksella on merkitystä arvioitaessa PUR eristeiden (puurungon väliin pursotetut, levymäiset eristeet, tiivistysmateriaalina käytettävät pursotetut eristeet) materiaaliemissioiden merkitystä sisäilmastoon ja asumisterveyteen.

TUTKIMUSMENETELMÄT

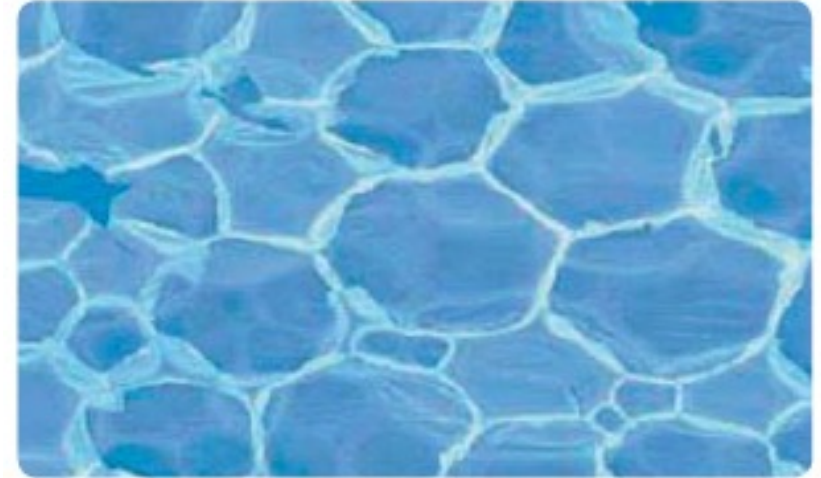
Tutkimus suoritettiin tutkimalla 2 PUR eristettyä omakotitaloa (puurungon väliin pursotetut, levymäiset eristeet, tiivistysmateriaalina käytettävät pursotetut eristeet).

Pääasiallinen menetelmä on VOC ja isosyanaatti mittaukset kohteista. Näytepalat seinärakenteista vertailunäytteineen tutkittiin VTT expert services:n laboratoriossa ja osin analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratorioissa.

POLYURETAANI

Polyuretaani (PUR/PIR) on umpisoluista kertamuovia, jotka pohjautuvat polyuretaaniin (PUR) tai poly-isosyanuraattiin (PIR). PIR eriste on kemiallisesti muunnettu polyuretaanista siten, että siinä on noin kaksinkertainen määrä isosyanaattia.

Polyuretaania (PUR/PIR) käytetään tehdasvalmisteisena lämmöneristelevyinä tai tiivistysvaahdon muodossa sekä yhdistettynä erilaisiin rakennuslevyihin tai sandwich-elementtinä.

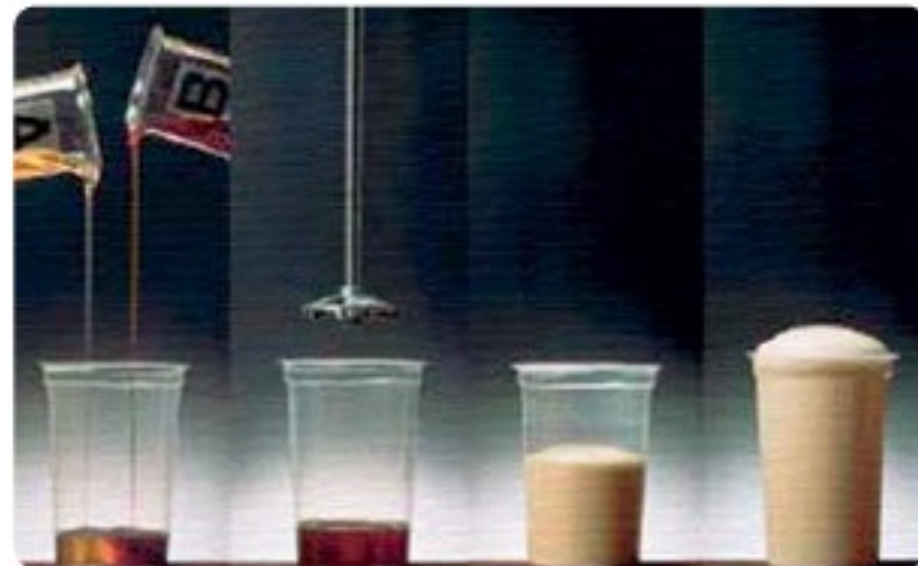


POLYURETAANIN VALMISTUSPROSESSI

Polyuretaanin pääraaka-aineet ovat isosyanaatti, polyoli ja punneaine. Perusmateriaalit reagoivat heti sekoitettaessa, ja niistä syntyy polymeerimatriisi eli ne muuttuvat polyuretaaniksi. Tässä reaktiossa syntyvä lämpö saa punneaineen höyrystymään, mikä tekee polymeerimatriisista vaahtomaista. Vaahdot ovat yleensä MDI-isosyanaattiperustaisia. Laajenneen vaahton tilavuutta ja tiheyttä vaihdellaan muuttamalla lisättävän punneaineen määrää. Polyuretaanin (PUR/PIR) eristysominaisuudet perustuvat punneaineisiin. Yleisin käytössä oleva punneaine on pentaani, jota käytetään joko puhtaana isomeerina tai vakioisomeerien (iso- tai syklopentaanin) sekoituksena.

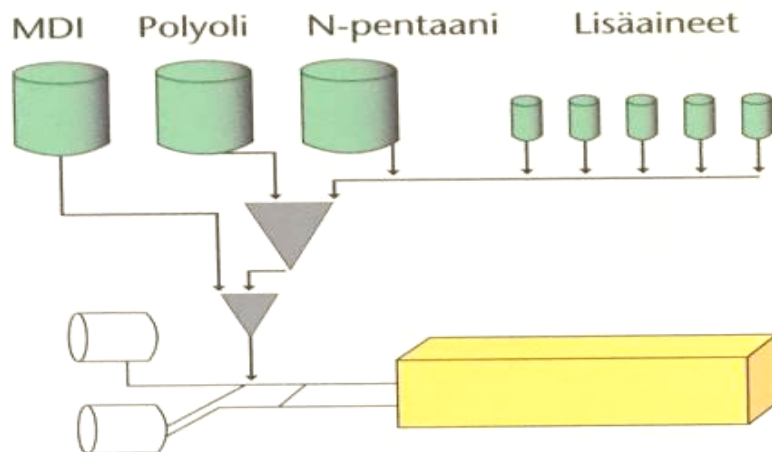
Polyuretaani (PUR/PIR) sisältää paljon suljettuja soluja (suljettujen solujen määrä on $> 90 \%$), punneaineet pysyvät eristemateriaalissa pitkään. Diffuusiotiiviit pinnoitteet vähentävät punneaineen sekoittumista ympäröivään ilmaan.

Polyuretaania (PUR/PIR) valmistetaan saamalla aikaan reaktio kahden nestemuodossa olevan peruskomponentin ja kiehumispisteeltään alhaisen punneaineen, kuten pentaanin tai hiilidioksidin, välillä.



SPU Eristeen valmistus

1. Raaka-aineet



Ala- ja ylälaminaatit

2. Laminaattori:

- Jatkuva valu, muodostaa yhtenäisen eteenpäin kulkevan polyuretaaniaihion kahden laminaatin väliin
- pituus 14 m
- tuotettava levypaksuus 25-200 mm
- tuotantonopeus 3,6-8,5 m/min

3. Sahaus, punnitus ja tuotantoerän merkitseminen



4. Jäähdytys

- PUR/PIR reaktio on eksoterminen reaktio, lämpötila levyn sisässä voi nousta jopa 160 °C. Jäähdytysaika 40-60 min.



5. Profilointi ja pakkaus

- ponttien työstö polyuretaaniaihion pitkille ja lyhyille sivuille
- tarvittaessa levyn pinnan ja pohjan hionta
- levyjen pakkaus myyntipakkauksiin

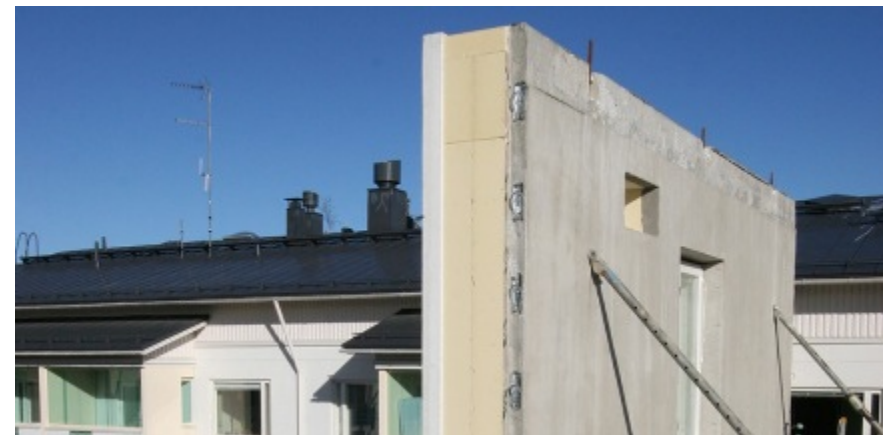


SPUERISTEET

KOSTEUSTEKNISET OMINAISUUDET

Polyuretaanista (PUR/PIR) valmistetut lämmöneristeet eivät ime itseensä kosteutta ilmasta, eivätkä ime itseensä tai kuljeta sisällään kapillaarikosteutta suljetun solurakenteensa ansiosta. Tästä syystä tavallisissa rakennuksissa esiintyvä kosteus ei lisää polyuretaanista (PUR/PIR) valmistettujen eristeiden lämmönjohtavuutta. Vesihöyryn diffuusio ei voi lisätä polyuretaanista (PUR/PIR) valmistettujen lämmöneristyslevyjen kosteustasoa, jos eristyslevyt on asennettu rakenteellisesti oikein.

Diffuusiotiiviillä alumiinilaminaatilla pinnoitetun 100 mm paksun polyuretaanieristelevyn vesihöyryn vastus on noin kahdeksankertainen 0,2 mm muovikalvoon verrattuna.



KEMIALLINEN JA BIOLOGINEN STABIILIUUS

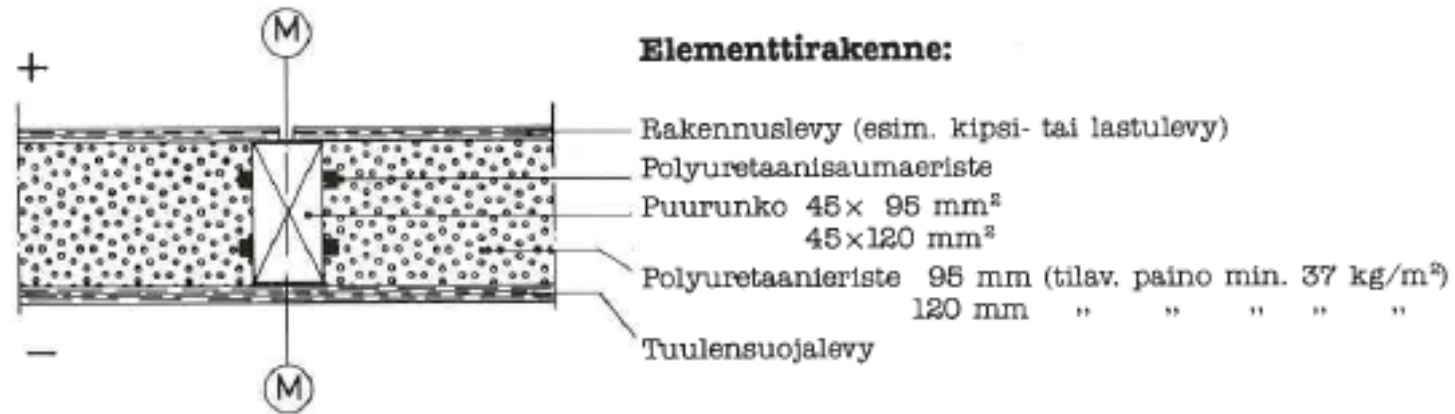
Polyuretaanista (PUR/PIR) valmistetut eristyslevyt kestävät rakennuksissa yleisimmin käytettäviä kemikaaleja, kuten useimpia liimoissa käytettäviä liuottimia, bitumimateriaaleja, puunsuojakemikaaleja ja tiivistysaineita. Lisäksi ne eivät ole alttiita tiivistyskalvoissa käytettävien pehmentimien tai polttoaineiden, mineraaliöljyjen, laimennettujen happojen ja emästen, pakokaasujen tai aggressiivisten teollisten ympäristöjen vaikutuksille. Polyuretaani (PUR/PIR) ei lahoa, kestää homeetta ei ime itseensä hajuja eikä emittoi hajuja.

Polyuretaanieristeestä ei vapaudu minkäänlaisia hajuja eikä kemiallisia aineita. Suomessa polyuretaanieristeille on myönnetty paras sisäilmaluokitus M1.

Diffuusiotiiviillä laminaatilla pinnoitettu polyuretaanieriste ei läpäise radon-kaasua.

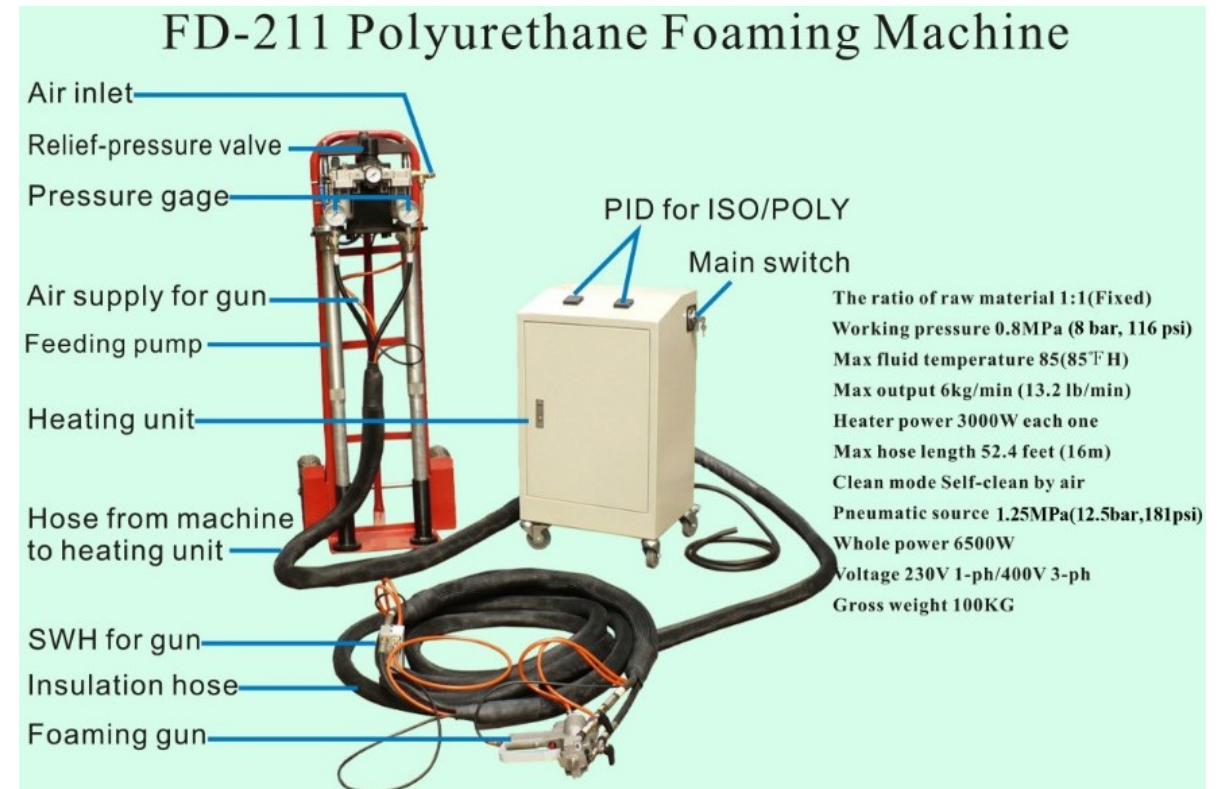


PUR-ERISTEISET PIENTALOT



PUR-ERISTEISET PIENTALOT

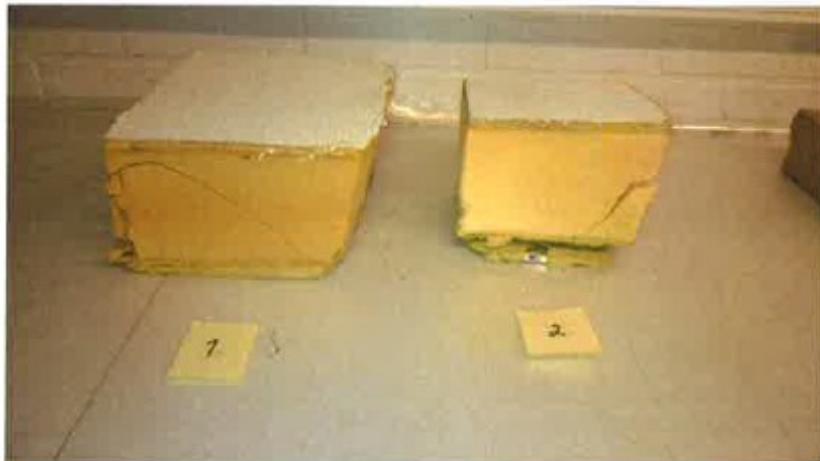
Polyuretaani-eristeiset pienelementit on valmistettu ruiskuttamalla uretaanieristettä elementtitehtaalla työmaaoloissa elementin eristetilään.



TUTKIMUSTULOKSET, VOC – YHDISTEET NÄYTEPALOISTA

Polyuretaanieristeestä haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tilaajan toimittamasta polyuretaanieristenäytteestä (27 * 28 * 15 cm) sisäilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC- emissiot) sekä isosyanaatit. Vertailuna mitattiin vastaava vaurioitumaton näyte (20 * 20 * 15 cm). Näytteet on esitetty kuvissa 1 ja 2. Näytteet toimitettiin tiiviisti folioon ja muovipussiin pakattuna.



Kuva 1. Tutkittava näyte (1) ja vertailunäyte (2).



Kuva 2. Tutkittava näyte (1) ja vertailunäyte (2).

TUTKIMUSTULOKSET, VOC – YHDISTEET NÄYTEPALOISTA 2

Yhteenveto emissiotuloksista on esitetty taulukossa 1. TVOC- arvoon sisältyvät yksittäiset VOC- yhdisteet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1. Polyuretaanieristeiden TVOC- ja isosyanaattiemissiot.

	Emissiokerroin, $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$	
	Tutkittava näyte	Vertailunäyte
	0. vrk	0. vrk
TVOC	455	310
di- isosyanaatit ja niiden trimeerit	< 0,006	< 0,004

TUTKIMUSTULOKSET, VOC – YHDISTEET NÄYTEPALOISTA

- Molemmissa kammionäytteissä todettiin kloorattuja yhdisteitä, jotka eivät ole ominaisia nykyaikaisille polyuretan eristeille.
- Suurimpana emissiona todettiin diklooripropaani, jota ei ilmanäytteessä todettu.
- Etikkahappo

Sisäilman VOC näytteet

- Sisäilman VOC näytteissä yhteisenä tekijänä joka on myös kammionäytteessä todettiin etikkahappo.

QPCR Mikrobialanalyysi

- Analyysissä ei todettu materiaalissa mikrobikasvustoa.

JOHTOPÄÄTÖKSET 1(2)

- Tutkituissa polyuretaanielementtirakenteisten pientalojen sisäilmassa esiintyi poikkeavuutena etikkahappoa. Ilma näytteessä sekä kammionäytteessä
- Rakennusaikakautena ruiskutettavissa uretaanieristeissä käytettiin ponneaineena mm. butaania, joka hapen kanssa reagoidessaan muuttuu hiilidioksidiksi ja etikkahapoksi. On mahdollista, että levyn haurastuminen on vapauttanut umpisoluisesta materiaalista ainesosia, jotka ovat alkaneet reagoida
- Isosyaniittia ei todettu vapautuvan vanhenneesta materiaalista
- Levyn haurastumiseen johtavia tekijöitä ei voida todentaa. Haurastuminen saattaa johtua valmistusvaiheessa tuotannossa tapahtuneista virheistä.

JOHTOPÄÄTÖKSET 2(2)

- Vanhat PUR eriste elementit tehtiin useissa eri tehtaissa. Valmistusajankohtana on talotehtaasta riippuen voitu käyttää eri ponnekaasuja. Ruiskutusta parantavia lisäaineita on myös ollut käytössä. Näistä lisäaineista ei ole saatavilla tietoa ja niillä voi olla osuutta yksittäisten talojen/elementtien vaurioitumiseen. Vaahdotus prosessin hallinta ei 1970-1980 luvuilla ollut niin hallittua kuin nykyisin.
- qPCR testin mukaan ja aikaisempien tutkimusten mukaan eristeessä ei esiinny mikrobikasvustoa.
- CE merkintään liittyvä TVOC raja-arvojen määrittäminen PUR eristeille on juuri lausuntokierroksella ja materiaalille on tulossa CE merkintä. Tällä hetkellä lausuntokierroksella olevassa ehdotuksessa TVOC:lle tiukin luokka tulisi olla 1 mg/m³ nk. Mallihuonepitoisuutena.
- Nykyaikaisia PUR levyjä voidaan pitää VOC päästöiltään turvallisella tasolla olevina tuotteina myös vanhetessaan.