

4 2010

betoni

80 vuotta



betoni 80. vuosikerta – volume
ilmestyy 4 kertaa vuodessa
Tilaushinta 54 euroa
Irttonumero 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
Maritta Koivisto ja
Forssan Kirjapaino: Marjatta Koivisto

Käännökset – Translations
Tiina Hiljanen

Tilaukset, osoitteenmuutokset
rsvp@betoni.com
RIA-, RIL-, RKL-, SAFA-, VAR -jäsenet omiin
järjestöihinsä

Julkaisija ja kustantaja – Publisher
Betoniteollisuus ry –
Construction Product Industry, RTT ry
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.lis. Ulla-Kirsti Junttila
TkT Anna Kronlöf
TkT Jussi Mattila
DI Seppo Petrow
DI Markku Rotko
DI Ossi Räsänen
RI Kimmo Sandberg
DI Arto Suikka
Arkkitehti SAFA Hannu Tikka
RI Harri Tinkanen
DI Matti J. Virtanen
DI Matti T. Virtanen
DI Pekka Vuorinen

Ilmoitukset – Advertising Manager
Julkaisu Bookers Oy
Orvokki Toivanen
tel. +358 (0)9 77382219
telefax +358 (0)9 7 737 318
orvokki.toivanen@bookers.fi
sekä
Betoniteollisuus ry:n jäsenyritykset:
Paula Karvonen
tel. +358 (0)9 1299 401
gsm + 358 (0)50 376 2005
telefax +358 (0)9 1299 291
paula.karvonen@betoni.com

Kirjapaino – Printers
Forssa Print

Kansi – Cover
Aistipaviljonki betonityö 2010. Aalto yliopiston
arkkitehtuurin laitos. Kristian Karell, Antti Nurmio,
Ilari Männistö, Sami Kaleva.
Kuva: Anne Kinnunen. 2010.

PÄÄKIRJOITUS – Preface

BETONILLA JA BETONI -LEHELLÄ ON EDESSÄ ENERGIAHEHOKKAITA VUOSIA

7

Maritta Koivisto – Concrete and Concrete Magazine look forward to energy-efficient years

ROLEX LEARNING CENTRE – UUDEN AJAN KIRJASTOTILA

8

Tarja Nurmi – Rolex Learning Centre – a modern-era library

BETONI UUDESSA VALOSSA

15

– VALOKUITU TEKEE BETONIN LÄPINÄKYVÄKSI

Risto Pesonen – Fiber optics make concrete transparent

AISTIPAVILJONKI – ENSIMMÄISEN VUOSIKURSSIN BETONITYÖ 2010

18

AALTO-YLIOPISTON ARKKITEHTUURIN LAITOKSELLE

Päivi Väisänen, Anu Puustinen – Concrete exercise of first-year students in 2010

EUROOPAN BETONIIHDISTYSTEN LIITO, BETONIKILPAILU ON RATKAISTU

22

Arvi Ilonen

VALKOISENLÄHTEENTIE YHDISTÄÄ PÄÄRADAN ITÄ- JA LÄNSIPUOLEN TIKKURILASSA

24

Ulla-Kirsti Junttila, Niina Meronen – Valkoisenlähteentie Road connects east and west sides of main railway line

SUOJELLUN VOIMATALON SISÄPIHALLE UUDET BETONIELEMENTTIJULKISIVUT

28

Sirkka Saarinen – Power House provided with new precast concrete facades in internal courtyard

IITIN KIRKON KATTO UUSITTIIN BETONIPAANUILLA

32

Arto Suikka – Concrete shingle roofing of Iitti Church

BETONI ON NANORAKENNE

36

Anna Kronlöf, Tapio Vehmas, Iya Anoshkin – Concrete is a nanostructured material

BETONI ON HIILIDIOKSIDINIELU

42

Jorma Virtanen – Concrete acts as a carbon dioxide sink

ONKO SUOMESSA ONGELMAA NIMELTÄ ALKALI-KIVIAINESREAKTIO?

46

Hannu Pyy, Erika Holt – Does es Finland have an alkali-aggregate reaction problem?

TOTTA VAI TARUA? – KOLUMNI

49

Jussi Mattila

ALUSTABETONIN KOSTEUSPITOISUUDEN VAIKUTUS PINNOITTEEN TARTUNTAAN

50

Jarmo Saarinen – Effect of moisture content of concrete substrate on coating bond

BETONI-TERÄS -LIITTORAKENTEIDEN SUUNNITTELU EUROKOODIEN MUKAAN

56

Mikko Peltomaa – Design of concrete-steel composite structures according to Eurocodes

HENKILÖKUVASSA – ANU PUUSTINEN JA VILLE HARA

60

Sirkka Saarinen

BETONIALAN UUSIA JULKAISUJA, KURSSEJA, UUTISIA, TUOTEUUTISIA

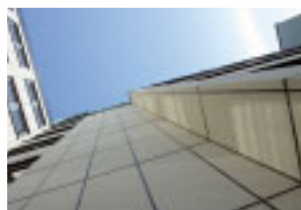
62

BETONI -LEHTIEN SISÄLLÖT 2010

64



Rolex Learning Centre



Voimatalo



Iitin kirkko



HAASTA MEIDÄT

Räätälöimme palvelumme aina asiakkaan tarpeiden mukaisesti – olipa kyse sitten uudesta, kiiltävästä design-betonilattiasta tai saneerattavasta sirote-, epoksi- tai betonilattiasta. Kulunut, pölyävä lattia kannattaa kunnostaa ajoissa, muuten lattia on vaaraksi koneille, laitteille ja ihmisten terveydelle.

Mitä aikaisemmin työ suoritetaan sitä edullisemmaksi saneeraus tulee. Kunnostamme lattiasi nopeasti, vaivattomasti ja niin, että työ ei häiritse tilan normaalia käyttöä.

Anna meille lattiahaasteesi niin tarjoamme sinulle ratkaisun.

Ylivoimaisen lattian takana **dyny**

www.dyny.fi

JÄRJESTELMÄRATKAISU M1-LUOKITELLUILLA TUOTTEILLA SISÄILMAKORJAUKSIIN

ALUSTAN KOSTEUDEN,
RADONIN JA MUIDEN HAITTA-
AINEIDEN HALLINTAAN



LATTIA

HÖYRYNSULKU
ARDEX EP 2000

LATTIATASOITUS
ARDEX K 14

PÄÄLLYSTELIIMA
ARDEX PREMIUM U 2200

SEINÄ- JA KARMITIIVISTYKSET

TIIVISTYS
ARDEX 8+9

TASOITUS
ARDEX F 5

MAKSUTTOMAT SISÄILMAKOULUTUKSET

12.1. Espoo	10.2. Turku	10.3. Rauma	31.3. Kajaani
20.1. Pori	16.2. Espoo	16.3. Varkaus	7.4. Oulu
27.1. T:re	17.2. Kuopio	17.3. Mikkeli	13.4. Espoo
27.1. J:kylä	23.2. Iisalmi	17.3. Kotka	20.4. L:ranta
1.2. R:niemi	24.2. Vaasa	23.3. Espoo	27.4. T:re
4.2. Oulu	3.3. Karjaa	23.3. S:joki	28.4. Turku
10.2. Kouvola	9.3. Espoo	24.3. Lahti	11.4. Espoo

Ilmoittaudu kotisivujen kautta tai soita!

ARDEX OY

puh. 09-6869 140
www.ardex.fi



VARMALLA POHJALLA

Autonrenkaan uusi elämä



Autonrenkaiden
uusiokäyttöä jo
yli 20 vuoden
kokemuksella!

Betonisekoittajan lapa

Kuorma-auton teräskudoksenrenkaista valmistettu edullinen PULTEK-kumilapa on kestävä, meluton ja pidentää huomattavasti kulutuslevyjen kestoikää.

Asennusvalmis PULTEK-lapa sopii kaikkiin markkinoilla oleviin sekoittimiin.

PULTEK OY

83450 Vaivio
p.(013) 648 101, 0400 272790
f.(013) 648 189
kauko.kareinen@pultekky.inet.fi
www.pultek.com

Finnmap Consulting
FMC GROUP

Johtavaa rakenneteknistä suunnittelua ja konsultointia

- yrityksemme ympärille on rakentunut vahva ja monipuolinen konserni, FMC Group
- tarjoamme paikallista palvelua eri puolille Suomea niin uudis- kuin korjausrakentamisessa

www.finnmapcons.fi

Finnmap Consulting Oy, PL 88, Ratamestarinkatu 7a,
00521 Helsinki, puh. 0207 393 300, fax 0207 393 396

Betonitekniikan osaamista pintaa syvemältä



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

Contesta Oy

Kilterinkuja 2, PL 23, 01601 Vantaa
Puh. (09) 2525 2425, fax (09) 2525 2426
Skräbbölentie 16, 21600 Parainen
Puh. 020 7430 620, fax 020 7430 621

www.contesta.fi

CONTESTA

BOLTOP-lattiapinnoitteet rakentamiseen



Värit ja kuviot - oma yksilöllinen design.
Saumaton, kestävä, helppohoitoinen.

Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy
Omni-ympäristötuotteet
Puusepätie 11
04360 Tuusula
Puh. 02071 50500
www.omni-sica.fi

Paras tapa rakentaa



Aalto-yliopisto

Jalosta osaamistasi – yhdistä uusin tieto ja verkostot tulevaisuuden kilpailukyvyksi

Rakennuttajakoulutus (RAPS) 6.4.-17.11.2011

- Rakennushankkeiden projektinjohtokoulutus (26 op) valmentaa vanhemman rakennuttajan (RAPS) pätevyyyteen.

Pääsuunnittelijakoulutus 6.4.-13.10.2011

- Suunnittelun ja johtamisen täydennyskoulutusohjelma (17 op) on pääsuunnittelijan pätevyuden toteamisen menettelyyn (FISE) edellyttämää täydennyskoulutusta.

Vahvan asiantuntijaverkostomme pitkäjänteinen työ palvelee asiakkaitamme laajasti ja eri näkökulmista osittain yhteisillä jaksoilla. Koolla on foorumi, joka on merkittävässä roolissa valmistelemaan toimialan päätöksiä ja tekemässä tulevaisuuden ratkaisuja.

Varmista paikkasi ajoissa ja hyödynnä nopean ilmoittautujan etuhinta 21.1.2011 mennessä.

dipoli.tkk.fi/rakentaminen
erja.laurila@aalto.fi | 050 300 6558

KIINKON RAKENNUTTAMISEN JA SUUNNITTELUN TUOTEPERHEEN TARJONTAA VUONNA 2011

Yhteistyössä RAKLI ja KIINKO

Seminaarit:

- Rakennuttajapäivät 2011, 20.-21.1.2011
- Mitä rakennuttajan tulee tietää kiinteistöliiketoiminnasta? 3.-4.2.2011
- Projektinjohtototeutusmuodot 8.2.2011
- Senioriasuminen ja palvelut 2011, 11.2.2011
- Tilaajan vastuut ja työturvallisuus korjaushankkeessa 21.3.2011 ja 15.9.2011
- Tilaajan vastuut ja työturvallisuus infra-hankkeessa 22.3.2011 ja 27.9.2011
- Rakennusten ympäristöluokitukset ja rakennuttaminen 24.3.2011
- Julkiset hankinnat rakennuttamisessa 12.-13.4.2011

Syksyllä 2011

alkavat koulutusohjelmat:

- Asiakaslähtöinen rakennuttaminen (RAP) 2011-2012
- Infra-Rakennuttaja (RAP) 2011-2012
- Asiakaslähtöinen korjausrakennuttaminen (RAP) 2011-2012
- Infran kunnossapidon johtaminen (KUP) 2011-2012
- Asiakaslähtöinen pääsuunnittelija (PS) 2011-2012
- Rakennuttamisen johtaminen (RAPS) 2011-2012
- Infrastruktuurin tuottamisen johtaminen (RAPS) 2011-2012
- Kiinteistökehittämisen ja korjausrakennuttamisen johtaminen (RAPS) 2011-2012
- Tulevaisuuden johtaja (TUJO) 2011-2012
- Rakennuttamisen ja sopimustekniikan perusteet (RAPE) 2011-2012

Tutustu koulutusten sisältöihin ja aikatauluihin osoitteesta:
www.kiinko.fi > rakennuttaminen ja suunnittelu

Lisätietoja:

Pirjo Honkaniemi
puh. (09) 3509 2956 / 0500 703 884
pirjo.honkaniemi@kiinko.fi / www.kiinko.fi



Kiinteistöalan Koulutuskeskus • Kiinteistöalan Koulutussäätiö



Malmin asematie 6, 00700 Helsinki, puhelin 3509 290, faksi (09) 3511 380, www.kiinko.fi



Kohoavat energiakustannukset nostavat taloudellisempien eristeratkaisuiden vaatimuksia. Sto maailman johtavana eristerappaustoimittajana ja yli 400 milj. m² kokemuksella, antaa mahdollisuuden erilaisiin energiaa säästäviin ratkaisuihin. Asiantuntijamme auttavat valitsemaan juuri oikean ratkaisun kohteeseenne.

Sto | Huolellista rakentamista. Sto Finexter Oy Puh 0207 659 180 | www.stofi.fi







Betonilaboratorio

Betonitutkimukset

- ohut- ja pintahie
- vetolujuus
- kloridimääritykset

Haitta-ainetutkimukset

- PAH, PCB, Pb
- asbestianalyysit

Mikrobitutkimukset

Laadunvarmistuskokeet

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



www.wspgroup.fi



yhdessä yhteiskuntaa rakentaen



Kestävien kivipintojen puolesta

Kotimaiset **Tikkurila Finngard** -tuotteet on kehitetty kiviainespinnoille pohjoismaisiin olosuhteisiin, ammattilaisten käyttöön. Finngard-menetelmien avulla löydät helposti ja nopeasti oikean käsittely-yhdistelmän kivipinnoille. Ota yhteys alueesi edustajaan tai tutustu tarkemmin:

www.tikkurila.fi/finngard



TIKKURILA
VÄRIEN VOIMAA

betoni-lehti kiittää yhteistyöstä ja kuluneesta vuodesta ja toivottaa antoisia ja menestyksellisiä hetkiä vuodelle 2011!

Kiitos!

betoni.com

asiantuntijapalvelut erikoisjulkaisut tapahtumat koulutus





BETONILLA JA BETONI-LEHDELLÄ ON EDESSÄ ENERGIAATEHOKKAITA VUOSIA

Betoni -lehdellä on vaiherikas 80 vuotta takanaan. Se on historiansa aikana ilmestynyt neljällä eri nimellä: *Sementtivalmiste-Cementprodukt* (1930 alkaen), *Sementtituote* (1949 - 1962), *Betonituote* (1962-1991) ja vuodesta 1992 alkaen nykyisellä nimellään *Betoni*. Vuonna 1930 perustetun Suomen Sementtityhdistyksen tiedonantolehdestä Sementtivalmiste on nykyisestä Betonista kehittynyt merkittävä rakentamiseen ja betoniin liittyvän tiedon ammattijulkaisu. Lehti onkin saanut kiitosta lukijoiltaan ajankohtaisuudesta, asiantuntemuksesta ja luotettavuudesta.

Betonilla – niin materiaalina kuin lehdellä – on haasteita jatkossakin tuoda esiin betonin mahdollisuudet ja vahvuudet.

Rakentamisen laatu, ekologisuus, kestävyys ja energiatehokkuus määrittävät rakennuksen jälleenkäyttöarvon ja säätelevät rakentamista myös tulevaisuudessa.

Betoni edustaa rakentamisessa kestävyyttä ja pitkää käyttöikää – ekologista luonnonmateriaalia, jolla on oikein käytettynä pitkä elinkaari.

Betonin kannalta energiatehokkuuden korostuminen rakennuksissa on positiivinen asia. Kivitalo on tiivis, hyvin ääntä eristävä, palamaton ja pitkäikäinen. Asujalleen ja käyttäjälleen turvallinen ja kestävä vaihtoehto. Kivimateriaalit säästävät massiivisuutensa ansiosta sekä lämmitys- että

jäähdytysenergiaa. Niillä saadaan rakennuksiin hyvä tiiveys ja tasainen sisälämpötila. Materiaalien kestävyys ja pitkä käyttöikä varmistavat rakennusten elinkaarenaikaisen pienen kokonaisenergiankulutuksen.

Näillä argumenteilla ja vahvuuksilla on mahdollisuus kirkastaa ja tiivistää betonialan ja betoniteollisuuden osaamisen viestiä. Kivirakentamisen hyvät asiat on syytä nostaa entistä painokkaammin esiin.

Tyylikästä ja kiinnostavaa lehtiä on betonirakentamisen imagonrakentaja ja käyntikortti. Alan artikkelit toimivat myös koulutustehtävien tukena. Lehden uudistuvat nettisivut palvelevat painetun lehden ohella jatkossa niin lukijoita kuin ilmoittajia ensi vuonna tehokkaammin. Betoniin liittyvät tapahtumat, referenssikohteet, valmistajat ja sidosryhmät ovat entistä helpompi saavuttaa lehden artikkelien ja ilmoitusten kautta.

Lämpimät kiitokset kaikille lukijoille, ilmoittajille, avustajille ja muille yhteistyökumppaneille. Menestyskeikasta ja rakentavaa uutta vuotta!

Maritta Koivisto
päätoimittaja Betoni,
arkkitehti SAFA
maritta.koivisto@betoni.com

80
vuotta
years
1930
2010

CONCRETE AND CONCRETE MAGAZINE LOOK FORWARD TO ENERGY-EFFICIENT YEARS

Concrete Magazine has a past of 80 colourful years. It has been published under four different names: Sementtivalmiste-Cementprodukt (starting in 1930), Sementtituote (1949 - 1962), Betonituote (1962-1991) and Betoni, or Concrete, since 1992 until now. Originally a news bulletin of the Finnish Cement Association, it has developed into a significant trade magazine in the field of construction and concrete. The Magazine has been complimented by several reader groups for its topicality, expertness and reliability.

The main challenge of Concrete – both the material and the Magazine – is also in the future to proclaim the possibilities and strengths of concrete.

The quality, ecology, energy-efficiency and durability of construction determine the reuse value of the building and regulate construction also in the future.

Concrete represents durability and a long service life in construction – it is an ecological natural material with a long life cycle, if used correctly.

The focal position of energy-efficiency is a positive thing for concrete. Stone buildings offer residents and users good properties in terms of tightness, sound insulation and fire safety, and they also have a long service life. The massive nature of a stone building evens out temperature variations, prevents overheating in the summer and regulates the indoor temperature during the below-zero seasons.

These arguments and strengths can be used to highlight and compress the message about the expertise of the concrete industry. The good aspects of stone construction should be voiced with more emphasis.

An elegant and interesting magazine is an image builder and show window for concrete construction. The articles of the trade magazine can also be used for educational purposes. The web site of the Magazine, currently under renewal, will next year together with the printed magazine serve both readers and advertisers more effectively. Events, reference projects, manufactu-

urers and interest groups in the concrete sector will be even easier to reach than before through the articles and advertisements published in the Magazine.

I wish to extend my sincere thanks to all the readers, advertisers, columnists and other cooperation partners.

A Prosperous and Constructive New Year to All Our Readers!

Maritta Koivisto
Editor in chief
Betoni – Concrete Magazine
Architect SAFA
www.betoni.com

ROLEX LEARNING CENTRE – UUDEN AJAN KIRJASTOTILA

Tarja Nurmi, arkkitehti SAFA



EPFL / Takashi Okamoto

1

1
SANAA-arkkitehdit Kazuyo Sejima ja Ryue Nishizawa saivat vuoden 2010 Pritzkerin, arvostetun kansainvälisen rakennustaiteen palkinnon.

Lausannen teknillisen korkeakoulun (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne eli EPFL) uusi kirjasto tai oppimiskeskus on tällä hetkellä yksi Euroopan tunnetuimmista nykyarkkitehtuurin edustajista. Korkeakoulu halusi puoleensavetävän uudisrakennuksen, kun se kutsui useita maailman eturivin arkkitehteja kilpailemaan uuden kirjastonsa suunnittelusta. EPFL:lla oli selvästikin voimakas ja korkealle tähtäävä tahtotila sekä riittävästi rahavaroja yksityisen yrityksen tullessa mukaan suurella panoksella.

Mukaan suunnittelukilpailuun pyydettiin muun muassa maailmalla tunnetut arkkitehdit tai arkkitehtitoimistot kuten Herzog & de Meuron, Mecanoo, Jean Nouvel ja OMA.

Strukturalistiseen kaavaan ja arkkitehtuuriin perustuvan kampuksen keskelle on nyt kohonnut suuri, hieman mutkalle mennyttä emmentaljuustopalasta muistuttava, ilmakuvasa hyvin erottuva levyäinen rakennus. Se otettiin käyttöön keväällä 2010.

Talosta järjestetyn kilpailun voittajiksi nousi yllättäen tokiolainen arkkitehtitoimisto SANAA. Lausannen kirjaston valmistumisen jälkeen arkkitehdit Kazuyo Sejima ja Ryue Nishizawa saivat myös vuoden 2010 Pritzkerin, kansainvälisesti arvostetun rakennustaiteen palkinnon. Euroopan maaperälle toimisto on suunnitellut jo aiemmin, muun muassa Essenin Zollverein -koulun. Se on kuutiomainen betonirakennus, jonka ikkuna-aihetta kopioidaan nykyisin joka puolella maailmaa. SANAA:n tunnetuimpiin rakennuksiin kuuluu myös New Yorkin Manhattanilla sijaitseva kuulaanvaalea New Museum.

Paikan päällä, upean järvi- ja vuoristomaiseman äärellä sijaitseva Rolex Learning Center on saanut yli puolet rahoituksesta tunnetulta kellofirmalta. Merkinä siitä ovat eri puolella rakennusta täsmällisesti käyvät, klassikonomaiset pyöreät valkoiset kellotaulut mustin viisarein.

Talo on auki aamusta iltaan ja myös suurelle yleisölle. Koska se on arkirakennus, mitään turismi-

EPFL / Hisao Suzuki

3



EPFL / Hisao Suzuki

2

EPFL / Hisao Suzuki

4



2

Sisällä tunnelma on kevyt ja valoisa. Lattiataso aaltoilee osassa tiloja jopa melko voimakkaasti.

3, 4

Rolex Learning Centre erottuu kaartuvana, levymäisenä rakennuksena hyvin ympäristöstään.





EPFL / Hisao Suzuki

5

5, 9, 11

Rakennus on avoinna kaikille aamusta iltaan. Voimakasta auringonvaloa säädellään ikkunoiden erilaisten säleikköjen avulla. Aaltoilevat lattiapinnat muodostavat kirjaston käyttäjille myös luontevia tauko- ja tapaamispaikkoja. Kahvila- ja ravintolatiloiissa lattiapinnat noudattavat samaa linjaa. Pääväreinä sisätiloissa ovat valkoinen ja harmaa.

- 1 Main entrance
- 2 Cafe
- 3 Food court
- 4 Bank
- 5 Bookshop
- 6 Offices
- 7 Multipurpose hall
- 8 Library
- 9 Work area
- 10 Ancient books collection
- 11 Research collection
- 12 Restaurant
- 13 Parking
- 14 Storage
- 15 Mechanical



6



7



8

6 - 8

Leikkauspiirrokset.



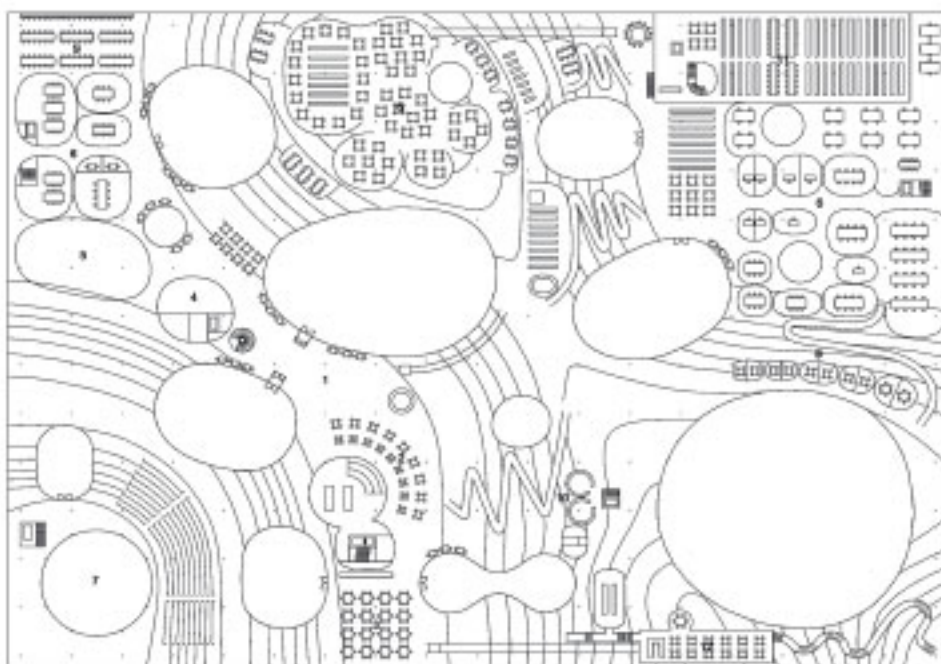
kohdetta siitä ei kuitenkaan haluta tehdä. Periaatteena ovat kuitenkin avoimet ovet, sillä kirjaston käyttö ei edellytä opiskeluoikeutta korkeakoulussa. Tilaohjelmassa on myös kirja- ja paperikauppa, pankki, kolme ravintolaa, auditorio ja paljon muuta. Valtaosan talosta täyttää kuitenkin nykyaikainen asiantuntijakirjasto. Se on sekä perinteinen kirjasto että uusinta oppimisteknologiaa käsittävä tiedon keskittymä, tulevien kansainvälisten asiantuntijoiden ultramoderni tiedon paratiisi.

EI SUORAKULMAISTA VAAN SOLJUVA

Kirjaston erikoisuus on vapaa tilanmuodostus ja aaltoileva, maata kuin kevyesti koskettava alapohja, jonka muotoa rakennuksen katto toistaa ja noudattaa. Periaatteessa yksikerroksiseen rakennukseen tullaan hauskaasti keskeltä eli pohjapiirroksessa sisäänkäynnit pääaulaan ovat kahden "reikämäisen" sisäpihan kautta. Niihin tullaan vuorostaan aaltoilevan, kuin vaihikkaa perille kutsuvan betonisen alapohjan alitse. Se muodostaa hienostuneet, hieman kiiltävät holvit, joiden alla on myös sateelta suojattua ulkotilaa. Käynti rakennukseen johdattuu yllättävän luontevasti ja keskelle kaikkea talon toimintaa kokoavaa, mutta turhasta muodollisuudesta puhdasta aulatilaa.

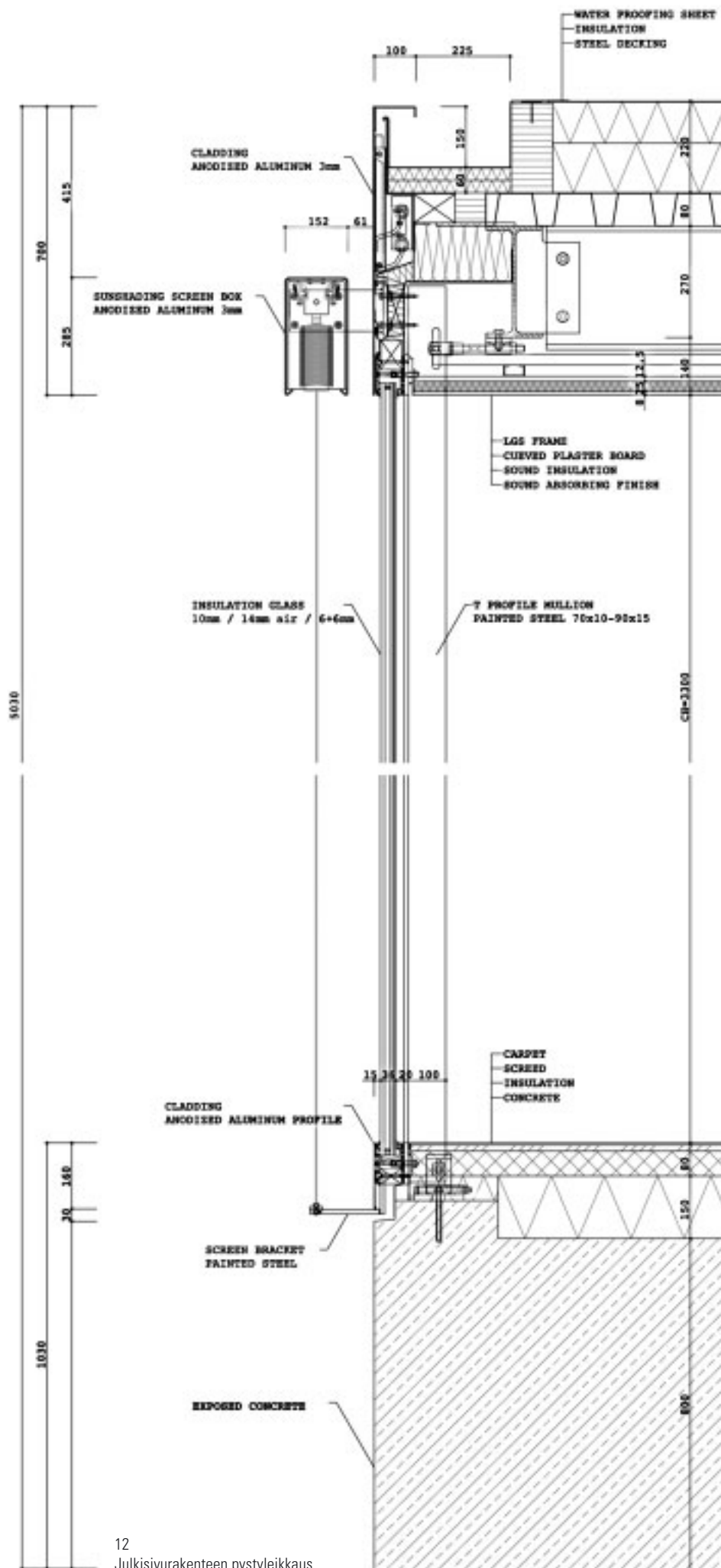
Sisällä tunnelma on kevyt ja valoisa. Vallitsevat värit ovat valkoinen ja harmaa. Lattiataso aaltoilee osassa tiloja jopa melko voimakkaasti, mikä on tuottanut hieman ongelmia liikunta- ja näköesteisiä ajatellen: näkövammaisten olisi helpompi orientoitua suorakulmaiseen koordinaatistoon perustuvasa rakennuksessa.

SANAA on halunnut luoda kirjaston käyttäjille myös luontevia tauko- ja tapaamispaikkoja. Talossa onkin sen kaltevilla lattiapinnoilla ja erilaisissa koloissa ja katveissa tai maiseman äärellä pehmeitä ja värikkäitä tyynypallukoita, joista voi vaivatta muodostaa kalusteryhmiä. Sen sijaan ravintola ja lounaskahvila ovat hyvin pelkistettyjä, valkoisia ja asiallisia ja kalusteiltaan tanskalaishenkisiä. Aukioloajan ulkopuolella niitä voidaan käyttää myös



10
Pohjapiirros.





13 - 15, 17

Muottien rakentaminen ja poisto ovat olleet työmaalla haastavat. Betonipinnat on jätetty sileiksi puhdasvalupinnoiksi. Vaativia vaiheita olivat sekä varsinainen valaminen että muottien poisto.

16

Rakennuksen ulkotiloihin muodostuu suojaisia oleskelupaikkoja.



13



14



15



opiskeluun ja yhdessä työskentelyyn.

Kirjaston ytimen muodostavat noin 500 000 kirjaa, jotka edustavat yhtä Euroopan laajimmista tiedellisistä kokoelmista. Avoin kirjasto-osa on akustiikkansa puolesta poikkeuksellisen rauhallinen. Erikoisratkaisuihin ei ole säästetty myöskään rahaa: Rolex lahjoitti rakennusta varten 60 miljoonaa frangia ja korkeakoulu loput. Tällaista rakennusta ei tavanomaisella budjetilla olisi voitu edes toteuttaa.

Betoni- ja teräsrakenteet perustuvat sveitsiläisestä sillanrakennuksesta tuttuun tekniikkaan. 40 - 80 cm paksu aaltoileva betoninen alapohja on konstruoitu yhteistyössä *Holcimin*, ja useiden insinööritoimistojen kanssa. Näitä ovat muun muassa *Losinger ja BG*.

Taipuvat kaaripinnat on toteutettu käyttämällä terästukia noin 470 kilon verran betonikuutiometriä kohti, joka on noin nelinkertainen määrä tavanomaiseen verrattuna. Erittäin vaativia vaiheita olivat sekä varsinainen valaminen että muottien poisto. Sinänsä mutkattoman näköinen ja lähes minimalistinen rakennus on edellyttänyt toteutusvaiheessa poikkeuksellisen haastavaa yhteistyötä ja erilaisten ratkaisujen tutkimusta. Olisikin outoa, jos Euroopan huippuihin kuuluva korkeakoulu ei olisi halunnut myös uudessa merkkirakennuksessaan osoittaa erinomaisuuttaan ja kykyään vastata haasteisiin ja nimen omaan rakennuttamalla teknisesti toteutukseltaan vaativan rakennuksen.

Taloa puhkoo pohjapiirroksessa yhteensä 14 emmentaaljuustomaista aukkoa, joiden kautta myös raitista ilmaa ja valoa pääsee sisälle muuten mittavan talon uumeniin. Ilmanvaihto on luonnonmukainen, ja ikkunoiden ulkopuolella on metallisia, liian voimakasta auringonvaloa sääteleviä säleikköjä. Huoneilma on hyvä, koska raitista ilmaa pääsee eri puolille rakennusta.

Sisätilassa on vastaavasti myös lasiseinäisiä ryhmätyötiloja. Niissä olisi voitu käyttää myös kaarevia lasipintoja, joista ilmeisesti kustannussyistä on viime hetkellä luovuttu – valitettavasti. Mieleen tulee edellämainitusta Kouvolan uudelle am-



mattikorkeakoululle tehty uudisrakennus Paja. Pajan opiskelutilojen yksi erikoisuus ovat hienot kaarevat, lattiasta kattoon yltävät lasiseinät, ja Lausannessa herääkin kysymys: mikseivät he soittaneet Suomeen lasitehtaaseen? Ainoastaan Credit Suisse -pankin tilojen yhteydessä on pysytty alkuperäisessä ratkaisussa ja panostettu myös hienostuneeseen lasitekologiaan.

Rakennus on energiatehokas ja hyödyntää energiatasapainomielessä mm. läheisen suuren järven vettä. Se on saanut sveitsiläisen *Minergia -tunnuksen*.

Internetsivusto www.rolexlearningcenter.ch käsittelee muun muassa EPFL:n rehtorin videohaastattelun ja kuvamateriaalia kirjastorakennuksesta. Kuuluisa elokuvaohjaaja *Wim Wenders* teki rakennuksesta elokuvan Venetsian biennaaliin 2010, jonka kuraattorina Kazuyo Sejima toimi. EPFL on julkaissut ranskankielisen teoksen, jossa rakennuksen

kertomus esitetään kattavin kuva-aineistoin, myös työmaavaiheet ja alapohjan valu mukaan lukien.

Tilaja: EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)
 Arkkitehdit: SANAA: Kazuyo Sejima + Ryue Nishizawa
 Urakointi: Losinger Construction SA
 Project Management: Botta Management Group AG
 Paikallinen arkkitehti: Architram SA
 Structural Base Concept: SAPS / Sasaki and Partners
 Rakennesuunnittelu: B+G Ingenieur Bollinger Grohmann GmbH

Kirjan tiedot:
 Francesco della Casa & Eugène: Rolex Learning Center
 ISBN: 978-2-88074-861-6
 2010, 172 x 236 mm, 224 sivua
 PPUR 2010
 Kirjasta on sekä ranskan- että englanninkieliset laitokset.

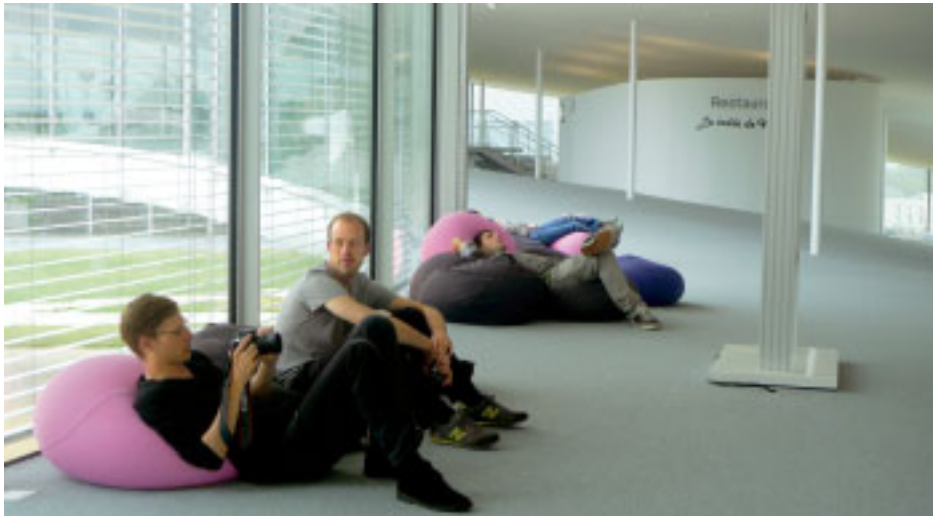


Tarja Nurmi

18

18

Sisäänkäynnit ovat suojaisan sisäpihan kautta.



Tarja Nurmi

19



EPFL

20

19 - 20

Rakennuksesta avautuvat erilaiset näkymät niin sisä- kuin ulkotilojen kautta. Oleskelupaikat ovat rentoja.

ROLEX LEARNING CENTRE – MODERN-ERA LIBRARY

The new library or learning centre of the technical University of Lausanne (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL) is at present one of the best known representatives of iconic modern architecture in Europe. The University was looking for an attractive new building when it invited several of top architects in the world to submit an entry to the design competition for the new library.

The unexpected winner of the competition was SANAA from Tokyo. Upon completion of the library in Lausanne, architects Kazuyo Sejima and Ryue Nishizawa were also awarded the 2010 Pritzker Prize, which is the most acknowledged international prize in construction art.

The large building erected in the centre of the campus based on a structural plan and architecture resembles a slightly warped piece of emmentaler cheese. In an aerial photo it looks to be laminar. The library was inaugurated in the spring of 2010.

More than half of the funding, or 60 million Swiss Francs for the Rolex Learning Center located in the midst of a gorgeous landscape of lakes and mountains came from the famous manufacturer of watches.

The library is characterised by free spatial composition and an undulating ground floor that seems to touch the ground lightly; the roof of the building repeats and follows this shape. The single-storey building is in a fun way accessed in the centre; the entrances to the main lobby are through two atria featuring "holes". The atria, on the other hand, are accessed from under the concrete ground floor, which forms refined, slightly glossy vaults that provide outdoor areas sheltered from rain.

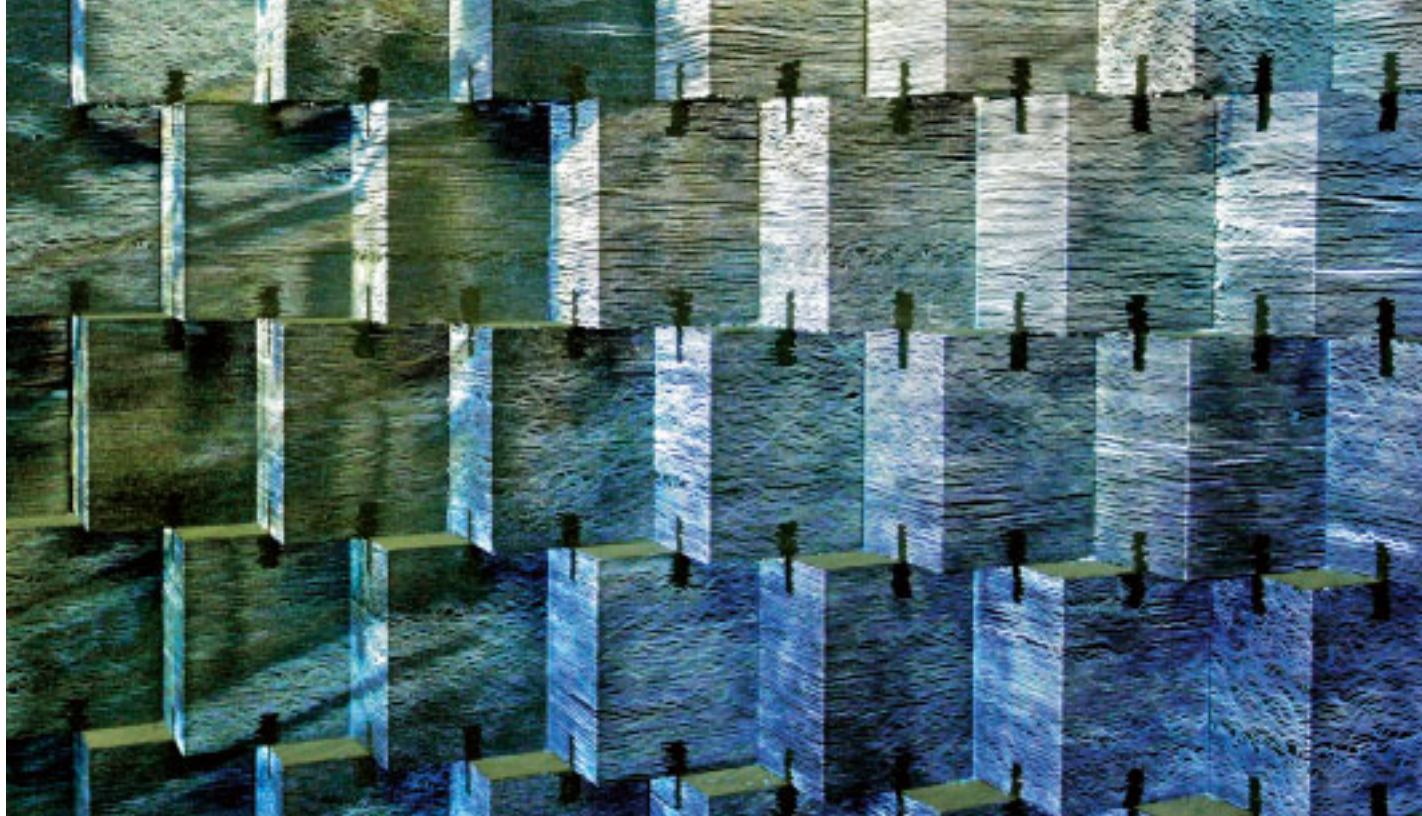
The interior atmosphere is light-weight and filled with light. The floor surface undulates, quite strongly in some areas. SANAA has also created natural relaxation and assembly points for the library users with colourful cushions that can easily be assembled into furniture sets.

The core of the library consists of some 500 000 volumes, which constitute one of the most extensive collections of scientific literature in Europe. The calmness of the library section is based on exceptional acoustics.

Concrete and steel structures have been produced using the technology known from Swiss bridge building. The 40-80 cm thick undulating ground floor has been constructed in collaboration with Holcim and several engineering companies, such as Losinger and BG.

The bending, curved structures have been implemented using about 470 kg of steel supports per each cubic metre of concrete, i.e. almost four times as much as in conventional solutions. The actual pouring process and the stripping of formwork were particularly demanding work phases. Despite the relatively uncomplicated and almost minimalistic appearance of the building, the implementation project involved exceptionally challenging cooperation between various parties and investigation of different solutions.

The building is energy-efficient and has been awarded the Swiss Minergie quality label.



Betonin perusilme on aika ajoin koettu negatiiviseksi. Hyväksyntä julkisivumateriaalina on saatu väribetonilla, erilaisilla pinnoitteilla ja laatoituksilla, tekstuuria muuntamalla ja kuvioimalla pintaa. Ilma- vuutta on tehty hoikilla riparakenteilla harkkomaisissa valoelementeissä ja "pitsibetonilla" parvekekaiteissa.

Keinoja siis löytyy, mutta tähän joukkoon on tulossa uusi mahdollisuus. Tosin tämä unkarilais-italialainen keksintö hintansa johdosta toistaiseksi soveltuu betonipintojen elävöittämiseen lähinnä erikoisrakenteissa ja sisätiloissa.

LUCCON valobeton (*Lichtbeton, light concrete*) tarjoaa läpinäkyvyyttä betonille optisten valokuitujen avulla. Keksintöä on kehitetty vuosikymmen ja se on vasta elinkaarensa alussa. Ainakin, jos neliöhinta laskee tuotantomenetelmiä kehitettäessä.

Ratkaisu on nerokkaan yksinkertainen. Niinhän parhaat keksinnöt ovat. Erittäin ohuista valokuiduista kudottu harvako verkko asetetaan kerroksittain betoniin sitä valettaessa. Kovettuneesta betonikuutiosta sahataan ohuita laattoja, joita voi ripustaa kuorielementiksi ja muodostaa laajojakin seinäpaneeleita.

Betonipaneelin taakse asennettava valolähde – vaikkapa värillinen tai liikkuva – näkyy betonin läpi vaakatasossa olevien kuitujen välittämänä ja antaa läpikuultavuuden mielikuvan. Valonläpäisy valmistajan mukaan on niin tehokasta, että valonlähteenä voi olla myös kuva, joka välittyy 600.000 pikselin tarkkuudella läpi betonin.

Käytetyimmät LUCCON-laatat ovat kaksi tai kolme senttiä paksuja koosta riippuen. Laatan sivujen pituudet voivat vaihdella väleillä 100 - 280 cm ja 50 - 70 cm. Tuotevalikoimaan kuuluu myös perinteisesti käytettäviä seinätiiliä. Valobetonista on valmistettu lämmöneristettyjä suurharkkojakin, joiden k-arvoksi valmistaja ilmoittaa 0,18 W/m²K. Sandwich-rakenteesta huolimatta valo kulkee hyvin kokonaispaksuudeltaan 15 sentin seinän läpi.



BETONI UUDESSA VALOSSA – VALOKUITU TEKEE BETONIN LÄPINÄKYVÄKSI

Risto Pesonen, diplomi-insinööri



1
Arkkitehti Kengo Kuma suunnitteli Milanon Triennaalin valokuitubetoniteoksen 2009.

2
Valokuitubetoni käy myös lämpöeristettyihin julkisivuihin.



Valobetonissa käytetään korkealujuusbetonia, jonka puristuslujuus voi olla jopa 150 MPa ja taivutuslujuus 12 MPa. Tämä mahdollistaa käytön myös ohuina laattoina hyvin monipuolisesti sekä sisä- että ulkotiloissa. Materiaali on vesitiivistä sekä pakkasenkestävää. 20 mm:n paksuisen laatan hinta on noin 600 - 850 euroa/m².

Väribetonin käyttö on mahdollista, mutta vakiovärit ovat toistaiseksi laavanharmaa ja musta. Pintakäsittelymahdollisuuksina on tarjolla hionta, poileeraus, talttaus, sahaus ja hiekkapuhallus.

Materiaalille, jossa valo, varjo ja värit ovat läpinäkyviä, voi tulevaisuus tarjota hyvät käyttömahdollisuudet. Niitä ovat julkisivurakenteet, myymäläsisustukset, väliseinät, vastaanottotilat, valokuilut, valotornit, välikattomoduulit, takaa valaistut esittelydisplayt, hyllyköt, lattialaatat ja messuosastot. Jo valmistuksessa voidaan huomioida joustavasti loppukäytön vaatimukset.

Valobetonia valmistaa Itävallan Rheintal'issa *Luccon Lichtbeton GmbH*. Tuotteita edustaa Suomessa *TimoL Oy*.

Lisätietoja:
TimoL, puh. 040 754 8805, www.timol.fi tai
www.luccon.com

3



5

3
Arkkitehti Kengo Kuma suunnittelema Milanon Triennialin valokuitubetoniteos "Senseware" vuonna 2009.

4
Hissin ovien pielet on verhoiltu valokuitubetonipaneleilla, jotka luovat tunnelmaa ja valaisevat tilassa.

5
4 Kuitulevyjä voidaan valaa kaareviin muotoihin.

FIBER OPTICS MAKE CONCRETE TRANSPARENT

LUCCON light concrete (Lichtbeton) is a Hungarian-Austrian invention of using fibre optics to make concrete transparent. The invention has been under development for a decade and is only at the beginning of its life cycle.

The solution is simple. A sparse net wound of extremely thin optical fibres is placed in layers in the fresh concrete as it is being poured. Once the concrete cube has cured, it is sawn into thin slabs, which can be suspended as shell elements to form quite large wall panels.

When a source of light is placed behind the concrete panel, the horizontal fibres inside the concrete make the light visible through the panel creating an impression of transparency. The panels are mostly 2 - 3 cm thick, 100 - 280 cm wide and 50 - 70 cm high. Light concrete is high-strength concrete, which can be used as thin slabs in versatile applications both indoors and outdoors. The material is watertight and frost resistant. The price of a 20-mm thick slab is in the range of 600 - 850 euros/m².

The applications of light concrete include e.g. facade structures, store interiors, partition walls, reception areas, light shafts, light towers, ceiling modules, shelves, floor slabs and exhibition stands.

More information: www.timol.fi or www.luccon.com

6
Valokuutubetonin takaa heijastuu myös liike.



6



7

7, 8

Ravintolan sisäänkäynnin seinät muuttavat väriä valais-
tuksen vaihtuessa. Kohde sijaitsee Soulissa.



8

AISTIPAVILJONKI

– ENSIMMÄISEN VUOSIKURSSIN BETONITYÖ 2010

AALTO-YLIOPISTON ARKKITEHTUURIN LAITOKSELLA

Päivi Väisänen, arkkitehti SAFA, TkL, yliopisto-opettaja
Anu Puustinen, arkkitehti SAFA, tuntiopettaja



1 Kristian Karell, Antti Nurmio, Ilari Männistö, Sami Kaleva. Keveys ja raskaus yhdistyvät kun betoni leijaillee veden yllä. Lattia on artikuloitu irti seinistä, jotta myös sisältä näkee veden. Liukuvalutekniikka näkyy pinnassa. Harmaa-

betoni + R34 punainen kiviaines + väripigmentit: punainen ja keltainen. Jalusta ja kattovalu muottiin, "kotelossa" kerroksellinen valu neljällä eri sävyisellä betonilla. Jalustassa 9 mm harjateräs, katossa ja kotelossa kanaverkko.

Aalto-yliopiston arkkitehtuurin laitoksella ensimmäisen vuoden opetusohjelmaan kuuluu muun muassa tutustuminen yleisimpiin rakennusmateriaaleihin, osana rakennusopin perusteiden opintoja.

Ykköskurssin noin 50 arkkitehti- ja maisema-arkkitehtiopiskelijaa muodostivat 4-5 hengen työryhmiä ja jalkautuivat maastoon. Paikalla koetut aistimukset pyrittiin sen jälkeen ilmaisemaan noin 30 m² kokoisien betonisen paviljongin muodossa, mittakaavassa 1:10. Malli koottiin noin neliömetrin kokoiselle alustalle.

Tällä kertaa inspiraatiota antoivat erityisesti veden läheisyys sekä siihen liittyvät tunto-, näkö- ja kuulohavainnot. Paviljonkeihin pääsi yllättävästi vaikkapa kahlaamalla, veneellä, veden alta tai putouksen läpi. Kuuloaistimuksista kaiku toimi hyvin myös mallissa. Betonin raskaus ja veden yllä leijuva rakenne yhdistyivät hauskaasti paviljongissa, jonka akvarellimaisesti värjätty julkisivu toisti alla väreilevää vedenpintaa.

Opiskelijoilla oli selvästi kunnianhimoa saada materiaali tottelemaan ideaa. Kiinnostavia asioita olivat täsmällisen mallin ja vapaan muodon kontrasti, vahvan idean haastava muottitekniikka sekä betonin omien ominaisuuksien käyttäminen hyväksi, jolloin valuvirheetkin saattoivat kääntyä voitoksi.

Perusteet betonityön tekniikoista opittiin itse tekemällä. Kokemuksia saatiin betonimassoista eri runkoaine, sementti- ja pigmenttiyhdistelmillä, notkistimen ja pintahidastimien käytöstä sekä erilaisista muottipinnoista. Kuitujen käyttämistä raudoituksen sijaan kokeiltiin useassa työssä. Valupintaa oli mahdollista jälkikäsitellä happopesulla. Jännittävän ja opettavaisin hetki oli muotin purku. Muotityön laatu näkyi suoraan valetuissa kappaleissa.

4 Annika Karlsson, Thomas Nordström, Anna Rosendahl, Petri Ullakko, Anna Tuononen. Kulku paviljonkiin on veden alta ja näkymä sieltä on taivaalle. Yllätyksellisyys! Valkosementti. Betonimassa osassa sekaväristä, osassa valkoista. Paksua rautalankaa ja kanaverkkoa. Yksi kappale valettiin viidessä osassa jatkaen edelliseen. Muotissa pintana aaltokuvioista pahvia.

5 Klara Biström, Reko Laurilehto, Juha-Matti Lappalainen, Antti Soini, Paul Thynell. Kaarevien seinien muodostama tila. Peltimuotti, vapaat valupinnat karvaisia. Valkoista kuitubetonia. Peltimuotteja ja raudoituksena harjateräksiä ja kanaverkkoa.

Valokuvat: Anne Kimunen, Aalto-yliopisto



2

2, 3

Rosa Honkanen, Anna Hakamäki, Silja Nokso-Koivisto, Essi Peltola, Minna-Maija Sillanpää. Pääsy vain syvästä vedestä. Valkoinen kiviaines (R22), karkeaa ja hienoa. Vaaka-

muotit, yksi osista valettu kahdessa osassa. Yhteen muotiin tehty pintaan ohut kerros betonia, jossa on mustaa pigmenttiä ja tummaa kiviainesta, pinta sliipattu ja käsitelty telalla. Raudoitus: kanaverkko, harjateräs, kuparilanka.



3



4



5



6

Valkosementti oli nyt erityisen haluttua ja se lop-
pui kesken. Kekseliäisyys tuli kuitenkin avuksi ja
materiaalien korvaaminen toisilla saattoi tuoda työ-
hön jopa uusia mielenkiintoisia ulottuvuuksia.

Kunnianhimoa ja kokeilunhalua oli siis paljon, ja
yhtä paljon myös opittiin. Kiitos taas opettajille ja
betonijakson tukijoille.

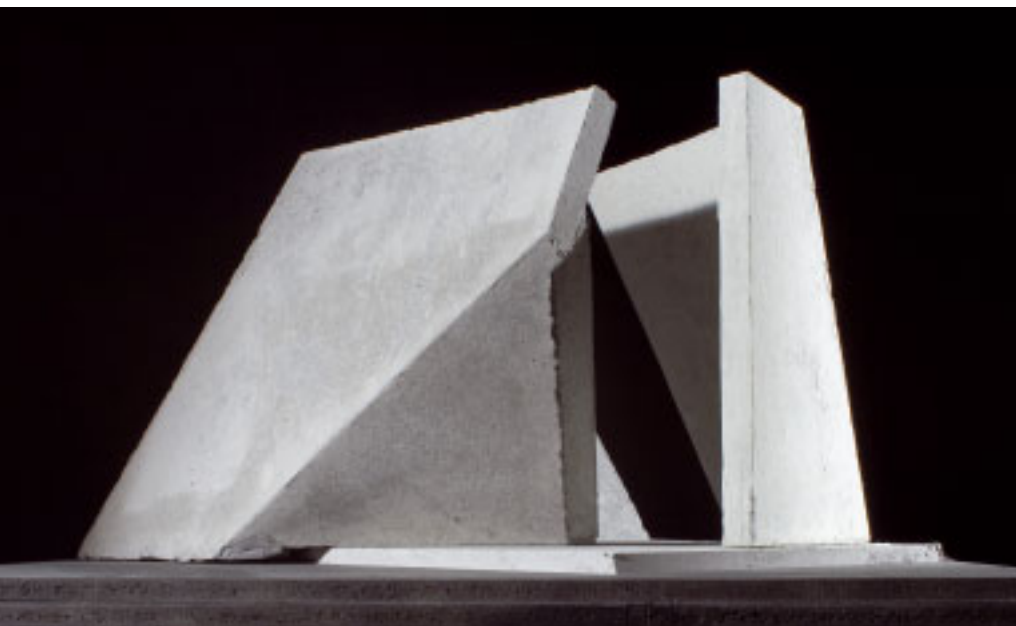
Betonijaksoon kuului luentoja sekä ohjattuja har-
joituksia Arkkitehtuuripajalla. Jakson alussa käytiin
myös katsomassa toteutettuja betonirakennuksia
Tallinnassa.

Luennot piti professori *Antti-Matti Siikala*. Har-
joituksia ohjasivat arkkitehdit *Anu Puustinen, Kata-
riina Rautiala, Max Hartman ja Jaakko Keppo*. Kurs-
sikirjana oli *Päivi Väisäsen* toimittama oppikirja
"Betoni, perustietoa arkkitehtiopiskelijalle".

Opetustyötä ovat tukeneet *Betoniteollisuus ry, Finnsementti Oy, Parma Oy ja Sementti Oy*. Betoniteol-
lisuuden ja Finnsementin puolesta opiskelijoita oh-
jasivat arkkitehti *Maritta Koivisto* ja diplomi-in-
sinööri *Matti Raukola*.



7



6

Jukka Timonen, Samuli Summanen, Kristian Kere, Tuukka Santanen, Niclas Storås. Betonikuution komea sisätila aukeaa ylös. Materiaalin loppuminen kesken antaa elä-
vyyttä. Katto ja ällänmuotoinen ulkoseinä. Valkoista hie-
nojakoista betonivalua kanaverkon kera. Sisäseinät: har-
maata hienojakoista kuitubetonia.

7

*Anni-Mari Anttola, Elli perämäki, Essi Vento, Laura Suo-
minen, Leo Lindroos*. Kattamaton sisätila, kuorimaiset sei-
nämät. Harmaa betoni sopii tähän ja kätkee valuvirheitä.
Harmaa betoni, musta pigmentti (R35). Kanaverkko + ku-
parilankarautoitus. Pystyvalu metallikaarellisiin muottei-
hin, pohjareunat muottivaneria.

8

Anni Laurila, Ella Kautto, Vuokko Yli-Jama, Iida Juurinen, Fia Tornberg. Moderni kota: Veistoksellista tilaa vinoilla
elementeillä, haastava muottitekniikka. Valkosementti,
pieni valkoinen kiviaines, musta iso kiviaines, musta pig-
mentti. Yhdessä kappaleessa pieni musta kiviaines, iso
valkoinen kiviaines, valkosementti. Sisällä kanaverkko.
8 Kaikki osat pystyvaluna, lastulevy muottina.

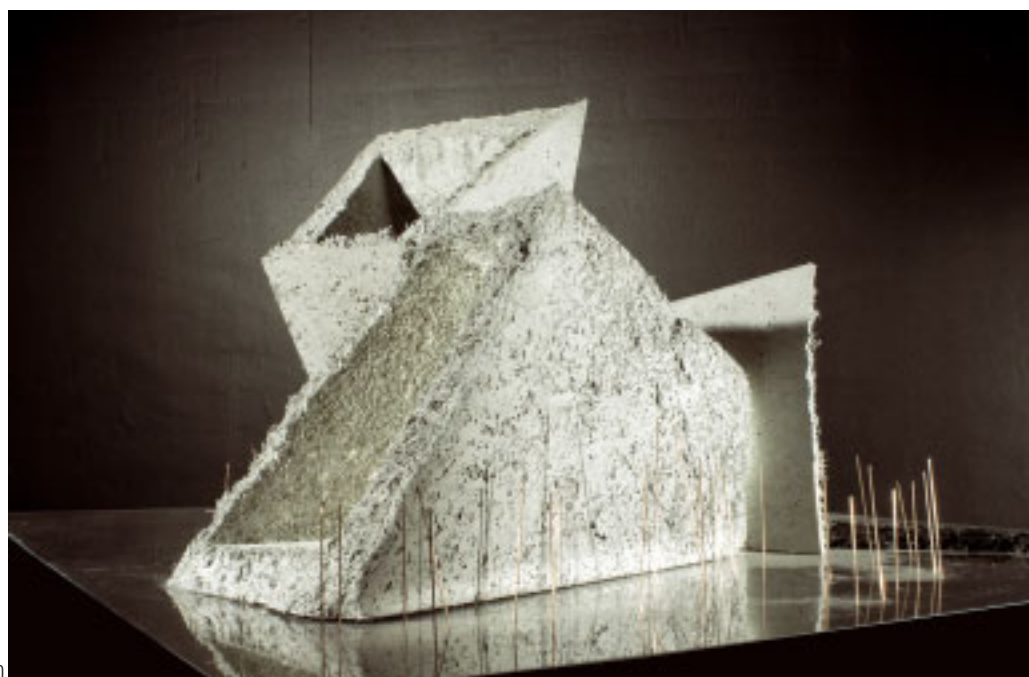
CONCRETE EXERCISE OF FIRST-YEAR STUDENTS IN 2010

The compulsory studies of the first-year students at the Department of Architecture in the Aalto University include familiarisation with all common building materials. About 50 students of architecture and landscaping took part in the spring term of 2010 in the four-week concrete course included in construction engineering studies.

The teaching method is "learning by doing". Every student studies concrete by mixing and pouring it, the objective being the combination of theory and experience into a revelation of concrete as a building material and what can be done with it. The exercise is implemented in teams of 4-5 students.

For several years the topic of the exercise has been to design a 30 m² reinforced concrete pavilion. The 1:10 concrete scale model complete with the immediate surroundings is assembled on a one-square-metre base. Each team selected the site for the pavilion within the designated area on the shore of Helsinki. The atmosphere and the sensory experiences of the site are to be expressed through architecture, experimenting with the possibilities offered by concrete in terms of space, structures and surfaces.

This exercise plays tribute to the almost unlimited possibilities of concrete. Although the topic has not changed, the realised exercises are new and different every year.



9
Hertta Ahvenainen, Maria Rantaharju, Karitta Liikka, Saku Kuittinen, Anni Peljo. Ideana skarppi kuutio, jossa orgaaninen sisätila. Harmaa betoni, valkoinen pigmentti, harmaa kiviaines (R34). Kanaverkko. Foamivalu.

10
Laura Kiema, Laura Mannonen, Katariina Peltola, Tiina Uusitalo, Michelle Vandy. Kolmen kappaleen vahva tilasarja. Osat murtuneet liian kuidun takia. Karvaisuus antaa luonnetta (tässä mittakaavassa). Pystyvalu, kuitubetoni (ei muuta raudoitusta). Kuitua käytetty tavallista runsaammin. Harmaa kiviaines (R33), valkosementti.

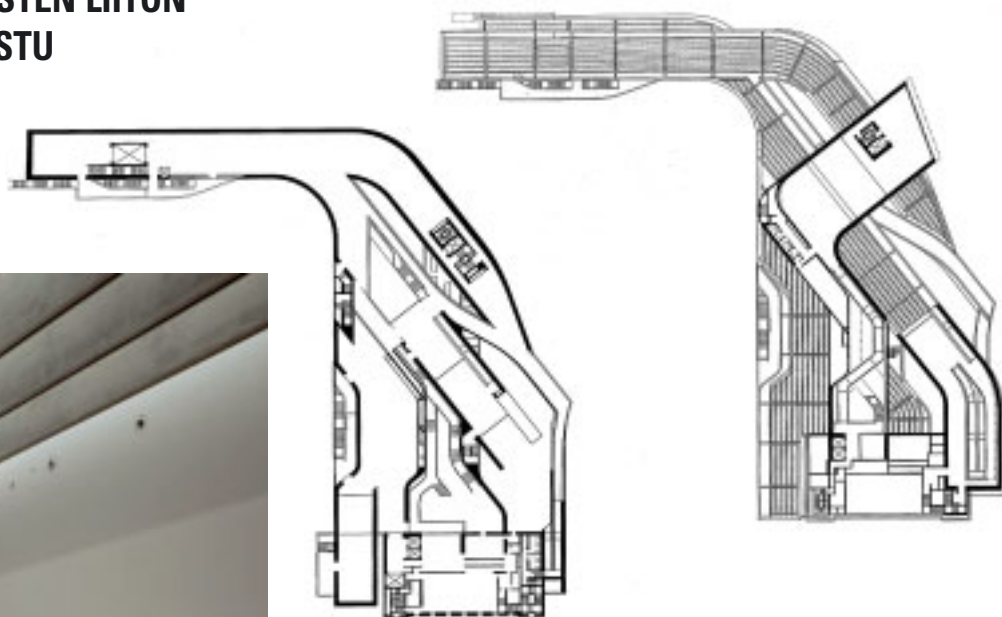
11
Xiaoyu Chen, Lotta Nylund, Sohvi Penttinen, Katariina Suominen, Kia Taegen. Portaita pitkin siirrytään vedentolalle Mies van der Rohen hengessä. Kuumaliima-muottipinnat oiva keksintö. Vihreä ja musta väripigmentti. Raudoituksena kanaverkkoa ja harjaterästankoja. Portaissa kuitubetonia. Seinien tekstuuriin käytetty kuumaliimaa. Katto vaakavaluna, muut pystyvaluna.





EUROOPAN BETONIIYHDISTYSTEN LIITON BETONIKILPAILU ON RATKAISTU

Lisätietoja:
www.ECSN.net



2
MAXXI, toisen ja kolmannen kerroksen pohjapiirroksat



1
MAXXI ulkoa, pääsisäänkäynti.

3
MAXXI sisältä.

3



4
Heimolen krematorio.

5
Oslo arkitehtuurimuseo.

Euroopan betoniyhdistysten liiton (ECSN) joka toinen vuosi järjestämä kilpailu (ECSN Concrete Award of Excellence) ratkaistiin marraskuun alussa 2010. Kilpailusarjoja on kaksi: rakennukset ja ns. insinöörirakenteet kuten sillat, tornit, tunnelit jne.

Kilpailusääntöjen mukaan betonin tulee olla rakennusten näkyvä päämateriaali. Tämänvuotiseen kilpailuun saapui 17, ECSN:ään kuuluvien kansallisten betoniyhdistysten lähettämää kilpailuehdotusta. Kahdeksanjäsenisessä juryssä *Suomen Betoniyhdistyksen* valitsemana edustajana toimi allekirjoittanut.

Rakennusten sarjan pääpalkinnon voitti *Romaan nykytaiteen museo MAXXI (Zaha Hadid Architects)*. Kunniamainintoja saivat mm. *Oslo arkitehtuurimuseo (Sverre Fehn AS)* ja *Heimolen krematorio Belgiassa (Klaus en Kaan Architecten)*. Insinöörirakenteiden sarjan voitti *Juliana-silta, Zaandamissa Hollannissa (Royal Haskoning Architecten)*.

Flaminiossa, Rooman historiallisen keskustan pohjoispuolella sijaitseva MAXXI on rakennettu entisten armeijan kasarmien alueelle, lähelle Pier Luigi Nervin olympiastadioneja ja Renzo Pianon auditoriota. Museo selkeyttää kaupunkirakennetta ja luo uutta julkista kaupunkitilaa. Kolmessa kerroksessa olevat näyttelytilat eivät ole erillisiä gallerioita vaan jatkuvaa, kahden samansuuntaisen seinän rajaamaa virtaavaa tilaa, joka saa luonnonvalonsa pelkästään ylhäältä. Rakennus on myös hyvä esimerkki IT-betonin laajamittaisesta käytöstä.

Oslo arkitehtuurimuseo on pienehkö paviljoni vanhan, vuodelta 1830 olevan rakennuksen pihalla. Neljän betonipilarin kannatteleman rakennuksen julkisivut ovat lasia. Läheisestä Akershusin linnoituksesta innoituksensa saanut betoniseinämä kehystää lasijulkisivuja.

Heimolen krematorio on tavallisuudesta poiketen siunauskappelista erillinen itsenäinen rakennus, jonka valkobetoniset kasettijulkisivut tuovat mieleen Frank Lloyd Wrightin suunnittelemat betoniblokkitalot 1920-luvulta.

Arvi Ilonen, arkkitehti SAFA 5



VALKOISENLÄHTEENTIE YHDISTÄÄ PÄÄRADAN ITÄ- JA LÄNSIPUOLEN TIKKURILASSA

Ulla-Kirsti Junttila, projektipäällikkö, Sito Oy
Niina Meronen, projektipäällikkö, Sito Oy



1
Valkoisenlähteentie merkittynä ilmakuvassa.

Valkoisenlähteentie on merkittävä uusi katuyhteys, joka yhdistää pääradan itä- ja länsipuoliset osat Tikkurilan aseman pohjoispuolella Vantaalla. Valkoisenlähteentien uusi jakso jatkaa lännessä Läntisen Valkoisenlähteentien linjaa Talvikkitieltä itään ja yhtyy pääradan itäpuolella Jokiniementiehen. Valkoisenlähteentielle on ollut varaus Vantaan yleiskaavassa jo vuodelta 1992, mutta kadun suunnittelu käynnistyi vasta vuonna 2005 laaditun yleiskaavaluonnoksen valmistuttua.

Valkoisenlähteentien kaupunkikuvallisen yleissuunnitelman laatiminen aloitettiin Sito Oy:ssä vuonna 2005. Pääosin vanhan pientaloalueen lävitse kulkevalle viheralueelle sijoittuvan kadun ilmeen haluttiin olevan mahdollisimman korkeatasoinen ja alueen vanhaan rakennuskantaan sopiva. Uuden kadun puhkaiseminen vanhaan kaupunkirakenteeseen on aina asukkailla vaikea asia ja siksi Vantaan kaupunki halusi kaupunkikuvallisella yleissuunnitelmalla välittää myös asukkailla viestin kaupungin halusta toteuttaa katu korkeatasoisena

ja asukkaiden toiveet huomioon ottaen. Kaupunkikuvallisen yleissuunnitelman aikana pidetyssä yleisötilaisuudessa päähuomio kohdistuikin suunnitelman sijasta kritiikkiin koko kadun rakentamista kohtaan, koska sen pelättiin tuovan alueelle runsaasti raskasta läpiajoliikennettä.

KAUPUNKIKUVALLINEN YLEISSUUNNITELMA

Yleissuunnitelmassa määriteltiin katuympäristön laatutavoitteet, päällysteiden, kalusteiden ja istutusten periaatteet sekä melusuojauksen yleiset periaatteet kaupungin omana työnä laadittujen katusuunnitelmaluonnosten ja aiemmin tehtyjen meluselvitysten pohjalta.

Erityisen korkeat kaupunkikuvalliset tavoitteet asetettiin meluaitojen suunnittelulle. Yleissuunnitelmassa esitettiin puulla verhoiltuja meluaitarakenteita, jotka ilmeeltään muistuttavat alueella vanhastaan olleita lautarakenteisia tonttiaitoja. Riimoituksen värien tonttikohteisella vaihtelulla haluttiin korostaa niiden tonttiaitaa muistuttavaa il-

mettä. Meluaitojen korkeus oli keskimäärin 2,5 m.

Uudelle katujaksolle oli suunnitteilla useita kadun ylittäviä siltoja, joista pääradan alitukseen suunniteltiin jopa kolme erillistä siltaa: pääradan länsipuolella Ratatien silta, pääradan varsinainen ratasilta sekä sen itäpuolinen Teatteripolun kevyen liikenteen silta. Lisäksi Orvokkitien kohdalle vanhan Orvokkitien koulun viereen oli suunnitteilla Valkoisenlähteentien ylittävä kevyen liikenteen silta. Siltaympäristöjen kaupunkikuvallisen ilmeen suunnittelu sisältyi yleissuunnitelmaan.

KATUVIHERSUUNNITELMA JA SILTAYMPÄRISTÖT

Vantaan kaupunki laati omana työnään Valkoisenlähteentien katusuunnitelmat. Sitossa laadittiin katuosuuden katuvihersuunnitelmat sekä siltöjen ja niiden ympäristön tukimuurien arkkitehtisuunnitelmat vuonna 2007-2008. Työ sisälsi istutusten, kiveysten ja kalusteiden suunnittelun lisäksi siltöjen arkkitehtuurin ja valaistuksen kaupunkikuvallisten detaljien tarkistamisen ja täydentämisen yhteistyössä siltöjen ja valaistuksen rakennussuunnittelijoiden kanssa. Muun muassa kaiteiden muotoilu, graafisen betonin elementtien jaksotus sekä luonnonkivitukimuurien detaljien määrittäminen sisältyivät siltaympäristön suunnitteluun.

Valkoisenlähteentien katuympäristö on muotokieleltään ja materiaalivalinnoiltaan pelkistettyä ja värimailmaltaan graafisen mustavalkoista. Mustaa ja tummanharmaata luonnonkiveä on käytetty runsaasti kadun varren kiveyksissä, alikulkua avartavissa kivikoritukimuureissa sekä liuskekivipintaisissa betonitukimuureissa. Ryhtiä kadun ilmeeseen tuovat mustat kalusteet, kuten kaiteet ja valaisimet. Pääradan sillat ovat puolestaan maalattu valkoiseksi, mikä lisää pitkän alikulun valoisuutta. Pääradan siltöjen maatumien laajoihin seinäpintoihin toteutettiin graafisen betonin tekniikalla taideteos, jonka kuvioinnista vastasi kuvataiteilija Tuuli Helve.

Istutusten osalta tavoitteena oli tuoda vaihtelevuutta ja monipuolisuutta erityisesti siltaympäristöön eri vuodenaikoina muuntuvin kasvivalinnoin. Alikuluympäristön kaukalomaisuutta kevennettiin kivikoreilla ja istutuksilla terassoiduin rintein.

MELUSELVITYKSET

Muuttuvan liikennetilanteen ja uuden kadun vaikutusten lähialueisiin, Läntisen Valkoisenlähteentien itäpäähän ja Talvikkitielle todettiin edellyttävän

Artikkelin kuva-aineisto: Sito Oy



2



3

2, 3

Valkoisenlähteentien katu ympäristö on muotokieleltään ja materiaalivalinnoiltaan pelkistettyä ja värimaailmaltaan graafisen mustavalkoista. Mustaa ja tummanharmaata luonnonkiveä on käytetty runsaasti kadun varren

kiveyksissä, alikulkua avartavissa kiveytetyn kiveyksen alueilla sekä liuskekivipintaisissa betonitukimuureissa. Ryhtiä kadun ilmeeseen tuovat mustat kalusteet, kuten kaiteet ja valaisimet.



4

4, 5

Pääradan sillat ovat puolestaan maalattu valkoiseksi, mikä lisää pitkän alikulun valoisuutta. Pääradan siltojen maatumien laajoihin seinäpintoihin toteutettiin graafisen betonin tekniikalla taideteos "Virtapaikka", jonka kuvioin-

nista vastasi kuvataiteilija *Tuuli Helve*. Valkoisenlähteen tien uusi jakso ja pääradan alikulkusilta avattiin liikenteelle 28. syyskuuta 2010.



5



6

meluselvityksen laatimista myös niiden osalta. Läntisen Valkoisenlähteentien ja Talvikkitien melusuojausten yleissuunnitelma ja Valkoisenlähteentien uuden jakson melusuojaussuunnitelman tarkastus laadittiin Sitossa vuonna 2007. Meluselvityksen lähtökohtana oli liikenteen ennustetilanne vuonna 2030 ja katusuunnitelmaluonnos, jonka mukaan Läntinen Valkoisenlähteentie muutetaan urheilupuiston kohdalla 4-kaistaiseksi, kuten uusi Valkoisenlähteentien jakso. Meluselvityksen perusteella kaduille tarvittiin selvästi aiempaa korkeampia, keskimäärin 3 m korkeita meluaitoja.

Melusuojausten yleissuunnitelmassa Läntiselle Valkoisenlähteentielle ja Talvikkitielle ehdotettiin samantyyppisiä, puurimoin verhoiluja ja väreiltään tonttikohtaisesti vaihtuvia meluaitoja kuin uudella jaksollakin. Aitojen korkeuden kasvaessa niiden yläosaan ehdotettiin 0,5 - 1 m korkeaa läpinäkyvää osaa. Kaikkien meluaitojen tuli olla absorboivia.



7

VIRTUAALIMALLI JA TYÖN VIIMEISTELY

Melusuojausten yleissuunnitelman havainnollistamiseksi Vantaan kaupunki tilasi Sitolta vuonna 2009 Valkoisenlähteentien Talvikkitien ko. jaksoja koskevan virtuaalimallin, jonka avulla voidaan tarkastella tulevan kadun ilmettä sekä melusuojausten vaikutusta katukuvaan ja tonteille. Virtuaalimalli perustuu alueen 3D-mallinnukseen ja se on 1:1 tarkka malli käytettävissä olevista lähtötiedoista. Se mahdollistaa meluaitojen tarkastelun eri suunnista ja eri etäisyyksiltä liikkumalla vapaasti mallissa. Lisäksi virtuaalimallista voidaan ottaa tarvittava määrä animaatioita ja still-kuvia kohteesta halutuista tarkastelukulmista ja haluiltuista etäisyyksiltä. Tehtyjä suunnitelmia on esitelty virtuaalimallin avulla sekä asukastilaisuuksissa, että Vantaan kaupungin hallintoelimissä katuun liittyvän päätöksenteon apuna.

Vuonna 2010 laadittiin päivitetyt yleispiirustukset melusuojarakenteiden sijoituksesta ja mitoituksesta sekä tarkennetut piirustukset aitarakenteista ja niiden väreistä katujen eri jaksoilla tarkennettuna virtuaalimallitarkastelun ja Vantaan kaupungin asukkaiden kanssa käymien neuvottelujen palautteen pohjalta. Meluaitojen rakentaminen alkoi syksyllä 2010.

Valkoisenlähteentien uusi jakso ja pääradan alikulkusilta on avattu liikenteelle 28. syyskuuta 2010. Kadun avajaisissa julkistettiin myös Tuuli Helveen radan alikulkuun suunnittelema ympäristötaideteos "Virtapaikka", joka lisättiin Vantaan kaupungin jul-

kisen taiteen kokoelmiin. 5 vuotta jatkunut, poikkeuksellisen kiinnostava työ Valkoisenlähteentien suunnittelussa päättyy ja lopputulos on kokonaisuudessaan nähtävillä maastossa ensi vuonna.

Valkoisenlähteentien suunnittelusta ovat Sitossa vastanneet työn eri vaiheissa: Projektipäällikkö, kaupunkikuva, Ulla-Kirsti Junttila Projektipäällikkö, katu ympäristö- ja katuviher-suunnittelu, Niina Meronen Projektipäällikkö, melusuojaus, Anne Määttä Katu- ja silta-arkkitehtuuri, Timo Urala Visualisointi ja virtuaalimalli, Sami Luoma ja Jarkko Holtinen.

VALKOISENLÄHTEENTIE ROAD CONNECTS EAST AND WEST SIDES OF MAIN RAILWAY LINE

Valkoisenlähteentie Road, which was opened in September 2010, is a significant new access road that connects the east and west sides of the main railway line on the north side of the Tikkurila Station in Vantaa.

The road runs primarily through a low-rise residential area and the objective was for it to reflect high standards and to adapt it to the old building stock. A new street run through an existing townscape is always a difficult issue for the residents and the Town of Vantaa wanted the mas-

6, 7

Virtuaalimallissa voidaan tarkastella melusuojarakenteiden sijoitusta ja mitoitusta. Suunnitelmassa on myös tarkennetut piirustukset aitarakenteista ja niiden väreistä katujen eri jaksoilla.

ter plan of the townscape to convey to the townspeople the message that the new road was to be realised in compliance with high quality requirements and the wishes of the residents.

Particularly strict objectives in terms of the townscape were laid down for the design of anti-noise barriers. The master plan presented anti-noise barrier structures with wooden cladding imitating the existing boarded fences between the properties. The resemblance with the fences was further emphasised by different colouring of battens between the plots. The average height of the anti-noise barriers was 2.5 m.

The form language and the material choices of Valkoisenlähteentie Road are based on a minimalistic approach with a colour scheme of graphical black-and-white. Black and dark grey natural stone has been used plentifully in roadside paving, the gabion retaining walls that open up the underpass and the concrete retaining walls covered with slate. Black fixtures, such as railings and luminaires, give the road a disciplined appearance. The bridges of the main railway line, on the other hand, are painted in white. This increases light in the long underpass. The extensive wall surfaces of the abutments of the railway bridges were utilised as canvases for a work of environmental art designed by Tuuli Helve in graphic concrete, called the "Current area".

The trough-like nature of the underpass environment was lightened by terracing the slopes with gabions and plantations.

SUOJELLUN VOIMATALON SISÄPIHALLE UUDET BETONIELEMENTTIJULKISIVUT

Sirkka Saarinen, toimittaja



1 Imatran Voiman vuonna 1952 valmistunut pääkonttori oli aikanaan hyvin edistyksellistä tekniikkaa: pilarirakenne, jossa kevyet julkisivut olivat betonielementtejä. Elementit eivät suinkaan olleet harmaata betonia vaan sisäpihal- la väribetonia ja ulkojulkisivuilta klinkkeripintaisia.

2, 3 Alkuperäisen elementtijulkisivun kannatus oli erikoinen. Koska rakennetta jouduttiin kasvattamaan pari senttiä sen teknisen toiminnan turvaamiseksi, myös elementtien kannatukseen oli kehitettävä uusi systeemi.



Parma Oy

2



Parma Oy

3

Entinen Imatran Voiman pääkonttori, Voimatalo, peruskorjattiin täydellisesti vv. 2008 - 2009. Vuonna 1952 valmistunut Voimatalo on arkkitehti Aarne Ervin suunnittelema. Voimatalo oli valmistuessaan rakenteiltaan hyvin edistysellinen. Julkisivut olivat betonielementtejä, kuten saman aikakauden toisessakin merkkirakennuksessa Palacessa. Runko valettiin paikalla. Peruskorjauksessa sisäpihan huonokuntoiset betonijulkisivut korvattiin uusilla betonielementeillä. Ilme on alkuperäinen, rakenne on räätälöity täyttämään suojelukohteen vaatimukset.

Helsingin ydinkeskustassa, Kampissa sijaitseva toimistotalo modernisoitiin rakennuksen alkuperäisessä hengessä. Voimatalon pääsuunnittelija arkkitehti *Sarlotta Narjus Arkkitehtitoimisto SARC Oy:stä* kertoo, että Voimatalo on sr-1 suojelumääritelty talo. "Se on harvoja modernin ajan näin rankalla suojelumääräyksellä oleva kiinteistö."

IVOlla oli 50-luvulla vahvaa betoniasemista, muun muassa oma betoniasema, jossa tehtiin myös oman pääkonttorin betonit. Kohde oli ensimmäisiä kokeellisia pilarirakenteita, jossa on kevyet julkisivut kantavan julkisivun sijasta. Voimatalo on Palacen kanssa ensimmäisiä rakennuksia, joissa on betonielementtijulkisivu.

Voimatalon kadunpuolen betonielementtijulkisivuissa on klinkkerilaatoitus, pihanpuolella puolestaan hiottu kellertävä betoni. Kuntotutkimus osoitti, että klinkkeripintainen julkisivu oli säilynyt hyvin. Se ei tarvinnut kuin puhdistuksen.

Pihanpuolen julkisivu oli sen sijaan niin huonos-

Rakennustaitteen museo

1

sa kunnossa, että kunnostaminen oli mahdotonta. Vanhat elementit olivat ohuita, 4 - 5 senttiä paksuja, teräksissä oli runsaasti korroosioaurioita ja vuotokohtia. Suuri osa elementeistä oli halki.

KELTAINEN HIEHOPESTY VÄRIBETONI

Kooltaan julkisivuelementit olivat pieniä, noin 60 cm leveitä ja 140 cm korkeita. "Suojellussa talossa uuden julkisivun piti luonnollisesti vastata mahdollisimman hyvin alkuperäistä. Tutkimme monia vaihtoehtoja, esimerkiksi levytyksiä. Selvästi parhaimmaksi osoittautui uusi betonielementtijulkisivu", Narjus kertoo.

Iso haaste suunnittelulle oli julkisivun alkuperäiset rakennedimensiot, jotka olivat alun perin olleet liian pienet. "Miten pystytään kasvattamaan rakennetta ilman että se radikaalisti vaikuttaa ulkonäköön. Toteutuneessa ratkaisussa päästiinkin vain pari senttiä aikaisempaa paksumpaan ratkaisuun."

Alkuperäinen kellertävä sävy toteutettiin väribetonilla. Parhaiten alkuperäistä hiottua betonipintaa vastaava ilme saavutettiin puolestaan hienopesulla. Yksi ulkonäköhaaste, pienet elementit, toteutui alkuperäisessä ilmeessä, kun uusiin elementteihin tehtiin valesaumot, jotka saumattiin varsinaisten elementtisaumojen tapaan.

JULKISIVUT KVR-URAKKANA

Tuoteryhmäpäällikkö *Matti Haukijärvi Parma Oy:stä* vahvistaa, että Voimatalon sisäpihan julkisivujen uusiminen oli vaativa myös sen kvr-toimittajan vinkkelistä. "Kun kysely julkisivun uusimisesta tuli, istuimme pienellä porukalla pohtimaan ratkaisua: vaatavuutta toi ulkonäkö, elementtien pieni koko ja vaadittava mittatarkkuus, ohut rakenne ja vanhojen elementtien poikkeuksellinen kannatus."

Elementtien valmistuksen ja asennuksen lisäksi Parma vastasi pihajulkisivun suunnittelusta, purkamisesta, lämmöneristyksestä sekä elementtiasennusten jälkeisistä viimeistelytyöistä, kuten kittauksista ja kuparipellityksistä. Ulkopuolisena rakennetekniikan asiantuntijana Parmalla oli *Insinööri-toimisto Lauri Mehto Oy*.

Parma aloitti purkutyöt heinäkuussa 2009. Viimeiset pellitykset valmistuivat tammikuussa 2010.

PIENI ELEMENTTIJAKO VALESAUMOILLA

Kustannusten kannalta oli ratkaisevaa se että Parma teki uudet julkisivuelementit alkuperäisiä isompina. Suurimmista elementeistä tuli noin kolme metriä leveitä. Asennettavien kappaleiden määrä



Parma Oy

4

Julkisivu oli sisäpihan puolella erittäin huonokuntoinen, suuri osa elementeistä oli halki.

5

Vanhan julkisivun pieni 60 sentin elementtijako saavutettiin isommilla elementeillä, joihin tehtiin vanhan jaon mukaiset valesaumot ja ne saumattiin.

väheni siten kolmannekseen. Ilme ei kuitenkaan muuttunut: kitattujen ja saumattujen väreiden ansiosta elementtijako on entinen. Yhteensä uusia elementtejä tuli koon kasvattamisesta huolimatta kuitenkin noin 400, julkisivuneliöinä noin 1000.

Entä oikean värin ja pinnan aikaansaaminen? Haukijärven mukaan väribetonit hallitaan valmistuksessa hyvin. Lisäksi keltainen on väreistä tekijöilleen kiitollisin, sillä siinä ei ole riskiä esimerkiksi härmähtämisestä.

Myös hienopesu on käsitteilynä ongelmaton. "Teimme mallielementtejä eri pintakäsittelyin ja osoittautui, että juuri hienopesulla saatiin pinnat lähelle 50-luvun karkeampaa hiontaa, joka ei ollut niin kiiltävä kuin nykyiset hionnat", Haukijärvi kertoo.



Sarc Oy

5



Parma Oy

6

Uusi julkisivu asennettiin sisäpihan kaksikerroksisen rakennuksen vesikaton päälle pystytetyiltä mastolavoilta. Uudet elementit kannatettiin alareunastaan L-mallisilla järeillä kulmarauodoilla. Elementin yläreuna kiinnitettiin kierretangoilla samaan teräsprofiiliin.

7

Vanhan julkisivun alkuperäinen ilme saavutettiin käyttämällä kellertävää hienopestyä väribetonia.

8, 9, 10

Julkisivun elementit tehtiin isommissa elementeillä, joihin tehtiin vanhan jaon mukaiset valesaumamat. Uutta julkisivua tehtiin noin tuhat neliötä, uusia elementtejä tarvittiin noin 400 kappaletta.



Sarc Oy

ELEMENTTIEN KIINNITYS RÄÄTÄLÖITIIN

Vanhan seinän lämmöneristys oli niukka: käytännössä 10 cm tojalevyä ja paikoitellen vain 5 cm korkkia. Uusi rakenne optimoitiin niin että pystyttiin vaaditussa vain parin sentin lisässä ulospäin: 10 cm mineraalivillaa, sen päällä tuulensuojalevy sekä tuuletusrako.

Alkuperäinen elementtien kiinnitys oli nykyisin hyvin erikoinen: "Paikallavalettuihin välipohjiin oli tehty leukapalkit, jonka leuan päälle elementit oli kannatettu. Leukapalkin otsapinnassa oli kierretangot, joissa oli messinkinen priikka. Elementin alareunassa oli puolestaan pitkä ura, johon priikka tuli. Näin elementti pysyi pakallaan ja se saatiin säädettyä kohdalleen syvyysuunnassa. Välipohjan ja ikkunan alareunan väli oli kevytrakenteinen. Ikkunan alakarmin alla oli teräksinen U-profiili, jossa elementit oli yläreunastaan kierretangolla kiinni", Haukijärvi kertoo.

"Joutuimme miettimään, miten saamme elementit kannatettua. Ripustaa ei voitu, vaan ne piti kannattaa alhaalta. Kunnollisen tuuletusraon takia leukapalkin pituus ei kuitenkaan enää riittänyt. Kannatimme elementit alareunastaan L-mallisilla järeillä kulmarauodoilla. Elementin yläreuna kiinnitettiin kierretangoilla samaan teräsprofiiliin."

Alkuperäinen ajatus oli asentaa kaikki elementtien kiinnikkeet paikalleen ennen julkisivuasennusta. "Se ei täysin onnistunut, koska vanhan rakenteen leukapalkin valuissa oli esimerkiksi isoja valukoloja jotka piti korjata. Siitä huolimatta asennus sujui

varsin nopeasti, päivässä saatiin asennettua ja säädettyä mittatarkasti paikalleen reilusti yli 10 elementtiä", Haukijärvi kiittelee.

AHDAS TYÖMAA

Voimatalo on käytännössä rakennettu tontin kulmiin asti, joten työmaalla ei ollut käytössä lainkaan pihaluettua. "Pihanpuolen uusittava julkisivu on kokonaan sisäpihalla olevan kaksikerroksisen osan yläpuolella. Jotta uudet elementit pystyttiin nostamaan matalan osan vesikaton yläpuolelle, nostot oli tehtävä kadun puolelta torninosturilla. Asennustyöt tehtiin vesikaton päälle pystytetyiltä mastolavoilta. Vesikaton kantavuus varmistettiin tukemalla sitä alakautta."

POWER HOUSE PROVIDED WITH NEW PRECAST CONCRETE FACADES IN INTERNAL COURTYARD

The old headquarters of Imatran Voima, referred to as Voimatalo (Power House), underwent a complete renovation in 2008 - 2009. Power House designed by architect Aarne Ervi featured extremely progressive structures at the time it was built in 1952. The facades were precast concrete units like the facades of Palace, which was another acclaimed building of the time. The building frame was cast-in-situ. The concrete facades in the internal courtyard showed their age and were replaced with new precast units in the renovation project. The appearance is original, but the construction has been tailored to meet the requirements of a protected building.

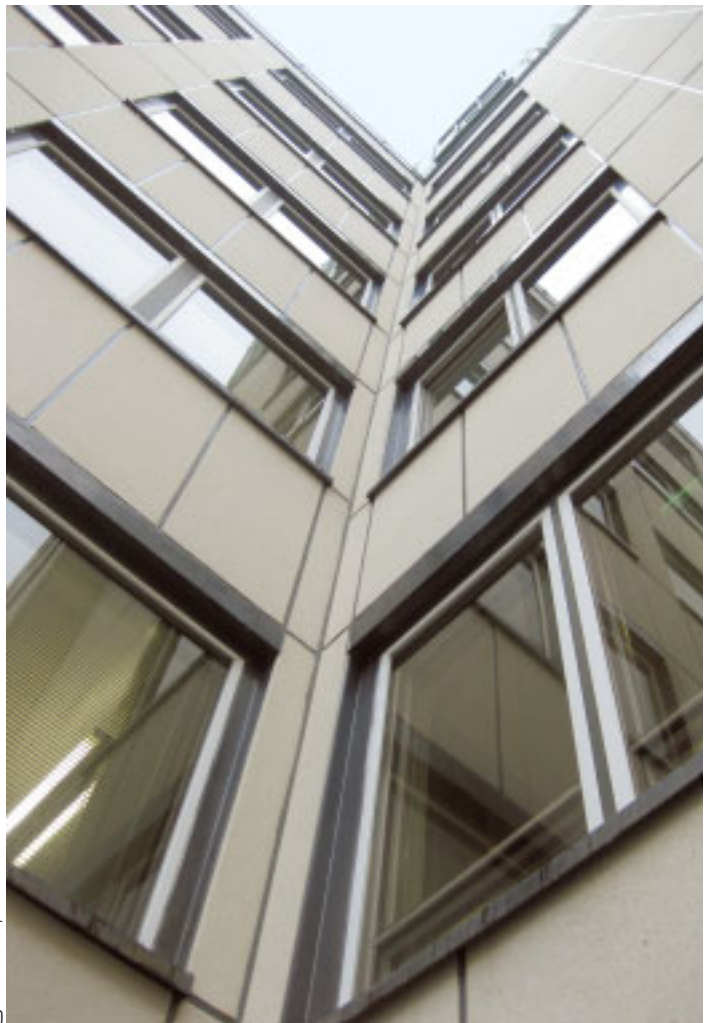
Power House was one of the first buildings in which experimental column construction was used, with lightweight facades instead of load-bearing ones. The street-side precast concrete facades of the building are covered with clinker tiles, while ground yellow concrete is used on the courtyard side. The precast facade units were small in size, about 60 cm wide and 140 cm tall.

The facade with a clinker cladding had weathered well, but the courtyard side facade was in such a bad shape that repair was out of the question.

The new facade was built of precast concrete units. The original structural dimensions of the facade, which had been too small to start with, posed a major challenge that had to be overcome in design. Only a couple of centimetres more could be achieved in the new solution.

The original yellowish colour was realised with dyed concrete. The exposed aggregate method proved to produce a surface the best corresponded to the original ground surface. One of the challenges was related to the small size of the units; this was solved by providing the new units with fake joints seamed in the same way as the actual unit joints.

The original anchorage method applied to the precast facade unit was quite peculiar in modern terms. As the new facade is a couple of centimetres thicker, a solution had to be developed for supporting the units from underneath.



IITIN KIRKON KATTO UUSITTIIN BETONIPAANUILLA

Arto Suikka, diplomi-insinööri, tuoteryhmäpäällikkö
Betoniteollisuus ry



Arto Suikka

1

Iitin kirkko on 1693 valmistunut tasavartinen risti-kirkko. Kirkon kattoremontti tehtiin vuoden 2010 aikana, jolloin lähes 100 vuotta vanhat betonipaanut korvattiin uusilla betonipaanuilla, joita tarvittiin kirkon ja kellotapulien kattoon yhteensä noin 47 000 kpl.

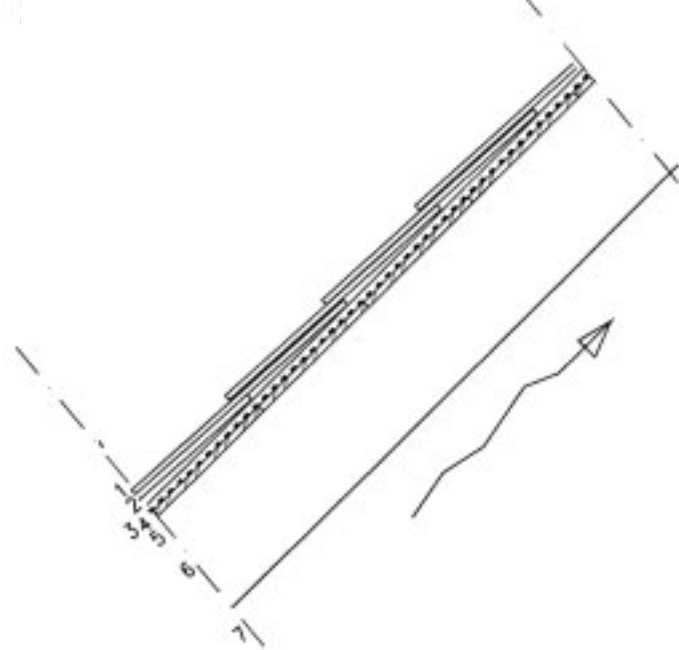
Kirkon vanha betonipaanakatto oli tehty osana edellistä isoa remonttia vuonna 1913. Tuolloin vasta 23 vuotta vanhat puupaanut olivat jo menneet heikoiksi ja ne päätettiin vaihtaa betonisiksi. Silloiset katon korjaussuunnitelmat laati arkkitehti *Josef Stenbäck*.

Kun katon korjauksesta päätettiin vuonna 2009, olivat betonipaanut jonkin verran pinnaltaan rapau-

tuneet, väri oli hävinnyt ja joitakin paanuja oli ajan myötä katkeillut. Vanhat paanut oli maalattu ruunikivijauholla (mangaanisuperoksidi) ja raudoitteena paanuissa oli rautalanka.

BETONIPAANU VOITTI PUUPAANUN

Korjausvaihtoehtoina selvitettiin vanhan vesikaton kunnostus ja katon uusiminen betoni-, savi- tai puupaanuilla, tiilillä tai konesaumatulla pellillä. Vaihtoehtoja haettiin myös muista Euroopan maista. Ratkaisuksi valittiin uudet betonipaanut, jotka olivat esimerkiksi puupaanuun nähden hinnaltaan kilpailukykyisiä ja samalla huoltovapaa ratkaisu. Puupaanut joudutaan tervaamaan 3-5 vuoden välein, mikä tuplaa katon hinnan 50 vuodessa.



2

Uusi kattorakenne kirkon ja kellotapulinn katossa.

Yläpohjan rakenneleikkaus:

- 1 Betonipaanut (vanhan mallin mukaan) kiinnitys ruostumattomilla ruuveilla 4 x 40. Alareunan kiinnitys Sika-Bond AT-universal, SikaBond T2 tai Tremco PL200 Power Flex liimamassalla. Liimattavat pinnat puhdistetaan ja käsitellään Sika Primer-3N:llä tai Tremco primer nr. 21.
- 2 Vaneririma 15 mm x 50 mm, K100. Naulakiinnitys 50 x 2,3, K200.
- 3 Koivutuohi, kiinnitys nidonta yläreunasta, limitys 100 mm. Tuohien limitys tehdään niin, että max. 3 tuolta on päällekkäin. Tuohi asennetaan vanhan tuohen päälle.
- 4 Vanha tuohi (vanha pahvituohi poistetaan, tuohi pyritään säilyttämään).
- 5 Vanha aluslaudoitus (uusitaan tarvittaessa).
- 6 Vanhat kattokannattajat (uusitaan tarvittaessa).
- 7 Kylmä ullakotila.

2

Kouvolan Betoni Oy toimi uusien betonipaanujen valmistajana. Paanu on muodoltaan täysin entistä vastaava. Nyt vain päätettiin tehdä paanu tasavahvana 12 mm paksuna, kun se aiemmin oheni toisessa päässä 8 mm:iin. Betoni on läpivärjättyä polypropyleenikuitumassaa. Vahvikkeena on käytetty lasikuitu- ja rappausverkkoja. Betonin suunnittelulujuus on K40 ja kiviaineksen maksimiraekoko 8 mm. Suunnittelukäyttöäksi valittiin 50 vuotta ja betonille tehtiin tarvittavat säilyvyyskokeet.

Paanuja valmistettiin useampaa kokoa. Kirkon kattoon riitti keskimäärin 23 paanua kattoneeliölle, kun kellotapuliin tarvittiin jo 58 paanua neliölle.

KOUVOLAN BETONI KEHITTI MUOTTITEKNIIKAN

Kouvolan Betoni sai noin 5 kuukautta aikaa valmistaa ja toimittaa paanut.

Muottiratkaisuksi valikoitui uretaanihartsista tehty Finnformin toimittama muottilevy. Paanuja valmistettiin vuorokausikierrolla noin 500 paanun päivävuhtia. Jälkihoitoa varten paanut laitettiin muovipussiin. Laadunvalvontaa kehitettiin valmistuksen edetessä niin, että loppupuolella toimitukseen kuului jokaisen paanun silmämääräinen tarkastus vielä varastossa ennen toimitusta.

Toimituksesta vastannut tehdaspäällikkö *Ossi Murto* kertoi, että muottitekniikka oli valmistuksen haastavin osa ja siinä erityisesti kiinnitysruuvien reiän teko paanuun.

Paanujen asennus alkoi maaliskuussa 2010 ja päättyi lokakuun lopulla. Kirkon koko korjausurakka valmistui itsenäisyyspäiväksi 2010 vain noin viikon alkuperäisestä aikataulusta myöhässä.

Vesikattoratkaisun ehkä mielenkiintoisin valinta on, että aluskatteena jyrkillä osuuksilla on käytetty vanhaan tyyliin tuohilaattoja. Loiville katto-osuuksille asennettiin urakoitsijan vaatimuksesta alusluopa. Aluskatteen päälle asennettiin 15 mm paksut vaneririmat, joihin paanut ruuvattiin kiinni.

ASENNUSTYÖ TEHTIIN TÄYSIN SÄÄLTÄ SUOJASSA

Vesikattourakoitsijana toimi *Kymenlaakson Rakenus Oy*, jonka *Pekka Talikainen* luonnehti kattourakkaa vaikeammaksi kuin hän oli ennakkoon arvioinut. Joitakin laadullisia ja toimitusaikaan liittyviä vaikeuksia paanutoimituksissa oli, mutta niistä selvittiin. Itse paanujen asennus tehtiin kolmella kolmen miehen asennusryhmällä.



Kouvolan Betoni

3

3 Paanujen asennus käynnissä kellotapulissa.

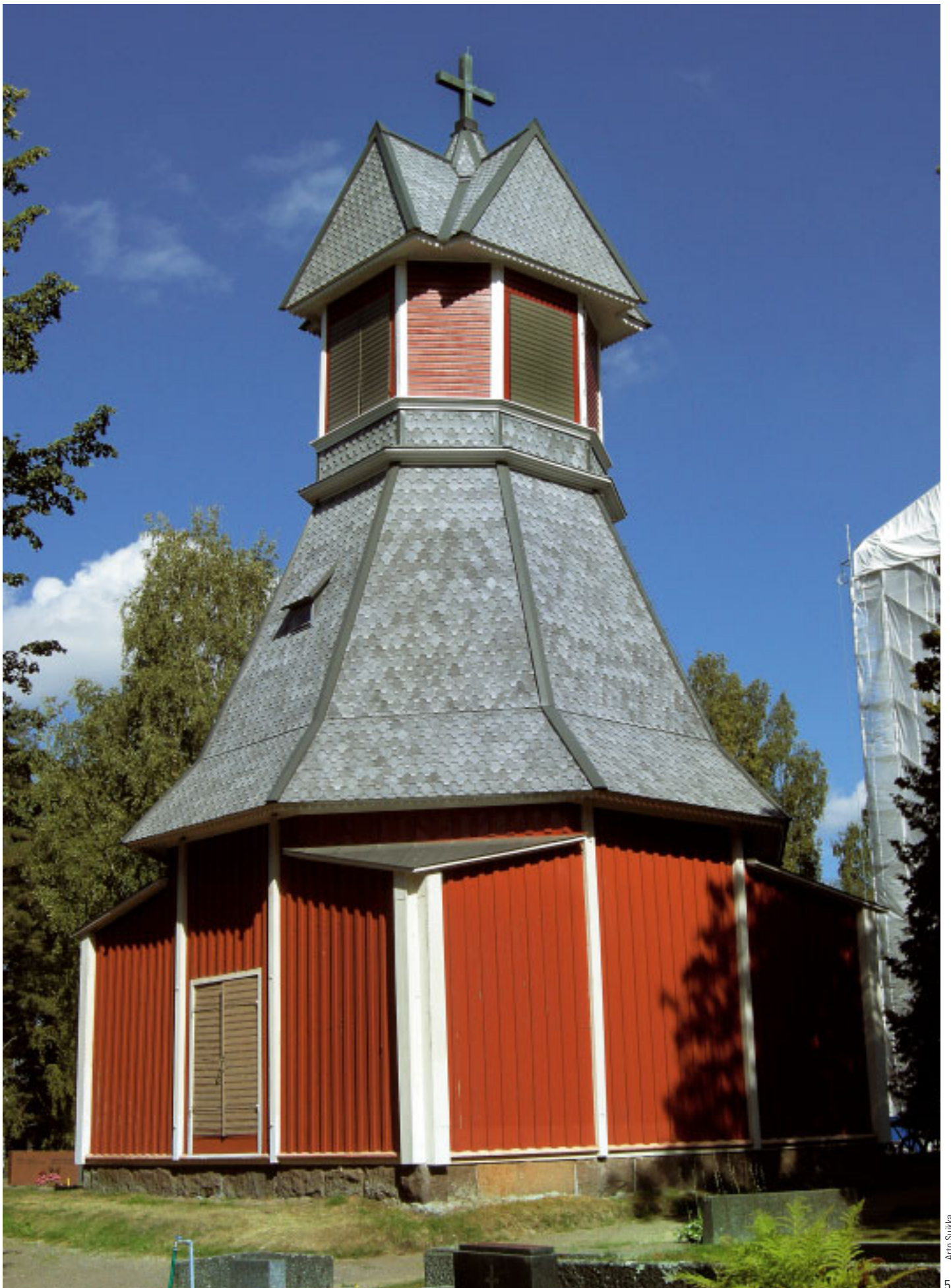
4

Uudet paanut ovat paksuudeltaan 12 mm.



Kouvolan Betoni

4



Arto Sulka
5

5
Kellotapuln katto valmistui kesällä 2010.

Telineetyöt muodostivat varsin mittavan osan vajaan miljoonan euron kokonaiskustannuksista, koska koko ristikirkko oli ympäröity telineillä ja huputettu sateelta suojaan.

Rakennuttajana työssä toimi *litin seurakunta*, rakennuttamiskonsulttina ja valvojana *Insinööri-toimisto Metsärinne Oy*. Telineet pystytti *Cramo Finland Oy*. Rakennesuunnittelusta vastasi *KCC Kouvolan konsulttikeskus Oy* ja sähkösuunnittelusta *Insinööri-toimisto JH-Suunnittelu Ky*.

Suomessa on käytetty betonipaanuja myös Raaheen kirkossa, jonka katto uusittiin betonipaanuilla 10 vuotta sitten.

Myös kohteen valvoja *Kaisu Metsärinne* kertoi projektin olleen varsin vaativan. Hänelle betonipaanun valinta katoksi oli selvä, kun valmistajaksi löytyi Kouvolan Betoni ja myös museovirasto oli betonipaanun kannalla.

Betonipaanut ovat hyvä osoitus siitä, miten betoni soveltuu myös vanhaan perinnerakentamiseen, kun tarvitaan huoltovapaa ja pitkäikäinen rakenne.

CONCRETE SHINGLE ROOFING OF IITTI CHURCH

The roofing of Iitti Church of the Cross, which dates back to 1693, was renovated during 2010. The almost 100 years old concrete shingles were replaced with new ones. A total of ca. 47 000 concrete shingles were required for the roofing of the church and the bell tower.

The old concrete shingle roofing had been laid in connection with a major renovation project in 1913. The surfaces of the concrete shingles were weathered, the colour had faded and some of the shingles were broken. The old shingles had been painted with manganese superoxide powder and reinforced with steel wire.

The repair alternatives that were studied included the renovation of the old roof, or reroofing using concrete, clay or wooden shingles or bricks or mechanically seamed sheet steel roofing. Different options were looked for also in Europe. New replacement concrete shingles were selected, as they are competitive in price with e.g. wooden shingles and also provide a maintenance-free solution. Wooden shingles need to be tarred at intervals of 3-5 years which will double the price of the roofing in 50 years.

The shingles were produced by Kouvolan Betoni Oy. The new shingle is a perfect replica of the old shingle in shape. The shingles were produced in several sizes. The new shingles are 12 mm thick over their full length, while the old shingles were only 8 mm thick at one end. The concrete is dyed polypropylene fibre concrete reinforced with glass fibre and plastering mesh. The design strength class of the concrete is K40 and the maximum aggregate size is 8 mm. The design service life is 50 years and the concrete was subjected to the required durability tests.

Concrete shingles are in Finland also used in the roofing of the Raahe Church. In Raahe the roofing was replaced with concrete shingles 10 years ago.



Arto Suikka
6

6 Kellotapulien uutta betonipaanuilmettä. Betonipaanut ovat osoitus siitä, miten betoni soveltuu myös vanhaan perinnerakentamiseen.



Arto Suikka
8

Uretaanihartsista tehty paanumuotti.

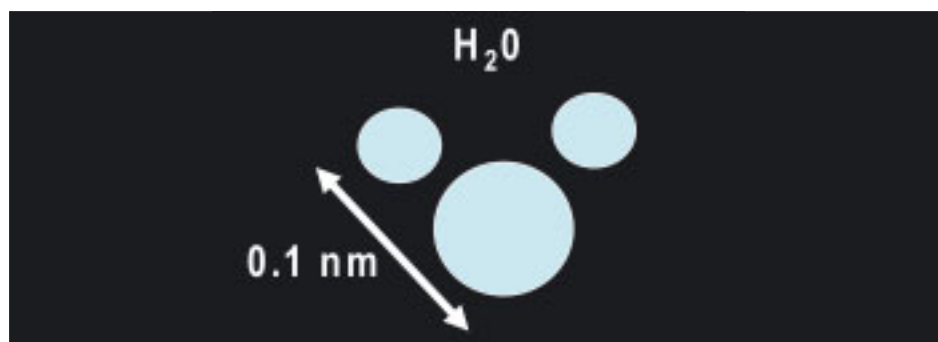


Arto Suikka
9

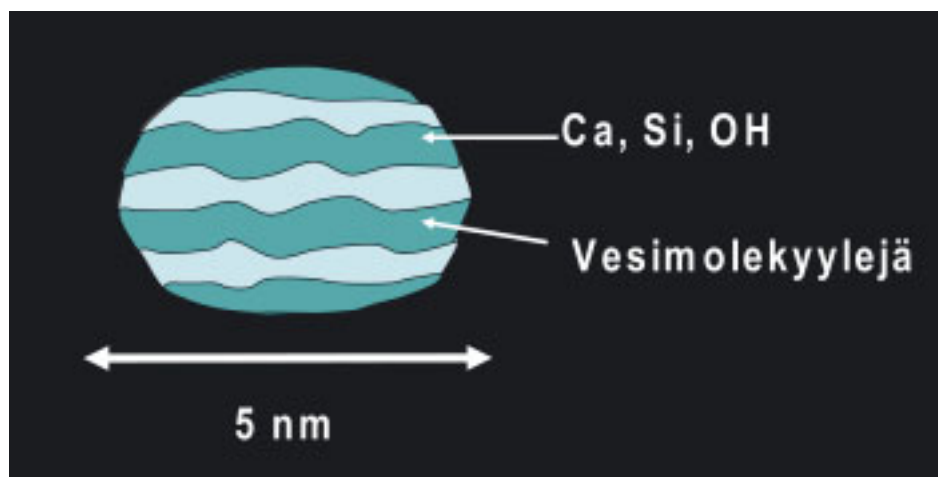
9 Tehdaspäällikkö *Ossi Murto* esittelee 12 mm paksua betonipaanua. Laadunvalvoja tarkastaa vielä varastossa jokoisen paanun.

BETONI ON NANORAKENNE

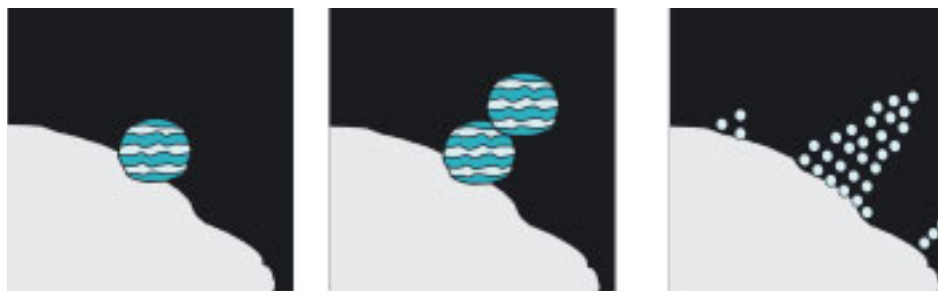
Erikoistutkija, TkT, Anna Kronlöf VTT
Tutkija, Tapio Vehmas, VTT
Dr, Ilya Anoshkin, TKK Aalto-yliopisto



1
Vesimolekyyli on noin 0.1 nm (nanometrin) pituinen.



2
"Pienin mahdollinen betonielementti" kalsiumsilikaatti-hydraattinukliidi (CSH) on muutaman nanometrin pituinen.



3
Ensimmäiset nuklidit muodostuvat vesiliuoksen molekyyleistä noin 15 minuutissa sementin pintaan. Seuraavat nuklidit kiinnittyvät ensimmäisiin. Näin muodostuvat ensimmäiset rakenteet.

Viime vuosisadalla näkyvään valoon perustuva optinen mikroskopia avasi näkymän mikrometri-kokoluokan rakenteisiin. Sen myötä käsityksemme elävistä organismeista, bakteereista, viruksista ja kudoksista on kokenut vallankumouksen. Sama koskee epäorgaanisten materiaalien, mukaan lukien betoni, ymmärrystämme. Nykyään esimerkiksi betonin suojahuokostuksen onnistuminen tai rasituksen aiheuttamat vauriot todetaan rutiininomaisesti optisen mikroskopian avulla. Ymmärretään, että makro-ominaisuudet kuten lujuus, säilyvyys ja kutistuma ovat arvioitavissa mikrorakenteen avulla.

Nyt elektronisäteilyyn perustuva elektronimikroskopia on tehnyt nanometri-kokoluokan rakenteet näkyviksi ja edessämme saattaa olla vastaava vallankumous kuin aikanaan mikrokokoluokan havainnoinnin tuoma.

VTT:n, Åbo Akademin ja Aalto Yliopiston välisessä tutkimusprojektissa on selvitetty betonin nanokokoisten rakenteiden merkitystä ja muokkaamismahdollisuuksia sementin käytön tehostamiseksi. Lupaavimmiksi kehityssuunniksi ovat osoittautuneet sementin hydrataatioreaktion kiihdyttäminen sekä muodostuvan rakenteen vahvistaminen.

Mikrometri (µm) on miljoonas osa metristä (10⁻⁶ m) ja nanometri (nm) edelleen tuhannesosa mikrometristä (10⁻⁹ m). Vesimolekyyli on pituudeltaan noin 0,1 nm. Nanokoosta pienempään kokoluokkaan siirryttäessä rakenteet ovat molekyylejä ja sidokset molekyylin ja atomien välisiä, joten nanorakenteet ovat pienempiä, joiden yhteydessä voidaan puhua materiaaliominaisuuksista. Kaikki kiinteät aineet sisältävät väistämättä nanorakenteita, koska ne koostuvat molekyylin muodostamista rakenteista. Ns. nanoteknologian kannalta kiinnostavaa on, miten voimme nanorakenteita muokata ja mitä ominaisuuksia voimme muokkaamisella saavuttaa.

Viime vuosina kehittynyt elektronimikroskopia, Scanning Electron Microscopy (SEM) ja Transmission Electron Microscopy (TEM) ovat avanneet mahdollisuudet näiden pienten rakenteiden näkemiseen myös melko vaikeina pidettyjen mineraalisten, runsaasti vettä sisältävien näytteiden, kuten betonin osalta.

INSINÖÖRITIEET JA KEMIA LÄHESTYVÄT

Makromailmassa olemme tottuneet ymmärtämään rakenteiden toimivuuden mekaniikan lainalaisuuksien avulla insinöörien jännitys-muodonmuutos-laskelmiin pohjautuen. Näissä laskelmissa



materiaalien sisäinen rakenne yksinkertaistetaan ns. materiaaliominaisuuksiksi. Pienestä koostaan huolimatta sementtipastan nanorakenteet muistuttavat hämmästyttävästi makromaailman rakenteita. Niistä löytyy pilareita, palkkeja, tasoja ja liitoksia. Todennäköisesti mekaniikan lainalaisuudet pätevät pitkälti myös nanorakenteissa. Palkit ja pilarit kantavat kuormia ja liitokset siirtävät niitä rakennneosasta toiseen, kuten olemme tottuneet ymmärtämään. Näiltä osin insinööri-tieteet ja kemia tulevat lähestymään toisiaan, joten yhteistyöhön on lisääntyvää tarvetta.

Nanomaailmassa palkit, pilarit ja liitokset muodostuvat kemiallisissa reaktioissa, joita ohjaavat termodynamiikan lainalaisuudet. Muodostuvan yhdisteen laatu, määrä ja sijainti riippuvat siitä, miten saavutetaan systeemin alhaisin energiataaso. Lainalaisuuksien ymmärtäminen mahdollistaa reaktioiden ohjaamiseen.

Keskeinen ero makrorakenteisiin verrattuna on nanorakenteiden suuri ominaispinta. Kaikkiin pintoihin liittyvä suure, pintaenergia, joka ohjaa pinoilla tapahtuvia reaktioita, tulee sitä määräävämmäksi mitä suurempi on systeemin pinta-ala. Kuution muotoisen sileän kappaleen ominaispinta-ala on $6 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Jos tämän kuutio jaetaan nanokokoisiin kuutioihin, niitä saadaan 10^{27} kappaletta. Samalla ominaispinta-ala, kasvaa 10^9 -kertaiseksi ja pintaenergia vastaavasti. Pintaenergian määräävä asema nanorakenteen muodostumisessa johtaa siihen, että pintakemia (faasien rajapintojen ilmiöitä tutkiva tieteen ala) on ilmiöiden mallintamiseksi keskeisen tärkeä lähestymistapa, mekaniikkaa unohtamatta.

Nykyisessä betoniteknikassa pintakemiaa on sovellettu notkistimien ja huokostimien kehitystyössä.

PÄIVITYS SEMENTIN REAGOIMISEEN JA BETONIN LUJUUDENKEHITYMISEEN

Portlandsementtiä on käytetty laajasti betonin valmistukseen viimeiset sata vuotta ja sen reaktioita on tutkittu yhtä pitkään. Käsitykset reaktion kulusta ovat muuttuneet huomattavasti viimeisen 15 vuoden aikana, johtuen mm. mikroskopian kehityksestä, joten päivitys sementin reagoimisesta ja betonin lujuudenkehitymisestä on nyt paikallaan.

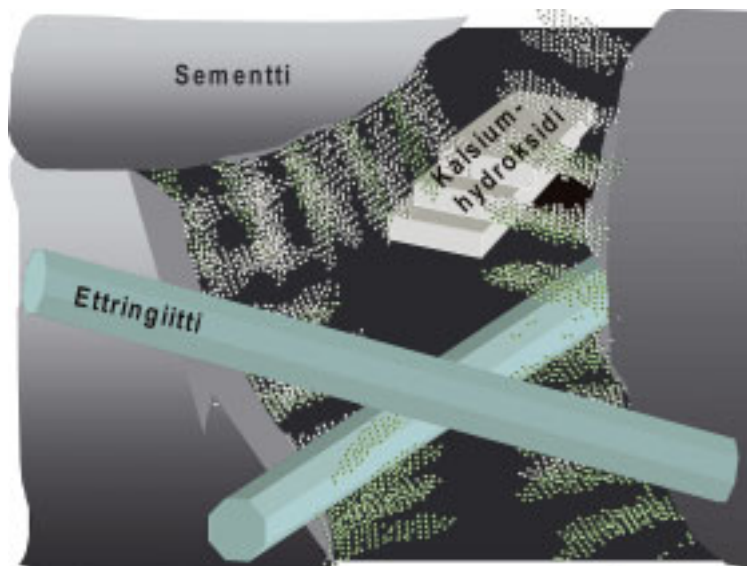
Betonin lujuus muodostuu veden ja portlandsementin sisältämien mineraalien reaktiotuotteista. Niitä on pääsääntöisesti kolme, kalsiumsilikaatti-hydraatti (CSH), kalsiumhydroksidi ja ettringiitti, joista viimeinen muuttuu monosulfaatiksi ja joskus vielä takaisin ettringiitiksi. Näistä CSH on lujuuden kannalta tärkein ja tässä käydään läpi sen muodostumisen päätapaukset.

4

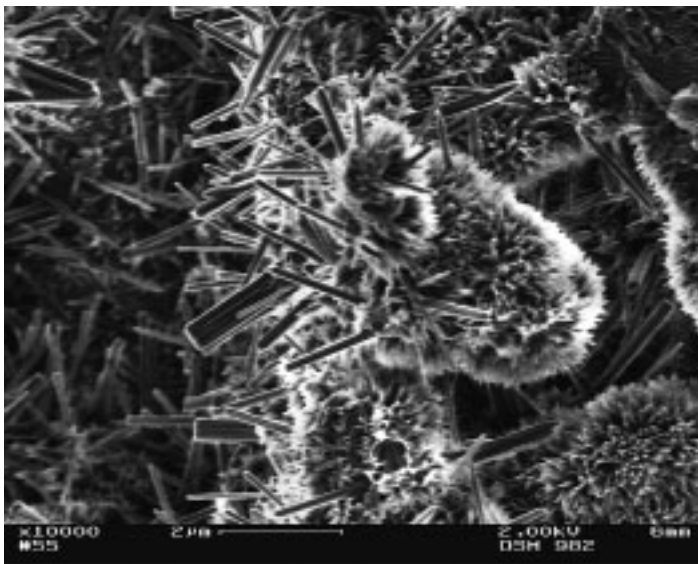
Santiago Calatravan suunnitteleman Lissabonin rautatieaseman teräsbetonirakenteet muodostuvat pilarien ja palkkien rakenneliitoksista.

5

Kalsiumsilikaatti-hydraatti (CSH) -rakenteiden kasvaessa sementtihiukkaset kiinnittyvät toisiinsa. Samalla sementti liukenee. CSH:n lisäksi välitiloihin muodostuu suurikiteistä ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia. Molempien lujuusvaikutus on pienempi kuin CSH:n. Ne eivät kuitenkaan ole merkityksettömiä. Molemmat tiivistävät betonia. Kalsiumhydroksidi suojaa raudotteita korroosiolta. Ettringiitin taipumus muuttua muiksi yhdisteiksi ja takaisin ettringiitiksi voi johtaa ei-toivottuun paisumiseen ja vaurioihin.



5



6

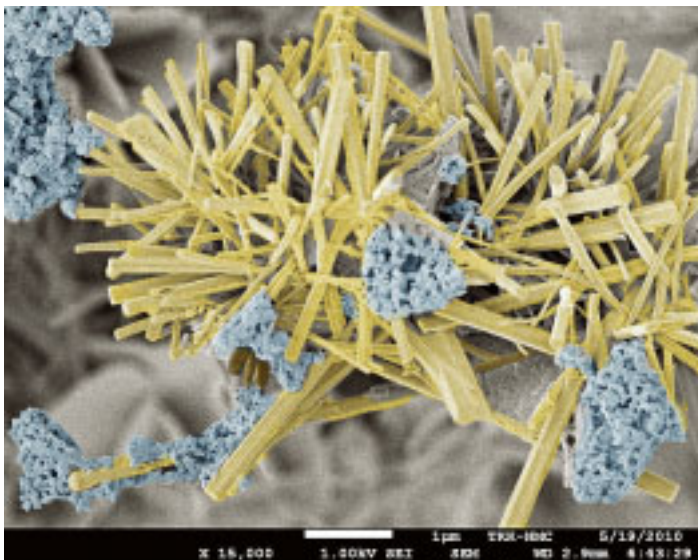
Reagoanut sementtihiukkanen ja niiden välistä rakennetta.



Kari Kolari

7

Rakenteiden muodostuminen muistuttaa makromaailmasta tuttua jääkiteiden kasvua.



8

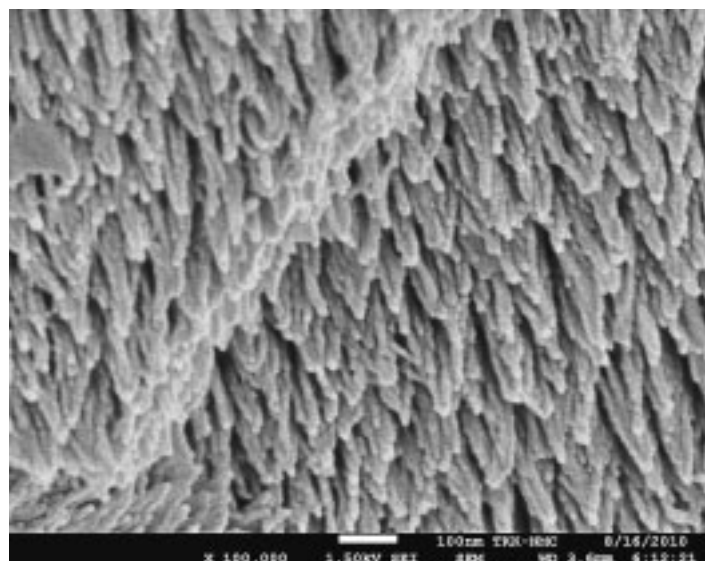
8
Fotoaktiivista titaania (TiO_2) käytetään ns. funktionaalisten pintojen valmistukseen. Pinnat aktivoituvat auringonvalon vaikutuksesta ja reagoivat esimerkiksi hajottaen ympäristön orgaanisia materiaaleja sekä poistaen ilmastä typpioksideja. Toimivuuden kannalta on suotavaa, että titaanipinnat pysyvät puhtaina. Kuvassa titaanikideagglomeraatteja ja pitkänomaista ettringiittiä. Kuvassa titaani on värjätty siniseksi.

9
Betonissa käytetty pozzollaani, kondensoitu silika, koostuu noin 10 nm kokoisista pyöreistä aerosolihiukkasista. Ne reagoivat suhteellisen hitaasti liukenemalla, eivätkä toimi nukleaatio alustana. Kuvan silika on ollut reaktiossa sementin kanssa 3 tuntia. Pinnat ovat edelleen puhtaat.

10
Kalkkikivihiukkasen pinnalle kasvanutta CSH:a.



9



10

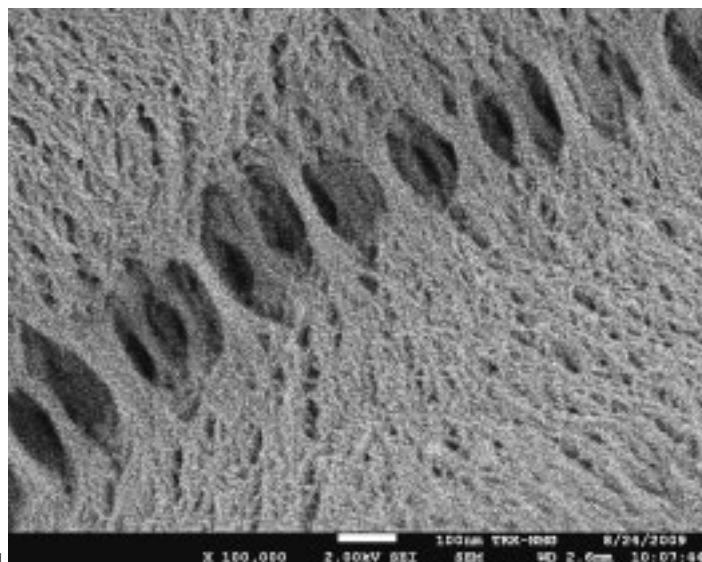
Sementistä alkaa liueta molekyylejä välittömästi veden lisäämisen jälkeen. Noin 15 minuutin kuluessa molekyylipitoisuus liuoksessa ylittää kriittisen pisteen ja ensimmäiset kiinteät reaktiotuotteet saostuvat yhtäkkiä samanaikaisesti. Kiinteät reaktiotuotteet ovat muutaman nanometrin kokoisia, kerrosrakenteisia ns. nuklideja, jotka muodostuvat (nukleoituvat) suoraan sementtihiukkasten pintaan. Tämän kaltaista kiinteän aineen pinnassa tapahtuvaa nukleaatiota nimitetään heterogeeniseksi nukleaatioksi.

Toinen vaihtoehto on liuoksessa tapahtuva homogeeninen nukleaatio. Se voidaan saada aikaan koeputkiloissa, mutta onneksi betonioloissa näin ei tapahdu, koska homogeeninen nukleaatio on lujuuden kannalta hyödytön. Siinä syntyvät samat kemialliset yhdisteet kuin heterogeenisessä tapauksessa, mutta ne syntyvät liuokseen erillisinä hiukkasina, jolloin lujuuden kannalta olennainen rakenne jää muodostumatta. Seuraavat nuklidit muodostuvat kiinni ensimmäisiin, joten "ensimmäisen sukupolven äitinuklidit" muodostavat lähelleen "perheen" ja niiden sijoittuminen määrää pitkälti muodostuvan rakenteen piirteet.

Rakenne kasvaa säteittäisesti sementtihiukasta ulospäin. Reaktion alkuvaiheessa sementtihiukkaset muistuttavat takiaispalloja, joista pistää ulos paksumpia ettringiittikiteitä. Suurimpien sementtihiukkasten keskelle jää reagoimaton ydin. Ytimiä jää jäljelle sitä enemmän mitä vähemmän reaktioon on käytettävissä vettä, betonitekniisin termein ilmaistuna mitä pienempi on massan vesisementtisuhte.

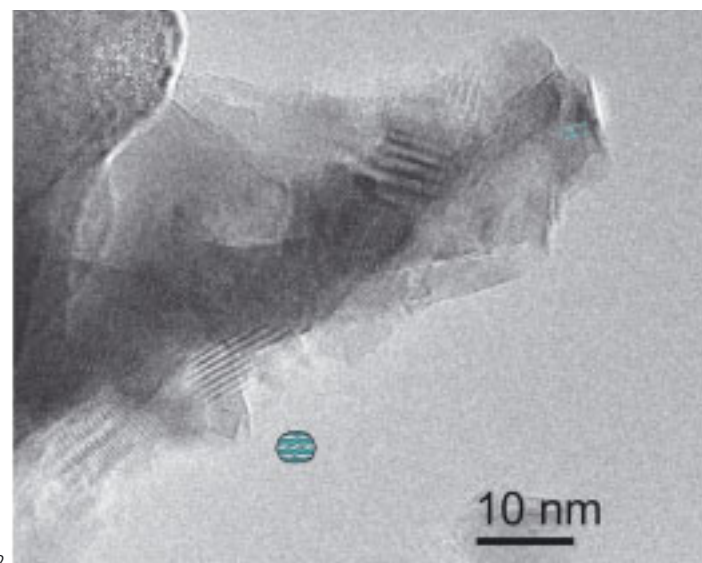
13
Synteettinen CSH-pinnoite. Pinnoitteen avulla reagoimattomat materiaalit kiihdyttävät sementin reaktiota.

11



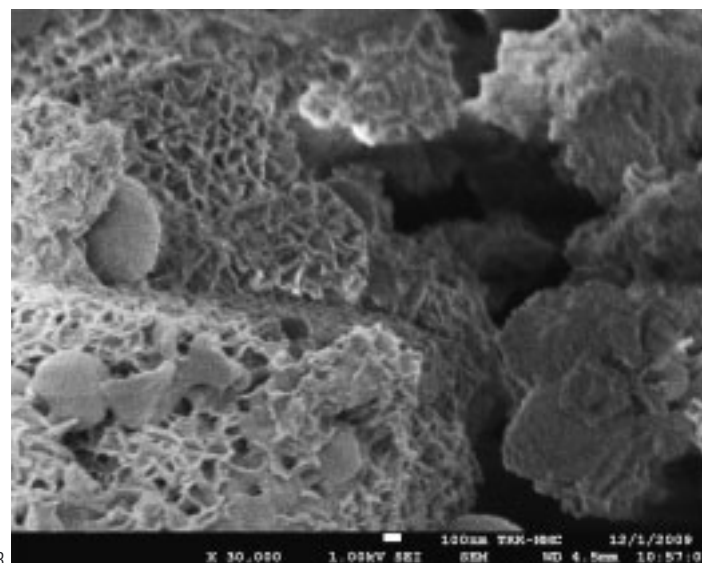
11
Kalkkivihiukkasien välille muodostunut CSH-sidos.

12



12
TEM-kuva heterogeenisessä nukleaatiossa muodostuneesta varhaisvaiheen rakenteesta noin kolmen tunnin iässä. Kuvaustekniikka muuttaa kohteen läpinäkyväksi. Interferenssikuviot ovat muodostuneet todennäköisesti nuklidin kerrosrakenteesta. Kuvaan on liitetty piirros nuklidista.

13





14

Aalto-yliopiston TEM (JEOL Atomic resolution microscopes, 2-Cs correctors). Laitteen korkeus on noin 5 m.

Korkealujuuksisissa betoneissa on runsaasti ytimiä ja erittäin lujissa massoissa, joiden lujuus ylittää jopa 200 - 300 MPa, ytimet ovat lähes kiinni toisissaan. Reagoimattomat sementtihiukkaset ovat korkealujuuksisissa materiaalia ja niiden välille muodostuvat liitokset mahdollistavat rakenteen, jonka lujuus on yhtä korkea kuin luonnonkivien.

Kalsiumhydroksidi on suhteellisen sileä ja suuri kiteinen ja se muodostuu suurimpiin tiloihin sementtihiukkasten väleihin tai lähelle kiviaineksen rajapintaa, jossa huokostilaa on yleensä eniten. Kalsiumhydroksidi saadaan reagoimaan edelleen ja tuottamaan lujuuden kannalta tehokkaampaa CSH:a lisäämällä massaan piipitoisia reaktiivisia seosaineita kuten silikaa, lentotuhkaa tai masuunikuonaa.

HIILIDIOKSIPÄÄSTÖJEN VÄHENNYSKEINOJA ETSITÄÄN

Sementin valmistus tuottaa ilmakehään hiilidioksidia. Sen osuus globaaleista päästöistä on 5 -10 % lähteestä riippuen. Usein käytetty arvio on noin 6 %. Suuret päästöt tarkoittavat myös, että sementin valmistuksessa saavutetut päästövähennykset ovat merkittäviä.

Tällä hetkellä on meneillään useita kehityssuuntia, joiden tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä. Näistä pisimmällä ovat fossiilisia polttoaineita korvaavien polttoaineiden ja klinkkeriä korvaavien seosaineiden käyttö. Masuunikuonan käyttö sideaineena on myös jo tuttua tekniikkaa. Näiden rinnalle etsitään uusia keinoja, jopa täysin uudenlaisia sideaineita suunnitellaan, tosin näiden osalta läpimurtoja ei ole odotettavissa lähitulevaisuudessa.

VTT:N, ÅBO AKADEMIN JA AALTO YLIOPISTON TUTKIMUS

VTT:llä on yhteistyössä Åbo Akademin ja Aalto Yliopiston kanssa käynnissä tutkimushanke, jossa tutkitaan erittäin hienojakoisten mineraalihiukkasten ja CSH:n välisen liitoksen parantamista. Mineraalihiukkasten etu on niiden tuotannon alaiset hiilidioksidipäästöt sementtiin verrattuna. Tavoitteena on kehittää rakenne, jossa mineraalihiukkaset lujittavat materiaalia, kuten sementtihiukkasten reagoimattomat ytimet, jolloin saadaan korkeampi lujuus

14 "laihemmilla" massoilla. Toinen tutkimuskohde projektissa on reaktion alkuvaiheen nopeuden säätäminen. Molempien tavoitteiden osalta keskeistä on "äitinkuidien" määrän ja sijoittumisen säätäminen



nen rakenteen kannalta edullisella tavalla. Tavoitteena ei ole kehittää uutta sideainetta vaan tehostaa portlandsementin reaktiota ja parantaa siitä muodostuvaa rakennetta.

Samassa projektissa on tutkittu myös edellytyksiä titaaniin perustuvien fotoaktiivisten betonipintojen toimivuudelle selvittämällä titaaniinpartikkelien sijaintia rakenteessa. Hankkeen rahoittajat ovat TEKES, VTT, Cements AB, Nordkalk Oy Ab ja Tikkurila Oyj.

KUVAT:

Dr Ilya Anoshkin, TKK Aalto-yliopisto
 Richard D. Fisher
 Harald A. Jahn
 Dr Hua Jiang, TKK Aalto-yliopisto
 Prof. Esko Kauppinen, TKK Aalto-yliopisto
 Dr Albert Nasbulin, TKK Aalto-yliopisto
 Larissa Nasbulina, TKK Aalto-yliopisto
 TkT Kari Kolari, VTT
 TkT Anna Kronlöf, VTT
 Tapio Vehmas, VTT

CONCRETE IS A NANOSTRUCTURED MATERIAL

In the 20th century, optical microscopy based on visible light made structures in micrometric size range a reality. It revolutionised our perception of living organisms, bacteria, viruses and tissues. The same applies also to our understanding of inorganic materials, including concrete.

Today optical microscopy is used routinely to inspect concrete for e.g. correct protective pore ratio or stress-induced cracking. The micro and macro aspects of concrete are understood to be mutually linked, with the microstructure offering a tool for the assessment of macroscopic properties such as durability and shrinkage.

15

Santiago Calatravan suunnitteleman Lissabonin rautatieaseman teräsbetonirakenteet. Paikallavaletut betonirakenteet ovat puhtasvalupintaisia, joissa on impregnointisuojakäsittely.

16

Meksikossa sijaitsevassa Crystal Cave-luolastossa on luonnonmuokkaamia, läpikuultavia palkinomaisia jättiläiskiteitä, joiden pituus on noin 11 metriä.



16



17

Sementin valmistukseen käytettävästä energiasta tuotetaan noin 40 % pakkausteollisuuden jätteellä korvaamaan fossiilisia polttoaineita.

BETONI ON HIILIDIOKSIDINIELU

Jorma Virtanen, kehitysjohtaja
Finnsementti Oy



1
Betonin käyttö ympäristörakentamisessa on luontevaa, johtuen betonin valmistuksessa käytettävistä luonnonmateriaaleista. Kuvassa Micropolis-skeittipuisto Helsingissä.

2
Finnsementin Paraisten kalkkivilouhos talvisessa maisemassa.



Vaikka sementin valmistuksen yhteydessä vapautuu melko runsaasti hiilidioksidia – sitoutuu merkittävä osa tästä takaisin betonin elinkaaren aikana, jos rakenteen purun jälkeen betoni murskataan jatkokäyttöön. Tätä takaisin sitoutumista ei ole mitenkään otettu huomioon betonin elinkaarilaskelmissa tai päästökaupassa.

Maapallon ilmakehän lämpeneminen eli nk kasvi-huoneilmiö on alkanut huolestuttaa viime vuosina yhä enemmän. Lämpenemisen katsotaan johtuvan lisääntyneen energiankäytön myötä kohonneista kasvihuonekaasujen pitoisuuksista. Ilmakehän hiilidioksidin pitoisuuden kasvun on ennustettu edelleen kiihtyvän jos päästöjä ilmaan ei pystytä rajoittamaan huomattavasti maailmanlaajuisesti.

Rajoituksiin on pyritty mm. *Kioton sopimuksella*, josta suurin hiilidioksidipäästäjä USA on kuitenkin jättäytynyt pois. Kioton sopimus ei myöskään rajoita kehittyvien talouksien kuten Kiina, Intia ja Brasilia -päästöjä mitenkään. Joulukuussa 2009 pyrittiin Kööpenhaminassa pääsemään yhteisymmärrykseen Kioton sopimuksen jatkosta vuoden 2012 jälkeen – tässä kuitenkin onnistumatta. Seuraavan kerran sopimusta yritetään 2010 marras-joulukuun vaihteessa Cancun:ssa Meksikossa.

EU on pyrkinyt ottamaan tiennäyttäjän roolin ja se on päättänyt yksipuolisesti vähentää päästöjään 20 %:lla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä. EU on myös luvannut nostaa päästövähennystavoitteensa 30 %:iin, jos kansainvälinen sopimus saadaan aikaan. Päästöjen vähenemiseen pyritään mm. päästökaupalla, jonka piiriin EU:ssa kuuluu energiateollisuutta ja runsaasti energiaa käyttävää teollisuutta, mukaan lukien sementtiteollisuus.

HIILIDIOKSIDI SEMENTIN VALMISTUKSESSA

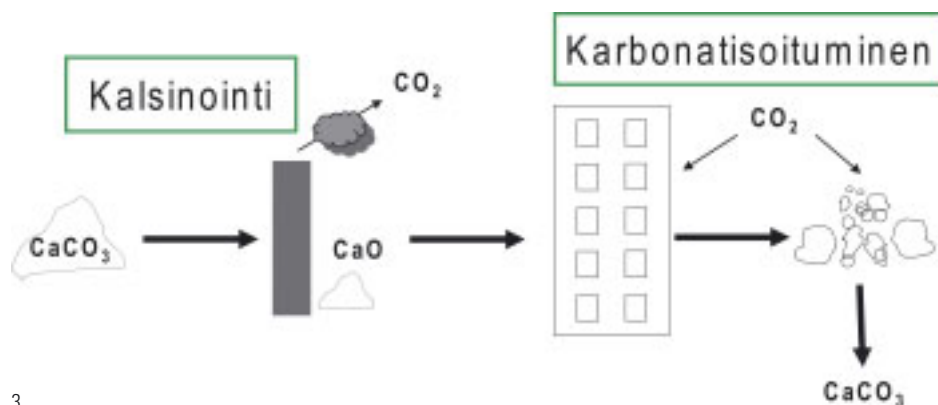
Sementtiklinkkeri valmistetaan kalkkikivestä ja muista kivilajeista kiertouunissa, jossa osittain sulan materiaalin lämpötila nousee noin 1400 - 1450 °C:een. Prosessin alussa, kun kalkkikiven lämpötila nousee noin 900 °C:een, tapahtuu kalsinoituminen eli kalsiumkarbonaatin hajoaminen kalsiumoksidiksi ja hiilidioksidiksi. Kalkkikivestä irtoava hiilidioksidimäärä on noin 500 kg valmistettua sementtiklinkkeritonniä kohti. Tämän lisäksi hiilidioksidia syntyy käytetyn polttoaineen palamisen yhteydessä. Palamisesta aiheutuva hiilidioksidipäästö riippuu laitoksen energiatehokkuudesta ja käytetyistä polttoaineista ja se on nykykäsillä laitoksilla luokkaa 300 - 400 CO₂-kg/klink-

Janne Saario

1

Jorma Virtanen

2



3

Hiilidioksidin kierto betonin elinkaaren aikana /1/

keritonni. Sementin valmistuksen hiilidioksidipäästöstä noin 60 % onkin peräisin kalkkikivestä.

BETONI KARBONATISOITUU

Betonin kovettuminen perustuu sementin ja veden kemialliseen reaktioon, jossa sementtimineraaleista syntyy sementtikiveä ja kalsiumhydroksidia. Kalsiumhydroksidi on vesiliukoinen ja voimakkaan emäksinen yhdiste, joka reagoi edelleen hiilidioksidin kanssa kalsiumkarbonaatiksi joutuessaan kosketuksiin ilman kanssa. Tätä kalsiumhydroksidin ja hiilidioksidin reaktiota kutsutaan karbonatisoitumiseksi. Tämän reaktion, karbonatisoitumisen, myötä kalkkikivestä vapautunut hiilidioksidi sitoutuu taas takaisin kalsiumkarbonaatiksi.

Karbonatisoituminen alentaa betonin emäksisyyttä, joka suojaa raudoituksia ruostumiselta. Karbonatisoitumista pyritäänkin minimoimaan teräsbetonirakenteissa. Kuivissa sisätiloissa ei kuitenkaan ole riittävästi kosteutta, jotta rauditus ruostuisi, ja siksi betonin karbonatisoitumisesta ei ole vaaraa rakenteiden säilyvyydelle.

Betonin karbonatisoituminen etenee hidastuen rakenteen pinnalta syvemmälle betoniin. Karbonatisoituminen on sitä nopeampaa mitä huokoisempaa eli heikompaa betoni on. Ohuet rakenteet karbonatisoituvat kauttaaltaan huomattavasti nopeammin kuin paksut rakenteet.

Rakennuksen käyttöiän aikana betoni karbonatisoituu vain pinnaltaan muutaman millin tai sentin syvyyteen (kuva 4). Tässä vaiheessa ei betoniin sitoudu vielä kovin suurta määrää hiilidioksidia. Suuri osa sementtikiveä pääsee kuitenkin kosketuksiin ilman hiilidioksidin kanssa ja karbonatisoituminen nopeutuu, jos betoni rakenteen purkamisen yhteydessä murskataan uusiokäyttöä varten "sepeliksi". Halkaisijaltaan 100 mm:n betonirakeen täydelliseen karbonatisoitumiseen voidaan arvioida kuluvan noin 1100 vuotta, 10 mm:n rakeen noin 11 vuotta ja 1 mm:n rakeen enää noin yhden kuukauden ajan.

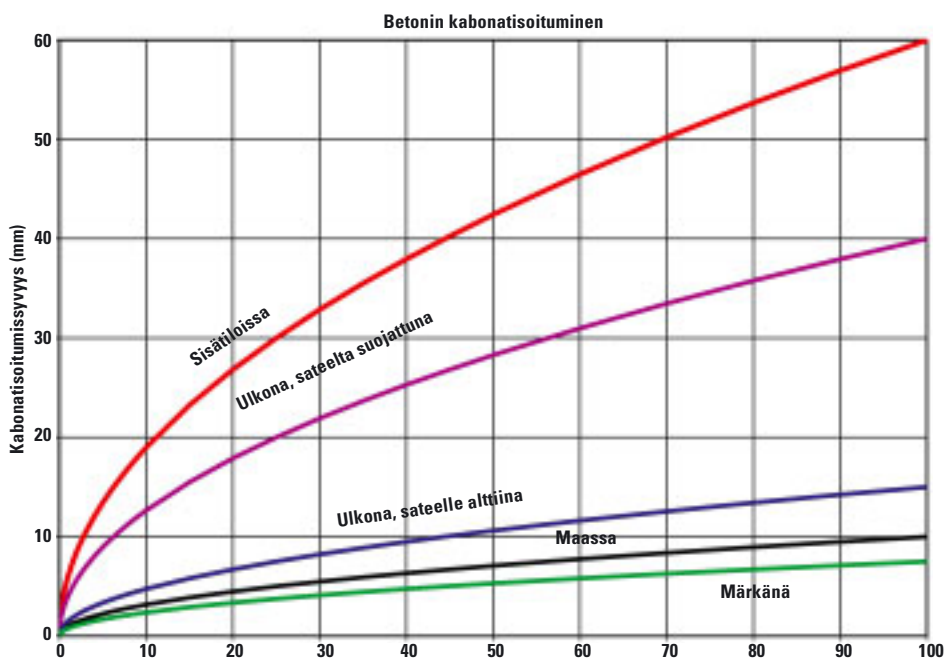
Pohjoismaisessa tutkimuksessa "*CO₂ Uptake from Carbonation of Concrete*" arvioitiin, että betonista karbonatisoituu noin 20 - 40 % rakennuksen 70-vuotisen käyttöiän aikana – ja jopa 60 - 80 % jos betoni tämän jälkeen murskataan ja käytetään esim. tierakenteissa sepelinä. Näin karbonatisoituminen sitoo takaisin noin neljänneksen kalkkikivestä irronneesta hiilidioksidista 100 vuoden aikana. Arvot Tanskassa ja Ruotsissa vuonna 2003 valmistettujen betonien karbonatisoitumisesta on esitetty

Taulukko 1. Betonin karbonatisoitumisnopeus Pohjoismaissa [mm / $\sqrt{\text{vuosi}}$] /1/.

Rakenne	Betonin lujuustaso			
	< 15 MPa	15 – 20 MPa	25 – 35 MPa	>35 MPa
Ulkona, sateelle alttiina	5	2,5	1,5	1
Ulkona, sateelta suojattuna	10	6	4	2,5
Sisätiloissa	15	9	6	3,5
Märkänä	2	1	0,75	0,5
Maassa	3	1,5	1	0,75

4

Tavanomaisen betonin (25 – 35 MPa) karbonatisoituminen erilaisissa ympäristöolosuhteissa /1/.

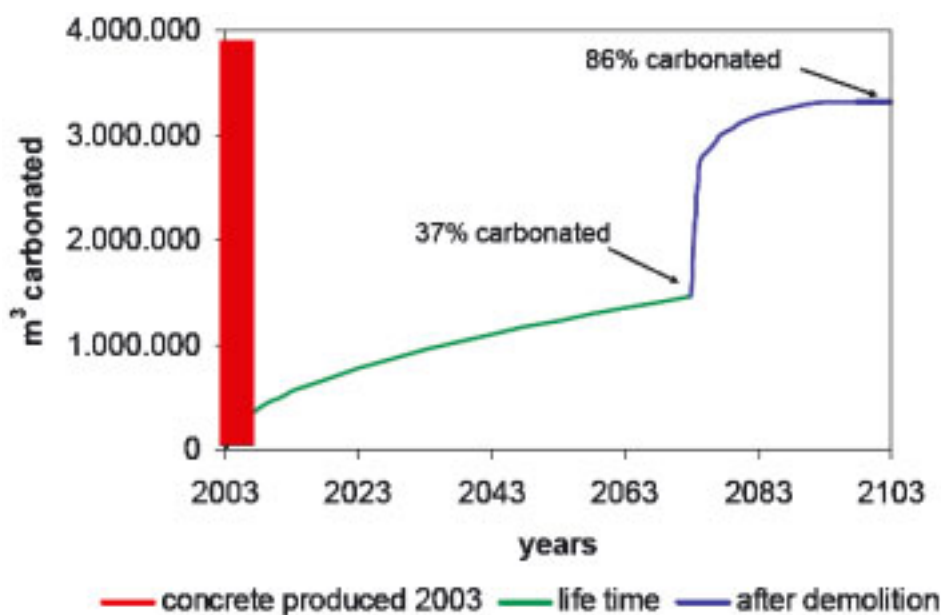




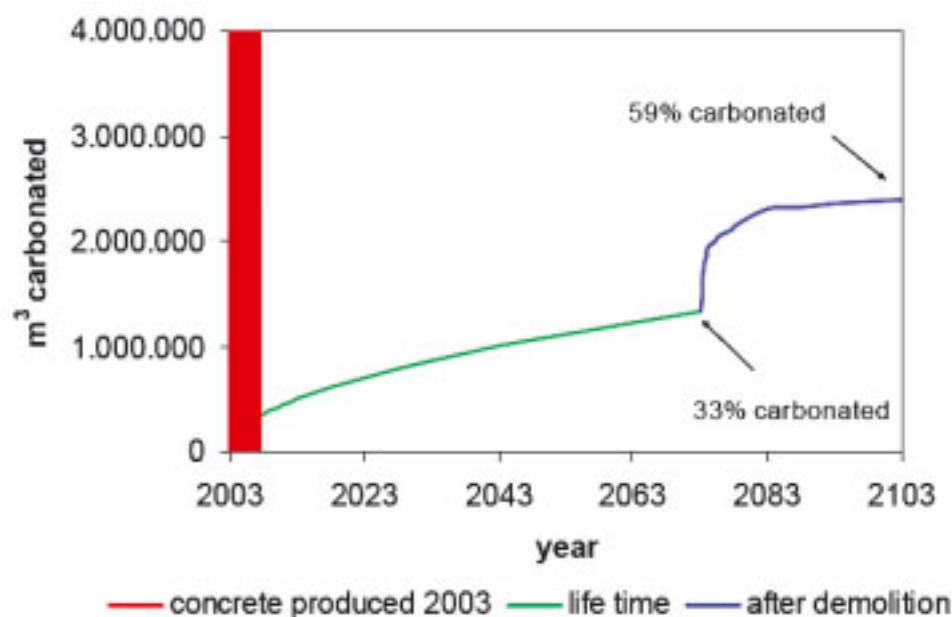
Rudus Oy

5

5
Betonimurske korvaa tienrakentamisessa luonnonsoraa.



6
Arvio Tanskassa vuonna 2003 valmistetun betonin karbonatisoitumisesta /1/.



7
Arvio Ruotsissa vuonna 2003 valmistetun betonin karbonatisoitumisesta /1/.

/1/ Knut O. Kjellsen, Maria Guimaraes, Åsa Nilsson: The CO₂ Balance of Concrete in a Life Cycle Perspective, Danish Technological Institute, Nordic Innovation Centre, 19. December 2005, ISBN: 87-7756-758-7

kuissa 6 ja 7. Karbonatisoitumisasteen erot Tanskan ja Ruotsin välillä selittyvät mm. betonien erilaisista lujuusluokista, käyttökohteista ja murskattavan betonin osuudesta.

Projektin raportteja löytyy esimerkiksi Nordisk InnovationsCenter:in Internet-sivuilla osoitteesta: <http://www.nordicinnovation.net/prosjekt.cfm?id=1-4415-226>

CONCRETE ACTS AS A CARBON DIOXIDE SINK

Quite a lot of carbon dioxide is released in the manufacture of cement. However, a significant part of it is taken up during the life cycle of concrete, if concrete is after demolition crushed for re-use. This uptake has not been taken into account in the life cycle calculations of concrete or in emissions trading.

Cement clinker is made of limestone and other aggregates. The amount of carbon dioxide released from limestone during the process is about 500 kg per each ton of cement clinker produced. Carbon dioxide is also produced in the combustion of fuel during the manufacturing process. The carbon dioxide releases resulting from combustion depend on the energy-efficiency of the plant and the fuels that are used; at modern plants releases amount to 300 - 400 kg of CO₂ per 1 ton of clinker. Limestone accounts for about 60% of carbon dioxide releases in the production of cement.

The curing of concrete is based on a chemical reaction between cement and water, with cement minerals turning into cement stone and calcium hydroxide. Through carbonation of concrete the carbon dioxide released from limestone is converted back into calcium carbonate.

Concrete carbonation only extends a few millimetres or a centimetre below the surface during the service life of the building. The amount of carbon dioxide taken up by concrete is not very high at this stage. Most of the cement stone, however, is in contact with the carbon dioxide contained in air, and the rate of carbonation increases, if concrete is in the demolition process crushed for reuse. For a concrete structure that is 100 mm in diameter complete carbonation takes about 1100 years; for a 10 mm structure it takes ca. 11 years and for a 1 mm structure only about one month.

According to an estimate presented in a Nordic study "CO₂ Uptake from Carbonation of Concrete", about 20% - 40% of carbon dioxide released from limestone is taken up by carbonation during a 70-year service life of a building – and up to 60% - 80%, if the concrete is then crushed and reused as e.g. gravel in road structures.

BETONI ON KESTÄVÄN RAKENTAMISEN MATERIAALI

Betoni vastaa erinomaisesti ilmastonmuutosta torjuvan kestäväen rakentamisen haasteisiin. Kestävällä rakentamisella tarkoitetaan energiatehokasta, materiaalitehokasta, pitkäaikaiskestävää, turvallista, terveellistä ja viihtyisää rakentamista. Kun lisäksi otetaan huomioon vaatimukset elinkaaren aikaiselle kokonaistaloudellisuudelle sekä arvonsa säilyttävälle ja korjausvelattomalle rakentamiselle, betonin ominaisuudet tekevät siitä elinkaaren aikaisen ympäristövaikutusten vertailussakin kestäväen rakennusmateriaalin.

SEMENTTI JA BETONIN KARBONATISOITUMINEN

Betonirakenteiden CO₂-päästöt rakennuksen koko elinkaaren aikaisista CO₂-päästöistä ovat n. 3 - 4%. Tästä sementin osuus on n. 2/3 eli 2,5 % koko rakennuksen elinkaaren CO₂-päästöistä. Varovasti arvioiden betonin karbonatisoituminen säästää rakennuksen elinkaaren aikana noin 0,5% rakennuksen koko CO₂-päästöistä. Vaikutus rakennustasolla on siis suhteellisen vähäinen. Kun tarkasteluun otetaan betonin kierrätettävyys ja hyödynnettävyys uuden tuotteen raaka-aineena, murskatun betonin karbonatisoitumispotentiaali ja siten hiilidioksidin sitomispotentiaali onkin jo merkittävää luokkaa.

BETONIN TERMINEN MASSA JA TIIVEYS

Betonirakennus säästää kevyeen rakennukseen verrattuna massiivisuutensa ja paremman tiiveyden ansiosta vähintään 15 % lämmitys- ja jäähdytysenergiasta. Tämä koostuu vähintään 5 %:n säästöstä niin lämmityksessä, jäähdytyksessä kuin paremman tiiveyden tuomana säästönä (ks. Betoni 3/2010). Varovastikin arvioituna tämä tarkoittaa n. 7 %:n säästöä CO₂-päästöissä 50 käyttövuoden aikana.

On helposti laskettavissa, että jo 25 käyttövuoden jälkeen betonirakennus on kuitannut pois kaikki betonin ja sementin valmistusvaiheen CO₂-päästöt ja jatkaa energiansäästäjänä ja sitä kautta CO₂-nieluna. Koska betonisen rakennuksen todellinen elinkaari on helposti 100 vuotta, elinkaarenaikainen hiilidioksidipäästöjen vähentämispotentiaali on kevyt-rakenteisiin ratkaisuihin verrattuna merkittävä.

Betoniteollisuus ry



8 Finnsementti Oy

8, 9

Finnsementti Oy:n Lappeenrannan tehtaan energiasta 40 % tuotetaan muun teollisuuden jätteellä, joka muuten menisi kaatopaikalle.



9 Finnsementti Oy

ONKO SUOMESSA ONGELMAA NIMELTÄ ALKALI-KIVIAINESREAKTIO?

Hannu Pyy, tekn.lis., erikoistutkija,
VTT Expert Services Oy
Erika Holt, tekn.tri, erikoistutkija, VTT



1 Alueet, joilla Suomessa on todettu rakenteissa alkali-kiviainesreaktioita.

Suomalainen kiviaines tunnetaan mekaanisesti luja ja kemiallisesti kestävä. Koostumukseltaan se on pääasiassa graniittista sora tai kalliomursketta. Yleisesti uskotaan, että alkali-kiviainesreaktioita ei maassamme esiinny. Tutkimustulokset ovat kuitenkin osoittaneet, että tämä käsitys on virheellinen. Siksi olisikin tärkeää tutkia niitä mekanismeja ja kivilajeja, jotka Suomessa aiheuttavat alkali-reaktiota sekä oppia paremmin tunnistamaan ilmiö ja erottamaan se muista vaurioista aiheuttavista tekijöistä, jotta tulevaisuudessa osattaisiin välttää alkali-kiviainesreaktion mahdollisuus.

TAUSTAA

Tietyillä kiviainestyypeillä on suuri riski liueta, kun ne joutuvat kosketuksiin betonissa olevien, esimerkiksi sementin reaktiossa vapautuvien, alkalien kanssa. Kosteissa olosuhteissa reaktiossa muodostuu geeliä kiviainesrakeiden ympärille. Tämä geelin muodostuminen aiheuttaa tilavuuden kasvua, joka voi johtaa betonin halkeiluun. Alkali-reaktion synnyttämä halkeilu puolestaan tarjoaa muille vaurioitaville mekanismeille pääsyn betoniin ja lopputuloksena voi olla betonin hyvinkin voimakas rapautuminen.

Ilmiö tunnetaan yleisesti nimellä *alkali-kiviainesreaktio (AKR)* (engl. *alkali aggregate reaction, AAR*). Ylivoimaisesti yleisin AKR:n muoto on *alkali-piidioksidireaktio (ASR)* (engl. *alkali silica reaction, ASR*), jossa reagoivana kiviaineksena on piidioksidin eri kiteytymisastetta olevat muodot. Toinen, erittäin harvinainen AKR:n muoto on *alkali-karbonaattireaktio (ACR)* (engl. *alkali carbonate reaction, ACR*). Reaktiosta on käytetty myös nimitystä alkali-dolomiittireaktio, sillä reagoivana kiviaineksena on dolomiittinen kalkkikivi.

Jotta ASR voisi tapahtua, tulee seuraavat kolme ehtoa täyttyä:

- 1) betonissa on reaktiivista piidioksidia (kiviainesta),
- 2) alkaleja on kyllin runsaasti ja
- 3) kosteutta on riittävästi tarjolla.

Ilman kyllin suurta kosteutta ($RH > 80\%$) reaktiota ei tapahdu. Myös korkeat lämpötilat kiihdyttävät reaktiota. Siksi ASR on esim. Etelä-Euroopassa huomattavasti yleisempää kuin mikä on tilanne Pohjoismaissa. Suomessa riskialttiimpia, suuren kosteuden ja korkean lämpötilan rakenteita ovat kylpylöiden ja uimahallien betonirakenteet. Suomessa alkalireaktion syntyy ulko-olosuhteissa kuluu maamme alhaisesta lämpötilasta johtuen huo-

mattavan pitkä aika. Ja koska ASR edellyttää kaikkien kolmen ehdon täyttymistä, voidaan olettaa, että kuivissa ja lämpimissä sisäolosuhteissa ei reaktiota esiinny, vaikka käytetty kiviaines olisikin reaktiivista ja sementti alkalipitoista.

ASR:n voimakkuus on myös hyvin riippuvainen kiviaineksen geologisesta koostumuksesta. Suotuisissa olosuhteissa ja erittäin reaktiivisen kiviaineksen ollessa kyseessä, saattaa ASR ilmetä jo muutamassa vuodessa. Toisaalta esim. Norjassa on havaittu, että reaktion kehittymiseen kuluu tyypillisesti 15-30 vuotta, ennen kuin se on niin voimakas, että vaurioituminen tulee rakenteessa näkyviin. Reaktiivisimmat kiviainekset sisältävät opaalia, kalsedonia, tiettyjä sertin/limsiön muotoja, vulkaanista lasia tai erilaisia piipitoisia epäpuhtauksia. Riskikivilajeihin kuuluvat myös muut erittäin suuren piidioksidipitoisuuden omaavat hienorakeiset kivilajit, ruhjeiset ja epästabiilit kvartsin muodot jne.

Ensimmäiset ulospäin näkyvät ASR:n merkit ovat epäsäännöllinen tai verkkomainen halkeilu betonin pinnalla. Tällöin betonissa on jo niin voimakas painun seurauksena syntynyt sisäinen halkeilu, että halkeamat ulottuvat pintaan. Kun tällaista betonia tutkitaan sisältä nähdään reagoineiden kivareiden pinnalla reaktiokehä sekä halkeilua ja geelin muodostumista.

ASR:n synnyttämä halkeiluverkosto tarjoaa esim. klorideille helpon tien betonin sisäosiin. Samoin veden pääsy rakenteeseen helpottuu ja sitä kautta pakkasvaurioiden riski kasvaa. Yleisesti riskialttiimpia rakenteita ovat sillat, padot, pysäköintitalot ja perustukset. Nämä ovat kohteita, joissa reaktion vaatimaa kosteutta on runsaasti tarjolla. Kun rakenteessa on todettu ASR, voidaan erilaisilla toimenpiteillä hidastaa tai pysäyttää reaktion eteneminen. Toimenpiteet täytyy kohdistaa niihin kolmeen ehtoon, joilla reaktio toimii. Koska kiviainekseen ei enää voida valmiissa rakenteessa vaikuttaa, vaikutetaan kahteen muuhun tekijään. Tällaisia toimenpiteitä ovat:

- tehostetaan vedenpoistoa
- käytetään pinnoitteita märillä alueilla
- injektoidaan halkeamat
- estetään suolojen (alkalien) pääsy betoniin

Todettujen ASR -tapauksen määrän lisääntymisen maailmalla johtuu useistakin syistä. Kiviaineslähteissä on ympäristösyistä tapahtunut muutoksia, ja aina ei ole tiedostettu uusien kiviainesesiintymien ASR-riskiä. Sementit, joiden alkalipitoisuus on

korkea ovat lisänneet riskiä. Lisäksi ASR -tapaukset osataan nykyisin tunnistaa entistä paremmin muista vaurioista. Aiemmin ASR:n aiheuttama halkeilu sekoitettiin usein pakkasvaurioon.

Merkittävin ero ASR:n ja pakkasvaurion välillä on vaurioissa syntyvän halkeilun rakenne. Pakkasvaurioissa halkeilu on voimakkainta ulkopinnan lähellä ja heikkenee syvemmälle mentäessä, kun taas ASR:ssä halkeilu syntyy syvemmällä betonissa aiheuttaen tasaisen halkeiluverkoston koko rakenteeseen. Vaikka molemmissa vaurioissa saatetaan rakenteen ulkopinnalla olla hyvinkin samanasteinen halkeiluverkosto, voi ASR:n aiheuttama vaurio olla betonin sisällä selvästi suurempi kuin pakkasvauriossa. Ainoa keino ASR:n toteamiseksi rakenteesta on analysoida betonin koostumus ja rakenne esim. ohuthietutkimuksella. Oleellista on, että näytteet porataan mahdollisimman syvältä rakenteesta, eikä vain läheltä (50-60 mm) ulkopintaa. Tällöin vältetään se mahdollisuus, että kosteusliikkeet ovat "pumpanneet" halkeamia geelin betonin pinnalle ja jäljelle jääneet tyhjät halkeamat tulkitaan pakkasvaurioksi. Toisaalta pinnankin lähellä olevat reagoineet kivirakeet kertovat osaltaan tapahtuneista reaktioista.

Uusien materiaalien alkalireaktiivisuutta voidaan testata mm. seuraavilla menetelmillä:

- 1) kiviainesten petrograafinen analyysi (esim. SFS-EN 932-3),
- 2) nopeutettu laasti prismatesti (14 vrk testi, esim. RILEM AAR-2 tai ASTM C1260) tai
- 3) 1 vuoden betoniprismatesti (esim. RILEM AAR-3 tai ASTM C1293).

Kaikilla näillä menetelmillä on omat rajoituksensa.

2

Silta, jossa on todettu voimakas alkali-kiviainesvaurio.

3

Kuvan 2 sillasta porattu betoninäyte, jossa ison kivirakeen pinnassa reaktiokehä.

4

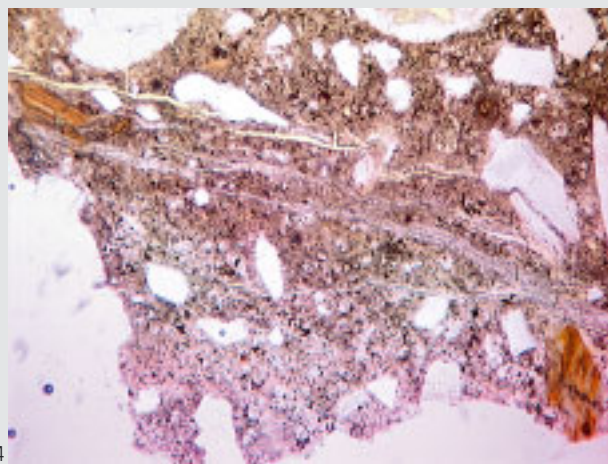
Alkaligeelin täyttämät halkeamia sementtikivessä. Kuvan korkeus vastaa noin 1,5 mm näytteessä.

5

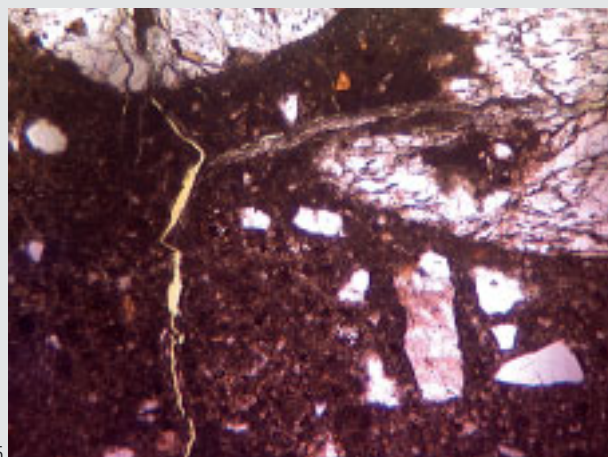
Kaksi reagoineutta kiviainesraetta ja niistä lähtevät halkeamat, jotka ovat osaksi geelin täyttämisiä. Kuvan korkeus vastaa noin 1,5 mm näytteessä.



3



4



5

Norjan Betoniyhdistys on 15 vuoden kansainvälisen yhteistyön tuloksena julkaissut ohjeen /1/, jossa määrittäjinä ovat kivilajityyppi, hienon ja karkean kiviaineksen suhde, suhteitus, sideaineen alkalipitoisuus sekä lentotuhka ja kuona. Yleisesti kirjallisuudessa esitetään sallitun alkalimäärän rajoina 2,5 - 4,5 kg/m³ laskettuna natriumoksidi ekvivalenttina (Na₂O_e).

TILANNE SUOMESSA

Suomen kallioperän ja irtomaalajien yleinen geologinen koostumus ja alueellinen esiintyminen ja jakautuminen tunnetaan varsin hyvin. Sen sijaan yksittäisten kiviainesesiintymien ASR-potentiaali tunnetaan yleisesti varsin huonosti.

Betonikiviainesten mekaanisia ja kemiallisia ominaisuuksia on testattu pitkään. Alkalikiviainesreaktioiden toteamisen mahdollistavia ohutietutkimuksia on VTT:llä tehty vuodesta 1982 ja betonirakenteiden systemaattista kuntotutkimusta noin 25 vuoden ajan. Tutkimukset ovat kohdistuneet lähinnä rakennusten julkisivuihin, parvekkeisiin sekä siltoihin ja laiturirakenteisiin.

VTT:n ohutietutkimuksissa on viimeisen 10 vuoden aikana todettu alkali-kiviainesreaktioita noin 10 sillassa eri puolilla Suomea (kuva 1). Tämä edustaa noin 2 % kaikista ohutietekniikalla tutkituista siltakohteista. ASR:n aiheuttama vaurioaste on näissä kohteissa vaihdellut matalasta korkeaan. Useimmiten ASR:n aiheuttama vaurio on ollut muihin tekijöihin, lähinnä pakkas- ja kloridivaurioon, nähden pieni. Muutamassa kohteessa ASR:n merkitys on ollut huomattava. Ilmasto-olosuhteistamme johtuen ASR:n kehitys on meillä hidasta, ja vaurioita voidaan yleisesti odottaa todettavan vasta yli 30 vuoden ikäisissä rakenteissa.

ASR raportoidaan varmuudella vain kohteista, joissa näytteissä esiintyy ASR:ssä syntyvää geeliä. Vaurioiden tunto-merkit ovat tyypillisesti reaktiokehän esiintyminen kiviainesrakeiden ympärillä, halkeamat kiviainesrakeissa ja sementtipastassa sekä geelin esiintyminen kiviainestartunnoissa ja halkeamissa. Esimerkki Suomalaisesta AKR -kohteesta on kuvissa 2 - 5.

Suomessa ASR liittyy selvästi tiettyihin kivilajeihin, ei niinkään maantieteellisiin alueisiin. Tyypillisimpiä suomalaisia kivilajeja, joissa on todettu ASR ovat kiillepitoiset, kvartsirikkaat liuskeet ja vahvasti metamorfoituneet tai ruhjeiset kvartsiittiset tai kvartsirikkaat liuskeet. Näiden kivilajien raekoko on usein alle 0,1 mm. Lisäksi joissakin olo-

suhteiltaan poikkeavissa kohteissa on todettu muidenkin kivilajien alkalireaktiivisuutta. Näissä kohteissa ASR on riippunut kvartsin rakenteesta, raekoosta, kiven metamorfoosista jne.

MITÄ JATKOSSA

Tutkimustulokset osoittavat, että alkali-kiviainesreaktioita tavataan myös Suomessa, niin kuin kaikkialla muuallakin ympärillämme. Samoin on selvää, että meillä ongelma ei ole suuri, mutta se tulee tiedostaa ja ennalta ehkäistä, sillä pahoissa ASR:stä johtuvissa vauriotapauksissa korjaus-/uusimiskustannukset ovat huomattavat.

Tulevaisuuden uhkana ovat lähinnä kiviainesvaurioiden ehtyminen ja sen seurauksena siirtymien käyttämään uusia kiviaineslaatuja, joiden ominaisuuksista ei ole tietoa. Sideaineiden osalta uhkana on uusien vaihtoehtoisten sideaineiden tai korkea-alkalisempien sementtien käyttö. Lisäksi erilaisten kierrätysmateriaalien käyttö voi lisätä ASR:n mahdollisuuksia.

ASR:n riskit Suomessa voidaan minimoida oikein suunnatuilla toimenpiteillä, joita ovat:

- betonirakenteiden ASR -kartoitus alueilla, joilla ASR on todettu sekä todettujen kohteiden osalta käytettyjen kiviainesesiintymien paikallistaminen
- Suomeen soveltuviin ASR -testien sekä tulosrajojen määrittäminen
- kenttätutkimusohjeiden luominen betonirakenteiden kuntotutkimuksiin niin, että ASR -kohteet voitaisiin tunnistaa mahdollisimman ajoissa
- aiheeseen liittyvän koulutuksen toteuttaminen.

VIITTEET:

- [1] Durable concrete with Alkali Reactive Aggregates. Publication no. 21. Norwegian Concrete Association. 2008. 16 p. + app. 16 p.

DOES FINLAND HAVE AN ALKALI-AGGREGATE REACTION PROBLEM?

Certain aggregate types have a high risk of dissolution when interacting with the alkalis released during the hydration of portland cement. In wet conditions, this reaction causes a gel around the aggregate particles that can crack the concrete and provide further paths for deleterious materials. The reaction is referred to as Alkali Aggregate Reaction (AAR). The most common form of reaction occurs between alkalis and certain forms of silica. This reaction is called Alkali Silica Reaction (ASR). Another less common form of reaction is Alkali Carbonate Reaction.

The three conditions required for AAR to occur include: 1) reactive silica (from aggregate), 2) sufficient alkalis (mainly from portland cement), and 3) sufficient moisture. Without a high moisture content (> 80% RH), ASR will not occur. Higher temperature also accelerates AAR. The rate of AAR reaction is also very dependent on an aggregate's geological composition. Some times AAR can be seen after a couple of years. Yet in other cases it can take 15-30 years until AAR damage becomes evident. The only way to identify AAR from an existing structure is analyze the interior of the concrete, such as by petrographic analysis.

In Finland, the highest risk environment is a very moist and warm environment, exemplified by modern indoor spa and pool facilities. Exterior concrete structures in Finland are also at risk of AAR, though the deterioration may take longer to appear. The structures most at risk for AAR damage are bridges, hydraulic structures, exposed frames (i.e. open multi-storey car parks) and foundations.

It has often been believed that the chemical reaction between Finnish aggregates and their surrounding environment is quite low. Yet recent in-situ structural concrete assessments have shown otherwise. It is during the past 10 years that AAR has been identified in about 10 bridges from various locations around Finland. This represents about 2 % of all concrete durability assessments by thin-section microscopy on bridges done at VTT in the past 10 years. In these cases the level of damage varies from low to high. Often the role of AAR has been smaller than the role of other damaging forces. In 2 - 3 of these cases, AAR has played a major role. In Finland AAR is more connected to certain rock types than to certain geographical areas. The Finnish rock types associated with AAR are fine grained stressed and strained mica bearing quartz rich shists and quartzites. The grain size is very often under 0.1 mm. Also some fine grained cataclastic rocks have reacted.

It is necessary for Finland to have knowledge and guidelines about how AAR may contribute to structural durability, assess test methods that can be used for AAR, with Finnish materials and establish acceptance limits for AAR test results.

Totta vai tarua?

Jussi Mattila
Toimitusjohtaja
Suomen Betoniyhdistys ry
jussi.mattila@betoniyhdistys.fi

Käteeni sattui viime toukokuussa lukematta jäänyt TM Rakennusmaailma. Sisältöön innosti tutustumaan vielä puolen vuoden jälkeenkin se, että kannen teksti lupasi lehdessä kirjoitettavan asiaa rakentamisen hiilijalanjäljestä. Ei muuta kuin tutki-
maan sisällysluettelosta, mitä tavaraa olisi tarjolla.

Rakentamisen hiilijalanjälkeä ei sisällysluettelosta löytynyt. Sen sijaan kannen lupausten katteeksi oli tarjolla Hiilineutraali kesämökki -nimiseksi otsikoitu juttu. Siinä esiteltiin Saaristomeren kansallispuistossa sijaitsevalle ulkosaarelle toteutettava kesämökkiprojekti.

Jutusta kävi ilmi, että rakennuttajaperhe oli ympäristötietoinen. Siksi mökkihankkeessa oli kiinnitetty huomiota myös rakentamisen aiheuttamaan hiilijalanjälkeen. Jutun tekstiosuus oli tosin lyhyt, vain noin sivun verran. Siinä oli kuitenkin kerrottu muutaman eri rakennusmateriaalin valmistuksen aiheuttamista päästöistä. Näiden tietojen innoittamana perheen isäntä kertoi, että puurakenteisen mökin päästöt ovat pieniä. Sementtiä oli tarvittu onneksi tosi vähän, ainoastaan takan ja kesäkeittiön perustuksiin. Hieno! Ympäristö pelastuu.

Itse rakentamista oli analysoitu jo hieman perusteellisemmin. Oli laskettu, että rakentamisen aiheuttamista päästöistä ”logistiikan” osuus oli 44 %, työmaasähkön 10 % ja loput 46 % oli peräisin rakennusmateriaalien valmistuksesta. Rakennuspaikan sijainnilla ulkosaarella oli siis selvästi ollut oma vaikutuksensa hiilijalanjälkeen. Kulke-
misen päästöt olivat samaa luokkaa koko rakennuksen kaikkien rakennusmateriaalien valmistuksen tuottamien päästöjen kanssa. Ja tuo kulkemisenhan itse asiassa vasta alkaa, kun mökki saadaan valmiiksi ja käyttöön.

Perhe oli varmasti pyrkinyt ottamaan parhaansa mukaan rakentamisen ympäristöasiat huomioon. Muutama hiilijalanjälkeen vaikuttava seikka oli tosin jäänyt huomiotta. Ja saattaapa olla niin, että huomiotta jääneet seikat taitavat olla huomioon otettuja paljon merkittävämpiä.

Perheen kerrottiin pitävän kotiaan Sveitsissä. Liikkuminen mökille tapahtuu lentokoneella, yhdistettynä luultavasti molemmissa päissä auto-
kyytiin. Lopuksi tarvitaan vielä mittava venematka. Koko matkan tupruaa ehtaa fossiilista hiilidioksidia – jokaisella mökkimatkalla!

Perheen kerrottiin ehtivän käyttää kesämökkiään vain noin kuukauden ajan vuodessa. Lopun aikaa päällä ovat peruslämmöt ilmalämpöpumpun siivittämänä. Voi kuvitella, että sähköä kuluu ja hiilidioksidia syntyy tuossakin kohtuullisen paljon, erityisesti mökin yhden kuukauden käyttöön suhteutettuna.

Asuin- tai mökkipaikkaansa ei voi aina valita. Sen sijaan rakentamisessa voidaan tehdä – käytettävien materiaalien lisäksi – monia valintoja, joko ympäristön puolesta tai vastaan.

Jutun kuvituksesta kävi ilmi, että itse mökkirakennus oli vallitsevan tyylin mukaan räystäätön. Rimapintainen julkisivu oli maalattu näyttävästi pikimustaksi. Kaikkiaan hyvin tyylikäs rakennus. Tehdyt valinnat vain olivat julkisivun kestävyysden kannalta pahimmat mahdolliset. Huoltomaalausta on luvassa reilusti alle kymmenen vuoden välein ja samalla saa luultavasti alkaa korjailla myös aurin-
gon paahtamaa rimoitusta. Lisäksi tällaisen julkisivupinnan saa saariston ahavan jäljiltä uusia jo muutaman kymmenen vuoden kuluttua. Rakennusmiehetkin kulkevat saareen siis myös jatkossa, luonnonvaroja kuluu ja hiilidioksidia pääsee. Kaiken katteeksi julkisivun musta väri saa aikaan sen, että ilmalämpöpumpulle lienee käyttöä myös kesäaikaan. Jos lomakelit ovat otolliset, viilennystarvetta riittää, ja hiilijalanjälki kasvaa edelleen.

P.S. – Ai mistä Linnunlaulun seisakkeelta?

Linnunlaulu sijaitsee radan varressa lähimain Pasilan ja Helsingin rautatieasemien puolivälissä. Tämä rataosa lienee Suomen ruuhkaisin ja siksi Linnunlaulun kohdalla junat vartoavat joskus hyvän tovin – parhaimmillaan yli puolikin tuntia. Siksi merkittävä osa tästäkin jutusta on ideoitu Linnunlaulun virtuaaliseisakkeella, kun matkustajia ei junasta poiskaan päästetä. Kyllä kävellään olisi joskus ollut paljon nopeammin perillä!

Toim. huom! Jussi Mattilan suositut kolumnit jatkuvat taas vuonna 2011. Ehkä toiselta junaseisakkeelta – tai matkalla Tampereelta Helsinkiin.

kolumni



Linnunlaulun seisakkeelta

Jarmo Saarinen, diplomi-insinööri,
Vahanen Oy



Juha Komonen

Alustabetonin kosteuspitoisuuden vaikutus pinnon tartuntaan -diplomityö tehtiin Aalto yliopiston Teknillisen korkeakoulun Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitokselle. Työn valvojana toimi professori Jari Puttonen. Tutkimus tehtiin Vahanen Oy:lle ja sen rahoittivat seuraavat tahot: Tikkurila Oy, Teknos Oy, TKR-Marketing Oy, Rudus Oy, Skanska Talonrakennus Oy, SBK Säätiö, Nanten Oy, Fescon Oy, Kaakelikeskus Helsinki Oy, Sika Finland Oy, Tremco-Ilbruck Oy ja Basf Oy. Työn ohjasivat diplomi-insinöörit Sami Niemi ja Juha Komonen Vahanen Oy:stä.

1
Epoksin pinnon vaurioituminen osmoottisen kuplimisen vaikutuksesta. Kuva on otettu noin puoli vuotta pinnonnoituksesta. Kuplat suurenevat ja pienenevät itsestään. Kuplissa on nestettä. Lattia on pakko korjata, mutta tässä tapauksessa ei ollut mahdollista selvittää perinpohjaisesti ongelman aiheuttajaa, koska tarkempi tutkiminen olisi nostanut korjauskustannuksia oleellisesti ja kokemuksesta tiedetään, että korjauksessa erittäin huolellisella työllä lattia saadaan toimimaan. Mysteeri elää siis edelleen.

YLEISTÄ BETONIN PINNOITTAMISESTA

Betonilattian pinnan käsittelyllä parannetaan sen ominaisuuksia käytön ja ympäristöolosuhteiden aiheuttamia rasituksia vastaan ja pidennetään rakenteen käyttöikää. Pinnottamisella voidaan myös rajoittaa aggressiivisten liuosten ja nesteiden pääsyä betoniin. Yleisimmin betonin pinoitteita käytetään teollisuudessa suojaamaan betonin pintaa mekaanisia (esim. trukkiliikenne) tai kemiallisia rasituksia vastaan. Niitä käytetään myös parvekkeissa, autohalleissa ja vastaavissa kovan kulutuksen käyttökohteissa. Pinnottaminen onkin tehokas, taloudellinen ja usein ainoa tapa suojata betonilattian pinta erilaisia rasituksia vastaan.

Yleisesti ennen pinnottamista betonilattian kosteuspitoisuuden tietyllä syvyydellä pitää alittaa pinnotteelle ominainen kosteusraja-arvo, jottei kosteuspitoisuus pinnonnoituksen alla pääse nousemaan niin korkeaksi, että se aiheuttaisi ongelmia esimerkiksi pinnonnoituksen kiinnipysyvyyden (tartunnan) kanssa. Tämä perussääntö on vallinnut betonirakentamisessa jo 1980-luvulta asti. Ensimmäisen kerran kosteusraja-arvot julkaistiin Betoniyhdistyksen *By12 Betonilattiat* -julkaisussa vuonna 1981. Tämän jälkeen kosteusraja-arvot yleisimmin käytetyille betonin pinoitteille, epoksille, polyuretaanille ja akryylille, ovat pysyneet samoina aina tähän päivään asti. Nykyiset lähinnä päällystämiseen suuntautuneet tutkimukset ovat kuitenkin tuoneet ilmi, että päällysteen tai pinnonnoituksen vesihöyrynläpäisyominaisuuksilla ja alustabetonin ominaisuuksilla on suuri vaikutus päällysteen tai pinnonnoituksen alle tasapainottuvaan kosteuteen.

Tässä artikkelissa päällysteellä viitataan liimataviin parketteihin, mattoihin ja laattoihin sekä keltuvin parketteihin.

BETONILATTIAPINNOITTEET

Betonilattiapinnoitteista yleisimmin käytettyjä materiaaleja ovat epoksi, polyuretaani ja akryyli. Näistä epoksi on yleisimmin käytetty lattiapinnoite. Se muodostuu epoksihartsin ja kovetteen reagoimissa keskenään. Epoksin pinoitteille on ominaista hyvä tartunta alustabetoniin. Pinnottetypistä riippuen epoksilla on myös hyvä kemikaali- ja kulutuskestävyys kun taas UV-kestävyys-, lämmönkestävyys-, ja joustavuusominaisuudet ovat epoksilla usein heikot.

Polyuretaanipinnoitteiden ominaisuuksiin kuuluu hyvä elastisuus ja iskunkestävyys. Polyuretaanien halkeaman silloituskyky on sen elastisen ominaisuuden asioista hyvä.

Akryylilattiat tehdään pääsääntöisesti hierrettävinä massoina, joiden paksuus on tyypillisesti 3 - 4 mm. Akryylipinnoitteiden ominaisuuksiin kuuluu hyvä mekaaninen kestävyys. Ominaisuuksiltaan akryylipinnoitteet ovat hyvin sekä mekaanista että kemiallista rasitusta kestäviä. Akryylin nopea kovettuminen mahdollistaa pinoitettavien tilojen käyttöönoton huomattavasti nopeammin kuin muilla materiaaleilla pinoitettaessa. Akryylin haittapuolena voidaan pitää voimakasta hajua pinoitusvaiheessa.

Markkinoilla on muutamia muitakin pinoitetyyppejä. Diplomityössä oli mukana kasvisöljypohjainen *muovipolymeeripinnoite*, jolle on luonteenomaista hyvä halkeamien silloituskyky, sitkeys ja lämpötilan kesto.

DIPLOMITYÖN TAUSTAA JA TAVOITTEET

Alustabetonin liian suuri kosteuspitoisuus voi vaikuttaa siihen kiinnitettäviin materiaaleihin monella tavalla. Materiaalin ja alustan välinen tartunnan muodostuminen voi epäonnistua, alustabetonin kuivumisen myötä tapahtuva kutistuminen voi aiheuttaa haitallisia muodonmuutoksia materiaaleihin ja materiaalit voivat vaurioitua kemiallisesti tai biologisesti. Pinnonnoituksen tartuntaan vaikuttavista tekijöistä tutkittiin tässä työssä kokeellisesti ainoastaan kosteuden vaikutusta sulkeamalla muut tartuntaan vaikuttavat tekijät pois.

Betonirakenteiden pinnottamista on Suomessa tutkittu melko vähän tähän mennessä. Vuonna 2004 käynnistyneen *Betonilattioiden päällystämisen ohjeistus eli BePO-projektin* loppuraporttina julkaistiin *Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen* -julkaisu. BePO-projektissa tutkittiin kosteuden vaikutusta päällystettyihin rakentei-



siin pinnoitteiden jäädessä tutkimuksesta pois.

Diplomityössä pyrittiin laboratoriotutkimusten avulla täsmentämään erityyppisten pinnoitteiden alustabetonin kosteuspitoisuudelle asettamia vaatimuksia siten, että toimiva tartunta pinnoitteen ja alustabetonin välillä toteutuu. Koesarjan avulla tutkittiin betonin kosteuspitoisuuden vaikutusta pinnoitteiden tartuntavetolujuuteen pinnoittamalla kosteuspitoisuudeltaan erilaisia koekappaleita. Lisäksi tavoitteena oli saada mitattua pinnoittamisen jälkeen alustabetoniin muodostuva kosteusjakauma ja seurata sen kehittymistä ajan suhteen. Päättävänä oli kuitenkin määrittää, mikä kosteuspitoisuus ja millä syvyydellä on sallittu onnistuneen tartunnan muodostumiseen ja säilymiseen alustabetonin ja pinnoitteen välillä, edellyttäen että muut tekijät kuten jälkihoito, betonin ominaisuudet, sementtiliiman poisto, tartunta-aineen levitys ja pinnoitusajankohdat ovat hyvät ja kaikki työvaiheet on huolellisesti suoritettu.

Työssä sovellettiin päällysteille yleisimmin ohjeistettuja kosteudenmittausvyökyksiä ja kosteusraja-arvoja, joiden avulla pyrittiin täsmentämään, miten ja miltä syvyydeltä alustabetonin kosteuspitoisuus kannattaa määrittää ennen pinnoitusta, jotta kosteus pinnoitteen alla nousee kriittiseksi. Työssä pyrittiin osoittamaan, että pelkästään pintaosien kosteuspitoisuudella on suuri merkitys tartunnan onnistumiseen ja että pinnoittamisen jälkeen syvemmillä rakenteesta pinnoitteen alle nouseva kosteus ei enää aiheuta ongelmia pinnoitteen ja alustabetonin kiinnipysyvyyteen (tartuntaan), mikäli tartunta on alun perin hyvin muodostunut.

TUTKIMUSOHJELMA

Diplomityössä tutkittiin eri kosteuspitoisuuteen asennettujen pinnoitteiden tartuntavetolujuuden kehitystä 3,5 kuukauden ajan. Tutkimus kohdistui

kahdeksaan yleisesti käytössä olevaan betonilattioiden pinnoiteyhdistelmään (tartunta-aine ja pinnoite): *epoksi, polyuretaani, kosteuskovettu polyuretaani, akryyli, muovipolymeeri, polyuretaani-akrylaattimaali, vesipohjainen epoksi* ja M-pohjustettu (ns. märän betonin pohjuste) epoksi. Tutkimus rajattiin käsittelemään yhteen suuntaan kuivuvaa (maanvarainen betonilaatta) pinnoitettua betonirakennetta.

Tutkimus koostui kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa järjestettiin diplomityössä mukana olleille tahoille kysely, jonka perusteella suunniteltiin ns. ennakkokokeet. Toisessa vaiheessa, ennakkokokeissa tutustuttiin koekappaleiden työstämiseen, koestamiseen ja tulosten tarkasteluun. Ennakkokokeiden tulosten perusteella suunniteltiin kolmas vaihe eli varsinaisen koeosuus.

Tutkimuksessa pinnoitettiin pääasiassa neljässä eri lähtökosteudessa olleita koekappaleita:

- 1 h = yhden tunnin kuivunut jälkihoidon jälkeen.
- 24 h = 24 tuntia kuivunut jälkihoidon jälkeen
- Kasteltu = Jälkihoitojakson jälkeen kuivunut 11-13 vuorokautta, jonka jälkeen pidetty 7 vrk veden alla ennen pinnoitusta. Pinnoitettu tunnin sisällä veden poistamisesta.
- Märkä = Kasteltu suoraan jälkihoitojakson jälkeen 7 vrk ajan, jonka jälkeen pidetty sumuttamalla kosteana aina pinnoitukseen asti.

Märimässä lähtökosteudessa betonin pintaa oli kasteltu viikon ajan, jolloin betonin pintaosien (0-20 mm) suhteellinen kosteus (RH) oli 98 %. Kastelun jälkeen betonin päältä pyyhittiin irtovedet pois ja koekappale pinnoitettiin. Kuivimmassa lähtökosteudessa (24 tuntia jälkihoidon jälkeen) koekappaleiden RH 5 mm syvyydellä oli 84 % ja 32 mm syvyydellä 96 %.

Kokeissa betonina käytettiin Rudus Oy:n norma-

2

Vaativissa paikoissa, kuten suurissa varastorakennuksissa ja pienemmissäkin tiloissa, jotka ovat jatkuvasti aktiivisessa käytössä, lattiapinnoitteen asentamisen pitää onnistua kerralla, koska korjaustoimenpiteiden suorittaminen jälkikäteen olisi äärimmäisen kiusallista. Kuvassa on onnistunut akryylipinnoite.

listi sitoutuvaa lattiabetonia K30, # 8 ja S3, joka valettiin 530 mm x 370 mm x 80 muotteihin.

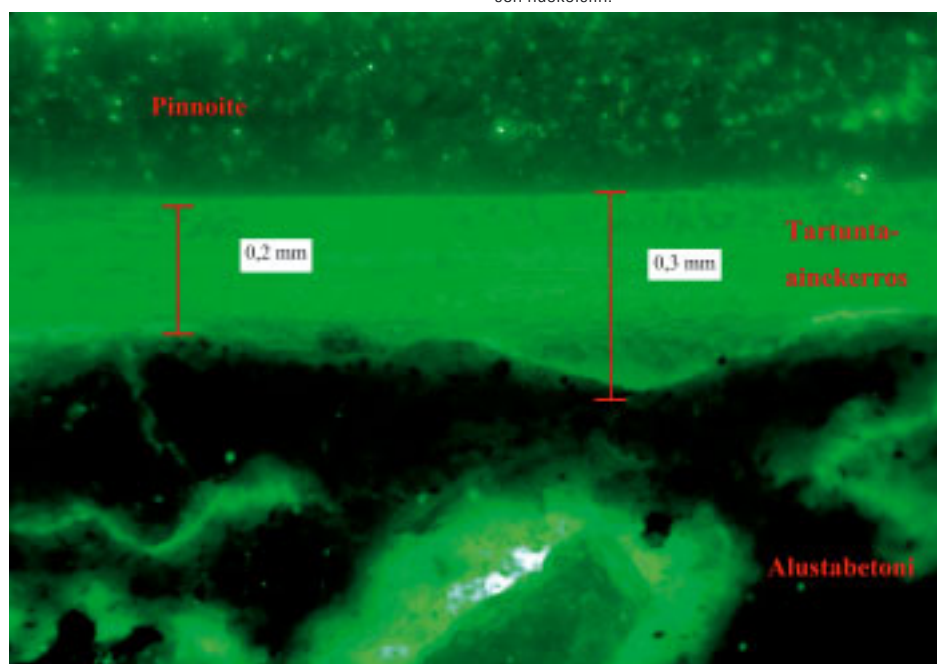
TUTKIMUSHAVAINTOJA

Alustabetonin kosteuspitoisuuden merkitys näkyi tartuntavetolujuustuloksissa varsin epäloogisesti. Osa pinnoiteyhdistelmistä saavutti parhaan tartuntavetolujuuden betonin pinnan ollessa mahdollisimman märkä ja toiset vuorokauden kuivuneessa laatussa, joka edusti kuivinta pinnoitushetken kosteustilannetta. Koestetuista pinnoitemateriaaleista viisi kuudesta täytti Betonilattiayhdistyksen *Betonilattiat 2002 By45/BLY7* -julkaisun vähimmäistartuntavetolujuusvaatimuksen (2,0 N/mm²) suurten rasi- ja rasi-tilojen alaisille tiloille, kun ne pinnoitettiin tunnin kuivuneeseen alustabetoniin. Diplomityön varsinaisen koeosuuden betoni kuivui kuitenkin jälkihoidon aikana merkittävästi kemiallisesti eli sekoitusvedestä kului sementin ja veden reaktioissa niin paljon, että betonin huokosten RH aleni alle 97 %:iin. Jälkihoidon lopetuksen jälkeen tunnin kuivuneen betonipinnan suhteellinen kosteus oli 93 % ja arvostelusyvyiden A (32 mm) 96 %. Tästä johtuen tunnin kuivuneeseen betoniin asennetut pinnoitteet täyttivät myös muutaman materiaalivalmistajan ohjeet suurimmasta sallitusta kosteuden arvosta.

Koeosuudessa polyuretaanipinnoitteet saavuttivat selkeästi parhaan lujuutensa mitä kuivemmalle

Pinnoiteyhdistelmä	Pinnoitus-tilanteen lähtökosteus	Suuret rasitukset > 2,0 N/mm ²			Keskisuuret rasitukset > 1,2 N/mm ²		
		Koestusajankohta pinnoituksesta			Koestusajankohta pinnoituksesta		
		1 vk	1 kk	3,5 kk	1 vk	1 kk	3,5 kk
P1		[N/mm ²]			[N/mm ²]		
Pinnoite: epoksi Pohjuste: epoksi	kasteltu	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
	1 h	2,1	2,4	2,4	2,1	2,4	2,4
	24 h	2,2	2,2	2,5	2,2	2,2	2,5
P2							
Pinnoite: polyuretaani Pohjuste: epoksi	kasteltu	1,4	1,3	1,8	1,4	1,3	1,8
	1 h	2,4	1,9	2,0	2,4	1,9	2
	24 h	1,9	2,6	2,7	1,9	2,6	2,7
P3							
Pinnoite: polyuretaani Pohjuste: epoksi	kasteltu	1,2	1,2	1,0	1,2	1,2	1
	1 h	1,6	1,9	2,7	1,6	1,9	2,7
	24 h	2,2	2,9	3,0	2,2	2,9	3
P4							
Pintakerros: muovipolymeeri Pohjakerros: muovipolymeeri	kasteltu	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8
	1 h	1,9	2,2	2,1	1,9	2,2	2,1
	24 h	1,9	2,5	2,5	1,9	2,5	2,5
P5							
Pinnoite: polyuretaani-akrylaattimaali Pohjuste: akrylaattipohjuste	kasteltu	3	3,7	3,5	3	3,7	3,5
	1 h	1,7	2,1	2,1	1,7	2,1	2,1
	24 h	2,3	3	3	2,3	3	3
P6							
Pinnoite: metakrylaatti akryylimassa Pohjuste: metakrylaattipohjuste	kasteltu	1,9	2	1,8	1,9	2	1,8
	1 h	1,6	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3
	24 h	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8
P7							
Pinnoite: epoksi Pohjuste: M pohjuste	märkä	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4
P8							
Pintakerros: epoksi Pohjakerros: epoksi	märkä	2,6	2,1	1,7	2,6	2,1	1,7
	1 h	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

4 Pinnoiteyhdistelmän tartunta alustabetoniin. Tartunta-ainekerros mukailee alustabetonin pintaa tunkeutumatta sen huokosiin.



3

Taulukko 1. Tartuntavetolujuuskokeiden tulokset eri lähtökosteustapauksissa ajan suhteen. Taulukossa on lajiteltu vetotulokset Betoniyhdistyksen betonilattiat 2002, By45/BLY7-julkaisun betonilattia vähimmäistartuntavetolujuusvaatimusten mukaan joko suurten rasitusten alaisiin tiloihin (2,0 N/mm²) tai keskisuuren rasitusten alaisiin tiloihin (1,2 N/mm²).

Tulokset on esitetty lukuarvoina (yksikkönä N/mm²) värillisillä taustoilla eri sarakkeissa eri tartuntavetolujuusvaatimusten mukaan. Vihreä väri tarkoittaa vetotuloksen täytteen vähimmäisvaatimuksen ja punainen vetotuloksen alittaneen vähimmäisvaatimuksen.

alustalle ne oli asennettu. Myös pinnoitteen tartuntavetolujuuden kehitys ajan suhteen tapahtui tällöin nousevasti. Sen sijaan epoksinpinnoitteella suurin tartuntavetolujuus saavutettiin määrimällä vaihtoehdolla. Tosin epoksilla tartuntavetolujuus kaikissa koestetuissa kosteustapauksissa täytti Betoniyhdistyksen julkaisun By45/BLY7 vähimmäistartuntavetolujuusvaatimuksen (2,0 N/mm²) suurten rasitusten alaisille tiloille käytettäessä pohjusteena jopa normaalia pohjustetta, eikä niin sanottua määrän betonin pohjustetta. Epoksinpinnoitteen vetolujuus pysyi koko tarkasteluajanjakson lähes samana kaikissa kosteustapauksissa. Kasvisöljypohjainen muovipolymeeripinnoite ja polyuretaani-akrylaattimaali täyttivät Betoniyhdistyksen tartuntavetolujuusvaatimuksen 2,0 N/mm² suurten rasitusten alaisille tiloille kaikissa kosteustapauksissa 3,5 kuukauden iässä. Akryylipinnoitteen 3,5 kuukauden tartuntavetolujuustulokset kaikilla lähtökosteusvaihtoehdoilla täyttivät By45/BLY7 vähimmäistartuntavetolujuusvaatimuksen (1,2 N/mm²) keskisuuren rasitusten alaisille tiloille. Taulukossa 1 on kaikki varsinaisen koeosuuden vetokoetulokset.

Pinnoitteet näyttivät siten sietävän varsin hyvin betonin kosteutta. Pinnoittamiseen liittyvät ongelmat voivatkin johtua enemmän huonosti suoritetuista työvaiheista kuten betonin jälkihoito, pinnan hionta, hiontapölyn poisto ja tartunta-aineen levitys. Nämä työvaiheet tehtiin tässä tutkimuksessa todella huolellisesti laboratorio-olosuhteissa. Kosteuden merkitys pinnoituksen onnistumiseen näyttäisi näiden kokeiden perusteella olevan yleisesti uskontoa pienempi. Kuitenkin diplomityön koeosuuden alussa eri materiaalivalmistajille järjestetyssä kyselyssä kosteuden aiheuttamia epäonnistumisia pidettiin varsin yleisinä.

Laboratoriokokeissa muut pinnoitteen tartuntaan vaikuttavat tekijät pyrittiin eliminoimaan laboratorio-olosuhteissa perusteellisesti suoritetuilla työvaiheilla. Käytännössä työmaalla pinnoitusolosuhteet eivät ole yhtä ihanteelliset. Kerralla pinnoitettava ala voi teollisuuslattioissa olla jopa tuhansia neliöitä, jolloin alustabetonin esikäsittely, hiontapölyn poisto ja tartunta-aineen levitys eivät todennäköisesti onnistu joka kohdassa yhtä hyvin. Tästä syystä alustabetonin kosteutta ei voida jättää kokonaan huomioimatta ainakaan pinnoitettaessa laajoja alueita. Tällöin kosteusraja-arvoista

5



Jarmo Saarinen

6a

on varmasti hyötyä, koska ne tuovat niin sanottua vikasietokykyä pinnoitustyölle. Tällä tarkoitetaan, että alustabetonin alhaisemmalla kosteuspitoisuudella saadaan varmuutta muihin pinnoittamiseen liittyviin työvaiheisiin. Lisäksi diplomityössä tehdyt pintahietutkimukset osoittivat ohennetun, alhaisen viskositeetin omaavan tartunta-aineen tunkeutuvan paremmin kuivaan kuin märkään betoniin. Kuvassa 5 on esitetty polarisaatiomikroskooppilla otettu kuva pinnoiteyhdistelmän tartunnasta alustabetoniin. Toisaalta jo tämän tutkimuksen tulosten perusteella pienten alueiden, esimerkiksi paikkakorjauspinnoitukset voidaan tehdä todennäköisesti ilman pitkiä kuivatusaikoja edellyttäen, että muut pinnoittamiseen liittyvät työvaiheet suoritetaan erittäin huolellisesti.

Vaikka koeosuuden tulokset ovatkin lupaavia ja antavat kuvan, ettei alustabetonin kosteudella välttämättä ole merkittävää vaikutusta pinnoitteen tartuntaan, ei yleispäteviä johtopäätöksiä pinnoitteiden kiinnipysyvyydestä voida tehdä ilman jatkotutkimuksia. Tämä tutkimus antaa lähinnä kuvan, miten tartuntavetolujuus kehittyy aivan alkuvaiheessa ja miten alustabetonin kosteuspitoisuus pinnoitteen alla kehittyy pinnoituksen jälkeen. Koeosuuden keskittyessä tartunnan alkuvaiheen kehitykseen ei myöskään pystytä esittämään muuttoksia kosteustarkasteluohjeisiin.

Alustabetonin kosteuspitoisuuden määrittämistä ennen pinnoitusta tutkittiin suhteellisen kosteuden mittauksin, painoprosenttikosteuden määrittäminen ja pintakosteusilmaisimin. Kuvassa 7 on esitetty ennakkokokeiden aivan betonin pintaosan suhteellisen kosteuspitoisuuden aleneminen. Pintakosteusilmaisimet osoittautuivat varsin epäluotettaviksi laitteiksi alustabetonin kosteuspitoisuuden arvioinnissa. Yksikään pintakosteusilmaisim ei kuvannut selkeästi millään syvyydellä tapahtuvaa suhteellisen kosteuden alentumista. Pintakosteusilmaisim onkin hyvä apuväline alustabetonin suhteellisen kosteuden mittauksessa. Sillä on hyvä etsiä laajan alueen kosteimmat kohdat, mistä erikseen määritetään betonin suhteellinen kosteus näytepalamenetelmällä. Näytepalamenetelmä soveltuu alustabetonin kosteuspitoisuuden arviointiin ennen pinnoittamista, koska sillä pystytään määrittämään pinnan (0 - 5 mm) ja aivan pintaosien (1 - 1,5 cm) suhteellinen kosteus toisin kuin porareikämenetel-



Jarmo Saarinen

6b

mällä. Painoprosenttikosteuden määrittäminen puolestaan ei ole niin luotettava menetelmä, koska sen antamat tulokset riippuvat käytetystä betonilaudasta. Tämän osoittaa tutkimuksessa tutkittujen kahden betonin tasapainokäyrien poikkeaminen selvästi toisistaan (kuva 8).

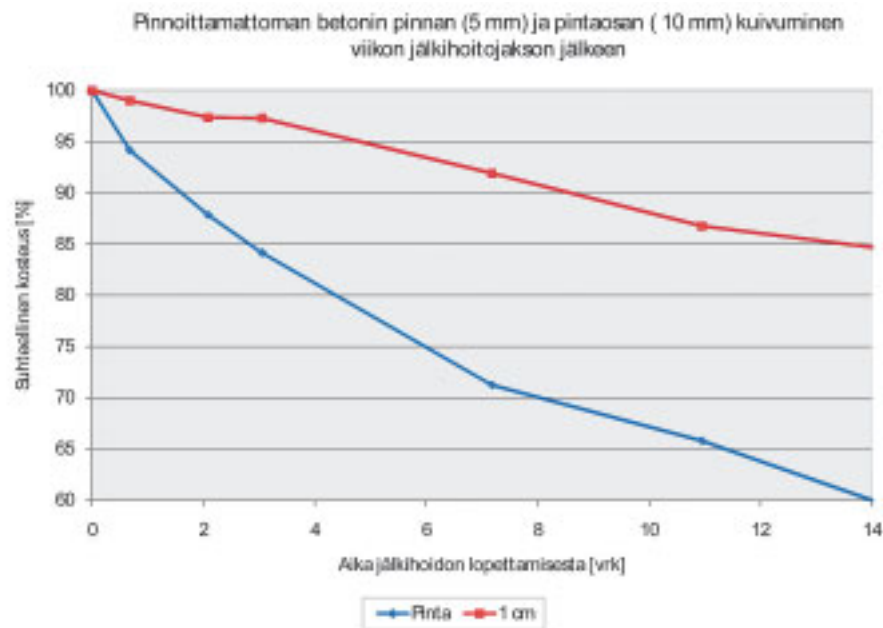
Pinnoitteita pidetään yleisesti huonosti vesihöyryä läpäisevinä materiaaleina. Laboratoriokokeiden tulosten perusteella voidaan todeta osan koeosuuden pinnoitteista läpäisevän vesihöyryä varsin hyvin. Osa puolestaan, kuten epoksi- ja akryylipinnoite sekä polyuretaanipinnoitteet eivät läpäise vesihöyryä juuri ollenkaan (kuva 9). Vesipohjainen epoksi ei puolestaan läpäissyt vesihöyryä niin kuin olisi voinut olettaa kirjallisuusviitteiden perusteella [by49]. Koeosuuden tulosten perusteella pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyys vaikuttaa kuitenkin huomattavasti pinnoittamisen jälkeen pinnoitteen alle tasapainottuvaan kosteuteen (kuva 10). Pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyys tulisikin ottaa huomioon pinnoitteiden kosteusraja-arvoissa ja arviointisyvyyskysien ohjeistuksessa.

6 a

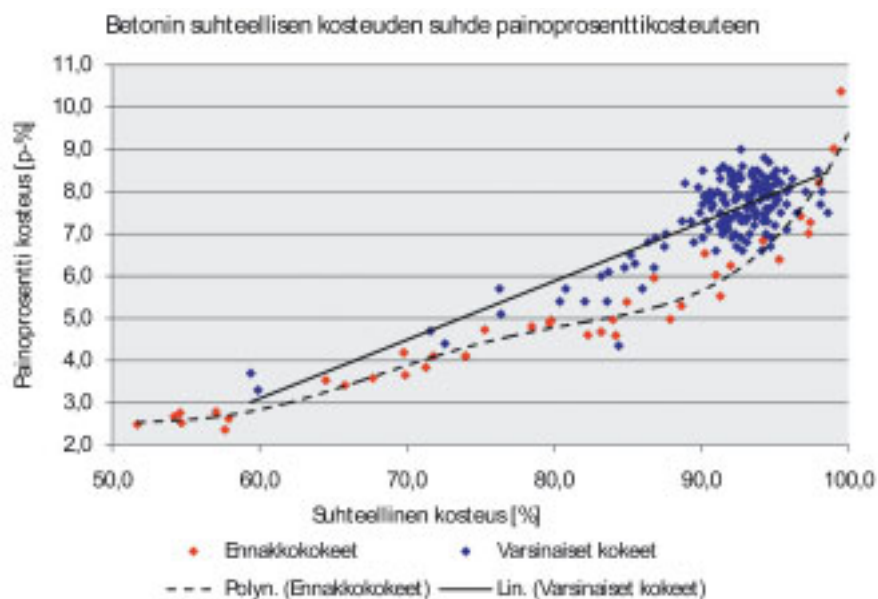
Epoksinpinnoite on irronnut betonin pinnasta. Pinnoitteen Irtoaminen on johtunut huonosti tehdyistä pohjatöistä, sementtiliiman poisto tehty puutteellisesti. Irtoaminen on tapahtunut alueelta, johon kohdistuu päivittäin runsaasti kävelyrasitusta.

6 b

Sementtiliima on jäänyt noin millimetrin vahvuiseksi kerroksena irronneen pinnoitteen alapintaan.



7



7

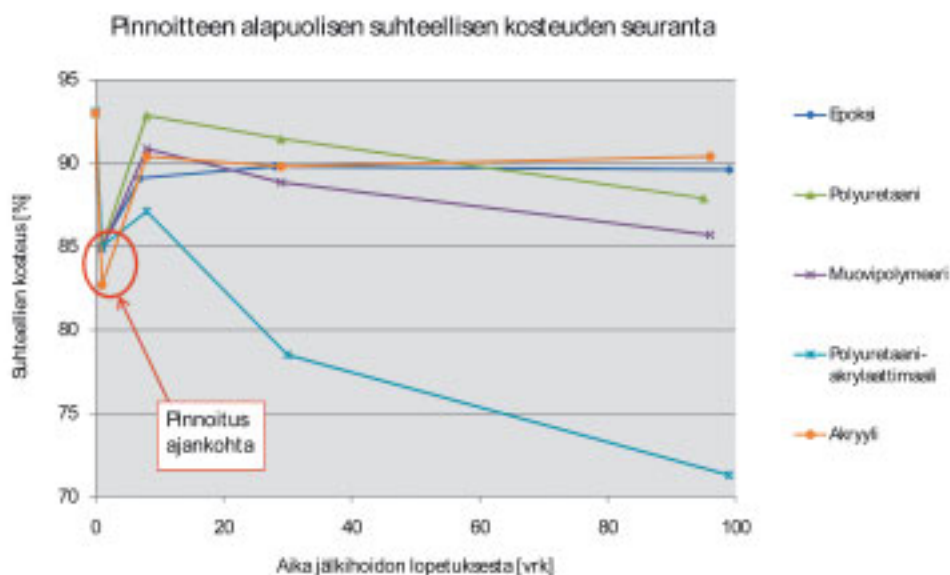
Betonin pinnan (5 mm) ja pintaosan (10 mm) kuivuminen laboratorio-olosuhteissa (T: 20 °C ja RH: 15 - 35 %). Kuvasta huomataan hyvien kuivumisolosuhteiden vaikutus betonin pinnan nopeaan kuivumiseen. Jo yhden viikon kuivattamisen jälkeen suhteellinen kosteus betonin pinnassa on laskenut 71 %:iin ja syvyydellä 10 mm 92 %:iin. Kosteuspitoisuutta seurattiin jälkihoidon lopetuksen jälkeen näytepalamenetelmällä 0, 1, 2, 3, 7 ja 11 vuorokauden kohdalla.

8

8

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) suhde painoprosenttikosteuteen (p-%). Betonista irrotetuista muruksista määritettiin ensin RH, jonka jälkeen niistä määritettiin painoprosenttikosteus kuivatuspunnituskokeella. Kuvassa on sinisillä pisteillä kuvattu varsinaisen koeosuuden ja punaisilla ennakkokokeiden betonin RH:n suhdetta painoprosenttikosteuteen.

Kuvasta nähdään että ennakkokokeiden betonille (pienemmässä otantamäärästä johtuen) pystyttiin määrittämään melko selvä yhteys (korrelaatiokäyrä) painoprosenttikosteuden ja RH:n välille (musta katkoviiva). Varsinaisen koeosuuden suuresta otannasta johtuen RH:n ja painoprosenttikosteuden välinen yhteys ei ole yhtä selvä. Oleellista on se, että kahdella lähes samanlaisella betonilaadulla on tyypillisimmin mitatulla kosteusalueella RH 75 - 95 % varsin erilainen tasapainokosteuskäyrä. Korrelaatiokuvaajien perusteella RH 80 % voi tarkoittaa 5 - 6 painoprosenttia ja RH 90 % 6 - 7,5 painoprosenttia.



9

Epoksin, polyuretaanin, muovipolymeerin, polyuretaani-akrylaattimaisella ja akryylin alle, alustabetonin pintaan tasaantuva betonin suhteellinen kosteus. Koekappaleita jälkihoidettiin kahden viikon ajan, jonka jälkeen koekappale kuivui yhden vuorokauden ennen pinnoitusta. Pinnoitustilanteessa betonin suhteellinen kosteus pinnassa (5 mm) oli 84 - 85 %, 10 mm syvyydessä 93 % ja 32 mm syvyydessä 96 %. Kuvaajasta nähdään, että vesihöyryä huonosti läpäisevien pinnoitteiden alle tasoittuu asennus-

9



EHDOTUS KOSTEUDEN ARVIOINTIIN

Lähes kaikki työssä koestettujen materiaalien valmistajat ohjeistavat tuoteselosteissaan tuotteilleen alustabetonin korkeimman sallitun kosteuspitoisuuden (kosteusraja-arvo). Tuoteselosteissa ei kuitenkaan yleensä ohjeisteta, miten alustabetonin kosteuspitoisuus tulisi määrittää ja millä syvyydellä kosteusraja-arvo tulee alittaa. Kuitenkin diplomityön alussa tehdyn kyselyn mukaan suurin osa vastanneista materiaalivalmistajista, viisi kahdeksasta, ohjeistaa mittaamaan alustabetonin kosteuspitoisuuden kahdelta syvyydeltä. Laatan paksuudesta riippuvalla arviointisyvyydeltä A (3 - 7 cm, *Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet 2007*) ja 0,4 x A eli uusimman betonipäällysteiden kosteuspitoisuusohjeen mukaisesti. Yksi pelkästään rakenteen pinnasta (0 - 5 mm) ja kaksi pinnasta (5 mm) ja vähän syvempää (esim. 15 - 20 mm). Koeosuus osoittaa kuitenkin, että vesihöyryä huonosti läpäisevien pinnoitteiden alle tasoittuu asennushetkellä lähinnä syvyydellä 5 - 10 mm vallinnut kosteus. Tämä osoittaakin, että aina ei ole tarpeellista mitata kosteuspitoisuutta rakenteen paksuudesta riippuvalla arviointisyvyydeltä A.

Jopa äärimmäistä kosteutta kestävien ja vesihöyryä läpäisevien pinnoitteiden ollessa kyseessä, saattaisi jopa olla järkevämpää korostaa kosteusraja-arvojen sijaan sitä, että lattialla ei ole irtovettä tai betonipinnan tulee olla vaalea. Ja luonnollisesti edellyttää lujaa ja puhdasta alustaa, oikeita työtapoja sekä hyviä asennusolosuhteita.

Pinnoitteille määritetyissä kosteusraja-arvoissa näyttääkin olevan paikoin liikaa varmuutta. Tässä työssä onnistuneita pinnoituksia tehtiin jopa mahdollisimman märkänä aivan pinnoitukseen saakka pidetyille betoneille. Tällaisessa tapauksessa saattaa olla jopa haittaa kosteusraja-arvojen antamisesta, sillä melko korkean raja-arvon varsin helposti alittavat kosteuspitoisuudet saattavat johtaa muiden, oikeasti tärkeämpien onnistumistekijöiden huomiotta jättämiseen.

YHTEENVETO

Tutkimuksen perusteella voitaisiin soveltaa menetelyä, jossa pinnoitteiden alustabetonin kosteuspitoisuus määritetään näytenpalamenetelmällä rakenteen pinnasta (0 - 5 mm) ja rakenteen paksuudesta riippuvalla syvyydeltä 0,4 x A (1 - 3 cm), jossa A on *Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet 2007*-julkaisun arvostelusyvyys. Ennen pinnoitusta tulee

molempien syvyyksien kosteuksien alittaa materiaalivalmistajien määrittelemä suhteellisen kosteuden arvo, jotta käytännön pinnoituksissa saavutetaan riittävä varmuus mm. mahdollisten työvirheiden varalta. Edellä mainitut syvyydet pätevät tutkimuksessa käytetyille betonilaaduille ja pinnoitemateriaaleille. Kuitenkin materiaalikohtaisten mittaussyvyyksien tai kosteusraja-arvojen tarkentaminen vaatii laajempia jatkotutkimuksia aiheesta.

Jatkotutkimuksessa tutkittavien pinnoitteiden määrää kannattaisi rajoittaa ja keskittyä koeosuudessa tutkimaan eri paksuisten ja erilaisten alustabetonien kosteuspitoisuuden vaikutusta pinnoitteen tartuntaan. Koeosuus tulisi myös suunnitella kattamaan tarpeeksi pitkä seuranta-aika, vähintään yksi vuosi, jotta johtopäätösten tekeminen ja pinnoitteille annettujen kosteusraja-arvojen tarkentaminen olisi luotettavaa.

Diplomityössä pinnoitettiin myös eri materiaaleilla eri kosteuspitoisuuksissa 16 ylimääräistä koe-kappaletta. Koestamalla nämä ylimääräiset koe-kappalet voidaan tehdä tarkempia johtopäätöksiä alustabetonin kosteuspitoisuudessa tapahtuvista muutoksista ja kuinka ne vaikuttavat pinnoitteen tartuntaan pitkällä aikavälillä.

Vaikka diplomityön tulosten perusteella voidaan helposti ajatella, ettei betonin kosteuspitoisuudella ole merkittävää vaikutusta onnistuneeseen pinnoitukseen, tulisi betonin kosteuspitoisuuden arviointi ja pinnoitusajankohdan valinta tehdä aina tapauskohtaisesti ottaen huomioon kaikki pinnoitukseen vaikuttavat tekijät. Tässä työssä saatiinkin hyviä uusia työkaluja onnistuneen pinnoituksen varmistamiseen.

EFFECT OF MOISTURE CONTENT OF CONCRETE SUBSTRATE ON COATING BOND

Master's thesis *Effect of moisture content of concrete substrate on coating bond* was prepared for the Department of Structural Engineering and Building Technology in the Faculty of Engineering and Architecture at the Aalto University.

The surface coating of a concrete floor improves the properties of the floor against the stresses resulting from wear and environmental conditions and increases the lifespan of the structure. Coating can also restrict the access of aggressive solutions and liquids to the concrete.

Excessive moisture content of the concrete substrate can influence in many ways the materials attached to

10

Korjaustyömaan vaativat olosuhteet ja pohjatöiden laatu vaikuttavat paljon onnistuneeseen pinnoitukseen. Alustabetonin kuivattaminen tarpeen mukaan, alustabetonin jyr-sintä sekä hionta ovat erittäin kriittisiä onnistuneen pinnoituksen kannalta. Tämänkin jälkeen kaikki voidaan pila-ta pinnoittamalla irtopölyn päälle. Kuvassa erittäin huolellista muurointia ilman suolakkeita pelkällä putkella kahdella imurilla pienellä alueella.

the substrate. It may result in the failure of bond between the material and the substrate, the shrinkage resulting from the drying of the concrete can cause adverse deformation of materials and the materials can be chemically or biologically contaminated. As concerns the factors that affect the coating bond, the thesis only studied through experiments the effect of moisture and all the other factors were excluded.

Coatings appear to be quite tolerant to the moisture contained in concrete. In fact, the problems related to coating may rather be caused by poorly executed work phases, such as curing of concrete, grinding of surface, removal of grinding dust and application of bonding primer. In this study these phases were executed with extreme care in laboratory conditions. The tests suggest that the effect of moisture on successful implementation of coating is not as great as commonly believed. Yet, according to the survey conducted among material manufacturers at the start of the test phase of the thesis, failure due to moisture was considered quite common.

Based on the study, a procedure could be applied in which the moisture content of the concrete substrate is determined from samples taken from the surface of the structure and from a depth dependent on the thickness of the structure. Both of the values shall be below the limit value of relative humidity defined by the material manufacturers before the coating is applied, in order to ensure that adequate certainty can be achieved in practical coating operations against e.g. potential defects in workmanship.

Although the outcome of the thesis might lead to the impression that the moisture content of concrete plays no significant role in the successful implementation of coating, the moisture content should always be defined and the correct time for coating selected case by case with all the factors affecting coating taken into consideration. The thesis produced good new tools for assuring a good coating result.

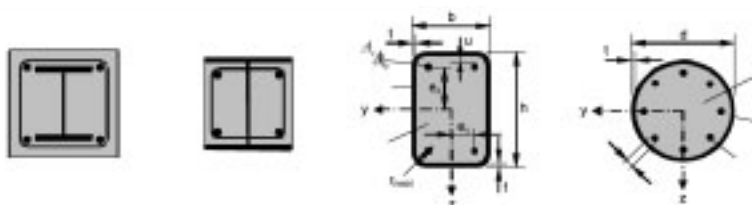


BETONI-TERÄS -LIITTORAKENTEIDEN SUUNNITTELU EUROKOODIEN MUKAAN

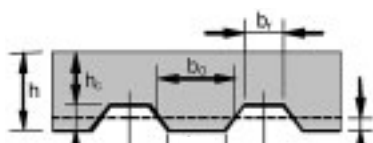
Mikko Peltomaa, diplomi-insinööri, suunnittelija
A-Insinöörit Suunnittelu Oy
mikko.peltomaa@ains.fi



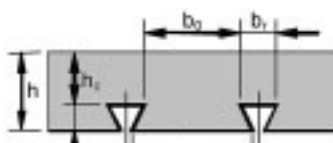
Palkit



Pilarit



Trapetsiprofiili



"Lohenpyrstöprofiili"

Laatat

TAVOITTEENA SUUNNITTELUOHJE

Tampereen teknillisessä yliopistossa 2009 valmistunut diplomityö "Betoni-teräs -liittorakenteiden suunnittelu Eurokoodien mukaan" (Peltomaa, M.) pyrkii helpottamaan Eurokoodien käyttöönottoa käsittelemällä standardien EN 1994-1-1 ja EN 1994-1-2 mukaista käyttölämpötila- ja palomitoitusta. Työn tavoitteena oli laatia suomalaiset käytännöt huomioiva Eurokoodi 4:n suunnitteluohje ja selvittää samalla varmuustasossa ja laskentamenetelmissä tapahtuvia muutoksia suhteessa vanhaan liittorakenteiden suunnitteluohjeeseen By26 ja sovellusohjeeseen By36.

Liittorakenteiden mitoituksen näkökulmasta Eurokoodien käyttöönotto on mielenkiintoinen tilanne siinä mielessä, että Suomen rakentamismääräyskokoelma ei ole sisältänyt liittorakenteita käsittelevää itsenäistä osaa. Toisaalta ohjeilla By26 ja By36

on sama tausta kuin standardilla EN 1994-1-1. Palomitoituksen osalta vastaavaa yhdenmukaisuutta ei kuitenkaan ole havaittavissa.

Eurokoodi 4 parantaa tilannetta, jossa ohjeet By26 ja By36 sisälsivät osittain päällekkäistä ja ristiriitaista tietoa. Siihen on koottu jokseenkin johdonmukainen kokonaisuus määräyksiä ja ohjeita suunnittelun tueksi. EC4:n yksi ongelma on kuitenkin suunnittelusääntöjen soveltuvuutta koskevat tarkkaan määritellyt rajaukset, jolloin laskentamenetelmien soveltuvuudesta voi tulla ajoittain epäselvyyttä. Tämä on seurausta eurokoodien yleisestä pyrkimyksestä soveltaa viimeisintä tutkimustietoa.

MITOITUSFILOSOFIA MUUTTUU

Rakennesuunnittelijalta vaaditaan avarakatseisuutta, koska liittorakenteiden mitoitusfilosofia muuttuu EC4:n myötä. Tämä koskee erityisesti taivutettuja vaakarakenteita, joiden mitoituksen painopiste siirtyy By36:n painottamasta käyttötilan ominaisuuksien turvaamisesta murtorajatilasta (ULS) tarkasteluun. Murtorajatilakeskeisyys näkyy muun muassa aiempaa hoikempien rakenteiden plastisena käsittelynä poikkileikkausluokituksen löyhentyessä. Muutoksen taustalla on EC4:n tavoite suunnittelun suoraviivaisuuden lisäämisestä, johon on pyritty varmistamalla juuri käyttörajatila-kriteerien täyttyminen jo murtorajatilamitoituksen yhteydessä. Eurokoodin ULS-tarkastelusta ei kuitenkaan löydy tätä pyrkimystä selvästi palvelevia elementtejä.

Uutta on myös eurokoodin tarjoama tarkempi ohjeistus rakenneanalyysiin eli voimasuurelaskentaan. Se ei ole enää irrallinen suunnitteluprosessin osa vaan liittyy kiinteämmin rakenteiden varsinaiseen mitoitukseen. Liittorakenteiden osalta tämä liittyy erityisesti kehärakenteen osana toimivien puristettujen pystyrakenteiden analysointiin. EN 1994-1-1 kappaleesta 5 löytyvät rakenneanalyysin ohjeet vaikuttavat kuitenkin siltä, että ne on luotu lähinnä atk-pohjaisen voimasuurelaskennan tarpeisiin. Käsienlaskumenetelmien soveltaminen vaikuttaa tässä yhteydessä hankalalta.

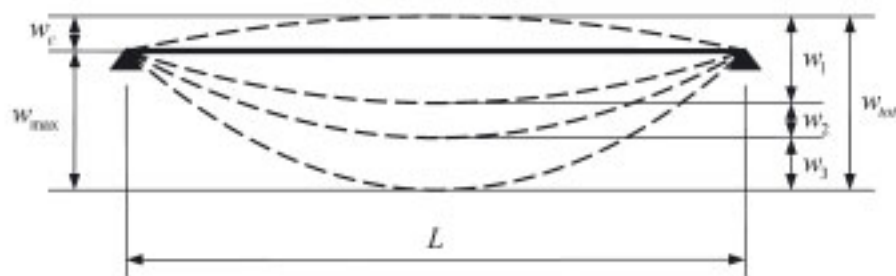
Liittorakenteiden mitoituksen ydin, taivutettujen vaakarakenteiden analysointi, ei puolestaan teknisiltä periaatteiltaan juuri muutu. Suunnittelun painotuseroja voidaan kuitenkin löytää. Niistä ehkä merkittävin on osittaisen leikkausliitoksen käytön lisääntyminen niin palkkien kuin laattojenkin mitoituksessa. EC4 tarjoaa osittaisen leikkausliitoksen

1
Palkit, pilarit, laatat

2
Palkin taipumakomponentit.

3
19 mm pulttivaaran leikkauskapasiteetin vertailu f_{cd} :n funktiona.

4
Epätäydellisen yhteistoiminnan mukaisen taipuman suhde täydellisen yhteistoiminnan taipumaan By36:n ja Hanswillen mukaan.



Rakenneosan taipumakomponenttien määritelmät:

- W_c on esikorotus
 W_1 on taipuman alkuarvo kyseeseen tulevan kuormayhdistelmän pysyvien kuormien vaikuttaessa
 W_2 on taipuman pitkäaikaisosuus pysyvien kuormien vaikuttaessa
 W_3 on kyseeseen tulevan kuormayhdistelmän muuttuvien kuormien aiheuttama taipuman lisäosuus

$$W_{tot} = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W_{max} = W_1 + W_2 + W_3 - W_c$$

analysointiin aiempaa selkeämmät työkalut. Liittimien kapasiteetit ovat entisestään kasvaneet, joskin liittolaatan ripojen aiheuttama redusointi on aiempaa merkittävämpi.

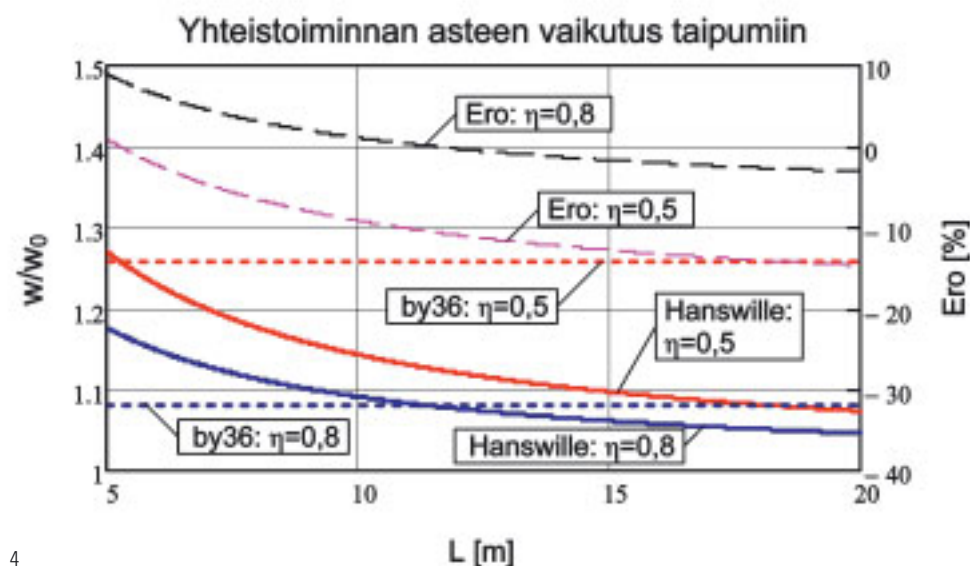
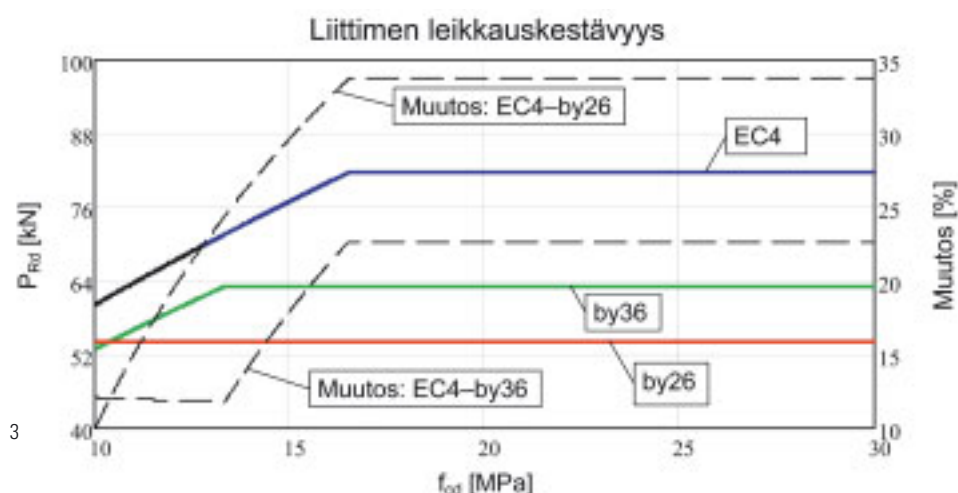
PÄÄLEKKÄISEN LIITTOPALKIN MITOITUS

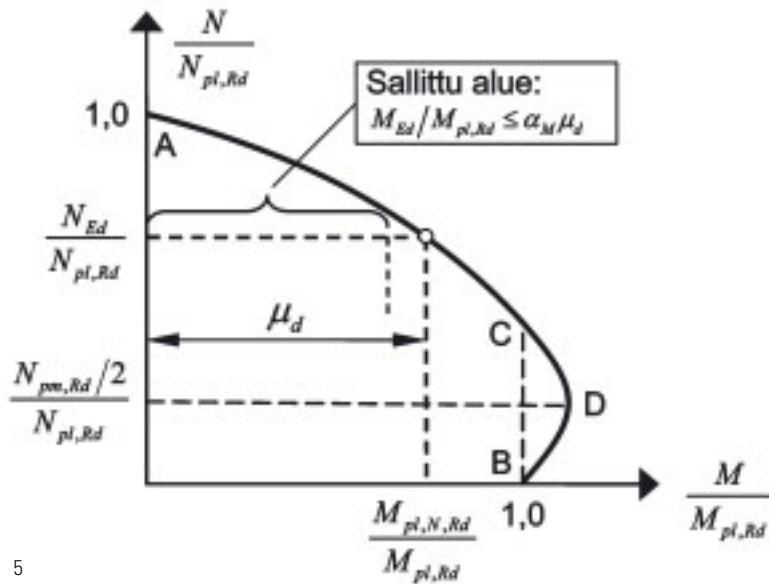
Liittopalkin mitoituksessa yksi kapasiteetteihin selvimmän vaikuttavista muutoksista on rakenneteräksen osavarmuuskertoimen aleneminen arvoon 1,0. Mitoitusmenetelmiä koskeva suurin periaatteellinen muutos koskee kuitenkin irtileikkautumisen estävän raudoituksen määritystä, joka perustuu Eurokoodissa by:n ohjeista poikkeavaan ristikkoanalogiaan. EC4:ssä on tältä osin kuitenkin vielä epäjohdonmukaisuutta esistandardin ENV 1994 perintönä.

Jatkuva liittopalkki on EC4:ssä käsitelty aiempaa tarkemmin. Liittorakenteiden jatkuvuuden korostuminen saattaa olla osasyynä myös murtorajatilakeskeisyyteen, koska poikkileikkausluokkien rajoissa sallitusta plastisoitumisesta on enemmän haittaa Suomessa tyypillisemmille yksiaukkoisille rakenteille. Jännitysten rajoittamiselle on siis perusteita, vaikkei se usein Eurokoodia sovellettaessa olekaan pakollista.

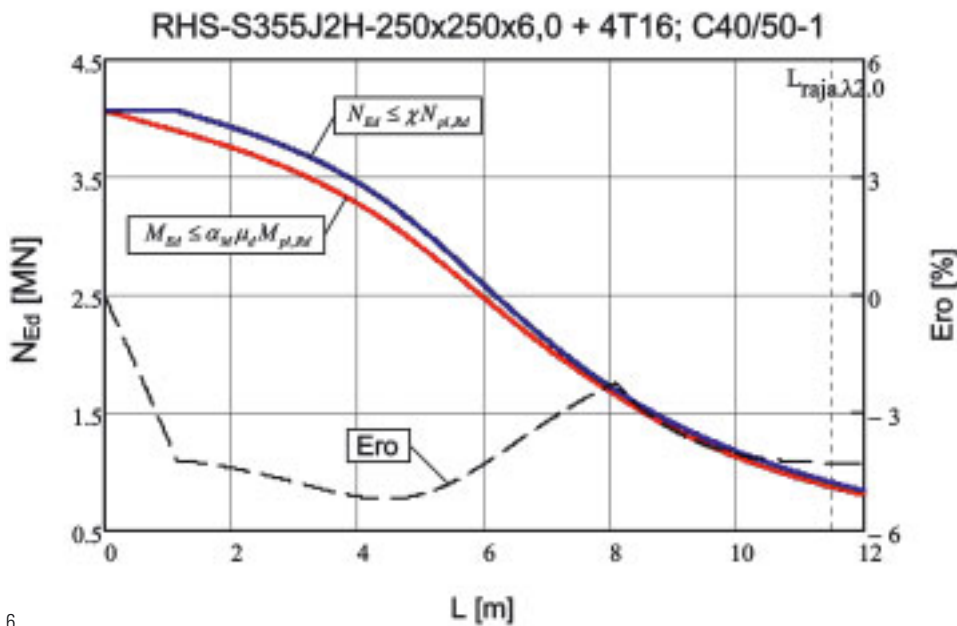
Myös taipumalaskennan periaatteet muuttuvat. Eurokoodien mukainen lähestymistapa erilaisten kuormitusyhdistelmien aiheuttamien vaikutusten (kuva 2) tarkastelusta ei ole täysin yhteensopiva vanhan tavan kanssa, jossa kuormat jaettiin pitkä- ja lyhytaikaisiin. Taipumien rajoittamista koskevassa Suomen kansallisessa liitteessä on vielä päivitystarpeita, koska se on laadittu esistandardin kansallisen soveltamisasiakirjan (NAD) hengessä.

Liittopalkkien parametriset vertailulaskelmat EC4:n ja by36:n välillä osoittavat, että likimäärin samoilla osittaisen leikkausliitoksen taivutuskapasiteeteilla liitinmäärät tyypillisesti pienentyvät. Osasyynä on tappiliitinten kapasiteettien kasvu (kuva 3). Huolenaiheeksi nousee yhteistoiminnan asteen ja taipumien välinen yhteys. Eurokoodi ei useinkaan edellytä alentuneen yhteistoiminnan ottamista huomioon, vaikka EC4:n ennustamat taipumat ovat useimmiten By36:n mukaisia pienempiä. Diplomityössä esitetyllä Hanswillen yksinkertaisella menetelmällä tämä olisi kuitenkin helppoa (kuva 4). EC4:n taipumalaskennassa ihmetyttää myös se, että betonin kutistuman vaikutuksia ei yleensä tarvitse huomioida. Kutistumasta aiheutuva laskennallinen taipuma kun on perinteisesti ollut merkittävä.

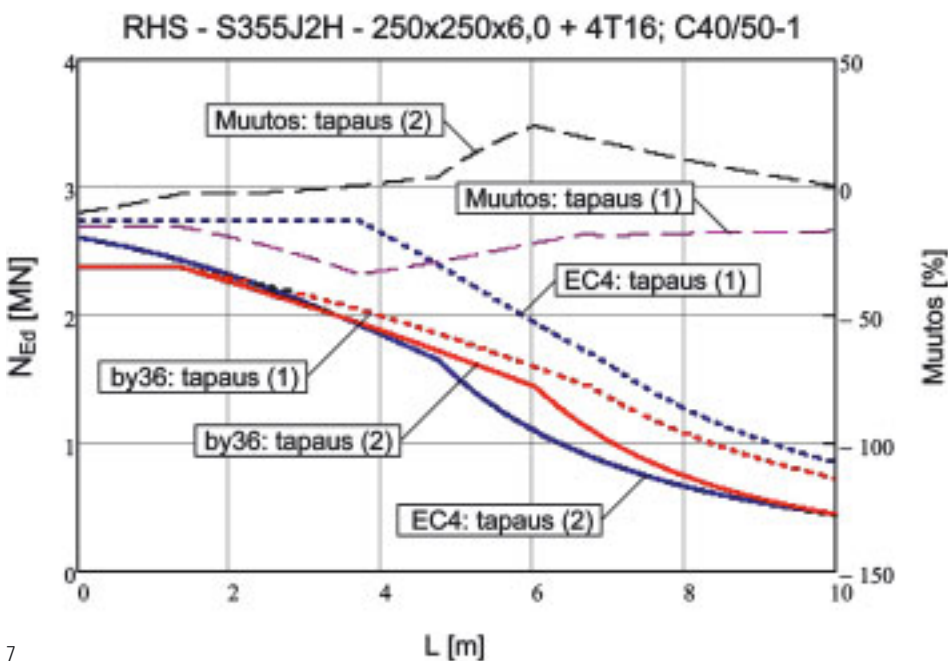




5



6



7

LIITTOPIILARIN MITOITUS

Suunnitteluohjeen By26 mukaiseen taivutetun ja puristettun rakenteen mitoitukseen tottunut kokee ehkä suurimman muutoksen Eurokoodiin siirtymään. Sovellusohjeen By36 yksinkertaistettu menetelmä muistuttaa enemmän EC4:n vastaavaa, jossa mitoitus perustuu poikkileikkauskohtaisen yhteisvaikutuskäyrän tutkimiseen (kuva 5). Menetelmä on varsin selkeästi ohjeistettu ja sen soveltaminen on suoraviivaista. Rakenneanalyysistä annettujen ohjeiden ymmärtäminen on kuitenkin välttämätöntä, jos mitoitetaan muuta kuin nivelellisesti tuettua liittopilaria. Keskeisesti kuormitetun liittopilarin vaihtoehtoinen mitoitusmenetelmä muistuttaa teräspilarin (EN 1993-1-1) nurjahduskäyriin perustuvaa mitoitusta (kuva 6).

Kapasiteettivertailut EC4:n ja vanhojen menetelmien välillä osoittavat pilarien varmuuden pienentyvän paikoin jopa merkittävästi. Keskeisesti kuormitettujen pilarien parametrinen vertailun yleistrendinä voidaan todeta vain raskaasti raudoitettujen pilarien kapasiteetin pienentyvän muiden kasvaessa. Lisättäessä taivutusrasitus pilariin muuttuu vertailu hankalammaksi. Jokainen poikkeikkaus pitäisi tarkastella erikseen nurjahduspiutuden funktiona päätymomentteja vartioiden. Yksittäisen esimerkkivertailun perusteella Eurokoodi näyttää antavan varsin rohkeita tuloksia myös yhdistetyn taivutuksen ja puristuksen tapauksessa (kuva 7).

5
Pilarin mitoituksessa käytettävä yhteisvaikutuskäyrä.

6 Keskisest kuormitetun esimerkkipilarin kapasiteettiver-
tailu nurjalduskäyrään ja yhteisvaikutuskäyrään perustu-
van mitoitusmenetelmän välillä.

7
Puristetun ja kahdella eri tavalla taivutetun esimerkkipila-
rin kapasiteettivertailu.



Vertailujen tuloksiin vaikuttavat merkittävästi tulkinnat epätarkkuuksien vaikutuksista. EC4:n lähestymistapa, jossa nurjahdusmuodon mukainen alkukaarevuus aiheuttaa erilaisen momenttipinnan kuorman epäkeskisyyteen verrattuna, on uusi. Alkukaarevuuden maksimiarvojen taustalla ovat eurooppalaiset nurjahduskäyrät, jotka sisältävät myös kuorman epäkeskisyyden vaikutuksia. Asiaa mutkistaa rakenneanalyysissä tarkasteltavat epätarkkuudet sekä teräsrakenteiden toteutusstandardin EN 1090 sisältämät lisävaatimukset. Kokonaisuus kaipaisi yksinkertaistusta ja lisäohjeistusta.

LIITTOLAATAN MITOITUS

Liittolaatan mitoituksessa kuormituskokeilla on suuri rooli. Kokeita tarvitaan sekä liittolevyn ja betonin välisen leikkauskestävyyden määrittämiseen, että taivutuskapasiteetin laskemiseen. Mitoitus perustuu samoihin murtotyyppeihin kuin ennenkin, mutta esimerkiksi osittaisen leikkausliitoksen käyttö ohjeistetaan Eurokoodissa aiempaa johdonmukaisemmin. Eurokoodin mukainen mitoitus sisältää lisäksi joitakin uusia yksityiskohtia, kuten pääte-ankkureiden käytön.

EN 1994-1-1 liitteessä B on ohjeistettu mitoituksessa tarvittavien kertoimien ja parametrien määrittämiseksi tarvittavien kokeiden suorittaminen. Koejärjestelyjen tunteminen palvelee myös suunnittelijaa selventämällä mitoitusmenetelmien taustalla vaikuttavia ilmiöitä.

Liittolaatan kestävyyslaskennassa ei tapahdu merkittäviä muutoksia. Poimulevyn materiaaliolosuhteiden pieneneminen on pääsyytä sekä taivutusmitoituksessa että leikkausliitoksen tarkastelussa tapahtuvaan käyttöasteiden hienoiseen laskuun. Laatan leikkauskestävyydessä ei tapahdu juurikaan muutoksia. Käyttörajati-
lan osalta taipumat pienentyvät. Liittolaatoissa muutos johtuu materiaaliominaisuuksien, kuormitusyhdistelmien ja taivutusjäykkyyslaskennan eroista. Laatan keskiarvojäykkyys on EC4:n mukaan tyypillisesti noin 10 % suurempi kuin By36:n mukaan laskettaessa.

PALOMITOITUS

Liittorakenteiden palomitoitusta käsittelevä standardi EN 1994-1-2 esittelee useita uusia laskentamenetelmiä. Kehittyneet laskentamenetelmät mahdollistavat monimutkaistenkin tarkastelujen käytön, mutta myös käsinlaskentaan soveltuvaa ohjeistusta annetaan taulukkomitoituksen ohella.



Standardin EN 1994-1-2 ulkoasu ja viimeistely eivät kuitenkaan ole riittävän selkeitä ja merkinnätkin ovat paikoin ristiriitaisia EN 1994-1-1 kanssa. Esitetyn kritiikin perusteella myös itse laskentamenetelmien tuloksiin kannattaa suhtautua varu-
uksella. Taulukkomitoitus taas tuottaa usein käytännön tarpeisiin nähden tarpeetonta varmuutta.

Palosuojaamattoman ja -suojatun liittopalkin palomitoitus on harmonisoitu teräsrakenteiden kriittiseen lämpötilaan perustuvan palomitoitusmenetelmän kanssa. Liittolaattojen ja -pilarien osalta poikkileikkauksen lämpötilakenttä täytyy tuntea. Diplomityössä on jalostettu tähän liittyvää Eurokoodin mukaista informaatiota. Liittolaattojen palorautoitusmäärä ei tavallisilla hyötykuorman arvoilla juuri muutu, koska palotilanteen mitoituskuorma on Eurokoodin mukaan jopa aiempaa suurempi ja tällöin Eurokoodin ennustaman betonite-
rästen alhaisemman mitoituslämpötilan vaikutukset kompensoituvat.

Liittopilari on palomitoituksen kannalta mielenkiintoisin tarkastelun kohde. Sen osalta on kuitenkin muistettava, että polttokokein kalibroittavien taivutusjäykkyys-
pienennyskerrointen arvojen puuttuessa ei virallisesti hyväksyttävää betonitäyteen putkipilarin palomitoitusta ole mahdollista suorittaa. Betonitäyteen teräsluottopilarin suunnitteluohjeen (Try, 2004) mukaisilla arvoilla tehty vertailulaskelmat kuitenkin osoittavat kapasiteettien kasvavan merkittävästikin eurokoodien myötä. Tähän vaikuttaa luonnollisesti myös normaali-
lämpötilan kapasiteettien kasvu. Eurokoodin mukainen liittopilarin palomitoitusmenetelmä on puutteistaan huolimatta, tai niiden johdosta, suora-
raviivainen ja helpokäyttöinen.

8

Deltapalkin ja -pilarin liitos.

DESIGN OF CONCRETE-STEEL COMPOSITE STRUCTURES ACCORDING TO EUROCODES

Master's thesis "Design of concrete-steel composite structures according to Eurocodes", prepared at the Tampere University of Technology in 2009, facilitates the adoption of the Eurocodes through an analysis of service temperature and fire design according to standards EN 1994-1-1 and EN 1994-1-2. A design guideline for Eurocode 4 was drawn up in the thesis, taking Finnish practices into account. The changes that will be caused to the confidence level and calculation methods in comparison with old design guideline By26 and application guideline By36 for Eurocode 4 were also established.

The Finnish Building Code has not included an independent part focusing on composite structures. On the other hand, guidelines By26 and By36 share the same background with standard EN 1994-1-1. There is no similar parallelism with regard to fire design.

Eurocode 4 is an improvement to a situation where guidelines By26 and By36 contained partly overlapping and inconsistent information. It constitutes a consistent collection of regulations and guidelines to support design. A problem that EC4 poses, however, is related to the exact delimitation of the applicability of the design rules, which may result in uncertainty about the applicability of calculation methods. This results from the general objective of eurocodes to apply the most recent research data.

HENKILÖKUVASSA ANU PUUSTINEN JA VILLE HARA

Betoni -lehden henkilögalleriassa on haastateltavana arkkitehtityöpari Anu Puustinen (s. 1974 Kuusamossa) ja Ville Hara (s. 1974 Helsingissä).

Suomalaista arkkitehtikilpailujärjestelmää kiitellen monella taholla. Se on oikeasti anonymi toisin kuin monessa muussa maassa, jossa jo ennen kirjekuorien avaamista tiedetään kuka ehdotusten takana on. Anonymiyden ansiosta sekä vanhat starat että uudet yrittäjät ovat samalla viivalla. Vain osaaminen merkitsee. Kehuihin yhtyvät myös nuoret arkkitehdit *Anu Puustinen ja Ville Hara*. Heille kilpailuvoitto tarkoitti oman yhteisen *Avanto Arkkitehdit Oy:n* perustamista vuonna 2004.

Voitto tuli tuolloin avoimessa *Vantaan Pyhän Laurin kappelin* suunnittelukilpailussa. Voitto ei aina tarkoita sitä että kohde toteutuu. Myös Vantaalla kappelin toteutuksen tie oli ensin kivikkoinen: äänestettiin niin paikasta, kattomuodosta kuin siitä tehdäänkö kappeli lainkaan. Onneksi tehtiin, sillä elokuussa 2010 käyttöön vihitty kaunis kappeli täydentää ja eheyttää Pyhän Laurin kirkon hautausmaan kulttuurihistoriallisesti merkittävää miljöötä.

MINUSTAKO ARKKITEHTI

Anu ja Ville aloittivat opiskelut Otaniemen arkkitehtiasistolla vuonna 1994. Tiet TKK:hon olivat kuitenkin varsin erilaiset.

Anu kertoo olleensa aina innokas piirtämään. "Myös matematiikka oli mieleistä. Arkkitehti tuntui alalta, jossa voisi käyttää molempia."

Miksei Ouluun, johon Kuusamosta olisi ollut paljon lyhyempi matka? "Helsinki tuntui paikkakuntana läheisemmältä, täällä oli jo sisar ja perheellämme muitakin siteitä. Lisäksi halusin opiskelemaan parhaaseen paikkaan. Ensimmäisen kerran lähdin kokeisiin kylmiltään yo-vuonna. Se että jäin 0,07 pisteen päähän opiskelupaikasta, harmitti niin paljon että seuraavana vuonna menin valmennuskurssille ja opiskelupaikkakin tuli", Anu kertoo.

Ville, paljasjalkainen helsinkiläinen sen sijaan kertoo päätyneensä arkkitehtiasistolle kuin vahingossa. "Pyrin ja pääsinkin useampaan paikkaan. Tein yo-kirjoitusten välissä myös TaiKin ja arkkitehtiasiston ennakotyöt, muistaakseni 1,5 vuorokaudessa. TaiKiin pääsykokeisiin en edes päässyt, mutta Otaniemeen ovet aukesivat eka kerralla. Ummikkona ja alasta tietämättömänä tunsin jopa syyllisyyttä, että olin vienyt paikan sellaiselta, jolla oli alalle kova palo", Ville muistelee tilannetta, jossa monet pyrkijät mustissa asuisaan tuntuivat jo valmiiksi arkkitehdeiltä.

Enää häntäkään ei syyllisyys paina. Opiskelu ja ala näet tempaisivat mukaansa. Erityisesti Ville kiittelee innostuksen synnyistä professori *Juhani Pallasmaan* opetusta.

MYÖS ULKOMAILLA

Vaikka Anu ja Ville olivat saman vuosikurssin opiskelijoita, töitä he tekivät yhdessä ensimmäisen kerran vasta vuonna 2000, kun molemmat tulivat töihin *Arkkitehtitoimisto SARCiin*. Molemmat olivat tuol-

loin vielä opiskelijoita; Ville valmistui vuonna 2002 ja Anu 2004.

Molemmat opiskelivat ja tekivät töitä myös ulkomailla. Anu oli ennen SARCia vuoden Hollannissa: "Tein tiiviisti opintoja ja tutustuin Rotterdamin ja Amsterdamin arkkitehtuuripiireihin – ja muuhunkin elämään. Halusin nähdä toisen tavan opiskella arkkitehtuuria kuin Helsingissä. Siellä on näet hyvin analyttinen ja prosessia korostava tapa suunnitella."

"Kun Suomessa suunnittelussa korostuu usein luonto ja siihen sopeutumisen teemat, Hollannissa arkkitehtuuri haluaa tulla esiin, huutaa, onhan siellä jo maa itsessään keinotekoista, merestä valloitettua", Anu kertoo periaatteellisesta erosta maiden välillä.

Ville puolestaan opiskeli vuoden Pariisissa: "Siellä opiskelu oli pitkälti samanlaista kuin Suomessa. Neomodernismi, valkoisten laatikoiden tekeminen, oli voimissaan molemmissa maissa. Huomattavasti värikkäämpää oli sen jälkeen vuosi Berliinissä. Työskentelin *Sauerbruch Hutton arkkitehtitoimistossa*, joka tekee luovempaa arkkitehtuuria, he käyttävät runsaasti värejä ja muotoja." Veri veti muutenkin ulkomaille, kesätoissa Ville oli Ranskassa ja Kroatiassa.

NYKYOPISKELIJAT KOEKANIINEINA

Omaa opiskeluaikaansa kerratessaan Anu ja Ville toteavat nykyisten arkkitehtiopiskelijoiden olevan uuden systeemin koekaniineja: "Valmistua pitäisi 5,5 vuodessa. Opiskelijat kuitenkin yrittävät edetä vanhalla systeemillä, jossa oltiin töissä ja opiskeltiin rinnan. Mahdotontahan se on."

Ville arvelee, että ulkomailla tyypillinen pakollinen kahden vuoden harjoittelujakso valmistumisen jälkeen, olisi hyvä Suomessakin: "Tilanne on mahdoton, jos 5,5 vuodessa valmistuneelle pitäisi maksaa heti arkkitehdin palkkaa. Hänhän vasta opettelee arkkitehdin työtä. Meillähän arkkitehtiopetus on pitkälle akateemista, ei ammattikoulutusta. Vasta työssä opitaan ikkunakaavion piirtämiset ja muut", Ville toteaa.

Molemmilla on jo opettajakokemusta itselläänkin, Anulla yli viisi vuotta, Villellä kuluvalta syksyltä, kun hän aloitti opettamisen TKK:ssa Julkiset rakennukset -kurssilla.

Anu kertoo olevansa nyt opetusbreikillä: "Olen toiminut TKK:lla rakennusopin opettajana. Aloitin opetustyön itsekini vielä opiskelijana. Opiskelijoiden kannalta on mielestäni hyvä jos nuorella on mentori, joka on jo edennyt hieman häntä pidemmälle ja on valmis antamaan tietoa toiselle. Samanlaista, itseämme hieman vanhempaa mentoria mekin Villen kanssa kaipaisimme", hän pohtii.

Käymistilastaan huolimatta suomalainen arkkitehtiopetus saa Anulta ja Villeltä kiitosta. "Ulkomailla yhdellä opettajalla saattaa olla satapäinen

opiskelijajoukko, täällä Suomessa on runsaasti face-to-face -opetusta. Samoin käsin tekemisen kulttuuri on meillä hienoa: peruskursseilla on esimerkiksi eri materiaalien, betonin, puu ja teräksen, pajat ja studiot, jossa edetään learning by doing -metodilla".

KIIRE SAI TEKEMÄÄN YHTEISEN KILPAILUEHDOTUKSEN

Arkkitehtitoimisto SARCissa Anu ja Ville tekivät yhdessä Joensuun metsäntutkimuslaitoksen urakkaa. "Samaan aikaan oli meneillään Pyhän Laurin kappelin, silloin vielä Helsingin Pitäjän kappelin yleinen arkkitehtikilpailu. Molemmilla oli tarkoitus tehdä oma ehdotus. Totesimme ettei siihen ole aikaa ja päätimme tehdä yhteisen ehdotuksen."

Se saatiin tehtyä kirjaimellisesti yön tunteina. "Odotukset eivät olleet isot, varsinkin kun "varjo-raadissa" nuoret kollegat tyrmäsivät Polku -ehdotuksemme", he naurahtavat. Tuo varjoraati tarkoitti sitä, että kilpailuehdotusten jättämisen jälkeen arkkitehdit ja opiskelijat menevät porukalla Erottajan baariin vertailemaan ja kommentoimaan ehdotuksiaan. Meidän ehdotuksestamme teillattiin toteamalla, ettei siinä ole edes mitään uutta."

"Sikäli huvittavaa, että emmehän me uutta olleet hakeneetkaan, vaan päinvastoin. Yritimme sopeuttaa työn upeaan kulttuurihistorialliseen ympäristöön, tehdä ajatonta, jossa ei ole mitään hätkädyttävää. Kommentit masensivat. Olimmekin todella epäuskoisia kun saimme puhelun voitosta. Ensi-reaktio oli, onko tämä pilapuhelu."

Kilpailuvoiton ratkettua Anu ja Ville perustivat *Avanto Arkkitehdit Oy:n*. Ensin tehtiin töitä Kalliossa kellaritiloissa. Parin vuoden kuluttua muutettiin maan päälle Töölönkadulle. Henkilökuntaa Avannossa on työtilanteen mukaan. Vakituiset assistentit ovat Villen kaksi viikasta mustaa puudeliä, *Kasper ja Joona*, jotka vastaanottavat toimistoon tulijan innokkaasti jo oven takaa.

ARKKITEHTUURIA IHMISTÄ VARTEN

Vaikka *Avanto* juuri nyt on leimautunut erityisesti Pyhän Laurin kappelin suunnittelijana, referenssilistalle on kertynyt jo paljon muutakin. Kohteet ja arkkitehdit ovat saaneet myös monia tunnustuksia. "Itse on ankarin tuomari. Paras tunnustus on, jos on itse tyytyväinen. Ja tärkein palkinto on se, jos työ koskettaa ihmisiä", Ville pohtii.

"Koko ei ratkaise, kaikki toimeksiannot ovat kiinnostavia. Haluamme tehdä arkkitehtuuria nimenomaan ihmisiä varten. Hienoa oli, kun Venetsian biennaaleen valittiin Suomesta myös yleisö-wc. Tunnustettiin että myös se voi parhaimmillaan olla arkkitehtoninen kokemus."

Avanto on suunnitellut esimerkiksi monta saunaa. Kylpeminen ja siihen liittyvä luontoyhteys on ollut molemmille mieluista pienestä pitäen. "Olemme

Avoimet, anonymit arkkitehtuurikilpailut ovat *Anu Puustisen ja Ville Haran* mukaan loistava suomalainen järjestelmä, jonka ansiosta myös nuoret arkkitehdit saavat työtilaisuuksia. "Myös tilaajalle on äärimmäisen upea tilanne, kun hän hyvin pienellä rahallisella satsauksella saa jopa satoja vaihtoehtoja." Anu kuuluu SAFAn kilpailutoimikuntaan, jonka tavoitteena on monipuolistaa kilpailukirjoa, esimerkiksi korjauspuolelta toivotaan enemmän kilpailuja.

tarttuneet innolla mahdollisuuteen tehdä saunoja. Ensimmäisen *Kyly-saunamme* teimme Habitare-messujen saunakilpailuun. Kyly on konsepti, jolla voidaan tehdä erikokoisia saunoja eri paikkoihin. Yksi Kyly tilattiin myös Shanghain Expon Suomen paviljongin edustustiloihin. Nyt Kylystä on kehitteillä versio ulkotiloihin.

Entä suunnittelukohteen toteutuksen pitkittyminen ja/tai muuttuminen? Anu ja Ville myöntävät, etteivät tainneet uskoa kappelin toteutumiseen ennen viimeistä lopullista rakentamispäätöstä. "Teimme aina pala kerrallaan ja odotimme äänestysten tuloksia. Rakennuttajapuoli tosin valoi koko ajan uskoa, että kyllä tämä hoidetaan, alkää lannistuko."

Pitkittämisestä huolimatta valmis rakennus ei juuri eroa Polku -kilpailuehdotuksesta, joka kuvaa ihmisen matkaa ajasta iäisyyteen. "Emme halunneet tehdä kappelista arkkitehtonista veistosta, vaan paikan, joka eläytyy surevan omaisen asemaan. Kappelin viesti on elämän jatkuminen, lohdun kokeminen lohduttomuudessa", Anu ja Ville kertovat.

He kertovat toki tietävänsä kuinka harvinaista on päästä tekemään kohdetta, jota ei karsita ja tingitä, joka tehdään hyvistä materiaaleista ja jossa on paljon korkeatasoista käsityötä. Kappelin ainutlaatuisuutta korostaa vielä siellä oleva taide, joka on osa rakennusta.

Kappelista järjestettiin Suomessa äärimmäisen harvinainen avoin taidekilpailu jo urakkapiirustusvaiheessa. "Taiteilijat saivat täysin vapaat kädet. Meille oli tärkeä ideologinenkin asia se, että pysyimme antamaan myös muille samanlaisen mahdollisuuden kuin itse olimme nuorina suunnittelijoina saaneet. Ehdotuksia tuli lähes 200, voittajia olivat kuvanveistäjät *Pekka Jylhä* ja *Pertti Kukkonen*."

AVANNON YHTEISET ARVOT

Entä tiiviin työparin työskentelytapa? "Teemme töitä nimenomaan yhdessä hyvin tiiviisti. Uutta työtä molemmat skissaavat ensin omassa päässään ja istumme sitten yhteisen pöydän ääreen, jossa ideota aletaan kuljettaa yhdessä eteenpäin. Kaikki päätökset tehdään yhdessä, mutta asiakkaalle pain valitaan tietysti yhteyshenkilö."

"Ainahan on eroja, mutta kun tullaan samasta kulttuurista, on sama koulutus ja samat arvot, ristiriitatilanteita ei juuri ole", he vastaavat kysymyksen, kuinka yhteistyö sujuu.

"Kun meidän piti erikseen listata Avannon arvot paperille, kävi niin että molemmilla oli samat kolme", he naurahtavat.

Ensimmäisenä kestäväen kehityksen näkökulma. "Pidämme molemmat luonnosta ja luonnossa liikkumisesta. Niin kliseeltä kuin se kuulostaakin, haluamme aidosti antaa myös tuleville sukupolville mahdollisuuden samaan", Ville toteaa.

"Arkkitehtuurin täytyy olla eläytyvää. Teemme



Jani Laukkanen

ihmisille ympäristöjä eläytymällä heidän maailmaansa, emme asettumalla ylä- tai ulkopuolelta katsojaksi", Anu korostaa.

Entä se kolmas arvo? "Reilu meininki", Ville kiteyttää: "Oikeudenmukaisuus, joka liittyy kiinteästi kahteen ensimmäiseksi listattuun arvoon."

Mitä tulevaisuus tuo tullessaan? "Tavoitetilaamme ei ole "Suuri on kaunista -meininki". Toki hallittu kasvaminen on kuitenkin tarpeen, jos haluaa tehdä myös isoja kohteita. Teemmekin paljon kilpailuja. Jos niiden kautta tulee toimeksiantoja, sitä kautta tulee myös sitä hallittua kasvua."

MATERIAALEILLA OMA PAIKKANSA

Anun ja Villen töiden materiaali riippuu kohteesta. "Kaikilla materiaaleilla on vahva ominaisuutensa, jota kannattaa käyttää kun niille tarjoutuu paikka", he kiteyttävät materiaalin merkityksen.

Betoni plastisena materiaalina mahdollistaa muodot. "Puhdasalupinnan näkyviin jättäminen vaatii kuitenkin rohkeutta. Onnistumisen edellytykseksi ei riitä pelkästään oikeanlainen betonimassa vaan se että koko tekijöiden ketju ymmärtää ja sitoutuu hyvään työn laatuun. Ja tuntee ammattitilpeyttä tekemästään työstä. Hyviä esimerkkejä löytyy vaikkapa Saksasta."

Ville ei päästä myöskään suunnittelijoita helpolla: "Jollei vaadi, ei myöskään saa. Pitää uskaltaa ottaa myös riskejä."

AVANNOSSA OIKEASTI

Juttutuokion edetessä ei enää ole yllätys kun selviää, että toimiston Avanto -nimi tarkoittaa ihan oikeasti avantoa. Sekä Anu että Ville harrastavat avantouintia. Avanto viestii myös toimiston arvoista. Anu ja Ville haluavat että avantoja on tulevaisuudessakin. Ettei ilmasto lämpene liikaa. Avannossa olemisen jos mikä on myös erittäin elämyksellistä, siellä ollessaan ei ole ulkopuolinen.

Avantouinti onnistuu molempien kotikulmilla. Anu puolisoineen on juuri muuttanut Punavuoresta Lauttasaareen, jossa hän pääsee mereen uimaan ja avantoonkin suoraan kodin saunasta. Ville ei ihan kylpytossuissa avantoon pääse, vaikka Unisaaren avantouintipaikka onkin ihan kotikulmilla.

Luonnosta ja luonnossa liikkumisesta pitävät molemmat. Anu kertoo myös pitävänsä kaupungissa olemisesta ja harrastavansa kaupunkikulttuuria. Ville harrastaa maratoneja: "En tosin suorituskeisiksi, juostujen maratonien määrästäkään en ole varma", hän naurahtaa.

Sirkka Saarinen



BETONIN PUMPPAUSOHJE

Käytännön ohjeessa kerrotaan keskeiset betonipumppauksen työturvallisuuteen liittyvät asiat. Ohje kertoo toimenpiteistä, joiden avulla vältetään ihmisiä, ympäristöä ja koneita koskevilta vahingoilta.

Ohjeessa käydään läpi betonipumput ja niiden lisälaitteet, työ- ja riskialueet, varikolla olo ja varikolta poistuminen, työmaalle tulo, betonin pumppaus työmaalla, pumpun ja varusteiden puhdistus, työn jälkeiset toimet sekä pumppujen ylläpito ja tarkastukset.

Ohje on suunnattu betonipumpun käyttäjille ja betoniauton kuljettajille sekä betonivaluun osallistuville. Lisäksi siitä on hyötyä mm. valmisbetonin valmistajille ja työmaan vastuushenkilöille. Ohje sopii myös opintomateriaaliksi ammatilliseen opetukseen.

Julkaisussa on myös runsaasti havaintokuvia.

Betonin pumppausohje
44 s., isbn 978-952-5785-61-6, 2010
Julkaisija: Betoniteollisuus ry
Kustantaja:
Suomen Rakennusmedia Oy
Hinta: 32,50 euroa + alv 9 %,
yht. 35,43
Tilaukset:
puh. 09 - 1299 276, 1200 251,
rakennusmedia@rakennusmedia.fi



BETONIELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT

Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit- ohje on päivitetty eurokoodin SFS-EN 1992-1-1 ja eurooppalaisen teknisen raportin CEN/TR 15728 Design and Use of Inserts for Lifting and Handling of Precast Concrete Elements mukaan.

Ohjeessa esitetään betonielementtien nostoelinten yleiset vaatimukset ja suunnitteluohjeet.

Mitoituksessa on siirrytty kokonaisvarmuuskerroinmenettelystä eurokoodin mukaiseen osavarmuusmenettelyyn.

Ohjetta laadittaessa on otettu huomioon vuonna 2010 valmisteilla olevat Suomen rakentamismääräyskokoelman betonirakenteita koskevien osien muutokset.

Ohje korvaa Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit-ohjeen vuodelta 2003.

Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit- ohje
75 s., isbn 978-952-5785-78-4
Julkaisija: Betoniteollisuus ry
Kustantaja:
Suomen Rakennusmedia Oy
39,20 euroa + alv 9 %,
yht. 42,73 euroa
Tilaukset:
puh. 09 - 1299 276, 1200 251,
rakennusmedia@rakennusmedia.fi



KIVITALOJEN ENERGIAATEHOKKUUS

Rakentaminen ja kiinteistöt kuluttavat lähes 40 % Suomessa vuosittain käytettävästä energiasta. Rakentamisvaiheen osuus tästä on noin 10 % ja kiinteistöjen käytön, huollon ja kunnossapidon osuus noin 90 %. Koko Euroopan alueella energiaa säästävät matala-, passiivi- ja nollaenergiatalot kasvattavat osuuttaan.

Betoni ja tiili ovat erinomaisia rakennusmateriaaleja, kun rakennetaan tulevaisuuden vähän energiaa kuluttavia rakennuksia. Kivimateriaalit säästävät massiivisuutensa ansiosta sekä lämmitys- että jäähdytysenergiaa. Niillä saadaan rakennuksiin hyvä tiiveys ja tasainen sisälämpötila. Materiaalien kestävyys ja pitkä käyttöikä varmistavat rakennusten elinkaarensa pienen kokonaisenergiankulutuksen.

Energiaa säästävissä taloissa rakenne- ja taloteknisten järjestelmien tulee muodostaa toimiva kokonaisuus. Myös rakennuksen arkkitehtuurissa tulee energiansäästötavoitteet ottaa huomioon. Tämä tulee näkymään esimerkiksi rakennusmassojen suuntauksessa, tilaratkaisuissa, ikkunoiden määrässä sekä erilaisissa auringonvalon varjostusratkaisuissa.

Oppaassa kerrotaan, miten betoni ja tiili materiaaleina voivat parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Tästä kertovat myös eri maissa toteutetut matala- ja passiivienergiatalokohteet, joita oppaassa esitellään.

Julkaisussa on runsaasti nelivärikuvia.

Kivitalojen energiatehokkuus
58 s., isbn 978-952-5785-72-2, 2010
Julkaisija: Betoniteollisuus ry
Kustantaja:
Suomen Rakennusmedia Oy
Hinta: 38 euroa + alv 9 %,
yht. 41,41 euroa
Tilaukset:
puh 09 - 1299 251, 1299 276,
rakennusmedia@rakennusmedia.fi



SUOMEN BETONIYHDISTYS RY KOULUTTAA - KEVÄT 2011

Betonilaborantti-mylläri, pätevytymiskurssi 2011
24. - 26.1.2011, I kurssijakso
14. - 16.2.2011, II kurssijakso
14. - 17.3.2011, III kurssijakso + lopputentti

Siltatekniikan neuvottelupäivät
1.2.2011 - 2.2.2011

Betonirakenteiden korjaus ja rakennusfysiikka
9. - 10.2.2011, 1. ja 2. kurssipäivä
9. - 11.3.2011, 3. ja 4. kurssipäivä
24.3.2011 lopputentti

Betonielementtien asennustyönjohtaja, pätevytymiskurssi nro 11
6. - 8.4.2011, kurssipäivät
3.5. 2011, lopputentti

Betonijulkisivutyönjohtaja, pätevytymiskurssi nro 8
13. - 14.4.2011, I-kurssijakso
4.5.2011, II-kurssijakso
17.5.2011, III-kurssijakso + lopputentti1

Pohjoimaiset betonitutkimuspäivät NCRM 2011
29.5.2011 - 1.06.2011

Lisätietoja kursseista:
www.betoniyhdistys.fi



Lauri Kivekäs

LAURI KIVEKÄS KERRALLA KOLMEN LEIJONAN KENRAALIKSI

Rudus Oy:n toimitusjohtaja *Lauri Kivekäästä* tuli kerralla rakennusalan järjestökentässä paljon vartija. Syksyn valinnoissa Kivekäs nousi Betoniteollisuus ry:n puheenjohtajaksi, Rakennusteollisuus RT ry:n varapuheenjohtajaksi ja RT:n toiseksi suurimman toimialan, Rakennustuoteteollisuus RTT ry:n puheenjohtajaksi.

Näihin kolmeen vaativaan luottamusvirkaan vankan taustan DI Lauri Kivekäälle (53 v) antaa VTT:llä alkanut ja Lohja Oy:ssä jatkunut työura. Tutuiksi sisältäpäin ovat tulleet yhteistyö urakoitsijoiden kanssa, ympäristöteknologia ja rakentaminen niin idässä kuin lännessäkin. Kaikki asioita, jotka uusissa tehtävissä tulevat varmuudella agendalle.

Tärkeitä linjauksia tehtäessä Kivekään avoin ja keskusteleva toimintatapa on hyvä avu. "Turhasta tutkijan tarkkuudesta Lauri on päässyt eroon jo kauan sitten ja pystyy nykyään punta-roimaan asioina erinomaisesti isoina kokonaisuuksina", kuten entinen työtoveri myönteisesti muistelee.

Koko rakentamisen kentässä Kivekäs pitää työturvallisuutta ykkösasiana. Sitä on kaikkien RT:n jäsenten yhdessä oleellisesti parannettava. Myös alan tuottavuutta tulee työmaiden ja materiaalitoimittajien yhteistyönä kehittää. Viime hetken työvaiheiden muutokset ja viivästymiset aiheuttavat ongelmia koko ketjussa.

Lauri Kivekäs pitää RT:n tasolla tärkeänä myös materiaalineutraaliutta. "Yhteiskunta ei voi tukea mitään rakennusmateriaalia, vaan kaikkien on kilpailtava omien ominaisuuksiensa ja kustannustensa pohjalta. Työpaikkoja ei synny sillä, että niitä siirretään yhdestä teollisuudesta toiseen."

Betoniteollisuuden puolestaan tulee yhdessä ja yritystasolla tehostaa omaa markkinointiaan. "Pikaisesti käyntiin polkaistava järjestöhanke ei kohdistu muita materiaaleja vastaan. Kun puurakentamisen vahva lobbaus on luonut osittain virheellisiä käsityksiä, ne täytyy oikaista", täsmentää betoniteollisuuden nokkamies tavoitetta.

Risto Pesonen

10 betoni

"BETONIN UUDET BRÄNDIT"
– SEMINAARI JA
VUODEN BETONIRAKENNE 2010
JULKISTAMINEN
27.1.2010, KELLO 12.30 – 18.00

DIPOLI, ESPOO

Ohjelma
12.30 – 12.45 Ilmoittautuminen
12.45 – 13.00 Avaus
Toimitusjohtaja Olli Hämäläinen

13.00 – 13.30
Betonirakentamisen uudet suunniteluohjeet ja määräykset
Arto Suikka, dipl.ins.

13.30 – 14.00
Betoni on hiilidioksidinieli
Pekka Vuorinen, dipl.ins.
Rakennusteollisuus RT ry

14.00 – 14.30
Betoni on nanorakenne
Anna Kronlöf, tekn.tri, VTT

14.30 – 14.45 Kahvitauko

14.45 – 15.45
"Miten brändätään betonia"
Lisa Sounio, Sonay Oy

*Vuoden 2010 Betonirakenteen
julkistaminen*
16.00 Avaus
Jarmo Murtonen, puheenjohtaja

16.10 – 16.20
Vuoden 2009 Betonirakenne,
julkistaminen
Toimitusjohtaja Olli Hämäläinen

16.20 – 16.45
Voittaneen kohteen esittely

16.45 – 18.00 "Recent works –
Concrete in Architecture"
Architects N.N

18.00 – 19.30 Buffet + aulabaari
Ks. seminaarin tarkempi ohjelma ja tilaisuuteen ilmoittautuminen:
www.betoni.com
Järjestäjänä Betoniteollisuus ry.
Päivä on maksuton. Tervetuloa!

BETONIN YHTEYSTIEDOT 2010

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

Betoniteollisuus ry
(entinen Betonitieto Oy ja
Betonikeskus ry)

Toimitusjohtaja Olli Hämäläinen
(09) 1299 287
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Tuoteryhmäpäällikkö Seppo Petrow
(09) 1299 289
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Tuoteryhmäpäällikkö Arto Suikka
(09) 1299 290
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Standardointipäällikkö Tauno Hietanen
(09) 1299 304
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Päätoimittaja, arkkitehti SAFA
Maritta Koivisto
(09) 1299 402, 040 900 3577
etunimi.sukunimi@betoni.com

Projekti-insinööri Petri Mannonen
(09) 1299 403
etunimi.sukunimi@betoni.com

Projektiassistentti Paula Karvonen
(09) 1299 401
etunimi.sukunimi@betoni.com

Betoniyhdistys ry
etunimi.sukunimi@betoniyhdistys.fi
(09) 6962 3621

Toimitusjohtaja Jussi Mattila
0400 637 224

Kehitysjohtaja Risto Mannonen
040 900 3578

Sihteeri MarjaLeena Pekuri
040 900 3575

Koulutussihteeri Pirkko Grahn
(09) 6962 36 26, 040 831 4577

betoni.com

ILMOITTAJALUETTELO 4 2010

Ilmoittaja	Sivu
Aikakausmedia	5
Ardex Oy	2
Betonitalo.fi	IV kansi
Contesta Oy	3
Dyny Oy	2
Elementtisuunnittelu.fi	III kansi
Finnmap Consulting Oy	3
Finnsementti Oy	II kansi
Kiinteistöalan koulutuskeskus	4
Omni-Sica Oy	4
Pultek Ky	3
Rakennusteollisuus RT ry	6
Sto Finexter Oy	5
Teknillinen korkeakoulu, Dipoli	4
Tikkurila Oy	6
WSP Finland Oy	6

BETONITIEDOUTTA UNIONINKADULLA

Betoniyhdistys ry ja Betoniteollisuus ry (entinen Betonitieto Oy ja Betonikeskus ry) sijaitsevat Unioninkatu 14:ssa, 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](mailto:gsm.040-9003577) tai maritta.koivisto@betoni.com

WWW.BETONI.COM

– sisältää valmistaja- ja tuotetietoa!



BETONI -LEHTIEN SISÄLTÖ 2010

betoni 1 2010

PÄÄKIRJOITUS – Preface KESTÄVÄ RAKENTAMINEN ON SIIJOITUS TULEVAISUUTEEN <i>Tarmo Pipatti – Sustainable construction is an investment in future</i>	5
PALKITTUA LAATUA VUONNA 2009 – HÄMEENLINNAN MAAKUNTA-ARKISTON UUDISRAKENNUS <i>Sirkka Saarinen, Maritta Koivisto – Acknowledged quality - New building for Hämeenlinna provincial archives</i>	6
HHF ARCHITECTS JA LABELS II BERLIININ OSTHAFENISSA <i>Tarja Nurmi – Labels II in Berlin Osthafen</i>	16
VENE – OLESKELUVEISTOS HELSINGIN TOUKORANNASSA <i>Emilia Weckman – BOAT - a lounge sculpture in Toukoranta</i>	24
VIKISTÄVIÄ TUULIA VIROSTA – ROHKEASTI PUHDASTA PINTAA <i>Sampsa Heilä, Maritta Koivisto – Boldly bare concrete surface in Estonia</i>	28
MAANVARAISET BETONILATTIAT <i>Seppo Petrow – Concrete floors supported on ground</i>	36
KESTÄVÄ RAKENTAMINEN TORJUU ILMASTONMUUTOSTA <i>Pekka Vuorinen – Sustainable construction abates climate change</i>	42
BETONIRAKENTEIDEN MERKITYS RAKENNUKSEN ELINKAARENAIKAISISTA HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖISTÄ <i>Jouni Punkki, Aleksi Lounamaa, Seppo Junnila – Contribution of concrete structures to carbon dioxide emissions during the life cycle of a building</i>	46
BETONIELEMENTTIKOHTEIDEN TIETOMALLIPOHJAINEN SUUNNITTELUPROSESSI <i>Mikko Harmanen – Building information model-based designing process of precast concrete structures</i>	50
TIETOMALLIPOHJAINEN SUUNNITTELU ELEMENTTIURAKOITSIJAN NÄKÖKULMASTA <i>Olli Aho – Data model-based design from precast contractor's point of view</i>	54
BETONIRAKENTEIDEN OHJEET EUROKODIAIKAAN <i>Tauno Hietanen – Guidelines for concrete structures enter eurocode era</i>	56
JULKISIVUJEN LISÄLÄMMÖNERISTYKSEN VAIKUTUS RAKENNUSTEN LÄMMÖNKULUTUKSIIN – TUTKIMUKSEN TAUSTOISTA JA TULOKSISTA <i>Jussi Mattila</i>	58
ULKOVAIPAN LÄMPÖTALOUTEEN VAIKUTTAVAT KORJAUSTOIMENPITEET KÄYTÄNNÖSSÄ – TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA AINEISTO <i>Stina Linne – Impact of external envelope renovation on energy consumption</i>	59
HENKILÖKUVASSA – PEKKA VUORINEN <i>Sirkka Saarinen</i>	64
PRO KÄYTTÖSELOSTE ! – KOLUMNI <i>Jussi Mattila</i>	67

betoni 2 2010

PÄÄKIRJOITUS – Preface BETONILLA VAI ILMAN ? <i>Lauri Jääskeläinen – With or without concrete?</i>	5
MERCEDES-BENZ MUSEO STUTTGARTISSA – RAKENTAMISTA BETONIN TEKNISTEN RAJOITUSTEN PUITTEISSA <i>Maritta Koivisto – Mercedes-Benz Museum in Stuttgart</i>	6
BETONIA SISUSTUKSEEN <i>Sirkka Saarinen – Concrete in interior decoration</i>	16
HANNU SIRENIN "TEOS 2010, FORUM BOX" – PAIKALLA VALETTUA BETONIA <i>Hannu Siren ja Betonin toimitus – TEOS 2010 – a cast-in-situ concrete work of art by Hannu Siren</i>	20
HIOTUT BETONILATTIAT JA NIIDEN SUOJAUS <i>Maritta Koivisto – Polished concrete floors and their protection</i>	24
LÄNSILINKKI – VÄYLÄ JÄTKÄSAAREEN <i>Petri Mattila – Länsilinkki provides access to Jätkäsaari</i>	30
MODERNEJA ESIJÄNNITETTYJÄ SILTAPALKKEJA <i>Mirva Vuori, Sami Pirtola, Juha Rämö – Modern pre-stressed bridge beams</i>	35
BETONIRAKENTEIDEN KUNNON TARKASTUS MIRA-LAITTEELLA <i>Torsten Lunabba, Guy Rapaport – Condition inspection of concrete structures using MIRA equipment</i>	38
RUISKUBETONILLA HYVÄ ALUSTA KIIPEILYYN JA SKEITTAUKSEEN <i>Sirkka Saarinen – Shotcrete makes a good climbing and skateboarding base</i>	41
SPU ERISTEET – ENERGIATEHOKKUUTTA BETONIRAKENTEISSA <i>Pasi Käkelä – SPU Insulation improves the energy efficiency of concrete structures</i>	44
VALITSEMISEN TUSKA KÄYTTÖÖN ! – KOLUMNI <i>Jussi Mattila</i>	49
PURKUBETONI KIERRÄTETÄÄN TIENPOHJIKSI – TULEVAISUUDESSA EHKÄ MYÖS TALOIKSI <i>Satu Huuhka – Demolished concrete reused in road base courses – maybe also in houses in future</i>	50
JALO SIPPOLAN KILPAILUTYÖ "KOTTERIA" VOITTI KERROSTALON KORJAUKSEN IDEAKILPAILUN <i>Maritta Koivisto – Competition invited ideas for refurbishment of a prefabricated apartment building</i>	56
HENKILÖKUVASSA – HELI VÄLIHARJU <i>Sirkka Saarinen</i>	60



betoni 3 2010

PÄÄKIRJOITUS – Preface SÄHKÖÄ JA VÄHÄN MUUTAKIN ENERGIAA ILMASSA <i>Jussi Mattila – Electricity in the air and other forms of energy, too</i>	5
VUODEN 2010 YMPÄRISTÖRAKENNE ON UUTELAN KANAVA <i>Sirkka Saarinen – Uutela Canal is the Environmental Structure of the Year 2010</i>	6
UUTELAN KANAVA MUODOSTAA KAUPUNGIN REUNAN <i>Sirkka Saarinen – Uutela Canal serves as City boundary</i>	8
PIKSELÖITYÄ BETONIA <i>Pertti Vaasio – Tenerife Espacio de las Artes – Pixel concrete</i>	14
KIVITALOPALKINTO KUOPIOON – KUOPIOSSA TIILITALOT ”PORTTINA” SAARISTOKAUPUNKIIN <i>Leena-Kaisa Simola – Enduring Stone House Award to a complex of four apartment buildings</i>	21
PAJA – UUDISRAKENNUS KASARMINMÄEN HISTORIAALLISELLE KAMPUKSELLE <i>Markku Toivola – New building on historical campus</i>	26
SATAVUOTIAS PUISTOKOULU SAI ITSEÄÄN ISOMMAN LAAJENNUKSEN <i>Sari Nieminen – Extension more than doubles 100-year old Puistokoulu School</i>	36
KUOPIOON ASUNTOMESSUILLA PALJON KIVITALOJA <i>Sirkka Saarinen – Kuopio Housing Fair exhibits several masonry buildings</i>	42
TARVITAANKO RAKENTAMISESSA VIELÄ TYÖNJOHTAJIA? – KOLUMNI <i>Jussi Mattila</i>	47
KIVITALON ENERGIATEHOKKUUS <i>Arto Suikka – Energy efficiency of stone houses</i>	48
UUDET INTERNETSIVUT – SUUNNITTELIJALLE JA RAKENTAJALLE <i>Arto Suikka – New web site for designers and builders</i>	54
EUROKOODEILLA MITOITTAVIA LASKENTAPOHJIA SUUNNITTELIJOIDEN JA OPPILAITOSTEN KÄYTTÖÖN – MERKITTÄVÄN SKOL -YHTEISHANKKEEN TULOKSET VALMISTUIVAT <i>Matti Kiiskinen, Pekka Koponen – Templates according to eurocodes for desingers and teachers</i>	58
SAUMATON TEOLLISUUSLATTIA TEOTON -KAKSIKERROSLATTIANA <i>Sirkka Saarinen – Jointless industrial floor</i>	62
AARNE ERVI JA MATTI JANHUNEN – YSTÄVÄT JA YHTEISTYÖKUMPPANIT <i>Petri Janhunen</i>	66
HENKILÖKUVASSA – MATTI V. LESKELÄ <i>Sirkka Saarinen</i>	70

betoni 4 2010

PÄÄKIRJOITUS – Preface BETONILLA JA BETONI -LEHDELLÄ ON EDESSÄ ENERGIATEHOKKAITA VUOSIA <i>Maritta Koivisto – Concrete and Concrete Magazine look forward to energy-efficient years</i>	7
ROLEX LEARNING CENTRE – UUDEN AJAN KIRJASTOTILA <i>Tarja Nurmi – Rolex Learning Centre – a modern-era library</i>	8
BETONI UUDESSA VALOSSA – VALOKUITU TEKEE BETONIN LÄPINÄKYVÄKSI <i>Risto Pesonen – Fiber optics make concrete transparent</i>	15
AISTIPAVILJONKI – ENSIMMÄISEN VUOSIKURSSIN BETONITYÖ 2010 AALTO-YLIOPISTON ARKKITEHTUURIN LAITOKSELLA <i>Päivi Väisänen, Anu Puustinen – Concrete exercise of first-year students in 2010</i>	18
EUROOPAN BETONIHISTYSTEN LIITO: BETONIKILPAILU ON RATKAISTU <i>Arvi Ilonen</i>	22
VALKOISENLÄHTEENTIE YHDISTÄÄ PÄÄRADAN ITÄ- JA LÄNSIPUOLEN TIKKURILASSA <i>Ulla-Kirsti Junttila, Niina Meronen – Valkoisenlähteentie Road connects east and west sides of main railway line</i>	24
SUOJELLUN VOIMATALON SISÄPIHALLE UUDET BETONIELEMENTTIJULKISIVUT <i>Sirkka Saarinen – Power House provided with new precast concrete facades in internal courtyard</i>	28
IITIN KIRKON KATTO UUSITTIIN BETONIPAANUILLA <i>Arto Suikka – Concrete shingle roofing of Iitti Church</i>	32
BETONI ON NANORAKENNE <i>Anna Kronlöf, Tapio Vehmas, Iya Anoshkin – Concrete is a nanostructured material</i>	36
BETONI ON HIILIDIOKSIDINIELU <i>Jorma Virtanen – Concrete acts as a carbon dioxide sink</i>	42
ONKO SUOMESSA ONGELMAA NIMELTÄ ALKALI-KIVIAINESREAKTIO? <i>Hannu Pyy, Erika Holt – Does es Finland have an alkali-aggregate reaction problem?</i>	46
TOTTA VAI TARUA? – KOLUMNI <i>Jussi Mattila</i>	49
ALUSTABETONIN KOSTEUSPITOISUUDEN VAIKUTUS PINNOITTEEN TARTUNTAAN <i>Jarmo Saarinen – Effect of moisture content of concrete substrate on coating bond</i>	50
BETONI-TERÄS -LIITTORAKENTEIDEN SUUNNITTELU EUROKOODIEN MUKAAN <i>Mikko Peltomaa – Design of concrete-steel composite structures according to Eurocodes</i>	56
HENKILÖKUVASSA – ANU PUUSTINEN JA VILLE HARA <i>Sirkka Saarinen</i>	60

BETONIN JA BETONITUOTTEIDEN VALMISTAJIA

[illegible]

BETONIN JA BETONITUOTTEIDEN VALMISTAJIA

 BETONITEOLLISUUS ry:n JÄSENYRITYKSET TOIMINIMI	VALMISBETONI	ONTELOLAATAT	TT-LAATAT	HTT-LAATAT	TB- YM. VÄLIPOHJAT	TB- PILARIT JA -PALKIT	JÄNNEBETONIPALKIT	JULKISIVUT JA VÄLISEINÄT	PORTAAT	MUUT TR-ELEM., PERUSTUKSET, PARVEKKEET JNE.	LIITTOLAATAT	PAALUT	ELEMENTTIPIENTALOT	ELEM.HALLIT YM. TYYPPIRAK.	PÄÄLLYSTELAATAT JA -KIVET, MUU YMPÄRISTÖBETONI	MOS.- YMS. BETONIPÄÄLLYSTEET	PUTKET JA KAIVOT	KAAPELIKOURUT JA KANAALIELEMENTIT	SILLAT, LAITURIT, TUKIMUURIT	SIILO- JA SÄILIÖELEMENTIT	MUURAUSKIVET, HARKOT JA KATTOTIILET	KEVYTSORABETONI	ERIKOISTYÖT PIIRUSTUSTEN MUKAAN	KUIVATUOTTEET	ELEMENTTIPIRAKENTEISET VÄESTÖSUOJAT
Finnkeri Oy PL 35, 58201 Kerimäki p. (015) 578 920, fax (015) 578 9220 www.finnkeri.fi finnkeri@finnkeri.fi					•			•		•									•						
Hartela Oy Elementtitehdas Betonikuja 4, 21600 Parainen p. 010 561 2050, fax 010 561 2051 elementtitehdas.parainen@hartela.fi www.hartela.fi	•				•	•		•		•									•				•		
HB-Betoniteollisuus Oy Laastitie 1, 40320 Jyväskylä p. (014) 334 8200, fax (014) 334 8299 www.hb-betoni.fi etunimi.sukunimi@hb-betoni.fi Someron tehdas Turuntie 448, 31400 Somero p. (02) 748 9350, fax (02) 748 7177	•							•	•						•	•					•	•			
Hyvinkään Betoni O Betonitie 7, 05840 Hyvinkää p. (019) 427 7500, fax (019) 427 7540 hyb@hyvinkaanbetoni.fi www.hyvinkaanbetoni.fi (myös rappauslaastit, terastilaastit, kalkki- ja kalkkisementtimaalit)	•																								
JA-KO Betoni Oy Betonituotetehdas PL 202, Vaasantie 67101 Kokkola p. (06) 824 2700, fax (06) 824 2777 www.jakobetoni.fi, info@jakobetoni.fi Valmisbetonitehdas, Kokkola PL 202, Outokummuntie 67101 Kokkola p. (06) 824 2730, fax (06) 824 2733 Valmisbetonitehdas, Pietarsaari Vaunusepantie 2 68600 Pietarsaari p. (06) 824 2720, fax (06) 724 5004	•														•		•			•					
Joutsenon Elementti Oy Puusementintie 2, 54100 Joutseno p. 020 765 9880, fax 020 765 9890 www.joutsenonelementti.fi etunimi.sukunimi@joutsenonelementti.fi					•			•		•			•	•					•				•		
Kankaanpään Betoni ja Elementti Oy PL 96 (Kuusikonkatu 4), 38701 Kankaanpää p. (02) 572 890, fax. (02) 572 8920 www.elementti.fi					•	•		•		•													•		
Kokemäen TB-Paalu Oy Betonitie 14, 32800 Kokemäki p. (02) 550 2350 fax (02) 550 2325 www.jvb.fi, jvb@jvb.fi	•									•		•					•	•					•		
Kouvolan Betoni Oy Tehontie 18 / PL 20, 45101 Kouvola p. (05) 884 3400, fax (05) 321 1992 www.kouvolanbetoni.fi kouvolanbetoni@kouvolanbetoni.fi	•				•	•		•		•					•		•	•	•		•	•	•		
Lahden Kestobetoni Oy Lakkilantie 2, 15150 Lahti p. (03) 882 890, fax (03) 882 8955 www.kestobetoni.com etunimi.sukunimi@kestobetoni.com (myös väestönsuojat)					•	•		•		•			•					•					•		
Lakan Betoni Oy – Joensuun tehtaas PL 42, (Pamilonkatu 15), 80101 Joensuu p. 0207 481 200, fax 0207 481 260 www.lakka.fi etunimi.sukunimi@lakka.fi – Lopen tehdas Läyliäistenraitti 605, 12600 Läyliäinen p. 0207 481 300, fax 0207 481 340 – Forssan tehdas PL 95, (Pamantie 1), 30101 Forssa p. 0207 481 351, fax. 0207 481 369 – Jalasjärven tehdas Tiemestarin tie 18, 61600 Jalasjärvi p. 0207 481 290, fax. 0207 481 291 – Varkauden tehdas Öljytie 5, 78710 Varkaus p. 040 176 3230, fax 040 604 5532	•				•	•		•		•			•		•			•	•	•	•	•	•	•	•
Lammin Betoni Oy Paarmamäentie 8, 16900 Lammi p. 020 7530 400, fax 020 7530 404 www.lamminbetoni.fi lammin.betoni@lamminbetoni.fi															•					•					

BETONIN JA BETONITUOTTEIDEN VALMISTAJIA

[illegible]

BETONIN JA BETONITUOTTEIDEN VALMISTAJIA

 BETONITEOLLISUUS ry:n JÄSENYRITYKSET TOIMINIMI	VALMISBETONI	ONTELOLAATAT	TT-LAATAT	HTT-LAATAT	TB- YM. VÄLIPOHJAT	TB- PILARIT JA -PALKIT	JÄNNEBETONIPALKIT	JULKISIVUT JA VÄLISEINÄT	PORTAAT	MUUT TR-ELEM., PERUSTUK- SET, PARVEKKEET JNE.	LIITTOLAATAT	PAALUT	ELEMENTTIPIENTALOT	ELEM. HALLIT YM. TYYPPIRAK.	PÄÄLLYSTELAATAT JA -KIVET, MUU YMPÄRISTÖBETONI	MOS- YMS. BETONIPÄÄLLYSTEET	PUTKET JA KAIVOT	KAPELIKOURUT JA KANALIELEMENTIT	SILLAT, LAITURIT, TUKIMUURIT	SIILO- JA SÄILIÖELEMENTIT	MUURAUSKIVET, HARKOT JA KATTOTIILET	KEVYT-SORABETONI	ERIKOISTYÖT PIIRUSTUSTEN MUKAAN	KUVATUOTTEET	ELEMENTTIRAKENTEISET VÄESTÖSUOJAT
Rajaville Oy PL 4, (Teknoligiantie 13), 90501 Oulu p. 020 793 5800, fax 020 793 5801 www.rajaville.fi Oulun tehdas Soramäntie 1 p. 020 793 5800 fax 020 793 5801 Haukiputaan tehdas Annalankankaantie 20 p. 020 793 5800, fax 020 793 5869		•	•		•	•	•	•		•	•			•				•	•			•			
Rakennusbetoni- ja Elementti Oy PL 102 (Kukonkankaantie 8) 15871 Hollola p. (03) 877 200, fax (03) 877 2010 www.rakennusbetoni.fi vss@rakennusbetoni.fi (myös väestösuoja)	•									•			•		•						•	•			•
Rudus Betonituote Oy PL 49, 00441 Helsinki p. 020 447 711, fax 020 447 7238 www.rudus.fi etunimi.sukunimi@rudus.fi Paalut, myynti: Nummela , p. 020 447 4380, fax 020 447 4388 Turku , p. 020 447 4430, fax 020 447 4433 Kurikka , p. 020 447 4350, fax 020 447 4355 Nurmijärvi , p. 020 447 4458, fax 020 477 4450 Ympäristö-, infra- ja kunnallistekniset tuotteet: Lohja , p. 020 447 4200, fax 020 447 4255 Tuusula , p. 020 447 4300, fax 020 447 4333 Lahti , p. 020 447 4360, fax 020 447 4366 Kurikka , p. 020 447 4350, fax 020 447 4355 Turku , p. 020 447 4430, fax 020 447 4433 Oulu , p. 020 447 4390, fax 020 447 4399 Tampere , p. 020 447 4410, fax 020 447 4414 Lappeenranta , p. 020 447 4370, fax 020 447 4377 Hamina , p. 020 447 4340, fax 020 447 4344 Nurmijärvi , p. 020 447 4458, fax 020 477 4450					•	•		•				•			•		•	•	•		•		•		
Rudus Oy PL 49 (Pronssitie 1), 00441 Helsinki p. 020 447 711, fax 020 447 7238 www.rudus.fi etunimi.sukunimi@rudus.fi Valmisbetoni Etelä-Suomi p. 020 447 711, fax 020 447 7238 Länsi-Suomi , p. 020 447 6200, fax 020 447 6201 Tampere-Vaasa , p. 020 447 6800, fax 020 477 6808 Lahti , p. 020 447 5400, fax 020 447 5401 Itä-Suomi , p. 020 477 6000, fax, 020 447 6007 Väli-Suomi , p. 020 447 5200, fax 020 447 5201 Pohjois-Suomi , p. 020 447 5002 fax 020 447 5001	•																				•				
Suonenjoen Sementtituote Oy Mansikkaraitti 9, 77600 Suonenjoki p. 0207 792 260, fax 0207 792 261 www.sst.fi tarjouslaskenta@sst.fi					•	•		•		•			•	•					•	•			•		
Suutarinen Yhtiöt Vuorilahdentie 7, 52700 Mäntyharju p. 0207 940 640 fax 0207 940 641 www.suutarinen.fi etunimi.sukunimi@suutarinen.fi Sora ja Betoni V. Suutarinen Ky Salmijärventie, 52700 Mäntyharju p. 0207 940 640, fax 0207 940 641 (väestösuoja K- ja S1 -luokat) Matrella Oy Pursialankatu 28, 50100 Mikkeli p. 0207 940 649, fax 0207 940 647	•					•		•		•			•	•									•		
Oy Tara-Element Ab Murikantie 299, 68410 Alaveteli p. (06) 832 4000, fax (06) 864 8520 etunimi.sukunimi@tara-element.fi www.tara-element.fi (Myös maatalouden tuotantorakennukset)					•	•		•		•			•	•					•				•		•

BETONIN JA BETONITUOTTEIDEN VALMISTAJIA

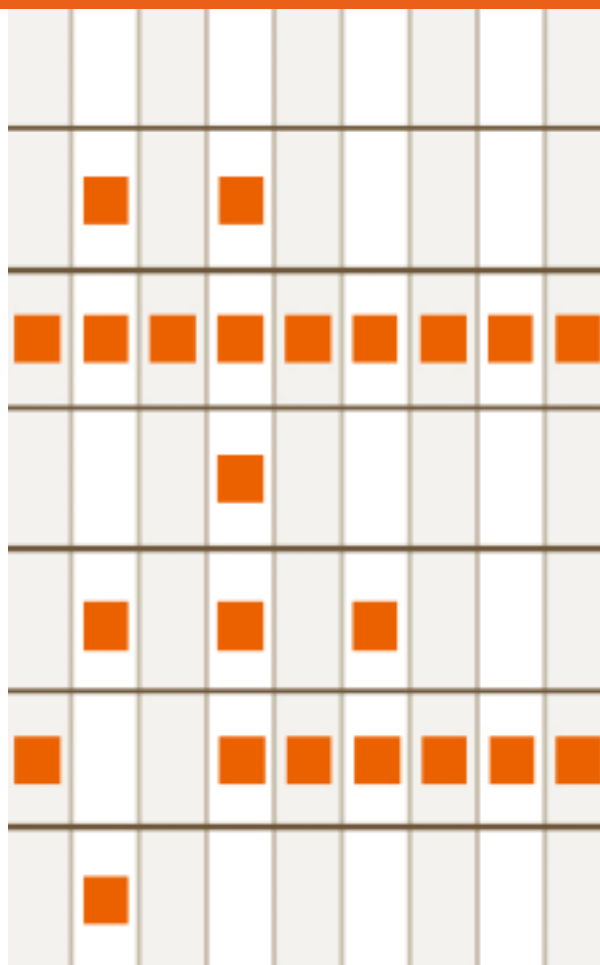
	VALMISBETONI	ONTELOLAATAT	TT-LAATAT	HTT-LAATAT	TB- YM. VÄLIPOHJAT	TB- PILARIT JA -PALKIT	JÄNNEBETONIPALKIT	JULKISIVUT JA VÄLISEINÄT	PORTAAT	MUUT TR-ELEM. PERUSTUKSET, PARVEKKEET JNE.	LIITTOAATAT	PAALUT	ELEMENTTIPIENTALOT	ELEM.HALLIT YM. TYYPPIRAK.	PÄÄLLYSTELAATAT JA -KIVET, MUU YMPÄRISTÖBETONI	MOS.- YMS. BETONIPÄÄLLYSTEET	PUTKET JA KAIVOT	KAAPELIKOURUT JA KANAALIELEMENTIT	SILLAT, LATURIT, TUKIMUURIT	SIILO- JA SÄILIÖELEMENTIT	MUURAUSKIVET, HARKOT JA KATTOTIILET	KEVYTSORABETONI	ERIKOISTYÖT PIIRUSTUSTEN MUKAAN	KUIVATUOTTEET	ELEMENTTIPIRAKENTEISET VAESTÖSUOJAT
 BETONITEOLLISUUS ry:n JÄSENYRITYKSET TOIMINIMI																									
VB-Betoni Oy Ouluntie 115, 91701 Vaala p. 020 7413 420, fax 020 7413 429 vb-betoni@vb-betoni.fi www.vb-betoni.fi	•				•	•		•		•			•	•					•				•		
YBT Oy Valimotie 1, 95600 Ylitornio p. 0400 93 0400, fax 0420 93 0400 ybt@ybt.fi www.ybt.fi YBT Raahe Betonimylärinkatu 1, 92120 Raahe p. 050 582 9415, fax (08) 221 555	•		•		•	•		•	•	•			•	•					•	•			•		
Ämmän Betoni Oy PL 19, 89601 Suomussalmi p. (08) 617 900, fax (08) 6179 020 toimisto@ammanbetoni.fi	•				•	•		•		•			•	•					•	•			•		•

..uutta tulossa

betoni-lehti uudistaa tuote- ja palveluosiota.

ole kuulolla ja tule paremmin nähdyksi!

betoni.com



KÄYTTÖSELOSTEILLA VARMENNETTUJA BETONIALAN TUOTTEITA

[illegible]

ELEMENTTISUUNNITTELU.fi

Seuraa aikaasi ja tutustu!

Uusi asiantuntijapalvelu!

Käytä hyväksesi asiantuntijoiden laatimaa aineistoa ja varmista projektillesi taloudellinen ja toimiva lopputulos!

- - > www.elementtisuunnittelu.fi

- rakennuttajalle, urakoitsijalle, suunnittelijalle, arkkitehdille ja opiskeluun.

KESTÄVIÄ JA KORKEALAATUISIA
runkorakenteita sekä julkisivuja
nykyaikaisella valmisteknologialla.

Tekniset artikkelit

Valmisosarakentaminen

Suunnitteluprosessi

Rakennejärjestelmät

Runkorakenteet

Palonkesto

Ääneneristys

Rakennuksen jäykistys

Julkisivut

Liitokset

Elementtien toimitus

Elementtien asennus

Huolto ja kunnossapito



Kuva: Konsepti Group · arkkitehti: Avanto Arkkitehdit Oy

Ei paketista, eikä mallistosta,
vaan sinun ajatuksistasi

betonitalo.fi

