

# FRAME-tutkimus

## Energiatehokas rakentaminen aiheuttaa muutospaineita suunnitteluun ja rakentamiseen

### Betonin toimitus

Tampereen teknillisestä yliopistosta tehdyssä, 3-vuotisessa FRAME-tutkimuksessa on selvitetty ilmastonmuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutuksia vaipparakenteiden kosteustekniseen toimintaan ja rakennusten energiankulutukseen. Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen tuo mukanaan muutospaineita suunnittelijoille ja rakentajille. Rakenteiden dimensiot muuttuvat eristepaksuutta kasvattaessa ja toisaalta rakenteen kosteustekninen toiminta muuttuu vaipan läpi tapahtuvien lämpöhäviöiden vähentyessä.

FRAME-tutkimuksen vetäjä, tutkimusjohtaja *Juha Vinha* TTY:stä esitteli tuloksia marraskuussa pidetyillä Betonipäivillä. Tutkimuksen ovat rahoittaneet TEKES, ympäristöministeriö ja Rakennusteollisuuden toimialaliitot.

"Uusien tehokkaampien lämmöneristemateriaalien käyttö paikoissa, joissa niitä ei ole ennen käytetty, vaikuttaa rakenteen kosteustekniseen, rakenteelliseen ja palotekniseen käyttäytymiseen sekä käytännön toteutukseen. Energiatuhokkuuden parantamisen aiheuttamien muutosten lisäksi myös kiihtyvä ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan rakenteiden toimintaan", hän summasi.

Vinha korostikin kosteustekniseen toimintaan liittyvän koulutuksen tärkeyttä, jotta eri tekijöistä johtuvat muutokset osataan ottaa jatkossa huomioon sekä suunnittelussa että toteutuksessa.

### Uusi analysointimenetelmä

FRAME-tutkimuksen yhteydessä TTY:ssä saatiin valmiiksi uusi rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan analysointimenetelmä. Sillä voidaan aiempaa luotettavammin tarkastella rakenteissa ilmeneviä kosteusriskejä sekä nykyisessä että tulevaisuuden ilmastossa. Suurin osa tutkimuksen tuloksista perustuu tällä menetelmällä tehtyihin laskentatarkaste-

luihin. Menetelmällä saatujen tulosten avulla rakenteet voidaan suunnitella jatkossa siten, että ne kestävät myös poikkeuksellisen rasittavien sääolojen vaikutukset muuttuvassa ilmastossa.

### Keinot on, kunhan ne tunnetaan ja toteutetaan

Rakenteiden kosteusteknisen toiminnan ja vikasietoisuuden heikkeneminen korostaa entisestään rakennusaikaisen kosteudenhallinnan ja huolellisen rakentamisen merkitystä. Rakenteet ja materiaalit tulee suojata sadeveden vaikutuksilta niin hyvin kuin mahdollista, ja rakenteille on varattava riittävästi kuivumisajaa ennen tiiviiden pinnoitteiden asentamista.

"Lähes kaikki vaipparakenteet saadaan toimiviksi myös seuraavan 100 vuoden aikana rakenteellisten muutosten ja toteutusohjeiden muutoksien avulla", Vinha kertoi.

Puurakenteiden kosteusteknistä toimintaa voidaan hänen mukaansa parantaa merkittävästi laittamalla kantavien rakenteiden ulkopuolelle lämmöneristystä.

"Betoni- ja kivirakenteiden kuivumiseen on puolestaan varattava lisää aikaa, jos niiden ulkopuolella käytetään lämmöneristeenä solumuovieristeitä", hän korosti.

Esitellessään tarkemmin betonijulkisivujen toimintaa Vinha huomautti, että pakkasrapau-

tumisvaurioita saattaa alkaa esiintyä vanhassa rakennuskannassa myös sisämaassa ilmastonmuutoksen myötä.

"Pakkasenkestävyyden suhteen nykyinen vaatimustaso on riittävä myös tulevaisuudessa. Betonin lisähuokostuksen on onnistuttava aina", hän korosti. "Raudotteiden sijainnin on oltava normien ja toleranssien mukaisia, on siis käytettävä riittävästi väliskeitä. Ruostumattomien terästen käyttö julkisivuissa on suositeltavaa erityisesti pieliteräksissä. Myös peitepaksuusvaatimustason on oltava riittävä", hän listasi.

Viimeisimpänä, muttei vähäisimpänä hän korosti liitosten ja detaljien toimivuutta. "Näiden toiminnalla ratkaistaan koko rakenteen toimivuus", hän huomautti.

### Myös muutoksia

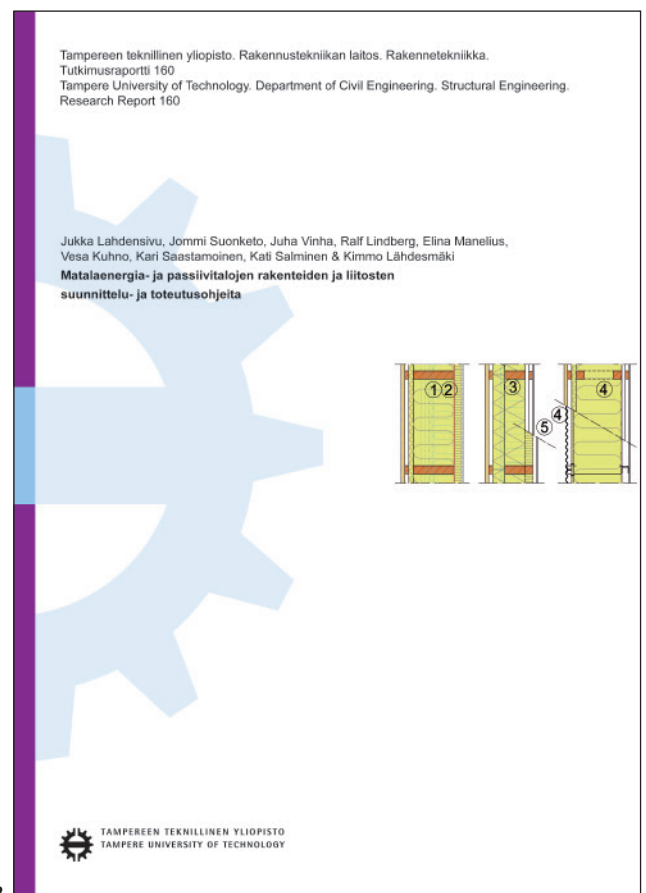
Jotkut rakenteet edellyttävät merkittäviä muutoksia nykyiseen toteutustapaan verrattuna, kuten korkea tiiliverhottu puurunkoinen ulkoseinä, puurunkoinen tuuletettu yläpohja ja ryömintätalilainen alapohja. Puurakenteen päälle tehtävän eristerappauksen käytöstä on syytä luopua kokonaan, mutta rappauspinta voidaan tehdä puurakenteisiin ulkoseiniin esimerkiksi tuuletettua levyrappausta käyttämällä. Tiiliverhoiluissa puurunkoisissa kerrostaloissa voitaisiin käyttää esimerkiksi muurin taakse



1

1 Seinän ulko-osat altistuvat ankarammalle pakasrasitukselle lämpövuotojen vähentyessä. Kuvassa olevan Hämeenlinnan maakunta-arkiston betonirakenteisille julkisivuille on laskettu 200 vuoden käyttöikä. Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen. 2009.

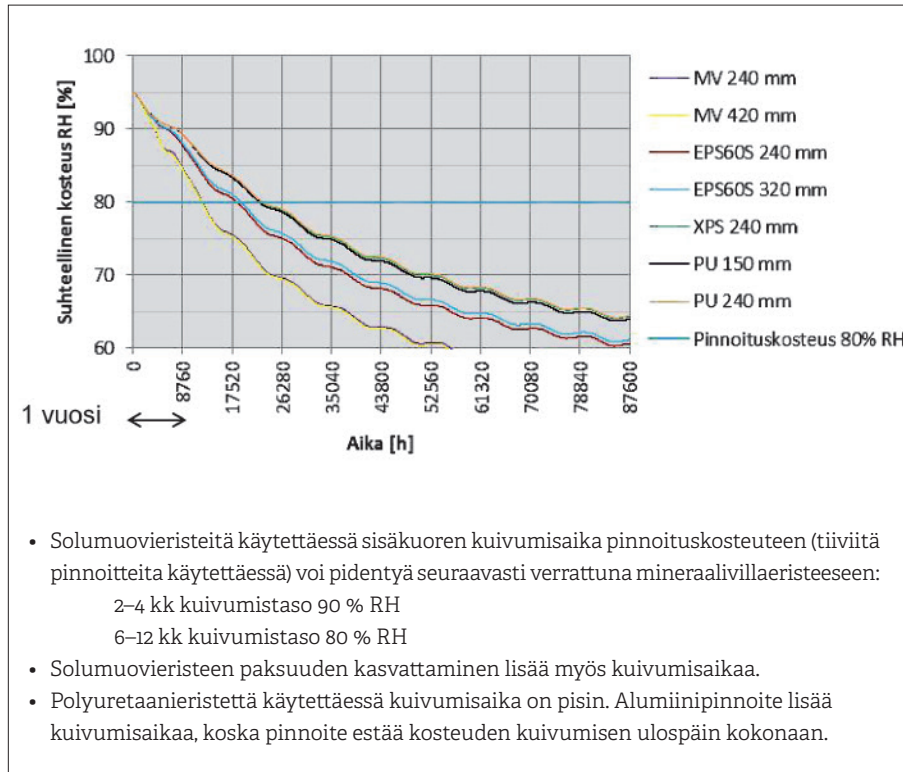
2 Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita -julkaisun kansi. FRAME-tutkimuksen yhteydessä on laadittu matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteille ja liitoksille suunnitteluohjeet, joissa esitetään keskeisiä toteutusperiaatteita ja huomioon otettavia asioita vaipparakenteita suunniteltaessa ja toteutettaessa.



2



Rakennusaikaisen kosteuden kuivuminen betonielementin sisäkuoresta



asennettavaa teräsohutelvyrakennetta, joka samalla toimisi puurungon työnaikaisena sääsuojana.

Uusien talojen vaipparakenteet voidaan Vinhan mukaan myös tulevaisuudessa toteuttaa niin, ettei erillisiä teknisiä laitteita ja järjestelmiä, kuten kuivaimia, lämmittimiä tai ilmanvaihtojärjestelmiä, ei tarvita rakennuksen käytön aikana rakenteiden kosteusteknisen toiminnan varmistamisessa. Sen sijaan korjausten yhteydessä tehtävän lisäeristämisen seurauksena rakenteiden toiminta voi edellyttää näiden laitteiden käyttöä.

Kosteuden tiivistyminen ja huurtuminen ikkunoiden ulkopintaan lisääntyy voimakkaasti, jos ikkunoiden lasiosien lämmönläpäisykerrointa eli U-arvoa parannetaan nykyisestä tasosta. Kosteuden tiivistyminen on ajoittain ongelmana jo nykyisissäkin ikkunoissa. Ikkunan ulkopintaan laitettava selektiivipinnoite poistaa tämän ongelman.

**Lämmöneristyksen lisääminen nykytasosta ei enää järkevää**

Vaipparakenteiden lämmöneristyksen lisääminen Suomen rakentamismääräysten nykyisestä vertailutasosta ei Vinhan mukaan ole enää taloudellisesti kannattavaa kerrostaloissa ja toimistorakennuksissa. Pientaloissa kannattavuus riippuu siitä, kuinka pitkä takaisinmaksuaika lisäeristämislle hyväksytään. Tämä johtuu lisäeristämällä saavutettavan energiansäästön vähenemisestä ja rakennusten

jähdytystarpeen kasvusta.

FRAME-tutkimuksen yhteydessä on laadittu matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteille ja liitoksille suunnitteluohjeet, joissa esitetään keskeisiä toteutusperiaatteita ja huomioon otettavia asioita vaipparakenteita suunniteltaessa ja toteutettaessa. Ohjeessa on keskitytty tavanomaisimpien ja tyypillisimpien rakenteiden tarkasteluun.

**Lisätietoja:**

Projektiin liittyvät aineistot ovat saatavilla projektin nettisivuilla osoitteessa <http://www.rakennusteollisuus.fi/frame>

**Energy efficient construction makes changes necessary in design and building**

The three-year FRAME research project carried out at Tampere Technical University focused on studying the effects of the climate change and increased heat insulation on the moisture conditions of the envelope structures and the energy consumption of the buildings.

The risk of moisture damage increases in many conventional structures as a result of the climate change and increased heat insulation. On the other hand, there are also many structures, the functions of which are not significantly influenced by these factors.

In addition to the changes in the conditions inside the structures, moisture risk is also increased due to structural solutions, structural dimensions and implementation methods.

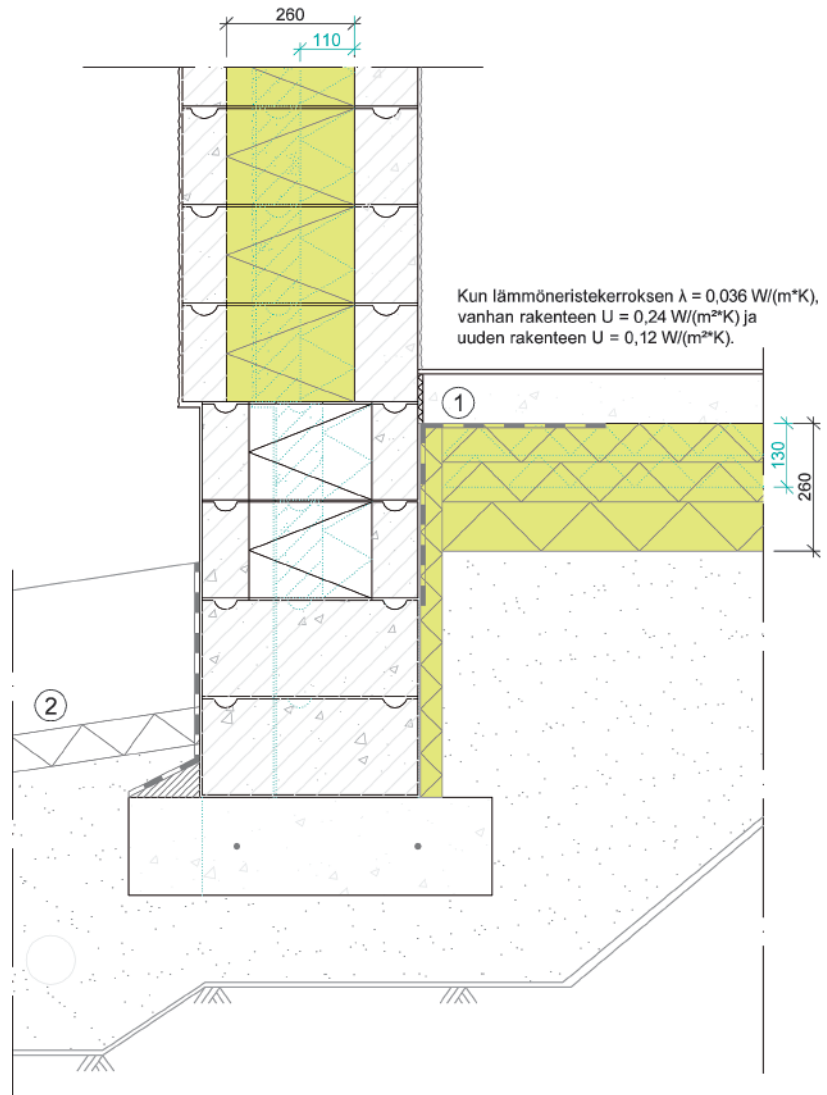
The functioning of almost all envelope structures can be guaranteed also during the next 100 years, however, by utilising appropriate structural modifications and revised implementation guidelines. The moisture behaviour of wooden structures can be significantly improved by installing heat insulation on the outside of load-bearing structures.

More time has to be reserved for the curing of concrete and stone structures, if cellular plastic insulation is used on their outside for heat insulation. As concerns the installation of reinforcing and the frost resistance of concrete, current instructions for the implementation of concrete structures are adequate.

**3 Maanvastainen alapohja**

1. Laatan ja seinän välisen liitoksen ilmatiiviydestä on huolehdittava, jotta maasta ei pääse sisäilmaan haitallisia päästöjä. Radonsuojausta on suositeltavaa käyttää kaikissa kohteissa, ei vain riskialueilla, sillä se estää tehokkaasti myös muiden haitallisten päästöjen kulkeutumisen alapohjasta sisätiloihin.
2. Routasuojauksen mitoituksessa on otettava huomioon, että lämpövuodot alapohjan läpi pienentyvät lämmöneristyspaksuutta kasvattaessa, joten maapohja on viileämpi.

Kun lämmöneristekerroksen  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ,  
vanhan rakenteen  $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  ja  
uuden rakenteen  $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .



**Ilmastonmuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutuksia tavanomaisissa vaipparakenteissa**

| Vaatii lisää kuivumisaikaa   | Vaatii rakenteellisia muutoksia   | Käytöstä on syytä luopua  |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>solumuovieristeiset betoni-sandwich- ja sisäkuorielementit</b></li> <li>• <b>ulkopuolelta solumuovieristeillä eristettävät kivirakenteet</b></li> <li>• <b>sisäpuolelta lisäeristettävät massiivirakenteet</b></li> </ul> <p>Kivirakenteen riittävä kuivuminen on varmistettava, jos rakenne pinnoitetaan sisäpuolelta vesihöyrytiiviillä pinnoitteella tai materiaalilla tai peitetään kaapistoilla tai muilla kuivumista rajoittavilla rakenteilla.</p> <p>Sisäpuolelta lämpöeristettyjen massiivirakenteiden riittävä kuivuminen on varmistettava ennen sisäpuolen lämmöneristyksen ja höyrynsulun laittamista.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>puurakenteinen yläpohja</b> (lämpöä eristävä aluskate/ tulensuoja, vähemmän ilmaa läp. lämmöneriste)</li> <li>• <b>tiiliverhottu puurankaseinä</b> (lämpöä eristävä tuulensuoja, erillinen höyrynsulkukerros tuuletus-rakoon yli 10 m korkeissa seinissä)</li> <li>• <b>sisäpuolelta lisäeristetty hirsiseinä</b> (ilmanpitävä ja riittävä höyrynsulku)</li> <li>• <b>ryömintätällainen alapohja</b> (maanpinnan lämmöneristys, lämpöä eristävä ja kosteutta kestävä tuulensuoja puurakenteis. alapohjassa)</li> <li>• <b>maanvastainen alapohja</b> (routaeristuksen lisäys)</li> <li>• <b>ikkunat</b> (ulkolasin ulkopintaan matala-emissiviteettipinta)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>tuulettumaton eristerappaus puurankarakenteen tai massiivipuu-rakenteen päällä</b></li> </ul> <p>Korvaavana rakenteena voidaan käyttää esim. tuulettun levyverhouksen päälle tehtyä rappausta tai muuta ratkaisua, jossa rakenne tuuletetaan.</p> |

Taulukossa esitetyt asiat ovat voimassa myös vanhoja rakenteita korjattaessa ja lisäeristettäessä.