

1 2012

betoni

TEEMA
@iitolda
MICROWAVE • DISHWASHER • FREEZER SAFE • OPEN TO TABLE

SAAT TOIMIVAT RAKENTEET



Markkinoiden tehokkain:
lambda design

0,023 W/mK

Eristeeseen
ei muodostu
kastepistettä

Valmistettu
käyttämällä
tuulisähköä

Nolla- ja passiivienegia-
rakennuksen toimiva
eristeratkaisu

Ilmanvuotoluku n50
alle 0,5 jo normaali-
rakenteilla

Eristeissä ei
konvektiota

VTT:N SERTIFIOIMA
P1-PALOLUOKAN
KERROSTALOIHIN

A

B

SPU Eristeet ovat markkinoiden tehokkaimpia lämmöneristeitä. Se tarkoittaa noin puolet villaeristeistä ohuempia rakenteita. Siksi rakennuksen ulkoseinät jäävät mahdollisimman ohuiksi, jolloin materiaaleja, työtä ja kustannuksia säästyy. Passiivi- ja nollaenergiarakenteiden kosteustekninen toimivuus on VTT:n varmistama.

Markkinoiden tehokkaimmat lämmöneristeet löydät osoitteesta spu.fi.

SPUERISTEET

betoni 82. vuosikerta – volume ilmestyy 4 kertaa vuodessa Tilaushinta 54 euroa Irtonumero 13,50 euroa Painos 16 100 kpl ISSN 1235-2136 Aikakauslehtien Liiton jäsen
Toimitus – Editorial Staff Päätoimittaja – Editor in chief Arkkitehti SAFA Maritta Koivisto Avustava toimittaja – Editor Juttupakki, DI Sirkka Saarinen Taitto – Layout Cleo Bade Maritta Koivisto
Käännökset – Translations Tiina Hiljanen
Tilaukset, osoitteenmuutokset rsvp@betoni.com RIA-, RIL-, RKL-, SAFA-, VAR -jäsenet omiin järjestöihinsä
Julkaisija ja kustantaja – Publisher Betoniteollisuus ry – Finnish Association of Construction Product Industries RTT PL 381, Unioninkatu 14 00131 Helsinki, Finland tel. +358 (0)9 12 991 telefax +358 (0)9 1299 291 www.betoni.com
Toimitusneuvosto – Editorial board Tait.liis. Ulla-Kirsti Junttila TkT Anna Kronlöf TkT Jussi Mattila DI Seppo Petrow DI Petri Kähkönen RI Kimmo Sandberg DI Arto Suikka Arkkitehti SAFA Hannu Tikka RI Harri Tinkanen DI Juha Valjus DI Matti J. Virtanen DI Matti T. Virtanen DI Pekka Vuorinen
Ilmoitukset – Advertising Manager Suomen Rakennusmedia Oy Jarmo Kokkonen +358 (0)40 700 9775 jarmo.kokkonen@rakennusmedia.fi

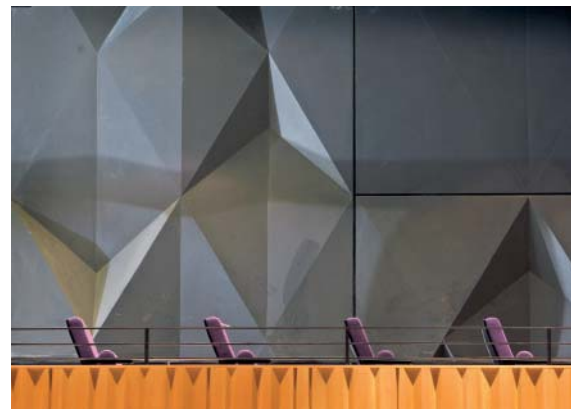
Kirjapaino – Printers
Forssa Print

Kansi – Cover
Vuoden Betonirakenne 2011.
Asunto Oy Helsingin Flooranaukio
ja Kiinteistö Oy Lontoonkuja.
Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen &
Komonen Oy. Kuva: Kari Palsila.

Juha Valjus	Pääkirjoitus – Preface Betonirakenteiden suunnittelun uudet mahdollisuudet ja haasteet New opportunities and challenges in design of concrete structures	7
Maritta Koivisto	Vuoden betonirakenne 2011 – Concrete Structure of the Year 2011: Asunto Oy Flooranaukio ja Kumpulan Kiinteistöt Oy Lontoonkuja, Helsinki	11
Sirkka Saarinen	Flooranaukion kaksi julkisivumaailmaa Prize-winning project in Flooranaukio Square required close cooperation Flooranaukion julkisivuelementeissä mosaiikkia ja muotoja ATT bongasi mosaiikki-idean aikaisemmasta kilpailusta	13 15 16 18
Sirkka Saarinen	Teatteri- ja konserttitalo Kilden – betonia konserttisalin akustiikassa Theatre and Concert House Kilden	20
Betoni toimitus	Saaristomeriaukio rakentui nimikkolaatoista Archipelago Sea Square was built of name slabs	28
Martti Matsinen	Betonilattioiden suunnittelusta ja toteutuksesta Design and implementation of concrete floors supported on ground	30
Pentti Lumme	Otetaanko rakennusmateriaalien päästöt oikeasti huomioon rakentamisessa?	38
Tero Kautto	BEC2012-Elementtisuunnittelun mallinnusohje YTV2012 osa5: Rakennesuunnittelu BEC2012 Modelling guide for precast design	40
Betoniteollisuus ry	Betoniteollisuus ry:n työturvallisuuskilpailun voitto Parma Oy:n Kotkan tehtaalle	44
Hannele Kuosa & Erika Holt	Betonin säilyvyyden kenttätutkimukset – merkitys ja tuloksia Summary of the DuraInt Project	46
Markku Leivo	Betonin vaurioitumismekanismien yhteisvaikutukset DuraInt-projektissa	50
Erkki Vesikari & Miguel Ferreira	Käyttöiän mallinnus DuraInt-projektissa	55
Sirkka Saarinen	Henkilökuvassa Aki Schadewitz	58
Jussi Mattila	Vaarana kokovartalokipsi? – Kolumni	61
	Betonialan uusia julkaisuja, kursseja, uutisia	62
	Betoniteollisuus ry:n jäsenyritysten tuote- ja valmistajatietoja	65



11 Vuoden betonirakenne 2011:
Asunto Oy Flooranaukio ja Kumpulan Kiinteistöt Oy
Lontoonkuja, Helsinki



20 Teatteri- ja konserttitalo Kilden
– betonia konserttisalin akustiikassa

ANNA BETONIN NÄKYÄ!

**Dynytetty
lattia tuo esiin
betonin parhaat
puolet – myös väreissä.**

Hiottu betonilattia on tulevaisuuden ratkaisu, joka jättää tilaa luovuudellesi. Kiiltävä tai himmeä, elävä tai tasainen, värjätty tai luonnollinen – sinä päätät, me toteutamme.

Dyny-lattia on kestävä, edullinen huoltaa ja hankintahinnaltaan kilpailukykyinen. Se on ympäristöystävällinen ratkaisu myös LEED-projekteihin.

Älä usko ennen kuin näet!

Kutsumme sinut tutustumaan Dyny-lattioihin. Uusimpia kohteitamme ovat muun muassa K-rauta Veturi Kouvolassa / 6000 m² ja S-rauta Nummelassa / 4000 m². Ilmoittaudu tutustumiskäynnille sinua lähimpään kohteeseen osoitteessa www.dyny.fi

Ylivoimaisen lattian takana **dyny** 

www.dyny.fi

Ajankohtaista

Keskustelua betonista

Hyödyllisiä sivustoja

betoni.com

BETONILABORATORIO

Tutkittua
tietoa
pintaa
syvemältä!

WSP Finland Oy
p. 0207 864 12
www.wspgroup.fi

BETONITUTKIMUKSET

ohut- ja pintahie
vetolujuus
kloridimääritykset

HAITTA-AINETUTKIMUKSET

PAH, PCB, Pb
asbestianalyysit

MIKROBITUTKIMUKSET

LAADUNVARMISTUSKOKEET

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE

WSP



Perustavaa laatua

Rautaisia Otteita



pintos

Pysäköintie 12
27510 EURA
Puh (02) 838 5200
pintos@pintos.fi

Rauditusverkot • Harjatangot • Ansa-raudoitteet • Nostolenkit
Kierrehaat • Irtohaat • Rengasraudoitteet • Naulat • www.pintos.fi

Näkyvyyttä betoni-lehdessä?



Mainostilaa varaat tehokkaasti
osoitteesta:

Jarmo Kokkonen
+358 (0)40 700 9775
jarmo.kokkonen@rakennusmedia.fi
betoni / Suomen Rakennusmedia Oy



betoni.com
asiantuntijapalvelut erikoisjulkaisut tapahtumat koulutus

**SUOMEN
RAKENNUSMEDIA OY**

PLATINA on eristyksen uusi kieli.



Platina Sänkki betonisandwich-elementteihin



Platina Rappari ohutrappausseiniin



Platina Ontelo ontelolaatta-alapohjiin

ThermiSol.
Eristyksen ykkösosaaja
pohjolassa.

Eristyskello tikittää kohti **KIRISTYVIÄ** määräyksiä. Millä eristät talosi lattia, seinät ja katon. Nyt ja huomenna? ThermiSol on eristyksen ykkönen **POHJOLASSA**. Sen ohuet **PLATINA**-tuotteet toimivat jopa **25 %** tehokkaammin kuin perinteiset ratkaisut.

**OHUT
MATALA-
ENERGIA-
ERISTE**

Kuuntele eristysasiantuntijaa.
Katso www.thermisol.fi



ThermiSol

THE ART OF INSULATION

Pihakivillä näyttävyyttä ja tunnelmaa pihallesi

Korkealuokkaiset kotimaiset Lakka Pihakivet pihan viimeistelyyn.

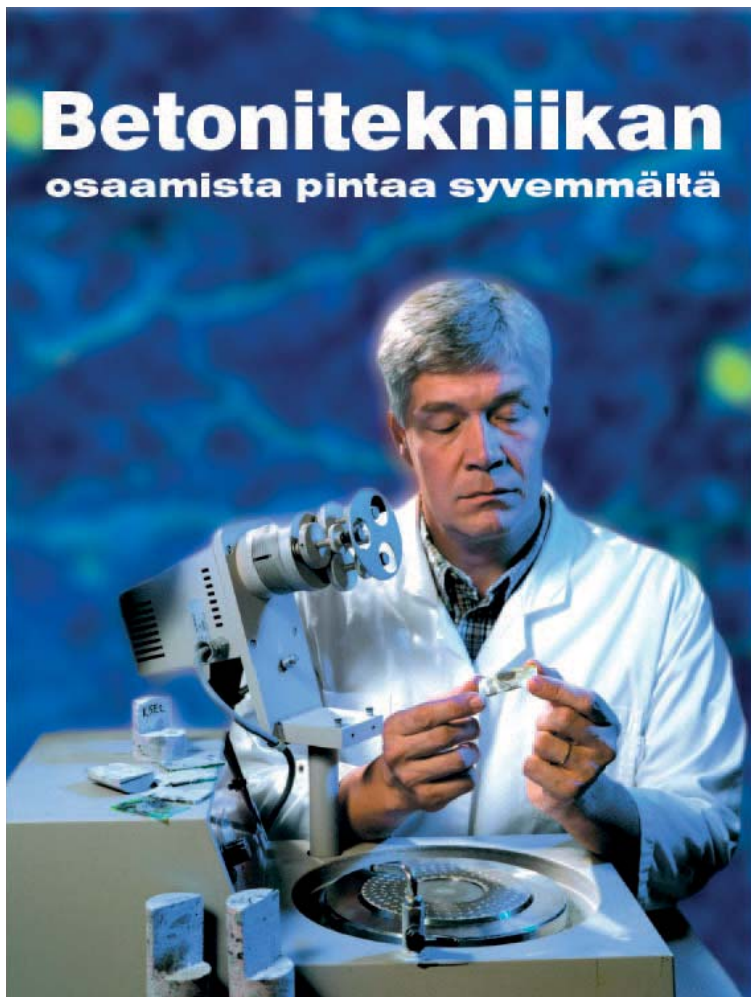
PIHAKIVET • MUURIKIVET • LAATAT • REUNAKIVET



PIHAKIVET

Myynti: Hyvin varustetut rautakaupat kautta maan. Pyydä Lakka Pihakivitarjous lähimmästä rautakaupastasi!

Lakka®



- Betonitekniset asiantuntijapalvelut
- Betonin ja sen osamateriaalien sekä betonituotteiden testaus-, tutkimus- ja tuotekehityspalvelut
- Betonirakenteiden kuntotutkimukset ja korjaustyön laadunvarmistuspalvelut

Kilterinkuja 2, PL 23, 01601 Vantaa
Puh. 09 2525 2425

Varastokuja 1, 21600 Parainen
Puh. 020 7430 620

www.contesta.fi

CONTESTA



1 Kunniainmaininnan 2011 kilpailussa sai Vähätori Turussa.

Vuoden Ympäristörakenne 2012 -kilpailu käynnissä – nyt kahdeskymmenestoinen kerta

Korkeatasoinen, kaunis ympäristö on hyvän suunnittelun ja ammattitaitoisen toteutuksen tulos. Se on onnistunut kokonaisuus, joka houkuttelee viihtymään, tarjoaa mahdollisuuden lepo- ja virkistymään sekä virikkeitä leikkiin ja toimintaan. Hyvä ympäristö on luontoa sellaisessa muodossa, joka kestää monenlaisen toiminnan ja vaikeidenkin olosuhteiden aiheuttamat rasitukset.

Kasvillisuus ja kivipohjaiset ympäristötuotteet ovat nousseet peruspilareiksi, joiden varaan voidaan suunnitella ja toteuttaa esteettisesti, toiminnallisesti ja käyttötaloudellisesti korkea-laatuinen ympäristö.

Kilpailun tarkoitus

Puutarhaliitto ry ja Rakennustuoteteollisuus RTT ry haluavat tehdä tunnetuksi ja edistää hyvää ympäristösuunnittelua, korkeatasoisia ulkotilojen miljöökokonaisuuksia ja korkealaatuista ympäristöhoitoa myöntämällä Vuoden Ympäristörakenne-palkinnon. Tunnustus annetaan luontoa ja sen eri tekijöitä arvostavasta suunnittelusta ja rakentamisesta palkittavan kohteen rakennuttajalle, suunnittelijoille, toteuttajille ja materiaalitoimittajille tuomaston harkitsemalla tavalla.

Kilpailukohde voi olla julkinen tai yksityinen, laaja tai suppea kokonaisuus. Kilpailun ulkopuolelle on rajattu vain yksityiset omakotitalopihat. Kilpailuun voidaan ilmoittaa viimeisen viiden vuoden aikana valmistuneita kohteita. Ehdotuksia voivat tehdä asiantuntijat, yhteisöt ja yksityiset henkilöt. Vuoden Ympäristörakenne -kilpailun tulokset julkistetaan järjestäjien päättämänä ajankohtana.

Tuomaristo

Kilpailun tuomaristossa ovat mukana Puutarhaliiton ja Rakennustuoteteollisuus RTT ry:n edustajien lisäksi Suomen Arkkitehtiliiton, Suomen Maisema-arkkitehtiliiton, ympäristöministeriön, Suomen Kuntaliiton, Viherympäristöliiton, Kiviteollisuusliiton ja lehdistön edustajat.

Kilpailuaika

Ehdotukset Vuoden Ympäristörakenne -kilpailuun voi tehdä täyttämällä ilmoittautumislomake ja lähettämällä se liitteineen **22.6.2012** mennessä osoitteella Puutarhaliitto/Vuoden Ympäristörakenne, Viljatie 4 C, 00700 Helsinki. Ilmoittautua voi myös sähköpostilla: jjyri.uimonen@puutarhaliitto.fi.

Säännöt ja ilmoittautumislomake

Lisätietoja, kilpailun sääntöjä ja ilmoittautumislomakkeita:

Puutarhaliitto
Jyri Uimonen
Viljatie 4 C, 00700 Helsinki
puh (09) 5841 6550
jjyri.uimonen@puutarhaliitto.fi

Rakennustuoteteollisuus RTT ry
Seppo Petrow
Unioninkatu 14, 00130 Helsinki
puh 0500-422 652
seppo.petrow@rakennusteollisuus.fi



2 Eiranrannan kolmen puiston kokonaisuus Helsingissä palkittiin Vuoden 2011 Ympäristörakenne -tunnustuksella.

Betonikuorma, joka kuormittaa vähemmän ympäristöä.



Rudus
VIHREÄ
BETONI

Rudus toimittaa asiakkailleen ympäristöä mahdollisimman vähän kuormittavia Vihreitä betoneita, jotka suunnitellaan kohdekohtaisesti vastaamaan asiakkaan tarpeita. Vihreän betonin lisäksi koko Ruduksen toimintatapa tukee ympäristöstä huolehtimisesta: Ruduksella on Suomessa kestävä kehitys vahvistava koko rakentamisen ketju raaka-ainetoimituksista aina kierrätykseen asti. Lisäksi laaja toimipisteverkosto minimoi kuljetuksista aiheutuvat päästöt. Tulevaisuus on hyvissä käsissä, kun rakennat Ruduksen kanssa – tutustu toimintaamme tarkemmin osoitteessa **rudus.fi/vihreabetoni**.

Betonirakenteiden suunnittelun uudet mahdollisuudet ja haasteet

Ajat, jolloin kunkin alan suunnittelijat ahersivat yksikseen omissa kammioissaan ja tulostivat tai piirsivät suunnitelmansa paperille muiden ihmeteltäväksi, alkavat olla suunnittelussa taakse jäänyttä elämää. Suunnittelu on muuttumassa yhä enemmän eri osapuolten väliseksi – ei vain suunnittelijoiden, vaan tilaajien, käyttäjien, rakentajien ym. – sähköisessä muodossa tapahtuvaksi informaatiovirraksi.

Tietomallintaminen tarjoaa osaavissa käsissä mahdollisuuden hallita alati paisuvaa informaatiota ja luo mahdollisuuden hyödyntää projektissa syntyvää informaatiota monin eri tavoin. Tietomalleja, jos ne ovat oikein tehtyjä, voidaan hyödyntää rakennuksen aikataulutuksessa, simuloinneissa, suunnitelmien yhteensovituksissa, havainnollistamisessa, rakennusosien tuotannossa, määrälaskennassa, rakennuksen käytön aikana. Listaa voi jatkaa miltei loputtomiin.

Betonirakenteiden tietomallisuunnittelussa vaikeutena on ollut rakenteiden kompleksisuus. Nyt työkalut betonirakenteiden suunnitteluun ovat jo paremmassa kuosissa ja alalla tehdään aktiivista kehitystyötä pullonkaulojen ja ongelmien poistamiseksi. Lepäämään ei kuitenkaan voida jäädä, vaan kehitystyötä on aktiivisesti jatkettava.

Tilaajatkin ovat heräämässä tietomallinnuksen tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntämiseen. Mallien hyödyntäminen laajasti asettaa vaatimuksia kaikille osapuolille, eikä niitä ole aina hallittu. On tullut pettymyksiä, joista on syytetty tietomalleja. Syytökset ovat olleet joskus aiheellisiakin, mutta usein syynä on ollut tiedon puute eri osapuolilla.

Ongelmien ratkaisemiseksi ja mallintamisen käytön yhtenäistämiseksi on julkaistu uudet pelisäännöt, YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Käytännön työssä tarvitaan vielä lisäohjeistusta. Täsmäohjeena betonirakentamisessa on tehty ohjeet BEC 2012 betonielementtien mallintamalla tapahtuvaan suunnitteluun. Näin toimimalla tulisi alan luoda tarkemmat yhteiset ohjeet, kun havaitaan ongelmakohtia.

Tietomallintaminen on tullut jäädäkseen. Sen hyötyjä ei mitata vain suunnittelussa vaan koko rakennuksen elinkaaren aikana useimpien toimijoiden hyödyntämänä. Tarvitaan kuitenkin vielä paljon määrätietoista työtä hyötyjen ulosmittaamiseksi ja ongelmien ratkaisemiseksi. Tietomallintamista ei kannata tehdä vain siksi, että se on "kivaa".

Juha Valjus

Toimitusjohtaja (1.4.2012 alkaen), Suomen Betoniyhdistys ry
Managing Director, Concrete Association of Finland

New opportunities and challenges in design of concrete structures

The days when the designers of different fields worked all alone in their dens and printed or drew their designs on paper for others to admire, are becoming something of the past. The design process is changing into a more interactive electronic flow of information between the various parties – not just designers, but also clients, users, builders, etc.

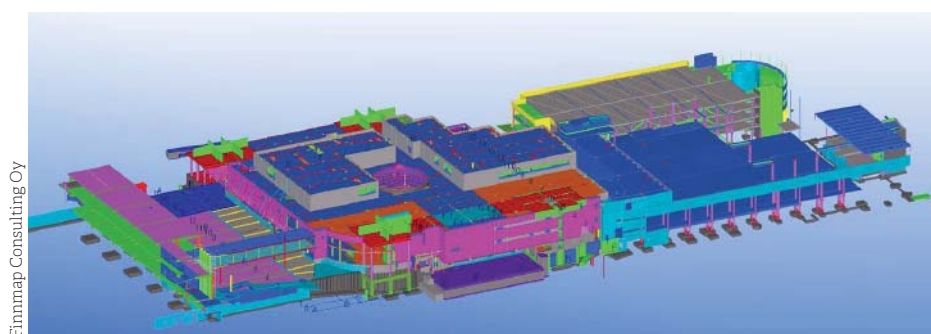
When expertly used, information modelling provides a means to manage the ever increasing information volume and creates an opportunity to take advantage in many different ways of the information produced in the project. Correctly developed information models can be utilised in a building project for scheduling, simulations, integration of designs, conceptualisation, production of building parts, in bills of quantities and during the use of the building. The list could go on and on.

As far as concrete structures are concerned, the complexity of the structures has posed problems in information model-based design. Better tools are now available for the design of concrete structures and active development continues to eliminate the remaining bottlenecks and problems. There is no time to rest, however; development work must be continued through active efforts.

Clients are also beginning to acknowledge the opportunities that can be achieved through information modelling. Large-scale utilisation of the models is only possible if all the parties fulfil specific requirements and this has not always been successfully managed. There have been disappointments blamed on information models. In some cases the models have been the culprits, but often the cause has been insufficient knowledge of the parties.

In order to resolve problems and to ensure consistent use of information models, new rules of the game have been published: YTV General information model requirements 2012. Further guidelines are still needed for practical work. BEC 2012 is a set of guidelines specifically developed for the modelling-based design of precast concrete structures. More detailed, common guidelines should be prepared for the industry whenever problem areas are identified.

Information modelling is here to stay. The benefits of modelling do not apply only to design, but can be taken advantage of by several operators during the whole life cycle of the building. However, a lot of determined work is still needed to make full use of the benefits and to resolve problems. Information modelling should not be used just because it is "cool".



Kauppakeskus Willa – tietomalli
Shopping centre Willa – information model

Asunto Oy Flooranaukio ja Kumpulan Kiinteistöt Oy Lontoonkuja, Helsinki

Maritta Koivisto, päätoimittaja Betoni

Asunto Oy Helsingin Flooranaukio ja Kiinteistö Oy Lontoonkuja palkittiin Vuoden 2011 Betonirakenteena taitavasta suunnittelusta sekä ammattitaitoisesta toteutuksesta. Rakennuttajan, kaavoittajan ja suunnittelijoiden tiiviin yhteistyön tuloksena yhdistettynä osaavaan betonin käyttöön on aikaansaatu toimiva ja näyttävä arkkitehtoninen rakennus Arabianrannan kaupunginosaan.

Betonia on käytetty kokonaisvaltaisesti sekä julkisivuissa että rakennuksen rungossa. Erityisesti sisäpihan julkisivujen veistoksellisissa rakenteissa betonin muovailtavuus ja hienopiirteisyys tulevat esiin rakennuksen arkkitehtuurissa. Teknisesti haastavan elementtityö asennuksineen on onnistunut, mikä viimeistelee rakennuksen korkealuokkaisen ulkoasun.

Asunto Oy Helsingin Flooranaukio ja Kiinteistö Oy Lontoonkujan rakennukset muodostavat yhtenäisen korttelin, jonka yhteispiha avautuu Lontoonkujan eteläpuolella Toukolan rantapuistoon.

Rakennuksen katujulkisivujen punatiiliverhous ja aukotus viittaavat Arabian vanhojen tehdasrakennusten rationalismiin. Tälle kontrastina talon vaalea pihajulkisivu aaltoilee vapaamuotoisena, tuoden valoa ja vaihtelua syvään kortteliin. Mosaiikkipintainen betoni yhdistää suomalaisen arkkitehtuurin modernilla tavalla eurooppalaiseen rakennustaiteeseen.

Asemakaavan mukaisesti viisikerroksisen rakennuksen päälle on sijoitettu kaksikerroksinen rivitalomainen osa.

Sisäpihan aaltoilevat elementit ovat valko-betonipintaisia. Niitä elävöittää suurikokoinen kukkamainen, mosaiikkibetoninen muotoaihe, joka on toteutettu julkisivu- ja parveke-elementtien valmistuksen yhteydessä Arabian tehtaan tuotantoprosessissa syntyvästä jätteposliinista. Kaarevien julkisivuelementtien yhteensopivuus, osien mittatarkkuus, rakenteelliset detaljit sekä mosaiikkipintojen kehitystyö ovat olleet erityisen vaativia. Parvekkeiden tausta- ja pelli-

elementit ovat muottipintaista pigmentillä värjättyä väribetonia. Myös tiilijulkisivuja on toteutettu vaativalla elementtitekniikalla.

Rakennusten kantavat rakenteet ovat teräs-betonielementtejä.

Hankkeen julkisivuarkkitehtuuri perustuu 2007 ratkaistuun ATT:n järjestämään kutsukilpailuun Arabianrannan Posliinikadulle. Palkintolautakunta suosittelee ehdotuksen soveltamista muualla Toukolan rantapuiston alueella.

Pitkäjänteisellä yhteistyöllä kokeneen kaavoittajan kanssa on Arabianrantaan suunniteltu yksilöllinen korttelikokonaisuus, jossa on kehitetty uutta ja innovatiivista asuntorakentamista. Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimisto ATT on rakennuttajana mahdollistanut hankkeen toteutumisen ja samalla asumisen laadun ja viihtyisyyden kehittämisen.

Palkitun kohteen on suunnitellut Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy Helsingistä. Kohteen suunnittelusta ovat vastanneet arkkitehdit SAFA Mikko Heikkinen, Markku Komonen ja Kai van der Puij.

Kohteen laajuus: 45 370 m³, Asuntoja: 122

Palkittavat tahot:

Rakennuttaja: Helsingin kaupungin Asuntotuotantotoimisto, ATT

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy
Rakennesuunnittelu: Finnmap Consulting Oy
Kaavoittaja: Mikael Sundman, arkkitehti, TkL
Betonielementit: Parma Oy

Vuoden Betonirakenne -kilpailu järjestettiin 42. kerran ja siihen osallistui tänä vuonna 14 ehdotusta. Palkinto annetaan vuosittaisen kilpailun perusteella rakennuskohteelle, joka parhaiten edustaa suomalaista betonirakentamista. Kilpailun tarkoituksena on tehdä tunnetuksi ja edistää suomalaista betoniarkkitehtuuria, -tekniikkaa ja -rakentamista. Kilpailun järjesti Betoniteollisuus ry.

Vuoden Betonirakenne 2011 -kilpailun tuomariston puheenjohtajana toimi toimitusjohtaja, dipl.ins. Lauri Kivekäs, Betonikeskus ry ja jäsenenä Suomen Arkkitehtiliitto SAFA:n nimeämänä arkkitehti Anu Puustinen, rakennusarkkitehti Asko Eerola Rakennusinsinöörit ja -arkkitehdit RIA:n edustajana, professori Jari Puttonen Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL:n nimeämänä, dipl.ins. Tapio Aho Suomen Betoniyhdistys ry:n edustajana ja kutsuttuna median edustajana toimittaja Minna Joenniemi YLE Kulttuuritoimituksesta. Tuomariston sihteereinä toimivat arkkitehti SAFA, päätoimittaja Maritta Koivisto Betoni-lehdestä sekä dipl.ins. Olli Hämäläinen Betoniteollisuus ry:stä.



1

1 Sisäpihan aaltoilevat elementit ovat valkobetonipintaisia. Niitä elävöittää suurikokoinen kukkamainen, mosaiikkibetoninen muotoaihe. Kaarevien julkisivuelementtien yhteensopivuus, osien mittatarkkuus, rakenteelliset detaljit sekä mosaiikkipintojen kehitystyö ovat olleet vaativia.

2 Asemapiirros. Asunto Oy Helsingin Flooranaukio ja Kiinteistö Oy Lontoonkujan rakennukset muodostavat yhtenäisen korttelin, jonka yhteispiha avautuu Lontoonkujan eteläpuolella Toukolan rantapuistoon.



2

Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy



3 Talon vaalea pihajulkisivu aaltoilee vapaamuotoisena, tuoden valoa ja vaihtelua syvään kortteliin.

4 Rakennuttamisesta, suunnittelusta ja toteutuksesta palkitut edustajat.

5 Kadunpuoleinen tiilijulkisivu on toteutettu vaativalla elementtitekniikalla.

6, 7 Asunto Oy Flooranaukio ja Kumpulan Kiinteistöt Oy muodostavat yksilöllisen korttelikonaisuuden, jossa on kehitetty uutta ja innovatiivista asuntorakentamista.

Amo de la Chapelle

3



Maritta Koivisto

4

Lisätietoja:

Betoniteollisuus ry: Maritta Koivisto,
gsm 040-9003577 tai
maritta.koivisto@betoni.com,
<http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/>
Vuoden+Betonirakenne

Vuoden betonirakenne 2011 ehdokkaat (14 kpl)

Port Tower, Kokkola – Arkkitehtuuritoimisto Antti Luutonen
Mestaritunneli, Kehä I, Espoo – FCG Planeko Oy
Oikaraisen silta, Rovaniemi – Sito Oy
Lövön silta, Kemiön saari – Ramboll Oy
TYS Ikituuri, Turku – Arkkitehtitoimisto Sigge Oy
Pirkkolan liikuntakeskuksen peruskorjaus, Helsinki – Siren Arkkitehdit Oy
Musiikkitalo, Helsinki – LPR-arkkitehdit Oy
Jampankaari, Järvenpää – Arkkitehtistudio Kujala & Kolehmainen Oy
Kaanaankatu 6 ja Kaanaanpiha 4, Helsinki – Huttunen - Lipasti – Pakkanen Arkkitehdit Oy
Sellonhuippu, Espoo – Cederqvist & Jäntti Arkkitehdit Oy
As Oy Helsingin Flooranaukio / Kiint. Oy Lontoonkuja 5, Helsinki – Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen & Komonen Oy
Espoon Koukkuniemenranta, Espoo – Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy
Joensuun Elli, Joensuu – Arcadia Oy, taideteokset: Maria Mughal
Raatin stadionin peruskorjaus, Oulu – Siren Arkkitehdit Oy

Concrete Structure of the Year 2011: Housing Corporation Asunto Oy Flooranaukio ja Kumpulan Kiinteistöt Oy Lontoonkuja, Helsinki

Housing Corporation Asunto Oy Helsingin Flooranaukio ja Kiinteistö Oy Lontoonkuja has won the Concrete Structure of the Year 2011 Award for skilled design and professional implementation of the project. The close cooperation between the Developer, the town planner and the designers, combined with competent use of concrete, has produced a functioning and impressive architectural building in the residential district of Arabianranta in Helsinki.

Concrete has been used in a holistic and integrated manner in both façades and building frames. The sculptural structures of the internal courtyard, in particular, highlight the formability and delicate features of concrete in building architecture. The high-standard appearance of the building is completed by the successful implementation of the technically challenging use of precast units, including installation.

The buildings of Housing Corporation Asunto Oy Helsingin Flooranaukio ja Kiinteistö Oy Lontoonkuja form an integral city block with a common courtyard that opens up towards the Toukola shore park on the south side of Lontoonkuja Street.

The redbrick cladding and the openings of the building's street façades imitate the rationalism of the old industrial buildings of the Arabia area. This is contrasted by the light colour of the courtyard-side façade, which flows in free form bringing light and variety to the deep city block. Mosaic concrete unites Finnish architecture in a modern way with European building art. A two-storey row-house type structure stands on top of the building, as indicated in the town plan.

The white concrete surfaces of the undulating elements of the internal courtyard are enlivened by a floral motif fabricated in connection with the production of the precast façade and balcony elements. The motif is made from mosaic concrete using waste porcelain from the production process of the Arabia factory. The compatibility of the curved façade elements, the dimensional precision of the parts, the structural details as well as the development of mosaic surfaces have been particularly demanding. The balcony rear wall and reveal elements are made from formlined pigment-dyed concrete.

Brick façades have also been realised through a demanding precast technique.

The load bearing structures of the buildings are precast reinforced concrete elements.

The façade architecture of the project is based on an entry submitted to the competition in which ATT invited façade designs for Posliinikatu Street in Arabianranta. The winners were declared in 2007 and this particular entry was recommended by the Jury for implementation somewhere else in the Toukola shore park area.

Through long-term cooperation with an experienced town planner, an individualistic city block complex has been designed in Arabianranta, based on the development of new and innovative housing construction. The City of Helsinki Housing Production Department, ATT, has in its capacity as the Developer created the preconditions for the implementation of the project and thus for the development of living quality and comfort.

The awarded project has been designed by Helsinki-based Architects Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy. The primary architects of the project have been SAFA architects Mikko Heikkinen, Markku Komonen and Kai van der Puij.

Project size: 45 370 m³, number of apartments: 122

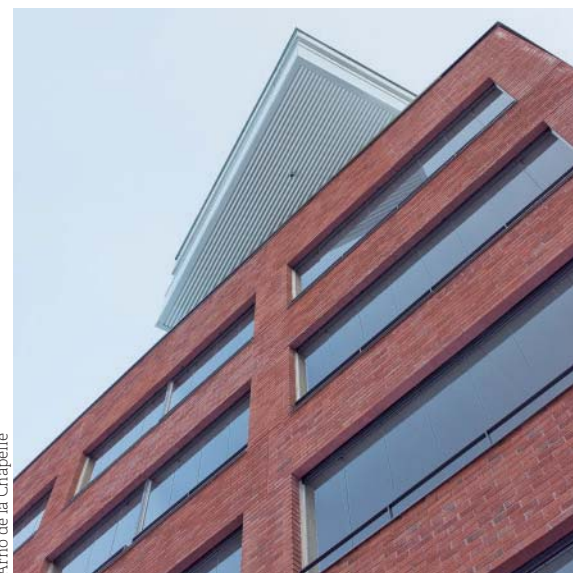
The Concrete Structure of the Year competition was organised for the 42nd time and 14 entries were submitted this year. The award is distributed every year to a construction project that best represents Finnish concrete construction. The purpose of the competition is to introduce and promote Finnish concrete architecture, technology and construction. The competition was organised by the Association of Finnish Concrete Industry.

Further information:

Association of Finnish Concrete Industry:

Maritta Koivisto, gsm +358 40 9003577 or maritta.koivisto@betoni.com,

Media photos of the project are available at: <http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Vuoden+Betoniirakenne/Kuvapankki/2011/>



Arno de la Chapelle



Kari Palsia

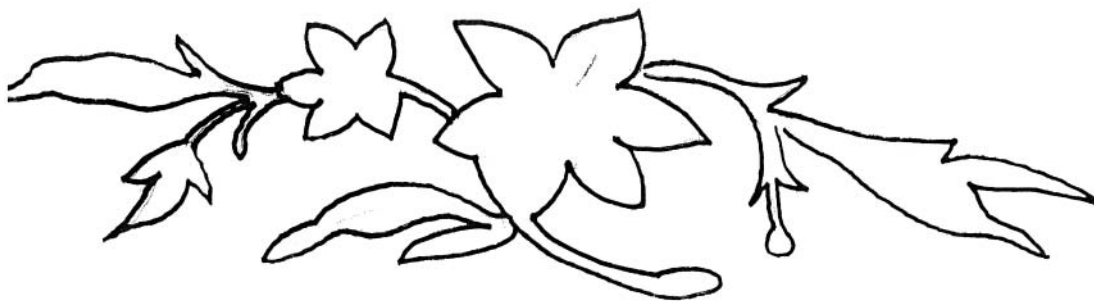


Kari Hautala



8
9





Flooranaukion kaksi julkisivumaailmaa

Vuoden Betonirakenteena palkitun Flooranaukion on suunnitellut Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy Helsingistä. Suunnittelusta ovat vastanneet arkkitehdit SAFA Mikko Heikkinen, Markku Komonen ja Kai van der Puij.

– Sisäpihan puolella annettiin hakaviivotimelle ja kulmaviivaimelle kyytiä, totesi arkkitehti Mikko Heikkinen esitellessään kohdetta palkitsemistilaisuudessa.

Hän kertoi, että kohteen konseptia ei tarvinnut hakea kaukaa: – Ollaan Arabianrannassa, Arabian tehtaiden liepeillä, jossa on tehty pitkään suomalaisen taideteollisuuden ja designin historiaa. Halusimme rakennusten liittyvän alueen ja Arabian tehtaiden hienoon historiaan ja arkkitehtuuriin.

Rakennuksen ulko- ja sisäjulkisivut käsiteltiin selkeästi omalla tavallaan. Ulkopuoli sai seuraila Arabianrannan teollisuusrakentamisen rationaalista, ikkuna-aukotuksia myöten ankaraa systematiikkaa. Pihajulkisivu parvekkeineen sai vapaamman muodon.

Ajatus sijoittaa Arabian tehtailta syntyvää jätteposliinia julkisivuun, muodostaa niistä suuria kuva-aiheita, liittyi myös Arabianrannan rakentamisen taidetoteutuspolitiikkaan. – Erillisen teoksen sijaa integroitaisiin taidekohteeseen, Heikkinen totesi.

Alkuperäinen kilpailusuunnitelma laadittiin Posliinikadulla sijaitsevaan kohteeseen. – Siellä se ei toteutunut, mutta kiitos Att:n ja kaavoittajan, erityisesti arkkitehti Mikael Sundmanin, pääsimme toteuttamaan sen läheiselle Toukorrannan alueelle.

Suunnitelmista käytäntöön

– Käärittiin hihat ylös ja alettiin tutkia, miten ajatukset posliinin käyttämisestä käytännössä onnistuisivat. Raaka-aineenamme oli Arabian posliinituotanto materiaalina ja sen värivalikoima.

Molemmiin puolin lasitettu posliini käytetty julkisivussa tietysti eri tavalla kuin tarkoitukseen alun perin suunniteltu rakennuseramiikka. – Malleja ja testejä tarvittiin. Ilman Parman Kangasalan tehtaita ja Juhani Toivosta apureineen emme olisi ratkaisuja löytäneet, Heikkinen totesi.

Jätteposliinia syntyy Arabian tehtaalla koko ajan, sitä ei siis erikseen tarvinnut tehdä. Normaalisti se viedään täyteaineeksi esimerkiksi

tienrakennukseen. Nyt runsaat satatuhatta värikästä lautasta kuljetettiin elementtitehtaalte.

Julkisivun mosaiikkikuva-aiheen arkkitehdit ottivat Arabian tuotannossa 1930-luvulla olleesta voipurkista. Nyt se toistuu talon sisäpihan puoleisissa seinissä kolme kertaa rakennuksen korkuisena. Vaihtelua kuvioihin tuo elementintekijöiden erilaiset käsialat. Kukin asetteli ja valikoi posliinisirpaleet muotoin pohjalle rajattuun suurkuvioon oman makunsa mukaan: toisella oli enemmän sinisiä, toisella keltaisia sirpaleita.

8 Julkisivun mosaiikkikuva-aihe on Arabian tuotannossa 1930-luvulla olleesta voipurkista.

9 Asemakaavan mukaisesti viisikerroksisen rakennuksen päälle on sijoitettu kaksikerroksinen rivitalomainen osa.

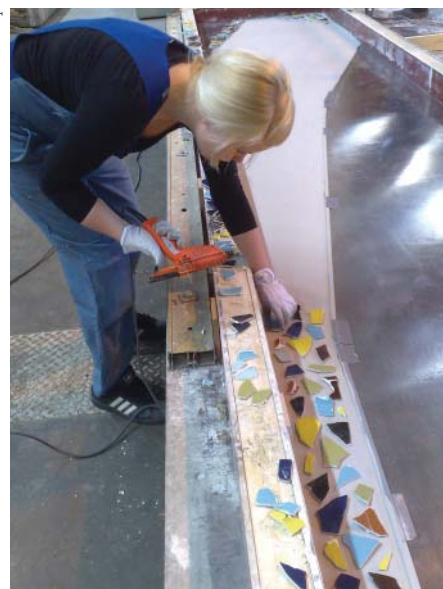
10,11,12 Vaihtelua kuvioihin tuo elementintekijöiden erilaiset käsialat.



10



11



12

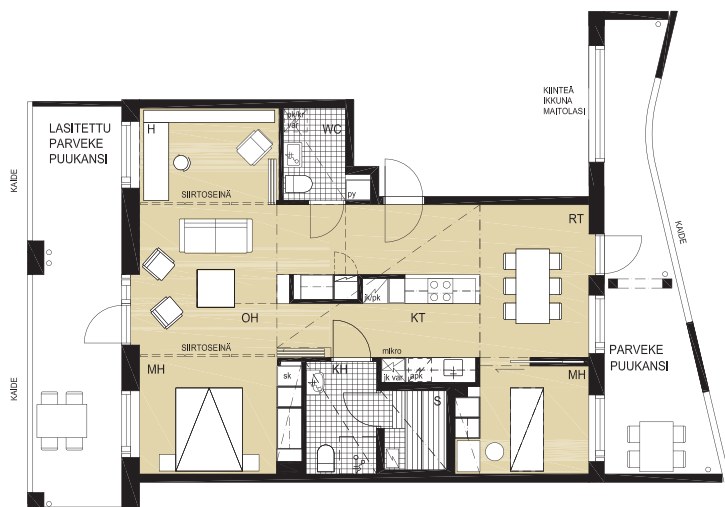


13 2.kerrosen pohjapiirros.

14 5.kerroksessa sijaitseva esimerkki asuinhuoneiston pohjasta.

15 2. ja 4.kerroksien esimerkki asuinhuoneiston tilajärjestelyistä.

16, 17 Sisänäkymiä asuintiloista.



14



15

Kaikki betonirakentamisen haasteet

Heikkinen totesi, että Flooranaukion rakenteissa on koottuna lähes kaikki betonirakentamisen ajateltavissa olevat haasteet. Erityismaininnan hän antoi rakennesuunnittelulle sekä aaltoilevien, kaarevien parvekejulkisivujen että tiililaattapintaisten elementtien vaativien detaljien ratkaisuista.

Rivitalo katolla

Flooranaukion vaativat julkisivut olivat Vuoden Betonirakenne -palkitsemistilaisuudessa pääroolissa. Mikko Heikkinen korosti, että rakennuksen perushahmo on aaltoilusta huolimatta kuitenkin ontelolaattaystävällinen.

Lämmin runko parvekkeiden takana on näet perinteisen kantikas. Plaaneissa asuntoihin on pyritty luomaan rungon läpi menevä yhtenäinen tila, jolloin niissä on myös normikulmista poikkeavia muotoja.

– Hitas-asunnoissa on parvekkeet molemmin puolin: toisella puolella lasitettu, toisella avonainen, Heikkinen esitteli ja kertoi kuulleensa, että kaikkein erikoisimmat plaanit ovat olleet myös kaikkein suosituimpia.

Erikoisuus löytyy vielä katoltakin: kerrostalon katolla kurottua kaavanmukaisesti kaksikerroksinen rivitalo.

Prize-winning project in Flooranaukio Square required close cooperation

The apartment building on Flooranaukio Square that won the Concrete Structure of the Year Award was not an easy project for its builders. The patterning of the façade elements was made using waste porcelain from the Arabia factories. It was glazed on both sides and behaved differently than ceramic products specifically designed for construction purposes. The beautifully curved forms of the precast balcony elements also required a new kind of production technology.

The developer, the designers and the manufacturers of the precast elements all emphasise that good and extremely close cooperation between all the parties was a pre-condition for the successful completion of the project. This cooperation has demonstrated that where there is will and demands, concrete will yield to what is wanted from it.

The mosaic motif of the façade was inspired by a butter dish that Arabia manufactured in the 1930s. It is now repeated in three-times the height of the building on the walls that face the internal courtyard.

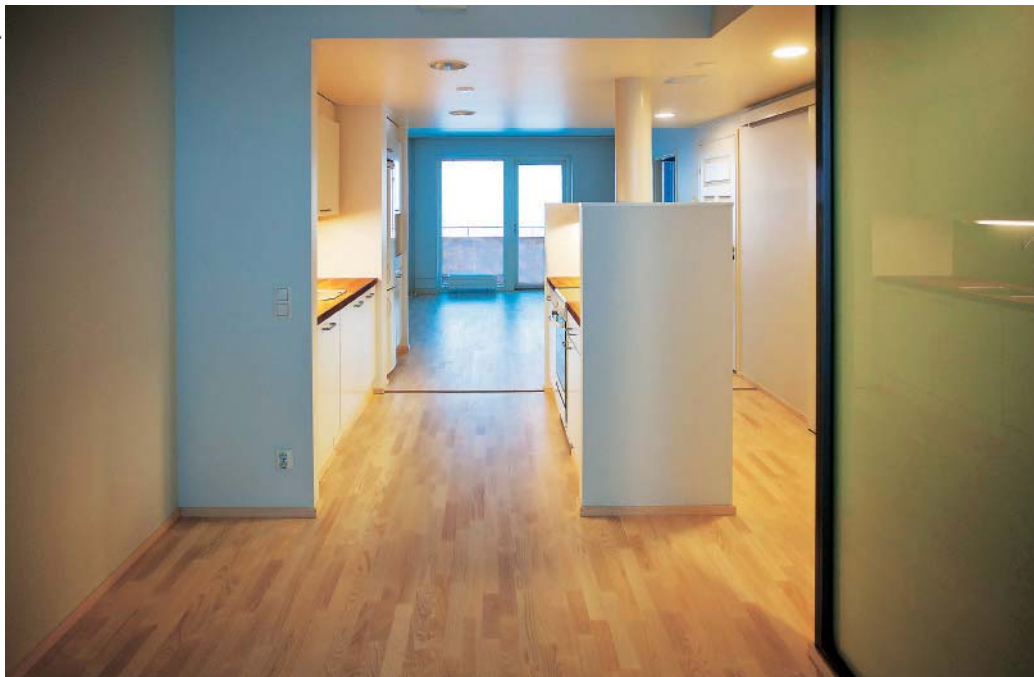
The adhesion of the porcelain pieces was tried and tested comprehensively. The patterns were designed and glued on the bottom of the base by hand. Exposed aggregate surface finish technique was used to create the foliage pattern.

Jussi Tiihinen



16

Arno de la Chapelle



17

The base surface of the element is white concrete with greyish white limestone and grey granite used as aggregate.

For the element-maker, the most demanding task was to produce the exquisitely curving forms of the balcony units. The balcony line features 13 curves, each with a different curve radius. Similarity of structures, which is a necessary characteristic in terms of manufacture, is found in vertical direction. The façade openings created by access balconies has made it possible for the architects to avoid a grid-like appearance of the façade. The balcony slabs and the balustrades were poured separately and then assembled at the factory.

Originally plywood forms were to be used, but they were replaced with steel forms in order to bring out the beautiful foliage pattern. Conventional formwork designs were not adequate as such for the extreme precision required in the manufacture of the forms. The structural designer and the form-makers had to work really closely with each other.

The building façade on the street side is a redbrick wall built on the site, as required by planning regulations. The inclined gable façades facing Flooranaukio Square, on the other hand, are built of precast elements. The demanding corners were handcrafted.



18 Vanerimuotit vaihtuivat teräksisiksi.



19 Elementintekijän kannalta vaativinta olivat parveke-elementtien hienosti kaartuvat muodot.

Flooranaukion julkisivuelementeissä mosaiikkia ja muotoja

"Omalla urallani yksi vaativimpia kohteita", Juhani Toivonen Parma Oy:stä toteaa. Kyseessä on Vuoden 2011 Betonirakenne -palkittu Flooranaukion kolmen asuinkerrostalon kohde. Sen julkisivuelementit tehtiin Parman Kangasalan tehtaalla.

Toivonen luonnollisesti iloitsee tehtaan saamasta tunnustuksesta. Erityisen iloinen hän on palkitun kohteen välittämästä viestistä: "Kun tahdotaan ja vaaditaan, betoni materiaalina taipuu siihen mitä halutaan. Muotoiltavuus on betonin kaikkein parhain ominaisuus, jota hyödynnetään mielestäni aivan liian vähän. Tässä kohteessa arkkitehdit uskalsivat piirtää ja rakennuttaja uskalsi rakennuttaa. Itse en osaa kuvitella millä muulla materiaalilla näitä muotoja olisi pystytty toteuttamaan kuin betonilla."

Ensimmäisen kerran Flooranaukion elementistä keskusteltiin Kangasalan tehtaalla kesällä 2008. Tuolloin Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen ja Komonen Oy:n arkkitehdit kävivät tehtaalla Hämeenlinnan maakunta-arkiston julkisivuelementtien mallikatselmuksessa.

"Mittava graafisen betonin kohde oli sekin tehtaalle haastava, mutta samalla kertaa arkkitehdit vilauttivat meille tätä hanketta, jossa elementeissä olisi posliinisirpaleita."

Toivonen kertoo, että julkisivuelementtien sirpaletekniikka oli uutta ja sen varmistamiseksi tehtiin useita mallikappaleita ja testejä sirpaleiden kiinnipysymisestä. Elementintekijän

kannalta vaativinta olivat kuitenkin kohteen parveke-elementtien hienosti kaartuvat muodot. "Aaltomainen muotoilu oli poikkeuksellisen vaativa. Parvekelinjassa on 13 kaarta, joiden kaikkien kaarevuussäde on erilainen", hän korostaa.

Mosaiikkisirpaleet paikalleen käsityönä

Arabian tuotannossa syntyneiden posliinisirpaleiden kiinnipysymistä alettiin kokeilla ja testata jo samana kesänä. Ensin kokeiltiin sirpaleiden sekoittamista massaan betonimyllyssä. Näin niitä ei kuitenkaan saatu elementin pinnassa esiin. Seuraavaksi sirpaleet aseteltiin muotin pohjalle ja betoni valettiin päälle. Koekappaleet varastoitettiin talven yli ja testattiin kiinnipysymistä seuraavan keväänä.

Kiinnipysymistä auttaa sirpaleiden reuna-muoto, joka aiheuttaa ns. negatiivista päästöä. Muodostuu lohenpyrstöefekti: irrotakseen sirpale tarvitsee ulostuloon isomman aukon kuin mistä se on mennyt sisään.

Sirpalekokoja pienennettiin alkuperäisestä. Noin 50 000 lautasen sijasta muottien pohjaan liimattiin toistasataatuhatta lautasta sirpaleina.

Sirpaleet aseteltiin paikalleen käsityönä. Ne piti liimata, sillä tiheydeltään kiviainesta

kevyemmät sirpaleet olisivat muuten pongah-taneet valussa betonin sisään.

Elementin peruspinta on valkobetonia: kivi-aineksina valkoharmaa kalkkikivi ja harmaa graniitti.

"Ollikaisen Eero oli meillä se henkilö, joka tehdaspäällikkönä löysi oikeat tekijät ratkomaan valmistustekniset pulmat.", Toivonen kiittää.

Parveke-elementtien muotojen toteutus-tapoja alettiin puolestaan testata elokuussa 2009. "Käytimme tuolloin muottina vaneri-pintaa, joka useaan kertaan lakattuna antoi elementille hyvän pinnan."

Hiljainen suhdannevaihe ehti mennä

Suvantovaiheen jälkeen kohteesta käytiin urakakilpailu, jonka voitti Lujatalo Oy. Neuvotte-luissa Parma sai elementtitoimituksen. Alun perin työmaan piti käynnistyä toukokuussa 2010 ja parvekelinjan kaarevien elementtien kuvat oli luvassa kahdeksan viikkoa ennen aloitusta.

Kävi kuitenkin niin kuin vaikeissa kohteissa usein käy: viivytyksiä aikatauluun tuli monesta syystä, työmaalla mm. perustamisolosuhteiden ja lupa-asioiden takia. Elementtisuunnittelua puolestaan hidasti sen vaikeus.

"Viiveen takia elementintekijän kannalta hiljaiseksi oletettu kausi ehti mennä ohi. Olimme sen sijaan keskellä rakentamisen ruuhka-aikaa; meidän tavoin tietysti myös rakennesuunnittelija, kuljetusyritys ja asentajat", Toivonen kertoo lähihistoriaa.

Sisäpihan parvekelinjassa 13 erilaista kaarta

Parvekelinjan ulkopinnassa on peräti 13 erilaista kaarta. Valmistamisen kannalta välttämätöntä samankaltaisuutta rakenteista löytyy kuitenkin pystysuunnassa. Luhtiparvekkeiden aukotuksella ts. kaiteiden välisellä yläkaidelevytyksellä arkkitehdit ovatkin onnistuneesti häivyttäneet ruutumaista julkisivuviilmettä. Laatta- ja kaideelementit valettiin erikseen ja kiinnitettiin tehtaalla valmiiksi yhteen.

"Kangasalan tehtaalla on poikkeuksellisen paljon tuotantoalustoja, peräti 53. Olimme laskeutuneet, että pystymme tekemään kaarevat muotit etukäteen, tarve oli 13 etukäteen tehtyä lakattua vanerimuotia."

Mutta: muottitekniikka menikin tehtaalla uusiksi. Vanerimuotit vaihtuivat teräksisiksi. Syynä muottimateriaalin vaihtamiseen oli julkisivun lehvästökuvion toteuttaminen pesu-betonitekniikalla.

"Koska kuvio oli joka elementissä eri kohdalla ja/tai erimuotoinen, muottipinta olisi pitänyt pestä elementtivalujen välillä, muuten kuvio-osta olisi tullut suttuinen. Lasimainen lakattu vaneripinta ei olisi kuitenkaan kestänyt pesua. Vaneripintaisia muotteja olisi siis tarvittu jopa sata", Toivonen kertoo.

Rakennesuunnittelun ja elementintekijän tiivistä yhteistyötä

Muottimateriaalia ja -tekniikkaa muuttamalla välttyttiin sadalta muotilta. Teräspinta on toki muottimateriaalina tuttua. Tässä kohteessa se on kuitenkin poikkeuksellisen kaarevassa muodossa, joka toi taas tekijöille lisähaastetta.

Toivonen nostaa Parman *Erkki Myllymäen* ja *Henri Salmion* sekä rakennesuunnittelija Finnmapin *Aarno Myllyniemen* ratkaisevaan osaan muottien onnistuneesta räätälöinnistä.

"Erkki Myllymäen laatimat muottipiirustukset olivat lähtötietoina muottimestareille tehtaalla. Tavanomaiset elementtisuunnitelmat eivät sellaisenaan riittäneet muottien millitarkkaan valmistamiseen. Erkin ja Aarnon – kahden kokeneen elementtiasiantuntijan – väliset puhelinkeskustelut, varmistivat haasteellisen geometrian onnistumisen muottien kautta julkisivuihin. Alussa ei ollut kenelläkään kirkkaana mielessä mitä tämän tyyppisen julkisivun elementtikuvassa pitää näkyä ja miten se pitää esittää. Yksityiskohdissa oli pakko kääntyä oikeasti muotintekijöiden puoleen. Esimerkiksi muotin mittaviivoja oli laitettava sellaisiin paikkoihin, joita ns. normaalelementeissä ei tarvita. Henrin

panos kaarevien muotinosien mittatarkassa tekemisessä oli esimerkki hyvästä yhteistyöstä, jota matkan varrella arkkitehditkin kiittelivät. Muotintekijän ratkaisuehdotuksia kuunneltiin aidosti. Kaikille oli syntynyt yhteinen tavoite: työnjäljen laatua ei haluta vaarantaa", Toivonen kertoo.

Myös tiilipintaa elementteinä

Kohteen kadunpuoleinen julkisivu on kaavamääräysten mukaisesti paikallamuurattua punatiiltä. Vinot päätyjulkisivut Flooranaukiota vasten ovat puolestaan elementtirakenteiset. Koska tiilipinta ei vinoilla sivuilla ulotu maahan asti, sen toteutus "roikottamalla" olisi paikallamuurattuna ollut hyvin vaikeaa. Helpoiksi ei tosin voi kuvata elementtienkään tekemistä ja asentamista.

Toivonen kertoo, että julkisivussa käytettyä karhennettupintaista tiiltä ei ollut saatavissa 20 millin vahvana. Elementeissä oli siksi käytettävä 40 mm paksuja tiiliä, jolloin myös sauma oli tavallista syvämpi. Riskinä oli että vahvojen reikätiilien välinen sauma ei täyttyisi tasaisesti, vaan kuivat tiilet jäykistäisivät massan imupaperiefektillään liian nopeasti. Ongelma vältettiin kastelemalla tiilet huolellisesti ennen valua. 15 mm leveä sauma täyttyi tuolloin tasaisesti.

Vinon tiilipintaisen sivuseinän nurkat tehtiin käsityönä: 72 ja 108 asteen kulmia varten ei tehty erikoistiiliä, vaan kaksi tiiltä leikattiin jiiriin ja tehtiin nurkka käsin.

"Nurkat olivat erittäin vaativat: tiilipintaiset parvekepielielementit, pilarimaiset rakenteet, sisäkuorissa raskas rauditus, kolmeen suuntaan näkyviä pintoja, ahtaita rakenteita, montaa eri pintamateriaalia", Toivonen kertoo.

Kiitos hyvin tehdystä työstä

"Kohteen aikataulun venyessä kävi niin, että kahden talon runkoa nostettiin yhtä aikaa. Tavaraa meni työmaalle paljon. Meillä oli kiireisimpänä aikana kohteessa kiinni 35 muottialustaa ja yli puolet julkisivuhenkilöstöstämme. Tehtaalla porukka venyi äärimmilleen. Toki kohde sisälsi normaalituotantoakin, suoria seiniä ja väliseiniä sekä suoria parvekelaattoja. Kaikki ei ollut kiemuraa", Toivonen naurahtaa ja kertoo nostavansa hattua henkilöstölle ja erityisesti tehdaspäällikkö Eero Ollikaiselle, joka vaikeuksista ja kiireestä huolimatta piti langat vakaasti käsissään.

"Hyvin. Susielementtejä oli vain neljä: kaksi värin ja kaksi kaarevuusvirheen takia. Todella pieni määrä", Toivonen vastaa kysymykseen elementtien onnistumisesta.

Jussi Tainen



20

Jussi Tainen



21

20, 21 Julkisivussa on käytetty karhennettupintaista tiiltä. Sokkeleiden, sisäänkäyntien ja istutusaltaiden betonipinnat on käsitelty punaruskeiksi umbra-värijäyskäsittelyllä.



ATT bongasi mosaiikki-idean aikaisemmasta kilpailusta

"Meillä ei luonnollisesti ole kantaa rakennusmateriaaliin, kokonaisuus ratkaisee", Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimisto Att:n toimitusjohtaja Sisko Marjamaa korostaa. Vuoden Betonirakenne -tunnustus oli toki rakennuttajalle mieluinen. Se tuli Marjamaan mukaan rakennuttajallekin erittäin mielenkiintoisesta kohteesta, Flooranaukion asuinkerrostaloista. Betoni on osoittanut, että myös siitä pystytään tekemään "wau-arkkitehtuuria."

Kohde on Att:n järjestämän suunnittelu- ja tarjouskilpailun satoa, tosin "mutkan kautta". Arkkitehtuuritoimisto Heikkinen-Komonen Oy:n ehdotus oli näet mukana Arabianrannan kohteessa, josta järjestettiin kilpailu jo vuonna 2007. Arviointiryhmä kiinnostui erikoisesta ehdotuksesta, mutta se ei sellaisenaan soveltunut silloiselle kilpailutontille.

Suunnittelu- ja tarjouskilpailussa laatuarviointi

Marjamaa kertoo, että Att käyttää hankintalainsäädännön mukaista suta-kilpailutusta eli suunnittelu- ja tarjouskilpailua varsin paljon, erityisesti uusilla alueilla ja haastavissa paikoissa. Kilpailuun kutsutaan neljä-viisi osallistujaa ilmoittautuneista arkkitehtitoimistoista. He tekevät luonnokset kohteesta ja tarjouksen suunnittelusta. Att maksaa kilpailuehdotuksista palkkion, valinta tehdään ehdotusluonnosten laatuarvioinnin perusteella.

"Arvosteluraati suositteli Heikkinen-Komonen ratkaisun käyttöä toisella tontilla. Kaavoittaja löysikin sopivan tontin sitten Flooranaukiolta, jolle tehtiin kaavamuutos. Kohde sisältää Hitas- ja Ara-tuotantoa, joten kustannusraamit ovat tiukat", Marjamaa kertoo.

Flooranaukio sattui kustannusmielessä optimisuhdanteeseen: tiedossa oli rakentamisen suvantovaihe, joka näkyi myös hinnoissa.

Rakennuttaja kantaa vastuun

Entä riskit rakenteissa, jollaisia ei ole aikaisemmin toteutettu? Marjamaa toteaa, että rakennuttaja kantaa viime kädessä vastuun.

"Suunnittelijat ja elementtitehtävät selvittivät perusteellisesti esimerkiksi posliinisirpaleiden pysyvyyttä. Contesta Oy testasi, meidän suunnitteluporukkamme kävi tehtaalla useita kertoja. Kohde oli äärimmäisen vaikea. Sen toteutuksessa tarvittiin sekä yhteistyöhalua että -kykyä kaikilta osapuolilta. Ratkaisevaa

oli, että löytyi tehdas, Parma Kangasalla, joka tarttui tosissaan vaativien elementtien toteutusratkaisuihin", hän taustoittaa.

"Ei tällaista voi tehdä, kun ei ole ennenkään tehty" -asenne on Marjamaan mukaan rakentamisessa liiankin tavallista. "Flooranaukiosta keskusteltiin todella paljon ja meilläkin oli toteutuksesta erilaisia mielipiteitä. Joskus rakentamisessa käy niin, että varmakaan ei toimi. Henkilökohtaisesti olin sitä mieltä, että kokeillaan rohkeasti uutta", hän toteaa.

Samalla hän toivoo, että uuden ja erilaisen tekeminen kannustaisi myös muita. "Avataan muidenkin kuin vain omia silmiä: jos vain tilataan aina samanlaista, vaikkapa elementtejä, ei myöskään saada muuta, eikä ala itsekään kehity"

Tässä tapauksessa lopputuloksesta voi olla yllpeä koko suunnittelu- ja toteutustiimi.



23



Kari Palsila

24

25

22 Elementin peruspinta on valkobetonia; kiviainek-
sina valkoharmaa kalkkikivi ja harmaa graniitti.

23, 24, 25 Kiinnipysymistä auttaa sirpaleiden reu-
namuoto, joka aiheuttaa ns. negatiivista päästöä.
Muodostuu lohenpyrstöefekti: irrotakseen sirpale
tarvitsee ulostuloon isomman aukon kuin mistä se
on mennyt sisään.



Kari Palsila

Teatteri- ja konserttitalo Kilden

– betonia konserttisalin akustiikassa

Sirkka Saarinen, toimittaja

”Seitsemän vuoden hanke Kristiansandissa, Norjan eteläisessä kärjessä”, kertoi arkkitehti Janne Teräsvirta esitellessään Kilden teatteri- ja konserttitaloa ”Trendikäs Betoni” -seminaarissa tammi-kuussa. Betoni valittiin akustisilta ominaisuuksiltaan konserttisalin materiaaliksi.

Kilden osoittautuu kaikkiaan varsin monimateriaaliseksi. Rakennuksen runko on betonia ja julkisivumateriaaleina ovat paikallinen tammi ja suomalainen musta alumiini.

Konserttisalin sisäseinissä tummat, pinta-geometrialtaan pyramidimaiset betonielementit ovat tärkeä osa salin akustiikkaa. Myös teräksellä ja lasilla on rakennuksessa tärkeät roolinsa.

Teatteri- ja konserttitalon suunnittelusta järjestettiin vuonna 2005 kansainvälinen arkkitehtuurikilpailu, jonka voitti suomalainen Arkkitehtitoimisto ALA Oy, tekijöinä *Juho Grönholm, Antti Nousjoki, Janne Teräsvirta ja Samuli Woolston*. ALA on vastannut yhteistyössä paikallisen SMS Arkitekter AS:n kanssa Kildenin arkkitehtisuunnittelusta. Rakentaminen alkoi 2007, avajaiset pidettiin tammikuussa 2012.

”Taidetta tuottava tehdas”

Kilden kokoaa saman katon alle kolme taideorganisaatiota: teatterin, oopperan ja sinfoniaorkesterin. Saleja on neljä: 1200-paikkainen konserttisali, 700-paikkainen teatteri- ja oopperasali, pieni näyttämö kokeellisemmalle teatteritaiteelle sekä tasalattiainen monikäyttösal. Salit on järjestetty vierekkäin toiminnan mukaiseen järjestykseen. Tukitilat sijoittuvat salirivin toiselle puolelle ja yleisöaula toiselle puolelle.

Teräsvirta kuvaa Kildenä funktionaaliseksi kokonaisuudeksi, ”tehtaaksi, joka tuottaa taidetta.” Valtava, aaltoileva puuseinä antaa rakennukselle merelle päin katsovat kasvot. Tammiseinä muodostaa samalla rajan todellisuuden ja fantasian välillä: yleisö siirtyy seinän

läpi konkreettisten materiaalien todellisesta tilasta taiteen värikylläiseen ja monimuotoiseen maailmaan.

Tammiseinä kiinnitettiin 100 metriä pitkään, 40 metrin ulokkeella olevaan teräsrakenteeseen. Myös salien katsomo-osien vaihtelevat muodot on verhottu aaltoilevalla puuseinällä. Vain seinä kurottuu yli koko lämpiön kattamaan myös sisäänkäyntejä. Rakennuksen muiden julkisivujen teatterinmusta mittakaavattomuus korostaa aulan aaltoilevan seinän speaktaakkelimaisuutta.

Akustiset pinnanmuodot osa arkkitehtuuria

Konserttisali on kenkälaatikkotyyppinen tumma, rajattoman tuntuinen tila, joka vahvistaa ääntä ja saa sen soimaan. Salin sisäseinät ovat muodoltaan vaihtelevia betonielementtejä, jotka muodostavat yhtenäisen ja akustisesti optimaalisen, kolmiomaisesti poimuilevan pinnanmuodon. Yleisö ja orkesteri ympäröidään vaaleilla, hienostuneilla puupinnoilla, jotka muodostavat tummassa tilassa kelluvan vaalean ja raikkaan kalusteen. Akustiset pinnanmuodot ovat osa salin arkkitehtuuria.

Lopulliseen akustiseen ratkaisuun päädyttiin monivaiheisen prosessin kautta. Janne Teräsviran mukaan kilpailuvaiheessa konserttisalista suunniteltiin jatkumoa teollisen satamalaiturin tunnelmalle. Arkkitehtuuriin otettiin viitteitä vieressä olevasta isosta siilorakennuksesta.

”Akustikot olivat kuitenkin sitä mieltä, että hyvältä kuulostava sali näyttää pikemminkin

1 Kilden on monimateriaalinen kokonaisuus. Rakennuksen runko on betonia ja julkisivumateriaaleina ovat paikallinen tammi ja suomalainen musta alumiini.

2 Sisääntulolämpö.





3

Wienin filharmonikkojen salilta”, hän taustoitti arkkitehtuuri-psykoakustiikka -vuoropuhelun alkuasetelmaa.

Akustiikka on toki myös laskukaavoja, joiden perusteella salia alettiin mallintaa: jälkikäiunta-aikaan vaikuttavat seinäpinta-ala, ja materiaalin absorbointikyky.

”Salin lopullinen arkkitehtoninen tavoite oli muodostaa tumma tila, johon ihminen voi mennä nimenomaan kuuntelemaan musiikkia. Tila, jossa katse ei ala harhailla. Orkesteri ja lava tuodaan selkeästi esiin vaalealla puumateriaalilla”, Teräsvirta esitteli näyttämällä kuvan puisesta viulusta mustassa viulukotelossa. Sali on kuin tuo musta laatikko, johon puinen instrumentti on laskettu.

Betonissa riittävästi omaa painoa

Betoniin, ja betonielementteihin, päätyminen salin sisäseinämateriaalina oli sekin monien keskustelujen tulos.

”Tutkittiin monia vaihtoehtoja. Me puhuimme betonin puolesta. Erityisesti ulkonäkö herätti epäilyksiä, me puolestamme vakuutelimme, että betonista voi tulla myös riittävän hyvän näköinen. Yksi ehdoton betonin etu liittyi vaatimukseen, jonka mukaan seinän uloimman kerroksen on oltava riittävän painava, ettei se

ala resonoida musiikin tahdissa. Kevyemmistä materiaaleista tehtynä seinää olisi pitänyt tehdä keinotekoisesti painavamaiksi”, Teräsvirta kertoi.

Vaatimuksena oli umpinainen seinäpinta, joka heijastaa myös korkeataajuuksisia ääniä. Seinäpinnan muotoilun pitää hajottaa ääniaallot tietyille taajuuksille. Eri puolille salin sieniä piti saada kolmiulotteista muotoa.

”Lähdimme liikkeelle kilpailuehdotuksen sik-sak-muotoisesta seinäpinnasta. Akustiikan vaatimuksen mukaisesti seinässä ei kuitenkaan saanut olla toistuvaa muotoa. Pinnan geometria kehittyi sitten pieniksi, erikorkuisiksi pyramideiksi, jotka peittävät koko tumman seinän.”

Lopullisen seinän tekemiseen tarvittiin 11 erilaista betonielementtiä, joiden syvyys vaihteli 30 sentistä 120 senttiin. Peruselementti oli kooltaan 2,6 × 4,4 metriä. Elementit valettiin vanerimuoteissa. Pintakerros tehtiin kuitube-tonista ja hiottiin haluttuun kiiltoon.

Isot elementit asennettiin paikoilleen ennen rakennuksen kattamista. Teräsvirta antaa tunnustusta paikalliselle aliurakoitsijalle; myös elementtien saumat onnistuivat erittäin hyvin. Lopputulos oli hyvä.

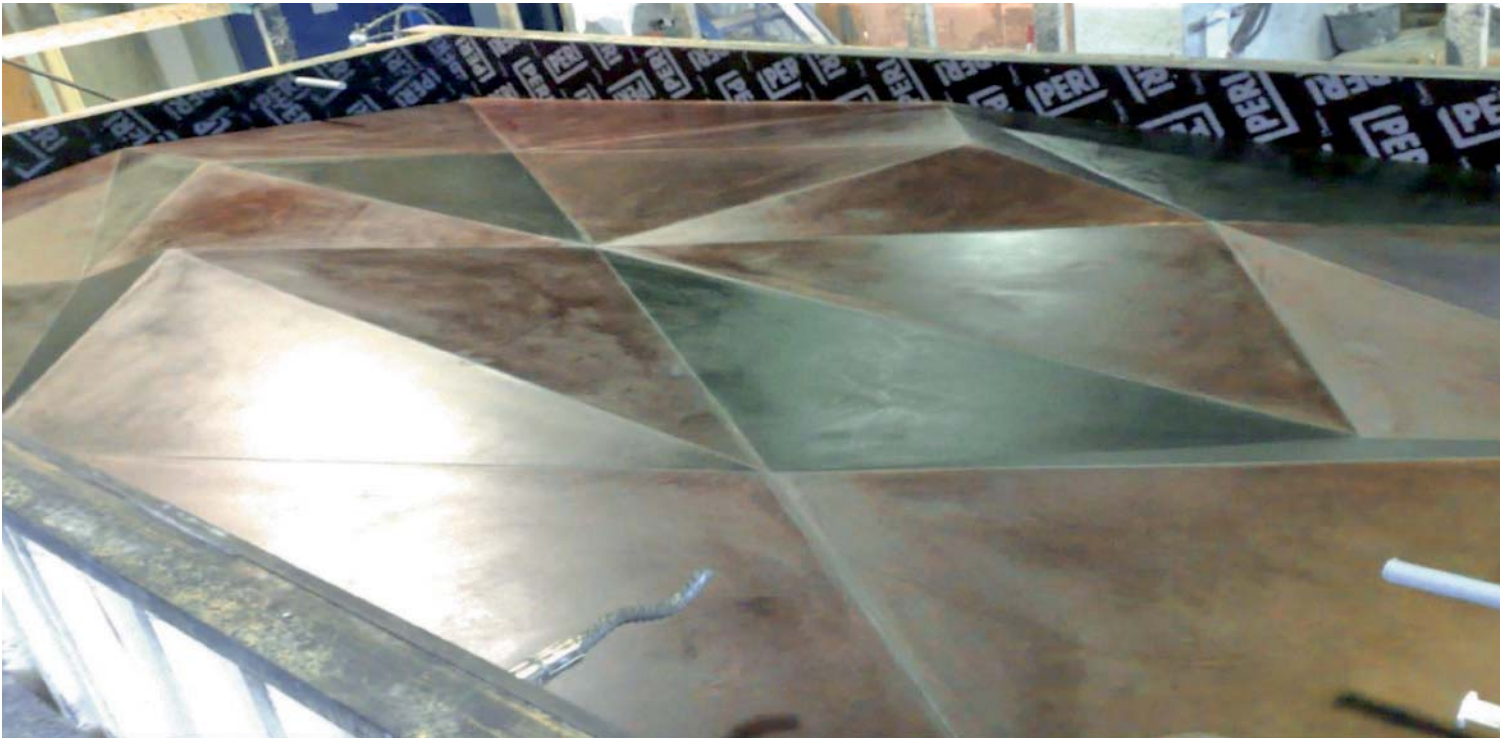
Betonielementtiseinä on saanut jo tunnustustakin: se palkittiin alkuvuonna Norjassa Vuoden Betonielementtirakenteena.

3 Rakennuksen runko on paikallavalettua betonia.

4 Akustisten seinien muotit olivat monimuotoisia.

5 Musta betoninen akustiikkaelementtiseinä nostetaan muoteista. Elementit valettiin vanerimuoteissa. Pintakerros tehtiin kuitube-tonista ja hiottiin haluttuun kiiltoon.

ALA Oy



ALA Oy



6

7

8

Teatteri- ja konserttitalo Kilden

www.kilden.com

Pinta-ala: 24.600 m²

Konserttisalissa 1200 paikkaa, teatteri- ja oopperasalissa 750 paikkaa, monikäyttösali ja pieni sali, toimistoja, pajatilaa, harjoitustilaa ja pysäköintilaitos 400 autolle.

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehtitoimisto ALA Oy yhteistyössä SMS Arkitekter AS:n kanssa

Akustinen suunnittelu BSA: ARUP Acoustics / Lontoo yhteistyössä BS akustikk / Oslo
Teatteritekninen suunnittelu: Theatre Projects Consultants / Lontoo

Rakennesuunnittelu: Multiconsult AS / Oslo, Kristiansand

LVI-suunnittelu: Sweco Groner / Oslo

Sähkösuunnittelu: COWI / Oslo, Kristiansand

Projektinjohtokonsultti: PTL, Kristiansand

Pääurakoitija: AF Gruppen AS

Betonielementit: Byggimpuls AS

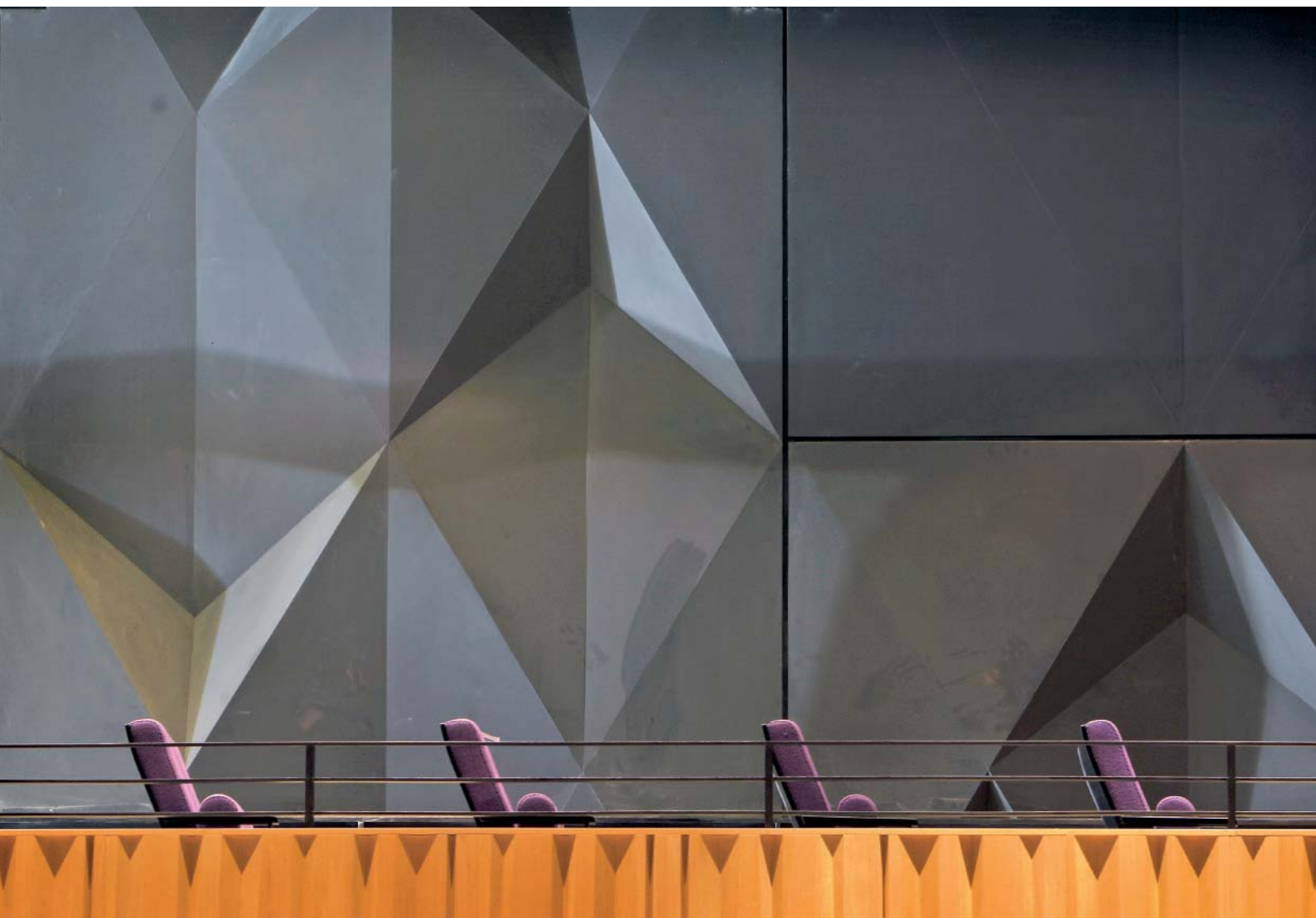
6 Betonisten akustiikkaseinien asennus käynnissä.

7 Konserttisali.

8,9 Lopullisen konserttisalin akustiikkaseinän tekemiseen tarvittiin 11 erilaista betonielementtiä, joiden syvyys vaihteli 30 sentistä 120 senttiin. Peruselementti on kooltaan 2,6 × 4,4 metriä.



9





Theatre and Concert House Kilden

In 2005, an international architectural competition was arranged for the design of a theatre and concert house in the Norwegian town of Kristiansand. The winning entry was submitted by a Finnish architectural office, ALA Oy, which has together with the local SMS Arkitekter AS office been in charge of the architectural design of Kilden. Construction started in 2007 and the opening of the house was celebrated in January 2012.

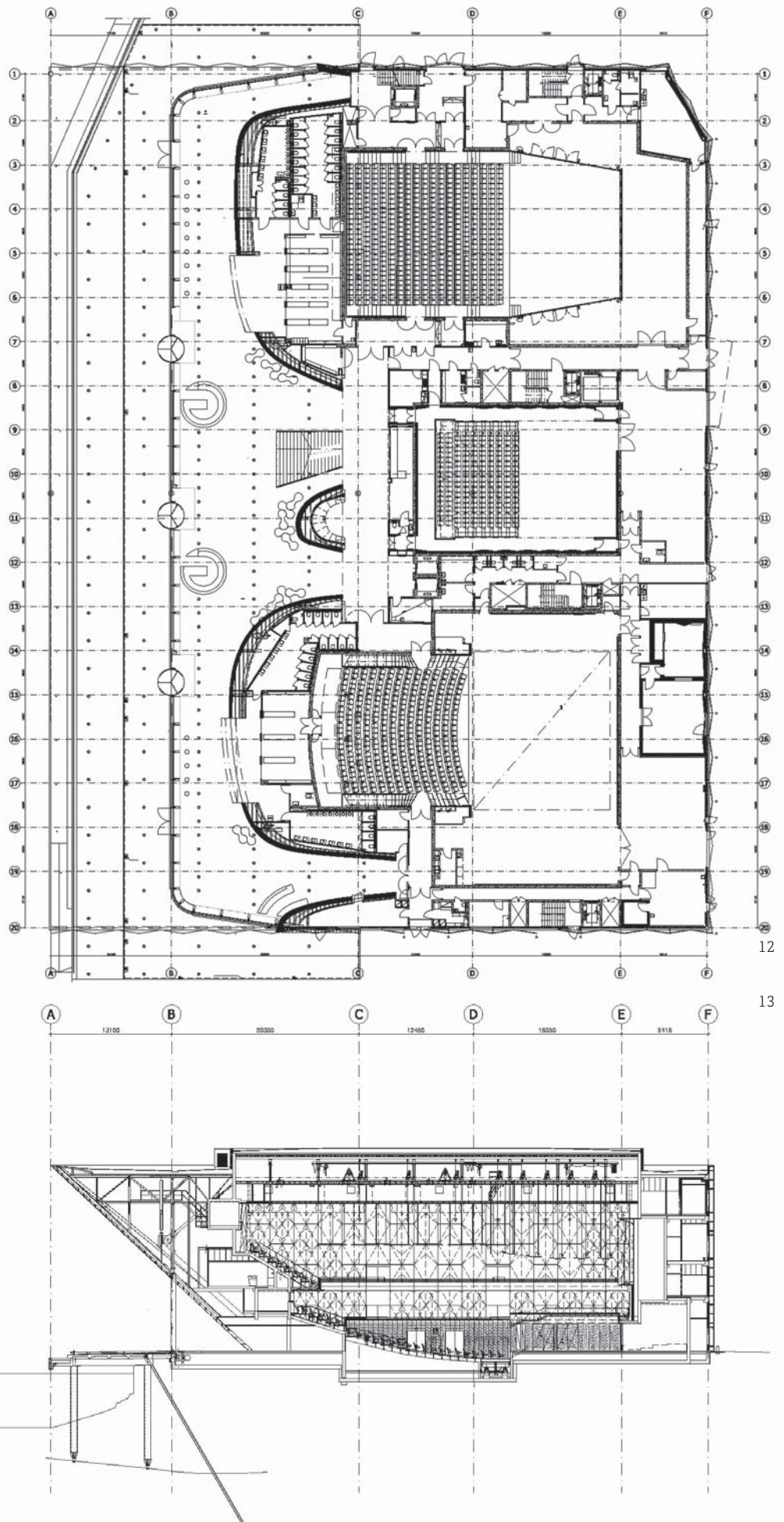
Kilden gathers under one roof three art organisations: theatre, opera and a symphony orchestra. The four venues of Kilden are arranged side by side in an order based on the activities. Auxiliary facilities are located on one side of the row of venues and the public lounge on the other side.

The huge, undulating wooden wall gives the building a face looking out onto the sea. At the same time, the oak wall creates a boundary between reality and fantasy; the audience moves through the wall from the actual space of concrete materials into the colourful and diverse world of art.

Concrete also plays an important role in Kilden. The dark precast concrete elements with a pyramid-like surface geometry on the walls of the concert hall make an important contribution to the acoustics of the hall.

The concert hall is a dark shoebox-type space that seems to have no borders; it amplifies sound and makes it ring. The internal walls of the hall are built of precast concrete elements of varying forms, which together create a uniform and acoustically optimal surface that undulates triangularly. The audience and the orchestra are surrounded by light-coloured, refined wooden surfaces, which create a light and fresh interior element floating in the dark space. The acoustic surface forms are part of the architecture of the hall.

The internal wall of the concert hall was built of eleven different precast concrete elements whose depth varied from 30 to 120 centimetres. The basic element was 4 x 2 metres in size. The elements were poured in plywood forms and the surface layer was made of fibre concrete and then polished to the desired finish.



10 Teatterisali

11 Ylälämpiö

12 Sisäantolotaso, 1.kerros

13 Leikkaus

Saaristomeriaukio rakentui nimikkolaatoista

Betoni toimitus



1



2

Merikeskus Forum Marinum Turun Linnankadulla, Aurajoen varrella, on museo ja merellinen tapahtumakeskus, jossa voi tutustua näytteilyihin, vierailuun museoaluksilla ja järjestää tapahtumia. Merikeskuksessa on muun muassa merenkulun valtakunnallinen erikoismuseo ja Suomen Laivastomuseo.

Toukokuussa 2011 avattiin käyttöön merikeskukseen perustettu Saaristomeriaukio. Se rakentuu lahjoittajan nimellä varustetuista laatoista. Laattoja on valmistettu kaikkiaan 4550 kappaletta. Nimikoitu laatta maksaa 50 euroa, ja jokaisesta laatasta Saaristomerensuojelurahastolle lahjoitetaan 30 euroa.

Saaristomeriaukion vihkimistilaisuudessa Saaristomerensuojelurahastolle lahjoitettiin 120.000 euroa. Tilaisuuteen kutsuttiin kaikki nimikkolaattoja ostaneet seisomaan omalle laatalleen ja välittämään yhteistä viestiä: "Haluamme suojella meille kaikille niin tärkeitä Saaristomerta!"

Saaristomeriaukion on suunnitellut LPR-arkkitehdit Oy ja pääsuunnittelijana on toiminut arkkitehti Pauno Narjus. Turkulainen Betonilaatta Oy valmisti ja asensi aukion 490×490×80 mm betonilaatat ja noppakivet.

Lisätietoja: Betonilaatta Oy,
www.betonilaatta.fi

Archipelago Sea Square was built of name slabs

The Forum Marinum Maritime Centre on Linnankatu Street in Turku, on the bank of River Aurajoki, is a museum and a centre for maritime events. It offers exhibitions, visits to museum ships and venues for various events.

In May 2011, the Maritime Centre opened the Archipelago Sea Square, which is built of slabs that bear the name of their donors. A total of 4550 slabs were produced and the price of one slab is 50 euro. For every slab, 30 euro is donated to the Archipelago Sea Protection Fund.

The 490×490×80 mm slabs and cube stones were manufactured and installed in the square by Turku-based Betonilaatta Oy.

1 Betonilaattojen teräksiset nimilaat välkehtivät näyttävästi auringon valossa.

2 Ruotsin kruununprinsessa Victoria sai oman nimikkolaatan Turun vierailullaan.

3 Betonilaatta Oy valmisti ja asensi aukion betonilaatat ja noppakivet.

4 Laattoja eri tavoin asettelemalla kokonaisuudesta tulee mielenkiintoisen vaihteleva.



Betonilattioiden suunnittelusta ja toteutuksesta

Martti Matsinen

puh. joht., Suomen Betonilattiayhdistys BLY ry
www.bly.fi
dipl.ins., toimitusjohtaja Piimat Oy
martti.matsinen@piimat.fi
www.piimat.fi

Syksyn 2011 Betonipäivillä SOK:n rakennuttajapäällikkö Juha Äijälä totesi mm. seuraavaa: "Marketti- ja terminaalirakentamisessa lattia on tärkein rakenneos. Muut rakenteet voidaan korjata pienillä häiriöillä mutta lattioiden korjaaminen aiheuttaa aina suuria kuluja ja häiritsee merkittävästi tilan varsinaista toimintaa". Tämä toteamus on meillä Suomen Betonilattiayhdistyksessä otettu iloisin mielin vastaan ja toivomme, että rakennuttajat, suunnittelijat ja urakoitsijat sisäistävät sen – koskeehan se edellä mainittujen kohteiden lisäksi myös lukuisia muita toimialoja kuten teollisuus- ja varastorakentaminen.

Olen tähän artikkeliin koonnut sekä oman yritykseni kohteissa että Betonilattiayhdistyksen puheenjohtajana havaitsemiani asioita, joihin tulisi kiinnittää huomiota maanvaraisten betonilattioiden suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Alusrakenteet

Betonilattian mitoitus perustuu alustan kantavuuteen, jota kuvataan ns. k-arvolla. Joidenkin tutkimusten mukaan 50 % virhe k-arvossa aiheuttaa 5 % virheen lattian paksuudessa eli sen merkitys ei ole niin suuri kuin yleisesti oletetaan – mutta miksi tekisi edes 5 % virhettä, jos oikea arvo on saatavissa. Käytännön kohteissa k-arvon saaminen on jostain syystä ollut hankalaa ja tähän rakennesuunnittelijoiden kannattaisi paneutua tarkemmin ja tehdä yhteistyötä pohjarakennesuunnittelijan kanssa. Yleensä k-arvo lasketaan suoraan taulukoista esim. Betonilattiaohjeen mukaan. Eri maalajien kimmomoduulit sekä perusmaan kantavuusarvo em. taulukoissa vaihtelevat melko paljon ja suunnittelu tehdään varman päälle valituilla arvoilla, mikä yleensä johtaa ylimitoitukseen.

Suosittelen vaativissa kohteissa, varsinkin kohteissa, joissa on suuret kuormat, tehtäväksi levykuormituskokeet maan tiivistyksen jälkeen. Näin mitoituslaskelmat voidaan tarkistaa vielä ennen valutyötä ja tehdä tarvittavat muutokset joko betonilaattaan tai maan tiivistykseen. Näin toimimme Vuosaaren satamaterminalien saumattomissa kuitubetonilatioissa ja lopputulos on erinomainen.

Toinen alusrakenteiden osalta eteen tullut ongelma on lattioiden eristäminen. Eristeen käyttäminen laatan alla heikentää käytännössä aina alustan kantavuutta pistekuormille ja edellyttää paksumpaa laattaa sekä vahvempaa raudoitusta. Käytännössä, varsinkin laajemmissa

halleissa, lämpö laatan alla tasaantuu lyhyessä ajassa hallin lämmityksen käyttöä jättäen jälkeensä eikä lämpöä virtaa alaspäin. Miksi siis käytetään lämpöeristeitä? Ainoa syy käyttää lämpöeristeitä on, jos laatan alla voi tapahtua lämpövirtauksia esim. pohjaveden virtauksen mukana. Hallin ulkoreunalla lämpövirtaus on mahdollinen kylmään vuodenaikaan mutta sieläkin kannattaisi harkita eristeen laittamista pystysuuntaisesti sokkelin pintaan. Jos eristeet jätetään laatan alta pois, säästetään laatan paksuudessa ja raudoituksessa varmasti sen verran, mitä mahdollisesti muutamien ensimmäisten viikkojen aikana menetetään lämmön kulkeutuessa alusmaahan.

Mikäli kuitenkin halutaan käyttää eristeitä, tulee eristeen laatu valita mahdollisimman hyvin kuormia kestäväksi. Lisäksi suosittelen eristeiden asentamista syvemmälle alusrakenteeseen, jolloin valutyö voidaan tehdä eristeen sitä häiritsemättä, esim. ajaa betoni suoraan valupisteeseen ja valaa rännillä.

Laatan paksuus

Vuosien mittaan ovat betonilattiat koko ajan ohentuneet, vaikka kuormat kasvavat. Betonilattiaohjeessa maanvaraisen laatan minimipaksuudeksi on annettu 80 mm keskeisesti tai kuiduilla raudoitettuna ja 120 mm, kun raudoitus on molemmissa pinnoissa. Näitä arvoja varmasti tarkistellaan kriittisesti nyt, kun Betoni yhdistyksen normityöryhmä on uusimassa ohjetta. Jo viime vuonna ilmes-
tyneessä uudessa kuitubetoniohjeessa pää-

1 Kuitubetonia käytettäessä voidaan käyttää jäykempää ja suurirakeisempaa massaa ja ajaa se suoraan valukohteeseen.

2 Alustan tasaisuus on tärkeä lattian onnistumisen kannalta. Liian ohut betonilaatta ei salli minkäänlaisia riskitekijöitä. Teräskuitubetonilaatalla suositellaan vähimmäispaksuudeksi 120 mm.





3

dyimme suosittelemaan teräskuitubetonilaatalle 120 mm minimipaksuutta. Tämä suositus pohjautuu käytännön kokemuksiin ohuiden laattojen ongelmista.

Ohut laatta, oli se sitten perinteisesti tai kuiduilla raudoitettu, on altis virheille raudoituksen sijainnin, alustan epätasaisuuden, paksuusvaihtelujen ym. tekijöiden suhteen. Mitä ohuempi laatta, sitä tärkeämpää on, että rauditus on juuri oikeassa korossa, jotta laatan kapasiteetti saadaan hyödynnettyä. Kuituratkaisuissa taas ohut laatta lisää riskiä sille, että on poikkileikkauksia, joissa ei ole riittävästi kuitua ottamaan vastaan vetojännityksiä.

Lattian toteutuksen suhteen ohut laatta on myös riskitekijä. Alustan tasoittamisessa tehdään helposti virheitä ja tasoitetun alustan päällä liikkuvat ajoneuvot vielä lisäävät virheriskiä. Mitä ohuempi laatta on, sitä suurempi vaikutus liian korkealla olevalla maanpinnalla on ja pohjan tarkistusmittausten merkitys korostuu. Jälkeenpäin laatkaa on mahdotonta paksuntaa, tehdään korjaukset ennen valua.

Laatan kuormitukset

Maanvaraisen betonilattian mitoitus määräytyy käytännössä pistekuormien mukaan. Pistekuormia voi tulla pyöräkuormista (trukit, ajoneuvot) ja hyllykuormista. Sekä rakentamismääräyskokoelmassa että eurokoodeissa on annettu mitoittavaksi pistekuormaksi yksi arvo, esim. 20 kN, joka vaikuttaa 100 x 100 mm² alalla. Valitettavasti tästä on tullut käytäntö myös useiden teollisuus- ja varastokohteen suunnittelussa. Meille kuitumitoittajille annetaan yleensä yksi tasaisen kuorman ja yksi pistekuorman arvo, joille lattia pyydetään mitoittamaan ja valitettavasti jotkut asiaa kyseenalaistamatta myös tekevät näin. En kuitenkaan itse ole nähnyt yhtään varastoa, jossa hyllyt olisivat yhden tolpan varassa. Pahin tilanne on ns. back-to-back hyllyissä, joissa kaksi hyllynjalkaa on n. 150–300 mm päässä toisistaan. Tällöin mitoittava kuorma on yleensä jopa 50 % suurempi kuin yhden jalan

kuorma. Myös yhden hyllyjalan kuormitusta laskettaessa tulisi huomioida, että tavarat on nostettava hyllylle eli jalan vieressä on samaan aikaan trukin pyöräkuorma.

Suuremmissa kohteissa tilaaja tai loppukäyttäjä on yleensä niin valistunut, että mitoittamista varten saadaan valmiit hyllykaaviot kuormineen ja joskus jopa hieman tulevaisuuteen ennustaen korotetuilla kuormilla. Tällöin rakennesuunnittelijan tehtävänä onkin kuitumitoitusten osalta tarkistaa, että kaikki kuormat ovat mukana kuormitusyhdistelmissä.

Kohteissa, joissa hallin loppukäyttäjä ei vielä ole tiedossa, eivät kuormatkaan ole selvillä ja tällöin joudutaan tekemään oletuksia. Uuteen betonilattiaohjeeseen tulemme lisäämään erilaisia taulukoita, joiden pohjalta kuormia voidaan arvioida. Olisikin toivottavaa, että jatkossa suunnittelijat entistä tarkemmin miettivät kuormia eivätkä ottaisi laskelmiin vain normien minimikuormaa.

Lattiatyypit ja saumat

Maanvaraiset betonilattiat voidaan jakaa kahteen tyyppiin, kutistumasaumalliset ja kutistumasaumattomat – käytännössä puhutaan sahasaumatuista ja saumattomista lattioista. Viime vuosina saumattomat lattiat ovat jatkuvasti lisänneet suosiotaan, koska niillä saavutetaan niin paljon etuja sahasaumattuihin verrattuna. Tällaisia etuja ovat mm. pienemmät vaurioriskit, helpompi hyllyjen ja koneiden sijoittelu, trukkien ja muiden siirtovälineiden huoltojen väheneminen, lattian huoltojen väheneminen ja helpottuminen sekä kuituja käytettäessä valutyön nopeutuminen ja helpottuminen.

Lattiatyyppiin valinta kannattaa tehdä jo ennen mitoittamista tai ainakin ennen pohjatöitä, sillä tyyppi vaikuttaa myös alusrakenteisiin. Saumattomissa lattioissa on tärkeää, että betonilaatan ja alustan välillä on hyvä kitka. Tämä aiheuttaa sen, että betonin kutistumishalkeamat jakaantuvat satoihin, käytännössä näkymättömiin hiushalkeamiin. Sahasaumatuissa lattioissa taas tavoitteena on, että kutistumat

3 Vierekkäin olevat hyllynjalat antavat lattialle 40-50 % suuremman pistekuorman kuin yksittäinen hyllynjalka.

4 Irrotuskaistat tehdään pilareista ja seinistä.

5 Valuvaiheessa on tärkeää eri työvaiheiden riittävä miehitys, työn oikea ajoittaminen ja valvonta.

keskittyvät valmiiksi sahattuun kutistumakohintaan. Tässä tapauksessa kitka betonilaatan ja alustan välillä tulee olla mahdollisimman pieni eli käytännössä suositellaan esim. kaksinker- taista muovia laatan alle.

Lattiatyyppi vaikuttaa myös lattian mitoittamiseen. Saumattomissa lattioissa vältetään ns. reunakuorma, joka yleensä tulee mitoittavaksi. Tämän edellytyksenä toki on, että valualueen reunat (työ- ja liikuntasaumamat) tehdään siten, että kuormat varmasti siirtyvän sauman yli. Varmimmin tämä saadaan aikaan valmiita saumaraudoitteita käyttäen. Myös valmiiden saumaraudoitteiden kuormansiirtokyky tulee varmistaa, jotta reunakuormat todella siirtyvät sauman yli.

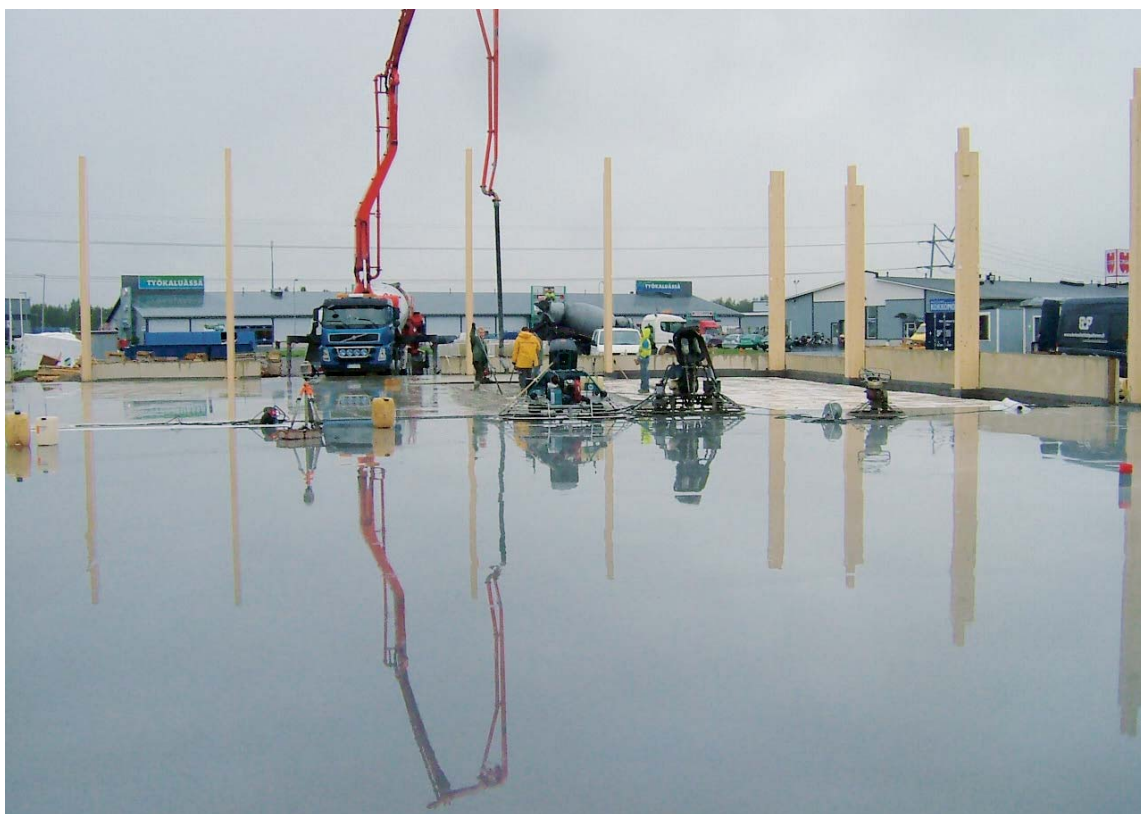
Saumaraudoitteiden asennukseen käytetään useimmiten tappikiinnitystä, joka on edullinen ratkaisu. Nykyään on yleistymässä myös asennus asennusjalkoja käyttäen. Yksinkertaisimmat asennusjalat ovat teräslevyn päällä olevia kierretappeja, joissa kahdella mutterilla säädetään saumaraudoite oikeaan korkoon. Suuremmissa kohteissa käytetään kehittyneempiä asennusjalkoja, joissa saumaraudoitteen sijaintia ja korkoa voidaan säätää jopa valun aikana. Ne ovat kalliimpia ratkaisuja mutta toisaalta niitä voidaan käyttää useita kertoja, kun ne pidetään puhtaina betoniroskeista.

Sahasaumatussa lattiassa oletetaan, että 30 % kuormasta siirtyy sauman yli eli sahasauman reuna tulee mitoittaa kuormalle, joka on 70 % täydestä kuomasta. Toinen asia, joka helposti suunnittelijalta unohtuu, on sahasaumojen välin määrittäminen. Sahasaumojen sijoittelu jätetään joskus jopa urakoitsijoiden harteille, jolloin saumaväli saattaa tulla liian pitkäksi. Vanha nyrkkisääntö sahasaumavälille on 30 kertaa laatan paksuus eli 100 mm laatta pitäisi jakaa sahasaumoin 3 metrin ruutuihin – todellisuudessa tämä väli yleensä on 5–6 m.

Toteutuksen suhteen sahasaumojen kannalta tärkein asia on oikea ajoitus. Liian aikaisin tehty sahaus rikkoo sauman reunat mutta, jos sahaus jätetään liian myöhäiseksi, on betoni jo



4



5



6



7



8

6 Betoni ajetaan suoraan valukohteeseen ja lattia voidaan valaa rännillä.

7 Lattia tasataan ja hierretään.

8 Sirotteen levitys.

9 Kuitubetonia käytettäessä voidaan käyttää jäykempää ja suurirakeisempaa massaa.

ehtinyt kutistua. Tällöin betoni on jo alkanut halkeilla ja kutistumahalkeilut eivät ohjautu ainoastaan sahasaumaan vaan myös näihin itsesyntyisiin halkeilukohtiin.

Raudoitukset

Perinteinen rauditus voidaan toteuttaa kolmella tavalla - tankoraudoituksena, verkkoraudoituksena tai rullauraudoituksena. Kaikilla näillä on omat käyttökohteensa ja toteuttamistapansa. Tanko- ja verkkoraudituksen mitoituksen tekee rakennesuunnittelija mutta rullaurauditukseen on valmistajan oma mitoitusohjelma. Perinteisen raudituksen käytössä tärkeää on raudituksen oikea sijoittaminen, koska varsinkin ohuissa laatoissa jo pienet asennusvirheet vaikuttavat laatan kuormituskapasiteettiin. Toinen tärkeä asia perinteistä rauditusta käytettäessä on raudituksen huolellinen tuenta, jotta se kestää valun rasitukset. Joskus näkee jopa ohjeita, joiden mukaan yläpinnan rauditus nostetaan paikalleen valun yhteydessä – lieneekö rauditus tällöin siinä korossa, johon rakennesuunnittelija sen työpöytänsä ääressä on laskenut ja piirtänyt.

Teräskuitujen käyttäminen raudoituksena on viime vuosina yleistynyt hurjaa vauhtia, mistä syystä myös Betoniyhdistys puuttui asiaan ja laati suunnitteluohjeen (by56), jotta vältetään tai ainakin minimoidaan villiksi mennyttä mitoituskilpailua. Toiveena onkin, että suunnittelijat ottavat ohjeen mahdollisimman pian käyttöönsä. Uuden ohjeen tavoitteena on, että sen avulla rakennesuunnittelija voi laatia alustavan mitoituksen. Lopullinen mitoitus tehdään edelleen kuitutoimittajan omilla ohjelmilla ja omien kuitujen teknisiä ominaisuuksia hyödyntäen. Suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tulee muistaa, ettei kuituja voi lennosta vaihtaa vaan mitoitus on laadittava käytettävällä kuidulla.

Kevyemmin kuormitetuissa maanvaraisissa lattioissa sekä pintabetonilattioissa on ns. makrokuitujen käyttäminen yleistymässä. Betoniyhdistys ja BLY ovat myös huomanneet tämän ja parhaillaan on työn alla ohje ”muovikuitujen ” ” käytöstä betonilattioissa. Yksi tär-

keimpiä asioita on terminologia. Lopetetaan muovista puhuminen ja käytetään termejä makrokuitu ja mikrokuitu. Syynä tähän on, että väärän kuitutyyppin käyttö on aiheuttanut pahoja virheitä betonilatioissa. Mikrokuidut toimivat betonin ollessa plastisessa tilassa estäen siinä vaiheessa syntyviä halkeamia mutta eivät enää kovettuneessa betonissa. Toki mikrokuidut tuovat joitain etuja myös kovettuneeseen betoniin esim. parantamalla sen tiiveyttä sekä iskujen ja kulutuksen kestävyyttä. Makrokuidut toimivat kovettuneessa betonissa teräskuitujen tapaan. Suunnittelijan tulee selkeästi ilmoittaa kumpaa kuitutyyppiä tarkoittaa eikä käyttää yleistermiä ”muovikuitu”.

Betonin valinta

Betonin valinnassa suunnittelijan päätehtävänä on lujuusluokan valinta sekä säilyvyysuunnittelun pohjana olevan käyttöiän ja rasitusluokan määrittely. Näiltä osin suunnittelijan on tärkeää tietää mihin lujuusluokkaan määrittely johtaa. Myös laskelmissa ja piirustuksissa annettavan lujuusluokan tulee olla sama kuin rasitusluokan mukaan määriteltä minimi. Tässä on valitettavasti tullut virheitä, kun lattiaurakoitsija on tarjonnut piirustusten mukaista lujuusluokkaa ja tilaaja vaatinut säilyvyysuunnittelun mukaista lujuutta.

Maanvaraisten betonilattioiden osalta on myös hyvä huomata, etteivät ne kuulu rakentamismääräysten mukaisiin kantaviin rakenteisiin. Näin ollen tilaajalla / loppukäyttäjällä on vapaus valita miltä pohjalta suunnittelu tehdään. On paljon keskusteltu esim. parkkihallien osalta siitä, kumpi on lattian kannalta tärkeämpi tekijä – kulutuskestävyys vai säilyvyysuunnittelu. Lujia huokostettuja betonimassoja käytettäessä on usein ollut ongelmia kuivasiroitteiden kanssa. Parkkihallien lattioiden ongelmat liittyvät useammin pinnan vaurioitumiseen nastarenkaiden kulutuksesta kuin sään aiheuttamiin rasituksiin. Näin ollen sirotepinta olisi kestävyyskannalta parempi ratkaisu kuin käyttöikäsuunnittelun edellyttämä korkea lujuus ja huokostus.

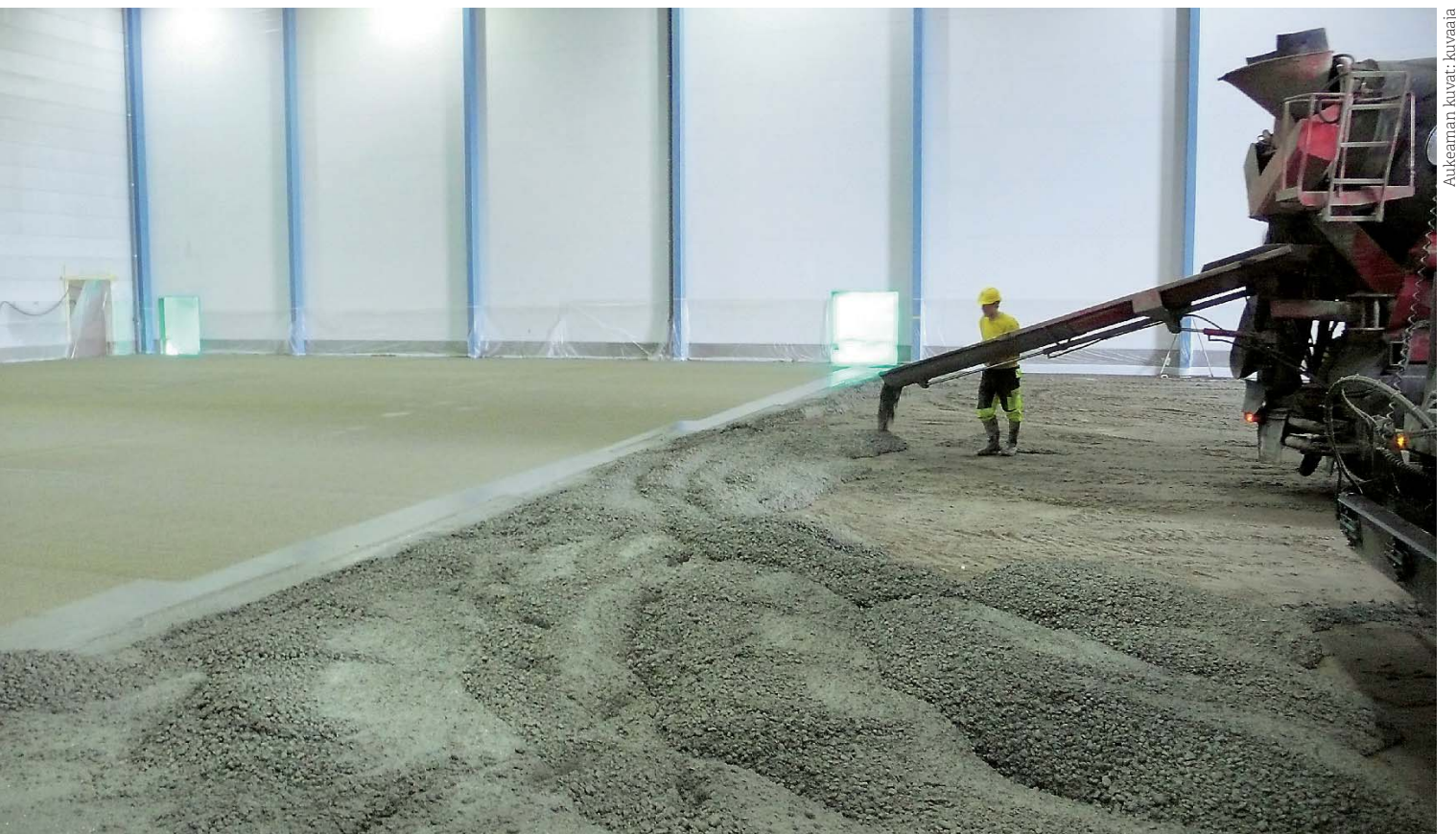
Toteutuksen kannalta betonin valinnassa on tärkeää lattiaurakoitsijan ja betonitehtaan yhteistyö. Työntekijöiltä kysyttäessä paras massa olisi sellainen, joka valettaessa loiskahtaa seinästä takaisin ja tasaantuu itsestään mutta sitoutuu nopeasti hiertokuntoon. Lattian kannalta tämä ei kuitenkaan ole paras vaihtoehto, sillä jälkihoidon lisäksi betonimassan laadulla on suurin merkitys lattian kutistumiin ja halkeamiin. Pastan ja veden määrä olisi hyvä pitää alhaisena ja runkoaineessa tulisi olla nykyistä runsaammin karkeaa kiviainesta. Nämä tekijät vaikeuttavat valutyötä ja tärkeää olisikin löytää kompromissi työstettävyyden ja lopullisen lattian laadun välille. Myös lisäaineiden (notkistimet, huokostimet) käytön kanssa tulee olla tarkka, erityisesti viileissä olosuhteissa, jolloin niiden hidastava vaikutus lisää epäonnistumisen riskejä.

Betonilattiatyön aloituspalaveri

Aloituspalaverin on asia, jota itse jaksan joka tilanteessa korostaa, koska se mielestäni on yksi tärkeimpiä osatekijöitä onnistuneeseen lopputulokseen. Kun kaikki projektin osapuolet istuvat saman pöydän ääressä ja käyvät asiat läpi kohta kohdalta ennakkoon laaditun esityslistan mukaan, saavutetaan parhaiten yhteisymmärrys. Olemme PiiMatissa laatineet malliesityslistan, jota ”tyrkytämme” osapuolille ennen aloituspalaveria ja iloksemme se on otettu erittäin positiivisesti vastaan. Siihen on koottu ne asiat, joita mielestämme tulee käydä läpi betonilattiatyön aloituspalaverissa.

Aloituspalaveriin tulisi rakennuttajan tai rakennuttajan edustajan sekä pää- ja lattiaurakoitsijan lisäksi osallistua myös muut urakoitsijat, joiden työ vaikuttaa lattiatyöhön tai vähintään pääurakoitsijalla tulee olla tarkka tieto





Aukeaman kuvat: kuvaaja

10

muiden urakoitsijoiden aikatauluista. Suunnittelijoiden (arkkitehti, rakennesuunnittelija) osallistuminen on tärkeää, jotta varmistetaan, että kaikki osapuolet ovat ymmärtäneet asiat samoin ja voidaan tarvittaessa tarkentaa suunnitelmia. Tärkeimpien materiaalitoimittajien (betoni, raudotteet/kuidut, saumat, pintamateriaalit) kanssa tulee käydä läpi materiaalien toimitusaikataulut sekä niiden varastointi – ja luonnollisesti se, että materiaalit vastaavat sitä mitä suunnittelussa ja tarjousvaiheessa on tarkoitettu.

Betonilattiatyön aloituspalaverista laaditaan pöytäkirja, joka jaetaan kaikille tahoille, joiden työ tai joiden työhön betonilattiatyö vaikuttaa. Lukemaan ihmisiä ei voine pakottaa mutta ainakin kaikilla osapuolilla on saatavanaan tarvittava tieto betonilattiatyöstä ja mahdollisuus suunnitella oma toimintansa sen mukaisesti.

Valutyöt

Hyvä betonilattiaurakoitsija on jo tämän artikkelin edellä esitetyissä vaiheissa, sekä luonnollisesti aiemmin toteuttamissaan kohteissa, sisäistänyt mistä hyvässä betonilattiassa on kyse ja näin tämä varsinainen työvaihe on yksin-

kertaista – levitetään, tiivistetään, tasoitetaan, hierretään ja jälkihoidetaan massa huolella ja saadaan aikaan hieno betonilattia.

Tärkeitä asioita valuvaiheessa ovat mm.

- alustan tarkistaminen – tiiveys, korkotaso
- raudoitusten, liikunta- ja työsaumojen sekä muiden detaljien huolellinen asentaminen
- oikean massan tilaaminen ajoissa ottaen huomioon purkutavat ja valuaikataulun
- ajoreittien, suojausten ja materiaalsiirtojen suunnittelu
- riittävä miehitys ja valvonta sekä eri työaiheiden miehitysten oikea ajoittaminen
- valulosuhteiden varmistaminen – lämpötila, kosteus, suojat tuulelta ja auringonpaisteelta
- jälkihoito
- dokumentointi – kuormakirjat, betonointipöytäkirjat, mittaukset

Valutyössä on kymmeniä muita huomioitavia asioita mutta jo edellä olevan listan asiat huolellisesti hoitamalla ollaan lähellä onnistunutta lopputulosta.

Lopuksi, Juha Äijälän ingressissä mainitsemaani lauseeseen viitaten, tehdään betonilattia kerralla kuntoon oikeilla materiaaleilla ja menetelmillä ja vältetään vuosien murheet.

Design and implementation of concrete floors supported on ground

Mr. Martti Matsinen, the Chairman of the Finnish Concrete Floor Association, has gathered matters that should be paid attention to in the design and implementation of concrete floors supported on the ground, based on the experience he has gained from the projects of his own company and in his capacity as the Chairman of the Association. These matters are related to e.g. substructures, slab thickness, loads acting on the slab, floor types and joints, reinforcement, selection of concrete and the pouring work.

In Mr. Matsinen's opinion, the kick-off meeting is one of the most important factors affecting a successful concrete floor work project. Mutual understanding can be best guaranteed with all the parties to the project gathering together to discuss matters point by point according to a pre-defined agenda.

The kick-off meeting is to be attended by representatives of the developer, the main contractor and the floor contractor, as well as any other contractors whose work influences floor work. At the very least, the main contractor must have exact knowledge about the schedules of



11

other contractors. The participation of designers is important to make sure that all the parties understand matters in the same way, and the meeting gives the opportunity to elaborate plans and designs, if necessary. The delivery schedules and storage issues as well as the compliance of the materials with design requirements and inquiry specifications are gone through with the most important material suppliers.

The Minutes of the kick-off meeting organised prior to the start of concrete floor work are distributed to all the parties whose work affects or is affected by the concrete floor work project.

10 Betonilattian valu käynnissä.

11 Hierron jälkeen pinta kastellaan ja levitetään jälkihoitopeitteet halkeilun minimoimiseksi.

12 Valmiita saumaraudoitteita käyttämällä siirretään reunakuormat sauman yli.



12

Otetaanko rakennusmateriaalien päästöt oikeasti huomioon rakentamisessa?

Pentti Lumme, kehitysjohtaja
Rudus Oy

Rakentamisen elinkaarikysymyksistä on puhuttu paljon viime vuosina. Rakennuskohteiden ympäristövaikutusten arviointia on tehty erinimisten sertifiointimenetelmien avulla, joskin tällaisten kohteiden määrä ei ole vielä kovin suuri.

Rakentamisen ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee ottaa huomioon koko rakentamisen elinkaari. Ketjussa ovat mukana raaka-aineiden hankinta, rakennusaineiden ja tuotteiden valmistus, tuotteiden kuljetukset, rakentamisvaihe, rakennuksen käyttö ja sen aikaiset huolto- ja energiakustannukset sekä rakennuksen purku ja materiaalien kierrätys ja hyötykäyttö sekä mahdolliset jätehuoltokustannukset.

Useissa selvityksissä on todettu että materiaalien osuus ei ole tässä tarkastelussa ratkaiseva mutta kohteiden ympäristöarviointia tehtäessä materiaalien osuuskin luonnollisesti lasketaan silloin kun se on suunnitteluvaiheessa määriteltävissä.

Miten nämä puheet ympäristöarvoista sitten muuttuvat todeksi? Onko rakennusalalla oikeasti mielenkiintoa käyttää tarjotut mahdollisuudet hyödyksi?

Rudus Oy on tuonut rakentajille käyttöön *Ruduksen Vihreän betonin*, jonka avulla kohteen betonirakenteiden hiilipäästöjä voidaan vähentää. On mielenkiintoista nähdä missä laajuudessa tätä mahdollisuutta halutaan käyttää hyödyksi kohteiden suunnittelussa ja rakentamisessa.

Ruduksen tavoitteena on pyrkimys hyvään rakentamiseen. Hyvä ja laadukas rakentami-

nen takaa rakenteille ja rakennuksille myös pienimmät mahdolliset ympäristövaikutukset. Kestävä pitkäikäinen ja energiaa mahdollisimman vähän kuluttava rakentamistapa aiheuttaa rakentamisen elinkaaren aikana vähäiset huolto- ja ylläpitokustannukset sekä energiankulutuksen ja siten pienimmät mahdolliset ympäristövaikutukset.

Mikä on Ruduksen Vihreän betonin tausta ja mistä sen ominaisuudet koostuvat?

Ruduksen toiminta yhtiön kaikilla toimialoilla on vastuullista ja ympäristövelvoitteita noudattavaa. Kaikessa toiminnassaan Rudus pyrkii olemaan mahdollisimman lähellä asiakastaan, jolloin toiminnasta aiheutuva ympäristökuormitus on mahdollisimman vähäinen. Rudus pyrkii hankkimaan kiviainekset mahdollisimman läheltä asiakkaitaan kuljetusten ympäristöhaittojen pienentämiseksi. Erilaisilta rakennusaluilta saatavaa murskattavaa kiviainesta pyritään käyttämään mahdollisimman paljon luonnonkiviaineksen asemasta. Myös tämä pienentää merkittävästi kiviainesten kuljetusmatkoja. Ruduksella on kattava betonitehdasverkosto jonka avulla betonin kuljetusmatkat asiakkaille pyritään minimoimaan. Kaikki tämä pienentää kuljetuksesta aiheutuvia energiapäästöjä.

Kaikesta Suomessa käytettävästä betonista pystytään nykyisin kierrättämään 80 %. Rudus on ollut Suomessa betonin kierrätyksen uranuurtaja. Kohteista purettua ja osittain myös tuoretta ylijäämäbetonia otetaan vastaan Ruduksen kierrätystoimipisteissä yli kahdellakymmenellä paikkakunnilla. Niissä betoni murskataan ja

kierrätetään uusiokäyttökohteisiin, joista merkittävimpiä on tienrakentaminen. Näissä käyttökohteissa betonimurske korvaa luonnon kiviainesta ja säästää siten merkittävästi luonnonvaroja. Murskatun betonin uusiokäyttöä uuden betonin runkoaineena myös tutkitaan parhaillaan.

Betonin osa-aineista eniten ympäristökuormitusta tuottaa sementti. Ruduksen tytäryhtiö Finnsementti on tuonut markkinoille uuden sementin, jonka tuotannossa vapautuvat hiilidioksidipäästöt ovat n. 10 % vähäisemmät kuin perinteisillä sementeillä. Rudus on jo ottanut uuden sementin käyttöön useilla tehtaillaan ja käyttö laajenee koko ajan.

Betonin aiheuttamaa hiilidioksidikuormitusta voidaan edelleen pienentää säätämällä betonireseptejä niin että erilaisten lisäaineiden avulla betonissa tarvittavaa sementtimäärää voidaan edelleen vähentää. Lisäksi betonissa tarvittavien kaikkien muiden osa-aineiden päästöjä pienentämällä betonin hiilipäästöjä voidaan tapauskohtaisesti selvästi pienentää tavanomaisiin betoneihin verrattuna. Näin betoniteollisuus voi omalla toiminnallaan vähentää rakennuskohteen aiheuttamia hiilipäästöjä oleellisesti. Tavanomaisissa tapauksissa betonin hiilipäästöjä voidaan vähentää 20–30 % ja parhaimmissa tapauksissa n. 50 %:n luokkaa.

Tässä Vihreän betonin kehitystyössä oleellista on ollut että Ruduksen betoneissa käytetyt sementit ovat perusteellisesti tutkittuja, standardien mukaisia sementtejä ja kaikki uudet betonilaadut betonin valmistusta koskevien normien mukaisia. Jotta nämä betonilaadut

Rudus Oy



1

toimisivat parhaalla mahdollisella tavalla Vihreiden betoneiden käyttö suunnitellaan ja sovitetaan yhdessä rakennekohtaisesti asiakkaiden kanssa. Parhaiten Vihreitä betoneita voidaan hyödyntää tavanomaisissa rakenteissa kuten perustuksissa ja lämpimissä sisätiloissa olevissa rakenteissa. Suurimman haasteen vastaavasti asettavat ulkona ja vaativissa suola-pakkas-situksissa olevat betonirakenteet.

Toki betonirakentamisessa voidaan muillakin tavoilla vaikuttaa rakentamisen ympäristökuormitukseen. Betonin ja betonoinnin energiankulutukseen työmaalla valuvaiheessa voidaan merkittävästi vaikuttaa betonilaatuvalinnoilla. Olosuhteisiin sopivan betonin valinta nopeuttaa betonin lujuuden kehitystä viileissä olosuhteissa, jolloin työmaalämmitystä ei välttämättä tarvita. Nopeammin päällystettävien betonilaatujen käyttö edistää betonin kuivumista merkittävästi rakennuksen sisävalmistusvaiheessa joka samoin vähentää työmaan lämmitysenergian tarvetta.

Vihreitä betoneita on jo ollut käytössä useissa kohteissa, testikäytössä, vaikka niitä ei välttämättä ole tuotu tässä mielessä korostetusti esille. Oheisissa kuvissa Espoossa olevaan kohteeseen toimitetaan Vihreää, vähäpäästöistä betonia alapohjalaattaan.

Puuteollisuus on viime vuosina voimakkaasti korostanut puun vähähiilisyyttä. Vihreän betonin myötä voidaan todeta että vertailulaskelmissa vaaka kääntyykin helposti betonin hyväksi. Pallo on siis heitetty vähähiilisen betonirakentamisen puolesta. Kuka rakentaja haluaa ottaa kopin?

Rudus Oy



2

1 Vihreän betonin pumppausta espoolaisella työmaalla. Betonin hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää 20–50 %.

2 Massasta valetaan kuitubetonilaattaa. Vihreän betonin tyypillisiä käyttökohteita ovat tavanomaiset perustukset ja sisätiloissa olevat rakenteet.

BEC2012-Elementtisuunnittelun mallinnusohje

YTV2012 osa5: Rakennesuunnittelu

Tero Kautto

BIM-development manager
Finnmap Consulting Oy

Oikein tehdyllä tietomallinnuksella saavutetaan kiistattomasti hyötyjä. Ongelmana on ollut saada oikealla tavalla ja oikeaan tarkoitukseen tehtyjä sekä oikea-aikaisesti tehtyjä tietomalleja.

Suurin yksittäinen ongelma on ollut tietomallipohjaisen suunnittelun tilaaminen. Voi olla, että tietomallinnusta ei ole tilattu ollenkaan, mutta suunnittelijan piirustuksen tekoa varten luomaa mallia on kuitenkin yritetty hyödyntää lukuisilla eri tavoilla. Usein tietomallinnus tilataan myös yksinkertaisesti laittamalla sana "tietomallinnetaan" tarjouspyyntöön, mutta valitettavasti tällöin kaikki osapuolet ymmärtävät tietomallinnuksen tason haluamallaan tavalla.

Tietomallinnus on kaivannut pelisääntöjä!

YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Vuonna 2011 käynnistyi projekti nimeltä COBIM (= Common BIM requirements). COBIM-projektin tarkoitus oli laatia Suomeen tietomallivaatimukset. Vaatimuksia on ollut laatimassa suuri joukko Suomen johtavia rakennusalan toimijoita. Vaatimusten lopulliseksi nimeksi valittiin YTV – Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Vaatimukset koostuvat 14:sta eri osiosta. Eri suunnittelualoille osioiden lisäksi vaatimuksesta löytyy omat osiot mm. projektin johtamiseen, mallin hyödyntämiseen työmaalla, sekä tietomallin hyödyntämiseen TATE- ja energia-analyseissa.

YTV2012 vaatimukset antavat hyvät edellytykset tilaajan, urakoitsijan ja eri suunnittelijoiden väliseen tietomalliyhteystyöhön.

YTV2012 vaatimusten osassa 5 on määritelty rakennesuunnittelun tietomallinnuksen laajuus ja tarkkuus hankkeen vaiheittain. Määrittelyn mukainen mallinnus antaa hyvän pohjan tietomallin hyödyntämiseen. Mallinnuksen laajuutta ja tarkkuutta voi tarkentaa hankkeen erityispiirteiden ja tarpeiden mukaisesti.

YTV2012 vaatimukset julkaistaan 27.päivä maaliskuuta.

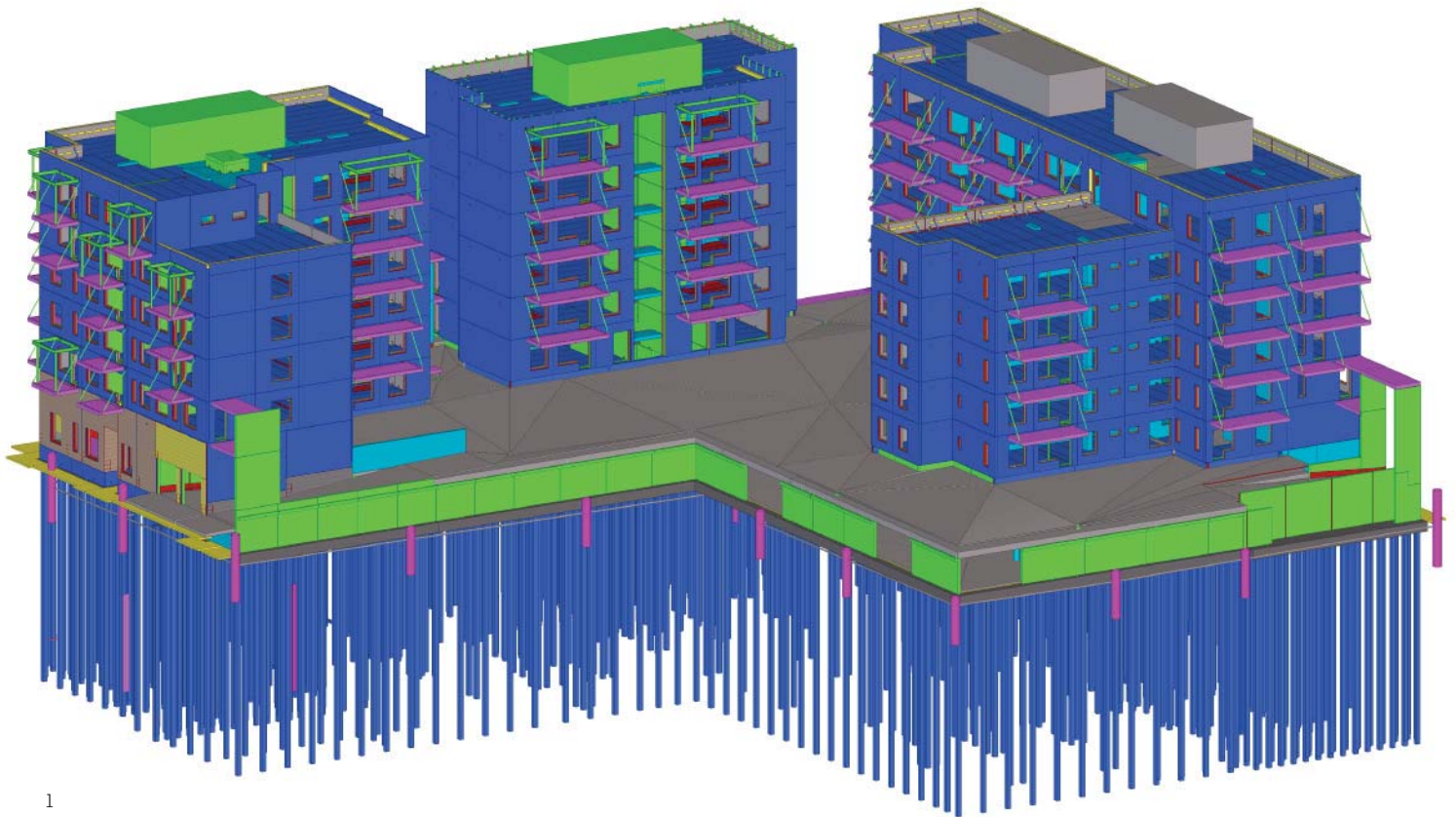
BEC2012 projekti

BEC 2012 projektissa vv.2011- 2012 betonielementtiteollisuus, rakennesuunnittelijat ja Tekla Oy kehittävät yhdessä betonielementtien mallinnusta ja tiedonsiirtoa. Projektissa kehitetään mm. uusia TeklaStructures- komponentteja, laaditaan tietomallipohjaiset tyyppipiirustukset ja elementtisuunnittelun mallinnusohje.

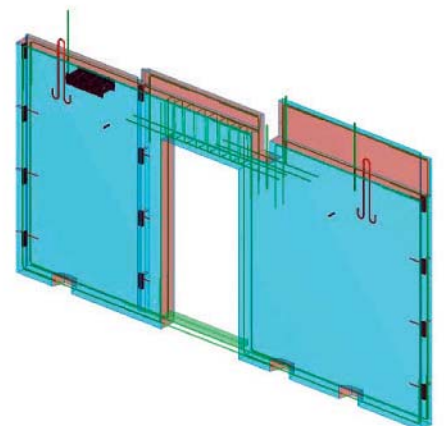
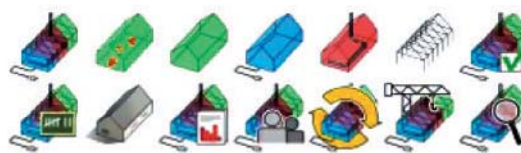
Elementtisuunnittelun mallinnusohje

YTV2012 rakennesuunnitteluosion tarkkuusmääritykset eivät riitä silloin, kun tietomallista halutaan lukea tarkkaa ja tuotevalmistukseen soveltuvaa tietoa suoraan tuotannonohjausjärjestelmään. Tätä varten tarvitaan tarkka ja osittain ohjelmistokohtainen ohje.

BEC2012 elementtisuunnittelun mallinnusohjeen tarkoitus onkin määritellä YTV2012 ohjeita tarkemmat vaatimukset betonielementtien mallinnukseen. Lähtökohtana ohjeen teolle oli elementtiteollisuuden tarvitsemat määrätiedot ja niiden saatavuus suoraan mallista, sekä projektin etenemisen seuraaminen mallissa olevien tietojen perusteella.



1

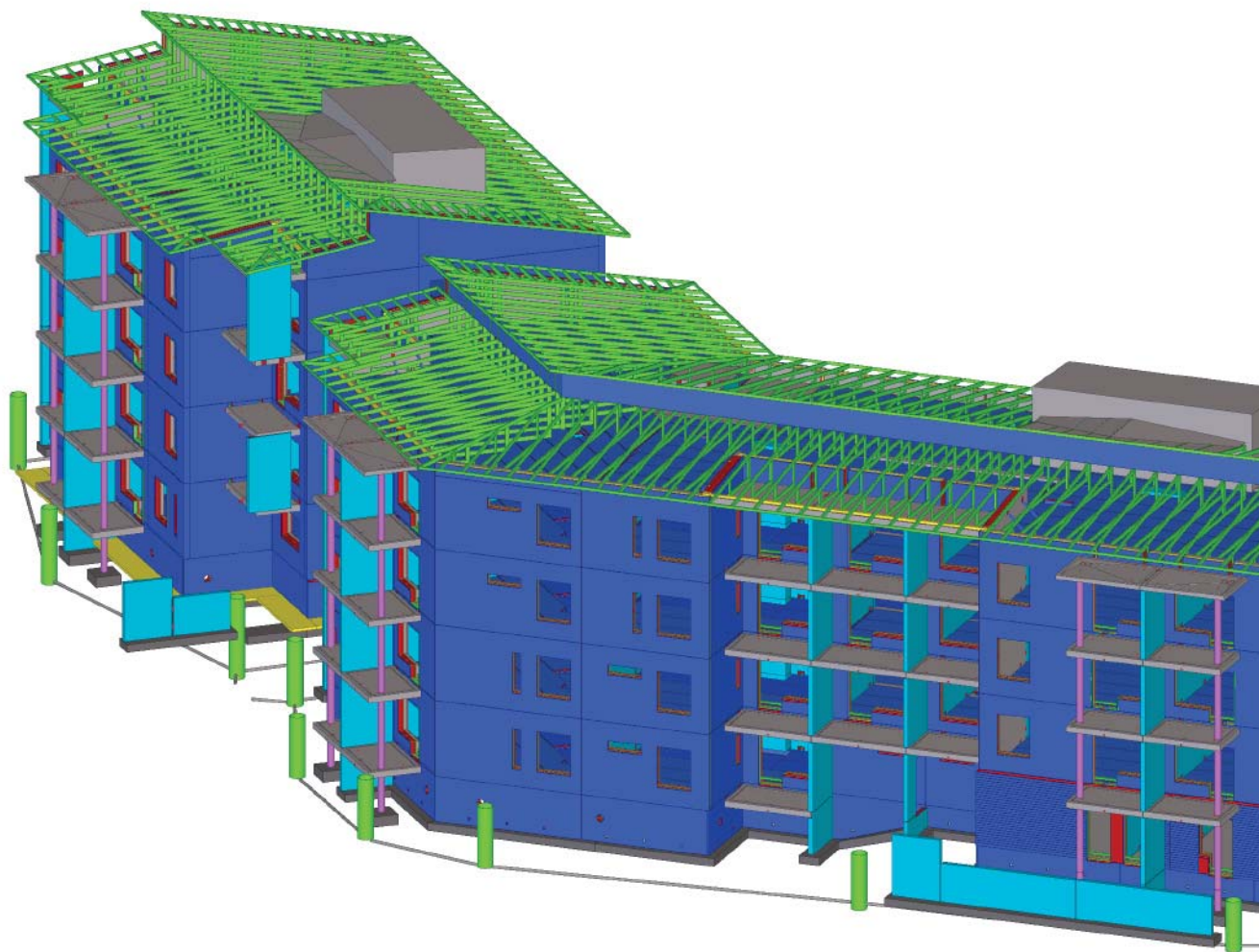


2



1 YTV2012 osa 5: Rakennesuunnittelu

2 YTV2012 osa 5: Rakennesuunnittelu ja BEC2012 elementtisuunnittelun mallinnusohje täydentävät toisiaan.



Ohjeistus on laadittu niin, että kappa-leissa käsitellään ensin yleisiä vaatimuksia ja sen jälkeen tarkennettu ohje perustuen Tekla Structures- ohjelmiston toimintoihin. Koko mallinnusohje löytyy sivuilta www.elementtisuunnittelu.fi.

Mallinnus elementtityypeittäin

Ohjeessa on määritelty elementtityypeille tiettyjä tärkeitä mallinnuskriteereitä, esim. mitä mittatietoa elementistä halutaan ja miten elementti tulee mallintaa, jotta tarvittava tieto tulee raportteihin oikein.

Määrittelyt tarkentuvat ohjelmistokoh-taisiksi toiminnoiksi TeklaStructures- ohjelmiston osalta. TeklaStructures- ohjelmistolle määritellään elementin pääosa, pääosan mallinnukseen käytettävä työkalu, erilaisten ulokkeiden ja leikkausten teko sekä muuttujat, joilla tietoa mallista haetaan raportteihin ja piirustuspohjiin.

Numerointi ja nimeäminen

Elementtisuunnittelu.fi- sivustolta löytyy lista käytettävistä tunnuksista. Elementtiteollisuus pitää kuitenkin tärkeänä, että kullakin elementillä on oma yksilöllinen tunnus, vaikka täysin samanaiset elementit esitettäisiin yhtenä valmistuspiirustuksena.

BEC2012 elementtisuunnittelun mallinnusohjeessa selvitetään mallinnusohjelmien antaman yksilöllisen GUID tunnisteiden, sekä TeklaStructures ohjelmistossa käytettävän yksilöllisen juoksevan ACN-numeron tarkoitusta ja käyttöä.

Elementin valmistus- ja tuotetiedot elementille

Tällä hetkellä suuri osa rakennesuunnitteli-joista antaa elementin valmistus- ja tuotetiedot, kuten suunniteltukäyttöikä ja rasisluokka, vain mallista tulostettavaan piirustukseen. Uuden ohjeen mukaan kaikki valmistukseen tarvittava tieto annetaan suoraan elementille. Näin geometria ja tarvittavat valmistustiedot on yhdessä paikassa, jolloin tieto voidaan lukea suoraan elementiltä raportteihin tai tuotannonohjausjärjestelmään.

Valutarvikkeet ja materiaalit

Ohjeen määrittelyn ja esimerkkien mukaisesti kaikki valutarvikkeet, materiaalit ja tietyt reiät tulee mallintaa siten, että elementistä saadaan listattua elementtikohtaiset varusteet oikeilla tiedoilla ja yksiköillä.

TeklaStructures- ohjelmistoa varten ohjeessa neuvotaan tarvikkeiden lisäys elementtiin. Edelleen ohjeessa määritellään millä kriteereillä valutarvikkeesta, materiaalista tai

reiästä listautuu oikea mittatieto ja yksikkö TeklaStructures- ohjelmiston raportteihin ja piirustustaulukoihin.

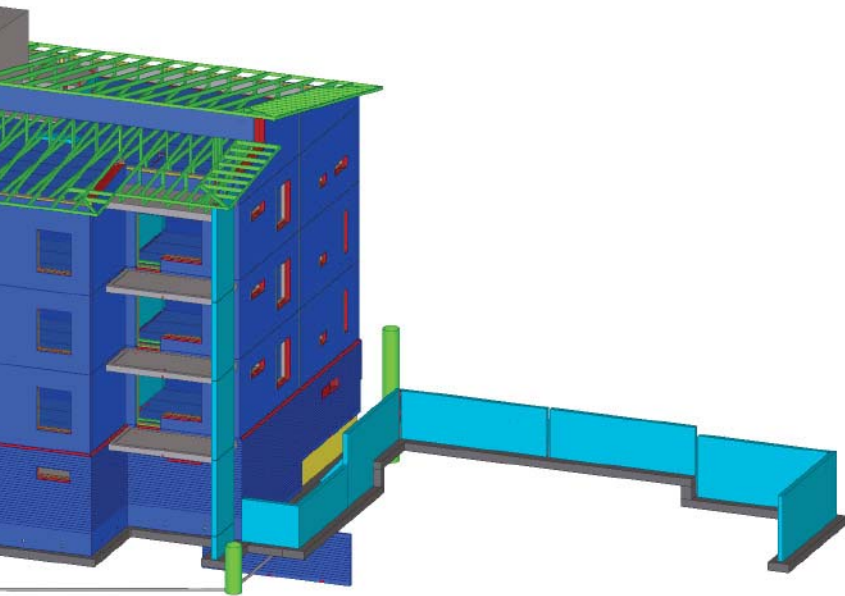
Valmiusaste- ja päivämäärämerkinnät

Tietomallia tulisi hyödyntää hankkeessa myös suunnittelun, valmistuksen, toimituksen ja asennuksen valmiusasteiden, päivämäärien yms. tiedon lähteenä. Oikein toimiessaan prosessi lähtee elementin asennuspäivämäärästä, josta se valmistuspäivämäärien kautta päättyy suunnittelijan pöydälle suunnitelmien suunnitteluajatauluksi. Ohjeessa on määritelty eri toimijoiden toimesta tarvittavat valmiusaste, päivämäärä- yms. tietotarpeet.

Kuvattua prosessia on TeklaStructures- ohjelmissa käytetty jo pitkän aikaa. Ongelmana on ollut kaikilla toimijoilla olleet omat muuttujat saman asian käsittelyyn. Ohjeessa on nyt määritelty TeklaStructures- ohjelmistossa käytettävät muuttujat.

Toiveet ja tavoitteet

Ohjeen perusteella elementtiteollisuus ja Tekla ovat laatineet uudet raporttipohjat ja piirustustaulukot, joihin määrät (mitat, kuutiot, pinta-alat yms.) tulevat elementtiteollisuuden tarpeiden mukaisesti. Määrätietojen käsin laskennasta pitäisi ohjeen mukaan tehdyissä hankkeissa päästä siis eroon.



3 YTV2012 osa 5: Rakennesuunnittelu ja BEC2012 elementtisuunnittelun mallinnusohje täydentävät toisiaan.

Suunnittelijoille ohjeen määräykset tuovat selkeyttä, ohjeita ja kuria elementtien mallinnukseen. Porkkana on tavoite päästä eroon urakkavaiheen tyyppipiirustuksista, malli ja mallista tuotettu raporttietieto toimitusvaiheen dokumentteina.

Tuleva kehitys

Tietomallista pitää pystyä jatkossa saamaan vielä enemmän hyötyä niin betonielementtien valmistamiseen kuin muihinkin rakennusalan toimintoihin. BEC2012 elementtisuunnittelun mallinnusohjettakin tulee jatkossa päivittää saatujen kokemusten, ohjelmistojen kehittämisen ja alalla muuten tapahtuvan kehityksen perusteella.

Loppusanat

Ohjeiden julkaisun myötä tilaajien pitäisi tarjouspyynnössä viitata YTV2012 ja BEC2012-ohjeisiin. Projektista toiseen toistuvat vaatimukset ja prosessit mahdollistavat tietomallinnuksen samankaltaisen hyödyntämisen projektista toiseen, jolloin tietomallinnuksesta saadaan rakentamista tehostava arkipäiväinen prosessi.

BEC2012 Modelling guide for precast design

Correctly performed data modelling is undeniably beneficial. Obtaining data models prepared correctly and for the right purpose and also at the right time has been the problem. The biggest single problem has been related to the ordering of data model-based design. Rules for data modelling have not been available, but now they are presented in the recently published guide on general data model requirements (YTV – Yleiset tietomallivaatimukset 2012).

The YTV2012 requirements comprise 14 parts. They create good pre-conditions for data model cooperation between developers, contractors and designers.

Part 5 of the YTV2012 requirements determines the scope and accuracy of data modelling in structural design at each project phase. Modelling based on this determination produces a good basis for the utilisation of a data model. The scope and the accuracy of modelling can be defined in more detail according to the special features and needs of each project.

The purpose of the BEC2012 project carried out in 2011–2012 in collaboration between the precast concrete industry, structural designers and Tekla Oyj is to develop the modelling of precast concrete units and associated data transfer. The project will include, for example, the development of new TeklaStructures com-

ponents, the preparation of data model-based type drawings and modelling guidelines for precast design.

The objective of the BEC2012 modelling guidelines for precast design is to determine more specific requirements than the YTV2012 guide for the modelling of precast concrete units. The starting point for these guidelines was to make the quantity data required by the precast concrete industry available directly from the model, and to enable the monitoring of the progress of the project on the basis of the data provided in the model. The modelling guidelines are available at www.elementtisuunnittelu.fi.

With the publication of the guidelines, reference should in orders be made to YTV2012 and BEC2012 guidelines.

Betoniteollisuus ry:n työturvallisuuskilpailun voitto Parma Oy:n Kotkan tehtaalle

Betoniteollisuus ry

Jarmo Sipilä / Parma Oy



1

Rakennusteollisuus RT:hen kuuluva Betoniteollisuus ry on järjestänyt vuodesta 2009 alkaen työturvallisuuskilpailua, jonka tarkoituksena on aktivoita alan yrityksiä kiinnittämään huomiota työturvallisuuteen, ja siten ehkäistä tapaturmia ja sairastumisia. Kilpailu on myös osa pyrkimystä saada Suomeen maailman turvallisin betoniteollisuus vuoteen 2015 mennessä.

Kolmatta kertaa järjestettyyn kilpailuun osallistui tällä kertaa 65 tehdasta, joista elementtitehtaita oli 43, tuotetehtaita 14 ja valmisbetonitehtaita 8.

Kolmen kilpailusarjan parhaat tehtaast tulivat valituiksi tehtaissa suoritettujen tur-

vallisuusmittausten tulosten perusteella. Mittaukset suoritti *Juha Merjama* Tapaturva Oy:stä. Turvallisuustyön arvioinnissa käytettiin työkaluina Elmeri+ -havainnointimenetelmää ja turvallisuuskymppi-taustaista turvallisuusjohtamisen arviointityökalua. Lisäksi tulokseen vaikuttivat tapaturmataajuus ja sairauspoissaolojen määrä.

Mittausten mukaan työturvallisuuskilpailun paras tehdas on valmisbetoni-sarjassa *Rudus Oy*, *Oulun valmisbetonitehdas*, elementit-sarjassa *Parma Oy, Kotkan tehdas* ja betonituotteet-sarjassa *HB-Betoniteollisuus Oy, Jyväskylän E-Tehdas*.

Kaikki kolme sarjavoittajaa palkittiin kunniakirjalla. Tämän lisäksi tuomaristo valitsi kärkiyritysten joukosta koko kilpailun voittajan ja Fennia-palkinnon saajan. Voittajaksi nousi *Parma Oy:n Kotkan tehdas*.

Positiivinen suhtautuminen työturvallisuustyöhön tuottaa tulosta

Kilpailun tuomariston muodostivat Rakennusliiton puheenjohtaja *Matti Harjuniemi*, Betoniteollisuus ry:n toimitusjohtaja *Olli Hämäläinen* ja Sosiaali- ja terveysministeriön Työsuojeluosaston valvontajohtaja *Markku Marjamäen* ollessa estyneenä ylitarkastaja *Keijo Päivärinta*.

Tuomaristo kiittää koko voittajakolmikkoa panostaneen työturvallisuuteen ja yleiseen asenneilmapiiriin, mikä näkyy myös tapaturmatilastoissa: sarjojen kärjen muodostaneissa tehtaissa ei sattunut vuoden 2011 aikana yhtään työtapaturmaa.

Kaikissa kärkitehtaissa turvallisuustyöhön suhtaudutaan positiivisesti. Tuomaristo haluaakin antaa erityistunnustuksen tehtaiden henkilöstölle, joiden se katsoo vetävän turvallisuustyössä yhtä köyttä johdon kanssa ja tekevän yhteistyötä käytännölliseltä pohjalta.

Valitessaan voittajaksi *Parma Oy:n Kotkan* tehtaasta tuomaristo kiinnitti huomiota työpaikan asenneilmastoon, turvallisuustyön vaikutavuuteen ja kehitystyön järjestelmällisyyteen. Voittajan erityisansioksi tuomaristo nostaa asiakasrajapinnan oivallisen hallinnan. Vanhan tehtaasta seinien sisäpuolella onkin tuomariston mukaan tapahtunut täydellinen käänös

1 Kuvassa Parman Kotkan tehtaan työntekijöitä ja tuomariston jäseniä tehtaalla.

2 Tuomaristo antoi erityistunnustusta tehtaiden henkilöstölle, joiden se katsoo vetävän turvallisuustyössä yhtä köyttä johdon kanssa ja tekevän yhteistyötä käytännölliseltä pohjalta.

3, 4, 5 Kotkan vanhan tehtaan seinien sisäpuolella on tuomariston mukaan tapahtunut täydellinen käännös sekä henkilöstön toiminnassa, asenteissa että näkyvässä työympäristössä. Työtaturmia ei vuonna 2011 sattunut yhtään.

Jarmo Sipilä / Parma Oy



2

sekä henkilöstön toiminnassa, asenteissa että näkyvässä työympäristössä.

Myös muut Parma Oy:n yksiköt kuin Kotkan tehdas menestyivät kilpailussa, sillä kahdeksan Parma Oy:n yksikköä sijoittui kahentoista parhaan joukkoon elementit -sarjassa.

Betonituotteet -sarjan voittajan, HB-Betoniteollisuus Oy:n Jyväskylän E-Tehtaan kohdalla tuomaristo huomioi tehtaan tarkasti suunnitellun ja toteutetun prosessin, jossa työturvallisuus on huomioitu erinomaisella tavalla. Huolellinen suunnittelu ja laitteiston ennakoiva huolto estävät poikkeustilanteet ja ylläpitävät turvallisuutta.

Valmisbetonisarjan voittajan, Rudus Oy:n Oulun valmisbetonitehtaalla ansioksi tuomaristo lukee henkilöstön saumattoman yhteistyön urakoitsija- ja asiakasketjun kanssa. Erinomaisesti järjestetty yhteinen koulutus toimii esimerkkinä koko Suomen betoniteollisuudelle.

Keskinäinen Vakuutusyhtiö Fennia lahjoittaa kilpailun voittajalle, Parma Oy:lle, Fennia-palkinnon. Se on rahapalkinto, joka on tarkoitettu käytettäväksi työturvallisuutta edistävään hankintaan. Fennia toimii yhteistyökumppanina turvallisuushankkeissa, sillä se on sitoutunut edistämään työturvallisuutta yhteistyössä asiakasyritystensä kanssa.

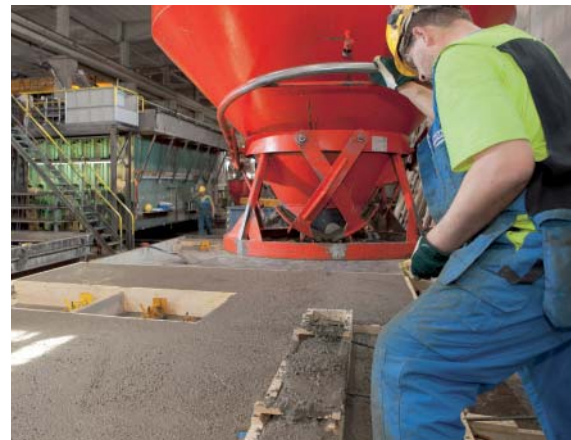
Betoniteollisuus ry:n työturvallisuuskilpailu motivoi kilpailuun osallistuneita yrityksiä panostamaan turvallisuuteen, ja lisäksi se tuottaa erinomaista tietoa hyvistä käytännöistä hyödynnettäväksi koko toimialalla.



3

Lisätietoja:

Rakennusteollisuus RT ry,
Betoniteollisuus ry
toimitusjohtaja Olli Hämäläinen
puh. 09 1299 287, gsm 050 1513
Keskinäinen Vakuutusyhtiö Fennia
johtaja Jussi Merikoski
puh. 010 503 4112, gsm 050 548 8599
viestintäjohtaja Eliisa Anttila
gsm 050 598 9769
Parma Oy
toimitusjohtaja Hannu Tuukkala
puh. 020 577 5520
tehdaspäällikkö Harri Bergholm, Kotkan
tehdas
puh. 020 577 5908



4



5

Betonin säilyvyyden kenttätutkimukset – merkitys ja tuloksia

Hannele Kuosa & Erika Holt

Teknologian tutkimuskeskus VTT

Perustietoja betonin säilyvyyden koekentistä Suomessa ¹⁾	Kotka Tienvierus- kenttä (VT 7)	Espoo	Sodankylä
Pakkasrasitus - XF3 ²⁾	-	X	X
Pakkas-suolarasitus - XF4 ²⁾	X	-	-
Karbonatisoituminen:			
Katettu ulkotila – XC3 ²⁾	-	X	-
Ulkotila sateelle alttiina – XC4 ²⁾	X	X	X
Kloridien tunkeutuminen, tieolosuhde - XD3 ²⁾	X	-	-
Oma sääasema	X	(X)	-
Korkeusasema meren pinnasta [m]	20	20	179
Ilmastotietoja (keskiarvo 1971 - 2000):	Helsinki (Kaisaniemi)	Sodankylä	
Vuoden keskilämpötila [°C]	6	-1	
Tammikuun keskilämpötila [°C]	-4	-14	
Kesäkuun keskilämpötila [°C]	15	12	
Keskilämpötila alle 0 °C [päivää/vuosi]	169	230	
Keskilämpötila alle -10 °C [päivää/vuosi]	40	111	
Suhteellinen kosteus, vuoden keskiarvo [%]	79	62	
Sademäärä, vuoden keskiarvo [mm]	642	507	
Projektit ja betonimassat (tai pintakäsittely):			
Duralnt perussarja (2007...)	30	23	-
Duralnt lisämassat I (2008...)	4	-	-
Duralnt lisämassat II (2009...)	6	-	-
Finnsementti (2010...)	10	-	-
Finnsementti (2011...)	4	-	-
CONLIFE-projekti (2001...)	-	-	22
YmpBeton-projekti (2003...)	-	19	19

1) Lisäksi erityisesti Ruotsin Boråsin tienvieruskoekenttä (1996...), jossa myös suomalaisia sideineita ja betoneja/koekappaleita.

2) Rasitusluokat SFS-EN 206-1/BY 50.

Betonin säilyvyyden kenttätutkimukset tarkoittavat luonnonmukaisissa rasitusolosuhteissa tarkoin kokeellisin mittauksin ja analyysin tehtävää vaurioitumisen pitkäaikaisseurantaa. Oleellista on, että kenttämittauksia jatketaan riittävän pitkään, vähintään 20 vuotta. Tarkan lähtö- ja mittaustiedon sekä muun dokumentaation kuten käytettyjen tutkimusmenetelmien pysyvä tallentaminen on myös tärkeää. Vasta riittävän pitkän ajan kuluessa kenttätutkimuksista on saatavissa paras hyöty ja luotettavin tulos. Kenttätutkimuksiin sisältyy aina myös tulosten analysointia ja hyödyntämistä.

Suomessa on tällä hetkellä noin 90 betoni-koostumusta kolmella eri säilyvyydetutkimuksen koekentällä. Ensimmäinen betonikoesarja vietiin Sodankylän koekentälle joulukuussa 2001 ja viimeisimmät koekappaleet vietiin Kotkan tienvieruskoekentälle marraskuussa 2011. Suomen kolmas eli Espoon koekenttä edustaa Suomen tiheästi rakennettua eteläistä ja lähellä rannikkoa sijaitsevaa aluetta ja ilmastotyyppiä. Suomen säilyvyydetutkimuksessa käytetään myös Ruotsissa Boråsin tienvieruskoekentällä sijaitsevista koekappaleista saatavia kenttätutkimustuloksia. Ruotsissa on myös suomalaisia sementtejä sisältäviä betoneja sekä myös täysin samoja betoneja kloridien tunkeutumistutkimuksissa kuin Suomessa. Näin Suomen ja Ruotsin koekenttien vertailu tulee jatkossa tältä osin mahdolliseksi. Kullakin koekentällä ilmasto-olosuhteet kuten lämpötila- ja kosteusolosuhteet ovat toisistaan poikkeavia ja esimerkiksi tiesuolaus on erilaista. Myös tutkimusten ja mittausten yksityiskohtiin liittyvät tekijät voivat poiketa toisistaan. Suomen kannalta on oleellista saada mahdollisimman paljon kenttätutkimustietoa, joka vastaa nimenomaan Suomen suhteellisen ankaria ilmasto-olosuhteita ja Suomen muita käytäntöjä. Vaikka kenttätutkimus vaatii

Taulukko 1 Suomessa sijaitsevat betonin säilyvyyden koekenttien perustiedot sekä koekenttien eri projekteissa aloitettujen kenttätutkimusten betonien lukumäärät.

pitkäaikaista sitoutumista ja panostusta, on se todettu kaikkialla tärkeäksi betonirakenteiden säilyvyyden varmistamiskeinoksi, johon myös käytännön ohjeistus, laadunvarmistus ja säilyvyyssmallinnus voivat tukeutua.

Hannele Kuosa

Miksi kenttätutkimuksia

Kenttätutkimuksessa kaikki olosuhdetekijät sekä erilaisten vaurioitumistekijöiden vuorovaikutukset tulevat otetuiksi huomioon. Kenttätutkimuksessa betonikoekappaleet altistuvat luonnonmukaisille lämpötila- ja kosteusvaihteluille, tuulelle ja auringon säteilylle sekä mahdollisille klorideille (tiesuolaus, merivesi). Tällöin betonissa tapahtuvat muutokset kuten lujuuden kasvu (hydrataatio), kuivuminen, kastuminen sekä ilman hiilidioksidin vaikutuksesta tapahtuva karbonatisoituminen ja suojojen vaikutuksesta tapahtuvat fysikaaliset ja kemialliset muutokset tulevat otetuiksi huomioon. Nämä muutokset vaikuttavat betonin ja usein erityisesti sen pintaosan ominaisuuksiin kuten sementtikiven huokosrakenteeseen, tiiviyyteen ja jäätyvän veden määrään. Muutokset ja niiden merkitys ovat myös suhteessa siihen, minkälainen betonin ja sen sideaineen koostumus on.

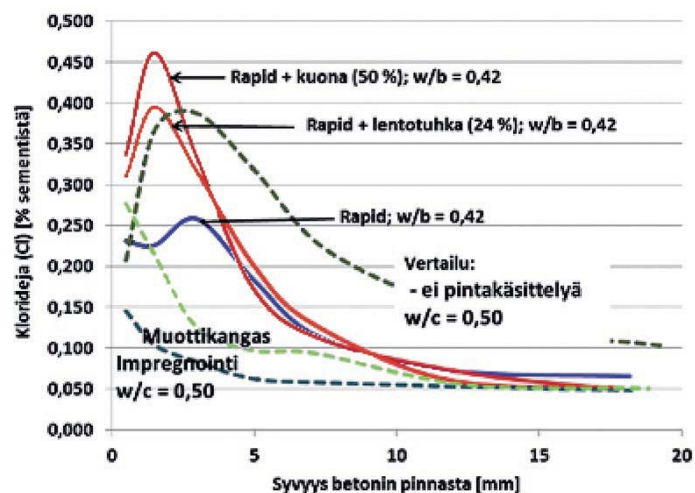
Erityisesti tulevaisuudessa tarvitaan luotettavaa tietoa siitä, minkälaisia ovat erilaisia seosaineita ja niiden yhdistelmiä sisältävien sideaineiden säilyvyysominaisuudet. Tietoa tarvitaan lisää myös siitä, mikä on betonin vesi-sideainesuhteen ja ilmahuokostuksen sekä sen laadun merkitys pitkän ajan kuluessa. Kenttätutkimuksin on saatavissa tietoa myös siitä, miten säilyvyyttä voidaan parantaa vaikeimmissa olosuhteissa esimerkiksi betonin pintaosan ominaisuuksia parantavin tai pintaa suojaavin erityiskeinoin. Valitettavasti betonin ikääntymistä ei vielä kyetä ottamaan

1 Tienvieruskoekentän pakkas-suolarapautuman koekappaleita ($150 \times 150 \times 75 \text{ mm}^3$) metallihäkeissä (4 kpl/betoni). Taaempina isompia koekappaleita ($500 \times 300 \times 300 \text{ mm}^3$), joiden tielle suuntatuvasta pinnasta alkaen määritetään kloridien määrä eri syvyyksillä. Sekä metallihäkit että isot betonikappaleet ovat puutelineiden päällä ja näin ollen irti maasta.

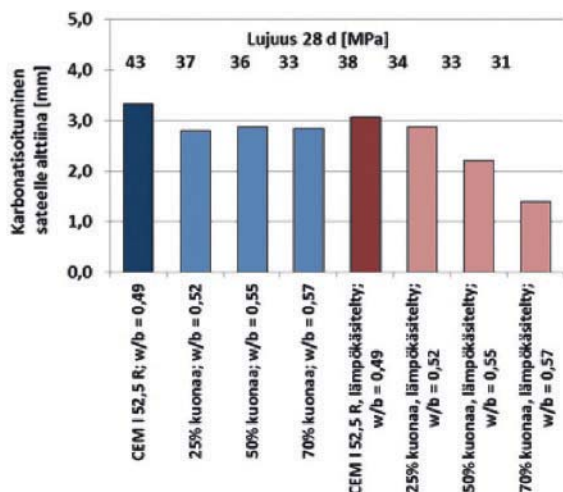
2 Esimerkkejä tienvieruskoekentän betonien kloridiprofiileista kolmannen talvikauden jälkeen. Kloridien tunkeutumiseen vaikuttaa oleellisesti betonin tiiviys eli erityisesti sen vesi-sideainesuhde ja sideainetyyppi. Pinnan laatua voidaan parantaa paitsi hyvällä jälkihoidolla myös esimerkiksi vettähylykivillä impregnoinnilla tai käyttämällä valussa muottikangasta. Pintaosassa kloridiprofiiliin muotoon vaikuttaa sitoutuneiden kloridien vapautuminen karbonatisoitumisen vaikutuksesta, siirtyminen syvemmälle betoniin ja betonista pois huuhtoutuminen. Syvemmällä betonissa kloridit siirtyvät pääosin pitoisuuserojen tasaantumisen kautta diffuusiolla.



1



2



3 YmpBeton-projektin kuonaa (0 %, 25 %, 50 % ja 70 % sideaineesta) sisältäneiden betonien karbonatisoituminen kenttäolosuhteissa 7 vuoden altistuksen jälkeen. Espoon koekenttä, koekappaleet sateelta suojaamattomina.

huomioon kiihdytetyissä laboratoriokokeissa. Tosin esimerkiksi pakkas-suolarapautumisen testausta ollaan jo kehittämässä eurooppalaisella tasolla siihen suuntaan, että testaus ottaisi paremmin huomioon todelliset olosuhteet ja myös betonin ikääntymisen vaikutukset. Myös tässä työssä Euroopan eri maiden kenttätutkimuksissa saatavat tulokset ovat välttämättömiä. Suomessa kenttätutkimukset on saatu useiden tutkimusprojektien kautta hyvälle alulle ja ne ovat koko ajan myös laajenemassa. Tulosten hyödyntäminen on jo aloitettu ja erityisesti se on mahdollista tulevaisuudessa, kun Suomen säilyvyyden koekentät ovat olleet seurannassa nykyistä pidempään.

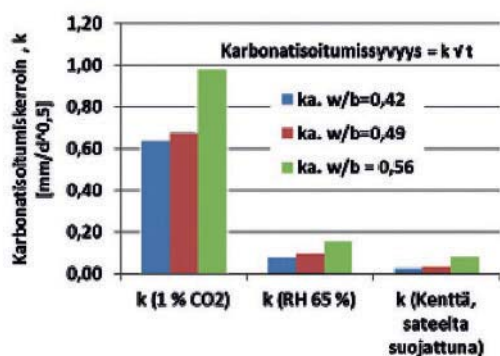
Tutkimusprojektit ja tulosten saatavuus

Kansalliseen DuraInt-projektiin (*Effect of Interacted Deterioration Parameters on Service Life of Concrete Structures in Cold Environment, 2009–11*) sisältyi uusien kenttätutkimusten aloittaminen ja myös kokonaan uuden koekentän eli tienvieruskoekentän perustaminen. Projektiin sisältyi myös jo aiemmin käynnistettyjen kenttätutkimusten seurantamittauksia. DuraInt-projektin rahoittivat TEKES, Tiehallinto/Liikennevirasto, Ratahallintokeskus, Finnsementti Oy, Parma Oy, Rudus Oy, SBK-säätiö, Helsingin kaupunki, Tampereen kaupunki, Suomen Betoniyhdistys ry sekä TKK/Aalto-yliopisto.

Kaikki DuraInt-projektin kenttätutkimuksissa saadut tulokset on koottuna Excel-taulukoihin ja projektiraportointeihin [1, 2, 3]. Tietoja päivitetään jatkossa uusilla mittaustuloksilla ja kaikki tieto tallennetaan tietokantaan siten, että se säilyy myös tulevien sukupolvien käyttöön. DuraInt-projektin kenttäkokeiden raportointi kuten myös projektin kaikki muut raportoinnit ovat julkisia ja saatavilla (www) [1, 3]. DuraInt-projekti sisälsi myös laajan betonien ennakkotutkimuksen sekä betonien perusominaisuuksien että kloridien tunkeutumisen, karbonatisoitumisen ja pakkasvaurioitumisen sekä pakkas-suolarapautumisen osalta. Näitä tuloksia on jo verrattu ja verrataan myös jatkossa pitkäaikaisten kenttäkokeiden antamiin tuloksiin.

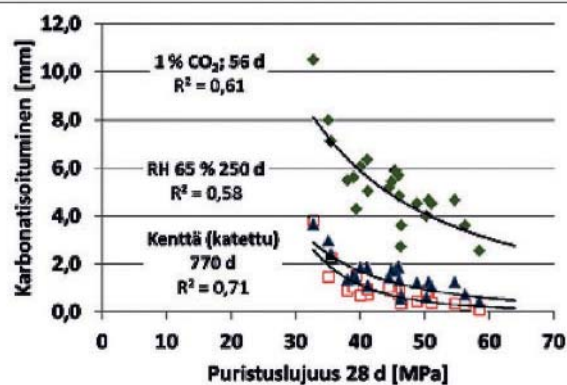
Aiempiä kenttätutkimuksia sisältäneitä projekteja olivat EU-projekti CONLIFE (*Life-time Prediction of High-Performance Concrete with Respect to Durability, 2001–04*) ja kansallinen projekti YmpBeton (*Ympäristöystävälliset ja hyvin säilyvät betonit, 2002–04*) [4, 5]. Lisäksi Suomessa seurataan ja hyödynnetään kenttämittaustuloksia, joita saadaan BTB-projektissa (*Beständighet Töslat Betong, 1996–*) käynnistetyssä kenttätutkimuksessa Ruotsin tieolosuhdekentällä Boråsissa [6].

CONLIFE-projektin korkealujuuksisten betonien osalta on myös saatavilla kattava projektiraportointi, joka sisältää mm. sekä laboratoriokokeiden tuloksia että myös alku-

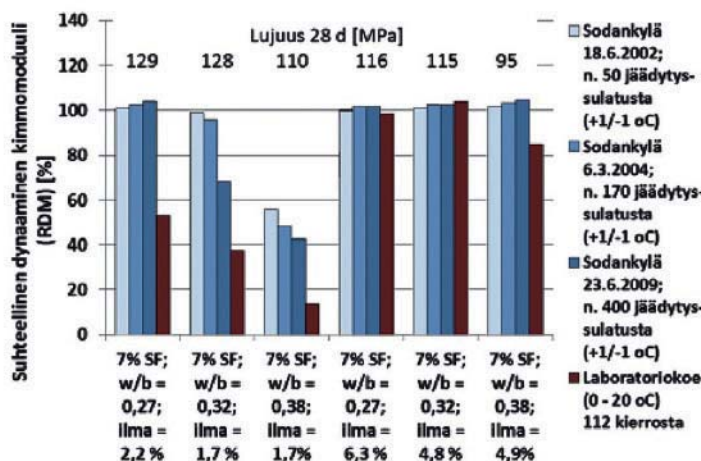


4 DuraInt-projektin karbonatisoitumistutkimusten betoneille (23 koostumusta) saatuja keskimääräisiä karbonatisoitumiskertoimia (k). Kolme keskimääräistä vesi-sideainesuhdetta ja kolme eri olosuhdetta: 1) kiihdytetty karbonatisointi (1 % CO₂, RH 60 %; T = 20 °C), 2) suhteellinen kosteus RH65 % (CO₂ ≈ 0,042 %; lämpötila 20 °C) ja 3) sateelta suojattu ulko-olosuhde (Espoo; CO₂ ≈ 0,038 %; vuoden keskilämpötila noin 6 °C).

5 DuraInt-projektin betonien karbonatisoituminen 28 d puristuslujuuden funktiona. Tulokset karbonatisoitumisen osalta kolmessa eri tapauksessa (olosuhde ja aika).



6 CONLIFE-projektin 7 % sementistä (CEM I 52,5 R) silikaa (SF) sisältäneiden huokostamattomien ja huokostettujen korkealujuusbetonien pakkasvaurioituminen Sodankylän koekentällä sekä laboratoriokokeissa (112 jäädytys-sulatuskierrosta; 0–20 °C) saatu ennakkotulos.



vaiheen kenttämittaustuloksia useiden muiden Euroopan maiden koekentiltä [4]. Myös Ymp-Betoni-projektin erityisesti masuunikuonaa tai lentotuhkaa sisältävien normaalin lujuusalueen betonien tulokset on esitetty omassa julkaisussaan [5]. Myös näiden projektien osalta kenttämittaustulokset on viety omiin Excel-taulukoihinsa, joita päivitetään jatkossa uusilla tuloksilla. Kaikkien projektien raportoinnit ja muu tieto kuten Excel-taulukoiden sisältämät päivitettävät mittaustulokset voidaan haluttaessa toimittaa tutkimuskäyttöön sekä kotimaahan että ulkomaille VTT:n tai Aalto-yliopiston kautta.

Tulosesimerkkejä

DuraInt-projektissa aloitettiin kenttätutkimukset tieolosuhteiden koekentällä syksyllä 2007. Kloridien tunkeutumisen osalta tuloksia on jo saatu mm. vesi-sideainesuhteen, sideaineen koostumuksen ja ilmamäärän vaikutuksista sekä betonipinnan suojaus- ja tiivistysmenetelmien tehokkuudesta. Kloriditutkimuksissa koekentällä on tällä hetkellä 30 erilaista betonia tai muuta tutkimustapausta. Kloridien tunkeutumisen osalta kansallista tietämystä on kyetty DuraInt-projektin aikana lisäämään huomattavasti. Kenttämittauksissa saatuja tuloksia on voitu verrata myös laboratoriossa betonien kolmen kuukauden iässä tehtyihin kiihdytetyn kokeen antamiin tuloksiin (kloridimigraatiokerroin, NT Build 492). Jatkossa on oleellista, että kloridien tunkeutumista koekentällä seurataan edelleen. Näin saadaan tietoa mm. siitä, miten sideainekoostumukseltaan erilaisissa betoneissa ajan kuluessa tapahtuva lujuudenkehitys ja mikrorakenteen tiivistyminen vaikuttavat kloridien tunkeutumiseen. (Kuvat 1 ja 2)

DuraInt-projektissa aloitettiin syksyllä 2007 myös ulkona katetussa olosuhteessa olevien betonikoostumusten karbonatisoitumisen seuranta. Lisäksi seurannassa on sekä Espoon että Sodankylän koekentillä sateelle alttiina olevia betoneja projekteista CONLIFE ja YmpBetoni. Tavoitteena on saada tietoa sideainekoostumuksen ja vesi-sideainesuhteen, lujuuden sekä suojahuokostuksen ja olosuhteiden vaikutuksesta karbonatisoitumisnopeuteen. DuraInt-projektin osalta seurannassa on tällä hetkellä 23 betonikoostumusta, joiden vesi-sideainesuhde on 0,41–0,60. Vesi-sideainesuhteella 0,42 karbonatisoituminen oli koekentällä katetussa olosuhteessa 2 vuoden jälkeen pääosin alle 0,5 mm, mutta vesi-sideainesuhteella 0,60 jo noin 4 mm. Karbonatisoitumiseen vaikutti selvästi myös sideaineen koostumus. Sementillä CEM I karbonatisoituminen on ollut hidasta. Betonin erityisen suuri ilmamäärä (yli 5–6 %) lisäsi karbonatisoitumista. Puristuslujuuden ja kenttäolosuhteen karbonatisoitumisen välinen yhteys oli melko hyvä ($R^2 = 0,70$). Kenttäkokeen

tuloksia voidaan verrata myös kiihdytetyn laboratorioskokeen antamiin ennakkotuloksiin, koska kaikkien betonien karbonatisoituminen määritettiin myös 56 vuorokauden pituisessa kiihdytetyssä kokeessa, jossa hiilidioksidipitoisuus oli $\text{CO}_2 = 1\%$ (RH 60 %; $T = 20^\circ\text{C}$). Kiihdytetyssä kokeessa ja kenttäkokeessa saadun tuloksen välinen yhteys oli suhteellisen hyvä ($R^2 = 0,70$). Vielä selvempi yhteys oli ei-kiihdytetyllä vakioolosuhteen laboratorioskokeella (RH 65 %; $T = 20^\circ\text{C}$) ja kenttäkokeella ($R^2 = 0,95$). Kaikkiaan käyttöikämallinnuksessa otetaan huomioon kaikki karbonatisoitumisessa vaikuttavat tekijät. Pitkän ajan kuluessa karbonatisoitumiseen vaikuttaa betonien ajan kuluessa tapahtuva lujittuminen ja tiivistyminen, mikä on eri sideainekoostumuksen betoneille erilaista. Erityisesti tästä tarvitaan jatkossa lisää tietoa. Käynnissä olevat pitkäaikaiset kenttätutkimukset ovat luotettava vertailukohde tulevaisuuden karbonatisoitumismallinnukselle. (Kuvat 3–5)

DuraInt-projektin betonien vasta kolme vuotta jatkuneissa kenttäkokeissa jäädytys-sulatuksen aiheuttamaa oleellista pakkasvaurioitumista tai pakkas-suolarapautumista ei ole vielä tapahtunut. Ennemmin on tapahtunut betonien lujittumista tai muutoksia, jotka ovat tässä altistuksen alkuvaiheessa aiheutuneet todennäköisesti muista syistä kuten lujuuden kasvusta, kosteus- ja suolapitoisuuden muutoksista sekä paisumisesta ja kutistumisesta. Joka tapauksessa on voitu todeta, että pienetkin koe-kappaleissa tapahtuvat muutokset ovat tarkoin mitattavissa. DuraInt-projektissa aloitettujen kenttäkokeiden avulla tullaankin jatkossa saamaan paljon tarkkaa tietoa kenttäolosuhteissa tapahtuvasta jäädytys-sulatuksen aiheuttamasta vaurioitumisesta. CONLIFE-projektin korkealujuusbetonit ovat olleet Sodankylän koekentällä jo loppuvuodesta 2001 ja osa tämän projektin huokostamattomista betoneista on myös jo vaurioitunut selvästi (Kuva 6).

Viitteet

1. Kuosa, H. 2011. Concrete durability field testing. Field and laboratory results 2007–2010. Research Report VTT-R-00482-11, 96 s. + 23 liitettä.
2. Kuosa, H. 2011. Concrete durability field testing in Finland. NCR 2011, s. 247–250.
3. DuraInt-projektin projektiraportit (Taskit 1–6). <http://www.vtt.fi/sites/duraint/index.jsp>
4. CONLIFE-project. Reports (Tasks 1–10). <http://www.vtt.fi/sites/duraint/index.jsp>
5. Tulimaa, M., Wirtanen, L., Holt, E., Kukko, H. & Penttala, V. 2005. Ympäristöystävälliset ja hyvin säilyvät betonit. TKK, Rakennusmateriaalitekniikka, Julkaisu 18, 157 s.
6. Vesikari, E. 2004. BTB-projekti, Yhteenvetoraportti. VTT Sisäinen raportti RTE40-IR-16/2004, 75 s.

Summary

there are three Finnish concrete field testing stations containing approximately 90 different concrete mixture designs that have been placed over a 10 year period (2001–12). There is no other method as reliable as field testing to get reference data for service life models. Field testing includes e.g. moisture, salt exposure, temperature and solar radiation variations and effects of carbon dioxide and hydration with time. In field testing also all interacted deterioration is included - e.g. frost deterioration is interacting with chloride penetration and carbonation.

Of the Finnish field stations, two are without salt and one highway testing field, located in Southern Finland (city of Kotka) has salt exposure. The fields without salt exposure are in southern and northern Finland (cities of Espoo and Sodankylä).

All field testing results for the mixes prepared after 2007 in the national DuraInt-project as well as all the updated field testing data for the former field testing projects in Finland, CONLIFE (2001–04) with high strength concretes and a parallel national project YmpBetoni (2002–04) with Finnish ecological binding materials, are summarized in an Excel-format database. This data will be updated for service life modelling work together with other available field testing data, such as the longer-term BTB-project data from the Swedish highways testing field located in Borås (started 1996).

Chloride profiles have so far been created after the first and mostly also after the third winter seasons. The sheltered field carbonation measurement times so far are at about 270 days and 770 days. No real frost- or frost-salt deterioration has been detected so far in the DuraInt-project concretes located at the southern Finland highway field station or at the field station without salt exposure (started 2007). In the concretes at the field station in northern Finland, frost deterioration was detected already after some winters in some high strength concretes with no air-entrainment.

Laboratory and field results have mainly shown good or acceptable correlations. However to improve future laboratory testing methods and service life models, extended field testing is also needed, for instance in the case of new binding materials, new mix designs or special concrete surface protection methods.

Betonin vaurioitumismekanismien yhteisvaikutukset DuraInt-projektissa

Markku Leivo

Teknologian tutkimuskeskus VTT

Johdanto

Kylmissä olosuhteissa betonirakenteet voivat vaurioitua esimerkiksi kulutuksen, sisäisen pakkasvaurioitumisen, pakkas-suolarapautumisen sekä kloridien tai karbonatisoitumisen aiheuttaman raudotteiden korroosion vuoksi. Kaikkia vaurioitumismekanismeja ei täysin tunneta, mutta materiaalien perusominaisuuksien kuten lujuuden, vesi-sideainesuhteen, ilmamäärän ja sen laadun vaikutukset kuitenkin pääosin tunnetaan. Myös ympäristötekijöiden kuten lämpötila- ja kosteusvaihteluiden sekä betonin vedelläkyllästysasteen vaikutukset tunnetaan. Eri vaurioitumismekanismien yhteistoiminnat yleensä lyhentävät käyttöikää, mutta suurelta osin ne ovat suhteellisen huonosti tunnettuja.

Tämä laboratoriotutkimuksia käsittelevä artikkeli perustuu Teknologian tutkimuskeskuksessa VTT ja Aalto yliopistossa toteutettuun DuraInt-hankkeeseen.

Yhteisvaikutusten laboratoriotutkimukset

Tavoitteena oli selvittää laboratoriotutkimuksella, miten vaurioitumismekanismien yhteistoiminta vaikuttaa säilyvyyteen. Laboratoriotutkimuksissa tutkittiin seuraavia yhdistettyjä vauriomekanismeja:

- karbonatisoituminen ja suola-pakkasrasitus (pinnan rapautuma)
- karbonatisoituminen ja pakkasvaurioituminen (sisäiset pakkasäröt)
- karbonatisoituminen ja kloridien tunkeutuminen
- pakkasrasitus ja kloridien tunkeutuminen

- kloridien tunkeutuminen ja kosteuspitoisuus.

Laboratoriokokein pyrittiin selvittämään, miten eri vaurioitumismekanismit vaikuttavat toisiinsa. Osa näistä vaikutuksista on tunnettuja, mutta pääosin yhteisvaikutuksista ei ole selvää käsitystä. Useimmiten oletetaan, että betonia vaurioittavat tekijät ovat toisistaan riippumattomia tai niille oletetaan jokin toisiaan vahvistava vaikutus. Kokeellisesti niitä tutkitaan lähes järjestään toisistaan riippumattomina rasituksina.

Lisäksi tutkittiin, miten karbonatisoituminen ja kloridit vaikuttavat sementtikiven kemiallisiin ominaisuuksiin eri CO₂-pitoisuuksissa. Tavoitteena oli selvittää erilaisten kiihdytettyjen karbonatisoitumisen tutkimusmenetelmien soveltuvuutta.

Laboratoriokokeiden koko sisältö on esitetty kuvassa 1.

Suola-pakkasrasitus ja karbonatisoituminen

Tavoitteena oli selvittää, miten karbonatisoituminen ja ikääntyminen vaikuttavat suola-pakkasrapautumiseen. Muuttujina olivat vesi-sementtisuhteet ja sideainetyyppi. Tällaista vanhennuksen ja suola-pakkasrasituksen tutkimusta on tehty Suomessa ja ulkomailla aiemminkin, mutta tulosten tulkinnassa on ollut myös selviä eroja.

Koejärjestely on esitetty kuvassa 2. Koesarja jakautuu kahteen pääosaan. Ensimmäisessä osassa vanhennettuihin kappaleisiin

kohdistettiin suola-pakkasrasitus ja mitattiin rapautumaa (testaukset 2 ja 3). Toisessa osassa samat jo rapautuneet kappaleet karbonatoitiin kiihdytetyssä olosuhteissa (suuri hiilidioksidipitoisuus) ja sitten niihin kohdistettiin toinen sarja suola-pakkasrasitusta (testaukset 4 ja 5). Kumpaankin osaan tuli kaksi sarjaa koekappaleita. Ensimmäisessä sarjassa ensimmäinen vanhennus oli yli vuoden kuivuminen ja karbonatisoituminen (testaus 2). Toisessa sarjassa ensimmäinen vanhennus oli vain kuivuminen (testaus 3). Karbonatoitunut kerros poistettiin koekappaleista ennen suola-pakkasrasitusta. Toinen vanhennuskierros oli kummallekin kiihdytetty karbonatisointi.

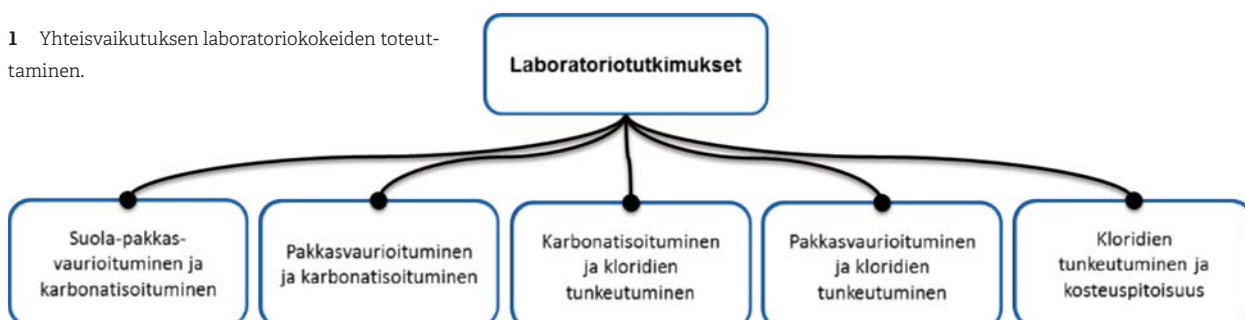
Karbonatisoitumisen pakkasrapautumista kiihdyttävästä vaikutuksesta saatiin osin ristiriitaisia tuloksia. Koesarjoissa vaikutus oli selvä, mutta sideaineen vaikutus oli osin ristiriitainen aikaisempiin oletuksiin nähden. Kuonan vaikutus ei näissä kokeissa ollut erilainen muihin sideaineisiin verrattuna.

Karbonatisoituneiden koekappaleiden rapautumat olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta suuremmat kuin standardimenetelmällä mitatut suola-pakkasrapautumat.

Jos jo karbonatoitunut kappaleet olivat olleet suola-pakkasrasituksessa, ei toinen karbonatisoitumiskierros ja sitä seuraava suola-pakkasrasitus juurikaan lisännyt rapautumaa. Rapautumisnopeus oli huomattavasti hitaampi kuin ensimmäisellä suola-pakkasrasituksella.

Kun koekappaleet olivat ennen ensimmäistä suola-pakkasrasitusta vanhennettuja, mutta

1 Yhteisvaikutuksen laboratoriotutkimusten toteuttaminen.



eivät karbonatisoituneita, rapautuma oli varsin vähäinen. Kun näiden kappaleiden annettiin karbonatisoitua ja sen jälkeen ne laitettiin suola-pakkasrasitukseen, kasvoi rapautuma merkittävästi.

Kuvassa 3 esitetään rapautumatuloksia eri vanhennuskäsittelyillä.

Koekappaleiden ikääntymisellä on erittäin suuri vaikutus suola-pakkasrapautuman määrään. Tulosten mukaan merkittävin tekijä näyttäisi olevan pinnan karbonatisoituminen, joka selvästi lisäsi rapautuman määrää. On huomattava, että hyvin huokostetuilla massoilla, joilla rapautuma on vähäistä, tämä lisääntynyt rapautuma on myös vähäinen. Tässä tutkimuksessa eri sideaineiden välillä ei havaittu olevan suurta eroa.

Pakkasvaurioituminen ja karbonatisoituminen

Tavoitteena oli selvittää sisäisen pakkasvaurioitumisen ja karbonatisoitumisen yhteistoimintaa. Vaikutusta tutkittiin kumpaankin suuntaan eli tutkittiin sekä karbonatisoitumisen vaikutus pakkasvaurioitumiseen että pakkasvaurioiden vaikutus karbonatisoitumissyvyyteen.

Pakkasvaurioitumisen (sisäisen) vaikutus karbonatisoitumiseen oli yllättävän vähäinen. Vaikka betoniin syntyy pakkasvaurioitumisessa sisäistä säröilyä, karbonatisoituminen lisääntyy vain vähän. Ilmeisesti pakkasväröily oli pääsääntöisesti pinnassa sen suuntaista eikä näin ollen lisännyt oleellisesti karbonatisoitumista. Kuvassa 4 esitetään mikroskooppikuva sisäisen säröilyn suuntautumisesta. Eri sisäisen vaurioitumisen asteet on saatu aikaan kohdistamalla kappaleisiin eri määrä jäädäytys-sulatuskierroksia.

Karbonatisoitumisella ei juurikaan havaittu olevan vaikutusta pakkasvaurioitumiseen (sisäiseen). Pinnassa tapahtuvalla karbonatisoitumisella ei ollut vaikutusta sisälle betoniin.

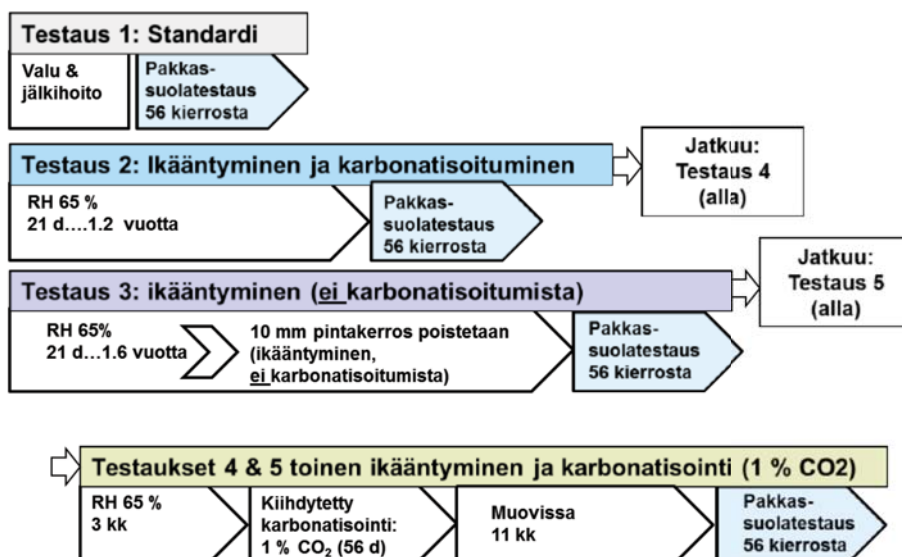
Pakkasvaurioitumisen aiheuttama karbonatisoitumisen kiihtyminen on mitattavissa olevaa ja käyttöikämitoituksessa huomioon otettavaa, mutta sen merkitys on kuitenkin suhteellisen pieni.

Karbonatisoituminen ja kloridien tunkeutuminen

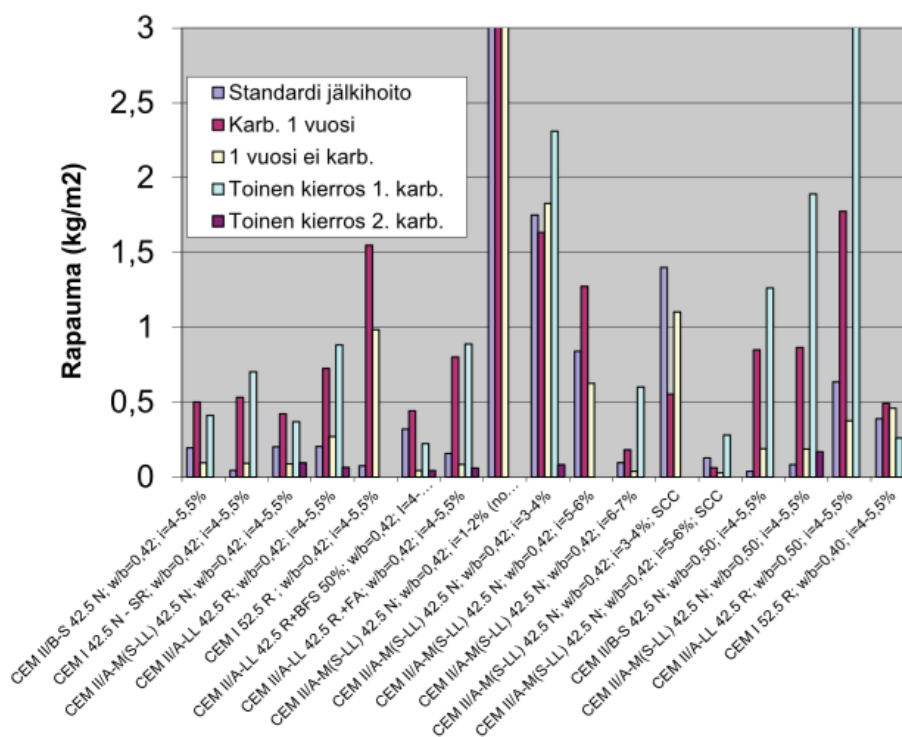
Tavoitteena oli selvittää kloridien tunkeutuman ja karbonatisoitumisen yhteistoimintaa.

Lisäksi selvitettiin, miten karbonatisoituminen ja kloridit vaikuttavat sementtikiven kemiallisiin ominaisuuksiin eri CO₂-pitoisuuksissa. Tavoitteena oli varmistaa, etteivät käytetyt nopeutetut karbonatisoitumiskoejärjestelyt vaikuta sementtikivessä tapahtuviin kemiallisiin reaktioihin.

Betoniin tunkeutuneilla klorideilla näytti olevan karbonatisoitumista hidastava vaikutus.



2 Ikääntymisen, karbonatisoitumisen ja suola-pakkasrasituksen koesarjan toteutus.



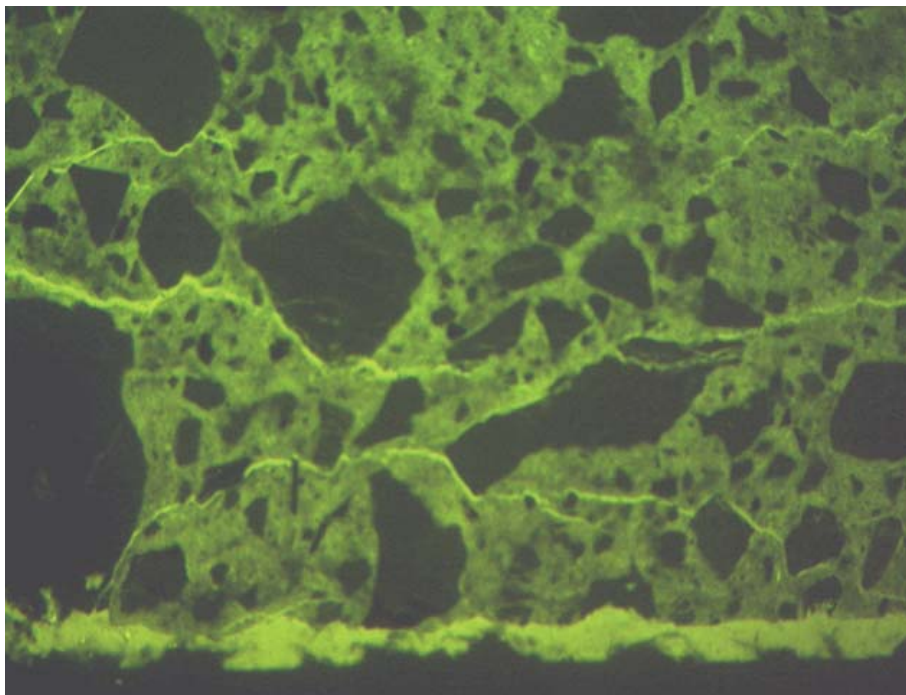
3 Koekappaleiden vanhennuksen vaikutus suola-pakkasrapautumaan.

tus. Ilmeisesti tämä vaikutus johtui lähinnä tasapainokosteuspitoisuuden kasvusta (vrt. jäljempänä kuvat 7–9). Kosteammassa kappaleissa karbonatisoituminen etenee hitaammin.

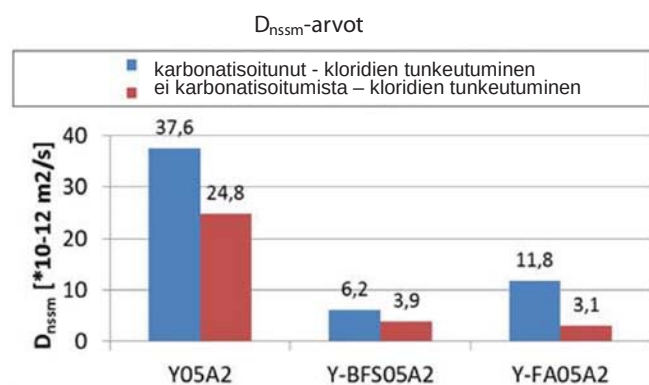
Karbonatisoituminen vaikutti merkittävästi kloridien tunkeutumiseen. Karbonatisoituneen betonin kloridivastus heikentyi selvästi. Kuvassa 5 esitetään tuloksia tästä vaikutuksesta. Koetulosten mukaan karbonatisoituneen betoniker-

roksen kloriditunkeutumavastus näytti olevan lähes olematon. Kuvassa kloridien tunkeutumaa kuvataan tunkeutumakertoimella (non-steady state migration coefficient, D_{nssm}).

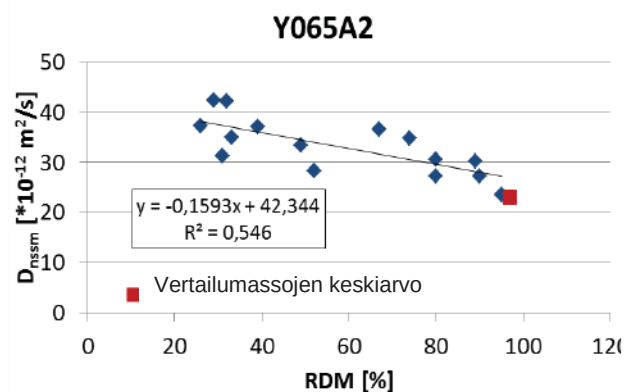
Karbonatisoitumisen kloridien tunkeutumavastusta heikentävä vaikutus on merkittävä. Tämä rasitusyhdistelmä tulee kyseeseen rakenteissa, jotka ovat jäänsulatussuoloille alttiina talvella ja kesäisin kuivuvat karbonatisoitu-



4 Esimerkki pakkasväröilyn suuntautumisesta pinnan lähellä. Kuvan korkeus 2,7 mm.



5 Esimerkki karbonatoitumisen vaikutuksesta kloridin tunkeutumakertoimeen (D_{nssm}).



6 Pakkasvaurioitumisen vaikutus kloridin tunkeutumaan. Yleisementtimassa, $w/c=0,65$ ja 2% ilmaa. RDM on dynaaminen kimmokerroin.

miselle edulliseen kosteustilaan. Merirakenteissa suuri kosteuspitoisuus usein hidastaa karbonatoitumista merkittävästi.

Termogravimetria- (TG) ja röntgendiffraktio- (XRD) kokein voitiin todeta, että kiihdytetyissä karbonatoitumiskokeissa käytetyt 1 % ja 4 % CO_2 -pitoisuudet eivät muuttaneet merkittävästi kemiallisia reaktioita tai mineralogiaa karbonatoitumisessa verrattuna luonnollisessa olosuhteissa tapahtuvaan karbonatoitumiseen. Tutkimuksissa saatujen tulosten voidaan siis olettaa olevan samanlaisia kuin ne olisivat, jos karbonatoituminen olisi ollut luonnollista.

Kemiallisten kokeiden mukaan vaikuttaa siltä, että nopeutetuissa kokeissa voidaan käyttää jopa 4 % CO_2 -pitoisuuksia ilman, että kemialliset reaktiot muuttuvat merkittävästi muuten kuin nopeutumalla.

Pakkasvaurioituminen ja kloridien tunkeutuminen

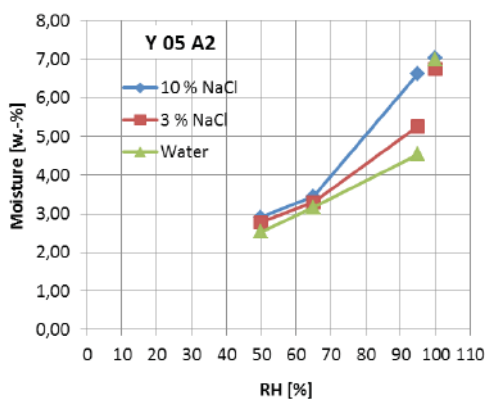
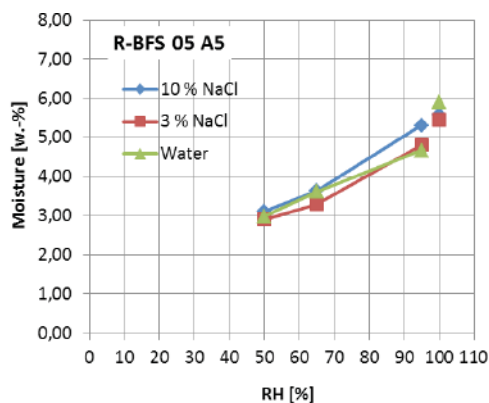
Tavoitteena oli selvittää sisäisen pakkasvaurioitumisen vaikutus kloridien tunkeutumiseen. Pakkasrasitus aiheuttaa betoniin sisäistä pakkasväröilyä, jonka merkityksestä kloridien tunkeutumiseen oltiin kiinnostuneita.

Pakkasvaurioitumisella oli suhteellisen lievä vaikutus kloridien tunkeutumiseen. Ilmeisesti tässä vastaavasti kuin karbonatoitumisessa, sisäisen halkeilun orientoituminen betonin pinnassa sen suuntaisesti lievensi vaikutusta. Vaikutus oli kuitenkin kloridien tunkeutumista kiihdyttävä. Kuvassa 6 esitetään esimerkki pakkasvaurioitumisen vaikutuksesta kloridien tunkeutumaan. Eri sisäisen vaurioitumisen asteet on saatu aikaan kohdistamalla kappaleisiin eri määrä jäädäytys-sulatuskierroksia. Kuvassa kloridien tunkeutumaa kuvataan tunkeutumakertoimella (non-steady state migration coefficient, D_{nssm}).

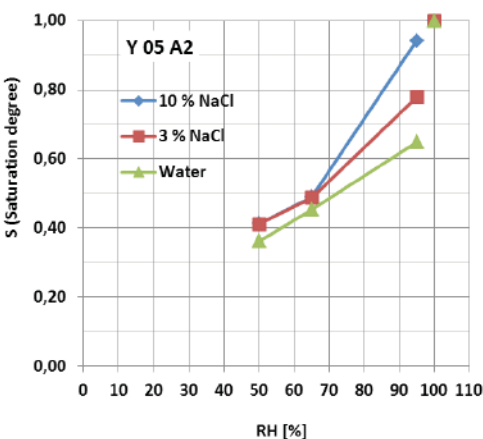
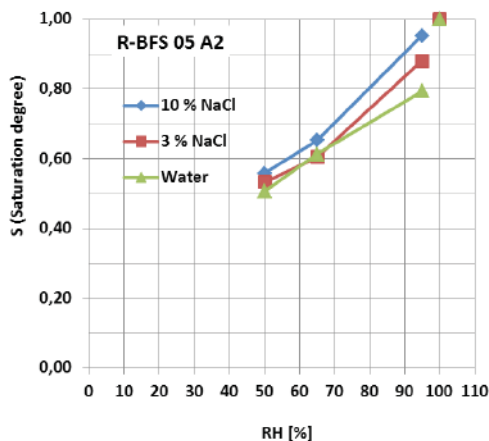
Kloridien tunkeutuman lisääntyminen pakkasvaurioitumisen vaikutuksesta on mitattavissa olevaa ja käyttöikämitoituksessa huomioon otettavaa, mutta merkitykseltään suhteellisen pientä. Tämä lievä vaikutus oli osin yllättävää.

Kloridien tunkeutuminen ja kosteuspitoisuus

Tavoitteena oli selvittää kokeellisesti, miten kloridit vaikuttavat betonin tasapainokosteuskäyrään (desorptioisotemi; $T = 20^\circ C$). Tavoitteena oli saada myös tietoa siitä, onko tässä vaikutuksessa eroja, kun betonin koostumus kuten erityisesti sideaine ovat erilaisia. Tavoitteena oli saada tuloksia kolmella eri kloridipitoisuudella. Tulokset haluttiin sekä ilmaistuna betonin säilytysolosuhteen suhteellisen kosteuden (RH-%) ja betonin kosteuspitoisuuden (p.-%) että säilytysolosuhteen RH-%:n ja betonin vedelläkyllästysasteen (S) välisenä yhteytenä. Vedelläkyllästysaste ilmaisee, kuinka suuri



7 Kahden betonin desorptiokäyrät 'RH-% – kosteuspitoisuus (p.-%)' kolmella eri kloridipitoisuudella. Kloridipitoisuudet vastaavat alkuvaiheen imeytys-kuivatus-sykleissä käytettyjä liuoksia. Vastaavat arvioidut betonien kloridipitoisuudet olivat 0,02 p.-%, 0,53 p.-% ja 0,77 p.-%.



8 Kahden betonin desorptiokäyrät 'RH-% – vedelläkyllästysaste (S)' kolmella eri kloridipitoisuudella. Kloridipitoisuudet vastaavat alkuvaiheen imeytys-kuivatussykleissä käytettyjä liuoksia. Vastaavat arvioidut betonien kloridipitoisuudet olivat 0,02 p.-%, 0,53 p.-% ja 0,77 p.-%.

osuus betonin kokonaishuokostilavuudesta on täytynyt vedellä.

Kokeissa oli mukana 6 erilaista vesi-sideainesuhteen 0,50 betonikoostumusta, 3 sideainekoostumusta ja 3 ilmamäärää. Koekappaleiden (3 rinnakkaiskoekappaletta, $100 \times 100 \times 10 \text{ mm}^3$) kloridipitoisuudet aikaansaatiin imeytys-kuivatussyklein (16, $\pm (5 + 2) \text{ d}$), jossa käytettiin liuoksia, joiden kloridipitoisuudet (NaCl) olivat n. 0 % (vesi johtovesi), 3 % ja 10 %. Tasapainokosteudet aikaansaatiin säilyttämällä koekappaleita ensin suhteellisessa kosteudessa RH 95 % ja tämän jälkeen suhteellisissa kosteuksissa RH 65 % ja RH 50 % niin kauan, että koekappaleiden paino tasaantui (yhteensä n. 1,5 vuotta). Lopuksi määritettiin koekappaleiden huokostilavuudet, kuivapainot ja kloridipitoisuudet. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty esimerkkejä saaduista desorptiokäyristä ja kuvassa 16 on esitetty tasapainokosteudet suhteellisissa kosteuksissa RH 95 %, RH 65 % ja RH 50 % arvioidun betonin kloridipitoisuuden funktiona. Kuva sisältää tulokset tutkimuksen kaikkien betonien (6) osalta. Kloridit vaikuttivat betoniin muodostuvaan kosteuspitoisuuteen (Kuva 7) ja vedelläkyllästysasteeseen (Kuva 8). Suurinta tämä vaikutus oli ympäristön suuressa suhteellisessa kosteudessa. Vaikutuksen suuruus oli jossain määrin betonikohtaista (sideainetyyppi, ilmamäärä).

Tulosten mukaan betonin kosteuspitoisuudella ja vedelläkyllästysasteella on merkitystä

mm. betonin karbonatisoitumisen ja pakkasen aiheuttaman vaurioitumisen kannalta. Kloridit vaikuttavat betoniin tietyssä kosteusolosuhteessa muodostuvaan kosteuspitoisuuteen. Tuloksia voidaan hyödyntää käyttöikämallinnuksessa.

Nämä tulokset olivat linjassa kirjallisuustietojen kanssa, mutta kosteuspitoisuuden kasvu kloridien vaikutuksesta oli oletettua suurempi silloin, kun suhteellinen kosteus oli suuri.

Yhteenveto

Tässä artikkelissa esitetään DuraInt-projektissa saatujen laboratoriotutkimusten tuloksia. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää laboratoriotutkimuksella, miten vaurioitumismekanismien yhteistoiminta vaikuttaa säilyvyyteen. Tässä artikkelissa esitetään vain keskeiset päätelmät ilman kattavaa tulosten ja niiden merkityksen tarkastelua:

- Ikääntymisen vaikutus pakkas-suolarapautumiseen on merkittävä. Karbonatisoitumisella näyttäisi olevan suuri negatiivinen vaikutus kaikilla sideaineilla. On huomattava, että hyvin huokostetulla betonilla rapautuminen oli aina vähäistä. Lisäksi on huomattava, että tässä karbonatisoituminen sisältää aina pitkäaikaisen kuivumisen.
- Pakkasvaurion (sisäisen) vaikutus karbonatisoitumiseen oli pieni, mutta mitattavissa ja on siten otettava huomioon käyttöikä-

laskelmissa. Lisätutkimukset ovat tarpeen tulosten toistettavuuden ja luotettavuuden selvittämiseksi.

- Tulokset osoittivat, että karbonatisoitumisella ei ollut vaikutusta sisäiseen pakkasvaurioitumiseen mitattuna dynaamisen kimmokertoimen muutoksella. Tämä oli yhdenmukaista kirjallisuustietojen ja odotusten kanssa.
- Karbonatisoituminen vähensi betonien kestävyttä kloridien tunkeutumista vastaan. Tällainen yhdistetty karbonatisoitumisen ja kloridien tunkeutumisen rasitus on oleellinen rakenteissa, jotka voivat kuivua kesäisin ja ovat tiesuolalle alttiina talvisin.
- Pakkasvaurioituminen vaikuttaa selvästi, mutta ei kovin voimakkaasti, kloridien tunkeutumiseen. Huolimatta suhteellisen lievästä vaikutuksesta tulisi se kuitenkin ottaa huomioon käyttöikälaskelmissa.
- Näyttää siltä, että betonin huokokset voivat täyttyä vedellä huomattavasti enemmän, jos betoniin on tunkeutunut klorideja kun ilman niitä.

Vauriomekanismien vuorovaikutuksella voi olla merkittävä vaikutus betonirakenteiden käyttöikäen kylmillä alueilla. Kokonaisuudessaan vaikutukset ovat monimutkaisia ja ovat suhteessa myös olosuhteisiin ja mikroilmastoon (jäätulatussuolat, merivesi, ilmassa kulkeutuvat kloridit). Kvantitatiivista dataa on tällä hetkellä



9 Ylismäentien betoninen melumuuri Espoossa.

käytettävissä rajoitetusti. Lisätutkimuksille on edelleen tarvetta ilmiöiden ymmärtämiseksi, selittämiseksi ja mallintamiseksi.

Kiitokset

Tutkimus toteutettiin Aalto Yliopiston ja VTT:n yhteistyönä. Suomessa hanketta rahoittivat TEKES, Tiehallinto/Liikennevirasto, Ratahallintokeskus, Finnsementti Oy, Parma Oy, Rudus Oy, SBK-säätiö, Helsingin kaupunki, Tampereen kaupunki, Suomen Betoniyhdistys ry sekä TKK/Aalto-yliopisto. Tutkimuksen tätä osuutta ovat olleet tekemässä Esko Sistonen, Fahim Al-Neshawy, Jukka Piironen ja Cecilia Nordqvist Aalto-yliopistosta sekä Hannele Kuosa, Erika Holt, Pertti Koskinen ja Markku Leivo VTT:ltä.

Viitteet

Leivo, M., Sistonen, E., Al-Neshawy, F., Piironen, J., Kuosa, H., Holt, E. & Nordqvist, C. 2011. Effect of interacted deterioration parameters on service life of concrete structures in cold environments, Laboratory test results 2009–2011. VTT Research Report VTT-R-004799-11.

Holt, E. & Leivo, M. 2011. Concrete Durability Based on Coupled Laboratory Deterioration by Frost, Carbonation and Chloride. Nordic Concrete Research NCR 2011. The Nordic Concrete Federation 1/2011 Publication No. 43. p. 239–242.

Ferreira, R. M., Leivo, M., Kuosa, H. 2012. The effect of by-products on frost-salt durability of aged concrete. Nordic workshop "Durability aspects of fly ash and slag in concrete", February 2012, Norway, Oslo.

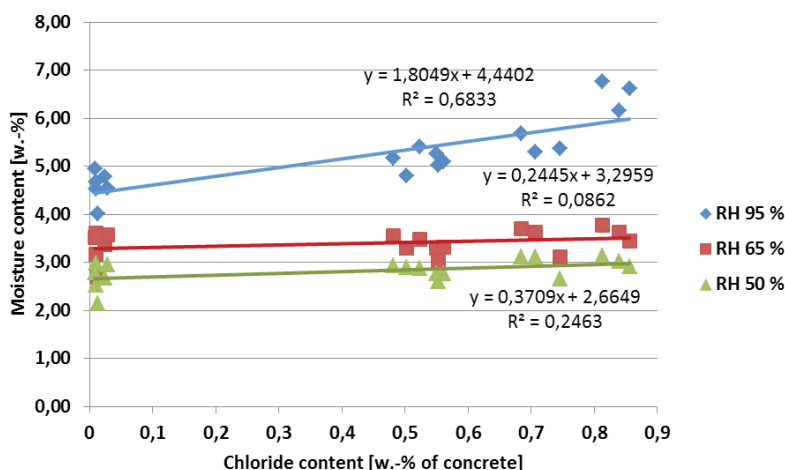
Summary

This article presents the laboratory test results of the DuraInt project. Only a limited amount of data and discussions are presented here. Tests were done to investigate the coupled interaction of deterioration mechanisms. Compiled here are the main conclusions:

- Effect of aging on frost-salt scaling is remarkable. It appears that carbonation has a major negative effect with all binders. It should be noticed that with well air entrained concretes the scaling was insignificant. Also it should be noted that carbonation always included long term drying.
- The effect of frost on carbonation was low but measurable and must thereby be taken into account in service life calculations. More experimental work is needed to show repeatability and reliability.
- The results showed that carbonation did not have an impact on frost damage with respect to internal damage as measured by RDM. This is in agreement with literature and expectations.
- Carbonation decreased the resistance of concretes against chloride penetration. This kind of combined carbonation and chloride penetration strains structures that can be dried during the summer time and have de-icing salts during the winter time.
- Clear and measurable but not a strong correlation between increased chloride migration and frost damage with the non-air entrained concrete was found. Despite the moderate intensity, the interaction must be taken into account with service life calculations.
- Based on the results it seems that pores can be filled with water to a much higher degree when exposed to chlorides than without chlorides.

Interacted deteriorations can have a remarkable effect on the service life of concrete structures in cold environments. Overall, the effects are very complex and depend on the circumstances and the microclimate (de-icing chlorides, sea water, airborne chlorides). Very limited quantitative data is still available. More studies are needed to understand, explain and model the interactions.

10 Tasapainokosteudet suhteellisissa kosteuksissa RH 95%, RH 65% ja RH 50% arvioidun betonin kloridipitoisuuden (p.-%) funktiona. Kuva sisältää tulokset tutkimuksen kaikkien betonien (6) osalta.



Käyttöiän mallinnus DuraInt-projektissa

Erkki Vesikari & Miguel Ferreira

Teknologian tutkimuskeskus VTT

Johdanto

Kansallisen DuraInt-projektin (2009–11) yhtenä tavoitteena oli kehittää käyttöikämitoituksen laskentamalleja. Tutkimuksessa analysoitiin laboratoriossa ja kentällä tehtyjen pakkaskokeiden tuloksia, tutkittiin eri turmeltumistekijöiden keskinäisiä vuorovaikutuksia ja kehitettiin näiden havaintojen pohjalta turmeltumisen ja käyttöiän laskentamalleja. Tavoitteena oli parantaa erityisesti pakkasrapautumisen käyttöikämallien luotettavuutta kenttäkokeista saatujen kokemusten perusteella ja selvittää sekä sisäisen pakkasrapautumisen että pinnan rapautumisen vuorovaikutuksia raudituksen korroosion aktivoitumisaikaan.

Koska DuraInt-kenttäkokeet oli käynnistetty vasta projektin aikana, koekappaleiden kentällä oloaika oli liian lyhyt, jotta niistä olisi voinut tehdä luotettavia päätelmiä pakkasrapautumisesta pitkällä aikavälillä. Siksi analysoitavana tulosaaineistona käytettiin Ruotsissa vuonna 1996 käynnistettyjen BTB-kokeiden tuloksia, joista viimeisimmät oli 12 talvikauden jälkeen mitattuja. Koekenttä on moottoritien varrella lähellä Boråsia. Osassa BTB-koebetoneista oli käytetty suomalaisia sideaineita.

Pakkasrapautumisen vuorovaikutuksia muihin turmeltumismekanismeihin, kuten karbonatisoitumiseen ja kloridien tunkeutumiseen tutkittiin laboratoriokokein ja teoreettisin laskelmin. Laboratoriokokein osoitettiin, että sekä karbonatisoituminen että kloridien tunkeutuminen nopeutuvat, jos betonissa tapahtuu samanaikaisesti sisäistä tai ulkoista pakkasrapautumista. Teoreettisilla laskelmilla määritettiin raudituksen korroosion aktivoitumisaajan vuorovaikutuskertoimet pakkasrapautumisen suhteen. Vuorovaikutuskertoimilla arvioidaan korroosion aktivoitumisaajan lyhentyminen pakkasrapautumisen johdosta.

Pakkasrapautuminen

Kenttäkokeiden tulosten alustava analysointi osoitti, että betonipinnan rapautuminen oli likimain lineaarinen ajan suhteen, verrannollinen vesi-sideainesuhteen potenssiin ja kääntäen

verrannollinen ilmapitoisuuden potenssiin. Lisäksi huomattiin, että rapautumisnopeus on vahvasti riippuvainen sideainelaadusta. Näiden havaintojen perusteella päädyttiin seuraavaan rapautumismalliin, jossa muuttujina ovat betonin vesi-sideainesuhde, ilmamäärä ja sideaine-kerroin [1].

$$d = 0,75 \times k_{cem} \times B \times \frac{(w/c)^{n_1}}{a^{n_2}} \times t$$

missä

d on betonin pakkasrapautuma, mm;
 t aika, vuosina;
 w/c vesi-sideainesuhde;
 a ilmapitoisuus, %;
 k_{cem} sideainekerroin, ja
 B vakiokerroin.

Toinen betonipinnan rapautumisen malleista perustui P-lukuun. Koska P-luvun oletetaan sisältävän itsessään kaikki vaikuttavat materiaaltekniset tekijät ja sen oletetaan olevan kääntäen verrannollinen betonipinnan rapautumisnopeuteen, lähdettiin liikkeelle yhtälöstä 2 [1].

$$d = \frac{K}{P} \times t$$

missä

K on vakiokerroin.

P-luvun laskentaperiaatteet on esitetty yksityiskohtaisesti Liikenneviraston julkaisussa [2].

BTB-kenttäkoetulosten ja tilastollisten analyysien perusteella tutkittiin, miten parametrit B , n_1 , n_2 ja K riippuvat iästä (Kuva 1). Parametrien arvot muuttuivat selvästi käyttöiän alussa, mutta tasoittuivat myöhemmin. Vesi-sideaineen eksponentilla oli hieman nouseva ja ilmamäärän eksponentilla hieman laskeva trendi, mikä tarkoittaa, että vesi-sideaineen merkitys kasvaa ja ilmamäärän merkitys hieman vähenee iän mukana. B -kerroin hieman kasvoi ja K -kerroin pieneni iän mukana, mikä saattaa merkitä, että rapautuminen ei olekaan täysin lineaarista, kuten malleissa on oletettu. Kuitenkin koska B - ja K -kertoimien muutokset olivat toistensa

suhteen vastakkaisia ja suhteellisen pieniä, lineaarisuusoletus pidettiin toistaiseksi voimassa. Rapautumisen kehitystä on kuitenkin syytä seurata jatkossa.

Sideainetyypillä on suuri vaikutus rapautumisnopeuteen käyttöiän alussa, mutta senkin merkitys näyttää iän mukana heikkenevän. Kaikista tutkituista sideainetyypeistä masuunisementti oli selvästi heikoin.

Käyttöikämalli voidaan johtaa rapautumismallista, kun tiedetään, mikä on rapautumisen rajatila ts. suurin sallittu rapautumissyvyys. Käyttöikämallissa on sovellettava myös varmuuskerrointa, joka muuntaa keskiarvokäyttöiän 95%:n varmuutta vastaavaksi käyttöiäksi. Olettaen että käyttöiän jakauma on log-normaali ja variaatiokerroin 0,6, käyttöiän varmuuskerroin on 2,9. Vaadittu käyttöikä on siis lähes kolminkertainen keskiarvokäyttöikä verrattuna.

Lopulta käyttöikämalli muunnettiin kerroinmuotoon (Kaava 3), missä materiaali-, rakenne-, olosuhde- ja muut tekijät on eroteltu. Kerroin A sisältää kaikki materiaaltekniset tekijät. Kaavaan 1 perustuvassa käyttöiän mallissa materiaali-kerroin riippuu vesi-sideainesuhteesta, ilmamäärästä ja sideainelaadusta. Kaavaan 2 perustuvassa mallissa kerroin A riippuu ainoastaan P-luvusta.

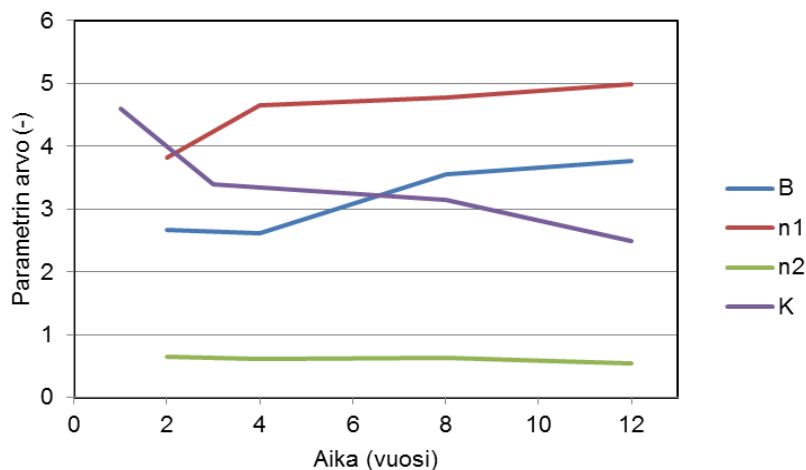
$$t_L = A \times B \times C \times D \times F \times G \times t_{Lr}$$

missä

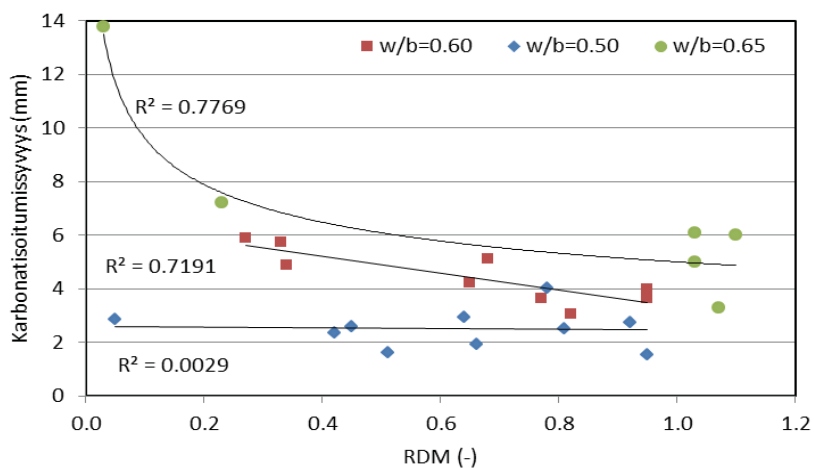
t_L on ennakoitu käyttöikä, vuosi,
 t_{Lr} vertailukäyttöikä vuosina, vuosi
 $A \dots G$ eri tekijät huomioonottavat käyttöiän kertoimet

Pakkasrapautumisen vaikutus karbonatisoitumiseen ja kloridien tunkeutumiseen

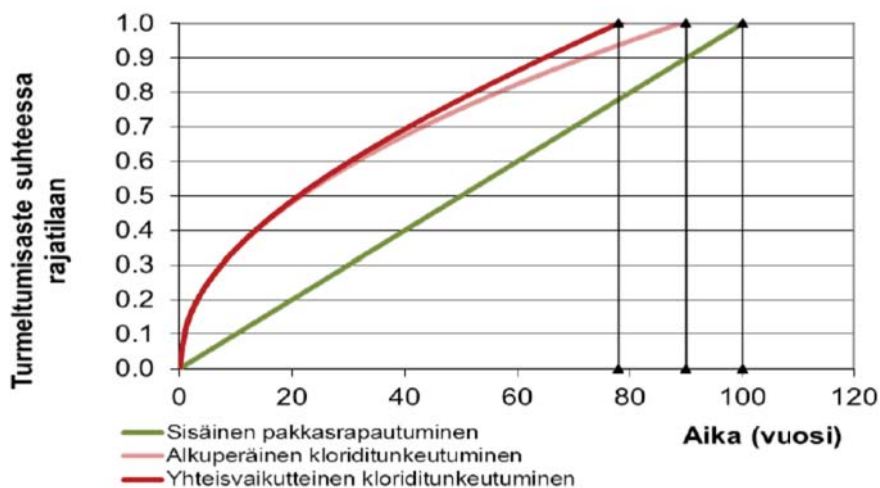
Tavoitteena oli selvittää millä tavoin sisäinen pakkasrapautuminen ja betonipinnan pakkasrapautuminen vaikuttavat raudituksen korroosion aktivoitumisaikaan karbonatisoitumisen ja kloridien tunkeutumisen suhteen. Käytännössä pyrittiin selvittämään vuorovaikutuskerroin I aktivoitumisaajan yhtälöstä 4 [3]:



1 Yhtälöiden 1 ja 2 parametrien B, n1, n2 ja K muutokset iän mukana.



2 Sisäisen pakkasvaurioitumisen (RDM) vaikutus karbonatisoitumissyvyyteen.



3 Sisäisen pakkasrapautumisen vaikutus kloridien tunkeutumisnopeuteen.

$$t_0 = A \times B \times C \times D \times F \times G \times I \times t_{0r}$$

missä

t_0 on korroosion aktivoitumisaika, vuosi,
 t_{0r} vertailuaktivoitumisaika, vuosi, ja
 I pakkasrapautumisesta johtuva vuorovaikutuskertoimen

Sisäisen pakkasvaurioitumisen vaikutusta karbonatisoitumisnopeuteen ja kloridien tunkeutumisnopeuteen tutkittiin sisäisesti rapautuneilla betonikoekappaleilla. Betonin sisäinen vauriotuminen sovitettiin määrättyyn asteeseen ultraäänimittauksella. Karbonatisoitumiskoe tehtiin kiihdytettyä kammiossa, jonka CO_2 -pitoisuus oli 1%. Kloridimigraatiokoe tehtiin standardin NT Build 492 mukaisesti.

Kuvassa 2 on esitetty karbonatisoitumissyvyys sisäisen pakkasvaurioitumisen (RDM = residual dynamic modulus) funktiona [1]. Koetulosten pohjalta voitiin määrittää pakkasrapautuneen betonin karbonatisoitumiskertoimen suhde alkuperäiseen karbonatisoitumiskertoimeen RDM:n funktiona. Vastaavasti koetulosten perusteella voitiin laatia kaava pakkasrapautuneen betonin kloridien tunkeutumiskertoimelle.

Vuorovaikutuskertoimien määrittämiseksi oletettiin, että pakkasrapautuminen etenee lineaarisesti rajatilaa vastaavaan arvoonsa samalla kun karbonatisoituminen tai kloridien tunkeutuminen etenee betonissa (Kuva 3). Vuorovaikutuskertoimet laskettiin pakkasrapautumisen ja karbonatisoitumisen/kloridien tunkeutumisen yhteisvaikutuksesta määritetyn aktivoitumisaian ja ilman pakkasrapautumisen vaikutusta määritetyn aktivoitumisaian suhteena.

Betonipinnan rapautumisen vuorovaikutuskertoimet suhteessa korroosion aktivoitumisaikaan määritettiin myös. Tällöinkin oletettiin, että betonipinta rapautuu lineaarisesti ajan suhteen. Tässä tapauksessa vuorovaikutuskertoimet olivat samat sekä karbonatisoitumisen että kloridien tunkeutumisen suhteen. Kuitenkin vuorovaikutuskertoimet riippuvat betonipeitepaksuudesta. Kuvassa 4 esitetään esimerkkinä vuorovaikutuskertoimet betonipeitteen ollessa 50 mm [1]. Redusoitu korroosion aktivoitumisaika saadaan kertomalla alkuperäinen aktivoitumisaika kuvasta luettavalla vuorovaikutuskertoimella.

Simulointi

VTT:ssä 1990-luvulla kehitettyä simulointiohjelmaa käytettiin havainnollistamaan eri turmeltumistyyppien vuorovaikutusta. Simulointiohjelman pakkasrapautumisen, karbonatisoitumisen ja kloridien tunkeutumisen mallit päivitettiin uusilla vuorovaikutus-malleilla.

Simulointiohjelma jäljittelee todellisia ilmasto-olosuhteita, laskee lämpötilat ja kosteuspitoisuudet rakenteen poikkileikkauksessa

4 Betonipinnan rapautumisen vaikutus raudoituksen korroosion aktivoitumisaikaan. Vuorovaikutuskertoimet graafisesti esitettynä kun betonipeite on 50 mm.

5 Karbonatisoitumisen simulointi yhdessä sisäisen pakkasrapautumisen ja betonipinnan rapautumisen kanssa.

(säärasituksille altistuneena), ja soveltaa vauriomalleja, joissa vaurioituminen riippuu betonin sisäisestä lämpötilasta ja kosteuspitoisuudesta. Pakkasrapautumisen eteneminen arvioidaan kriittisen vedelläkyllästys-asteen menetelmään perustuen. Simuloinnin aika-askel oli yksi tunti. Laskelmaa voidaan jatkaa, kunnes käyttöikä saavutetaan.

Kuvassa 5 nähdään, miten sekä sisäinen pakkasrapautuminen että pinnan rapautuminen kiihdyttävät betonin karbonatisoitumista [1].

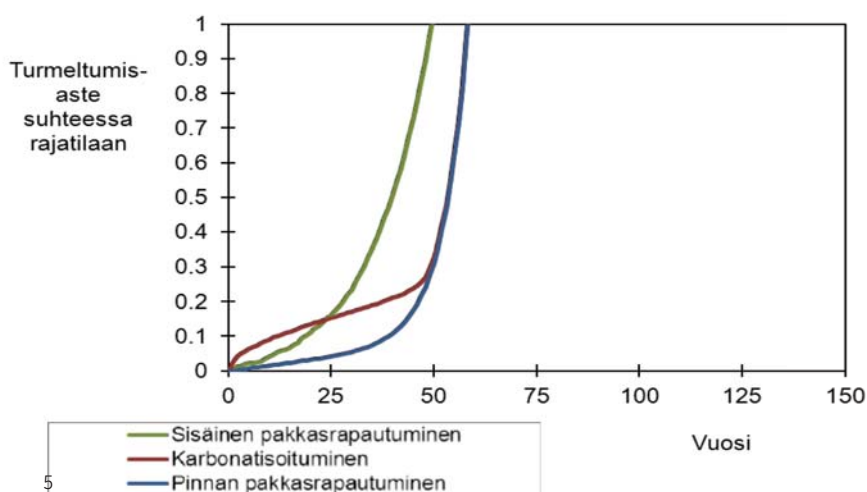
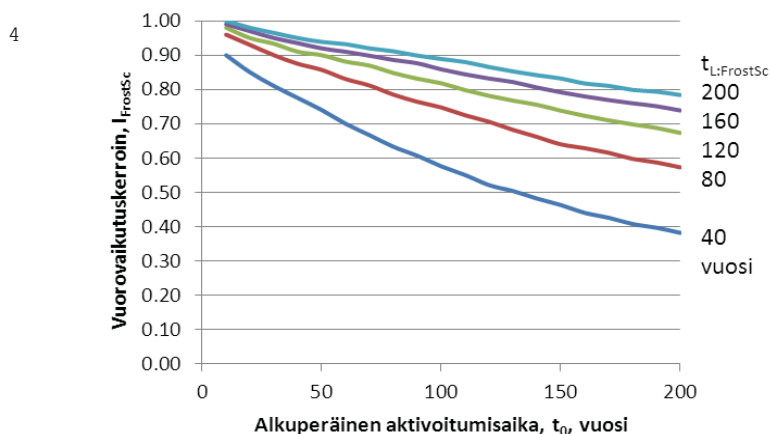
Loppupäätelmät

Kenttäkoetulosten perusteella vesi-sideainesuhteen merkitys betonin pakkas-suolarapautumiseen on suurin ja sen merkitys jopa kasvaa iän mukana. Ilmapitoisuudella on kohtalaisen suuri vaikutus pakkasrapautumiseen, mutta sen merkitys näyttää hieman vähenevän iän mukana. Sideaineista masuukuonasementti osoittautui selvästi heikoimmaksi pakkas-suolakestävyyden suhteen.

Pakkasrapautumisen vaikutus karbonatisoitumiseen ja kloridien tunkeutumiseen voi olla merkittävä ja se tulisi ottaa huomioon pakkasrasitukselle altistuvan betonirakenteen käyttöikää arvioitaessa. Yhteisvaikutus voidaan arvioida simulointiohjelmalla tai käyttöikämitoituksen kaavoilla, joissa turmeltumisen keskinäiset vuorovaikutukset otetaan huomioon vuorovaikutuskertoimilla.

Viitteet

- 1 Vesikari, E., Ferreira M. 2011. "Frost Deterioration Process and Interaction with Carbonation and Chloride Penetration – Analysis of Test Results". VTT Technical Research Centre of Finland. Research report .
- 2 Siltabetonien P-lukumenettely. Toteuttamisvaiheen ohjaus. Tiehallinto. Helsinki 2000
- 3 Vesikari, E. 2009. Carbonation and Chloride Penetration in Concrete with Special Objective of Service Life Modelling by the Factor Approach. VTT Technical Research Centre of Finland. Research report VTT-R-04771-09. 38 p.



Part 3. Modelling of service life. Summary

The overall objective of this research was to analyse the frost test results from both field and laboratory, to study the effects of frost attack on other types of degradation, such as carbonation and chloride penetration, and, based on these findings, to develop service life models for the design of concrete structures. The service life models were developed according to the Finnish concrete code based on the "factor approach".

The field test measurement results from BTB test field in years 1996–2008 were used for analysing the phenomena of frost scaling. A model taking into account the principal concrete parameters such as the water-cement ratio, the air content and the cement type was created. Another model was developed based on the traditional P-factor.

According to field test results the significance of water-cement ratio is very high and it seems even to grow with age. The significance of air content is also noticeable but it seems to decrease with time. The significance of binder type is high at the beginning but it tends to reduce with time. However, slag cement sticks out from the group of other binders and its frost scaling resistance was clearly worse.

The effect of internal frost attack on the rate of carbonation and on the rate of chloride was

studied using "coupled" tests first causing concrete to crack internally by freezing tests and then starting an accelerated carbonation test or chloride penetration test. A calculation model for the rate of carbonation and for the penetration of chlorides with increasing internal damage in concrete was developed. Interaction factors for the effect of internal damage on the initiation time of corrosion based on carbonation or chloride penetration were developed.

The effect of frost scaling on the rate of carbonation/chloride penetration was also studied. Interaction factors for the effect of frost scaling on the initiation time of corrosion based on carbonation or chloride penetration were derived. These interaction coefficients are applicable to both carbonation and chloride penetration but they are dependent on the thickness of concrete cover.

Lastly the interaction of different degradation mechanisms was demonstrated using computer simulation. An edge beam made of non-frost resistant concrete was studied. By computer simulation the influence of both internal frost attack and frost scaling on the process of carbonation and chloride penetration could be illustrated.

Henkilökuvassa **Aki Schadewitz**

Betonilehden henkilögalleriassa on haastateltavana tekninen päällikkö, rakennusmestari **Aki Schadewitz** (s. 1951 Virolahdella).

"Sudenkuoppien erikoisasiantuntija", Aki Schadewitz ehdottaa tittelikseen. Tittelille on ainakin Betoni-lehdessä katetta: Aki oli näet syksyn 2011 Betonipäivillä luennoitsessa aiheenaan betonilattian valmistuksen sudenkuopat. Akin edellisen Betonipäiväluennon aiheena oli puolestaan kuntotutkimuksen sudenkuopat. Tuolloin, 1990-luvun puolessavälissä kuntotutkimukset olivat uutta; Aki oli niitä kehittämässä ja tekemässä silloisessa Imatran Voima Oy:n Betoni- ja maalaboratoriossa.

Ammattikoulusta käytännön osaaminen

Vaikka Aki on syntynyt Virolahdella, juuret ovat Haminassa. Perhe muutti sinne Akin ollessa 3-vuotias.

"En ollut innokas lukumies", Aki kertoo keskikoulun jälkeisestä urapohdintoistaan. Lukion sijasta hän valitsi ammattikoulun rakennusosaston opinahjokseen. Tuntumaa rakentamiseen hän oli saanut apupoikana perheen omakotitalotyömaalla.

Edelleen hän pitää silloista ammattikoulua oman uransa kannalta hyödyllisimpänä opinahjona.

"Opiskelu oli erittäin edistysellistä: vuoropäivinä teoriaa ja oikeiden talojen rakentamista. Työmaalla meitä oli ohjaamassa ja opettamassa pätevät ammattimiehet. Lisäksi heti opiskelujen alussa opettaja kysyi, ketkä tähtäävät jatko-opintoihin. Meitä tekuun menemistä suunnittelevia oli viisi. Saimme alusta lähtien hieman ekstraopetusta. Kun esimerkiksi teimme koulun omalla betoniasemalla oikeita betonituotteita ja massaa, meidät tekuun aikovat opetettiin myös suhteuttamaan betonia. Meille räätälöitiin myös hieman erilaiset matematiikan kokeet."

Ampujasta tuli rakennusmestari

Ammattikoulun päätyttyä Aki meni töihin kotikalaisen Rakennusliike T. Rainion palvelukseen rakentamaan rivitaloja. Seuraavaksi oli vuorossa armeija. Aki oli jo tuolloin maajoukkueen ampuja, joten sotilasura Haminassa olisi ollut luonteva vaihtoehto. Seurakaverina oli MM- ja olympiatason ampuja sekä tuttuja varuskuntalaisia. Varuskuntaan oli lisäksi sukukytköksiäkin. Akin isä oli näet toiminut Haminassa varusmiesten kouluttajana ja sotilasmestarina eläkkeelle jäämiseensä saakka.

Sotilasura olisi voinut olla Akillekin ampu-aurheilun huipulla jatkamisen kannalta luonteva vaihtoehto. Akin Einarin-isä oli sotiansioistaan palkittu Mannerheimristin ritarin nimityksellä. Aki sanoo kuitenkin todenneensa, ettei pojasta tässä asiassa polvi parane. "Eiköhän meidän sukumme ole antanut maan puolustukselle jo sen mitä oli annettavissa."

Aki halusi ja pääsi suorittamaan asevelvollisuuttaan pioneeripataljoonaan Korialle. Syynä oli se, että sieltä sai samalla tekuun pääsyä varten vaadittua harjoitteluaikaa. Armeija-aikana ampumaharjoittelu jäikin vähäiseksi. "Vanhoilla pohjilla" Aki tosin osallistui vielä varusmiesaikanaankin kansainvälisiin kisoihinkin.

Hän naurahtaa, että ilman paineita menestys oli varsin hyvä. Tulostilalla taakse jäi muun muassa kansainvälisiä olympiatason ampuja. Ampumaharrastus jäi kuitenkin kokonaan, kun Aki vuonna 1972 aloitti rakennusmestariopinnot Kotkassa. Menestyminen kansainvälisellä tasolla olisi vaatinut täysipäiväistä harjoittelua, johon ei siinä elämäntilanteessa enää ollut mahdollisuutta satsata.

Tekussa ammattikouluopinnoista oli Akin mukaan äärettömän iso hyöty. Jo valmiina ammattimiehenä pystyi myös tekemään täysipainoisesti kesätöitä: koulun välikesät hän oli tekemässä omakotitaloja ja kesämökkejä. Veli-pojan, joka opiskeli myös rakennusmestariksi, kanssa niitä rakennuksia urakoitiin.

"Oltiin nuoria ja itsevarmoja, eikä urakoita pelätty ottaa vastaan", Aki naurahtaa nyt. "Talot ja mökit ovat kuitenkin edelleen pystyssä, ei niitä hutiloiden tehty."

Aki kertoo viihtyneensä erinomaisesti työmailla. Rakennuksen valmistumisesta saa aivan erilaisen tyydytyksen kuin paperitöissä. Työmaalla kuitenkin näki, että harva kaveri lähti normaalisti vanhuuseläkkeelle, sairaseläke oli se tavallisempi syy työuran lopettamiselle. Tuntui varmemmalta hakea lisäkoulutusta ja pyrkiä vähemmin fyysisesti kuluttavalle uralle.

Teknilliseen kouluun mennessään Aki suunnitteli, että pyrkisi vuoden kuluttua teknilliseen opistoon. "Mieli muuttui, kun näin, miten vastuullisiin tehtäviin myös rakennusmestarin koulutuksella voi halutessaan edetä. Sekin vaikutti, etten halunnut kuluttaa koulunpenkillä yhtään 'ylimääräistä' vuotta."

Rautateitä sähköistämään

Aki valmistui 1975, jolloin työmaamestareista oli valtava pula. Työpaikkoja ja ottajia oli valittavaksi. Akikin kertoo laittaneensa hakupaperit neljään tunnettuun yritykseen, joihin kaikkiin olisi otettu – tilanteesta johtuen ilman haastattelua.

Talonrakennuspuolelta valmistuneen Akin valinta tuntuu hieman yllättävältä: hän meni IVOn voimajohto-osastolle työnjohtajaksi.

"IVO oli aloittamassa ns. atomirenkaan voimalinjan rakentamista ja he pestasivat peräti 20 uutta rakennusmestaria linjarakennukseen sekä rautateiden sähköistykseen. IVO maksoi parempaa palkkaa kuin rakennusliikkeet ja edut olivat muutenkin hyvät. Siis sinne", Aki kertoo päätöksestä. Näkemättä hän ei kuitenkaan paikkaa valinnut, vaan kävi haastattelemassa paikan päällä tulevan työnantajansa.

"Olin 9 vuotta sähköistämässä rautateitä. Se oli mielenkiintoista aikaa, jota ei ole tarvinnut katua. Kouvola-Vainikkala-Imatra-ratatöissä olin 2,5 vuotta, sitten Seinäjoki-Ylivieska-Kokkola-radalla vuoteen 1984 ja vielä 1,5 vuotta matkatoissa Savon radalla."

Pelkkää radanrakentamista nuoren miehen elämä ei kuitenkaan ollut. Aki löysi Kouvolasta Limingasta kotoisin olevan Arja-vaimon, joka opiskeli tuolloin kieli-instituutissa. Oman työnsä mukana Kokkolaan muuttoa puolsi se, että osin ruotsinkieliseltä paikkakunnalta voisi löytyä vaimollekin paremmin töitä. Kokkolassa perhekin kasvoi, siellä syntyivät tytär ja pojista vanhempi, nuorempi poika on paljasjalkainen vantaalainen.

Betoni tutuksi jo ratatöissä

1980-luvun puolessa välissä ratojen sähköistystöihin tuli vuoden tauko. Se käänsi Akin työuraa uuteen suuntaan. Työnantaja tosin pysyi vuoteen 2001 asti samana, vaikka nimi muuttui IVOsta Fortumiksi. Sen jälkeen puolestaan yritys vaihtui Contesta Oy:ksi, mutta työ ja työpaikka pysyivät samassa osoitteessa. Vuodesta 2004 lähtien Contesta on toiminut myös Paraisilla, jossa se jatkaa Consolis Technology Oy:n materiaalilaboratorion ulkoista tes-



1 Betonimies Aki Schadewitz on myös musiikkimies: kotona on kolme kitaraa, joita hän omien sanojensa mukaan hieman näppäilee. Muusikkojen ja konserttien kuvaajana Aki on lähes puoliammattilainen ja toimii Back to the Sixties -yhdistyksen hovivalokuvaajana. Joskus harvoin Aki on itsekin kuvassa. Tässä (Aki kuvassa vasemmallä) vanhan työkaverin ikuistamana Jay Goeppnerin (USA) konsertissa Tampere-talolla. Kitaristina Tapani Lepomäki.

tausliiketoimintaa.

Voimalaitosrakentaja IVO perusti Muhok-selle oman maa- ja betonilaboratorion jo vuonna 1949. IVolla oli jo silloin oivallettu, että betonin säänkestävyyttä pystytään parantamaan. Kun konsulttipalveluja ei ollut tarjolla, perustettiin oma tutkimuslaboratorio. Sen vetäjäksi tuli betonialan arvostettu ammattilainen DI *Jukka Vuorinen*. Jo vuonna 1955 laboratorio sai hyväksytyt koetuslaitoksen arvon. Sittemmin se muutti Ouluun ja vuonna 1983 Vantaan Myyrmäkeen, samoihin tiloihin, jossa Akinkin työhuone edelleen on.

Aki kertoo, että betoni tuli toki tutuksi myös ratatöissä. Onhan voima- ja ratajohdtopylväillä vankat betoniperustukset. Hän laskelee teet-täneensä perustukset ainakin 8000 pylväälle. Säänkestävyysasiat tulivat tutuiksi jo mesta-rinuran alkutaipaleella. Esimerkiksi sähköase-mat ovat tavallisesti huonoilla suoperäisillä joutomailla ja muutenkin suojaamattomina taivasalla, jolloin siellä olevat betoniperustukset joutuvat koviin olosuhteisiin.

"IVOn voimajohto-osasto koulutti työnjoh-toa aktiivisesti myös betoniasioista. Itse olin ensimmäistä kertaa Oulussa IVOn betonilabo-ratoriossa kurssilla jo vuonna 1976."

Kun laboratoriossa sitten loppuvuodesta 1984 oli apulaislaboratoriomestarin paikka auki, Aki päätti hakea jo osin tuttuun paikkaan. Edessä oli paitsi työpaikan, myös perheen muutto Vantaalle.

Aki pääsi laboratoriomestari *Toivo Huma-lojan* työpariksi. Aki nostaa pitkän linjan konkariin oppi-isäkseen, jolta hän sai korvaamattoman hyvät eväät omaan työhönsä.

"Pääsin ammattitaidon kehittämisen kan-nalta aitiopaikalle, viralliseen testauslaitokseen, joka myy monipuolisia asiantuntijapalveluita vaativiin betonikohteisiin. Korjausrakentami-seen liittyvän tiedontarpeen kasvu, joka ajoit-tui 1990-luvun alkupuolelle, toi runsaasti uusia haasteita betonialan asiantuntijoille erityisesti lähiörakentamisen julkisivujen rapautumiseen liittyen."

Pakkasenkestävää betonia jo 1950-luvulla

Pakkasenkestävyyteen liittyvät määräykset betonijulkisivuille tulivat Betoninormeihin vasta vuonna 1980. Väite, ettei betonin pakka-raputumisilmiötä aikaisemmin tunnettu, on Akin mukaan vahvasti liioiteltu. Esimerkiksi IVolla betonin pakkasenkestävyyttä parantavat lisäaineet oli otettu voimalaitosrakentamisessa käyttöön jo 1950-luvulla Pyhäkosken voimalai-tosrakentamisen kokemusten perusteella. Ei ihme, että vanhoissa voimalaitoksissa betoni on niiden ikä huomioon otettuna edelleen hyvässä kunnossa.

Myös kuntotutkimusperinne on IVolla pitkä. Voimalaitoksissa tehtiin betonirakenteille jo

alusta lähtien säännöllisesti ns. 5-vuotistar-kastuksia vähintään silmäääräisen arvion perusteella. IVO alkoi myydä betonin kunto-tutkimuksia 90-luvun alkupuolella myös ulko-puolisille asiakkaille. Edelläkävijä IVO oli myös betonin ohuthietutkimuksessa. Se oli erityisesti DI *Pertti Huovisen* ja laboratoriomestari *Toivo Humalojan* kehitystyön tulosta.

Nykyään Contestan tuotesortimenttiin kuuluvat rakennus- ja kivimateriaaleihin ja -tuotteisiin sekä uudis- ja korjausrakentamiseen liittyvät testaus-, tutkimus-, laadunvarmistus-, kuntotutkimus- ja kehityspalvelut. Vantaan betonilaboratorion osalta testaustoiminnan keskeiset osat on akkreditoitu ja eräiden tuoteryhmien osalta se toimii myös Raken-nustuotedirektiivin mukaisena ilmoitettuna testauslaitoksena. Akin työsarkaa ovat viime vuosina olleet erityisesti betoniin liittyvät rek-lamaatioselvitykset.

Kuntotutkimus Viipurin kirjastossa

Uransa yhtenä helmenä Aki pitää *Alvar Aallon* suunnitteleman Viipurin kirjastorakennuksen betonirungon kuntotutkimuksen tekemistä. Ulkomaiset kohteet ovat muutenkin jonkin verran maustaneet työuraa: Esimerkiksi Pie-tarissa Akin teki tupakkatehtaan lattiapinnoittei-den tartuntakokeita. Svetogorskissa puolestaan vanhan suomalaisten rakentaman vesivoima-laitoksen 3-koneen vesiteiden betonirakenteen kuntotutkimuksen alihankintana Fortumille, joka modernisoi voimalaitoksen koneiston.

Verkostot tärkeitä

Betoniyhdistykseen Aki kertoo liittyneensä heti laboratorioon tullessaan. "Myös yrityksemme on By:n kannatusjäsen. Osallistumme yhdis-tyksen toimintaan aktiivisesti eri toimikuntien jäseninä ja mm. normi- ja standardiehdotus-ten lausuntojen antajana. Betonilaborantti- ja myllärikoulutuksessa olemme olleet tiiviisti mukana, maaliskuussa laboratoriomme on taas tulossa viitisenkymmentä kaveria kou-lutukseen. He käyvät täällä läpi käytännössä kaikki betonilaborantin tavalliset tehtävät ja betonin testaukset. Itse käyn pitämässä kurssilla myös luentoja. Myös 1-luokan betonityönjohta-jakurssilla sekä betonin korjauskurssilla olen ollut luennoitsijana", Aki kertoo.

Luentokeikkojen lisäksi Aki on ollut mukana By-julkaisujen työryhmissä, muun muassa BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimusohjetta ja BY 41 Korjausohjetta tekemässä.

"By:n toimikunnissa on päässyt tutustumaan betonialan huipputyyppeihin, luomaan ver-kostoja. Jos on ammattiasioista kysyttävää, on helppo soittaa puolin ja toisin", Aki korostaa.

Komennustöissä aktiivista liikuntaa

Entä harrastukset? Ampumisen lisäksi Aki kil-

paili nuorena myös hiihdossa, lentopalloa hän pelasi lähinnä kuntoilumielessä alasarjoissa. Hiihtoharrastus jatkui kuntoilumielessä ampu-mista pidempään.

"Toisin kuin joskus oletetaan, komennuspo-rukoissa harrastettiin hyvin aktiivisesti kaiken-laita liikuntaa: hiihtoa, lentopalloa ja pesäpalloa paikallisissa sarjoissa. IVO rahoitti harrastuksia ja järjesti kisojakin. 'Ryppykavereita' ei mat-kassa juuri ollut, he eivät noissa hommissa pitkään pärjää."

Aki on valmentautunut ja juossut mara-toninkin. Urheiluvammojen myötä tahti on kuitenkin maltillistunut. Nyt kuntoilulajina on lähinnä uinti.

"Kuntoilun sijasta harrastan ruuanlaittoa, joka näkyy myös vyötärössä", Aki naurahtaa. Ruuanlaittoharrastus kokoa viikonloppuisin lähiseudulla asuvat perheenjäsenet yhteisen aterian ääreen. Lasten lisäksi pöydässä istu-vat jo myös kaksi lapsenlasta, 2- ja 4-vuotiaat vilkkaat pojat.

Akin ja Arjan kolmesta lapsesta tytär opiskeli vaatesuunnittelun artemiksi, poika it-puolen tradenomiksi. Nuorempi poika on seurannut isänsä jälkiä rakennusalalle ja työskentelee myös Contestassa.

Musiikki ja valokuvaaminen yhdistyvät

Aki luonnehtii itseään kotimusiikoksi. "Kotona on kolme kitaraa, kaksi akustista ja yksi säh-köinen keräilyharvinaisuus, joita silloin tällöin näppäilen. Ehkä eläkkeelle jäätyäni sitten aktiivi-semminkin", hän toteaa ja näyttää kännykästään kuvaa kitarakokoelman helmestä, ruotsalaisesta Hagström vuosimallin 1959 -sähkökitarasta.

Musiikin lisäksi Aki innostui jo opiskeluai-kana valokuvaamisesta. Nyt hän on yhdistänyt musiikin ja valokuvaamisen luovalla tavalla. Aki toimii Back to the Sixties -yhdistyksessä, jossa hänestä näyttää tulleen yhdistyksen virallinen kuvaaja isommissa ja pienemmissä konserteissa. Yhdistyksen ovat perustaneet 60-luvun tunnetuimmat bändit, jotka toivat rockin Suomeen.

Haastattelun lomassa Aki vilauttaa muu-tamia kuvia omalta koneeltaan: upeita kuvia konserteista ja artisteista. Monet kuvista ovat päätyneet yhtyeiden omille kotisivuille ja alan julkaisuihinkin.

Aki ja Arja ovat kolonneet niin kotimaan konsertit kuin Liverpoolin Beatles-viikotkin. "Kamera on tietysti aina mukana. Kovin usein kuviin ei itse joudu", Aki vastaa, kun toimittaja kyselee kuvaa Henkilokuva-juttuun. Yksi sentään löytyy: kaverin ottama kuva Tampere-talolta Beatles Happeningistä viime tammikuussa.

Sirkka Saarinen, toimittaja



Vaarana kokovartalokipsi?

Kehitys kehittyy, kuten usein todetaan. Ihmiskunnalle lienee sisäänrakennettua pyrkiä kohentamaan elinolojaan. Yksi tekee sen kouluttautumalla, toinen säästämällä pahan päivän varalle, kolmas kuntoilemalla, neljäs remontoimalla asuntoaan, viides harjoittamalla yritystoimintaa. Kukin siis tavallaan. Yhtä kaikki, odotuksissa siintää nykypäivää parempi huominen. Ilmiö taitaa itse asiassa olla se moottori, joka on saanut ihmiskunnan kehittymään savannilta nykyiseen muotoonsa.

Kehityksessäkin on kuitenkin varjopuolensa. Yksi niistä liittyy alati lisääntyvään säätelyyn. Päätäjiemme tehtävänä Arkadianmäellä ja ministeriöissä on laatia uusia säännöksiä. Toki yhteiskuntamme kehitys uutta regulaatiota edellyttääkin, jotta asiat pysyvät hallinnassa. Säätelyä vaativaa uutta toimintaa syntyy jatkuvasti. Esimerkkinä vaikkapa lyhyessä ajassa yleistyneet pikavipit, joiden löyhästi säännellyn jakelun katsotaan johdattavan huono-osaisia ihmisiä yhä suurempiin taloudellisiin vaikeuksiin.

Säätelyllä on toki aina omat positiiviset lähtökohtansa ja tarkoitusperänsä. Saavathan säännökset alkunsa kansan demokraattisesti valitsemista luottamuselimestä ja niiden ohjaa-

masta virkamieskunnasta. Myös kansa itse peräänkuuluttaa itselleen uusia säännöksiä – tai olemassa olevien tiukentamista.

On selvää, että ilman säätelyä emme tule toimeen. Vaihtoehtona ovat ns. viidakon lait, jotka tiedetään epäinhimillisiksi.

Lisääntyvä säätely, paitsi lisää yhteiskuntamme oikeudenmukaisuutta ja hallittavuutta, lisää samalla myös sen kankeutta ja alentaa tehokkuutta. Säännöksiä voidaan harvoin muotoilla niin, että ne täsmävaikuttaisivat vain juuri säätelyn tarpeessa olevaan toimintaan. Säännöksillä on vaikutusta myös sellaisiin toimintoihin, jotka hoituisivat moitteetta myös ns. markkinaehtoisesti. Silloin seurauksena on turhaa byrokratiaa, joka väijäämättä näkyy alempana tuottavuutena ja itse asiassa leikkaa hyvinvointiamme.

Säännösten hienosisyisyys on yksi nykyistä tarkempaa pohdintaa ansaitseva seikka. Lienee nimittäin niin, että harvalukuisilla ja yleistasolla pysyttelevillä säännöksillä voitaneen saada aikaan pääosa halutuista vaikutuksista. Mitä yksityiskohtaisemmaksi säännöstöä viedään, sitä enemmän se teettää myös ns. turhaa työtä.

Esimerkkinä voidaan pitää rakennusten energiatehokkuussäädöksiä. Energialaskel-

missa tulee nykyisin ottaa huomioon mm. ikkunoissa käytettyjen verhojen tyyppi. Lienee kuitenkin niin, että verhojen käyttötottumukset vaihtelevat melkoisesti talon 100 vuoden käyttöaikana. Samoin tulee ottaa kantaa asukkaiden aineenvaihdunnan tuottamaan energiaan. Edellä mainituilla tekijöillä on vissi vaikutuksensa rakennuksen energiankulutukseen, mutta silti tulee mieleen, onko tarkastelua hyödyllistä vielä tälle tasolle.

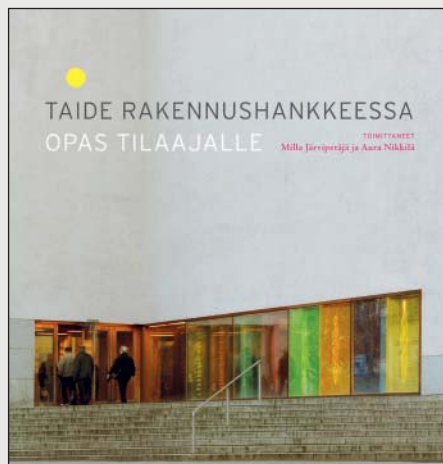
Energiatehokkuussäännösten yksityiskohdaisuus on sikäli ymmärrettävä, että onhan se maamme parhaiden asiantuntijoiden luoma. Huippuasiantuntijoiden helmasyntinä on viedä kehitystyönsä tulokset varsin pienipiirteiselle tasolle. Käytännön työhön tarkoitettujen työkalujen tulisi kuitenkin olla sellaisia, että käyttäjät kokevat ne joka suhteessa järkeviksi ja mielekkäiksi.

Jos säännöstömme jatkaa kehittymistään yhä monimutkaisemmaksi, seurauksena voi olla yhteiskuntamme kangistuminen niin, että yhä useampi toiminta hankaloituu tai muuttuu jopa mahdottomaksi. Vaarana on, että alamme askaroida yhä enemmän toisaroisten asioiden parissa sen sijaan, että tuotaisimme yhteiskunnallemme lisäarvoa. Siitä seuraa hitaasti kovettuva ”kokovartalokipsi”.



Jussi Mattila

Toimitusjohtaja (30.4.2012 asti)
Suomen Betoniyhdistys ry
jussi.mattila@betoniyhdistys.fi



Taide rakennushankkeessa – opas tilaajalle

Käytännön opas rakennushankkeen tilaajille, jotka haluavat saada lisäarvoa rakennuttamalleen kohteelle taiteen avulla. Oppaassa on hyödyllistä tietoa kaikille, jotka haluavat edistää rakennetun ympäristön elävöittämistä taiteella.

Oppaassa käydään läpi taiteen hankinnan prosessi ja sen osapuolet, taidekoordinointi ja koordinaattorin tehtävät, tarvittavat luvat, taiteen hankinta kilpailujen avulla, teosten sopimukset, tekijänoikeudet ja verotus, kustannusarvio sekä hankinnasta tiedottaminen ja teosten huolto, hoitaminen ja elinkaari. Esimerkkeinä kerrotaan Helsingin Arabianrannan ja Tampereen Vuoreksen kaupunginosan taidehankkeista sekä prosenttiperiaatteen soveltamisesta Turun kaupungin taidehankinnoissa. Lisäksi annetaan ideoita eri teostyypeistä: veistoksista, maalauksista, digitoiduista taide-elementeistä, ääni-, valo- ja mediataiteesta, tienvarsi-, puutarha- ja tekstiilitaiteesta sekä performanssista.

Oppaassa on runsaasti nelivärikuvia rakennetussa ympäristössä toteutetuista taideteoksista.

Oppaan kirjoittajat ovat arkkitehteja, taiteilijoita ja juristeja, jotka ovat erikoistuneet taiteeseen rakennetussa ympäristössä.

Opas on toimitettu osana Varsinais-Suomen taidetoimikunnan Taideaalto-projektia, joka edistää taidehankintojen toteuttamista rakennushankkeiden yhteydessä.

Isbn 978-952-269-027-2, 152 s.

Toimittaneet: Milla Järvipetäjä, Aura Nikkilä
Kustantaja: Suomen Rakennusmedia Oy
38,50 € + alv 9 %, yht. 41,96 €
Tilaukset: www.rakennusmedia.fi,
rakennusmedia@rakennusmedia,
puh 09 1299 276, 1299 251



Betonielementtien toleranssit 2011

Uusi julkaisu korvaa Betonikeskus ry:n aieman julkaisun Betonielementtien toleranssit vuodelta 2003.

Sisällössä on otettu huomioon seuraavat uudet eurooppalaiset suunnittelu- ja tuotestandardit:

- SFS- EN 1992-1-1. Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu.
- SFS- EN 13670. Betonirakenteiden toteuttaminen.
- SFS- EN 13369. Betonivalmisosien yleiset säännöt.
- SFS- EN 13225. Betonivalmisosat. Pilari- ja palkkielementit.
- SFS- EN 13224. Betonivalmisosat. Ripalataelementit.
- SFS- EN 14991. Betonivalmisosat. Perustuselementit.
- SFS- EN 14843. Betonituotteet. Portaot.
- SFS- EN 1168. Betonivalmisosat. Ontelolaatat.
- SFS- EN 14992. Betonivalmisosat. Seinäelementit.
- SFS- EN 13747. Betonivalmisosat. Kuorilaatat.
- SFS- EN 12794. Betonivalmisosat. Perustuspaalut.
- SFS- EN 12843. Betonivalmisosat. Mastot ja pylväät.
- SFS- EN 13693. Betonivalmisosat. Erikoiskattoelementit.
- SFS- EN 15050. Betonivalmisosat. Siltaelementit.

Sisältöön on liitetty mukaan uusina tuoteryhminä mastot, pylväät, hormielementit ja paalut. Perustusten anturaelementeille ja paaluhatuille suositellaan käytettäväksi Muut laattaelementit- toleransseja.

Betonielementtien kansalliset mittatarkkuusluokat ovat Normaaliluokka (N) ja

Erikoisluokka (E). Runkoelementit (pilarit, palkit, ontelo-, TT- ja kuorilaatat, portaot ja väliseinät) valmistetaan Normaaliluokkaan. Ulkoseinäelementit voidaan valmistaa joko Normaaliluokkaan tai Erikoisluokkaan.

Kantaville betonielementeille käytetään Suomessa yleensä EN 13369- standardin liitteen C taulukon C.1- mukaisia tiukennettuja poikkileikkauksen ja raudoituksen sijainnin toleranssivaatimuksia. Nämä tiukennetut vaatimukset on poikkileikkausten osalta otettu uudessa julkaisussa huomioon siten, että Normaaliluokka täyttää aina vaatimukset. Tämä ei ole kuitenkaan tuonut vaadittavaan mittatarkkuuteen mitään suuria muutoksia vaan ainoastaan täsmennyksiä.

Seinäelementeille on esitetty tuotestandardissa SFS-EN 14992 kaksi mittatarkkuusluokkaa, luokat A ja B, joista luokka A on tiukempi. Seinäelementeillä Normaaliluokka täyttää myös standardin luokan B vaatimukset. Standardin parempi luokka A on joiltain osin kansallista Erikoisluokkaa tiukempi ja hieman epätarkoituksenmukainen. Tuotespesifikaatioissa suositellaan seinäelementeille käytettäväksi Erikoisluokkaa silloin, kun vaaditaan parempaa mittatarkkuutta.

Seinäelementtien mittatarkkuusvaatimuksia on täydennetty sähkörsioiden sijainnin ja laattapintojen osalta.

Julkaisua myy Suomen Rakennusmedia Oy.
27,80 € + alv 9 %, yht. 30,30

Tilaukset: www.rakennusmedia.fi, rakennusmedia@rakennusmedia,
puh 09 1299 276, 1299 251



Perusbetoneille tehtiin emissiomittaukset

Perusbetonit

Perusbetoneilla tarkoitetaan lujuudeltaan C20/25- C70/85 talonrakentamisessa joko paikallavalu- tai elementtirakenteissa käytettäviä normaaleja tai itsetiivistyviä betonilaatuja. Niissä käytetään valmistukseen soveltuvaa vettä, kiviainesta ja standardin SFS-EN 197-1 mukaisia CE- merkittyjä sementtejä. Niiden valmistuksessa voidaan myös käyttää standardin SFS-EN 450- mukaista lentotuhkaa, standardin SFS-EN 15167- mukaista masuunikuonaa, standardin SFS-EN 1263-1- mukaista silikaa sekä standardin SFS-EN 934 mukaisia betonin lisäaineita.

Markkinoillaolevilla lisäaineilla on joko CE-merkintä tai Betoniyhdistyksen käyttöseloste ja tuotteiden laatua valvotaan. Lisäaineiden valmistuksessa käytettävät kemikaalit kuuluvat kemikaaliasetuksen (Reach) piiriin. Tyypilliset lisäaineet ovat notkistin/ tehonotkistin ja huokostin.

Perusbetoneilla ei tarkoiteta ruiskubetoni-, kevytsorabetoni- tai kevytbetonilaatuja eikä tasoitteita.

VTT:n emissiokokeet (Raportit VTT-S-01129-12 ja VTT-S-01963-12)

Nyt tehtyihin testeihin VTT:llä valittiin 12 tyyppillistä elementti- ja paikallavalumassaa siten, että mukana on myös itsetiivistyvä betoni sekä ulkomaisia sementtilaatuja. Koestettuja betonilaatuja käytetään paikallavaluissa, latvioissa, ontelo- ja kuorilaatoissa sekä runko- ja seinäelementeissä. Koemassoissa oli notkistimia ja huokostimia sekä lentotuhkaa ja seossementtejä. Maakostea betonია edustivat ontelo- ja kuorilaattamassat. 2 reseptiä oli itsetiivistyviä massoja. Lisäksi yksi massa oli tehty valkosementillä. Betoninäytteet valmistivat 4 eri betoniteollisuusyritystä.

Perusbetonit testattiin kansallisen rakennusmateriaalien M1- päästöluokituksen vaatimalla tavalla.

Emissiokokeet tehtiin ohjeen mukaisesti 4 viikon ikäisille betoneille. 4 viikon tuloksissa vain yksi lattiamassa ylitti lievästi ammoniakkin raja- arvon 0,03 mg/m²,h ollen 0,039 mg/m²,h. Kyseisessä massassa käytetyn lisäaineen valmistuksessa on aiemmin käytetty ammoniakia, mutta prosessia on muutettu juuri tämän vuoden alussa ja uudessa tuotteessa ei enää ole ammoniakkia. Kyseiselle lattiamassalle tehtiin uusintakoe 3 kk:n iässä, jolloin ammoniakkiarvo oli laskenut alimmalle määräysrajalle 0,005 mg/m²,h.

Yhden seinäelementtimassan ammoniakkiarvo oli M1-rajalla. Kaikki muut mittaustulokset tai aistinvaraiset havainnot olivat selvästi parempia kuin M1-luokan raja-arvo ja useimmat alle laitteiden mittausherkkyden.

Johtopäätökset

Betoni on inertti materiaali, josta tulee päästöjä sisäilmaan hyvin vähän.

Betoni on materiaali, jonka päästöjä ei pitäisi arvioida edes 4 viikon ikäisenä, vaan hieman myöhemmin. 4 viikon iässä betoni saavuttaa vasta suunnittelulujuuden, mutta ei ole saavuttanut esim. tasapainokosteuttaan.

Kokeet osoittivat, että perusbetonit täyttävät päästöluokituksen parhaan M1-luokan vaatimustason.

Lisätietoja: Arto Suikka, Betoniteollisuus ry, arto.suikka@rakennusteollisuus.fi



Juha Valjus – Betoniyhdistyksen uusi toimitusjohtaja

DI Juha Valjus, 53, aloitti 1.5.2012 Suomen Betoniyhdistys ry:n toimitusjohtajana. Betoniyhdistyksen edellinen toimitusjohtaja TkT Jussi Mattila siirtyi Betoniteollisuus ry:n toimitusjohtajaksi.

Juha Valjus on aiemmin toiminut suunnittelu- ja kehitystehtävissä useissa insinööritoimistoissa vuodesta 1985. Viimeisin päätyö on ollut vuoden 2004 alusta Finnmap Consulting Oy:n kehityspäällikön ja -johtajan tehtävät.

Juha Valjuksen erikoisalaa ovat tietomallipohjainen suunnittelu ja sen kehittäminen, ympäristötietoisuuden suunnittelun kehittäminen, rakennusfysikaaliset erityiskysymykset ja vaativien rakenteiden suunnittelu. Lisäksi hän on toiminut rakenneteknisten osien kirjoittajana useiden matalaenergiarakentamista ja kosteudenhallintaa käsittelevien RIL ry:n julkaisuissa sekä osallistunut useisiin Betoniteollisuus ry:n kehitysprojeekteihin. Viimeisimpänä tietomallipohjaisen suunnittelun kehittämiseen tähtäävässä projektissa YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 hän on toiminut hankkeen projektikoordinaattorina.

Betoniyhdistyksessä Juha Valjus hoitaa toimitusjohtajan tehtävien lisäksi mm. henkilöpätevyyksien toteamiseen ja varmennettujen käyttöselosteiden myöntämiseen liittyviä tehtäviä.

Juha Valjus asuu Vantaan Askistossa ja hänen perheeseensä kuuluu laatupäällikkönä ympäristöalan yrityksessä toimiva vaimo ja kaksi lasta.



Betonin arkkitehtuurimatka Norjan kierrokselle 5.–9.9.2012

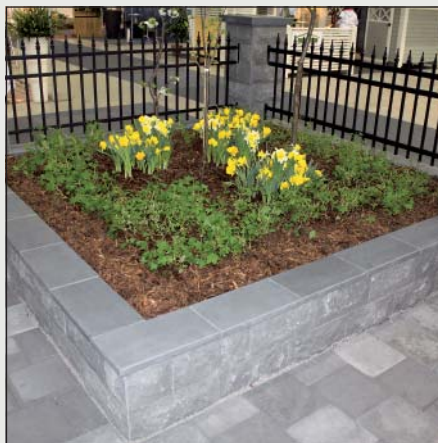
Betoni järjestää vuosittaisen arkkitehtuuri- ja ympäristörakentamisen kiertomatkan keskiviikosta sunnuntaihin 5.–9.9.2012. Viiden päivän aikana kierretään ja tutustutaan uusimpiin ja mielenkiintoisiin rakennuskohteisiin välillä Oslo, Bergen, Stavanger ja Kristiansand unohtamatta klassikkoja Norjan maisemissa.

Kohteina mm. kulttuurirakennuksia, pilvenpiirtäjiä ja uutta asumista satama-, telakka- ja lentokenttäalueilla. Myös päiväkoteja ja kouluja sekä infra- ja ympäristörakentamisen kohteita.

Hinnat täsmentyvät toukokuun aikana. Hinta sisältää: lennot turistiluokassa, lentokenttäverot ja matkustajamaksut, tiedossa olevat polttoainelisämaksut, neljän vuorokauden majoitus em. hotelleissa valitussa huonetyypissä, aamiaisen päivittäin, lounaat ja illallisia, bussikuljetukset ohjelman mukaisesti, opastukset ja sisäänpääsy (museot jne.)

Matkaohjelma on tekeillä ja löytyy toukokuuskuun vaihteessa www.betoni.com-sivuilta.

Lisätietoja antaa matkanjohtaja: arkkitehti SAFA Maritta Koivisto
puh. 040 900 3577 tai
maritta.koivisto@betoni.com
Ilmoittautumiset: rsvp@betoni.com



LammiAita viimeistelee näyttävästi pihapiirin

LammiPihan uutuustuote LammiAita on näyttävä aitalokonaisuus. Se yhdistää kivrakenteita ja teräsosia ja on helppo asentaa. Aita on kestävä ja turvallinen.

LammiAidan materiaalipaketti sisältää tuotteet anturasta lähtien. Peruspakettiin kuuluvat valmisanturamuotit, kantavat rakenteet, verhoukivet perusmuuriin ja pilareihin, teräsosat ja kiinnitystarvikkeet. Valmisbetoni, harjateräkset ja mahdollinen rappausmateriaali hankitaan omatoimisesti.

Aidan kivosat voi toteuttaa luonnonkivillä verhottuna tai rapattuna haluttuun sävyyn. Perusrakenteeseen on myös mahdollista yhdistellä puuosia teräsosan tilalle.

Luonnonkiviverhouksessa on kaksi erilaista vaihtoehtoa: pinnaltaan elävä, sävyltään harmaa Dark sekä sileäpintaisempi, sirompi ja tummempi Black. Luonnonkivosat ovat valmiiksi määrittöihin leikattuja komponentteja, joiden asentaminen on helppoa.

Aidan maalattua teräsosaa koristava kuvio voi olla geometrinen Labyrinth tai aaltomainen ja kevytkuvioisempi Wave. Kolmas teräsvaihtoehto on minimalistinen ja hiukan funkkinen aita, Dice. Muurikivellä LammiMuuri soveltuu jopa kolme metriä korkeiden muurien tekemiseen.

Lisää turvallisuutta saa rakentamalla aitaan kauniin ja käytännöllisen valaistuksen.

LammiPihat tuotteet on saatava useista paikoista. Värimallit LammiPihakivistä, Reunakivistä ja Muurikivistä löytyvät kätevimmin alla olevan linkin sivuilta. Alla olevasta linkeistä löytyy myös suunnittelijoiden yhteystietoja.

Pysyväisnäyttelyitä löytyy tällä hetkellä kuudelta paikkakunnalta ympäri Suomea, pääkaupunkiseudulla esimerkiksi Marketanpuisto.
<http://www.lamminbetoni.fi/portal/fi/tuotteet/lammipiha/myyntipaikat/>



Uusi suurmuottivälike täydentää Okarian tuoteperhettä

Okaria Oy on lisännyt valikoimaansa uuden suurmuottivälikkeen työmailta tulneiden kyselyjen pohjalta.

Suurmuottia käytettäessä ongelmana on usein muotin alareunan tukeminen siten, että oikea seinäpaksuus säilyy myös muotin alareunassa. Työmaalla usein käytetyt puupalat ja -kiilat ovat hankalia käyttää eikä niitä voi jättää valmiiseen seinävaluun.

Suurmuottivälike toimitetaan 2 m:n pituisena tankona ja se sahataan työmaalla haluttuun mitaan seinäpaksuuden mukaan. Välike voidaan kiinnittää ns. pikanaulalla tai "niitillä" betoniin.

Suurmuottivälikkeen leveys on 50 mm ja korkeus 30 mm. Uutta välikettä toimitetaan 20 m:n pakkauksissa.

Lisätietoja: Okaria Oy, myynti-insinööri Markus Virtanen p. 044-354 6448 tai markus@okaria.fi

Lisätietoja: Myyntijohtaja Risto Lemola, Lammin Betoni Oy
puh. 0207 530 413,
risto.lemola@lamminbetoni.fi,
www.lamminbetoni.fi

Kuvagalleria:
http://www.lamminbetoni.fi/portal/fi/tuotteet/lammipiha/lammiaita/lammiaita_galleria/
<http://www.lamminbetoni.fi/portal/fi/valokuvagalleria/>



Lemminkäiseltä uudet Torino-kivet

Torino on Lemminkäisen uusi kivisarja pihojen, aukoiden ja käytävien kiveykseen. Kolmesta erikokoisesta, toisiinsa yhteensopivasta kivistä voi latoa yksilöllisen ja ympäristöönsä mukautuvan kokonaisuuden. Torino-kivien luonnollinen liuskekivimäinen pinta on aaltomaisesti profiloitu ja kivien reunat ovat viisteettömät. Maanläheiset, suomalaisen luontoon soveltuvat värit ja viisteettömille kiville ominaiset reunojen murtumat luovat luonnollisen kauniin, ympäristöä kunnioittavan pinnan.

Torino-kivissä on leveät asennusnystyrät, ja kivet voidaan asentaa seka- tai riviladontana. Sekaladonta tekee pinnasta epäsäännöllisen, mutta tasapainoisen. Koska sekaladonnassa ei ole suuntaa, se on erinomainen vaihtoehto alueille, joilta on kulkua useisiin suuntiin, kuten pihuille ja aukiolle. Riviladonnassa kolmen erikokoisen kiven avulla on mahdollista muodostaa monta eri leveyttä kiviä leikkaamatta.

Kivien välisten saumojen leveys vaihtelee. Viisteettömien betonikivien sauma on leveämpi kuin viisteellisten. Kiveys suositellaan saumaamaan karkealla saumaushiekalla, jonka raekoko on 0–2 mm. Saumauksen jälkeen kiveys täytetään kevyellä täryllä (n. 60 kg). Saumahiekkaa kannattaa levittää reilusti kiveykselle ennen tärytystä. Huolellinen saumaus vähentää kiven reunojen murtumia, joita viisteettömiin kiviin syntyy asennuksen ja käytön aikana.

Lisätietoja:

<http://www.lemminkainenbetoni.fi/fi/Formento/Betonipaallysteet/Torino-kivet>

Betonin yhteystiedot 2012

PL 381 (Unioninkatu 14, 2. krs)
00131 Helsinki
etunimi.sukunimi@betoni.com
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi
vaihde (09) 12 991
fax (09) 12 99 291

Betoniteollisuus ry:

Toimitusjohtaja Jussi Mattila
0400 637 224
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Erityisasiantuntija Olli Hämäläinen
(09) 1299 287, 0500 1513
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Tuoteryhmäpäällikkö Seppo Petrow
0500 422 652
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Tuoteryhmäpäällikkö Arto Suikka
(09) 1299 290, 0500 500 131
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Päätoimittaja, arkkitehti SAFA
Maritta Koivisto
040 900 3577
etunimi.sukunimi@betoni.com

Projektipäällikkö Petri Mannonen
040 501 0901
etunimi.sukunimi@betoni.com

Projektiassistentti Paula Karvonen
(09) 1299 401, 050 376 2005
etunimi.sukunimi@betoni.com

Betoniyhdistys ry:

etunimi.sukunimi@betoniyhdistys.fi

Toimitusjohtaja Juha Valjus
041 533 6020

Kehitysohjaaja Risto Mannonen
040 900 3578

Erityisasiantuntija Kim Johansson
050 550 6556

Koulutussihteeri Pirkko Grahm
(09) 1299 404, 040 831 4577

Johdon assistentti Lotta Rätty
(09) 129 9406, 040 159 9206

betoni.com

Ilmoittajaluettelo 1 2012

Ilmoittaja	Sivu
Betoni.com	2
Betoniteollisuus ry	5
Contesta Oy	4
Dyny Oy	2
Finnsementti Oy	III kansi
Lakan Betoni Oy	4
Parma Oy	IV kansi
Pintos Oy	2
Rudus Oy	6
SPU Oy	II kansi
Suomen Rakennusmedia Oy / Betoni	3
Thermisol Oy	3
WSP Finland Oy	2
Raskaan liikenteen päällysteratkaisut/ Betonikeskus ry	liite

Betonitietoutta Unioninkadulla

Betoniyhdistys ry ja Betoniteollisuus ry sijaitsevat Unioninkatu 14:ssä, toisessa kerroksessa. Yhteisissä tiloissa toimii myös *betonipintanäyttely*, joka esittelee mm. erilaisia betonin väri- ja pintakäsittelytapoja. Näyttely on avoinna toimiston aukioloaikoina klo 8.15–16.00 ja tarvittaessa esittelystä voi sopia etukäteen arkkitehti Maritta Koiviston kanssa, gsm 040-9003577 tai maritta.koivisto@betoni.com

www.betoni.com

- sisältää valmistaja- ja tuotetietoa!

	Elementtirakenteiset väestösuojat	Erikoistyöt piirustusten mukaan	Jämebetonipalkit	Kanavaelementit, Kourut	Kattotilat	Kevytsoraharkot, Muottiharkot	Kuivalaastit	Meluesteet, Törmäyssuojat	Ontelolaatat, Kuorilaatat, Limolaatat	Parvekkeet	Penstukset	Pilarit, Palkit	Porrashuone- ja hormielementit	Portaat	Putket, Kaivot	Seinäelementit	Siilo- ja säiliöelementit	Sillat, Laiturit, Tukimuurit	Teräsbetonipaalut	TT-, HTT laatat	Tuotantorakennukset	Valmisbetoni	Valmisbetonin pumppaus	Väliseinäharkot ja -laatat	Ympäristöbetoni- ja päälystetuotteet
Alavuden Betoni www.alavudenbetoni.fi										●						●						●			
Ansion Sementtivalimo Oy www.asv.fi	●	●	●					●	●	●	●	●				●	●	●			●	●	●		
A-Tiilikate Oy www.a-tiilikate.fi					●																				
Bet-Ker Oy www.betker.fi																									
Betonilaatta Oy www.betonilaatta.fi																								●	
Betoniluoma Oy www.betoniluoma.com		●						●		●	●					●		●			●				
Betonimestarit Oy www.betonimestarit.fi		●	●					●	●	●	●	●				●		●		●	●				
Betoni-Sampo Oy www.betonisampo.fi										●		●				●						●			
Betoni-Vuokko Oy www.betoni-vuokko.fi																●						●			
Betroc Oy www.betroc.fi		●		●				●		●	●	●				●		●				●	●		
Betset Oy www.betset.fi			●					●	●		●	●				●		●		●		●	●		
Elpotek Oy www.elpotek.fi													●												
Hartela Oy Paraisten betoni- ja Elementtitehdas www.hartela.fi		●								●						●						●			
HB-Betoniteollisuus Oy www.hb-betoni.fi						●		●			●			●								●	●	●	●
Hyvinkään Betoni Oy www.hyvinkaanbetoni.fi																						●	●		
JA-KO Betoni Oy www.jakobetoni.fi						●									●		●					●	●		
Joutsenon Elementti Oy www.joutsenonelementti.fi		●						●		●		●				●								●	
Kankaanpään Betoni ja Elementti Oy www.elementti.fi										●	●	●				●		●							
Kokemäen TB-Paalu Oy www.jvb.fi		●		●															●			●	●		
Kouvolan Betoni Oy www.kouvolanbetoni.fi		●		●	●					●		●			●	●		●				●	●		●
Lahden Kestobetoni Oy www.kestobetoni.com	●							●		●	●	●				●		●						●	
Lakan Betoni Oy www.lakka.fi		●		●		●	●	●		●	●	●				●	●	●			●	●	●	●	●
Lammin Betoni Oy www.lamminbetoni.fi						●					●													●	●
Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy www.lemminkainen.fi								●		●	●	●		●		●		●				●	●		●

	Elementtirakenteiset väestösuojat	Erikoistyöt piirustusten mukaan	Jämebetonipalkit	Kanavaelementit, Kourut	Kattoiläit	Kevytsoraharkot, Muotiharkot	Kuivalaastit	Melusteet, Törmäyssuojat	Ontelolaatat, Kuorilaatat, Linjalaatat	Parvekkeet	Penstukset	Pilarit, Palkit	Porrashuone- ja hormiementit	Portaat	Putket, Kaivot	Seinäelementit	Silo- ja säiliöelementit	Sillat, Laiturit, Tukimuurit	Teräsbetonipaalut	TT-, HTT laatat	Tuotantorakennukset	Valmisbetoni	Valmisbetonin pumppaus	Väiseinäharkot ja -laatat	Ympäristöbetoni- ja päällystetuotteet
Lipa-Betoni Oy www.lipa-betoni.fi		●						●		●		●				●		●						●	
LS Laatusena Oy www.laatusena.fi		●						●		●	●	●		●		●		●				●		●	
Lujabetoni Oy www.luja.fi			●			●			●		●	●	●			●	●	●	●	●		●	●	●	
MH-Betoni Oy www.mh-betoni.fi								●				●				●								●	
Mikkelin Betoni Oy www.mikkelinbetoni.fi		●	●	●				●	●	●	●	●	●			●		●		●	●	●	●		
Monier Oy www.monier.fi					●																				
Napapiirin Betoni Oy www.napapiirinbetoni.fi										●					●	●						●	●		●
Ohenmäen Sora Oy www.ohenmaensora.fi															●							●			●
Parma Oy www.parma.fi																									
Peab Industri Oy www.peabindustri.fi																						●	●		
Porin Elementtitehdas Oy www.porinelementtitehdas.com										●		●				●									
Rajaville Oy www.rajaville.fi		●	●	●				●	●	●		●	●			●		●		●					
Rakennusbetoni- ja Elementti Oy www.rakennusbetoni.fi	●					●		●			●		●									●	●	●	●
Rudus Oy www.rudus.fi																						●	●		
Rudus Betonituote Oy www.rudus.fi				●		●		●			●	●			●		●	●	●		●			●	●
Ruskon Betoni Oy www.ruskonbetoni.fi																						●	●		
Saint-Gobain Weber Oy Ab www.e-weber.fi						●	●																	●	
Suutarinen Yhtiöt www.suutarinen.fi	●									●	●	●				●					●	●	●		
Valkeakosken Betoni Oy www.vabe.fi																●									
VB-Betoni Oy www.vb-betoni.fi	●							●		●	●	●	●			●		●			●	●	●	●	
YBT Oy www.ybt.fi										●		●		●		●		●		●		●		●	
Ämmän Betoni Oy www.ammanbetoni.fi				●				●		●	●	●				●		●				●	●		

a**Alavuden BETONI OY****Alavuden Betoni Oy**

PL 10 (Peräseinäjoentie 10), 63301 ALAVUS
Puh 0207 579 800
www.alavudenbetoni.fi
timo.raisio@alavudenbetoni.fi

Ansion Sementtivalimo Oy

PL 48 (Lohipurontie 2), 21531 Paimio
Puh 02 4770 100, Fax 02 4770130
www.asv.fi
ari-p.ansio@asv.fi

A-Tiilikate Oy

Kuovintie 7, 21380 Aura
Puh 02 486 460, Fax 02 486 6005
www.a-tiilikate.fi
asiakaspalvelu@a-tiilikate.fi

A-Tiilikate Oy valmistaa kotimaisia AURA- ja AAVA kattotiiliä sekä toimittaa täydellisiä tiilikattopaketteja tarvikkeineen koko Suomeen. Sisäryitys A-Tiilikateasennus Oy tarjoaa asennustyöt kattavasti sekä uudis- että remonttikohteisiin.

b**BETONILAATTA OY****Betonilaatta Oy**

Alakyläntie 3, 20250 Turku
Puh 02 511 8800, Fax 02 511 8811
www.betonilaatta.fi
betonilaatta@betonilaatta.fi

Sorvarinkadun tehdas

Sorvarinkatu 3, 20360 Turku
Puh 02 511 8800
etunimi.sukunimi@betonilaatta.fi

Betoniluoma Oy

PL 37, (Horontie 176), 64701 Teuva
Puh 0108 410 140, Fax 0108 410 154
www.betoniluoma.com
rauno.luoma@betoniluoma.com

Betonimestarit Oy

PL 57, Ahmolantie 3, 74101 Iisalmi
Puh 020 7433 900
www.betonimestarit.fi

Myynti:

BM Vantaa Äyritie 12 C (Airport Plaza Forte),
01510 Vantaa
Puh 020 7433 935, Fax 020 7433 936

Tehtaat:**Iisalmen tehdas**

PL 57 (Ahmolantie 3), 74510 Peltosalmi
Puh 020 7433 931, Fax 020 7433 911

Nastolan tehdas

Elementintie 12 15550 Nastola
Puh. 020 7433 931, Fax 020 7433 911

BM Haapavesi Oy

Allastie 6 86600 Haapavesi
Puh 020 7433 675, Fax 020 7433 571

BM Oulainen Oy

Takojankatu 21 86300 Oulainen
Puh 020 7433 675, Fax 020 7433 471

BM Sverige Ab

Box 500 94328 Öjebyn, Sverige
Puh +46(0)911 232450, Fax +46(0)911 232455

Hallsberg Betongmästarna Ab

Box 117, 69423 Hallsberg, Sverige
Puh +46(0)582-686770 Fax +46(0)582-15440

Betoni-Sampo Oy

PL 60 (Haaralantie 205), 42101 Jämsä
Puh 010 5228 844, Fax 010 5228 841
www.betonisampo.fi
info@betonisampo.fi

Betoni-Vuokko Oy

Louhimontie 5, 35800 Mänttä
Puh 03 4745 100
www.betoni-vuokko.fi
etunimi.sukunimi@betoni-vuokko.fi

Betroc Oy

Valimontie 1, 99600 Sodankylä
Puh 02 0757 9080, Fax 016 614 006
www.betroc.fi
etunimi.sukunimi@betroc.fi

Voimajohtorakentamisen ja sähköasemien
perustukset.

Betset Oy

Betonitie 1, 43701 Kyyjärvi
Puh 040 3434 300, Fax 014 417 4270
www.betset.fi
jari.laajala@betset.fi

Tehtaita ja toimipisteitä Kyyjärven tehtaan lisäksi:**Hämeenlinnan tehdas**

Tölkkimäentie 13, 13130 Hämeenlinna
Puh 0403 434377, Fax 03 4670 770

Helsingin valmisbetonitehdas

Viikintie 35, 00560 Helsinki
Puh 04 0343 4360, Fax 09 7522 823

Nurmijärven tehdas

PL 56 (Ilvestie 2), 01901 Nurmijärvi
Puh 04 0343 4374, Fax 09 2767 402

e**Elpotek Oy**

Vasaratie 9, 48400 Kotka
Puh 020 447 7427, Fax 020 447 7437
www.rudus.fi
kimmo.leimola@elpotek.fi

h**Hartela Oy Paraisten betoni- ja
elementtitehdas**

Betonikuja 4, 21600 Parainen
Puh 010 561 2050, Fax 010 561 2051
www.hartela.fi
risto.niinivirta@hartela.fi

HB-Betoniteollisuus Oy

Laasitie 1, 40320 Jyväskylä
Puh 014 3348 200, Fax 014 3348 299
www.hb-betoni.fi
etunimi.sukunimi@hb-betoni.fi

Tehtaat:**Keljon betoniasema**

Keljonkatu 31, 40630 Jyväskylä
Puh 014 3373 250, Fax 014 610 422

Seppälänkankaan tehtaat

Laastitie 1, 40320 Jyväskylä
Puh 014 3348 200, Fax 014 3348 292

Someron tehdas

Turuntie 448, 31400 Somero
Puh 02 7489 350, Fax 02 7487 177

toimitusjohtaja eero.nieminen@hb-betoni.fi
myyntipäällikkö markku.heikkinen@hb-betoni.fi,
puh. 0400 978253

Hyvinkään Betoni Oy

Betoni 7, 05840 Hyvinkää
Puh 019 4277 500, Fax 019 4277 540
www.hyvinkaanbetoni.fi
hyb@hyvinkaanbetoni.fi

j**JA-KO Betoni Oy**

PL 202 (Vaasantie), 67101 Kakkola
Puh 06 8242700
www.jakobetoni.fi
jaakko.eloranta@jakobetoni.fi

Tehtaita Vaasantien toimipisteen lisäksi:**Valmisbetonitehdas, Kakkola**

PL 202 (Outokummuntie), 67101 Kakkola
Puh 06 824 2730, Fax 06 824 2733

Valmisbetonitehdas, Pietarsaari

Vaunusepantie 2, 68660 Pietarsaari
Puh 06 824 2720, Fax 06 724 5004

Joutsenon Elementti Oy

Puusementintie 2, 54100 Joutseno
Puh 0207 659 880, Fax 0207 659 890
www.joutsenonelementti.fi
juhani.kauko@joutsenonelementti.fi

JV-Betoni Oy

Betonitie 14, 32830 Riste
Puh 02 5502 300 Fax 02 5502 325
www.jvb.fi
juha.kangas@jvb.fi

Betonitien tehtaan lisäksi Ulvilan tehdas:

Rantavainionkuja 3, 28400 Ulvila
Puh 02 550 2300, Fax 02 550 2325

k**Kankaanpään Betoni ja Elementti Oy**

PL 96 (Kuusikonkatu 4), 38701 Kankaanpää
Puh 02 572 890, Fax 02 572 8920
www.elementti.fi
antti.tyrkko@elementti.fi

Kokemäen TB-Paalu Oy

Betonitie 14, 32830 Riste
Puh 02 5502 300, Fax 02 5502 325
www.jvb.fi
juha.kangas@jvb.fi

Kouvola Beton Oy

PL 20 (Tehontie 18), 45101 Kouvola
Puh 05 884 3400, Fax 03 882 1992
www.kouvolaconbetoni.fi
ossi.murto@kouvolaconbetoni.fi

Lahden Kestobetoni Oy

Lakkilantie 2, 15150 Lahti
Puh 03 882 890, Fax 03 882 8955
www.kestobetoni.com
janne.kolsi@kestobetoni.com

Lakan Beton Oy

PL 42 (Pamilonkatu 15), 80101 Joensuu
Puh 0207 481 200, Fax 0207 481 260
www.lakka.fi
sari.jaatinen@lakka.fi

Tehtaat Joensuun Pamilonkadun tehtaan lisäksi: Varkauden tehdas

Öljytie 5, 78710 Varkaus
Puh 040 176 3230

Lopen tehdas

Läyliäistenraitti 605, 12600 Läyliäinen
Puh 0207 481 300, Fax 0207 481 340

Forssan tehdas

PL 95 (Parmantie 1), 30101 Forssa
Puh 0207 481 351 Fax 0207 481 369

Jalasjärven tehdas

Tiemestarintie 18, 61600 Jalasjärvi
Puh 0207 481 290, Fax 0207 481 291

Lammin Beton Oy

Paarmamäentie 8, 16900 Lammi
Puh 020 753 0400, Fax 020 753 0444
www.lamminbetoni.fi
ismo.nieminen@lamminbetoni.fi

Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy/ Betoniliiketoiminta

PL 10 (Puusepantie 11), 04361 Tuusula
Puh 02071 50100, Fax 02071 54001
www.lemminkainen.fi
risto.wuorio@lemminkainen.fi

Tehtaat ja toimipisteet:

Tuusulan Puusepätien tehtaan lisäksi Tampere:

PL 601 (Teollisuustie 23), Tampere
Puh 020 715 0154, Fax 0207150155

Orimattila

Ollostentie 66, 16300 Orimattila
Puh 020 7150150 Fax 0207150169

Savonlinna

Myllypuronkatu 8, 57220 Savonlinna
Puh 020 7151000, Fax 0207151001

Kitee

Arppentie 26, 82500 Kitee
Puh 020 715 7527, Fax 020 715 7598

Suonenjoki

Mansikkaraitti 13, 776110 Suonenjoki
Puh 02071 51100, Fax 02071 51101

Helsingin valmisbetonitehdas

Kauppamyllyntie 1, 00920 Helsinki
Puh 020 715 5713, Fax 020 715 5711

Espoon valmisbetonitehdas

Juvantasku 4, 02920 Espoo
Puh 020 715 5710 Fax 020 715 5715

Ähtärin valmisbetonitehdas

Rämäläntie 1550, 63950 Vehunkylä
Puh 020 715 5764, Fax 06 527 7910

Forssan valmisbetonitehdas

Kaikulantie 57, 30100 Forssa
Puh 020 715 5730, Fax 020 715 5701

Lappeenrannan valmisbetonitehdas

Kaakkoiskaari 14, 53500 Lappeenranta
Puh 020 715 5770, Fax 020 715 5771

Punkaharjun valmisbetonitehdas

Hiekkalahdentie 219, 58430 Kulennoinen
Puh 020 715 5778, Fax 020 715 5779

Mustasaaren valmisbetonitehdas

Stormossenintie, 66530 Koivulahti
Puh 020 715 5768 Fax 020 715 5769

Siirrettävät valmisbetonitehtaat, projektitoimitukset

Puh 020 715 5702, Fax 020 715 5701

Olkiluodon valmisbetonitehtaat:

Olkiluoto, 27160 Eurajoki
Puh 020 715 5762, Fax 020 715 5761

Kangasalan valmisbetonitehdas

Mäkirintie 38, 36220 Kangasala
Puh 020 715 5750, Fax 020 715 5751

Lempäälän valmisbetonitehdas

Telinie 19, 33880 Lempää
Puh 020 7155766 Fax 020 715 5767

Petäjäveden valmisbetonitehdas

PL 24, 41901 Petäjävesi
Puh 020 715 5766, Fax 020 715 5791

Saarijärven valmisbetonitehdas

Valimontie 1, 43100 Saarijärvi
Puh 020 715 5719, Fax 020 715 5716

Sodankylän valmisbetoniasema

Kevitsantie 705, 99670 Petkula
Puh 04 350 3532

Lipa-Betoni Oy

Lipatie 1, 76850 Naarajärvi
Puh 040 300 0530, Fax 015 611 006
www.lipa-betoni.fi
satu.lipsanen@lipa-betoni.fi

LS Laatuseinä Oy

PL 40 (Torikatu 5), 18101 Heinola
Puh 0500 442 810, Fax 020 7969 252
www.lslaatusena.fi
pekka.kuurne@lslaatusena.fi



Lujabetoni Oy

Harjamäentie 1, 71800 Siilinjärvi
Puh 020 7895 500, Fax 020 7895 500
www.luja.fi
etunimi.sukunimi@luja.fi

Lujabetoni on Suomen suurimpia betoniteollisuusyhtiöitä. Se on voimakkaasti kasvava yhtiö, jonka kilpailukyky perustuu vahvaan betoniosaamiseen, aktiiviseen tuotekehitystoimintaan ja tehokkaaseen valtakunnalliseen tehdasverkostoon. Lujabetonin tuotekehityksen painopistealueita ovat energiatehokkaaseen betonirakentamiseen kehitetyt ratkaisut sekä asiakkaiden rakentamista helpottavat kokonaisvaltaiset ratkaisut esim. kerrostalojärjestelmä.

Lujabetonilla on 25 tehdasta. Tehdasverkosto kattaa koko Suomen ja lisäksi tehtaita on kaksi Tukholmassa ja kolme Pietarissa. Suurimmat betonielementtitehtaat sijaitsevat Hämeenlinnassa, Taavetissa, Siilinjärvellä ja Haapajärvellä. Elementtien lisäksi yhtiön päätuotteita ovat valmisbetoni, teräsbetonipaalu, betoniset ratapölyt ja Luja-kivitalopakettit. Lisäksi Lujabetoni valmistaa mm. harkkoja, pihakiviä, pylväsjalustoja, Luja-moduleita sekä useita infrarakentamisen erikoistuotteita.

m

MH-Betoni Oy

Läsäntie 3, 41660 Toivakka
Puh 0207 931400, Fax 0207 931401
www.mh-betoni.fi
ilkka.honkonen@mhm-betoni.fi



Mikkelin Beton Oy

Pursialankatu 15, 50100 Mikkeli
Puh 015 321 550, Fax 015 321 5531
www.mikkelinbetoni.fi
markku.vaha-mustajarvi@mikkelinbetoni.fi

Tehtaat Mikkelin toimipisteen lisäksi: Nummelan tehdas

Kaukoilantie 4, 03100 Nummela
Puh 044 585 6100, Fax 09 224 33516

Vierumäen tehdas

Urajärventie 112, 19110 Vierumäki
Puh 03 875 610, Fax 03 7182 684



Mikrobetoni Oy

PL 102 (Kolavankatu 2), 15160 Lahti
Puh 03 7846 969, Fax 03 7840 131
www.rakennusbetoni.fi
esa.konsti@rakennusbetoni.fi

Monier Oy

Sinikalliontie 9, 02630 Espoo
Puh 09 2533 771, Fax 09 2533 7310
www.monier.fi
niina.haahkola@monier.com

Tehtaat:

Pennalan tehdas

Tiilentie 1, 16320 Pennala
Puh 09 2533 771, Fax 09 2533 7310

n



Napapiirin Betoni Oy

Jämytie 2, 96910 Rovaniemi
Puh 020 7933 200, Fax 020 7933 220
www.napapiirinbetoni.fi
pekka.kellokumpu@napapiirinbetoni.fi

Myynti:

Elementit:

Pekka Kellokumpu, 020 7933 208

Ympäristö- ja kunnallistekniset betonituotteet:

Ilkka Väänänen, 020 7933 203

Asko Yrjänheikki, 020 7933 204

Valmisbetoni:

Ilkka Väänänen, 020 7933 203

o

Ohenmäen Sora Oy

Kuopiontie 835, 74100 Iisalmi
Puh 017 744 221, Fax 017 744 251
www.ohenmaensora.fi
kimmo.vaak@ohenmaensora.fi

Tehtaat lisälmen valmisbetonitehtaan lisäksi:

Kiuruveden tehdas

Puh 017 753 224, Fax 017 753 225

p



Enemmän kuin betonia

Parma Oy

PL 76, (Hiidenmäentie 20), 03101 Nummela
Puh 020 577 5500, Fax 020 577 5575
www.parma.fi
info@parma.fi

Parma Oy:n valtakunnallinen myynti:

PL 76 (Hiidenmäentie 20) 03101 Nummela
etunimi.sukunimi@parma.fi

Parma Oy on betonisten valmisosien johtava valmistaja Suomessa. Tuotevalikoimaamme kuuluvat mm. perustusten, julkisivujen, tasojen ja runkojen betonielementit kattavasti pientalo-, asuin-, toimitila- ja infrarakentamisen tarpeisiin. Elementtien lisäksi valmistamme mm. jännitettyjä Parman ecopaaluja ja ratapölkkyjä. Toimituskokonaisuuteen voi puhtaan elementtitoimituksen lisäksi sisältyä palvelut suunnitteluratkaisuista monipuolisiin työmaatoimintoihin. Toimimme 12 paikkakunnalla ja tehtaamme sijaitsevat suurimpien kaupunkien välittömässä läheisyydessä. Parma kuuluu Consolis-konserniin, joka on Euroopan suurin betoniteknikkaan perustuvien ratkaisujen tuottaja ja betonisten valmisosien valmistaja.

Peab Industri Oy / MBR ja Vaasan Betoni

Peab Industri Oy
Pitäjäntämentie 14, 00380 Helsinki
puh 044 0111 001, fax 02 4845 602
www.peabindustri.fi
info@mbr.fi



MBR Toimisto

Ahtonkaari 1 C, 21420 Lieto

puh 02 4845 600, fax 02 4845 602
www.mbr.fi

Tehtaita ja toimipisteitä:

MBR Marttilan Betoniasema

Härkätie 1358, 21560 Ollila
Puh 0290 091 092, Fax 02 4846 726

MBR Salon betoniasema

Uitonnummentie 82, 24260 Salo
Puh 0290 091 092, Fax 02 7344 896

MBR Lohjan betoniasema

Pysäkkitie 12, 08680 Muijala
Puh 0290 091 093, Fax 019 324 054

MBR Liedon betoniasema

Pääskyntie 5, 21420 Lieto
Puh 0290 091 092, Fax 02 4879 801

MBR Naantalın betoniasema

Prosessikatu 17, 21100 Naantali
Puh 0290 091 092, Fax 02 4393 400

MBR Kirkkonummen betoniasema

Ojangontie 20, 02400 Kirkkonummi
Puh 0290 091 093, Fax 09 276 5013



Tehtaita ja toimipisteitä:

Vaasan Betoni

Valimontie 7, 65100 Vaasa
Puh 06 320 8150, Fax 06 312 7526

Toimisto: Puh 06 320 8100

Lapuan Betoni

Patruunatehtaan tie 3, 62100 Lapua
Puh 06 484 6576, Fax 06 484 6567

Isonkyrön Betoni

Ritalanraitti 78, 66440 Tervajoki
Puh 06 478 5133, Fax 06 472 4068

Porin Elementtitehdas Oy

Karjalankatu 18, 28130 Pori
Puh 02 633 8122, Fax 02 529 8988
www.porinelementtitehdas.com
jaakko.virtanen@elementtitehdas.inet.fi

r

Rajaville Oy

PL 4 (Teknologiantie 13), 90501 Oulu
Puh 0205 77 5800, Fax 0205 77 5801
www.rajaville.fi
Sähköposti: etunimi.sukunimi@rajaville.fi

Toimitusjohtaja:

Samuli Liiska, puh 020 793 5860

Elementtimyynti:

Kalle Aalto, puh 020 793 5822

Elementtimyynti:

Markku Rosenberg, puh 020 793 5821

Maatalousseinät:

Janne Hautala, puh 020 793 5880

Pientalot/Suunnittelu:

Jari Karjalainen, puh 020 793 5832

Tuotantopäällikkö:

Hannu Pihlajaviita, puh 020 793 5870

Tehtaat:

Oulun tehdas

PL 4 (Soramäentie 1), 90501 Oulu
Puh 0207 93 5800, Fax 0205 77 5801

Haukiputaan tehdas

PL 4 (Annalankankaantie 20), 90501 Oulu
Puh 0207 93 5800, Fax 0207 93 5869



Rakennusbetoni- ja Elementti Oy

PL 102 (Kukonkankaantie 8), 15871 Hollola
Puh 03 877 200 Fax 03 877 2010
www.rakennusbetoni.fi
esa.konsti@rakennusbetoni.fi



Rudus Oy

PL 49 (Pronssitie 1), 00441 Helsinki
Puh 020 447 711, Fax 020 447 7238
www.rudus.fi
etunimi.sukunimi@rudus.fi

Rudus Oy on kivipohjaisten rakennusmateriaalien kehittäjä ja toimittaja. Rakentaja saa Rudukselta kaiken tarvitsemansa saman katon alta: betonin, betonituotteet, kiviainekset, murskausurakoinnin ja kierrätyksen.



Ruskon Betoni Oy

Piihantie 15, 90620 Oulu
Puh 0207 933 400, Fax 0207 933 407
www.ruskonbetoni.fi
etunimi.sukunimi@ruskonbetoni.fi

Ruskon Betoni Oy on valmisbetonin valmistamiseen ja siihen liittyviin palveluihin erikoistunut kotimainen perheyrittäjä, joka toimii usealla paikkakunnalla ympäri Suomea.

s



Saint-Gobain Weber Oy Ab

Strömberginkuja 2, (PL 70) 00380 Helsinki
Puh 010 44 22 00, Fax 010 44 22 295
www.e-weber.fi
etunimi.sukunimi@e-weber.fi

Saint-Gobain Weber Oy Ab on johtava mineraalipohjaisten rakennusmateriaalien valmistaja. Weber tarjoaa tunnettua, ammattilaisten arvostamia Kahi-, Leca- ja Vetoniit-tuotteita sekä niihin perustuvia kokonaisratkaisuja uudis- ja korjausrakentamisen tarpeisiin. Tuotevalikoimaamme kuuluu yhteensä 600 tuotetta ja ratkaisua.

Olemme osa kansainvälistä Saint-Gobain -konsernia, joka on maailman johtava rakennustuotteiden toimittaja. Suomessa meillä on yhdeksän tehdasta: Oitin harkkotehdas, kuivatuotetehtaat Paraisilla, Ojakkalassa, Kiikalassa ja Oulussa, Kahi-tiilittehtaat Kiikalassa ja Naarajärvellä, Kuusasankoskella Leca-soratehdas, Tervolan siroitetehtas sekä neljä aluevarastoa Vantaalla, Kuopiossa, Tampereella ja Oulussa. Myynti: jälleenmyyjät kautta maan.



Suutarinen Yhtiöt

Vuorilahdentie 7, 52700 Mäntyharju
Puh 0207 940 640, Fax 0207 940 641
www.suutarinen.fi
etunimi.sukunimi@suutarinen.fi

Tehtaita ja toimipisteitä:

Sora ja Betoni V. Suutarinen Ky,
Kangaslammenraitti, 52700 Mäntyharju
Puh 0207 940 640, Fax 0207 940 646

Matrella Oy, Mikkeli

Pursialankatu 28, 50100 Mikkeli
Puh 0207 940 649, Fax 0207 940 647

Toimitusjohtaja:

Timo Suutarinen timo.suutarinen@suutarinen.fi

Yhteyshenkilö:

Janne Vilve janne.vilve@suutarinen.fi, 040 531 99 35

Valmistamme myös VSS-elementtejä (puh. 0400-653701)
ja KIVITASKU-pientaloja.

V**VaBe®****Valkeakosken Betoni Oy****Valkeakosken Betoni Oy**

Sammonkatu 10, 37600 Valkeakoski
Puh 010 678 100, Fax 010 617 8150
www.vabe.fi
etunimi@vabe.fi

VB-Betoni Oy

Ouluntie 115, 91700 Vaala
Puh 020 741 3420, Fax 020 741 3429
www.vb-betoni.fi
tarja.nummi@vb-betoni.fi

Y**YBT Oy**

Valimontie 1, 95600 Ylitornio
Puh 0400 93 0400, Fax 0420 93 0400
www.ybt.fi
ybt@ybt.fi
Toimitusjohtaja:
Juha Alapuranen 0400 696 695, juha@ybt.fi
Tuotantopäällikkö:
Pertti Pirttikoski 0400 562 914, pertti@ybt.fi
Elementtiasennus:
Mika Ylitalo 044 3310 163, mika.ylitalo@ybt.fi

Tehtaat Ylitornion toimipisteen lisäksi:**YBT Oy Raahen**

Betonimyllyrinkatu 1, 92120 Raahen
Tehdaspaällikkö:
Erkki Maliniemi 050 5829 415, erkki@ybt.fi

Kuhmon Betoni Oy

Valimontie 11, 88900 Kuhmo
Toimitusjohtaja:
Eero Pöllänen 0400 166 983,
eero.pollanen@betoni.inet.fi

Ylitornion tehdas: ylitornio@ybt.fi

Raahen tehdas: raahen@ybt.fi

Kuhmon tehdas: eero.pollanen@betoni.inet.fi

ä**Ämmän Betoni Oy**

PL 19 (Lomakyläntie 3), 89601 Suomussalmi
Puh 08 617 900, Fax 08 617 9020
toimisto@ammanbetoni.fi

betoni hakemisto

**BETONITEOLLISUUS RY:N KANNATUS-
JÄSENYRITYSTEN TUOTTEET, PALVELUT
& TOIMIPISTEET**

a**Anstar Oy**

Erstantie 2, 15540 Villähde
Puh 03 872 200, Fax 03 8722 020
www.anstar.fi
anstar@anstar.fi

Ardex Oy

PL 53, 02651 Espoo
Puh 09 686 9140, Fax 09 6869 1433
www.ardex.fi
pekka.sintonen@ardex.fi

b**BASF Oy Rakennuskemikaaliosasto**

PL 94, (Lyhtytie 3) 11101 Riihimäki
Puh 010 830 2000, Fax 010 830 2050
www.basf-cc.fi
mbt.finland@basf.com

C**Celsa Steel Service Oy**

Jokitie 35, 10410 Äminnefors
Puh. 019 22 131, Fax 019 221 3300
www.celsa-steelservice.com
info.betoniterakset@celsa-steelservice.com

Tehtaat ja toimipisteet:**Espoo**

Puh. 019 22 131, Fax 019 853 1957
PL 24 (Juvan teollisuuskatu 19), 02921 Espoo

Äminnefors

Puh 019 22 131, Fax 019 221 3300
Jokitie 35, 10410 Äminnefors

Lempäälän myyntikonttori

Puh 019 22 131, Fax 03 367 0699
Niinikurantie 17, 33880 Lempäälä

Kuopion myyntikonttori

Puh 019 22 131, Fax 017 364 5600
Vantatie 3, 70460 Kuopio

CONTESTA**Contesta Oy**

PL 23 (Kiltterinkuja 2), 01601 Vantaa
Puh 09 2525 2425
www.contesta.fi

Vantaan toimipisteen lisäksi:**Contesta Oy Parainen**

Varastokuja 1, 21600 Parainen
Puh 0207 430 620

Betonin testaus, tutkimus- ja asiantuntijapalvelut

d

Doka Finland Oy

Selintie 542, 03320 SELKI
Puh 09 224 2640, Fax 09 2242 6420
www.doka.com
finland@doka.com

e

Elematic Oy Ab

PL 33 (Aiolantie 2), 37801 Toijala
Puh 03 549 511, Fax 03 549 5300
www.elematic.com
petri.vesa@elematic.com

Embra Oy

Fiskarsinkatu 7 A 2. krs., 20750 Turku
Puh 020 7121 434, Fax 020 7121 431
www.cemexfinland.fi
stig.kavander@cemex.com

Tehtaita ja toimipisteitä: Turku

Fiskarsinkatu 7 A 2. krs., 20750 Turku
Puh 0207 121 434, Fax 0207 121 431

Joensuu

Syväsatama, 80220 Joensuu
Puh 0207 121 437, Fax 0207 121 439

Emeca Oy

Hiljasentie 28 C, 27710 Köyliö
Puh 02 5545 353, Fax 02 5545 354
www.emeca.fi
petri.koivunen@emeca.fi

f



FINNSEMENTTI

Finnsementti Oy

Skräbböläntie 18, 21600 Parainen
Puh 0201 206 200, Fax 0201 206 311
www.finnsementti.fi
info@finnsementti.fi
etunimi.sukunimi@finnsementti.fi

Toimipisteet Paraisten lisäksi: Lappeenranta tehdas

Poikkitie 105, 53500 Lappeenranta
Puh 0201 206 200

Tuotteemme ovat sementit, betonin lisäaineet ja kivirouheet.

h

Halfen Ab

PL 21, 00621 Helsinki
Puh 010 633 8781, Fax 010 6338 789
www.halfen.fi
myynti@halfen.fi

i

Interrock Oy

Olkiluodontie 380, 27150 Eurajoki
Puh 02 868 4600, Fax 02 868 455
www.interrock.fi
jarno.virmasuo@interrock.fi

l

Leimet Oy

Yrittäjätie 7, 27230 Lappi
Puh 02 8387 3300, Fax 02 8387 3370
www.leimet.fi
leimet@leimet.fi

Paalutarvikkeita jo yli 40-vuoden kokemuksella.

o

Okaria Oy

Jousitie 6, 20760 Piispanristi
Puh 02 2739 450
www.okaria.fi
terhi.nyman@okaria.fi / myynti@okaria.fi

Okaria Oy on Suomen johtava betonivalutarvikkeiden tuotekehitykseen ja myyntiin erikoistunut yritys. Laajan betonivalutarvikkeiston lisäksi varastostamme löytyy kattava valikoima sidelankoja, tartuntakierteitä ja magneetteja.

p

Peikko Finland Oy

PL 104, (Voimakatu 3), 15101 Lahti
Puh 03 844 511, Fax 03 733 0152
www.peikko.com
mikko.kuusilehto@peikko.com



PERI Suomi Ltd Oy

Hakakalliontie 5, 05460 Hyvinkää
Puh 010 8370 700, Fax: 019 2664 666
www.perisuomi.fi
info@perisuomi.fi

Pintos Oy

Pysäköintie 12, 27510 Eura
Puh 02 838 5200, Fax 02 865 1755
www.pintos.fi
jussi.kosunen@pintos.fi

r

R-Group Finland Oy

PL 37 (Olavinkatu 1) Savonlinna
Puh 020 722 9420, Fax 020 722 9421
www.rgroup.fi
etunimi.sukunimi@repo.fi

s

Salon Tukituote Oy

Kaskiahonkatu 8, 24280 Salo
Puh 02 731 2415, Fax 02 733 3922
www.tukituote.fi
tukituote@tukituote.fi

Semtu Oy

PL 124, 04201 Kerava
Martinkyläntie 586, 04240 Talma
Puh 09 2747 950, Fax 09 2710 020
www.semtu.fi
mailbox@semtu.fi

t

Tekla Oy

Metsäpojoankuja 1, 02130 Espoo
Puh 03 066110, Fax 03 0661 1500
www.tekla.com
kenneth.fogde@tekla.com



ThermiSol Oy

Toravantie 18, 38210 Sastamala
Puh 010 8419200
www.thermisol.fi

Tehtaita ja toimipisteitä: Sastamala

Toravantie 18, 38210 Sastamala

Nurmijärvi

Vaaksintie 2, 05100 Ryykkä

Vimpeli

Vähtärantie 1, 62800 Vimpeli

Rovaniemi

Totontie 8, 97140 Muurola

Tuotteet, joita ensisijaisesti tarjoamme betonitarpeisiin, ovat mm: Ontelolaattojen eristeet, sandwichelement-tieristeet ja rappaukseen soveltuvat eristeet (ThermiSol Platina -tuotteet). Valikoimiimme kuuluu paljon erilaisia eristeitä lattiasta kattoon.

Yhteyshenkilö:

Pasi Huhdanpää, gsm. 0500 860 787
pasi.huhdanpaa@thermisol.fi

u



UK-Muovi Oy

Muovikatu 9, 74120 Iisalmi
Puh 017 821 8111, Fax 017 825 156
tilaukset@ukmuovi.fi
www.ukmuovi.fi
www.grafiittieriste.fi

Tuotteitamme ovat mm. EPS- ja grafiittieristeet seinä-, katto- ja lattiaelementteihin, myös rappaukseen soveltuvat eristeet. Valmistamme myös erilaisia korokkeita, väliskeleitä ja kiinnikkeitä betonivalutöihin.



Plus
sementti

Pienempi jälki on Plussaa

Plussementti on ympäristöystävällinen ratkaisu betonirakentamiseen. Plussementin käyttäminen vähentää rakentamisen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Tämä perustuu ennen kaikkea siihen, että korvaamme seosaineilla sementtiklinkkerin osuutta, mikä parantaa muutenkin sementin ominaisuuksia. Lisätietoja löydät osoitteesta:

www.finnsementti.fi Tästä sementistä olemme aivan erityisen ylpeitä.

Betoni on massiivisuutensa ansiosta muutenkin ekotehokas materiaali. Siitä rakennetaan energiatehokkaita rakennuksia, jotka kuluttavat elinkaarensa aikana vähän energiaa.



FINNSEMENTTI

Visioi – me taivutamme betonin tahtoosi

11
betoni

VUODEN BETONIRAKENNE

Asunto Oy Helsingin Flooran-
aukio ja Kiinteistö Oy Lontoon-
kuja palkittiin vuoden 2011
betonirakenteena taitavasta
suunnittelusta sekä ammatti-
taitoisesta toteutuksesta.

”Erityisesti sisäpihan julkisi-
vujen veistoksellisissa raken-
teissa betonin muovailtavuus
ja hienopiirteisyys tulevat esiin
rakennuksen arkkitehtuurissa.
Teknisesti haastava elementti-
työ asennuksineen on onnis-
tunut, mikä viimeistelee ra-
kennuksen korkealuokkaisen
ulkoasun.”

Valitse viisaasti moderni
betonivalmisosa ja sille
osaavin toteuttaja.

PARMA

Enemmän kuin betonia

www.parma.fi

