

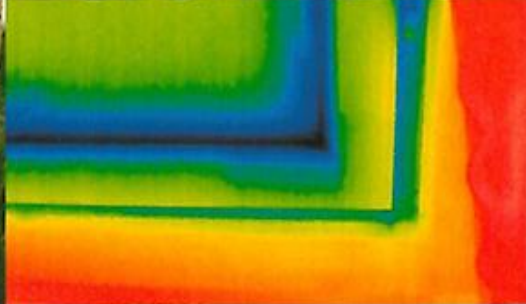
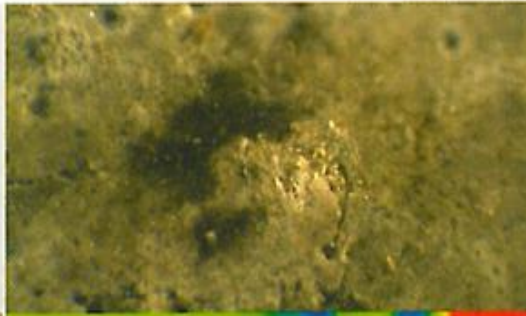
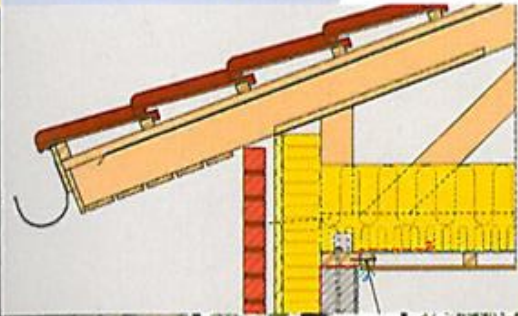


TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Seminaarijulkaisu 2
Department of Civil Engineering. Structural Engineering. Proceedings 2

RAKENNUSFYYSIIKKA 2009

Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut
27.–29.10.2009, Tampere





TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Rakennustekniikan laitos



RAKENNUSFYSIKKA 2009

**Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut
27.–29.10.2009, Tampere**

Toimittajat Juha Vinha & Kimmo Lähdesmäki

Tampereen teknillinen yliopisto
Rakennustekniikan laitos
Rakennetekniikka
Tampere 2009

ISBN 978-952-15-2254-3

Esipuhe

Valtakunnallinen rakennusfysiikkaseminaari järjestetään nyt toisen kerran. Seminaarin ohjelmaa laajennettiin tällä kertaa kolmelle päivälle seminaariesityksien suuren määrän vuoksi. Myös osanottajien määrä on edelleen kasvanut, mikä kertoo aihealueen kiinnostavuudesta ja seminaarin tarpeellisuudesta. On ollut ilahduttavaa huomata, että tapahtuma on saanut näin hyvän vastaanoton rakennusalan ammattilaisten keskuudessa.

Kiristyvät energiansäästöavoitteet ja lämmöneristysmääräykset näkyvät tällä kertaa seminaarissa vielä aiempaa enemmän. Viimeinen päivä seminaarissa liittyykin kokonaan tähän aihealueeseen sisältäen esityksiä sekä rakennusten ilmanpitävyydestä että hyvin eristetyistä matalaenergia- ja passiivitaloista. Energiansäästön ohella esityksissä tarkastellaan myös lisäeristämisen vaikutuksia rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan, joka on ollut ajankohtainen aihe viime aikojen julkisessa keskustelussa.

Myös seminaarin kansainväliset pääpuhujat on valittu tähän samaan teemaan liittyen. Tohtori Berit Time (SINTEF, Norja) pitää esityksen Norjassa toteutetuista ja parhaillaan käynnissä olevista hankkeista liittyen rakenteiden kosteustekniseen toimintaan ja rakennusten energiankulutuksen vähentämiseen. Norjassa tähän aihealueeseen panostetaan tällä hetkellä erittäin voimakkaasti. Professori Carl-Eric Hagentoft Chalmersin teknillisestä yliopistosta Ruotsista kertoo puolestaan niistä riskeistä ja ongelmista, joita voi esiintyä, kun rakennusten energiatehokkuutta ja vaipparakenteiden U-arvoja parannetaan. Professori Hagentoft on myös parhaillaan valmistelemassa uutta IEA:n (International Energy Agency) alaisuudessa toimivaa kansainvälistä Annex tutkimusprojektia tähän aihepiiriin liittyen.

Lämmöneristysten ja ilmanpitävyyden lisäksi seminaarissa on kuitenkin paljon muitakin mielenkiintoisia aihealueita. Esimerkiksi homeen kasvun laskennalliseen mallinnukseen liittynyt laaja tutkimusprojekti on juuri saatu päätökseen ja sen tuloksia esitellään useammassakin esityksessä. Tällä kertaa mukana on myös esityksiä ikkunoiden rakennusfysikaalisesta toiminnasta, joka myös korostuu energiansäästöavoitteiden tiukentuessa. Kosteusvauriot ja julkisivurakenteiden toiminta edustavat puolestaan perinteisiä seminaarin aihepiirejä, joissa riittää aina uusia haasteita.

Kiitän kaikkia artikkelien kirjoittajia ja esittäjiä, seminaaripäivien puheenjohtajia ja seminaarin järjestelyyn osallistuneita ihmisiä sekä seminaarin järjestämistä tukeneita yrityksiä ja yhdistyksiä merkittävästä panoksesta seminaarin toteuttamisessa.

Tampereella 15.10.2009

Juha Vinha
TTY, Rakennustekniikan laitos
Seminaarin puheenjohtaja
RIL:n rakennusfysiikan toimikunnan puheenjohtaja

Rakennusfysiikka 2009 –seminaarin tukijat

Seuraavat yritykset ja yhdistykset ovat tukeneet Rakennusfysiikka 2009 –seminaarin järjestämistä:

A-Insinöörit Oy
Christian Berner Oy
Comsol Oy
Elmatec Oy
Eltete Oy
EPS-rakennuseristeteollisuus
Fibratus Oy
Finnfoam Oy
H+H Finland Oy
Hedtec Oy
Icopal Oy
Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy
Insinööritoimisto Ylimäki & Tinkanen Oy
Inwido Finland Oy
Jaatimet Oy
Jetta-Talo Oy
Knauf Oy
Lemminkäinen Katto Oy
maxit Oy Ab
Metsäteollisuus ry
Muottikolmio Oy
NCC
Parma Oy
Paroc Oy Ab
As Rake
Rakennusteollisuuden Koulutuskeskus RATEKO
Rautaruukki Oyj
Redi-talot Oy
Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy
Senaatti-kiinteistöt
Skaala Ikkunat ja Ovet Oy
Skanska
Suomen Rakennustarkastus Oy
Suomen Sisäilmakeskus Oy
Suunnittelutoimisto Dimensio Oy
ThermiSol Oy
Tremco illbruck Oy
Turun Juva Oy
Uponor Oyj
Vahanan-yhtiöt
Wienerberger Oy

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe	iii
Rakennusfysiikka 2009 –seminaarin tukijat	iv
1. Avaussessio	1
Adaption of buildings to a changing climate in Norway – resent and future research work <i>Berit Time, Kim Robert Lisø, Stig Geving, Steinar Grynning, Jonas Holme, Bjørn Petter Jelle, Knut Noreng, Sivert Uvsløkk, Jan Vincent Thue, Tore Kvande and Thor-Oskar Relander</i>	3
Risk of performance failure in new and retrofitted low-energy building envelopes <i>Carl-Eric Hagentoft</i>	23
2. Rakenteiden rakennusfysikaalinen suunnittelu ja toteutus	33
Rakennusfysikaalinen suunnittelu vaativassa kerrostalokohteessa <i>Toni Tuomola</i>	35
Maanvastaisten rakenteiden salaojittava lämmöneristäminen <i>Mikko Aalto ja Osmo Semberg</i>	43
Kosteusteknisesti turvallinen kellarinseinän lämmöneristys ja vedenpaine-eristys uudella Finnfoam CW-300 eristeellä <i>Henri Nieminen</i>	49
3. Rakenteiden kosteusvauriot ja korjaaminen	53
Kosteusvaurioiden yleisyys Euroopassa <i>Ulla Haverinen-Shaughnessy</i>	55
Säälle alttiiden puurakenteiden kestoajan mallintaminen <i>Hannu Viitanen, Tomi Toratti, Ruut Peuhkuri, Tuomo Ojanen ja Lasse Makkonen</i>	61
Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen <i>Susanna Peltola ja Vesa Asikainen</i>	69
Seurakunnallisten rakennusten kiinteistönpidollisia ja korjausteknisiä haasteita <i>Ville Varjo</i>	77
Huokoisten laastien sekä polyamidi-kalvon VOC-yhdisteiden läpäisevyys <i>Janne Sievola ja Hanna Keinänen</i>	83
Kostuneen rakenteen kuivatus mikroaaltokuivaimella <i>Ilkka Tikkanen ja Virpi Ranta</i>	93
Kartanon viljamakasiini - korjataanko vai rakennetaanko uudestaan? <i>Anu Laurila</i>	103
Kokemuksia kuntotutkimuksiin liittyvien mittaustulosten tulkinnasta: yleiset virheet ja sudenkuopat <i>Jommi Suonketo</i>	109

4. Julkisivurakenteet	115
Pakkasenkestävyydeltään puutteellisten betonijulkisivujen korjausmahdollisuudet <i>Jukka Lahdensivu</i>	117
Raketerm-julkisivuelementin rakennusfysikaalinen toiminta <i>Kimmo Lähdesmäki ja Juha Vinha</i>	127
Puurakenteinen TES-järjestelmä julkisivujen korjausratkaisuna <i>Erno Huttunen ja Markus Derry</i>	137
Uusi energiatehokas julkisivujen saneerausmenetelmä <i>Jussi Kurikka, Pasi Käkelä ja Janne Jormalainen</i>	147
5. Ikkunat	157
Ikkunoiden toimivuuteen vaikuttavat tekijät ja ikkunat sisäilman olosuhteiden indikaattorina <i>Timo Kauppinen, Ismo Heimonen, Kari Hemmilä ja Markku Riihimäki</i>	159
Ikkunoiden toiminnalliset vaatimukset ja niiden toteuttamisen keinot – kuinka toteutetaan hyvä lämmöneristävyys ja ilman- ja sateenpitävyys? <i>Ismo Heimonen, Kari Hemmilä ja Pekka Sipari</i>	171
Hyvin eristetyn ikkunan kondensoitumisherkyys kenttätutkimuksessa <i>Kimmo Lähdesmäki ja Juha Vinha</i>	183
6. Homeen kasvu rakennuksissa	193
Käytännön esimerkkejä rakennusten kontaminoitumisesta ja niiden puhdistamisesta <i>Pertti Metiäinen</i>	195
Välipohjarakenteiden vanhojen täyttöjen vaikutukset sisäilmassa <i>Harri Korkalainen</i>	199
Homeen estäminen rakennuksissa – kosteudenhallinnan menettelytavat suunnittelusta käytäntöön <i>Ensio Laaksonen</i>	207
7. Homeen kasvun laskennallinen mallinnus	217
Rakennusmateriaalien homehtuminen laboratorio- ja kenttäkokeissa <i>Kati Salminen, Hannu Viitanen, Leena Paajanen, Kimmo Lähdesmäki, Tomi Strander, Juha Vinha, Hanna Iitti, Tuomo Ojanen ja Ruut Peuhkuri</i>	219
Homeen kasvu seinärakenteissa laboratorio- ja kenttäkokeissa <i>Kimmo Lähdesmäki, Kati Salminen, Juha Vinha, Tomi Strander, Hannu Viitanen, Leena Paajanen, Hanna Iitti, Tuomo Ojanen ja Ruut Peuhkuri</i>	229

Rakennusmateriaalien homeenkestävyys ja sen mallintaminen pysyvissä kosteusrasitusoloissa <i>Ruut Peuhkuri, Hannu Viitanen, Tuomo Ojanen, Juha Vinha ja Kimmo Lähdesmäki</i>	239
Homeen kasvun mallintaminen vaihtelevissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa <i>Tuomo Ojanen, Ruut Peuhkuri, Hannu Viitanen, Juha Vinha ja Kimmo Lähdesmäki</i>	249
8. Ääneneristys	259
Suurten asuintilojen ääneneristys <i>Heikki Helimäki ja Timo Huhtala</i>	261
Rakennusosien ilmajääneneristävyyksien mallintaminen rakentamisessa ja tuotekehityksessä <i>Mikko Kylliäinen ja Antti Mikkilä</i>	269
Eristerapatun betonielementtiulkoseinän ilmajääneneristävyys <i>Jussi Rauhala</i>	279
Raideliikenteen tärinä ja runkomelu; arviointi- ja vaimennusmenetelmät viimeaikaisissa kohteissa <i>Timo Huhtala</i>	289
9. Rakennusfysiikan opetus	299
Uuden rakennusfysiikan käsikirjan toteutus <i>Juha Vinha</i>	301
10. Rakennusten ilmanpitävyys	309
Rakennusten ilmanpitävyys ja energiatehokkuus <i>Timo Kauppinen, Ilpo Kouhia, Keijo Kovanen, Tuomo Ojanen, Jarmo Laamanen, Tapani Mäkiö, Pekka Seppälä ja Erkki Vähäsöyrinki</i>	311
Kerrostalon ilmanpitävyyden määrittäminen koko portaana mittauksena <i>Anu Aaltonen ja Juha Vinha</i>	321
Calculating Potential Freedom from Structural Damage of Thermal Insulation Structure in Timber-Built Systems <i>Jens-Lüder Herms</i>	331
Ilmavuotojen merkitys seinä- ja kattorakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa <i>Targo Kalamees ja Jarek Kurnitski</i>	341
Ohjeita ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutukseen <i>Hanna Aho ja Juha Vinha</i>	351
Ilmanpitävyyden laadunvarmistusohje teollisille talotoimittajille <i>Juha Vinha, Jarek Kurnitski, Minna Korpi ja Jussi Mattila</i>	361

11. Energian tuotto ja käyttö	371
Aurinkopaneleista aurinkoteknisen toiminnallisuuden sisältäviin rakennusosiin <i>Mikko Juntunen</i>	373
Energiatehokas ja kosteusteknisesti turvallinen kuivanapitolämmitys kesämökeissä <i>Jarkko Piironen ja Juha Vinha</i>	381
12. Matalaenergia- ja passiivitalot	391
Pientalojen matalaenergiatalokonsepteja <i>Timo Kalema ja Jari Rintamäki</i>	393
Raahen Kummatti – pura ja rakenna projekti 1970-luvun lähiössä <i>Harri Hagan ja Petri Kontukoski</i>	403
Yläpohjaratkaisu matala- ja passiivienergiataloihin <i>Janne Jormalainen</i>	415
Paroc – passiivitaloprojekti <i>Pekka Haikonen</i>	421
Korjaamalla passiivitalostandardiin <i>Ruut Peuhkuri ja Søren Pedersen</i>	427
Passiivitalosuunnittelijoiden koulutus ja sertifiointi <i>Ruut Peuhkuri, Søren Pedersen, Ingrid Weiss ja Annette Bähr</i>	437
Case Luukku House: Tavoitteena plusenergiatalo Madridissa ja nollaenergiatalo Helsingissä <i>Petri Pyly, Kimmo Lylykangas ja Matias Keto</i>	445
13. Matalaenergiarakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toiminta	453
Rakennusprosessien kosteuden hallinta ja matalaenergiarakenteiden toimivuus <i>Ruut Peuhkuri, Tuomo Ojanen ja Jyri Nieminen</i>	455
Lämmöneristyksen lisäyksen vaikutuksia rakenteiden käytännön toteutukseen <i>Jukka Lahdensivu</i>	465
Kosteusteknisesti turvallinen matalaenergia- ja passiivirakentaminen <i>Pasi Käkelä ja Janne Jormalainen</i>	475
Ilmastonmuutoksen vaikutukset matalaenergiarakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa – uusi FRAME-projekti <i>Juha Vinha ja Ari Venäläinen</i>	485
14. Yritysten ja yhdistysten ilmoitukset	493