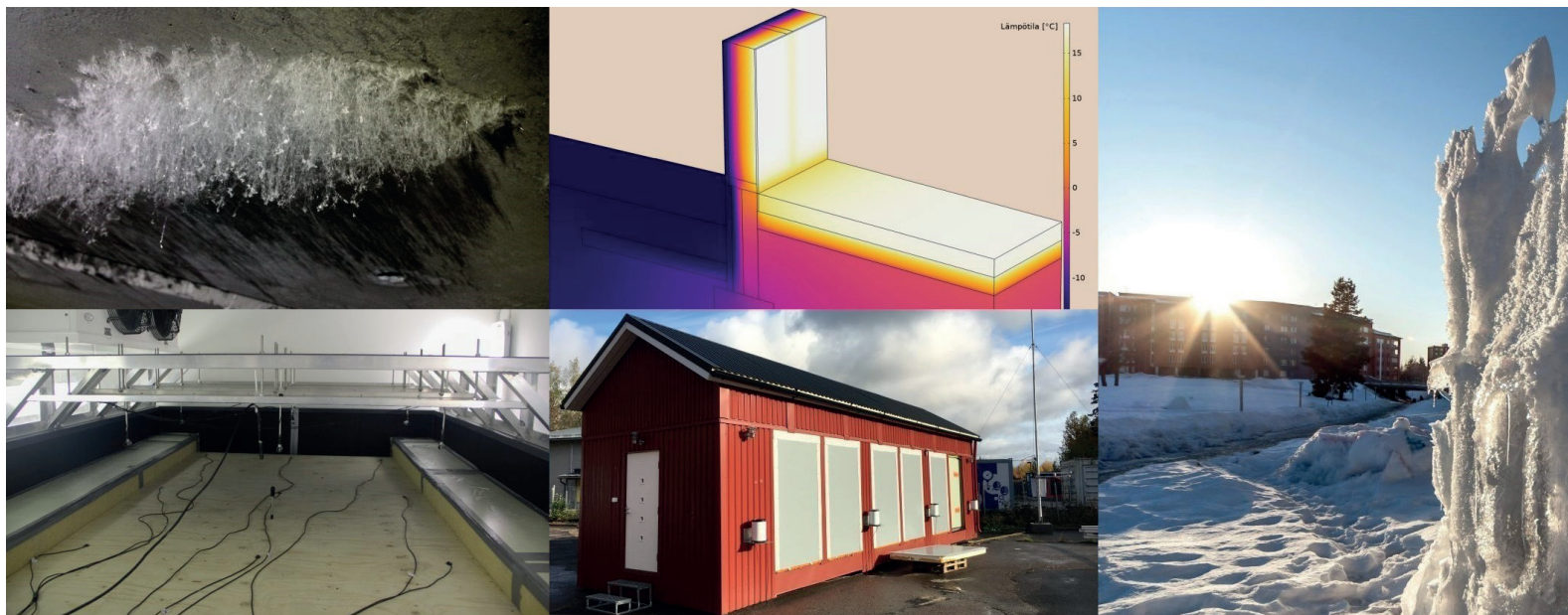


## RAKENNUSFYSIIKKA 2019

Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut  
28.–30.10.2019, Tampere

### Osa 1



## **RAKENNUSFYSIKKA 2019**

**Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut  
28.–30.10.2019, Tampere**

**Osa 1**

Toimittajat Juha Vinha & Tuomas Raunima

Painopaikka:  
Punamusta  
Suomen Yliopistopaino Oy  
Tampere 2019

ISBN 978-952-03-1309-8

## Esipuhe

Tampereen yliopiston rakennusfysiikan tutkimusryhmän ja RIL:n järjestämä rakennusfysiikkaseminaari pidetään nyt kuudennen kerran. Edellisen seminaarin jälkeen Tampereelle on syntynyt Suomen toiseksi suurin yliopisto Tampereen yliopiston ja Tampereen teknillisen yliopiston yhdistyessä. Rakennustekniikan yksikkö, johon rakennusfysiikan tutkimustyhmäkin kuuluu, jatkaa toimintaansa uuden yliopiston Hervannan kampuksella.

Seminaarin laajentumisesta johtuen sen toteutuksessa on jälleen jonkin verran muutoksia. Tampere-talon Duetto-salit ovat nyt kokonaan näytteilleasettajien käytössä ja siellä pidetään myös tiistai-illan perinteinen cocktailtilaisuus. Tapahtuman rinnakkaisosaliksi on vaihtunut uusi Maestro-sali, jonka suurista ikkunoista avautuu hienot näkymät Tampere-talon ympäristöön.

Seminaaripäivät on jaettu tutuksi tulleella tavalla eri aihepiirejä koskeviin teemoihin. Ensimmäisen päivän aiheet liittyvät rakennusfysiikan tutkimukseen, rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan ja uusiin ohjeisiin. Toisena päivänä keskitytään perinteiseen tapaan rakennusten kosteus- ja homeongelmiin, niiden ennaltaehkäisemiseen ja sisäilman laatuun. Kolmannen päivän aihepiireinä ovat puolestaan rakennusten energiatehokkuus ja akustiikka, mutta myös vähähiiliset ja luonnonmukaiset rakenteet. Kaiken kaikkiaan seminaarissa kuullaan taas yli 90 puheenvuoroa, kuten viime kerrallakin.

Seminaarissa vietetään samalla myös rakennusfysiikan tutkimusryhmän 25 vuotisjuhlia. Tutkimusryhmä sai alkunsa vuonna 1994, kun aloimme rakentaa ensimmäistä tutkimuslaitteistoa seinärakenteiden tutkimusta varten silloisessa Tampereen teknillisessä korkeakoulussa. Tutkimustoiminnassa siirryttiin pitkäjänteisempään ja tavoitteellisempaan tutkimukseen ja tutkimusten ohella kehitettiin jatkuvasti myös uusia tutkimuslaitteita ja menetelmiä. Paljon on tapahtunut kuluneen neljännesvuosisadan aikana ja tästä kerrotaan tarkemmin seminaarin avaavassa juhlaluennossa. Juhlan kunniaksi järjestämme maanantaina myös ekskursion Hervantaan, jossa tutustutaan tutkimusryhmän nykyisiin tutkimusmenetelmiin ja -laitteisiin. Cocktailtilaisuuden yhteydessä on tarjolla myös erityisohjelmaa tähän teemaan liittyen.

Rakennusfysiikan alueelle on tuotettu viimeisen runsaan vuosikymmenen aikana suuri määrä uusia ohjeita erityisesti rakenteiden kosteustekniseen toimintaan, kosteus- ja mikrobivaurioihin ja sisäilman terveysvaikutuksiin liittyen. Tämä trendi jatkuu ja näkyy tässäkin seminaarissa. Perinteinen rakentamismääräyskokoelma on vaihtunut vuoden 2018 alussa asetuksiksi ja niiden sovellusohjeiksi, joiden työstäminen on osittain edelleen kesken. Ympäristöministeriön johdolla on tehty tai valmisteltu myös monia muita julkaisuja liittyen mm. kosteus- ja mikrobivaurioiden korjauksiin, rakennusten paine-erojen mittaukseen ja säätöön sekä vähähiiliseen rakentamiseen. Tämän lisäksi myös monet muut organisaatiot ovat tuottaneet uusia ohjeita ja työkaluja rakennusfysiikkaan liittyvistä aihepiireistä. Uusien ohjeiden tausta on hyvin ymmärrettävä, koska tarvitsemme lisää ratkaisuja kosteus- ja mikrobivaurioiden sekä ilmastonmuutoksen synnyttämiin haasteisiin rakentamisessa. Samalla kun omaksuttavan tiedon määrä koko ajan kasvaa, kokonaisuuden hallinta muodostuu yhä tärkeämmäksi ja eri rakennusalan ammattilaisten välinen yhteistyö korostuu entisestään.

Tutkimuksen puolella seminaarin keskeisenä teemana on entistä tarkempien laskentamenetelmien kehittäminen, jotta rakenteiden toimintaa voidaan arvioida luotettavammin. Oleellista on myös saada rakenteiden kosteustekniseen toimintaan entistä enemmän lisävarmuutta, joka kattaa mm. rakentamisessa tehtävien tyyppillisten virheiden ja ilmastonmuutoksen vaikutukset.

Rakennusfysiikan tutkimusryhmä on tehnyt tätä laskentamenetelmien kehitystyötä jo lähes 20 vuoden ajan ja kehittänyt sen tuloksena rakenteiden kosteusteknisen toiminnan analysointimenetelmän, jota esitellään myös juhluennossa.

Seminaarissa kuullaan juhluennon lisäksi kaksi kansainvälistä ja yksi suomalainen keynote-puheenvuoro. Seminaarin avauspäivän keynote-esityksen pitää WUFI-ohjelman luoja ja kehittäjä professori Hartwig Künzler Fraunhofer-instituutista Saksasta. WUFI on tunnetuin ja laajimmalle levinnein rakennusfysiikan laskentaohjelma maailmassa. Hartwig Künzler johtaa myös rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan tutkimusta Fraunhofer-instituutissa.

Tiistaina keynote-puhujana on Anders Kumlin Ruotsista, jolla on lähes 40 vuoden kokemus rakenteiden kosteusteknisestä toiminnasta ja kosteusvaurioista Ruotsissa. Ruotsin rakenneratkaisut ovat varsin samanlaisia kuin meillä Suomessa ja heillä on tyypillisesti niistä n. 10 vuotta pidemmät kokemukset. Anders Kumlin toimii nykyisin myös FuktCentrumin hallituksen puheenjohtajana. FuktCentrumin tavoitteena on edistää kosteusturvallista rakentamista, kosteusvaurioiden oikeaa korjaamista ja jakaa tätä tietoa rakennusalalle.

Keskiviikon keynote-esityksen pitää ympäristöministeriössä ja Aalto-yliopistossa työskentelevä professori Matti Kuittinen, joka on ollut laatimassa Suomeen uutta rakennuksen hiilijalanjäljen huomioon ottavaa laskentamenetelmää. Rakennusten hiilijalanjälkeen liittyvät vaatimukset ovat tulossa Suomessa mukaan rakentamismääräyksiin vuoteen 2025 mennessä. Vähähiilinen rakentaminen on siten nousemassa yhdeksi oleelliseksi suunnittelukriteeriksi jatkossa.

Kosteusturvallisen rakentamisen palkinto jaetaan neljättä kertaa. Tällä kertaa palkintoa tavoitteli 20 kilpailuehdotusta, joista viisi tuomariston mielestä ansioituneinta ehdotusta esitellään voittajaehdokkaiden sessiossa. Mukana on jälleen ehdotuksia usealta eri kosteusturvallisen rakentamisen osa-alueelta käsittäen uusia ohjeita, laskentamenetelmän kehitystä sekä energiatehokkaiden rakennusten ja rakenteiden kosteusturvallisuuden parantamiseen liittyvää tutkimusta. Voittaja julistetaan taas ehdokkaiden pitämien esitysten jälkeen tiistaina iltapäivällä ennen cocktailtilaisuutta.

Seminaariin osallistuu jälleen kerran ennätysmäärä yhteistyökumppaneita eli 83 kpl. Näytteilleasettajia on yhteensä 46 kpl, mikä on myös ennätys. Seminaariin ennakoidaan tulevan yli 600 osallistujaa, kuten viime kerrallakin. Rakennusfysiikan suosio jatkaa siis edelleen kasvamistaan ja tapahtuma koetaan erittäin tärkeänä rakennusalalla. Toivottavasti se vastaa näihin toiveisiin tälläkin kertaa.

Kiitän kaikkia artikkelien tekijöitä ja esittäjiä, seminaaripäivien puheenjohtajia, tapahtuman organisointiin osallistuneita ihmisiä sekä yhteistyökumppaneita merkittävästä panoksesta seminaarin toteuttamisessa.

Tampereella 15.10.2019

Professori Juha Vinha  
Tampereen yliopisto  
Rakennusfysiikka  
Seminaarin puheenjohtaja  
RIL:n rakennusfysiikan toimikunnan puheenjohtaja

## Rakennusfysiikka 2019 -seminaarin yhteistyökumppanit

Seuraavat organisaatiot ovat toimineet Rakennusfysiikka 2019 -seminaarin yhteistyökumppaneina:

Abresto Oy Ab  
A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Akukon Oy  
APAD Teknologiat Oy  
Ardex Oy  
AX-Suunnittelu Oy  
Bang & Bonsomer Group Oy  
BMI Suomi, Icopal Oy  
Christian Berner Oy  
Comsol Oy  
Dimen Oy  
Dynaamiset rakenteet ry  
FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy  
Finnfoam Oy  
FISE Oy  
Granlund Oy  
Honkarakenne Oyj  
Hunton Oy  
IAQe (Tuotekehitys Oy Tamlink)  
IdeaStructura Oy  
Insinööritoimisto Jonecon Oy  
Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy  
ISO-Chemie GmbH  
Jaatimet Oy  
Jämerä Kivitalot Oy  
Kasil Finland Oy  
Katepal Oy  
Kerabit/ Nordic Waterproofing Oy  
Kiilto Oy  
Kingspan Insulation Oy  
Kiwa Inspecta  
Knauf Oy  
Mato Engineering Oy  
Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy  
Metropolilab Oy  
Mikrobitekniikka Oy  
Optima Solutions Oy  
Parmaco Oy  
Paroc Group Oy  
Pietiko Oy  
Pihla Group Oy  
Purmo Group Oy  
Pöyry Finland Oy  
Rakennuslehti  
Rakennustarkastusyhdistys RTY ry  
Rakennusteollisuuden Koulutuskeskus  
RATEKO Rakennustieto Oy  
RAKLI  
Raksystems Insinööritoimisto Oy  
Ramboll Finland Oy  
Renovatek Oy  
RIA  
Roxtec Finland Oy  
Ruukki Construction Oy  
SAFA  
SafeDrying Oy  
Saint-Gobain Finland Oy  
Sirate Group Oy  
Sisäilmäyhdistys ry  
Sitowise Oy  
SKOL  
Stora Enso Oyj  
Suomen Yliopistokiinteistöt Oy  
Sweco Finland Oy  
Tampereen Tilapalvelut Oy  
Tectis Oy  
Termater Oy  
Termotuote/ Lamox Oy  
Tiivistalo/ Redi-Yhtiöt Oy  
Timberfinder Oy  
Timberpoint Oy  
TKR-Marketing Oy  
Tremco illbruck Oy  
Turun yliopisto  
Uponor Suomi Oy  
Vahanen-yhtiöt  
Varsinais-Suomen Kiinteistökuivaus Oy  
Wienerberger Oy Ab  
Wiiste Oy  
Woodplanet Oy  
WSP Finland Oy  
Würth Oy  
Ympäristö ja Terveys-lehti



# SISÄLLYSLUETTELO

## OSA 1

<b>Esipuhe</b>	iii
<b>Rakennusfysiikka 2019 -seminaarin yhteistyökumppanit</b>	v
<b>Keynotes</b>	1
25 vuotta rakennusfysiikkaa Tampereella – historiaa, nykypäivää ja tulevaisuutta <i>Juha Vinha</i>	3
Meeting global building challenges requires improved hygrothermal design! <i>Hartwig M. Künzel</i>	5
<b>A1. Rakennusten rakennusfysikaalinen suunnittelu ja toteutus</b>	13
Kosteudenhallinnan toimivat käytännöt <i>Joonas Sihvo, Sami Musakka, Virpi Kehiakehi, Antti Souto, Kari Niskanen ja Mikko Tarri</i>	15
Jäähallin kosteudenhallinta – Moisture control in ice rinks <i>Cajus Grönqvist, Jörgen Rogstam, Juris Pomerancevs and Simon Bolteau</i>	23
Kaksoisjulkisivun lämpöteknisen toiminnan hallinta <i>Andreas Limnell ja Ghada Al-Adulrazzaq</i>	29
Liikuntasalin alapohjaliittymän kosteusteknisen toiminnan tarkastelu <i>Klaus Viljanen</i>	35
Maanvastaisten alapohjarakenteiden radontekninen toiminta rakenneratkaisujen muuttuessa <i>Ari-Veikko Kettunen</i>	41
<b>A2. Rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toiminta</b>	47
Rakennuksen ulkovaipan yli vaikuttavien paine-erojen määrittäminen rakennusfysikaalisia laskentatarkasteluja varten <i>Topi Moisio, Anssi Laukkarinen ja Juha Vinha</i>	49
Ilmakehän pitkäaaltoinen säteily rakennusfysikaalisissa laskentatarkasteluissa <i>Teemu Jokela, Anssi Laukkarinen ja Juha Vinha</i>	55
Kipsilevytuulensuojallisten puurunkoisten ulkoseinärakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta <i>Teemu Jokela, Anssi Laukkarinen ja Juha Vinha</i>	61
Puurankarunkoisten ulkoseinien liitosten lämpö- ja kosteustekninen toiminta <i>Topi Moisio, Anssi Laukkarinen ja Juha Vinha</i>	67
Keskiaikaisen luonnonkivimuurin perustusten sulana pitämisen suunnitteleminen RF-laskentaa hyödyntäen <i>Marko Jokipii, Klaus Viljanen ja Hanna-Maria Broström</i>	75



<b>A3. Rakennusten elinkaaritekniikka</b>	<b>81</b>
Kerrostalojen energiakorjausten päästövähennyspotentiaali <i>Janne Hirvonen, Juha Jokisalo, Juhani Heljo ja Risto Kosonen</i>	83
Betonirauhoitteiden korroosio tulevaisuuden ilmastossa <i>Toni Pakkala, Arto Köliö ja Jukka Lahdensivu</i>	89
Eristerappausjärjestelmien vauriomekanismit <i>Antti-Matti Lemberg</i>	95
<b>A4. Laboratoriotutkimukset</b>	<b>101</b>
Kapasitiivisten kosteusantureiden käyttäytyminen betoniseinien ja kipsivalulattioiden kuivumisen seurannassa <i>Tuomas Raunima, Juha Vinha, Eero Tuominen ja Pauli Sekki</i>	103
Betonin kosteustekniset materiaaliominaisuudet ja mittausmenetelmän kehittäminen <i>Eero Tuominen, Olli Tuominen, Kari Vääntinen, Maarit Vainio ja Juha Vinha</i>	111
Sisäinen konvektio puhallusvillaeristeisissä yläpohjissa <i>Henna Kivioja ja Juha Vinha</i>	117
Puuelementtien välisen sauman tiivistys kumitiivisteellä <i>Eero Tuominen, Juha Vinha ja Jarno Naskali</i>	125
<b>A5. Kenttätutkimukset</b>	<b>131</b>
Koulujen ja päiväkotien sisäilman lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden mittaukset COMBI-hankkeessa <i>Anssi Laukkarinen, Antti Kauppinen, Eero Tuominen, Tuomas Raunima ja Juha Vinha</i>	133
COMBI-hankkeen paine-eromittausten yhteenveto <i>Eero Tuominen, Anssi Laukkarinen, Antti Kauppinen, Tuomas Raunima ja Juha Vinha</i>	139
Painesuhteet ilmatiiviissä rakennuksessa – kokemuksia jälkiseurantamittauksista <i>Katariina Laine</i>	145
Ilmanäytteen mikrobipitoisuuden määrittäminen qPCR-menetelmällä <i>Helena Rintala, Mika Lindh, Pinja Tegelberg, Marja Hänninen ja Teija Meklin</i>	151
Kerroksellisen rakenteen pintalaatan valun vaikutus eristetilan kosteuskäyttäytymiseen ja epäpuhtauksiin <i>Ville Hakala, Taneli Pääkkilä ja Matti Reijonen</i>	157

Siivouskemikaalien ja –menetelmien vaikutukset koulu- ja päiväkotiympäristön mikrobistoon ja sisäilman laatuun <i>Leila Kakko, Eija Reunanen, Paula Kylmäkorpi, Tuomas Alapieti, Martin Täubel, Raimo Mikkola ja Heidi Salonen</i>	165
<b>A6. Rakennusaikainen kosteuden ja olosuhteiden hallinta</b>	171
Kerroksellisten välipohjarakenteiden kosteusmittaukset ja kosteudenhallinnan riskit <i>Saija Korpi, Timo Ekola ja Kari Niskanen</i>	173
Kosteudenhallinta CLT työmaalla <i>Esko Lindblad ja Leif Wirtanen</i>	179
Betonin rakennuskosteuden kuivatus valuun asennetulla kosteudenkeruukanavistolla <i>Hannes Timlin</i>	185
Kokemuksia ilmakiertoisella kuivatusjärjestelmällä kuivatuista korjauskohteista <i>Pasi Lehtimäki, Esa Tommola ja Jouko Pakkanen</i>	191
Betonin kuivuminen ulkoseinäelementeissä <i>Pauli Sekki ja Juha Vinha</i>	197
<b>A7. Kosteusturvallisen rakentamisen palkinnon voittajaehdokkaat</b>	203
Ohje Rakennuksen kosteustekninen toimivuus -asetuksen noudattamisesta <i>Virpi Sandström, Pekka Laamanen ja Katja Outinen</i>	205
Uusi työkalu betonilattioiden kuivumisen ja kosteusteknisen toimivuuden tarkasteluun <i>Pauli Sekki, Pasi Marttila ja Tarja Merikallio</i>	211
COMBI-hankkeen suositukset korkeatasoisen ja kosteusturvallisen palvelurakennuksen toteuttamiseksi – COMBI 8 <i>Juha Vinha ja Anssi Laukkarinen</i>	217
Hyvin eristettyjen rakenteiden kosteustekninen toimivuus – katsaus viimeaikaisiin tutkimuksiin <i>Klaus Viljanen</i>	223
Kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakennuksen korjausopas julkaistaan – teoriasta käytäntöön <i>Inari Weijo, Timo Turunen, Jukka Lahdensivu, Esko Sistonen ja Petri Annila</i>	229
<b>A8. Lähes nollaenergiarakennusten ratkaisut</b>	235
Asuinkerrostalojen energiankulutuksen puolitus ja asumisviihtyvyyden parannus <i>Terttu Vainio ja Jarmo Laamanen</i>	237
Lähes nollaenergiarakennuksen lämpötilan hallinta ePilotti-hankkeessa <i>Antti Lakka</i>	243

Rakennusten massiivisuuden energiataloudellinen merkitys <i>Seppo Niittymäki ja Olli Ilveskoski</i>	249
Ylijäämälämpöjen hyödyntäminen yhteiskunnan hiilineutraaliustoimissa <i>Rauli Lautkankare</i>	255
The world's biggest solar thermal system and seasonal thermal energy storage in the city centre of Turku <i>Nikolas Salomaa and Rauli Lautkankare</i>	263
Energiapaalut – maalämpöä suoraan perustuksista <i>Tomi Järvinen, Eetu Eronen ja Antti Ivanoff</i>	269
<b>A9. Energiatehokkaat ja toimivat rakennukset</b>	<b>275</b>
Suomen korjausrakentamisen strategia 2050 <i>Terttu Vainio ja Eero Nippala</i>	277
Rakennusten toimivuuden varmistus laadunohjausmenetelmänä – rakennusvalvonnan ja rakentamisen eri osapuolten yhteistyön kehittäminen <i>Timo Kauppinen, Olli Teriö, Ilkka Räinen, Markku Hienonen</i>	283
Rakennusten älykäs energianhallinta <i>Ari Tolonen</i>	291
Predictive building automation control using lighting sensor data <i>Henri Juslén and Mohammad Omar Nasir</i>	297
Verification and improving building energy efficiency during occupation with energy measurement data - Case: Sheet Metal Center industrial hall <i>Markus Hansen-Haug and Khoa Dang</i>	303
<b>A10. Uudet tekniset ratkaisut</b>	<b>311</b>
U-arvon mittausten markkinalähtöiset sovellutukset <i>Mikael Paronen, Antti Hatsala ja Alexander Schmitt</i>	313
Rapid U- projektin tulokset Raksystemsillä suorittamista kenttä U-arvomittauksista lämmityskaudella 2018-2019 <i>Antti Hatsala, Mikael Paronen ja Tatu Vihro</i>	319
Rakennusten lämpökuvaus miehittämättömillä ilma-aluksilla (UAV) <i>Sauli Paloniitty</i>	327
Kuinka kone oppii tuntemaan rakennuksen <i>Sakari Uusitalo</i>	333
<b>Yritysten ja yhdistysten ilmoitukset</b>	<b>339</b>

## SISÄLLYSLUETTELO

### OSA 2

<b>Esipuhe</b>	iii
<b>Rakennusfysiikka 2019 -seminaarin yhteistyökumppanit</b>	v
<b>B1. Rakennusfysiikan opetus ja koulutus</b>	341
Rakennusfysiikan oppimispolut rakennesuunnitteluosaamiseen tähtäävässä insinöörikoulutuksessa <i>Timo Lehtoviita</i>	343
Pohjois-Suomen Rakennusklusteri – uudenlainen yhteistyöalusta rakennus- ja kiinteistöalan tuotannon, käytön, tutkimuksen ja koulutuksen välille <i>Tapani Mäkikyrö, Mikko Hyytinen, Markku Hienonen, Hannu Kääriäinen ja Timo Kauppinen</i>	351
Rakennustarkastajien jatkokoulutusohjelma RVK3 – kuinka rakennusvalvonta voi koulutusta hyödyntäen edistää tutkimustulosten jalkautusta käytännön rakentamiseen – esimerkkinä Rakennusfysiikka <i>Markku Hienonen ja Pekka Seppälä</i>	357
Rakennusten rakennusteknisen kunnan arvioijien koulutusten ja pätevyyksien kehittäminen <i>Marita Mäkinen, Helmi Kokotti ja Tiina Koskinen-Tammi</i>	363
Uusi kosteudenhallintakoordinaattorin FISE-pätevyys <i>Marita Mäkinen, Markku Hienonen ja Risto Mykkänen</i>	371
<b>B2. Uudet ohjeet</b>	377
RIL 250 - Päivitetyt ohjeet rakennusten kosteudenhallintaan ja homevaurioiden estämiseen <i>Gunnar Åström ja Juha Vinha</i>	379
Rakennuksen paine-erojen mittausohje 2019 <i>Lari Eskola, Marko Björkroth, Risto Kosonen ja Juha Vinha</i>	385
Valviran ohje koulun ja päiväkodin olosuhdevalvontaan, terveyshaitan ennaltaehkäisyyn sekä selvittämiseen <i>Pertti Metiäinen</i>	393
Pientalojen sähkötehojen suunnittelu ja hallinta <i>Pirkko Harsia ja Kari Kallioharju</i>	397
Kansalliset ohjeet alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi betonirakenteissa <i>Jukka Lahdensivu</i>	403
Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje <i>Toni Pakkala, Antti-Matti Lemberg, Jukka Lahdensivu ja Arto Köliö</i>	409

<b>B3. Rakennusfysiikka oikeudessa</b>	<b>417</b>
Rakennusfysiikka oikeudessa <i>Tiina Koskinen-Tammi ja Leena Laurila</i>	419
Kivihiilipiki vanhassa rakenteessa, Valviran lausunto ja KKO:n ennakkopäätös <i>Pertti Metiäinen</i>	425
<b>B4. Sisäilman haitta-aineet</b>	<b>429</b>
Rakenteista sisäilmaan haihtuvien haitta-aineiden hallinta <i>Janne Sievola</i>	431
Asbestin esiintyminen erilaisissa rakennusmateriaalinäytteissä <i>Jani Mäkelä, Piia Markkanen, Mika Lindh, Katja Papinniemi ja Aaron Anttila</i>	437
Tapauskuvaus: muovimattoperäisen 2-etyyli-1-heksanoliemission vähentäminen asuntokohteen sisäilmasta pintaemissioita sieppaavalla toiminnallisella kalvolla <i>Miia Pitkäranta ja Timo Lehtimaa</i>	443
<b>B5. Sisäilman laatu</b>	<b>449</b>
Materiaaliemissioiden tutkimusmenetelmät ja kuinka arvioida emissioiden vaikutusta sisäilman kemialliseen laatuun <i>Katri Leino, Hanna Hovi ja Evgeny Parshintsev</i>	451
Automaattisesti säätyvän alipaineistuksen hyödyntäminen sisäilmaongelmaisen rakennuksen ilmanhallinnassa <i>Tommi Arpomaa</i>	457
Matala-alkalisen tasoitteen vaikutus muovipäällysteisen lattiarakenteen VOC- päästöihin <i>Virpi Leivo, Jommi Suonketo, Jussa Pikkuvirta, Essi Sarlin ja Matti Pentti</i>	463
Altistumisolosuhteiden arviointi ja erilaiset altistemittaukset rakennusten sisäilmastotilanteen selvittämisessä <i>Kaisa Jalkanen, Martin Täubel, Asko Vepsäläinen, Maria Valkonen, Kati Huttunen, Arto Köliö, Anne Hyvärinen</i>	469
Vanhojen tehdasrakennusten muuntorakentamiseen liittyvät sisäilma- ja rakennustekniset riskit <i>Sami Mustajoki, Annu Ruusala, Jussi Rauhala</i>	475
Seasonality and trends in indoor temperature, relative humidity and carbon dioxide levels <i>Samy Clinchard, Salvatore della Vecchia, Rick Aller and Ulla Haverinen- Shaughnessy</i>	483

<b>B6. Korjausrakentaminen ja rakenteiden kosteuskestävyys</b>	<b>489</b>
Energiatehokkuus, hyvä sisäilma ja kosteuskestävyys korjausneuvonnassa ja korjausten suunnittelussa <i>Olli Teriö, Markku Hienonen ja Timo Kauppinen</i>	491
Energiaparannukset, asumisterveys ja -tyytyväisyys: 3-vuotis seuranta <i>Ulla Haverinen-Shaughnessy ja Virpi Leivo</i>	497
Leanheat Overview and Key Benefits for District Heating Companies <i>Lauri Leppä, Jaakko Luttinen, Ossi Porri, Antti Solonen and Mikko Wahlroos</i>	503
Lattian korjaaminen koneellisesti ilmastoidulla Platon-lattiaratkaisulla <i>Jaana Valjus</i>	509
Huokoisten puukuitu- ja kipsituulensuojalevyjen homeutumisherkyys <i>Eero Tuominen, Annu Ruusala, Anssi Laukkarinen, Sanna Pätsi, Anna-Mari Pessi ja Juha Vinha</i>	517
<b>B8. Ääneneristys ja meluntorjunta 1</b>	<b>525</b>
Parametrinen laskentamalli puuvälipohjien askelääneneristävyyden arviointiin <i>Pekka Latvanne, Mikko Kylliäinen, Ville Kovalainen ja Jesse Lietzén</i>	527
Askelääneneristävyyden mittauksia koskeva round robin -testi <i>Jesse Lietzén ja Mikko Kylliäinen</i>	533
Akustiikkasuunnittelu Kuopion musiikkikeskuksen korjaushankkeessa <i>Mikko Kylliäinen, Jussi Rauhala, Jesse Lietzén, Ilkka Valovirta, Joose Takala, Niko Manninen</i>	539
Maanalaisen metrovarikon akustiikkasuunnittelu <i>Timo Huhtala ja Mikko Kylliäinen</i>	545
<b>B9. Äänieristys ja meluntorjunta 2</b>	<b>551</b>
Ääniympäristöasetus ja -ohje <i>Mikko Kylliäinen</i>	553
Ahlmanin ammattiopiston musiikkitalat – akustiikan ja rakennusfysiikan yhteensovitus <i>Joose Takala, Jussi Rauhala, Tuomas Pelli ja Mikko Tarri</i>	559
Kuntosalin yläkerrassa asunto - melun ja tärinän torjuntakeinoja <i>Henri Penttinen, Sakari Tervo, Jukka Pätynen ja Mats Heikkinen</i>	565
Hybridihankkeiden akustinen suunnittelu <i>Janne Hautsalo, Jukka Ahonen, Henri Penttinen ja Olli Salmensaari</i>	571

<b>B10. Vähähiilinen ja luonnonmukainen rakentaminen</b>	<b>577</b>
EU Level(s) sekä elinkaarimalli rakennusfysikaalisessa suunnittelunohjauksessa <i>Mika Keskisalo</i>	579
Low Carbon Design -periaatteen implementoinnin hygrotermisen toiminnallisuuden hypoteesit ja testaus – tuotteistettu massiiviolkirakennerratkaisu <i>Kati Juola-Alanen ja Juho Laaksonen</i>	587
Hengittävä seinärakenne luonnonmukaisista materiaaleista <i>Juhani Lehtisalo</i>	595
<b>Yritysten ja yhdistysten ilmoitukset</b>	<b>601</b>