



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Rakennustekniikan laitos



RAKENNUSFYSIKKA 2015

Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut
20.–22.10.2015, Tampere

Toimittajat Juha Vinha & Tiina Ruuska

Tampereen teknillinen yliopisto
Rakennustekniikan laitos
Rakennetekniikka
Tampere 2015

ISBN 978-952-15-3580-2

Esipuhe

TTYn ja RIL:n yhdessä järjestämä rakennusfysiikkaseminaari pidetään nyt neljännen kerran. Mukana on tällä kertaa ennätysmäärä esityksiä eli 86 kappaletta. Tästä johtuen koko seminaarin ajan esityksiä pidetään kahdessa salissa. Päivät on jaettu eri teemoihin siten, että ensimmäisenä päivänä keskitytään rakennusfysiikan tutkimukseen, suunnitteluun ja koulutukseen; toisen päivän teemoina ovat rakennuksen kosteus- ja homeongelmat sekä sisäilman laatu ja kolmantena päivänä paneudutaan rakennusten energiatehokkuuteen ja akustiikkaan.

Rakennusten kosteus- ja homevauriot sekä energiatehokkuuden parantaminen ovat seminaarin kestoaiheita ja kumpikin on entistäkin vahvemmin edustettuna tämänkertaisessa tapahtumassa. Ympäristöministeriön kosteus- ja hometalkoot ovat tehneet tärkeää työtä rakennusten kosteusongelmien ratkaisemisessa ja tämä työ on osaltaan aktivoinut myös monen muunkin tahon toimintaa aihealueella. Haaste on kuitenkin erittäin suuri, sillä sisäilmaongelmaisia rakennuksia on valtaisa määrä ja monessa tapauksessa edes rakennusten korjaus ei ole ratkaissut ongelmia. Seminaarissa on esillä tutkimustulosten lisäksi uusia ohjeistuksia ja ratkaisuja sekä käytännön kokemuksia.

Energiatehokkuusasiat korostuvat puolestaan entisestään siirryttäessä uudisrakentamisessa kohti lähes nollaenergiataloja. Julkisten rakennusten osalta lähes nollaenergiarakentamista koskevien määräysten noudattamista edellytetään jo v. 2019 alussa valmistuvilta rakennuksilta. Käytännössä siis joidenkin tällaisten kohteiden hankesuunnittelu on jo alkanut, vaikka uusia määräyksiä ei vielä olekaan tiedossa. Eri ratkaisuja ja niiden vaikutuksia rakennusten toimintaan esitellään tämänkertaisessa seminaarissa monesta eri näkökulmasta ja tarkasteluissa on mukana useita case-kohteita. Yleisesti ottaen energiatehokkuuden parantamisessa nähdään sekä mahdollisuuksia että haasteita ja siksi myös tältä osa-alueelta kaivataan paljon lisää tietoa.

Yhtenä keskeisenä asiana seminaarissa ovat jälleen rakennusfysiikkaan liittyvät uudet määräykset ja ohjeet, joita on tällä kertaa esillä erityisesti rakennusten kosteustekniseen toimintaan sekä rakennusterveyteen liittyen. Näistä voidaan mainita ainakin uusi sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus sekä siihen liittyvä sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston soveltamisohje, uusi valtioneuvoston asetus ja ympäristöministeriön ohjeet suunnittelun ja työnjohdon kelpoisuusvaatimuksista, ympäristöministeriön kosteusmääräyksiä (RakMK C2) ja kuntotutkimusoppaan päivityshankkeet sekä kosteus- ja hometalkoiden yhteydessä laaditut ohjeet. Näihin liittyen on lisäksi esityksiä uusista rakennusterveyteen liittyvistä koulutustarpeista ja ammattipätevyyksistä.

Seminaaripäivät avataan perinteiseen tapaan keynote-puheenvuoroilla. Ensimmäisenä seminaaripäivänä tiistaina esiintyvät kansainväliset puhujat professori Mark Bomberg Kanadasta ja professori Anker Nielsen Tanskasta. Mark Bomberg on todellinen rakennusfysiikan grand old man, joka on laajasti tunnettu ympäri maailman. Hänellä on erinomainen kokonaiskuva rakennusfysiikan tutkimuksesta ja opetuksesta niin Pohjois-Amerikasta, Euroopasta kuin Aasiastakin. Hän on lisäksi rakennusfysiikan arvostetuimman kansainvälisen referee-julkaisun *Journal of Building Physics* pitkäaikainen päätoimittaja. Myös Anker Nielsenillä on laaja kokemus rakennusfysiikan eri aihealueilta sekä tutkimuksen että opetuksen osalta. Hän on työskennellyt uransa aikana useassa eri paikassa pohjoismaissa. Kiinnostavaksi hänen esityksensä tekee lisäksi se, että Tanska on viime vuosina profiloitunut edelläkävijäksi rakennusten energiatehokkuuden parantamisen alueella maailmassa.

Kotimaisina keynote-puhujina ovat tällä kertaa Oulun rakennusvalvonnan entinen johtaja Tapani Mäkikyrö sekä arkkitehti Kimmo Lylykangas. Tapani Mäkikyrö on uudistanut ja kehittänyt merkittävällä tavalla rakennusvalvonnan toimenkuvaa Oulussa ja näitä oppeja on pyritty hyödyntämään laajemminkin koko maassa. Hänet ja hänen johtamansa virasto on palkittu monilla rakennusalan palkinnoilla viime vuosien aikana. Kimmo Lylykangas on puolestaan Suomen johtavia rakennusten energiatehokkuuteen perehtyneitä arkkitehtejä ja ollut mukana lukuisissa tähän aihepiiriin liittyvissä hankkeissa. Hän toimii parhaillaan myös osa-aikaisena professorina Uumajan yliopistossa Ruotsissa. Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen edellyttää monen eri suunnittelijan välistä entistä parempaa yhteistyötä ja siksi keynote-puhujien valinnassa on haluttu korostaa myös arkkitehtien tärkeää roolia toimivan lopputuloksen aikaansaamisessa. Toivomus onkin, että ainakin seminaarin kolmas päivä houkuttelisi mukaan entistä enemmän myös arkkitehtejä kuuntelemaan ja keskustelemaan lähes nollaenergiarakentamisen mahdollisuuksista ja haasteista.

Seminaarin yhteydessä jaetaan jälleen myös Kosteusturvallisen rakentamisen palkinto. Kilpailuehdotuksia on saapunut tuomariston arvioitavaksi tällä kertaa n. 30 kappaletta, joka sekin on viimekertaista enemmän. Parhaat ehdotukset esitellään palkintosessiossa keskiviikkona 21.10. iltapäivällä, jonka jälkeen voittaja julkistetaan.

Tampereella 5.10.2015

Professori Juha Vinha

TTY, Rakennustekniikan laitos

Seminaarin puheenjohtaja

RIL:n rakennusfysiikan toimikunnan puheenjohtaja

Rakennusfysiikka 2015 –seminaarin tukijat

Seuraavat yritykset ja yhdistykset ovat tukeneet Rakennusfysiikka 2015 –seminaarin järjestämistä:

A-Insinöörit Oy
Christian Berner Oy
COMSOL Oy
Difina Oy
FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy
Finnfoam Oy / Finnfoam, FF-PS ja FF-PIR eristeet
Genano Oy
Granlund Consulting Oy
Icopal Oy
Infradex Oy
Insinööritoimisto Lauri Mehto Oy
Inwido Finland
Jaatimet Oy
Kasil Finland Oy
Knauf
Lamox Oy / Termotuote
Lumon
Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy
Pahkataide Oy / LÄSÄT
Paroc Group Oy
Purfin Oy / Ekospray-eristeet
Purmo
Purso Oy / Rakennusjärjestelmät
Rakennuslehti
Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO
Ramboll
RF SensIT Oy
Skaala Oy
Skanska Oy
Suomen Betoniyhdistys ry
Suomen Sisäilmakeskus Oy
Suomen Yliopistokiinteistöt Oy
Sweco
Teknocalor Oy
Tikkurila Oyj / Drytech
tremco illbruck International GmbH
Tulilattia Oy / Passiivikivitalot
Uponor Suomi Oy
Vahanen
Varsinais-Suomen Kiinteistökuivaus Oy
Wise Group Finland Oy

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe	iii
Rakennusfysiikka 2015 –seminaarin tukijat	v
1. Keynote-sessio 1	Tiistai 20.10.2015
	1
Keynote 1: From German Passive House, through American Experience to the High Quality Environment (HQE) Buildings <i>professori Mark Bomberg, McMaster U., Hamilton, ON, Canada and Southeast U., Nanjing, China</i>	3
Keynote 2: Energy Efficient Houses in Denmark and Moisture Conditions in Highly Insulated Constructions – Rules, Practice and Education <i>professori Anker Nielsen, Danish University</i>	21
2. Keynote-sessio 2	Keskiviikko 21.10.2015
	37
Keynote 3: Uudenlaisen rakennusvalvonnan mahdollisuus vaikuttaa rakentamisen laatuun, riskienhallintaan ja työnsä tuottavuuteen – kokemuksia ja visioita <i>diplomi-insinööri Tapani Mäkikyrö, Oulun rakennusvalvonta, Insinööritoimisto Tapani Mäkikyrö Oy</i>	39
3. Keynote-sessio 3	Torstai 22.10.2015
	49
Keynote 4: Energiatehokkuuskonseptien mahdollisuudet <i>arkkitehti Kimmo Lylykangas, Umeå School of Architecture</i>	51
Tiistai 20.10.2015	
A1. Rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toiminta	63
Vanhojen välipohjarakenteiden analyysi- ja korjausmenetelmät <i>Klaus Viljanen, Pauli Sekki ja Marko Asell</i>	65
Loivien kattorakenteiden kosteusmittaus- ja kuivatusmenetelmät <i>Klaus Viljanen</i>	71
Puurunkoisten tuuletettujen yläpohjien kosteustekninen toiminta <i>Hannanoora Junttila, Anssi Laukkarinen ja Juha Vinha</i>	77
Puhalluseristeen painumisesta aiheutuvien ilmatunnelien vaikutus yläpohjan eristyskykyyn ja kosteustekniseen toimintaan – ongelma ja ratkaisu <i>Lasse Laulainen</i>	83
A2. Rakenteiden rakennusfysikaalinen suunnittelu ja toteutus	89
Pudasjärven hirsirakenteinen koulukampus <i>Mikko Löf ja Sampo Pikkuaho</i>	91

Energiatehokkuus rakennusalan ammattityövoiman täydennyskoulutuksessa <i>Olli Teriö ja Jaakko Sorri</i>	97
Rakennusfysiikan oppimisen ja osaamisen haasteet ammattikorkeakouluissa <i>Timo Lehtoviita</i>	103
By64 Tuulettuvat julkisivut 2016 -suunnittelu- ja toteutusohjeen laadinta <i>Petri Annila, Jukka Lahdensivu, Jussa Pikkuvirta ja Toni Pakkala</i>	109
Uusi Rakennusfysiikan käsikirja – perustiedot rakennusfysikaalisesta suunnittelusta ja tutkimuksista <i>Juha Vinha</i>	115
A3. Määräykset ja ohjeet	121
Uusi STM:n asumisterveysasetus ja Valviran soveltamisohje <i>Pertti Metiäinen</i>	123
Rakennusterveyteen liittyvien koulutusten ja päteväntien kehittäminen <i>Helmi Kokotti, Jouko Lähteenmäki, Juha Krankka, Markku Oikarinen, Pasi Haataja, Hannu Kääriäinen, Pekka Väisälä, Markku Rusi ja Jani Hietakangas</i>	127
FISEn uudet ja uudistetut korjausrakentamisen pätevyudet <i>Marita Mäkinen</i>	135
RakMK C2 kosteus, toimivuuden arviointi <i>Petri Mannonen, Katja Outinen ja Pekka Laamanen</i>	141
Ympäristöministeriön kuntotutkimusopas Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus (Ympäristöopas 28 -oppaan päivityshanke) <i>Miia Pitkäranta</i>	147
Rakennuksen lämpökuvaus, uudet ohjeet <i>Sauli Paloniitty</i>	151
B1. Rakennusfysiikan laskentamenetelmät	159
Tietomallien käyttömahdollisuudet rakennusfysikaalisessa suunnittelussa <i>Timo Lehtoviita ja Anu Kainulainen</i>	161
Työkaluja rakennusten kosteudensiirron simulointiin <i>Timo Karvinen</i>	169
Betonirakenteiden kosteuskäyttäytymisen arviointi mallintamalla <i>Pauli Sekki ja Klaus Viljanen</i>	175
Lasitetun parvekkeen lämpötilan ja lämpöhäviöiden laskenta <i>Anssi Laukkarinen ja Kimmo Hilliaho</i>	181

B2. Rakennusten elinkaaritekniikka	187
Betonin alkalikiviainesreaktion korjaaminen Tampereen uintikeskuksen altaissa <i>Jukka Lahdensivu ja Jussi Aromaa</i>	189
Raudoitteiden korroosionopeuden määrittäminen betonijulkisivussa korkean aikaresoluution säädätin avulla <i>Arto Köliö, Harri Hohti, Toni Pakkala, Anssi Laukkarinen, Jukka Lahdensivu ja Jussi Mattila</i>	195
Ilmastonmuutoksen vaikutus betonijulkisivujen vaurioitumisen etenemiseen <i>Toni Pakkala, Antti-Matti Lemberg, Arto Köliö ja Jukka Lahdensivu</i>	203
B3. Uudet tekniset ratkaisut	211
APAD Teknologia – Rakennus- ja saneerausalan pölyntorjuntatyö hallintaan energiatalouden sekä työ- ja ympäristöturvallisuuden osalta <i>Tommi Arpomaa</i>	213
Vuotosuojatulla lattiaelementillä turvallinen ja toimiva tekninen tila pientaloihin <i>Jarmo Huhtala</i>	221
B4. Materiaalien rakennusfysikaaliset ominaisuudet	225
Laastin ja betonin lämmönjohtavuuden ja ominaislämpökapasiteetin määrittäminen lämpövirtalevyllä <i>Tiina Ruuska ja Juha Vinha</i>	227
Kapillaaristen vedenimuoimaisuuksien määrittämiseen sopivan vapaan vedenimukoelaitteiston kehittäminen <i>Eero Tuominen ja Juha Vinha</i>	233
Laastien vedenimukertoimen määrittämisen virhelähdekokeet <i>Eero Tuominen ja Juha Vinha</i>	239
Keskiviikko 21.10.2015	
A4. Kosteus- ja homevauriot	245
Kosteus- ja hometalkoot -toimenpideohjelman tuloksia <i>Katja Outinen ja Karoliina Viitamäki</i>	247
Onnistumistekijät valtion tukemissa homekorjaushankkeissa <i>Tero Marttila, Jommi Suonketo, Paavo Kero ja Petri Annala</i>	253
Ongelmarakennuksen käyttöiän jatkaminen <i>Timo Kauppinen, Antti Knuuti ja Jarmo Laamanen</i>	259
Homeetalolle suoritettavat toimenpiteet ja niiden valinta – case-esimerkki <i>Tuukka Kankkunen ja Paavo Kero</i>	265

A5. Kosteusvaurioiden havainnointi ja arviointi	271
Vaihtoehtoinen menetelmä homekoiran kouluttamiseen: uusimmat tutkimustulokset <i>Hanna Tenhu</i>	273
Rakennusalan asiantuntijatodistelu kiinteistökauppariidoissa – esimerkkinä omakotitalon riskirakenteet <i>Tiina Koskinen-Tammi</i>	277
A6. Rakennusaikainen kosteudenhallinta	283
Rakennushankkeen ohjaus kosteudenhallinnan näkökulmasta <i>Kiia Miettunen ja Timo Turunen</i>	285
Kosteudenhallinta rakennustuotannossa <i>Tero Niemelä</i>	291
A7. Rakennusten olosuhteiden seuranta ja hallinta	297
Rakennusautomaation ja monitoroinnin avulla parempaan toimivuuteen ja sisäympäristöön <i>Timo Kauppinen, Ari Laitinen, Janne Peltonen ja Jorma Pietiläinen</i>	299
Rakenteiden kosteuden jatkuva seuranta <i>Ismo Olkkonen</i>	305
Ilmatiiveys ja vuotokohdat uusissa pientaloissa <i>Topi Jokinen ja Heikki Jussila</i>	313
Rakennuksen painesuhteiden hallinta <i>Lari Eskola, Marko Björkroth, Jukka Merviö ja Jouni Syrjälä</i>	319
Pystytäänkö haitallisia ilmanvaihtovikoja havaitsemaan ja poistamaan <i>Juhani Heljo ja Timo Kauppinen</i>	325
A8. Kosteusturvallisen rakentamisen palkinnon voittajaehdokkaat	331
Rakennusten monitorointi rakenteiden fysikaalisen toimivuuden arvioinnissa <i>Marja Laitinen, Sami Niemi ja Ari-Veikko Kettunen</i>	333
Sisäilmaongelmien ratkaisemisen kortisto <i>Paavo Kero ja Juhani Pirinen</i>	339
Rakennustyönaikainen kosteudenhallinta Helsingin rakennushankkeissa <i>Virpi Kehiakehi, Markku Rämä ja Kai Miller</i>	345
Kosteudenhallinnan katkeamaton kuivaketju – yhteistyössä ja rakennusvalvonnan tuella <i>Pekka Seppälä, Markku Hienonen, Eveliina Tackett, Lauri Mikkonen ja Tommi Riippa</i>	349
Kosteus- ja homevauriokohteiden sisäilman toksisuuden arviointi pölynäytteistä <i>Janne Atosuo</i>	355

Talon lattioiden kuivattaminen ilmakiertoisella lattialämmityksellä <i>Pasi Lehtimäki ja Esa Tommola</i>	361
B5. Korjausten vaikutus kerrostalojen sisäilmaan	367
Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen vaikutukset – Insulate-projektin tuloksia <i>Virpi Leivo, Mari Turunen, Anu Aaltonen, Mihkel Kiviste, Maria Pekkonen ja Ulla Haverinen-Shaughnessy</i>	369
B6. Sisäilman haitta-aineet	381
Sisäilmaongelmat julkisissa uudisrakennuksissa <i>Camilla Vornanen-Winqvist, Milla Mattila, Ulla Lignell, Sari Hildén, Tapani Tuomi ja Heidi Salonen</i>	383
Maaperän haihtuvien haitta-aineiden vaikutus sisäilman laatuun <i>Milja Vepsäläinen ja Marko Sjölund</i>	389
Maaperän haihtuvien yhdisteiden huomioiminen rakennusten alapohjarakenteissa <i>Emilia Pöyry, Jukka Huppunen, Satu Järvinen ja Kimmo Järvinen</i>	395
Maanvaraisten betonilattioiden VOC-korjaukset <i>Marko Jokipii</i>	401
B7. Sisäilman laatu	409
Sisäilman laadun arviointi kosteusvaurioituneissa rakennuksissa <i>Heidi Salonen, Katja Tähtinen, Sanna Lappalainen, Anne Hyvärinen ja Kari Reijula</i>	411
Ilmanlaadun ja ilmanvaihdon merkitys sisäilmaongelmiin <i>Juha Juvani ja Susanna Junnila</i>	417
Toteutustavan vaikutus tiivistyskorjausten pysyvyyteen sisäilmaongelmakohteissa <i>Heli Hakamäki</i>	423
Uusien lattiamuovipäällysteiden kosteushajoaminen <i>Katri Härkönen, Peter Backlund, Hanna Hovi, Jekaterina Schwartz ja Tapani Tuomi</i>	429
Torstai 22.10.2015	
A9. Terveelliset ja kestävät rakennukset	435
Tapre-hankkeella energiatehokkuutta rakennuksen koko elinkaarelle <i>Teuvo Aro</i>	437
Terveellinen talo hankesuunnittelusta 10-vuotistakuutarkastukseen <i>Vesa Pyy</i>	443
Terveellinen rakennus tulevaisuuden kilpailutekijänä <i>Seppo Vanhatalo, Juha Järvinen, Juho-Pekka Virtanen ja Hannu Hyyppä</i>	449

Tulevaisuuden kerrostalo <i>Lars-Erik Mattila</i>	455
A10. Passiivitalojen ja lähes nollaenergiatalojen ratkaisut	461
Nollaenergiarakentamisen pohjoisia pilottikohteita <i>Tomi Tulamo ja Yrsa Cronhjort</i>	463
Rakennukset osana kaupunkien nollaenergiakokonaisuutta <i>Jouni Kivirinne</i>	469
Lämpöpumppuihin perustuvat energiatehokkaat ja kustannusoptimaaliset lähes nollaenergiarakennuskonseptit <i>Suvi Häkämies, Jussi Hirvonen, Juha Jokisalo, Antti Knuuti, Risto Kosonen, Tuomo Niemelä, Satu Paiho ja Sakari Pulakka</i>	475
Lähes nollaenergiataloon kylmäsillaton ja tiivis vaippa kovilla lämmöneristemateriaaleilla <i>Asso Erävuoma, Henri Nieminen ja Jouni Eronen</i>	483
Uudessa COMBI-hankkeessa tutkitaan energiatehokkaan palvelurakentamisen haasteita ja ratkaisuja <i>Juha Vinha, Markku Hedman, Kai Sirén, Pirkko Harsia, Matti Pentti, Olli Teriö, Juhani Heljo, Anssi Laukkarinen, Petri Annala, Tapio Kaasalainen, Juha Jokisalo ja Pirkko Pihlajamaa</i>	487
A11. Energiatehokas rakentaminen 1	497
Rakennusten rakenteellisten ja taloteknisten järjestelmien kustannusoptimaalisten energiakorjausratkaisujen optimointi <i>Tuomo Niemelä</i>	499
Koko julkisivua peittävän lasijulkisivun vaikutus Etelä-Ruotsissa sijaitsevan rakennuksen energiatehokkuuteen <i>Kimmo Hilliaho, Birgitta Nordquist ja Petter Wallentén</i>	509
Uusi uimahalliportaalin energiatehokkuuden parantamisen osio: käytännön ohjeet hallihenkilökunnalle energiatehokkuuden parantamiseksi <i>Sander Toomla ja Martti Viljanen</i>	517
Kiinteistön energiataseen hallinta tehokkaasti <i>Maria Penttilä, Jonas Pettersson, Ralf Carlsson, Teemu Kuusinen ja Tom Palmgren</i>	523
Ikkunoihin integroitu lämmön talteenotolla varustettu adaptiivinen ilmanvaihto <i>Petri Hänninen, Markus Madetoja, Jyrki Jaskari, Timo Liukko, Reino Virrankoski ja Lauri Hautanen</i>	529
A12. Energiatehokas rakentaminen 2	535
Selvitys rakennuksen peruskorjauksessa toteutettavien energiatehokkuuden parannustoimenpiteiden vaikutuksista <i>Markku Ahonen, Matti Tapanainen, Ulla Soitinaho ja Alexandre Zaitsev</i>	537

Energiatehokkuuden ja -laskennan haasteita – kokemuksia Oulusta <i>Markku Hienonen, Arto Kivioja, Lauri Mikkonen, Ilkka Ränä ja Kimmo Illikainen</i>	543
Vuoreksen asuntomessutalojen talotekniikan seurantatutkimus <i>Kari Kallioharju, Martti Honkiniemi, Jussi-Pekka Juvola ja Erkki Lipsanen</i>	553
B8. Ääneneristys	559
ÄKK-hankkeen suositukset tulevaisuuden ääneneristysmääräyksiä koskien <i>Valtteri Hongisto, Mikko Kylliäinen ja Jukka Hyönä</i>	561
Puuvälipohjien akustiset ominaisuudet <i>Pekka Latvanne ja Mikko Kylliäinen</i>	567
Akustisesti toimivan kustannustehokkaan puuvälipohjan kehittäminen <i>Mikko Kylliäinen, Jussi Björman ja Jouni Hakkarainen</i>	573
Kerrostaloasukkaat ovat yhtä tyytyväisiä betoni- ja kipsiseinien äänieristykseen <i>Valtteri Hongisto ja Maija Suokas</i>	579
Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU12 <i>Heikki Helimäki</i>	583
B9. Meluntorjunta ja melun kokeminen	591
Melu päiväkodissa ja koettu ääniympäristö <i>Jaana Jokitulppo ja Susanna Haatainen</i>	593
Miten ääntävaimentavat akustiikkalevyt tekevät porraskäytävästä paremman kuuloisen <i>Arto Rauta, Henri Kari ja Joonas Jäntti</i>	599
Akustinen täyskäännös – auditoriosta monitilatoimistoksi <i>Jussi Rauhala, Henry Niemi, Mikko Kylliäinen, Ilkka Valovirta ja Joose Takala</i>	605
Meluntorjunta maankäytön suunnittelun lähtökohtana <i>Timo Huhtala, Mikko Kylliäinen ja Joose Takala</i>	611
Menetelmä parvekelasitusten ääneneristävyden mitoittamiseksi liikennemelualueilla <i>Ville Kovalainen ja Mikko Kylliäinen</i>	617
Yritysten ja yhdistysten ilmoitukset	623

