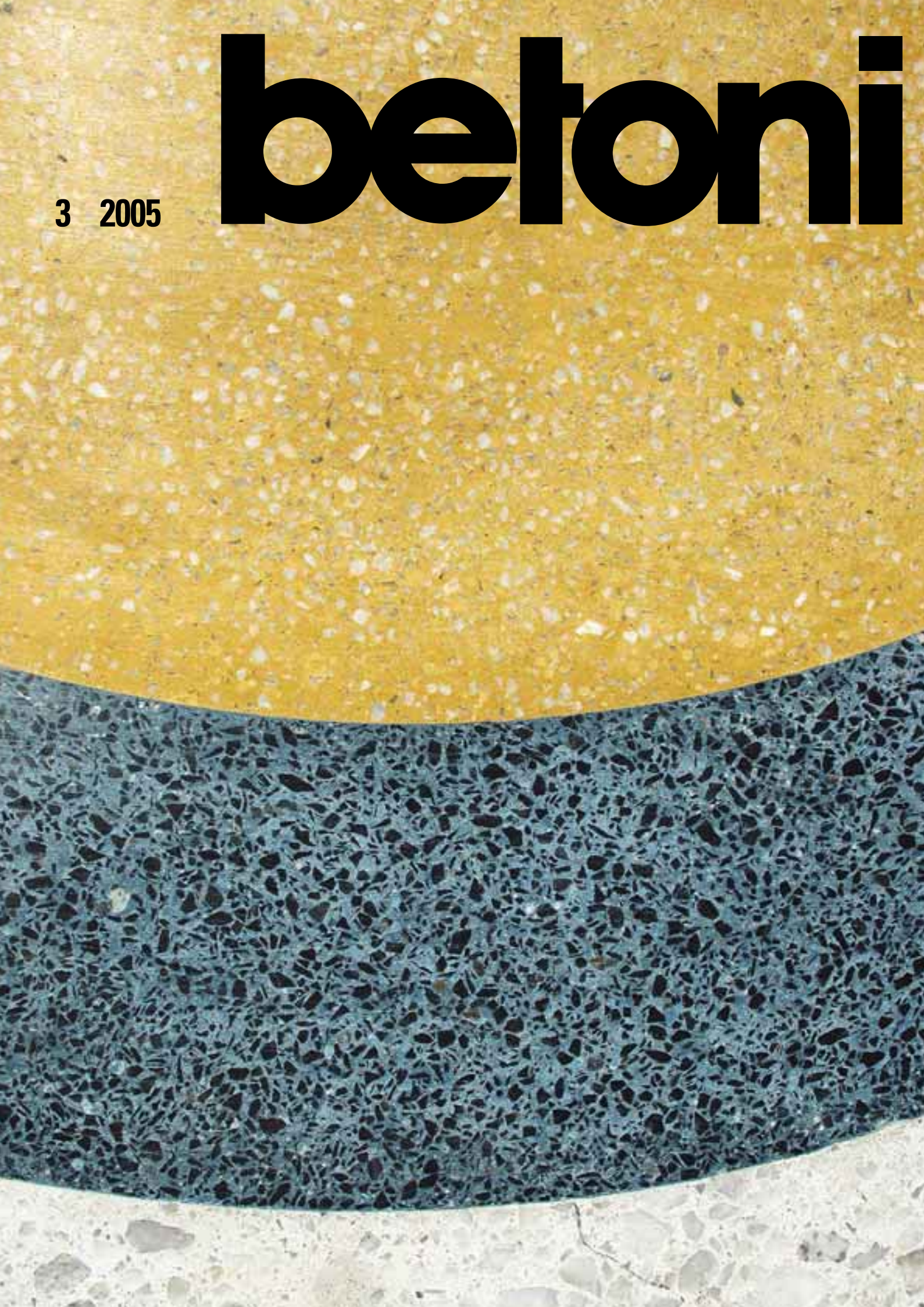


3 2005

betoni



SISÄLTÖ – CONTENTS

betoni 75. vuosikerta – volume
ilmestyy 4 kertaa vuodessa
Tilaushinta 46 euroa
Irttonumero 11,50 euroa
Painos 15 000 kpl
ISSN 1235-2136

Toimitus – Editorial Staff
Päätoimittaja – Editor in chief
Arkkitehti SAFA Maritta Koivisto

Taitto – layout
Arkkitehti SAFA Maritta Koivisto
Arkkitehti SAFA Marjo Vänskä-Nissilä,
Arkkitehtitoimisto Vänskä Oy

Käännökset – Translations
Tiina Hiljanen

Tilaukset, osoitteenmuutokset
Irmeli Kosonen
irmeli.kosonen@betoni.com
tel. +358 (0)9 6962 3627
RIA-, RIL-, SAFA -jäsenet ao. järjestöihinsä

Julkaisija ja kustantaja – Publisher
Suomen Betonitieto Oy –
Concrete Association of Finland
PL 11, Unioninkatu 14
00131 Helsinki, Finland
tel. + 358 (0)9 6962 360
telefax + 358 (0)9 1299 291
www.betoni.com

Toimitusneuvosto – Editorial board
Tait.lis. Ulla-Kirsti Junttila
TKT Anna Kronlöf
Arkkitehti SAFA Mika Penttinen
DI Markku Rotko
DI Ossi Räsänen
RI Kimmo Sandberg
DI Arto Suikka
DI Klaus Söderlund
Arkkitehti SAFA Hannu Tikka
RI Harri Tinkanen
DI Matti J. Virtanen
DI Matti T. Virtanen
DI Pekka Vuorinen

Ilmoitukset – Advertising Manager
Sami Hotanen
tel. + 358 (0)9 6962 3623
gsm + 358 (0)40 8668 427
telefax + 358 (0)9 1299 291
sami.hotanen@betoni.com

Kirjapaino – Printers
Forssan Kirjapaino Oy

Kansi – Cover
AAUMU, Veli-Pekka Rannikon veistos, Hel-
singin Torpparinmäen puisto, yksityiskohta.
Kuva: Maritta Koivisto. 2005.

PÄÄKIRJOITUS – PREFACE Terho Salo, toimitusjohtaja	9
LASARETINSAAREN ALUE, OULU – VUODEN YMPÄRISTÖRAKENNE 2005 Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA, päätoimittaja	10
UUOSAAREN SATAMAAN YLI KOLME KILOMETRIÄ LAITUREITA – ENSIMMÄINEN NELJÄNNES RAKENTEILLA Sirkka Saarinen, toimittaja	16
KYTÖMAAHAN VALMISTUI SUOMEN PISIN RAUTATIESILTA – OIKORADALLA YHTEENSÄ 82 SILTAA Sirkka Saarinen, toimittaja	24
SWTP – Pietarin jätevesien puhdistustilanne Jyrki Rautamäki, rak.ins. ja Vilho Pekkala, dipl.ins.	28
SILTOJEN BETONIRAKENTEIDEN KORJAAMINEN Jorma Huura, yli-insinööri ja Ossi Räsänen, dipl.ins.	36
BETONIA! – BETONITAIDETTA KAUPUNKEIHIN Klaus Söderlund, dipl.ins.	42
MELKEIN KUIN KIVEÄ Tarja Nurmi, arkkitehti SAFA	46
TAIDE VALTASI LINNOITUKSEN Pertti Vaasio, rak.arkkitehti	50
RAPPAUSKIRJA BY46 UUDISTETTU Jukka Lahdensivu, tekn. lis.	54
ASUNTO OY TRIADI – KOLMEN ASUNNON RIVITALO PAIKALLA VALAEN Petri Mannonen, dipl.ins. ja Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA	58
ULKOSEINIEN SISÄKUORIELEMENTTITEKNIikka Sami Karvinen, dipl. ins.	62
VÄLISEINÄ- JA KUORIELEMENTTEJÄ AUTOMAATTILINJALTA – LUJABETONI OY ASTUU UUTEEN AIKAKAUTEEN SEINÄELEMENTTIVALMISTUKSESSA Esa Silvennoinen, dipl.ins.	65
SCALECAD – ELEMENTTISUUNNITTELUOHJELMISTO Veijo Artoma, dipl.ins. ja Juha Rämö, dipl.ins.	66
KOVAN KULUTUKSEN LATTIAT – KAMPIN BUSSITERMINAALI Martti Matsinen, dipl.ins.	68
POHJOISMAINEN BETONITUTKIMUS Klaus Söderlund, dipl.ins.	72
BETONITEOLLISUUS VIERAILI RUOTSISSA JA TANSKASSA Arto Suikka, dipl.ins.	74
MADRIDIN TOIMISTOTORNIN TULIPALO Tauno Hietanen, dipl.ins.	76
HENKILÖKUVASSA ULLA-KIRSTI JUNTILLA Sirkka Saarinen, toimittaja	78
BETONITIEDON UUSIA JULKAISUJA, KURSSEJA, UUTISIA	80
BETONIN YHTEYSTIEDOT	90

Suomen infrastruktuuri muodostuu liikenteen, energijajakelun, viestinnän ja ympäristöhuollon verkoista. Infrastruktuurin kansantaloudellista merkitystä kuvaa se, että Suomen infrarakenteiden yhteisarvo on 500 miljardia euroa ja vuosittain infraan investoidaan neljä miljardia euroa. Infrarakentaminen myös työllistää suomalaisia 70 000 henkilötyövuoden verran.

Infrarakentaminen on merkittävä betoniteollisuuden tuotteiden käyttäjä. Kunnallistekniikan betonituotteet menevät kokonaisuudessaan infrarakentamiseen ja ympäristörakentamisen tuotteista noin puolet käytetään infrarakentamiseen ja puolet talonrakentamiseen. Valmisbetonin käytöstä infrarakentamisen osuus kattaa Suomessa alle puolet, mutta yksittäiset suuret rakennushankkeet luonnollisesti kasvattavat tätä osuutta paikallisesti. Betoniteollisuudella on kotimaassa noin 650 miljoonan euron liikevaihto, josta infra-alan osuus on noin 170 miljoonaa euroa eli runsas neljännes. Kaikissa väylähankkeissa käytetään runsaasti betonia muun

muassa siltoihin, pohjanvahvistuksiin, perustuksiin, melusuojuuksiin, viemäriin ja kaivoihin.

Infrarakentaminen siis vaikuttaa huomattavasti betoniteollisuuteen, mutta sen vaikutukset ovat tuntuja myös talonrakentamisessa. Pääkaupunkiseudun suuret satama- ja tiehankkeet liittyvät kuntien asemakaavoitukseen ja ratkaisevat osaltaan, minne uusia asuntoja ja toimitiloja rakennetaan. Kun esimerkiksi Vuosaaren satama valmistuu, Helsingin vanhoja satama-alueita vapautuu asunto- ja toimitilakäyttöön. Vuosaaren satamahanke aukaisee myös Pasilan alueen solmut: ratapiha-alueelle tulee toimitiloja ja asuntoja, ja Keski-Pasilan kehittäminen voidaan jatkaa. Esimerkkejä on muitakin. Kehä I:n muutostyö Leppävaarassa on alkusysäys talonrakentamisen laajalle aluekehityshankkeelle Kehä I:n nykyisellä paikalla. Se, että Lahden oikora toteutuu, tekee puolestaan mahdolliseksi suuret talonrakentamisen hankekokonaisuudet Lahdessa, Mäntsälässä ja Järvenpäässä.

Rakennusteollisuus RT ry:n koordinoimana on

hiljattain lähtenyt liikkeelle Infra 2010 -kehitysohjelma, jonka tarkoituksena on edistää alan kilpailukykyä Suomessa. Tuottavuutta parantavan ohjelman panokset suunnataan esimerkiksi infrarakenteiden tuotetietomallien ja tiedonsiirron kehittämiseen, toimintamallien ja hankeprosessien uudistamiseen, ekotehokkuuden ja elinkaariosaamisen parantamiseen sekä osaamiseen ja innovaatioihin. Kehitysohjelma tukee käytäntöä palvelevia hankkeita niin, että tulokset saadaan suoraan hyödynnettyä todellisissa rakennushankkeissa. Vaiheittain rahoitettavan kehitysohjelman kustannuksiksi on arvioitu noin kymmenen miljoonaa euroa.

Jos Infra 2010 -ohjelma onnistuu tavoitteissaan, se antaa toivottavasti uutta potkua myös betonirakentamiseen ja betoniteollisuuden tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Lepäähän infrastruktuuriverkomme pitkälti betonin varassa.

Terho Salo

toimitusjohtaja, Rakennusteollisuus RT ry

INFRACONSTRUCTION PROMOTES CONCRETE INDUSTRY

In Finland, infrastructure comprises the networks for energy distribution, communication and environmental management. The total value of Finnish infrastructure is EUR 500 billion, and every year EUR four billion is invested in new infrastructure – figures that reflect the significance of infrastructure to the national economy. The employment effect of infrastructure is 70 000 man-years.

Infraconstruction is an important consumer of the products of concrete industry. Infraconstruction accounts 100% for the demand of concrete products for public utilities and about 50% of environmental construction products go to infraconstruction and the rest to the building industry. At national level, infraconstruction uses less than half of all ready-mixed concrete, but large individual building projects naturally cause local consumption peaks. The net sales of the concrete industry total EUR 650 million in the domestic market, and the share of infraconstruction is EUR 170 million, or more than 25%. Civil engineering projects, such as bridges, subgrade

reinforcement, noise abatement structures, drains and wells, are major consumers of concrete.

All in all, infraconstruction has a significant impact on concrete industry, and also plays an important role in the building trade. The large harbour and road construction projects in Helsinki region are based on municipal plans, and to a great extent determine where new housing developments and business facilities are built. For example, when the new Vuosaari harbour is completed, old port areas in Helsinki can be utilised for housing production and business estates. Vuosaari harbour will also open up the tangled web of the Pasila area with office and apartment blocks built in the station yard area, and facilitate the development of Central Pasila. There are also other examples. The alterations of Ring Road I in Leppävaara will kick off an extensive regional housing development project in the current location of the Ring Road, and the new direct railway line to Lahti will make large building project entities possible in Lahti,

Mäntsälä and Järvenpää.

Infra 2010 is a development programme coordinated by the Confederation of Finnish Construction Industries, designed to promote the competitiveness of the industry in Finland. The programme that aims at improving productivity focuses on e.g. developing infrastructure product models as well as transfer of information, on renewing operating patterns and project processes, on improving eco-efficiency and life cycle knowledge, as well as on expertise and innovations. Projects that serve practical needs can utilise the development programme whereby the results will be directly available in actual building projects. The total cost estimate of the development programme is EUR 10 million, and the funding will be acquired in phases.



If the objectives of Infra 2010 are achieved, the programme will hopefully also boost concrete construction as well as research and product development in the concrete industry. After all, our infrastructure network is to a large extent cast in concrete.

Terho Salo

Managing Director, Confederation of Finnish Construction Industries

Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA, päätoimittaja



Petri Heikkilä

Vuoden 2005 Ympäristörakenne -kilpailun voittajaksi valittiin Oulussa sijaitseva *Lasaretinsaaren alue*. Alue on osoitus sen rakennuttajien hyvästä yhteistyöstä ja merkittävästä panostuksesta ympäristörakentamisen kokonaisuuteen. tuloksena on keskeiselle paikalle syntynyt viihtyisä ja toimiva alue. Kunniainnoinnan kilpailussa saivat Forssassa sijaitseva *Ankkalamin puisto* ja Helsingissä sijaitseva *Syystien vanhusten palvelutalon ympäristö*. Rakennusteollisuus RT ry:n tuoteteollisuusjaoston ja Puutarhaliiton järjestämän kilpailun tulokset julistettiin lokakuun alussa Oulussa.

Vuoden Ympäristörakenne -kilpailun tarkoituksena on tehdä tunnetuksi tasokkaita ympäristökokonaisuuksia, joissa hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella on luotu esteettisesti ja toiminnallisesti kestävä ja hyvä ympäristö.

Kilpailun kunniakirjat myönnettiin palkittujen kohteiden rakennuttajille sekä suunnittelussa ja toteutuksessa keskeisesti mukana olleille tahoille. Lasaretinsaaren alueen kunniakirjat jaettiin *Merikosken kuntoutus- ja tutkimuskeskukselle*, *Oulun kaupungin tekniselle keskukselle*, *Oulun Energia Oy:lle*, *Arkkitehtitoimisto Jorma Teppo Oy:lle*, *Maisema-arkkitehtitoimisto T. Kurttila ky:lle*, *Arkkitehti-asema Oy:lle*, *diplomi-insinööri Lauri Eskeliselle ja ViherRengas Järvenpää Oy:lle*. Ankkalamin puiston kunniakirjat jaettiin *Forssan kaupungille*, *Arkon Arkkitehdit Oy:lle* ja *Insinööritoimisto Olof Granlundille*. Syystien vanhusten palvelutalon kunniakirjat luovutettiin *Kiinteistö Oy Helsingin Palveluasunnoille* ja *Ramboll Finland Oy:lle*.

Vuoden Ympäristörakenne -kilpailu järjestettiin 15.kerran tänä vuonna. Juhlavuoden kunniaksi kilpailun ulkoinen ilme ja palkinnot uudistettiin. Palkintona jaettiin grafiikkaa, taiteilija *Aino-Maija Metsolan* etsaus "Virtaa".

LASARETINSAAREN ALUE ON HARMONINEN KOKONAISUUS VANHAA JA UUTTA

Tuomaristo totesi, että kohde on suunnittelultaan, toteutukseltaan ja hoidon tasoltaan yhtenäinen ja korkeatasoinen. Kohteessa on ansiokkaasti säilytetty vanhaa ja rakennettu uutta. Harmoninen kokonaisuus muodostuu kahdesta osa-alueesta: erikäisten, osin kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten ja toisaalta monipuolisten vesialueiden maailmasta. Toteutuksessa on yhdistetty onnistuneesti kivi- ja viherrakentamista. Kohteen pi-

1

Lasaretinsaaren alueen kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten piha-alueella on käytetty luonnonkiveä.

2,3

Lasaretinsaaren toteutuksessa on yhdistetty onnistuneesti kivi- ja viherrakentamista.

2

Petri Heikkilä

3





Petri Heikkilä



Petri Heikkilä

4 hakalusteissa on myös onnistuneesti käytetty suomalaista luonnonkiveä. Toteutus on huolellista ja laadultaan tasokasta. Istutukset on mietitty hyvin.

Lasaretinsaaren alueen vesiaihe on tuomariston mielestä monipolvinen ja vaikuttava. Mahdollisuus seurata lohien nousua lohiportaassa tuo mielenkiintoisella tavalla tämän tärkeän oululaisen kalalajiin myös katsojien ulottuville.

Lasaretinsaaren alue on osoitus sen rakennuttajien hyvästä yhteistyöstä ja merkittävästä panostuksesta ympäristörakentamisen kokonaisuuteen. Tuloksena on keskeiselle paikalle syntynyt oululaisten käyttöön tarkoitettu viihtyisä ja toimiva alue. Alueen poikki kulkevat kävely- ja pyörätiet on otettu hyvin käyttöön ja alue on näin nivottu toimivaksi osaksi kaupunkikuvaa.

Koska alue on vilkkaassa käytössä, tuomaristo haluaa kiinnittää erityistä huomiota siihen, että alueen kunnossapitoon kiinnitettäisiin myös jatkossa erityistä huomiota.

Kilpailun tuomaristossa olivat edustettuina Puutarhaliiton, Rakennusteollisuus RT ry:n, Kiviteollisuusliiton, Viherympäristöliiton, Suomen Maisema-arkkitehtiliiton, Suomen Arkkitehtiliiton, Suomen Kuntaliiton, ympäristöministeriön ja lehdistön edustajat.

Lisätietoja:

<http://www.rakennusteollisuus.fi/ajankohtaista>

<http://www.puutarhaliitto.fi/kuvat.html>

4

Oulun kohteessa on yhdistetty onnistuneesti rakennukset ja viherrakentaminen.

5

Lasaretinsaaren alueen vesiaihe on tuomariston mielestä monipolvinen ja vaikuttava. Lohiportaassa on mahdollisuus seurata lohien nousua.

5

ANKKALAMMIN PUISTO, FORSSA

- VUODEN YMPÄRISTÖRAKENNE 2005 KUNNIAMAININTA TUOMARISTON PERUSTELUT

Tuomaristo totesi, että Ankkalamin puisto on kaupungin asukkaiden käyttöön tarkoitettu kohde keskellä Forssan kaupunkia. Kohteen suunnittelu ja siinä käytetyt elementit muodostavat levollisen kokonaisuuden. Kohde on toteutettu huolellisesti ja sen viimeistely ja erityisesti hoito on korkealuokkaista.

Ankkalamin puiston kunnostus on aloitus laajemmalle hankkeelle, jonka tarkoituksena on uudistaa koko Forssan kaupunkikuvaa. Hanke on kaupungin koon huomioiden mittava, mutta se osoittaa rakennuttajan sitoutumisen keskeisen torialueen uudistamiseen. Tuomaristo toteaa myös, että kaupungin keskusta-alueiden julkisten viher- ja oleskelualueiden kohentaminen tulee varmasti leviämään laajemmallekin Forssan tyyppisten esimerkkien kautta.

Kohteessa on käytetty kasvilajistoa ja kotimaista luonnonkiveä erittäin monipuolisesti erityisesti vesiaiheisiin liittyen. Osa vesirakentamisen ratkaisuista tai materiaaleista vaikuttaa turhan monimutkaiselta, mutta puiston kokonaisuus on kuitenkin hallittu.

Tuomaristo toivoo, että puiston ylläpidossa pysytään säilyttämään sen nykyinen korkea taso myös tulevaisuudessa.





Pertti Lehtovirta

Pertti Lehtovirta

8



Aino-Kaisa Nuotio

10

LASARETINSAARI ISLAND IN OULU WON THE ENVIRONMENTAL AWARD 2005

The jury considered Lasaretinsaari to be a uniform area of consistent high quality in terms of design, implementation and maintenance. The island is a successful combination of old and new. The harmonious entity comprises two sub-areas: a world of buildings of varying ages, and a world of diverse water areas. Some of the buildings are valuable specimens of cultural history. The implementation is based on combining stone construction with green areas. Finnish natural stone has been successfully utilised in the garden furniture. The area reflects careful and skilled work, and the gardens are obviously based on thorough planning.

In the jury's opinion, the water motif on Lasaretinsaari Island is a multi-layered and impressive realisation.

Lasaretinsaari area is an example of good cooperation between developers and of a significant contribution to environmental construction as an entity. The result is a pleasant and well-functioning haven in a central location, for all the residents of Oulu.

Ankkalammi Park in Forssa received an Honorary Mention in the Environmental Structure of the Year 2005 Competition.

According to the jury the Ankkalammi Park in the centre of the town has been designed for the residents of Forssa, with the design of the Park and the elements chosen for it



SYYSTIEN VANHUSTEN PALVELUTALO, HELSINKI

- VUODEN YMPÄRISTÖRAKENNE 2005 KUNNIAMAININTA TUOMARISTON PERUSTELUT

creating a peaceful entity. The implementation displays careful planning, and the choice of finishing details and the maintenance of the Park, in particular, are of a high quality.

The renovation of the Ankkalampi Park has been the first stage of an extensive project that aims at renewing the overall townscape of Forssa.

The Ankkalampi project is characterised by a versatile utilisation of different flora and Finnish natural stone, particularly in connection with water areas.

Syystie Sheltered Home for the Elderly received an Honorary Mention in the Environmental Structure of the Year 2005 Competition.

According to the jury the most important merit of the renovation project realised in the Syystie Sheltered Home is the original idea and the plan based on this idea. The plan is based on creating a central, peaceful recreational area for the residents, with completely renewed traffic arrangements. Accessibility has been the key factor in the project, with a team of elder care experts involved in the design work.

Vuoden 2005 Ympäristörakenne -kilpailussa myönnettiin kunniamaininta Helsingissä sijaitsevalle Syystien vanhusten palvelutalolle.

Kilpailun tuomaristo totesi, että Syystien vanhusten palvelutalon ympäristön uudistamisen tärkein ansio on sen taustana ollut oivallus ja sen tuloksena syntynyt suunnitelma. Suunnitelmassa on järjestetty alueen liikenne täysin uudelleen ja luotu keskeinen, rauhallinen oleskelualue asukkaille. Esteettömyys on ollut suunnittelussa keskeinen tekijä ja suunnittelutyötä on ollut ohjaamassa laaja vanhustyön asiantuntijaryhmä.

Vanhusten palvelutalojen ympäristön laatua voidaan parantaa soveltamalla Syystien suunnitteluratkaisuja. Hyvin ratkaisujen tarve korostuu edelleen, kun ikääntyvien ihmisten määrä jatkuvasti kasvaa.

Vaikka Syystien vanhusten palvelutalo ei ole samalla tavalla julkinen kohde kuin kilpailun muut sijoittuneet kohteet, ansaitsee se tuomariston mielestä kunniamaininnan kilpailussa.

8, 9

Forssan Ankkalammen puisto on kaupungin asukkaiden käyttöön tarkoitettu kohde keskellä Forssan kaupunkia. Kohteen suunnittelu ja siinä käytetyt elementit muodostavat levollisen kokonaisuuden.

10

Helsingissä sijaitsevalle Syystien vanhusten palvelutalon ympäristön alueen liikenne on järjestetty uudelleen ja luotu keskeinen, rauhallinen oleskelualue asukkaille. Esteettömyys on ollut suunnittelussa keskeinen tekijä.

Sirkka Saarinen, toimittaja

Vuosaaren satama



1

1 Laivat saapuvat Vuosaaren satamaan 36 kilometriä pitkää meriväylää pitkin. Tavaraliikenne tulee ja lähtee satamasta suoraan uutta satamatietä pitkin, joka liittyy Kehä III:een. Tavara kulkee junanvaunussa uutta satamarataa pitkin Keravan Saviolle, jossa se liittyy päärataan.

2 Vuosaaren satama mereltä päin elokuussa 2005. 150 hehtaarin suuruisen satama-alueen itäpuolen kilometrin pituisesta meluseinästä on noin puolet valmiina. C- ja F-laitureiden elementit on liukuvalettu kesän 2005 aikana ja niiden asennus alkoi syyskuussa.

3 Kulmatukielementeistä ja saumaelementeistä rakennettavan laiturin 143 betonielementtiä on tehty liukuvaluna satama-alueen vanhassa telakka-altaassa.

Vuosaaren satamahankkeessa tehdään töitä monella rintamalla sekä satama-alueella että sinne johtavilla liikenneväylillä. Yksi meneillään olevista töistä on sataman laiturirakenteiden 1. urakka. Valmiissa satamassa laitureita tulee olemaan yhteensä yli kolme kilometriä, parhaillaan tehdään ensimmäistä 715 metrin osuutta, jonka järeet laiturielementit liukuvalettiin kesän kuluessa.

Kulmatukielementeistä ja saumaelementeistä rakennettavan laiturin 143 betonielementtiä on tehty liukuvaluna satama-alueen vanhassa telakka-altaassa. Liukuvalut aloitettiin kesäkuussa, viimeistä 12 elementin ryhmää liukuvalettiin syyskuun puolellessavälissä. Samaan aikaan päästiin ensimmäisiä elementtejä uittamaan paikalleen uivalla nosturilla ja aloittamaan elementtiasennus.

KULMATUKIELEMENTIT SÄÄSTÄVÄT BETONIA

Vesirakenteisiin erikoistuneelle *Insinööritoimisto Pitkälä Oy*:lle Suomen satamat ovat tuttuja työkohteita. Myös Vuosaaren laiturirakka 1:n elementtien rakennesuunnitelmat ovat heidän käsialaansa.

Toimitusjohtaja *Matti Pitkälä* ja RI *Markku Karjanlahti* kertovat, että laiturirakennerratkaisuksi valikoitui jo varhaisessa vaiheessa teräsbetoninen gravitaattorakenne. "Tosin alkuvaiheen vertailussa oli vaihtoehtona myös laitureissa perinteisesti käytetty kasuuniratkaisu. Kulmatuki- ja saumaelementeistä tehtävä elementtirakenne on kuitenkin huomattavasti edullisempi, sillä se säästää betonia jopa 40 prosenttia kasuuniin verrattuna", miehet kertovat.

Putkiponttivaihtoehto puolestaan pois suljettiin sen takia, että alueelle ei haluttu ankkuritankoja. Rakennuttaja ennakoiti siten helppoutta mahdollisiin tuleviin muutoksiin.

Vuosaaren laiturissa käytettyä elementtirakennetta Pitkälän toimisto käytti ensimmäisen kerran jo vuonna 1980 Vaasassa. "Rakennetta on toimitossamme kehitetty jo parinkymmenen vuoden ajan. Sitä on vaihteittain parannettu, lopullinen muoto ajoittuu vuoden 1987 tienoille, Mussalon laiturihankkeeseen", miehet kertovat.

"Kasuunirakenteessa on etu- ja takaseinä sekä suorakaiteenmuotoinen väliseinä, elementtiratkaisussa on ainoastaan etuseinä ja tavallaan puolet kasuuniin väliseinistä. Kasuuniin verrattuna takaseinä puuttuu kokonaan. Vaikka elementtien seinära-

kenteet ovat huomattavasti paksummat kuin kasuunissa, betonia säästyy ratkaisevan paljon", Pitkälä ja Karjanlahti esittelevät rakenteiden eroa.

Vuosaaren laiturielementit ovat perusmuodoltaan samanlaisia, joten elementtien liukuvalussa on voitu käyttää samaa muottikalustoa. Osa kulmatukielementeistä on 13,65, osa 16,15 metriä korkea. Paino vaihtelee 240:stä 300:aan tonniin. Selkeästi kevyempien saumaelementtien painokin on 80 – 100 tonnia.

LAITURIRAKENNE JA MELUSEINÄ YHDISTYVÄT ITÄNURKASSA

Laituriurakan keskuspaikka on kesän ajan ollut Vuosaaren telakka-alueella oleva lähes 400 metrin pituinen ja 56 metriä leveä telakka-allas. Työmaapäällikkö *Esa Kunnassaari* ja työmaapäällikkö *Paavo Lyytinen* katselevat syyskuun puolella välissä tyytyväisinä telakka-altaaseen, jossa kesän iso liukuvalu-urakka on loppusuoralla.

Kunnassaari työskentelee laituria urakoivassa *Terramare Oy*:ssä, Lyytinen puolestaan *Ahma insinöörit Oy*:ssä, joka huolehtii Vuosaaren satamaprojektissa työmaavalvonnasta, aikatauluista ja hankinnoista, kuten urakoiden tarjouspyyntöjen ja urakkasopimusten valmistelusta. Rakennuttajan eli *Hel-singin Sataman* oma organisaatio hoitaa suunnitteluttamisen.

Laituriurakka 1. sisältää C- ja F-laiturit, jotka alueen koillis-itäkulmassa rajautuvat itäpuolen kilometrin pituiseen meluseinään. Meluseinä rakennetaan kahdessa osassa: ensimmäinen osa valmistui pääosin vuoden 2004 lopussa, toinen osa tehdään kuluvan vuoden lopulla ja ensivuoden aikana siten, että se valmistuu marraskuun lopussa 2006. Meluseinärakennetta ja sen ensimmäistä urakkavaihetta on esitelty myös *Betoni*-lehdessä (*Betoni* 4/2004, *Petri Mannonen*). 13 metriä korkean, liukuvaluna tehtävän jännitetyn meluseinärakenteen arkkitehtisuunnittelusta vastaa *Arkkitehtityöhuone Artto Palo Rossi Tikka Oy*, urakoitsijan rakennesuunnittelusta *Suomen IP-Tekniikka Oy* ja urakoitsijana on *Terramare Oy*. Vastuullisena pohjarakennesuunnittelijana hankkeessa toimii *SITO Oy*.

Laituriurakka 1 käynnistyi toukokuussa 2005. Aikataulun mukaan se on valmis toukokuun lopussa 2006. Urakan ensimmäisessä vaiheessa on ruopattu perustusalueiden pehmeitä massoja ja tehty vedenalaista louhintaa. Urakan toinen vaihe sisältää



VUOSAAREN SATAMA

Osittain entiselle telakka-alueelle rakennettavan Vuosaaren sataman laajuus on 150 hehtaaria. Siitä 90 hehtaaria on merestä täytettävää uutta aluetta, jonka täyttöön tarvitaan 12 miljoonaa kuutiometriä erilaisia maamassoja. Pääosan täyttöaineesta satama saa satamatien ja -radan tunnelien louhinnoista. Sataman viereen rakennettavan yritysalueen laajuus on 75 hehtaaria, josta 50 hehtaaria on sataman toimintaan kiinteästi liittyvää logistiikka-aluetta.

Vuosaareen rakennetaan ajanmukainen satamakeskus, joka käsittää tavarasataman, sen yhteydessä toimivan logistiikka-alueen, liikenneyhteydet (satamatie, satamarata ja meriväylä) sekä sataman viereen rakennettavan Meriportin yritysalueen.

Hankkeen toteuttavat yhteistyössä *Hel-singin Satama* ja *Vuoli-projekti*, jonka takana ovat *Tiehallinto*, *Merenkululaitos* ja *Ratahallintokeskus*. Sataman peruskivi muurattiin 7.1.2003, satama otetaan käyttöön vuonna 2008 ja lopulliseen laajuuteen satama valmistuu vuoden 2009 lopulla. Sataman kokonaiskustannukset ovat 260 miljoonaa, liikenneyhteysien 237 miljoonaa ja merenpohjan tribytyllyn puhdistamisen 10 miljoonaa euroa.

pohjapenkereiden täyttö-, syvätiivistys- ja tasaus-työt. Rinnan pohjatöiden kanssa on tehty laiturielementtejä, joita päästiin asentamaan syyskuun puolivälissä.

Satama-allas tehdään 12,5 metrin harausvyvydelle. Lyytinen kertoo, että rakenteissa ja suunnitelmissa on varauduttu siihen, että ulommilta osiltaan satama-allasta voidaan myöhemmin tarvittaessa syventääkin.

12 LIUKUVALUPAKETTIA VIIKON RYTMITYKSELLÄ

Laiturielementtien valmistuksessa on hyödynnetty niiden toistuvuutta valamalla ne 12 erillisenä liukuvalupakettina. Tyypillinen paketti on sisältänyt kuusi kulma- ja kuusi saumaelementtiä siten, että valettavien kulmaelementtien seinämät ovat telakka-alueen seinään päin. Ensin on valettu pohjalaatat, jonka päältä on aloitettu laiturielementtien seinämien betonointi liukuvalutekniikalla.

Valu rytmitettiin viikon kierrolla. Kunkin ryhmän liukuvalu kesti noin kolme vuorokautta, loppu-aika oli varattu muottien purkamiselle ja siirrolle. Nou-sunopeus valussa oli noin 20 senttiä tunnissa.

Kunnassaari ja Lyytinen kertovat, että liuku-aika-työ pelasi suunnittelusti: ”Työn kuluessa pidettiin kaksi väliviikkoa, jolloin ei liukua tehty. Toisen viikon aikana tehtiin muottien vaatimat muutostyöt matalista korkeisiin elementteihin. Toinen viikko käytettiin kaluston huoltoon.”

KOLMESSA VUOROSSA

Laiturielementtien liukuvalut on tehty kolmessa työvuorossa 17 hengen porukalla, jossa kussakin on betonityönjohtaja, raudoittajat, betonimiehet, kirvesmiehet sekä liukumuoittien nostamisesta huolehtivat tunkkarit.

Raudoitus on tehty paikalla osittain etukäteen, osittain se on edennyt liukuvalun kanssa samanaikaisesti. Käytännössä kulmatukielementtien siipiraudoitteet on hitsattu paikalla etukäteen raudoite-elementeiksi, jotka on sitten nostettu valmiina paikoilleen. ”Pystyteräkset on pääsääntöisesti asennettu ennakkoon ja vaakateräkset paikalla, liukumisen edistymisen mukaan”, miehet niputtavat.

Massiivisen kulmaelementin pohjalaatta on toiminut valuvaiheessa tukirakenteena, johon saumaelementin alapää on voitu työn aikana tukea. Paikalleen asennettuna saumaelementti tukeutuu si-

vuistaan kulmaelementteihin ja taustatäytön maanpaine pitää sen lopullisessa asemassaan.

Asennusteknisesti laiturin rakentaminen ja asentaminen tapahtuu siten, että ensin asennetaan kaksi kulmatukielementtiä paikallaan, saumaelementti asennetaan niiden väliin ja tuetaan. Asennusvaiheessa elementin ulkopuolella on ohjainpalkit, jotka ohjaavat saumaelementin paikalleen kulmaelementtien väliin. Asennuksessa kulmatuki- ja saumaelementit sidotaan lisäksi toisiinsa yläpäistään kierretangoilla, kunnes taustatäyttö saadaan tehtyä.

ELEMENTIT PAIKALLEEN UIVALLA NOSTURILLA

Telakka-altaasta valmiit laiturielementit kuljetetaan asennuspaikalle uivan nosturin avulla. Valutöiden käynnistyessä telakka-altaan väliportti poistettiin. Kun noin 2/3 elementeistä oli saatu valettua ja niihin oli asennettu kaikki varusteet, väliportti suljettiin ja ensimmäinen allas täytettiin vedellä.

Kun merenpuoleinen porttirakenne poistettiin, päästiin elementtejä viemään asennuspaikalle uivalla nosturilla. ”Raskaita elementtejä ei nosteta kannelle, vaan ne uitetaan paikalleen nostovajereiden varassa. Matalammat elementit kuljetetaan ja asennetaan Terramaren uivalla 200 tonnin nosturilla. Korkeampia elementtejä varten tuodaan ulkomailta järeämpi nosturi, Suomessa ei tarpeeksi isoa ollut”, Kunnassaari huomauttaa.

Kaikki elementit kuljetetaan ja asennetaan paikalleen tämän vuoden kuluessa. ”Ennen jäitä”, Lyytinen huomauttaa. Taustatäytöt etenevät välittömästi asennuksen perässä. Laiturin reunapalkit toteutetaan erillisessä urakassa pääosin ensi vuonna.

Aikataulutus on miesten mukaan hyvä, sillä onnistunut lopputulos saadaan varmimmin, kun laiturirakenteelle taustatäyttöineen annetaan noin puolen vuoden painuma-aika.

POHJAN JYRKÄT VAIHTELUT

Rakennesuunnittelijat eivät pidä Vuosaaren laiturirakennetta sinänsä ”vaikeana”. ”Toki sen koko ja varsinkin pohjaolosuhteet tekevät siitä vaativan”, Pitkälä huomauttaa. ”Vaikeutta tuovat erityisesti kalliopinnan erittäin jyrkät korkeusvaihtelut. Rakenteet on suunniteltava paikan ehdoilla.”

Hän esittelee rakennekuvaa, jossa ylhäällä olevaan kallionpintaan on tehty tasauslouhinta. Siinä alusta tasataan murskeella viiden sentin tolerans-



4
siin. Sen jälkeen alustalle ladotaan elementit riviin, taakse tehtyä pengertä aletaan täyttää louheella. Sen jälkeen valetaan laivojen potkurivirroilta alusrakenteita suojaava eroosiolaatta. "Sitten kansirakenne ja päällysrakenteet, laiturit alkaa olla valmis", hän esittelee kuvasta.

Toinen leikkauskuva on kohdasta, jossa kova pohja ja kallio putoavat erittäin jyrkästi. Sinne joudutaan louhimaan portaita, jotta liukupinnat saadaan hallittua. Elementin takareuna louhitaan kalliolle ja elementin etureunan alle tehdään syvätiivistys, jotta rakenteelle saadaan homogeeninen alusta.

Pohjan jyrkät vaihtelut ovat työn kuluessa aiheuttaneet myös joitakin muutoksia. Pitkälä esittelee yksityiskohtaa, jolla vältettiin erittäin laajan ja paksun pohjapenkereen rakentaminen. Kun rakenteeseen tehtiin pieni oikaisu ja kulmaan tehtiin paalurakenne, massansiirroissa saavutettiin iso säästö.

UUSIEN BETONINORMIEN MUKAISTA

Sekä rakennesuunnittelija, urakoitsija että valvoja korostavat, että vuodenvaihteessa voimaan tulleet uudet betoninormit ovat vaikuttaneet selvästi Vuosaaren sataman laiturirakenteisiin. Helsingin Sattama onkin käyttänyt betonitekniikan erityiskysymyksissä asiantuntijana betonitestauksen asiantuntijana *Contesta Oy*:tä. Myös yhteistyö betonitoimittaja *Lohja Rudus Oy:n* kanssa on ollut tiivistä.

Laiturirakenteet on suunniteltu uusien betoninormien rasisluokkien mukaisiksi. Käyttöikä on 50 vuotta. Betonin lujuus on K45. Kestävyyttä on haettu käyttämällä SR-sementtiä, joka lämmöntuotossa ja hyvän kemiallisen kestäväytensä ansiosta sopii hyvin vesirakenteiden betonointiin. Merivesi on rakenteille normaalia rasittavampi ympäristö, jonka mukaan määräytyvät mm. betonin vesisementtisuhteet ja P-lukuvaatimukset. Suoraan merivettä vastaan oleville betonipinnoille tehdään lisäksi hiehto, jolla saadaan lisäkestävyyttä.

Käyttöiässä ei Karjanlahden mukaan voida työtekniikan takia lähteä kovin korkeisiin tavoitteisiin, koska vaativat betonit ovat vaikeita valettavia liukovalussa, esimerkiksi lämpötilanhallinnan kanssa voi tulla ongelmia. Betonissa onkin käytetty normaalisementtiä hieman karkeampaa SR-sementtiä, jolla helpotetaan juuri lämpötilan hallintaa.

Vaikka rakenteiden käyttöiässä on siis lähdetty 50 vuodesta, käytännössä tehtyjen kokeiden tulosten mukaan täyttyy osin 200 vuodenkin vaatimukset.



Olosuhteet, joihin isojen laiturirakenteiden eri osat joutuvat, ovat varsin erilaiset. Se on otettu huomioon käyttämällä betonirakenteissa kahdenlaisia betonilaatua. Vaativimmassa, vedenpinnan vaihteluille alttiissa laiturirakenteen yläosassa, tason -2,50 yläpuolella oleva osa elementeistä on vallettu lisähuokostetulla P-lukubetonilla, elementtien alaosassa lisähuokostusta ei ole.

Uusien normien mukaista on sekin, ettei betonista mitataan enää pelkästään huokosten riittävyttä, vaan myös niiden oikeaa jakautumista. "Vuosaaressa onkin erittäin laaja betonin laadunvalvonta koestuksineen ja testauksineen. Seurataan sekä puristuslujuuksia, suoritetaan ilmamittauksia työn aikana, tehdään suola-pakkaskokeita, vedenpitävyyskokeita ja betonin huokosjakomittauksia", Lyytinen listaa.

Hän huomauttaa, että uusien normien soveltamisessa eletään selkeästi vielä vaihetta, jossa tarvitaan kokemuksia. "Joitakin ristiriitajakin uusien ja vanhojen normien välillä on työmaalla jouduttu miettimään. Esimerkiksi työmaalla otettujen puristuslujuuskoekappaleiden tulosten käsittely on pitänyt ottaa vanhoista normeista, koska uudet normit eivät sitä välttämättä edellytä, eivätkä myöskään anna ohjeita tulosten käsittelystä", Lyytinen huomauttaa.

Myös Karjanlahti ja Pitkälä korostavat, että uusien normien soveltamisessa haetaan nyt käytännön kokemuksia ja kompromissejakin. Karjanlahti huomauttaa, että betonimassan ominaisuuksien muutokset eivät välttämättä enää sovi valutekniikoihin. "Paikallavalurakenteissa pohjalaatta on toteutettavissa melkein millä betonilaadulla tahansa, sen sijaan liukuvalussa betonimassan työstettävyydelle on monia vaatimuksia. Esimerkiksi Vuosaaren isoille kuormituksille mitoitettut rakenteet ovat kohtuullisen tiheästi raudoitettuja, ominaisraudoitus on luokkaa 220 kg betonikuutiota kohti. Lisäksi halkeamaleveyksiä yms. on kiristetty, joka osaltaan lisää raudoitteita. Se puolestaan tuo lisävaatimuksia massan työstettävyydelle."

"Kovin montaa kiristystä ei voi enää tehdä, jotta käytännön toteutus pystytään edelleen hoitamaan. Kiristysten sijasta pitäisi pikemminkin saada teknologiapuolelle uusia aineita, joiden avulla vaatimukset pystytään hallitsemaan. Esimerkiksi lämpötilan hallinta helteellä aiheuttaa lisävaatimuksia", Karjanlahti toteaa.

Kunnassaari on todennut saman asian käytännössä: "Lisähaasteita uusista tekijöistä johtuen on

ollut. Muutokset betonimassan työstettävyysominaisuuksissa ja hitaamassa sitoutumisessa varsinkin kylmissä olosuhteissa aikaansaavat omat haasteensa liukuvaluun. Betonintoimittajan kanssa massaa on jalostettu valun kuluessa", hän toteaa. Lyytinen puolestaan arvioi, että seuraavaan urakkaan betonimassan koostumusta varmasti tarkastellaan edelleen. Vaikka nyt tehdyissä elementeissä on muutamia elementtejä jouduttu korjaamaan, miehet korostavat, että lopputulos on käyttökelpoinen, vaatimukset täyttävä.

Lisätietoja: www.vuosaarensatama.fi

VUOSAARI HARBOUR

The new Vuosaari harbour is being built in a former shipyard area. The total area is 150 hectares, of which 90 hectares is reclaimed from the sea and filled with 12 million cubic metres of different soil masses. Most of the soil comes from the tunnels excavated for the road and the railway running to the harbour. A 75-hectare industrial estate is also built next to the new harbour, with 50 hectares reserved for logistics operations closely connected with the harbour.

The project is realised in cooperation between the Port of Helsinki, the Finnish Maritime Administration, the Finnish Rail Administration and the Finnish Road Administration. The foundation stone was laid on 7 January 2003, and the harbour will be completed by the end of 2009. However, operation will start in parts of the harbour already in 2008. The total costs of the project amount to EUR 260 million.

MORE THAN THREE KILOMETRES OF QUAYS IN VUOSAARI HARBOUR

The Vuosaari harbour project progresses on many fronts, both in the actual harbour and in the transport facilities leading to the harbour. The first contract of the quay structures is one of the construction sites where work is currently under way. When the harbour is completed, the total length of the quays will be more than three kilometres. The first contract covers the first 715 metres. The massive quay elements were constructed during the summer using the slipform method.

The 143 concrete elements of the quay that will comprise angle elements and joint elements were constructed in the old shipyard basin using the slipform method. The slipform construction started in June, with the last group of 12 elements under construction in mid-September.

The quay elements used in Vuosaari are identical in basic form, which made it possible to use the same formwork for all the elements. Some of the angle elements are

7

Osa kulmatukielementeistä on 13,65, osa 16,15 metriä korkeita. Paino vaihtelee 240:stä 300:aan tonniin. Saumaelementtien painokin on 80 – 100 tonnia.

8

Laiturielementit kuljetetaan telakka-altaasta asennuspaikalle uivan nosturin avulla.

9

Kun kaksi kolmasosaa elementeistä oli valmiina, täytettiin etummainen satama-allas vedellä. Sieltä elementit uitetaan asennuspaikalle.



13.65 m high, some 16.15 m. Their weight varies from 240 tons to 300 tons. Although clearly lighter, the joint elements still weigh between 80 and 100 tons.

The first quay contract started in May 2005, and is scheduled for completion by the end of May 2006. It consists of the C and F quays, which are bordered in the northeast/east corner of the area by a noise abatement wall. This 13-metre tall pre-stressed wall will be constructed in two stages using the slipform method: the first stage was in most parts completed at the end of 2004, the second stage will be built towards the end of 2005 and during 2006, and will be completed by the end of November 2006.

NEW CONCRETE STANDARDS COMPLIED WITH

The quay structures have been designed to meet the exposure class requirements of the new concrete norms enforced at the beginning of 2005. The service life is 50 years and the quality class of the concrete is K45. Durability is improved by the use of SR cement, which owing to its heat generation and good chemical strength is ideal for use in water structures. Seawater exposes the structures to abnormally demanding conditions, and the water-cement ratios and the required frost resistance have to be determined on the basis of this. Concrete surfaces in direct contact with seawater are also ground to improve their strength.

A. Kurkela



8

Sirkka Saarinen



9



Arkkitehtiyhtiö Arto Palo Rossi Tikka Oy

10



Petri Mammonen

11



Petri Mammonen

10

Arkkitehdin havainnekuva meluseinästä osoittaa, että kilometrin pituinen meluseinä istutuksineen on paljon muutakin kuin "vain" melueste.

11, 12

Liukuvalettavan betonisen meluseinän seinämän paksuus on 250 mm. Seinän valun nopeus on 200 mm tunnissa. Tölkki -nimitys tulee meluseinän poikkileikkausmuodosta.

13

Pehmeyttä massiiviselle ja rosoiselle betonirakenteiselle meluseinälle tuo puolestaan kasvillisuus: puuryhmät, 12 kaislat ja heinät.

ARKKITEHTI SUUNNITTELIJANA JA SPARRAAJANA VUOSAAREN SATAMAHANKKEESSA

Arkkitehtityöhuone Artto Palo Rossi Tikka Oy on ollut Vuosaaren satamahankkeessa mukana jo alkuvaiheesta lähtien. "Perinteistä maankäytön suunnittelua, konseptisuunnittelua, imagosuunnittelua ja rakennussuunnittelua", arkkitehti Teemu Palo tiivistää monipuolisen toimenkuvan, joka virallisiin papereihin on kirjattu satama-alueen arkkitehtonisen yleissuunnitelman ylläpitämisenä. Tähän mennessä konkreettisesti näkyvin tulos on lähes kilometrin pituinen betoninen meluseinä, josta runsas puolet on jo valmiina.

Arkkitehtisuunnittelun osuus voi isoissakin infrahankeissa jäädä vähäiseksi. Vuosaaren satamahankkeessa niin ei ole. Päinvastoin: Teemu Palo "kiittelee" sataman rakennuttajaa, jolla on hänen mukaansa kunnianhimoiset tavoitteet: "Uuden sataman liikenneyhteyksineen on oltava sekä toimiva että näytävä."

"Silloin kun jokin asia näyttää hyvältä, se on yleensä myös toimiva. Jos taas jokin näyttää sekavalta, se ei ole yleensä myöskään ole toimiva", hän toteaa ja huomauttaa, että satama on osannut säästää oikeissa paikoissa ja satsata oikeisiin. Periaatetta kuvaa hyvin satamahankkeen Vuosa -projektin johtaja Antti Mäkinen alkuvaiheessa arkkitehdeille antama ohje: "Leijailla saa, kunhan toinen jalka on tiukasti maan pinnalla."

Meluseinän suunnittelu on Teemu Palon mukaan hyvä esimerkki siitä, että rakennuttajalla on myös tietynlaista Pelle Peloton -asennetta: "Meluseinä olisi voitu toteuttaa hyvin jäyhästi ja arkisen karusti kaavamääräysten mukaan parilla puulla kuorutettuna. Sen sijaan suunnittelulle annettiin pelkän aikatauluun tuijottamisen sijasta sopivasti narua, mahdollisuuksia kokeilla erilaisia vaihtoehtoja maisemamuotoiluineen."

SATAMALLE OMA LUONNE JA HENKI

Antti Mäkinen mukaan arkkitehtia lähdettiin hakemaan hankkeeseen mukaan heti kaavan hyväksymisen jälkeen. "Hyväksytty kaava oli pitkälle teknisluontoinen, halusimme siihen luonnetta ja henkeä, jota puhaltamaan Arkkitehtityöhuone Artto Palo Rossi Tikka Oy pestattiin. Totta kai asioita kehitettiin heidän kanssaan myös toiminnallisesti, mutta heidän ansiostaan satama alkoi myös näyttää joltakin", Mäkinen kiteyttää arkkitehdin roolin.

kin", Mäkinen kiteyttää arkkitehdin roolin.

Teemu Palo puolestaan naurahtaa, että toimiston asemaa Vuosaaren satamahankkeessa voisi hyvin kuvata sataman yleismies jantuseksi. "Olemme väliillä arkkitehdin perinteisessä roolissa, pääsuunnittelijana. Joissakin kohdin olemme muiden sparraajina, kertomassa mielipiteemme jostakin asiasta."

Yksi haaste satamarakentamisessa on mittakaavan tuoma vauhtisokeus. Sata metriä ei siellä tunnu missään, vaikka moniin kansainvälisiin satamiin verrattuna Vuosaaren satama onkin hyvin kompakti kokonaisuus.

Mittakaava oli tärkeä myös meluseinäratkaisussa. "Kilometri on kaupunkirakenteessa aika pitkä matka: Helsingin keskustassa satamatalolta Tuomiokirkolle, matkan varrelle mahtuu erittäin paljon. Toisaalta avomereltä katsottaessa kilometri on häviävän lyhyt matka", Teemu Palo vertaa.

MELUSEINÄSSÄ TÖLKKI-IDEA

Kaava vaati tekemään meluseinästä tasakorkuisen rakenteen, jossa harjan +13 koron yli ei saa mennä. "Kun meluseinään oli joka tapauksessa piirrettävä yksi suora viiva, alkoi tuntua teennäiseltä hakea siihen erilaista rytmiä parinsadan metrin välein. Tuntuu paremmalta toistaa yhtä hyvää aihetta, joka ei hengästyttää katsojaa. Saimmekin mielestämme viilattua yhden hyvän idean, tölkin, jolla meluseinä toteutetaan", Teemu Palo kertoo meluseinän suunnitteluvaihetta.

Tölkki-nimitys tulee meluseinän poikkileikkausmuodosta, joka on kuin maitotölkin puolikas. Ratkaisu lähti Teemu Palon mukaan muotoutumaan siitä, että meluseinä päätettiin tehdä liukuvaluna. "En muista, kuka liukualuehdotuksen heitti, sitä ennen oli pohdittu monia vaihtoehtoja, mm. 6-12 metrin levyisiä elementtejä, joka koostaan huolimatta olisi ollut aika pieni kilometrin pituiselle matkalle."

Meluseinän ensimmäisen osan työmaavaihetta ja rakenteita on esitelty tarkemmin mm. Betoni-lehdessä 4/2004 (Petri Mannonen, Vuosaaren sataman meluseinä).

Teemu Palo on tyytyväinen meluseinän liukuvaluratkaisuun ja -toteutukseen. "Meluseinän massiivinen ilme on onnistunut. Liukuvalu on juuri niin rehtiä kuin kuvittelimmekin. Betoni sallii tavallaan vir-

Arkkitehtityöhuone Artto Palo Rossi Tikka Oy



heitäkin, sillä emme halunneet pinnasta sliipattua. Pienet kolot ja rosot tuovat rakenteelle massan tuntua", hän arvioi.

Pehmeyttä massiiviselle rakenteelle tuo puolestaan kasvillisuus: puuryhmät, kaislat ja heinät, jotka ovat pystyssä myös talvella.

SATAMA EI OLE VALMIS KOSKAAN

Entä jatkossa? "Työ jatkuu pieninä ja suurina päätöksinä. Juuri tänä aamuna oli sataman suunnittelijoiden yhteinen koordinoitukokous", Teemu Palo toteaa. Hän korostaa myös sitä, että satama ei käytännössä ole valmis kuin ehkä juhlallisen avajaishetken: "Toiminta satamassa on sellaista, ettei sen tulevia muutoksia pysty kukaan ennakoimaan. Muutoksia tulee jatkuvasti. Ne ovat tärkeä haaste meille suunnittelijoille: sataman on jatkossa pystyttävä muuntumaan joustavasti uusien tarpeiden mukaan", hän huomauttaa.

KYTÖMAAHAN VALMISTUI SUOMEN PISIN RAUTATIESILTA

OIKORADALLA YHTEENSÄ 82 SILTAA

Sirkka Saarinen, toimittaja



Veli-Pekka Pulliainen

Kerava-Lahti oikorata valmistuu syksyksi 2006. Silloin Helsingistä Lahteen pääsee junalla nopeimmillaan 44 minuutissa. Uutta rataa Tuusulan Tuomalan ja Hollolan Hakosillan välille rakennetaan yhteensä 63 kilometriä, uusia henkilöliikenteen asemia tulee kaksi: Järvenpään Haarajoelle ja Mäntsälän keskusta. Siltoja uudelle rataosuudelle tulee 82. Niistä Kytömaan kesällä 2005 valmistunut silta on Suomen pisin rautatiesilta.

Oikoradan kokonaispituus on 74 kilometriä, josta uuden radan osuus on 63 kilometriä. Uudisrata on sähköistetty ja pääosin kaksiraiteinen, Keravan päähän tulee lisäraiteita sekä nykyisen radan länsipuolelle. Turvallisuuden kannalta on merkittävää, ettei radalle tule lainkaan tasoristeyksiä. Radan ympäristövaikutuksia on puolestaan minimoitu linjaamalla valtaosa eli 80 prosenttia radasta kulkemaan samassa maastokäytävässä Helsinki-Lahti -moottoritien kanssa.

OIKORADAN SILLOISTA KYTÖMAA VAATIVIN

Siltoja, kuivanmaan- ja vesistösiltoja, rataosuudella on yhteensä 82. Suurelta osin ne ovat perinteistä betonirakentamista, normaalitekniikalla toteutettuja. Mukana on kuitenkin myös vaativia erikoissiltoja. Kaksi suurinta siltaa ovat liki samanmittaisia, noin 550 metriä pitkiä: toinen sijaitsee Luhdanmäessä, Hollolan ja Orimattilan kunnan rajalla, toinen Kytömaalla, oikoradan risteyskohdassa Keravan ja Tuusulan rajalla.

"Kytömaasta tuli lopulta hieman pidempi, tarkalleen 557 metriä, joten se on tällä hetkellä Suomen pisin rautatiesilta", kertoo diplomi-insinööri Veli Pekka Pulliainen Kytömaan sillan suunnitelleesta JP-Transplan Oy:stä. Kytömaan sillan lisäksi JP-Transplan on suunnitellut oikoradalle muitakin kohteita: ensimmäinen oli Rööpakan ratasilta Järvenpään pohjoispuolella. "Sitä suunniteltiin ensin 250 metriä pitkänä. Koska siltaan ei haluttu kiskonliikuntalaitteita, se jaettiin kahdeksi sillaksi tekemällä keskikohdalle 35 metriä pitkä pengeri. Silloista tuli hieman yli 100-metrisiä. Lisäksi meillä oli Orimattilan paikkeilla kokonaissuunnittelupätkä, jossa oli useita pieniä siltoja. Kytömaassakin meillä oli kolme siltaa, jonka yhden suunnittelun teki meille alikonsultti.

Kytömaan sillan pääsuunnittelijana toimineen Pulliaisen mukaan ensimmäiseksi oli päätettävä, kulkeeko oikoradan eteläpäässä sijaitseva Kytö-

maan silta pääradan raiteiden yli vai ali. "Yleissuunnitteluvaiheen vertailut osoittivat alitusvaihtoehdon sekä teknisesti vaikeaksi toteuttaa että kalliiksi. Toisaalta risteyskohdan molemmille puolille penkereille nousevasta ylitysvaihtoehdosta uhkasi tulla melusuojausineen erittäin korkea ja maise-
maa hallitseva. Perinteisenä jännitettynä laattapalkkisiltana toteutettuna oikoradan ja pääradan korkeusero olisi ollut noin 11 metriä. Lisäksi sillan tarvitsemat meluseinät olisivat tuoneet siihen 1,5 - 2 metriä korkeutta lisää", hän kertaa yleissuunnitteluvaihetta.

JÄNNITETTY KAUKALORATKAISU MADALSI SILTAA

Sillansuunnittelijat kehittivät ratkaisuksi jännitetyn kaukalosillan, jolla saatiin madallettua penkereitä ja nipistettyä kokonaiskorkeudesta noin 2,5 metriä. Kun kaukalon seinät toimivat samalla melusuojana, välttyttiin myös erillisten meluseinien rakentamiselta. Siltarakenteen kokonaiskorkeudeksi tuli 3,3 metriä. Raiteen korkeusviivan alapuolinen rakennekorkeus on kuitenkin vain 1,35 metriä. Oikoradan korkeusviiva on kaukalosiltaratkaisussa vain 8,5 pääradan yläpuolella.

"Kaukalosilta on toki yksi yleisimmin käytetty rautatiesiltatyyppejä. Me emme siis sitä keksineet, mutta sovelsimme tietysti Kytömaalle omanlaisen ratkaisun, jossa kaukalon seinät ovat tavanomaista korkeammat", Pulliainen toppuuttelee toimittajan hehkutusta aivan uudesta innovaatiosta. "Täällä Suomessa olemme käyttäneet samantyyppistä ratkaisua mm. Mellunmäen asemalle johtavassa metrosillassa. Siellä jännemitta oli huomattavasti lyhyempi, joten myös kaukalon seinä oli matalampi", hän kertoo.

Koska Kytömaan pisin, pääradan raiteet ylittävä jännemitta on peräti 58 metriä, muodostui sillan kaukaloista väkisinkin tarpeeksi korkeat meluseinät varten. Pulliainen arvelee, että Kytömaan 58 metrin jänneväli on pisin betonisen rautatiesillan jänne Suomessa.

Myös sillan materiaalivaihtoehtoja vertailtiin. Teräsvaihtoehto putosi Pulliaisen mukaan teräksen hinnan takia. "Kaukalorautatiesiltoja on toki tehty myös teräksestä. Teräs ei kuitenkaan ole yhtä hyvä alusta kaukaloon tulevalle sepelille kuin betoni. Lisäksi lohkoittain tehtävään terässillan kaarevuus olisi aiheuttanut lisätyötä ja kustannuksia. Betonis-

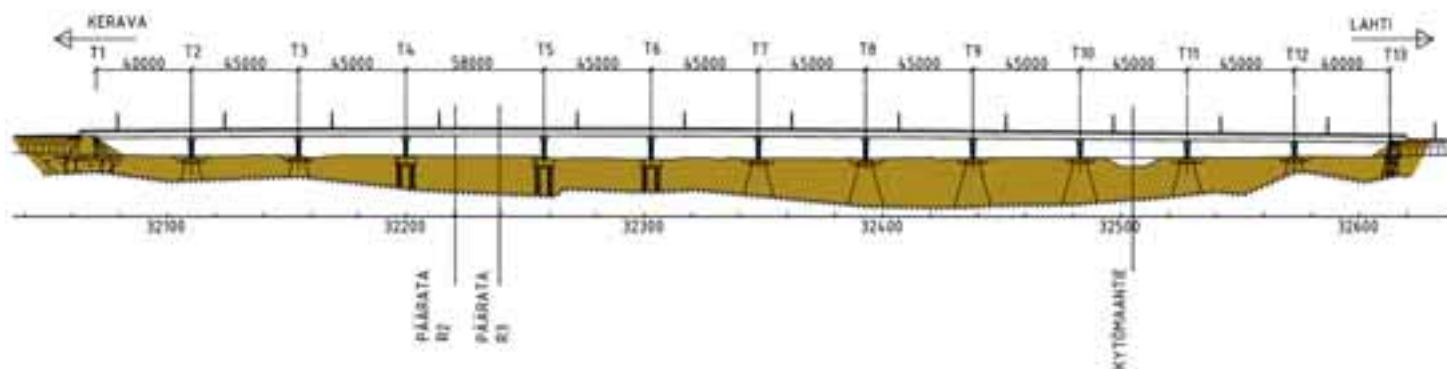
1 Kytömaan rautatiesilta Tuusulan Tuomalassa ylittää pääradan 2,5 metriä alempana verrattuna perinteiseen rautatiesiltaan. Kaukalorakenteen korkeat reunapalkit toimivat samalla tehokkaana melusuojana.

2 Sillan eteläpää on jäykästi kiinni päätytuessa, muilla tuilla on liikkuva laakerointi, joten sillan kaikki liikkeet kohdistuvat pohjoispäähän, jossa on kiskoliikuntalaitte. Kiinteä tuki on neljän 5 metriä korkean teräsbetonijalan varassa seisova "jakkara", johon päällysrakenne kiinnittyy jäykästi kahden seinämäisen rivan välityksellä. Kuvassa kiinteä tuki ennen jännittämistä.

3 Ensimmäisen valulohkon raudoitusta.



SIVUKUVA KAAKOSTA



4

KYTÖMAAN RAUTATIERISTEYSSILTA

Tilaja	Ratahallintokeskus
Rakennuttajakonsultti	Lemcon Oy
Sillansuunnittelu	JP-Transplan Oy
Arkkitehtisuunnittelu	WSP-LT-Konsultit Oy
Suunnittelun valvonta ja suunnitelmien tarkastus	VR-Rata Ab
Urakoitsija	YIT Rakennus Oy
Urakkahinta	noin 6,8 milj. euroa (alv 0%)

ta paikallavalettuna kaarevuus tulee ilman erityisiä lisäkustannuksia", hän arvioi materiaalien eroja.

ETELÄPÄÄSSÄ JÄYKKÄ KIINNITYS

Kytömaan silta on laakeroitu siten, että sillan eteläpää on jäykästi kiinni päätytuessa, muilla tuilla on liikkuva laakerointi. Sillan kaikki liikkeet kohdistuvat pohjoispäähän, jossa on kiskonliikuntalaite. "Yleensä ratasilloissa pyritään siihen, että kiskot menisivät jatkuvina sillan yli. Kytömaassa se ei sillan pituuden takia ollut mahdollista. Tutkimme myös vaihtoehtoa, jossa olisi ollut pari liikuntasauamaa keskellä siltaa. Ne osoittautuivat kuitenkin ulkonäköllisesti kömpelöiksi, sillä jokaista erillistä liikuntasauamaloikkaa varten olisi tarvittu erilliset jarrutuet, jotka ratasilloissa ovat kohtuullisen järeitä", Pulliainen kertoo.

Kytömaan sillan pohjoispään liikuntasauaman kohdalla on kiskonliikuntalaite, jossa kiskot ovat poikki. Kiskoihin rakennetun limityksen ansiosta juna ylittää liitoskohdan sujuvasti. Kiskonliikuntalaite on kohtuullisen kallis ja se vaatii myös huoltoa, joten montaa niitä ei rautateillä ole käytössä. Pulliainen kertoo, että Ratahallintokeskus tilaajana laskikin laitteelle erikseen elinkaarikustannukset. Niitä verrattiin vaihtoehtoon, jossa silta olisi jaettu useampaan lohkokoon ja kiskot menivät jatkuvina yli.

Kytömaan silta on 12-aukkoinen: kahden päätytuen lisäksi siinä on 11 välipilaria. Pisin jänneväli on pääradan raiteet ylittävä 58 metrin väli, reuna-jänneet ovat 40 metriä pitkiä, muut ovat 45 metrisiä. Sillan hyötyleveys on 7,05 metriä.

TOTEUTUS KOLMESSA LOHKOSSA

Koko oikoradalla sillansuunnittelu eteni siten, että ensin tehtiin siltasuunnitelma, jossa valittiin silta-tyyppi. Sen jälkeen tehtiin valittuun ratkaisuun alustava rakennesuunnitelma, joka meni urakkalaskentaan. Lopulliset rakennesuunnitelmat laadittiin vasta urakoitsijan valinnan jälkeen.

"Me olimme Kytömaan alustavassa rakennesuunnitelmassa esittäneet rakentamista 10 lohkossa, jolloin periaatteessa lähes jokainen jänne olisi tehty omana valuna. Urakan saanut YIT halusi kuitenkin tehdä sillan pidemmissä lohkoissa, valulohkoja oli vain kolme. Itse perussuunnitelmaan se ei tuonut juuri muutoksia, mutta jännityskaapeleiden ja ankkureiden järjestelyn se luonnollisesti muutti perusteellisesti", Pulliainen kertoo.

Tilaajan määräyksen mukaisesti urakoitsija ei voinut teettää uutta jännittämissuunnitelmaa pääsuunnittelijalla, vaan sen teki toinen konsultti. "Järjestely hidasti alkuun lähtöä, koska uuden konsultin piti ensin perehtyä rakenteeseen, päästävä siihen sisälle. Me puolestamme jouduimme odottamaan heiltä uusia jännittämissuunnitelmia, joiden kaapele- ja ankkurointijärjestelyt luonnollisesti vaikuttivat meidän jatkosuunnitteluun. Pääsuunnittelijana jouduimme ottamaan viivästyksistä syyt niskaamme", Pulliainen kuvaa alkuvaihetta viivästyttäneitä järjestelyä samalla korostaen, että yhteistyö toisen konsultin kanssa sujui ihan hyvin.

Vaikka ensimmäisen valuvaiheen aloitus keväällä 2004 viivästyi, urakoitsija pystyi kuroma aika-taulun niin että valut saatiin tehtyä ennen pakkasia.

Tärkeä suunnittelun lähtökohta oli luonnollisesti se, että pääradan liikenne ei saanut rakennustöiden takia keskeytyä. Yöaikaan sallitut liikennekatkot olivat erittäin lyhyitä. Niitä tarvittiin raiteita lähimpinä olevien kahden tuen perustuksien pontteja lyötessä. Samoin katkoja tarvittiin, kun rakennettiin telineet pääradan päälle. Työmaan turvallisuutta paransi se, että ajohodot sillan kohdalla olivat jännitteettömiä. Junat ohittivat työmaakohdan rullaten vapaasti sen ohi.

PILARIT TUMMAN HARMAAT, KAITTESSA URITUS

Näkyvällä paikalla sijaitsevan ja pitkän Kytömaan sillan ulkonäkövaatimuksetkin olivat tavallista kovemmat. Kytömaan sillan arkkitehtisuunnittelijana oli WSP-LT-Konsultit Oy:stä SA Liisa Ilveskorpi. Vaikka silta onkin massiivinen, sen pituus ja kaartuva muoto keventävät yleisvaikutelmaa. Pitkää vaakalinjaa on vielä korostettu kaukalon reunassa olevilla vaakaurituksilla. Sillan betonipilarit ja poikkipalkit on maalattu tumman harmaiksi. Pilareiden alaosaan tehdyt kaksi vaakauraa helpottavat jatkossa mahdollisten töhryjen päällemaalausta.

SUUNNITTELIJAT MUKAAN TYÖMAAKOKOUKSIIN?

Oikora toi Pulliainen mukaan suomalaiseen siltarakentamiseen uutena piirteenä talopuolella jo tavallisen tilaajan ja suunnittelijan välissä toimivan rakennuttajakonsultin. "Itse koin järjestelyssä puutteena sen, että suunnittelijaa ei kutsuttu yhteenkään työmaakokoukseen, vaikka kyseessä oli

4 Kytömaan silta on 12-aukkoinen.

5 Kaikki välituet muodostuvat yhdestä litteästä pilarista, jonka päässä on kaksi laakera. Toinen laakereista liikkuu sillan suuntaan, toinen on monisuuntainen.

6 Kaukalosilta on saanut nimensä suoraan rakenteen muodosta.

5



näin vaativa kohde. Myöskään suunnitelmien tarkastaja ei ollut työmaakokouksissa mukana, vaan kaikki tieto kulki rakennuttajakonsultin kautta. Työmaalle kutsuttiin vain silloin, jos ongelmia oli jo syntynyt. Tavoitteena lieenee ollut säästäminen konsulttien tuntiveloituksissa. Itse kyllä epäilen tällä järjestelyllä syntyviä säästöjä, päinvastoin", Pulliainen kritisoi.

JP-Transplan Oy

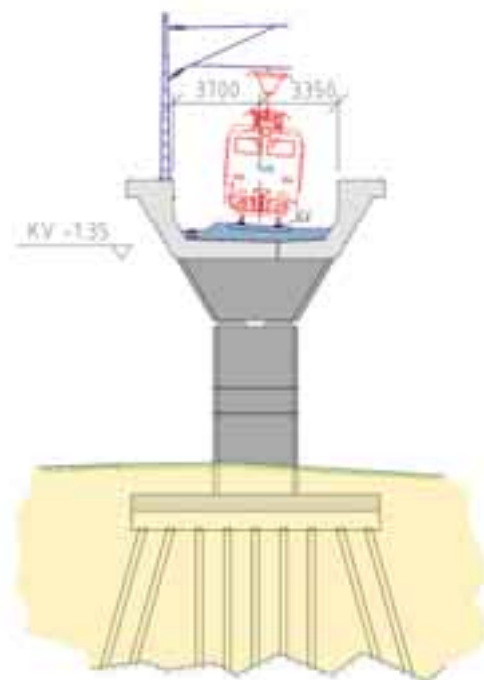
BRIDGE ON DIRECT LINE 82 THE LONGEST RAILWAY BRIDGE IN FINLAND BUILT IN KYTÖMAA

The direct line from Kerava to Lahti will be completed by autumn 2006. The new line will shorten the rail travel time between Helsinki and Lahti to a minimum of 44 minutes. There are 82 bridges on the new line. At 557 metres, the bridge built in Kytömaa in the summer of 2005 is the longest railway bridge in Finland.

The total length of the direct line is 74 kilometres, with new track accounting for 63 kilometres. The new line is electrified and mainly a double track line. The elimination of level crossings is an important safety feature. The environmental impact of the new line has been minimised by lining out most (80%) of the line in the same terrain corridor with the Helsinki-Lahti motorway.

The bridge designers decided on a pre-stressed trough bridge with walls that also serve as noise abatement walls. The total height of the superstructure is 3.3 m and the structural height below the track height line is only 1.35 m. In the trough bridge solution the height line of the direct line is only 8.5 m above the main line.

As the maximum span of Kytömaa that crosses over



6

the main line is 58 m, it is also the longest span width of a concrete railway bridge in Finland.

The south end of Kytömaa bridge is joined rigidly with the end abutment while movable bearings are used on other abutments. All the movements of the bridge act on the north end, which is equipped with a rail expansion joint. The train passes over the joint smoothly thanks to the

overlap built on the rails.

Kytömaa bridge has 12 openings; in addition to the two end abutments, it features 11 intermediate piers. The longest span that crosses over the tracks of the main line is 58 m, the side spans are 40 m long and other spans 45 m. The effective width of the bridge is 7.05 m and it has three concrete casting blocks.

SWTP – PIETARIN JÄTEVESIEN PUHDISTUSTILANNE

Jyrki Rautamäki, rak.ins., projektipäällikkö
Vilho Pekkala, dipl.ins., suunnittelujohtaja
Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy



Valokuvat: Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy

Ennen SWTP:n (southwest waste water treatment plant) käyttöönottoa Pietarin 5 miljoonan asukkaan jätevesistä 3,5 miljoonan jätevedet menivät mereen puhdistamojen kautta ja 1,5 miljoonan jätevedet puhdistamatta. Lounaisen puhdistamon kapasiteetti vastaa noin 0,7 miljoonan asukkaan jätevesiä, jos kohta puhdistamon vaikutusalueella on myös teollisuutta, mm. runsaasti puuvillateollisuutta.

Pietarin lounaisen jätevedenpuhdistamon rakentaminen oli aloitettu Neuvostoliiton aikana noin vuonna 1986. Rakennusalue on noin kilometri kertaa puoli kilometriä. Rakentamista oli ehditty jatkaa muutamia vuosia, kunnes työt pysähtyivät tunnetuihin taloudellisiin vaikeuksiin 1990-luvun alkupuolella. Betonirakenteista noin 40 % oli saatu tehdyksi. Vielä vuonna 1998 alueella oli muutamia pieniä työryhmiä jatkamassa rakennustyötä.

Lounaisen jätevedenpuhdistamon jatkorakentaminen pääsi kunnolla vauhtiin keväällä 2003. Kesäkuun lopulla 2005 laitos otettiin koekäyttöön ja puhdistusprosessin noin puoli vuotta kestävä säätäminen voitiin aloittaa.

KUNTOTUTKIMUS

Kansainvälinen aktiivisuus puhdistamon loppuunsaattamiseksi jatkui monilla tahoilla ja myös tuotti tuloksia. Vuosina 2000-2001 tehtiin olemassa oleville rakenteille käytettävyysselvitys jonka pohjana oli jonkin verran nykyaikaisempi vedenpuhdistusprosessi kuin rakenteilla olevalla laitoksella oli ollut. Selvityksen teki *Suunnittelukeskus Oy* yhdessä Pietarin Vodokanalnin (vesi- ja jätevesilaitos) ja muutamien muiden yritysten kanssa. Rakennusten ja rakenteiden kuntotutkimuksen teki Insinööritoimisto *Mikko Vahanen Oy*. Kuntotutkimusohjelma oli paljolti peräisin Englannista ja sen vaatimusten takana oli mm. yhdeksi päärahoittajaksi tuleva Euroopan kehitys- ja jälleenrakennuspankki. Uuden prosessiperiaatteen ja kuntotutkimuksella saatujen tietojen perusteella laskettiin olevista rakenteista olevan hyötyä noin 19 miljoonaa USD verrattuna puhtaalta kentältä aloittamiseen. Koko laitoksen kustannusarvio oli silloin noin 120 miljoonaa USD, mutta Pietarin kustannustaso on noussut huomattavasti sen jälkeen.

Jätevesi tulee puhdistuslaitokselle noin 35 metrin syvyydessä sijaitsevaa tunnelia pitkin. Vasta siinä syvyydessä on tunnelin rakentamiseen sopivia

maakerroksia, mikä on selitys myös Pietarin metron tunnelien sijaitsemiseen hyvin syvällä. Peruskallio on Pietarissa satojen metrien syvyydessä.

Ensimmäinen rakennelma veden tulosuunnassa on tulokaivo ja sen operatiivinen osa sulkuportti, jota ei päästy tutkimaan kuntotutkimuksessa. Seuraava kohde on tulopumppaamo, joka on 50 metriä ulkohalkaisijaltaan oleva ja 47 metriä syvä uppo-kaivo. Ulkoseinämän paksuus on 3 metriä ja sen sisäpinnassa on teräslevy. Kaivo on rakennettu kaivamalla maata sisäpuolelta ja betonoimalla ulkoseinää ylemmäs, jolloin kaivorengas on painunut yhä syvemmälle. Kitkan pienentämiseksi renkaan ja maan välissä on bentoniittisavikerros. Työn aikana rengas oli kallistunut 0,5 metriä. Pohjalaatta on 3 metriä paksu ja vedenpaineen kestävä sisäseinät 1,5 metriä paksuja. Teräspalkkien varassa olevia ripalaattavälitasoja oli lähes valmiina 7 kappaletta. Lisäksi tarvittaisiin uusia tasoja kolmisen kappaletta. Teknisesti pumppaamo arvioitiin tyydyttäväksi jatkorakentamiseen.

Pumppaamosta eteenpäin lähes kaikki rakenteet olivat maan pinnalla sijaitsevia enemmän tai vähemmän keskeneräisiä altaita ja keskeneräisiä rakennuksia. Kuntotutkimus tehtiin syyskuussa – marraskuussa vuonna 2000, jolloin alueella oli paikoin haittaa vedestä. Tutkimuksia varten otettiin yli 100 poralieriötä, joista tehtiin ohjelman mukaiset tutkimukset. Enin osa betonirakenteista oli rakennettu elementeistä. Elementtien betonin puristuslujuus oli hyvä, keskimäärin 47 MN/m². Betonin runkoaineen rakeisuus-käyrä oli huono; hienossa päässä oli 0 - 4 millimetrin rakeisuus, välikoko puuttui ja karkea pää oli yli 10 millimetrin Viipurin alueen graniittia. Epäsuotuisasta rakeisuudesta ja suuresta sementtimäärästä johtuen betonin kutistuma oli ollut suuri aiheuttaen paljon sisäistä halkeilua ja pintahalkeilua, vetolujuus oli tavanomaista huonompi vaihdellen 0-1,9 N/mm² ja vesitiiviys vaihteli paljon eikä kunnolla täyttänyt meikäläisiä vaatimuksia. Suojahuokosia ei ollut ollenkaan, mutta siitä huolimatta vain muutamasta kohdasta löydettiin paikallista pakkasrapautumaa, ja niillekin löytyi todettavissa olevat syyt. Karbonatisoituminen vaihteli seinärakenteissa 0 - 23 millimetrin keskiarvon ollessa 8,5 millia noin 12 vuoden ikäisenä.

Seinäelementit oli valettu vaaka-asennossa. Muotin puolella raudituksen peitekerros oli enimmäk-

1 Tulopumppaamon kuiva keskiosa ennen jatkorakentamista. Uppokaivon halkaisija on 50 metriä ja se jatkuu maan sisään 47 metrin syvyyteen.

2 Aluekuva idästä länteen päin kesällä 2004, jolloin rakennustyöt olivat jo melko pitkällä. Maaston korkeus on noin 17 metriä merenpinnasta. Taustalla siintää Suomenlahti, jonne puhdistettu vesi puretaan noin kahden kilometrin päähän.

3 Tulopumppaamo siinä vaiheessa, kun enin osa kantavien rakenteiden täydennyksistä on tehty. Pitkissä jänneväleissä käytettiin jännitettyjä 400 mm:n ontelolaattoja.





4 seen hyvin pieni, mistä oli jo aiheutunut karbonatisoitumisen mahdollistamaa ruostumista ja betonipeitteen lohkeamista. Vastaavasti toisella puolella betonipeitteet olivat yli-isoja. Elementtisaumat todettiin huonoiksi eivätkä ne olleet vesitiiviitä.

Betonirakenteisen aluekanaviston kuntoa ei pystytty tutkimaan täydellisesti, koska kanavat ja tunnelit olivat täynnä vettä. Bitumoituja 2 metrin teräsputkia oli myös huomattava määrä asennettuna.

Rakennusten rungot todettiin kuntotutkimuksessa teknisesti jatkorakennuskelpoisiksi, mikäli niille olisi järkevää käyttöä. Keskeneräisiä runkoja ei kuitenkaan hyödynnetty jatkosuunnittelussa, joten ne purettiin.

POHJARAKENNUS

Maaperä alueella on pääosin silttiä. Alueen maanpinta on noin 17 metriä meren pinnan yläpuolella. Puhdistamon itäosassa, pääpumppaamon ja hiekanerotuksen kohdalla maakerrokset ovat melko tiiviitä. Alueen keski- ja länsiosalla on 3-4 metrin paksuisen tiiviin savikuorikerroksen alla pehmeä 3-6 metriä paksu pehmeä kerros, jonka alapuolella kerrosten tiiviys kasvaa syvyyden kasvaessa. Pohjavesi on lähellä maanpintaa.

Rakennukset perustettiin maanvaraisesti lukuun ottamatta lietteenkäsittelylaitosta joka perustettiin kitka- ja koheesiopaaluina toimivilla teräsbetonisilla lyöntipaaluilla. Altaat ja putkistot perustettiin maanvaraisesti ja niiden suunnittelussa huomiointiin laskennallinen painuma ja painumaerot. Pitkäaikaisten painumien laskettiin olevan noin 40-60 millimetriä. Ensimmäisissä altaiden täytöissä syntyi 15 millin painumat, josta 10 millia palautui tyhjennettäessä.

RAKENNUKSET

Pietarin lounaisen jätevedenpuhdistamon noin 40 hehtaarin alueella on yli 20 erilaista rakennusta tai allasryhmää. Rakennuksista 15 on uudisrakennuksia, lattiapinta-alaltaan yhteensä noin 10 000 m². Suurin yksittäinen rakennus on noin 4000 m²:n lietteenkäsittelylaitos. Peruskorjattuja tai vastaavia rakennuksia on neljä. Kunnostettuja tai täydennettyjä altaita ja allaskokonaisuuksia on yhteensä 17 kappaletta.

Kahden peräkkäisen tulokaivon pohjalla noin 35 6 metrin syvyydessä sijaitsevat massiiviset sulkuluu-

kut jäteveden virtaamisen pysäyttämiseksi tuloputkessa. Ulkohalkaisijaltaan 8,5 metriset kaivot oli rakennettu aiemmassa vaiheessa, eikä niille ollut tarvetta tehdä kuin pintakorjauksia. Kaivojen yläpuolelle, maan päälle rakennettiin kylmä halli, johon sijoituu luukkujen käyttöön tarvittava hydraulikkalaitteisto sekä 20 tonnin siltanosturi luukkujen ylösnostamiseksi. Rakennus on maan varaan perustettu, kantavat pystyrakenteet ovat teräsbetonisia elementtipilareita. Kattorakenteena ovat teräsristikot ja kantava profiilipelti.

Tulopumppaamo oli suurin peruskorjattava kokonaisuus. Pumppaamon kuivaa ja märkää prosessin-osaa erottaa 1,5 metriä paksu teräsbetoninen väliseinä. Ulkokehällä sijaitseva märkäpuoli pitää sisällään tuloaltaat sekä 80 millimetrin rakovälillä olevat karkeavälpät välpejätteen siirtolaitteistoi-neen. Kuivalla puolella sijaitsevat 11 pumppua moottoreineen sekä ilmanvaihto- ja sähkötiloja. Pumput nostavat jäteveden 50 metriä korkeammalla sijaitsevaan esikäsittelylaitokseen. Tulopumppaamon massiiviset seinärakenteet olivat pääosin paikalla valettuja. Välitasojen kantavat teräsrakenteet sekä niihin tukeutuvat laattaelementit olivat projektin alkaessa ylimpiä tasoja lukuun ottamatta paikoilleen asennettuja mutta viimeistelemättömiä. Pumppaamorakennuksen ylimmät välitasot ja seinärakenteet viimeisteltiin ja päälle rakennettiin nosturihalli, sosiaalitalit ja teknisiä tiloja. Uusi rakennus tukeutuu pumppaamon seinärakenteisiin. Kantavat pystyrakenteet ovat nosturihallin ja sosiaalitalojen osalla elementtipilareita, teknisissä tiloissa teräspilareita. Sosiaalitalojen yläpohjassa on käytetty venäläisiä tyyppielementtipalkkeja sekä venäläisiä esijännittämättömiä ontelolaattoja. Määrän osan kattamiseen käytettiin pitkistä jänneväleistä johtuen esijännitettyjä ontelolaattoja, joiden saatavuus Pietarin alueella oli hyvä. Nosturihallin ja teknisten tilojen kattorakenteena ovat teräsristikot tai teräspalkit ja kantava profiilipelti.

Esikäsittelylaitos rakennettiin keskeneräiseksi jääneiden hiekanerotusaltaiden viereen, osittain hyödyntäen vanhoja rakenteita uusien hiekka- ja rasvapumppaamoiden seinärakenteina. Esikäsittelylaitos on kaksikerroksinen. Tuloallas, johon jätevesi pumpataan sekä välppäämö sijaitsevat kerroksista ylemmässä, alemmassa on välpejätteen siir-



toon liittyvää laitteistoa. Vedessä olevat roskat kerätään 6 millimetrin rakovälillä olevilla hienovälpilä, joita on 8 kappaletta. Rakennus on vesitiivistä paikallavalubetonia tuloaltaan ja välppäkanavien yläreunaan saakka. Välppäämössä on 5 tonnin siltanosturi välppäkoneistojen huoltotoimia varten. Välppähallin kantavat pystyrakenteet ovat elementtipilareita, kattorakenteena teräsristikot ja kantava profiilipelti. Pellin päällä on lämmöneristeenä meikäläiseen tapaan tuuletusuritettu kaksikkovilla ja kaksinkertainen kumibitumikermikate.

Alueen suurin rakennus on lietteenkäsittelyrakennus, johon on sijoitettu runsaasti toimintoja: Ilmastuksen tarvitsemat suuret 0,75 barin paineen kehittävät turbopuhaltimet 4 kappaletta, joista kolme käy ja yksi on varalla, valvomo ja puhdistuslaitoksen ohjauskeskus, sosiaalitilat, lietteen käsitteily polymeroimalla ja muilla tavoin, muilta laitoksilta mahdollisesti autoilla tuotavan lietteen vastaanotto kuivaukseen, lietteen kuivaus lingoilla, kuivatun lietteen välivarastointi suuriin siiloihin sekä kuljetus muualle jatkokäsittelyyn. Rakennuksessa on lisäksi kemikaalien varastosäiliöitä sekä kaksi suurta teräsbetonista lietesäiliötä. Useiden toimintojen vuoksi rakennus on melko mittava. Vastaavaan tarkoitukseen oli samalla paikalla jo paljon suurempi keskeneräinen rakennus, mutta se purettiin pois huonosti soveltuvana. Uudessa lietteenkäsittelyrakennuksessa on kaikkiaan 10 kerrosta. Se perustettiin noin 10 metrin pituisille 350 x 350 millimetrin teräsbetonisille lyöntipaaluille, joiden sallittu kuorma ominaisarvona on 500 kN. Maan sisällä oleva kellarikerros auttaa oleellisesti vaakakuormien hallinnassa. Painavimmista laitteista turbopuhaltimet sijaitsevat maantasokerroksessa ja lingot korkealla ylimmässä kerroksessa. Lingot pyörivät yli 3000 r/min ja saattavat aiheuttaa värinää silloin kun kuivattava massa asettuu niihin epätasaisesti. Kantavat rakenteet ovat paikalla valettua teräsbetonia yhden alueen elementtipilareita, elementtipalkkeja ja jännitettyjä ontelolaattoja lukuun ottamatta. Laattavahvuus on pääosin 250 millimetriä ja kantavien seinien paksuus 250 millia. Kunnollisen betonoitavuuden ja vesitiiviyyden saavuttamiseksi säiliöiden seinäpaksuus on 400 millia. Lietesiiloja kantava laatta on 800 millinn paksuinen ja se mitoitettiin FEM-ohjelmilla. Rakennus on jäykistetty ala-

SUUNNITTELIJAT

Suunnittelukeskus Oy
Prosessi, laite ja LVI
Arkkitehtuuritoimisto Vesa Ekholm & Antero Syrjänen Oy
Arkkitehtisuunnittelu
Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy / Zao Ficote
Rakennesuunnittelu
Etteplan Oy
Sähkösuunnittelu
Pääsuunnittelijana projektissa toimi paikallinen suunnitteluinstituutti *Lengiproinzprojekt*, jonka vastuualueeseen kuuluivat viranomaishyväksynät. Töitä valvovana insinöörinä toimi brittiläinen *Black&Veatch*. Rakennesuunnittelu toteutettiin yhteistyössä *Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy:n* ja Vahanen-konserniin kuuluvan venäläisen *ZAO Ficoten* välillä.

RAHOITTAJAT:

EBRD, NIB, EIB, NDEB, FMOE, Nefco, Sida, Finnfund

YHTEENVETO

- hankkeeseen osallistui 85 yritystä
- pää toteuttaja *YIT:n Skanskan* ja *NCC:n* vuonna 2002 perustama *SWTP Construction Oy*
- laitoksen kapasiteetti on 330 000 m³/d, mikä vastaa 715 000 asukkaan tuottamaa jätevettä
- maata ja täyttöhiekkaa siirrettiin 1 500 000 tonnia
- yhteensä asennettiin 1000 tonnia prosessilaitteistoa ja 230 tonnia muita teräsrakenteita
- putkistoa asennettiin 14 kilometriä
- kaapeleita vedettiin 350 kilometriä
- miesvahvuus enimmillään 667 henkilöä kesäkuussa 2005
- prosessilaitteistoa toimitettiin Suomesta, Ruotsista, Saksasta, Hollannista, Englannista, Turkista ja Venäjältä
- kustannuksista rakennustyöt muodostivat noin 50 % ja laitteistohankinnat myös noin 50 %
- jätevedenpuhdistamo vihittiin käyttöön 22.9.2005

4

Tulopumppaamon keskiosan tasojen suuret teräspalkit olivat pääosin asennettuina.

5

Ilmastusaltaan väliseinä, joka on mitoitettu 6 metrin vedenpaineelle. Seinäelementit on liitetty elementtianturiin haarukkaliitoksella.

6

1980-luvun seinäelementit oli valettu vaaka-asennossa. Muotin puoleinen raudoituksen peitekerros oli hyvin pieni ja pinnassa olevat teräkset olivat jo alkaneet ruostua. Korjaustyön lähtökohtana oli, että korroosio käytännössä pysähtyy.

7

Tulopumppaamo lähes valmiina.



8

osastaan suurten seinien ja yläosastaan hissikuilun ja porrashuoneen seinien muodostamien mastojen avulla.

Erilaisia pumppaamorakennuksia ovat paluulietepumppaamo, teknisen veden pumppaamo sekä raakalietepumppaamot. Pumppaamoiden allasosat ovat pääsääntöisesti paikallavalubetonirakenteita, pystyrakenteet kantavia teräsbetoniseiniä tai -pilareita, kantavat vaakarakenteet paikallavalua tai ontelolaattoja. Pumppaamojen betonirakenteet ovat paljolti myös prosessin osina, minkä vuoksi ne ovat paikoin mutkikkaita.

Hallintorakennus laboratorioineen rakennettiin olemassa olevan väestönsuojan päälle alkuperäisiä pilarisijaintoja noudattaen. Väestönsuojan yläpohjalaatan päälle valettiin peruspalkisto, johon asennettiin peruspultit hallintorakennuksen pilareita varten. Kaksikerroksisen hallintorakennuksen pilarit ja palkit ovat venäläisiä tyyppielementtejä. Väli- ja yläpohjiin suunniteltiin venäläiset ontelolaatat, joiden käytöstä kuitenkin jouduttiin luopumaan aikataulusyistä. Tasot toteutettiin niiden sijasta paikalla valettuina. Väestönsuojaan tehtiin tarvittavat pintakorjaukset.

Täysin peruskorjattua rakennusta edustaa työpaaja, jonka teräsbetoninen runko ja seinien kevytsora-elementit säilytettiin. Yläpohjan eristerakenteet sekä sisäpuoliset huonetilat ja maanvarainen laatta purettiin ja korvattiin uusilla. Ulkoseinät lisälämmöneristettiin, verhottiin profiilipellillä sekä asennettiin uudet sokkeli-elementit. Kattopalkkeihin ripustettiin 5 tonnin siltanosturi raskaiden tarvikkeiden siirtoja varten.

Yleisesti sekä paikallavalu- että elementtirakenteissa käytetty betoniluokka on meikäläistä K30 -luokkaa vastaava venäläinen B25 ja betoniteräs suomalaista A 400 HW:tä likipitään vastaava A-III. Yläpohjien lämmöneristeenä on pääosin mineraalivilla; lietteenkäsittelylaitoksen säiliöiden käännetyissä katoissa XPS-solumuovia. Vedeneristeet ovat kumibitumikermejä. Ulkoseinät ovat yleensä Paroc-elementeistä, betoniseiniä ulkopuolella on osin z-ranka ja mineraalivilla, tuuletus sekä profiilipeltiverhous.

ALLASRAKENTEET

Keskeneräiset altaat olivat elementtirakenteisia ja

toteutettu käyttäen venäläisiä tyyppielementtejä. Ilmastus- ja selkeytysaltaissa perustukset oli tehty käyttäen työbetonin päälle asennettuja anturaelementtejä, joihin seinät liittyvät jäykästi holkkiliitoksien. Lähes kaikki altaiden loppuunsaattamiseksi tarvittavat elementit olivat varastoituina työmaalle ja niitä käytettiin vanhoja suunnitelmia mukaillen täydentäen liittymiä ja puuttuvia osia paikallavaluin. Muissa altaissa ja kanaalirakenteissa seinäperustukset olivat suoraan massiiviseen pohjalaattaan liittyviä paikalla valettuja holkkirakenteita. Altaissa, joiden perustukset olivat elementtirakenteisia, pohjalaatat olivat perustuselementtien väliin paikalla valettuja betonirakenteita. Vedeneristykseksi pohjalaatoissa oli alkuperäisissä suunnitelmissa määritetty polymeeribitumimastiksi sekä mekaaniselta kulutukselta suojaava laastikerros. Korjauksissa vesitiiveys varmistettiin yleensä uusilla vesitiiviillä pohjalaatoilla. Ympyrämuotoisten elementtirakenteiden altaiden seinäelementtien yläreunoihin on muodostettu elementtien raudoituksella vetorengas. Altaiden alaosissa on vastaavasti ympäri kiertävä ulkopuolinen teräsbetoninen vetorengas. Elementtien yläosien rauditusjatkokset oli tehty hitsaamalla. Alkuperäisen hitsaustyön heikosta laadusta johtuen elementtien yläosien vetorenkaita vahvistettiin lisäraudoituksin riittävän kapasiteetin varmistamiseksi ja betonivalusta saatiin hyvä alusta laahainkoneiston kumipyörälle. Koska alaosaan vetorenkaiden toteutuksessa havaittiin poikkeamia alkuperäisiin suunnitelmiin, päätettiin myös niitä vahvistaa. Seinäelementtien saumaleveydet vaihtelivat välillä 5...100 millimetriä ja niiden saumauksiin käytettiin erityisesti kohteen vaatimukset huomioivaa kutistumakompensoitua saumabetonia. Alkuperäiset saumat säilytettiin mahdollisuuksien mukaan. Ulkoseiniä vesitiiviiden saumojen tiiveys varmistettiin hypalon-saumanauhoin silloin kun saumaan kohdistuvaa liikettä oli odotettavissa. Liikkumattomiin tai hyvin pienen liikkeen saumoihin hitsattiin päälle kumibitumikerrikaista.

Hiekkanerotuksessa altaisiin johdettavassa vedessä oleva hiekka laskeutuu altaiden pohjalle ja rasva erottuu pinnalle. Prosessia tehostetaan ilmastuksella. Altaiden pohjalta hiekka laahataan ilmastusaltaan päällä sijaitsevaan suppilomaiseen syvennykseen, josta se edelleen pumpataan pestä-

väksi. Muusta altaasta erotettuun kanavaan erottunut rasva laahataan pinnalta, ja pumpataan säiliöihin jatkokäsittelyä varten. Käyttöön otettujen hiekanerotusaltaiden suppilorakenteet ja pohjalaatat olivat valettuja, seinärakenteista oli asennettuna vain muutama elementti. Seinärakenteet täydennettiin käyttäen työmaalla varastoituina olleita elementtejä. Aiemmasta poikkeavan prosessin vaatimuksia vastaamaan tehtiin elementtirakenteisia väliseinärunkoja sekä erityisiä ruuhielementtejä pidentämään kapeiden altaiden ylivuotoreunaa.

Selkeytysaltaissa altaaseen johdettu vesi viipty altaassa määrätyn ajanjakson, mahdollistaan lietteen erottumisen jätevedestä. Pohjalle painuva liete kerätään laahaimin edelleen pumpattavaksi ja jatkokäsitteltäväksi. Esiselkeytyksessä liete laahataan pumpattavaksi pohjakourujen suppiloihin, jälkiselkeytyksessä liete imetään suoraan laahaimelta. Keskeneräisiä selkeytysaltaita oli 14 kappaletta. Selkeytysaltaan halkaisija on 54 metriä ja syvyys 6 metriä. Altaan alapuolista betonitunnelia pitkin tuleva vesi jakautuu altaaseen keskitornista, johon tukeutuu myös lietteen jatkokäsittelyyn keräävä laahainlaitteisto. Neljästätoista perusratkaisuillaan toisiaan vastaavasta altaasta neljä täydennettiin esiselkeytysaltaiksi, neljä kuormitushuippujen kontrollointiin tarvittaviksi tasausaltaiksi ja kuusi jälkiselkeytysaltaiksi. Esiselkeytysaltaiden vanhat seinä-, kouru- ja pohjarakenteet hyödynnettiin tekemällä niille tarvittavat betonikorjaukset. Uusi pohjalaatta valettiin uuden laahainlaitteiston toleransivaatimusten mukaisesti. Jälkiselkeytysaltaiden kouruelementit tukirakenteineen purettiin ja korvattiin uusilla pilari- ja kouruelementeillä työn nopeuttamiseksi. Alkuperäisestä kallistetusta pohjalaatasta ja lietteen keräilyn tarkoitetusta pohjanaalista luovuttiin ja niiden päälle tehdyn hiekkätytön varaan valettiin uusi tasainen pohjalaatta uuden laahainlaitteiston vaatimusten mukaisesti. Kaksi uutta jälkiselkeytysallasta rakennettiin perustus- ja seinärakenteiden osalta muita alueen altaita vastaavalla elementtitekniikalla. Kouruelementit ja tukirakenteet suunniteltiin erikseen nykytarpeiden mukaisiksi. Tasausaltaat valettiin alkuperäisten altaiden sisäpuolelle käyttäen vanhoja elementtirakenteita muottina välttämällä näin betonikorjausten tekeminen ko. altaissa.

9

Jälkiselkeytinaltaan betonielementtisaumojen tiivistäminen meneillään. Alareunassa näkyy altaan ulkopuolinen vetorengas. Yläreunan vetorenkkaan viimeistelyä ei ole vielä aloitettu.

10

Tuloallas ja välppäämö rakenteilla. Välppähallin elementtipilarit ovat asennettuina.

11

Alueella oli useita runkovaiheessa kesken jääneitä rakennuksia. Prosessirakennukset olivat turhan suuria eikä niitä pystytty muutenkaan kunnolla hyödyntämään, joten ne purettiin. Työpaja-varastorakennus kunnostettiin käyttöön.

12

Hiekanerotuksen rakenteet täydennysrakentamisen alkuvaiheessa.

13

Pääpumppaamon suuritehoinen pumppu, joka oli jo ollut asennettuna ja ruostunut veden sisällä yli 10 vuotta. Kaikki pumput vaihdettiin uusiin. Suurten pumppujen moottorit ho on 1,1 MW. Pienempien pumppujen moottorit ho on 550 kW.

14

Jälkiselkeytinaltaan betonielementtisaumojen tiivistäminen meneillään. Alareunassa näkyy altaan ulkopuolinen vetorengas. Yläreunan vetorenkkaan viimeistelyä ei ole vielä aloitettu.

9



10



11



12



13



14





15



16



17



18



19



20

SWTP – WASTEWATER TREATMENT IN ST. PETERSBURG

Prior to the commissioning of SWTP (southwest treatment plant) in the 5 million-resident city of St. Petersburg, the wastewater of 3.5 million people entered the sea through treatment plants, while the wastewater of 1.5 million people was not treated at all. The construction of the southwest treatment plant had begun already in the Soviet era, in 1986, but the project was discontinued in the early 1990s due to financing problems.

In 2000-2001 the structures that had already been completed were subjected to a usability analysis performed by Suunnittelukeskus Oy together with the St. Petersburg water and wastewater company (Vodokanal). The condition survey on the buildings and structures was carried out by Insinööritoimisto Mikko Vahnen Oy. The survey showed that the technical condition of the building frames was sufficiently good to allow continuation of the project. However, incomplete frames were not utilised in the new plans, so they were demolished.

BUILDINGS

The St. Petersburg southwest treatment plant covers an area of ca. 40 hectares, with more than 20 different buildings or groups of basins. The total floor area of the 15 new buildings is ca. 10 000 m². The largest single building is the 4000-m² sludge treatment plant. Four buildings have been renovated. The total number of renovated or supplemented basins and groups of basins is 17.

The inlet pumping plant was the largest complex that had to be renovated. The dry and wet process parts are separate by a 1.5 m thick reinforced concrete wall. Most of the massive wall structures of the pumping plant had been cast-in-place. The upper intermediate levels and wall structures of the pumping building were completed and a new crane hall, staff facilities as well technical rooms were built on top of them. In the crane hall and the staff facilities the loadbearing vertical structures are prefabricated columns, in the technical rooms they are steel columns. The roof slab of the staff facilities consists of Russian type element beams and Russian non-pre-stressed hollow-core slabs. Pre-stressed hollow-core slabs were used in the roof of the wet section, due to the long spans. Hollow-core slabs are readily available in the St. Petersburg region.

The pre-treatment plant is a two-storey building, built of watertight cast-in-situ concrete up to the top edge of the inlet basin and the screen channels. The loadbearing vertical structures in the screen plant are prefabricated columns and the roof structure consists of steel trusses and loadbearing profile sheet.

With ten storeys, the sludge treatment plant is the lar-



gest building in the area. It is the only building with pile foundations. The piles are ca. 10 m long 350x350 mm driven piles, and their permitted total specific load is 500 kN. The loadbearing structures are reinforced concrete structures cast-in-place, except for the prefabricated columns, beams and pre-stressed hollow-core slabs used in one area. Slab thickness is 250 mm in most places and the thickness of the loadbearing walls is 250 mm. Basin walls are 400 mm thick. The slab that supports the sludge silos is 800 mm thick, and it was designed using FEM software.

The basins in the pumping plants are primarily cast-in-place concrete structures, the vertical structures are loadbearing reinforced concrete walls or columns and the loadbearing horizontal structures are cast-in-place structures or hollow-core slabs.

The administrative building was constructed onto the existing emergency shelter using the original column layout. The columns and beams of the two-storey administrative building are Russian-made type elements. The plans specified Russian hollow-core slabs for the intermediate floors and the roof slabs, but these could not be used due to schedule problems. The floors and roof slabs were then cast-in-place.

The workshop is one of the completely renovated buildings. The existing reinforced concrete frame and lightweight aggregate concrete wall elements remained in place, but additional heat insulation was installed in the external walls, which were also covered with profile sheet. The plinth elements were also replaced.

The concrete used in both cast-in-place structures and in the prefabricated structures is of Russian class B25, which corresponds to the Finnish class K30, and the reinforcement is of Russian class A-III, which corresponds to the Finnish class A 400 HW. The heat insulation used in the roofs is primarily mineral wool, except in the reversed roofs of the tanks in the sludge treatment plant, where expanded plastic XPS has been used. Waterproofing is realised with rubber bitumen membrane. Most of the external walls are built of Paroc elements, with a z frame + mineral wool on the outside of the concrete walls and profile sheet cladding.

BASIN STRUCTURES

The basin structures that had not been completed were made of prefabricated units using Russian type elements. Almost all the elements required to complete the construction of the basins were available on the site, and could be used according to the old plans, using cast-in-place supplementing parts. Repairs were mostly carried out using watertight base slabs. The wall joints of the cir-

cular basins were realised using penetrating reinforcement in the top parts of the elements and an external reinforced tension ring beam running round the bottom part of the basin. The joint widths of the wall elements vary between 5 and 100 mm and a special shrinkage-compensated jointing concrete suited to the specific conditions of the plant was used.

The aeration basin is the most extensive basin complex in the plant. The six basins and the inlet and outlet channels form a 140 x 140 m entity, which is 6 m deep. The required repairs were carried out on the concrete walls, with any missing wall parts replaced by cast-in-place structures. New base slabs were cast in the aerated areas.

The condensing basins are completely new structures, cast-in-place basins built on top of a landfill bank. The diameter of the basins is 18 m and they are 6 m deep. The dragging equipment used in the basins is supported on the concrete platforms that run across the basins.

SUMMARY

- 85 companies were involved in the project
- main implementor SWTP Construction Oy, founded by YIT Skanska and NCC in 2002
- capacity of the plant 330 000 m³/d, which corresponds to wastewater generated by 715 000 people
- total amount of earth and filling sand moved in the project 1 500 000 tons
- total weight of process equipment 1000 tons and total weight of other steel structures 230 tons
- total length of installed piping 14 km
- total length of installed cabling 350 km
- maximum number of work force 667 in June
- process equipment delivered from Finland, Sweden, Germany, Holland, England, Turkey and Russia
- construction work accounted for ca. 50% and equipment purchases also for ca. 50% of the total costs
- the wastewater treatment plant was inaugurated on 22 September 2005

15

Lietteenkäsittelyrakennuksessa lietettä käsitellään usealla tavalla ja lopuksi lähes kaikki vesi poistetaan siitä suurilla sentrifugeilla, jotka ovat ylimmässä kerroksessa. Rakennuksessa on myös ilmastuksen tarvitsema turبو-hallinasema, valvomo ja sosiaalitalit.

16

Ilmastusallas valmiina ja toiminnassa syyskuussa 2005.

17

Ilmastusaltaan yksi kanava kuntotutkimuksen aikaan. Ilmastukseen rakennettiin uudet pohjalaatat ja seinille tehtiin huomattavat korjaukset. Seinien päälle tuli myöhemmin teräsrakenteiset ritiläsillastot

18

Ilmastus ja jälkiselkeytin valmiina ja puhdistuslaitos toiminnassa. Etualalla näkyvä rakennus on paluulietepumppaamo. Taustalla on Suomenlahti ja oikealla näkyy Pietarin lounainen lähiö.

19

Ilmastusaltaan jakokanavan seinää ennen täydennysrakentamista. Pitkien ilmastusaltaiden seinien päät tulivat liitettäväksi tähän paikallavalurakentein.

20

Jäteveden tulotunnelin sulkua tarkastusta ja huoltokorjausta varten ylös nostettuna. Sulut kunnostettiin ja asennettiin takaisin paikoilleen.

21

Välppäämö valmiina toimintakunnossa. Hienovälppien rakoväli on 6 millimetriä.

SILTOJEN BETONIRAKENTEIDEN KORJAAMINEN

Jorma Huura, yli-insinööri, Insinööritoimisto Jorma Huura Oy
Ossi Räsänen, dipl.ins., Tiehallinto Asiantuntijapalvelut



Seppo Matala

SILLASTO JA KORJAUSTARVE

Tiehallinnolla on yli 14 000 siltaa, joista varsinaisia siltoja on yli 11 000 ja loput putkisiltoja, yhteisarvoltaan noin 4,4 miljardia euroa (ilman alv). Siltoja rakennetaan nykyisin vuosittain 150 - 200. Siltojen pääkannattimien mukaan ryhmiteltynä betonisiltoja on noin 9 500. Myös muun tyyppisissä silloissa on paljon betonirakenteita (kansilaatat, tuet, peruslaatat ja paalut).

Tiehallinnon siltojen korjaustarve on lisääntynyt voimakkaasti 1960- ja 1970-luvulla rakennuttujen suurten siltaikäluokkien tultua peruskorjausikänsä.

¹ Käytettävissä ollut rahoitus ei ole ollut korjaustarpeeseen nähden riittävä, minkä takia on syntynyt merkittävää siltojen peruskorjauksen jälkeinen neisyyttä. Korjaustarpeita aiheuttavat myös siltojen levittäminen sekä liikenteen ja kuormituksen lisääntymisestä johtuvat siltojen vahvistamiset. Akuutti tai jo viivästynyt peruskorjaustarve on nyt noin 2 000 sillalla. 1990-luvulla korjattiin vuosittain 40 siltaa ja rahoitus oli alle 10 miljoonaa euroa (alv 0%), mistä se on noussut tasaisesti 34 miljoonaan, jolla voidaan korjata yli 150 siltaa. Vuosittainen rahoitus on tarkoitus nostaa 45 miljoonaan vuoteen 2008 mennessä ja sen jälkeen 50 miljoonaan vuoteen 2015 mennessä.

Tiehallinto on tehnyt yhteistyökumppaneiden kanssa pitkäjänteistä siltojen korjausaineiden ja betonirakenteiden kehittämistyötä, minkä tuloksena korjausmenetelmät, käytettävät aineet ja betonit ovat korkeatasoisia ja siten vähentävät aikanaan siltojen korjaustarvetta edellyttäen, että korjaustyöt tehdään oikein. Kehitteillä on myös uusia rakenteiden laaduntarkastusmenetelmiä kuten koko pituudeltaan mittaava optinen kuituanturi.

SILTOJEN BETONIRAKENTEIDEN VAURIOT

² Suomessa siltojen betonirakenteet ovat usein ankarissa ympäristöolosuhteissa. Reunapalkit altistuvat kosteuden lisäksi jaksolliselle jäätymis-sulamisrasitukselle, mitä jäänsulatussuolojen vaikutus vielä pahentaa merkittävästi. Risteys- ja merisiltojen välitukia rapauttaa suolojen tunkeutuminen ja betonin karbonatisoituminen aiheuttama teräskorroosio. Sillan kannen vedeneristyksen vuodot ja rakenteiden halkeilu aiheuttavat ja nopeuttavat pakkas- ja teräskorroosiovaurioita. Liikenteen kasvu lisää kantavien rakenteiden halkeilua ja muodon-

muutoksia. Lisääntyvä liikenne ja talvihoito rasittavat liikuntasaumalaitteita ja niiden tukikaistoja ja avonaisten tai rikkoutuneiden saumalaitteiden läpi valuva vesi vaurioittaa alapuolisia rakenteita.

Betonirakenteiden vaurioiden huolellinen ja järjestelmällinen selvittäminen sekä vaurioiden luokitus antavat perustan rakenteen käyttöön arvioimiselle sekä oikein mitoitetuille korjaustoimenpiteille. Korjausrakentamisen perusperiaate on, että vaurion syy on selvitettävä ja jos mahdollista poistettava. Jos vaurion syytä ei voida poistaa, rakenteet on korjattava mahdollisimman hyvin rasituksia kuten esimerkiksi pakkasta ja suolarasitusta kestäviksi. Betonirakenteen ongelma on, että säilyvyyden vaarantuminen voidaan usein havaita silmin vasta silloin, kun vaurioaste on edennyt kriittisen pisteen yli. Betonirakenteiden vaurioiden syyt on esitetty eurooppalaisessa standardissa SFS-ENV 1504-9 (kuva 12).

SILTOJEN HALLINTAJÄRJESTELMÄ JA TARKASTUKSET

Siltojen säilyvyyttä ja historiaa koskevat tiedot kerätään systemaattisesti hallintajärjestelmän silta-rekisteriin, jolloin korjaustöihin ryhdyttäessä on saatavissa kaikki tarpeelliset tiedot ja välttyään turhalta selvitystyöltä. Hallintajärjestelmän käytön tavoitteena on tehdä oikeat toimet oikeaan aikaan ja optimoida samalla kustannuksia.

Siltarekisteriin kerätään siltakohtaiset tiedot siltojen yleistarkastuksista, joka tehdään silloille yleensä viiden vuoden välein. Yleistarkastuksia saavat tehdä Tiehallinnon kouluttamat pätevytyneet sillantarkastajat. Yleistarkastuksissa tehdään sillan ja sen rakenneosien yleiskuntoarviot, kirjataan kunkin vaurion vaurioluokka ja kiireellisyys sekä määritetään alustavasti korjaustoimenpide kustannuksineen Sillantarkastuskäsikirjan 1 parametristen avulla.

Sillan erikoistarkastus käynnistyy, kun Siltojen hallintajärjestelmään perustuva hankkeiden ohjelmointi antaa siihen sysäyksen. Erikoistarkastus tehdään kaksi vuotta ennen korjaustyötä, jotta aikaa jää riittävästi korjaussuunnitelman laatimiselle ja urakatarjousten antamiselle.

Betonirakenteiden tutkimusmenetelmien perusasiat on helppo oppia, mutta asioiden hyvä hallinta vaatii paljon kokemusta ja hyvää ammattitaitoa.

¹ Tönnön silta, Orimattila. Suomen maanteiden ensimmäinen teräsbetonisilta vuodelta 1911. Hyvin ylläpidetty ja hoidettu silta on edelleen käytössä.

² Sääksmäen silta. Reunapalkin valu käynnissä itsetiivistävällä betonilla.

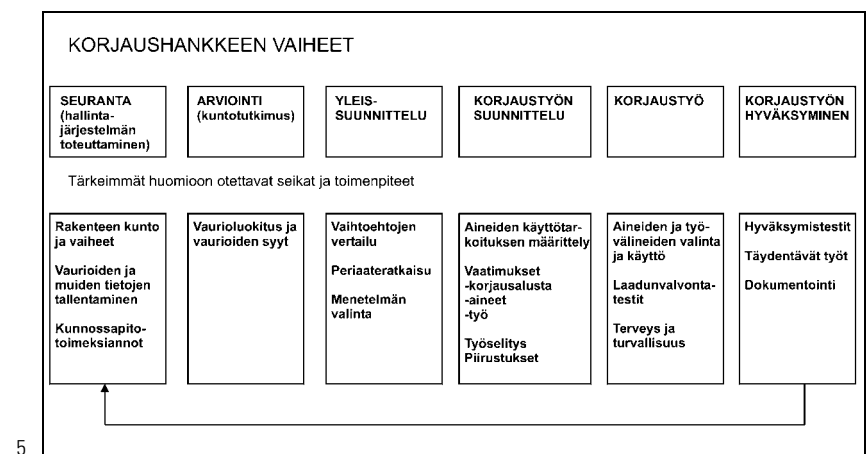
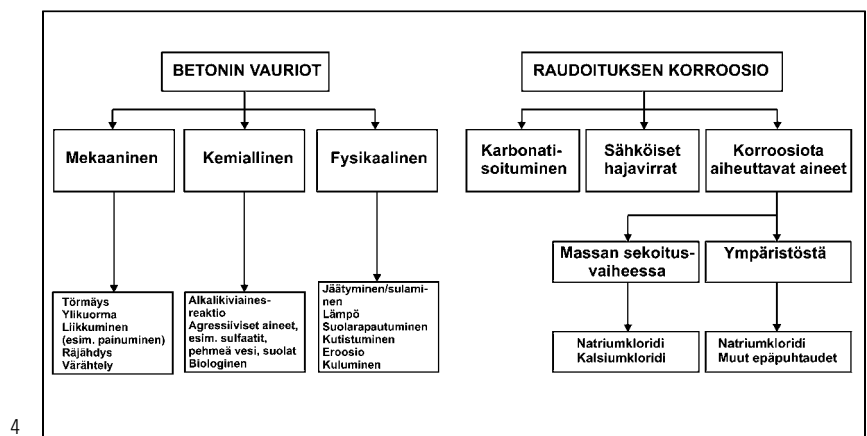


Kokemus osoittaa kriittiselle tutkijalle, että aina tulee eteen uusia tilanteita. Tutkimuspisteiden valinta on ratkaisevan tärkeää ja siihen voi harjaantua vain kokemuksen kautta. Tarkastamista ja tutkimusta tekevän henkilön on ymmärrettävä rakenteista selvittävien tietojen tarve ja osattava käyttää laitteita sekä osattava tarkastella kriittisesti mittauksia. Oikeita johtopäätöksiä voidaan yleensä tehdä vasta eri menetelmillä saatujen tulosten perusteella. Tältä pohjalta on mahdollista päättää tarkemmista tutkimuksista niin, ettei niitä tehdä tarpeettomasti. Tarkemmat tutkimusmenetelmät vaativat yleensä kalliita erikoislaitteita ja erikoisasiantuntemusta. Tarvittavat näytteet pyritään ottamaan erikoistarkastuksessa.

Rakenteiden tarkastaminen aloitetaan tekemällä näköhavaintoja. Tällöin kiinnitetään huomiota rapautumiin ja syöpyymiin, halkeamiin, valuvikoihin ja vesivuotoihin. Valokuvia on syytä ottaa runsaasti, jotta vaurioissa tapahtuvia muutoksia voidaan verrata aikaisempaan tilanteeseen.

Raudituksen betonipeite ja tankojen sijainti määritetään magneettisella betonipeitemittarilla. Betonin puristuslujuus ja lujuuserot saadaan likimäärin selville kimmovasaralla. Halkeamien leveydet mitataan mitta-asteikolla varustetulla suurenuslasilla eli lupilla. Halkeamakarvan teko onnistuu parhaiten valokuvasarjana. Valokuvat otetaan, kun kauttaaltaan kasteltu pinta on kuivunut siten, että halkeamat erottuvat tummempina betonin pinnasta. Vasaralla tehtävällä iskukokeella saadaan iskun antaman äänen perusteella selville pintakerroksen tartunta alustaan ja irtonaisten betoniosien sijainti. Paikattavan tai pinnoitettavan pinnan tartuntalujuus voidaan tutkia tarkemmin vetokokeella. Mittaus paljastaa myös, onko betonin pintakerroksessa vaakasuoria halkeamia pakkasvaurion seurauksena. Betonin suhteellinen kosteus voidaan mitata rakenteeseen poratusta reiästä tai pintakosteusmittarilla. Absoluuttinen kosteus saadaan selville esimerkiksi kuivattamalla rakenteesta lohkaistu pala mikroaaltouunissa.

Raudituksen potentiaalimittaus tehdään ainetta rikkomatta sähkökemiallisesti. Potentiaalimittaus vaatii näennäisestä helppoudestaan huolimatta kokemusta ja raudituksen korroosioilmiön ymmärtämistä. Raudituksen korroosionopeus voidaan määrittää polarisaatio- tai impedanssimittauksella. Suo-



3
Wattkastin silta, Korppoo, vuodelta 2004.

4
Betonirakenteiden vaurioiden syyt.

5
Korjaushankkeen vaiheet.



Mauno Peltokorpi

6



Jorma Huura

7



Jorma Huura

8



Jorma Huura

9



Jorma Huura

10

japutkessa olevan jänneraudoitteen tarkastuksessa voidaan käyttää suojamaadoitettua lieriöporaa ja endoskooppia. Muita käytettyjä tutkimusmenetelmiä ovat ultraäänimittaus, lämpökamerakuvaus, maatutkamittaus ja kaikuluotaus.

Laboratoriotutkimuksia varten rakenteesta porattavan lieriön halkaisija ja pituus määräytyvät tutkittavien asioiden mukaan. Betonin karbonatisoituminen tutkitaan halkaisemalla lieriöporalla porattu näyte tai lohkaisemalla betonipinnasta pala. Betonin kloridipitoisuus tutkitaan luotettavimmin eri syvyyksiltä otetun betonijauheen avulla. Betonin mikrorakennetta voidaan tutkia fluoresenssi- ja polarisaatiomikroskooppilla, jota varten rakenteesta poratusta lieriöstä valmistetaan ohuthie. Hieanalyysillä saadaan selville muun muassa säröily (syntyäika, syy jne.), huokoisuus, pakkasenkestävyys, kide muodostumat (ettringiitti, hydratoituminen jne.) ja voidaan arvioida vesisideainesuhde, sementtityyppi ja seosaineet. Tarkastusmenetelmiä on selostettu tarkemmin Sillantarkastusohjeessa 2.

STANDARDISOINNIN TILANNE

Korjausrakentamista koskevien Eurooppalaisten standardien laatiminen on ollut käynnissä lähes viidentoista vuoden ajan. Standardisarja: SFS-EN 1504-1...10 Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden valvonta, on valmistumassa.

Standardi SFS-ENV 1504-9 Suojaus- ja korjausaineiden ja niiden yhdistelmien yleiset periaatteet on ollut suomennettuna jo kahdeksan vuoden ajan, mutta sen käyttö on ollut vähäistä. Standardin viimeistely alkaa syksyllä, kun muut sarjan standardit alkavat olla valmiita. Tiehallinnon SILKO-ohjeiston 3 yleisohjeet on korjattu EN-standardien mukaisiksi.

KORJAUSHANKKEEN VAIHEET JA KORJAUSMENETELMÄT

Korjaushankkeen toteutuksessa on kiinnitetävä huomio rakennuttajan, suunnittelijan, urakoitsijan ja materiaalien myyjien selkeään vastuunjakoon. Korjaushankkeen vaiheet on esitetty kaaviossa 2.

Korjaussuunnittelussa ja korjaustyössä käytettäviä keskeisiä ohjeita ovat Tiehallinnon julkaisemat siltojen korjausohjejärjestelmä (SILKO-ohjeisto), Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset (SYL) 7

sekä suunnitteluohjeet.

Standardin SFS-ENV 1504-9 kohdan 5.2 mukaan suunnittelijan on paneuduttava korjaushankkeen ottamalla huomioon seuraavat vaihtoehdot:

- lykätään korjaustoimenpiteitä,
 - arvioidaan uudelleen rakenteen kantokyky, mikä voi johtaa betonirakenteen käytön rajoituksiin,
 - estetään tai vähennetään lisävauriot rakennetta parantamatta,
 - parannetaan, vahvennetaan ja kunnostetaan betonirakenne osittain tai kokonaan,
 - rakennetaan betonirakenne kokonaan tai osittain uudelleen,
 - puretaan koko betonirakenne tai osia siitä.
- Vaihtoehtojen valinnassa huomioon otettavat seikat ja soveltuvien toimenpiteiden valinta on esitetty standardin kohdissa 5.3 ja 5.4.

Suunnittelija selvittää tilaajalle erikoistarkastuksen perustuen kysymykseen tulevat vaihtoehdot ja niihin liittyvät riskit, jotta tilaaja voi luotettavasti päättää korjaustoimista. Käytettävissä ovat myös uudet pilarien ja reunapalkkien korkealaatuiset kuorirakennetkaisu, jotka voidaan tehdä itsetiivistävästä väribetonista. Korjausmenetelmistä päätettäessä on otettava huomioon sillan jäljellä oleva käyttöikä. Eri korjausmenetelmien ikäkäyttäytymisestä ei ole toistaiseksi riittävästi kokemuksia, mutta suunnittelijan on pyrittävä arvioimaan tilanne siten, että laatuvaatimukset saavutetaan mutta karkea ylimitoitus vältetään.

Siltojen betonirakenteiden korjaamisen laatu- ja työvaihevaatimukset on esitetty SILKO-ohjeistossa. Suunnittelija täydentää vaatimuksia tarvittaessa hankekohtaisesti. Urakoitsija tekee tarvittavat työ- ja laatusuunnitelmat. Betonirakenteiden korjaamista käsittelevän standardin SFS-ENV 1504-9 mukaiset korjausperiaatteet ja -menetelmät on esitetty kaaviossa 12.

RAKENTEIDEN PURKAMINEN JA PAIKKAAMINEN

Tavanomaiset purkutyöt tehdään piikkausvasaralla tai mieluummin vesipiikkauslaitteella. Jos betonia on purettava enemmän tai rakenneosia puretaan kokonaan, purkutyö tehdään puristusmurskaimella, piikkausrobotilla tai järeämmällä vesipiikkauslait-



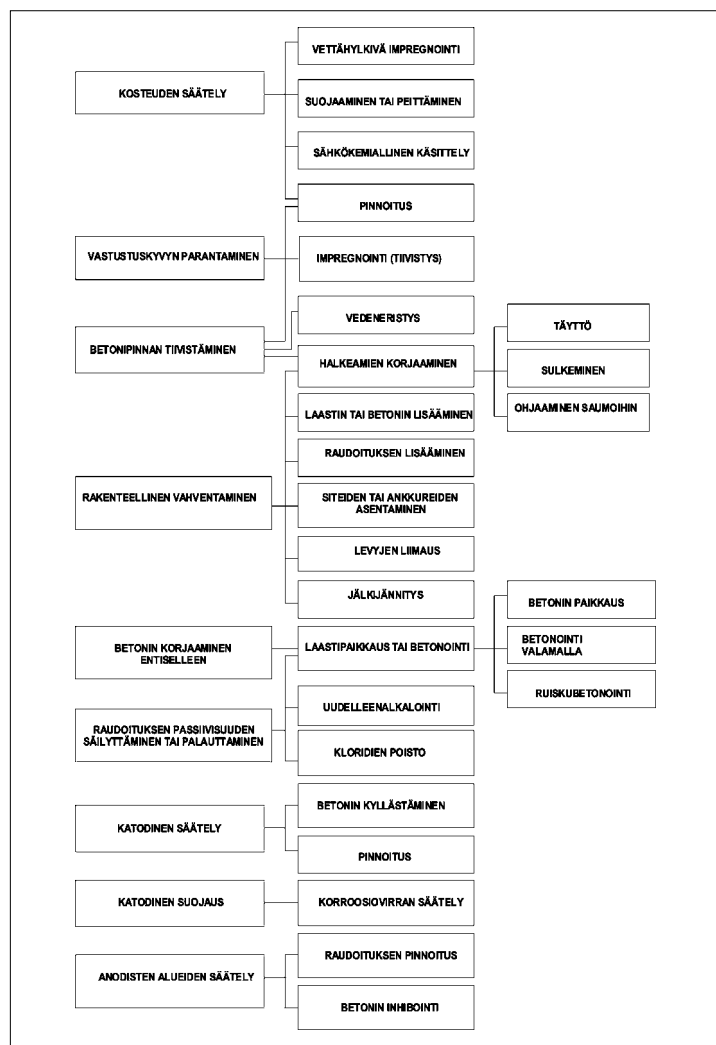
teella. Mekaanisilla piikkausvälineillä tartuntapintaan syntyy mikrohalkemia, jolloin tartuntavetolujuusvaatimus ei usein täyty. Tästä syystä suositeltavin purkamismenetelmä on vesipiikkaus, joka on oikein tehtynä valikoiva eli poistaa huonolaatuisen betonin haluttuun lujuteen asti. Vesipiikkaus tulisi tehdä ajoneuvon kiinnitetyllä pyörivällä ja mahdollisesti ohjauskiskon varassa liikkuvalla suuttimella tai telineeseen tai puumiin kiinnitetyllä ruiskupistoolilla. Maassamme on siirrytty lähes yksinomaan käsin ohjattaviin käsissä pidettäviin laitteisiin, jolloin betonin purkamisrajaa on vaikea määrittää.

Tiehallinnon siltatekniikan toimesta on laadittu koekäyttöön betonipinnan poistamishojeita, joiden mukaan betonipeitettä voidaan purkaa rakenteen kantavuutta vaarantamatta pelkästään urakoitsijan tekemän suunnitelman mukaan. Jos betonipeitettä poistetaan enemmän kuin ohjeessa on esitetty, rakennesuunnittelija tekee kantavuuslaskelmat ja yhdessä urakoitsijan kanssa yksityiskohtaisen purkamissuunnitelman.

Vaurioitunut betonikerros uusitaan yleensä sementtipohjaisella korjausaineella. Niitä ovat betoni (CC), polymeeri-sementtibetoni (PCC) kuten lateksibetoni, polymeerimuunnosbetoni (PMC), valumattomat paikkauslaastit ja juotoslaastit. Työmenetelmät ovat valaminen, ruiskutus ja levitys lastalla. Korjausmateriaalin valinta vaikuttaa ratkaisevasti työn onnistumiseen, mutta hyväkin materiaali voidaan pilata huolimattomalla työllä. Epäonnistunut paikkaus halkeilee tai irtoaa alustastaan. Rakennosien betonointiin ja manttelivaluihin käytetään lisääntyvässä määrin itsestivistä betonia.

BETONIRAKENTEEN SUOJAAMINEN

Suoja-aineilla parannetaan betonin säilyvyyttä ja voidaan vaikuttaa sillan ulkonäköön. Suolaraiskeiden tai -sumun vaikutuksen alaiseksi joutuvat rakenteet on käsiteltävä suojaa-aineella tai valettava muottikangasta vasten. Suoja-aineet jaetaan toiminnallisesti seuraaviin ryhmiin: 1) Impregnoitainneet, jotka muodostavat vettähylkivän pinnan ja estävät kloridien tunkeutumisen betoniin. 2) Tiivistysaineet, jotka täyttävät huokokset ja saattavat muodostaa ohuen kalvon. 3) Pinnoitteet, jotka muodostavat pintaan kalvon, jonka ominaisuudet ja paksuus määräytyvät rasituksen mukaan. Sementtipohjaiset pinnoitteet ovat suositeltavia, mutta niiden ominaisuudet halkeamien



6 Pinnoitettu reunapalkki.

7 Reunapalkki vaurioituu aluksi pakkasuolarasituksesta ja rapautuminen voimistuu myöhemmin raudituksen korroosion käynnistyessä.

8 Suolaraiskeille altistuvien välitukien korjaustarve kasvaa, kun tukiin tunkeutuvat kloridit saavuttavat raudituksen tason ja käynnistävät teräskorroosion yhä useammissa silloissa.

9 Jäätymisvaurioita syntyy rakenteisiin, kun vesi ei pääse poistumaan esimerkiksi tippuputkien kautta.

10 Rakenteiden halkeamat lisääntyvät kasvavan liikenteen ja kuormituksen seurauksena.

11 Kansilaatan, reunapalkin ja liikuntasaumalaitteen korjaus.

12 Betonirakenteiden korjausperiaatteet ja -menetelmät.



Tiehallinto

13



Mauno Peltokorpi

14



Mauno Peltokorpi

15



Jorma Huura

16



Jorma Huura

17

silloituksen ja karbonatisoitumisen suhteen eivät ole aina riittäviä. Muita pinnoitteita ovat epoksit, polyuretaanit ja akryylit.

RAUDOITUKSEN KORROOSION PYSÄYTTÄMINEN

Raudituksen korrosio heikentää rauditusta ja rakenteen kantavuutta, vaurioittaa rauditusta ympäröivää betonia ja aiheuttaa ruostevalumia rakenteen pintaan. Teräksen korrosio on sähkökemiallinen reaktio, joka voidaan pysäyttää vaikuttamalla anodi- tai katodialueeseen. Kun betonirakenteen tila on edennyt ohi kriittisen pisteen eli korrosio on käynnistynyt, käytettävissä on vain kalliita korjaus- ja suojausmenetelmiä, kuten karbonatisoituneen tai liian kloridipitoisen betonin poistaminen raudituksen ympäriltä ja korvaaminen uudella, raudituksen katodinen suojaus ja betonin uudelleenalkalointi. Inhibointimenetelmästä on saatu toistaiseksi ristiriitaisia kokemuksia. Raudituksen korrosiota voidaan hidastaa pinnoittamalla puhdistettu rauditustanko ruosteenestoaineella. Ruostumattomien raudotteiden sekä lasikuitu- ja hiilikuitutankojen käyttö tulee lisääntymään esimerkiksi kuorirakenteissa.

RAKENTEIDEN VAHVENTAMINEN

Rakenteen vahventamisella vähennetään halkeilua ja lisätään rakenteen taiputus- tai leikkauskapasiteettia. Vahventamiskeinoja ovat rakenteellisten halkeamien injektointi vaadittavaan lujuteen, betonin, laastin tai raudituksen lisääminen, siteiden tai ankkureiden asentaminen, teräslevyjen tai hiilikuitunauhojen liimaaminen ja ulkoisilla jänkeillä jälkijännittäminen.

LOPPUMIETTEET

Siltojen korjaustoiminta on saanut Siltojen hallintajärjestelmästä havainnollisen perustan, jonka avulla hankkeet voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen ja sillaston kuntotilaa voidaan tarkastella havainnollisesti. Tiehallinnon rahoituspuitteet antavat nykyisin mahdollisuuden siltojen korjaustoiminnan määrätietoiseen lisäämiseen asteittain.

Konsultit ja urakoitsijat eivät ole kaikilta osin valmiita vastaanottamaan haastetta. Tilanteeseen liittyvää riskiä ei ole tiedostettu. Ongelmia on esimerkiksi siltojen erikoistarkastusten alalla,

kun päätöksiä tehdään puutteellisten tutkimustietojen pohjalta, jolloin valitaan väärä periaateratkaisu tai korjausmenetelmä tai toisaalta rakenteita puretaan liikaa. Haastavaa on myös suunnittelun sisältävien urakoiden laajentuminen yhä suuremmiksi ja suuremmiksi. Tällöin on vaarana, että eri vaihtoehtoja ei selvitetä tarpeeksi vaan mennään siitä, missä aita on matalin. Aikatavoitteet ovat epärealistisia, kun 10 - 20 sillan korjaussuunnitelmat erikoistarkastukseen pitäisi laatia kuudessa kuukaudessa, kun järkevä aika on kaksi vuotta. Joskus tarjouspyynnössä on kuvaannollisesti sanoen vain siltaluettelo, mikä on urakan saavalle hyppy tuntemattomaan. Uusia urakkamuotoja tulee ottaa käyttöön harkiten konsulttien ja urakoitsijoiden ammattitaidon kehittymisen mukaan.

Korjausrakentaminen on aivan oma maailmansa uudisrakentamiseen verrattuna, kuten kaavioista 4 ja 5 ilmenee. Korjausrakentamisessa on otettava huomioon olemassa oleva rakenne ominaisuuksiineen ja vaurioineen sekä liikennehaitat. Laatuvaatimukset on asetettava alustalle, korjausaineille ja työlle. Korjaushankkeen vaihekaaviossa (kaavio 5) ei ole oikotietä, vaan on edettävä vaiheittain väli-päätöksiä tehden. Kokemus on opettanut, että paras tulos saadaan aikaan ja vastuu on selvä, kun sama konsultti tekee pääosan tutkimuksista ja suunnittelee korjaustyön. Betonisiltojen erikoistarkastuksen tekijällä (kuntotutkijalla) ja korjaussuunnittelijalla sekä betonirakenteiden korjaustyönjohtajalla tulee olla vuoden 2007 alusta alkaen FISE Oy:n myöntämä pätevyys.

Sillankorjaushankkeen eri toimijoiden hyvällä yhteistyöllä ja ammattitaidolla on nykyään hyvät edellytykset tehdä korjaustyö laadukkaasti ja minimoida sillan suunnittelukäyttöön aikaiset elinkaarikustannukset.

Lähteet:

- Sillantarkastuskäsikirja. Helsinki: Tiehallinto 2004. TIEH 2000009-04.
 - Sillantarkastusohje. Helsinki: Tiehallinto 2004. TIEH 2000008-04.
 - Siltojen korjausohjeet – SILKO. Helsinki: Tiehallinto. TIEH 2230095...-98.
- Julkaisujen sähköiset versiot: www.tiehallinto.fi/sillat



REPAIR OF CONCRETE STRUCTURES IN BRIDGES

The Finnish Road Administration maintains more than 14000 bridges, of which 11000 are actual bridges and the rest tubular bridges. The total value of the bridges is EUR 4.4 billion (excl. VAT). About 150-200 new bridges are constructed every year. The total number of concrete bridges, classified as such on the basis of the main bearers, is ca. 9500. Other bridge types also contain a lot of concrete structures (deck slabs, abutments, foundation slabs and piles).

The boom experienced in bridge construction in the 1960s and 1970s means that the need for bridge renovations and repairs is currently high. Long-term development cooperation between the Road Administration and various partners has produced many advances in bridge repair materials and concrete structures. New quality inspection methods are under development, such as the optical fibre sensor that measures the structure over its full length.

DAMAGES OF CONCRETE STRUCTURES IN BRIDGES

In Finland the concrete structures of bridges are often exposed to extreme conditions. Side girders are subjected to moisture as well as freezing and thawing cycles. Steel corrosion caused by salt penetration and carbonisation of concrete results in weathering of intermediate supports. Leaks in the deck insulation and structural fractures cause and accelerate frost and steel corrosion damage. Increasing traffic volumes and winter maintenance damage expansion joints and their support lanes and water running through open or damaged joint systems causes damage to the understructure.

The assessment of a structure's service life and correct planning of repairs are based on careful and systematic investigation as well as classification of damages. The basic principle followed in repair work is to identify and, if possible, eliminate the cause of the damage. The causes of damages in concrete structures are described in standard SFS-ENV 1504-9.

Data on the durability and history of bridges is systematically collected into the bridge register of the management system, whereby all the required information is available when a repair project is planned. The first inspection of the structures is based on visual observations, paying attention to weathering and corrosion, cracks, casting defects and leaks.

A magnetic covermeter is used to determine the concrete cover on reinforcement and the locations of bars. The compression strength of concrete and differences in strength are established using an impact hammer. Crack widths are measured with a scaled magnifier. A map of the cracks is realised as a series of photos. The bond strength of the surface to be repaired or recast can be determined by a tensile test. The relative humidity of concrete is measured by drilling a hole in the structure or using a surface water meter.

Potential measurement of the reinforcement is performed electro-chemically as a non-destructive test. The corrosion rate of reinforcement can be determined by means of a polarisation or impedance measurement. A cylindrical drill connected to protective earth and an endoscope can be used to inspect sheathed pre-stressing steel. Other inspection methods include ultrasonic measurements, thermal camera investigations, earth radar measurements

and echo sounding.

Concrete carbonisation is analysed by splitting a sample removed with a cylindrical drill or by cleaving from the concrete surface. The most reliable method for establishing the chloride content of concrete is to take samples of the concrete powder at various depths. The microstructure of concrete can be studied of a thin section using fluorescence and polarisation microscopes. The thin section analysis will reveal cracking (when started and why), porosity, frost resistance, crystal formations (ettringite, hydration), the water-binder ratio, the cement type and the additives.

European standards for concrete repair have been under preparation for almost 15 years. The SFS-EN 1504-1...10 standards – Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity – are about to be completed.

SFS-ENV 1504-9 – General principles for use of products and systems – has been available in Finnish for eight years, already. The general guidelines in the Road Administration's SILKO guidelines have been corrected to comply with the EN standards.

REPAIR PROJECT STAGES AND REPAIR METHODS:

Clear division of responsibilities between the client, the designer, the contractor and the material suppliers is of great importance in the implementation of a repair project. The Road Administration has published guidelines for bridge repairs (SILKO guidelines), general quality requirements for bridge construction (SYL) as well as guidelines for design.

Pursuant to Chapter 5.2 of standard SFS-ENV 1504-9 the designer shall take the following alternatives into consideration:

- do nothing for a specified time
- re-analyse structural capacity
- prevention or reduction of further deterioration
- improvement, strengthening or refurbishment of all or part of the structure
- replacement of all or part of the structure
- demolition, complete or partial.

The factors to be considered when evaluating the alternatives and the selection of applicable measures are described in Chapters 5.3 and 5.4 of the standard.

DEMOLITION, REPAIR AND PROTECTION OF STRUCTURES

Normal demolition work is carried out using a demolition hammer or a hydrodemolition system.

The damaged concrete layer is usually replaced by cement-based repair material, which can be concrete (CC), polymer cement concrete (PCC) such as latex concrete, polymer modified concrete (PMC), rapidly setting repair mortar or grouting mortar. Work methods include pouring, injection and trowelling. The use of self-compacting concrete is becoming more popular for the concreting of structural parts and concrete mantles.

Protective agents are used to improve the durability of concrete and to influence the appearance of the bridge.

Protective agents are divided into the following functional groups: 1) Impregnating agents, which form a water repellent surface and prevent chlorides from penetrating into concrete. 2) Sealing agents, which fill the pores and may create a thin film. 3) Coating agents, which create a surface film. The properties and the thickness of the film are determined on the basis of the exposure.

STOPPING CORROSION OF REINFORCEMENT AND STRENGTHENING THE STRUCTURES

Corrosion of the reinforcement weakens it and impairs the load bearing capacity of the structure, damages the concrete surrounding the reinforcement and causes rust stains on the surface. Steel corrosion is an electro-chemical reaction that can be stopped by influencing the anode or cathode area. Corrosion of the reinforcement can be retarded by coating the cleaned reinforcement bar with anti-corrosion agent. The use of stainless reinforcement as well as glass fibre and carbon fibre bars will increase in e.g. shell structures.

The strengthening of the structure will decrease cracking and improve the bending or shearing capacity of the structure. Strengthening methods include injection of structural cracks to achieve the required strength, increasing the amount of concrete, mortar or reinforcement, installing ties or anchors, using glued steel sheets or carbon fibre strips and post-stressing by means of external tendons.

Required quality standards shall be specified for the base, the repair materials and the workmanship. The best result is achieved and the division of liability is clear when one consultant is used to both carry out most of the investigations and to design the repairs. As of the beginning of 2007, persons who perform special inspections of concrete bridges (condition surveys) as well as repair designers and repair work supervisors shall in Finland be qualified by FISE Oy.

13
Ulkoiset jänteet kotelopalkin sisällä.

14
Paikattu kansilaatan yläpinta.

15
Sillan kansilaatan alapinnan pinnoitustyö.

16
Sillan erikoistarkastus tehdään siltakurjen tai muun henkilönostimen korista käsin.

17
Korjattavat betonirakenteet puretaan mieluummin vesipiikkauslaitteella.

18
Sillan betonirakenteiden säilyvyyttä ja ulkonäköä voidaan parantaa pinnoittamalla.

Klaus Söderlund, dipl.ins., Betoniyhdistys



Klaus Söderlund

Tapahtuma on osa Suomen Betoniyhdistyksen 80-vuotisjuhlallisuuksia. Betonitaidetapahtumassa saatetaan yhteen taiteilijoita, betonialan osaajia ja kaupunkia kehittämään ja hyödyntämään yhteistyötä ja osaamista. Kaupungit saavat Suomen eturivin taiteilijoiden kestäviä teoksia suhteellisen pienillä kustannuksilla ja Betoniyhdistyksen tarjoamalla laadunvarmistuksella. Betoniala puolestaan saa innovaatioita ja sen pohjalta betonin käyttö uusia kohteita.

Betoniyhdistys tekee pääsääntöisesti sopimukset kaupunkien, taiteilijoiden ja teollisuuden kanssa. Projektin vastuullisena johtajana toimii yhdistyksen toimitusjohtaja Klaus Söderlund ja taiteellisena kuraattorina VTM Kari Poutasuo.

Suunnitteluryhmä järjesti maaliskuussa seminaarin Keravan taidemuseossa, jossa kukin kaupunki esitteli teosten kohteet ja taiteilijat esittelivät omaa julkisten teosten tuotantoaan. Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa järjestettiin 20.4.2004 taiteilijoille koulutustilaisuus, jossa maan parhaat asiantuntijat luennoivat betonin ominaisuuksista ja käytösmahdollisuuksista.

Betoniyhdistys on budjetoinut tapahtumaa varten 30 000 euroa. Lisäksi hankkeelle ovat antaneet ja luvanneet tukea Opetusministeriö (10 000 euroa), Lemminkäinen Oyj ja Skanska.

TAITEILIJAT

Taiteilijat Martti Aihja, Federico Assler, Marja Kanervo, Pertti Kukkonen, Kimmo Pyykkö, Vesa-Pekka Rannikko, Hannu Siren ja Veijo Ulmanen osallistuvat projektiin.

Taiteilijat ovat (Assleria lukuun ottamatta) myös osallistuneet tähän asti järjestettyihin tilaisuuksiin. Kukin taiteilija tulee saamaan 3000 euroa kutsupalkkion luonnoksen tekemisestä. Veistoksen toteuttamisesta palkkio taiteilijoille on 12 000 euroa. Teosten valmistamiseen tarvittavien muottien, raudoitusten, betonin määrittelyn ja teosten valutöiden kanssa taiteilijat saavat erikseen sovittua apua.

AIKATAULU

Kaikki luonnokset valmistuivat vuodenvaihteessa 2004-2005 ja niitä esitellyt näyttely on ollut esillä Keravan taidemuseossa ja Kotkan kaupunginkirjastossa. Kaikki luonnokset on esitelty Betoni-lehden tämän vuoden ensimmäisessä numerossa.

Espoossa Tapiolan kulttuuriraitin varrella olevan WeeGee -taloön johtava Ahertajantie museon sisäänkäyntialueineen on kuvanveistäjä Pertti Kukko-

sen käsialaa. Teosten toteutus näyttää siirtyvän. Kuvanveistäjä Vesa-Pekka Rannikon suunnittelema teos Aamu paljastettiin Helsingin Torpparinmäen puistikkoon elokuun lopulla. Kuvanveistäjä Hannu Sirenin teos Keravan keskustan kevyen liikenteen liikenneympyrään on suunnitteilla. Kotkan Keskuskadun veistospuistoon lehmusbulevardille on tulossa kaksi uutta teosta. Toinen niistä eli Kimmo Pyykön teos paljastettiin Lohisoiton yhteydessä 1.6.2005 ja toinen kuvanveistäjä Federico Asslerin (Chile) iso työ paljastettiin Kotkan Meripäivien yhteydessä 28.7.2005. Vantaalla, Lahdenväylän molemmin puolin sijaitsevan Hakunilan keskustan laajentumisalueen ensimmäinen luonnosvaihe on valmistunut. Taiteilijat Marja Kanervo ja Martti Aihja osallistuvat suunnitelmanmukaisesti koko alueen suunnitteluun. Kuvanveistäjä Veijo Ulmasen Hyvinkään keskustan Jussinpuistoon suunnittelema veistos on päätetty korvata lipputangolla.

KIMMO PYYKÖN TEOS – ”MATKALLA” KOTKAN VEISTOSPUISTOSSA

Kotkansaaren keskustaa halkoo noin 800 metrin mittainen lehmusbulevardi, joka kunnostettiin perusteellisesti vuonna 2001, jolloin myös sen tekeminen Kotkan veistospuistoksi aloitettiin.

Kotkasta lähti aikoinaan paljon suomalaisia pitkille matkoille, joilta monet eivät koskaan palanneet. Myös tästä Pyykön teos muistuttaa. Pyykön mukaan idealuonnoksen lopullisessa toteutuksessa veistoksen välöörit järjestäytyivät uudelleen, pelkistyivät kokonaisuudeksi, joka on runollinen, osin täysin fotorealistinen ja surrealistinen, kertova työ.

Veistos koostuu viidestä betoniin valetusta ”matkalaukusta” jotka ovat aseteltu päällekkäin kahdeksi vierekkäin sijaitsevaksi kappaleeksi. Yksittäisten kappaleiden paino vaihtelee 70 kg – 350 kg. Kappaleet on sijoitettu suoraan betonikivetyksen päälle.

Pyykön antiikkiliikkeistä hankkimista vanhoista laukuista ja kirstuista valmistettiin lasikuitumuotit. Muotit tuettiin hiekkaan ja niihin valettiin väribetoni. Värimääritykset tehtiin yhteistyössä kuvanveistäjän kanssa. Raudoituksena käytettiin RST-harjaterästä. Valun jälkeen pinta käsiteltiin mehiläisvahalla. Teokset ankuroitiin maahan ja toisiinsa 10 millin RST-kierretangolla, sekä lukitustapeilla, jotka estävät teoksen kiertymisen vaakatasossa.

Lasikuitumuotit valmisti Betonipallas Oy, joka myös asensi teokset paikalleen Kotkassa. Betonivalut teki Lemminkäinen Oyj. Teoksen toteutusta tuki Skanska

1



Klaus Söderlund

2

1
Kuvanveistäjä Federico Assler.

2
Kuvanveistäjä Kimmo Pyykkö.

3
Kimmo Pyykön teos ”Matkalla” Kotkassa.

4
Federico Asslerin teos ”Vital Presence” Kotkan veistospuistossa.



Oyj. Teoksen betoni valittiin 100 vuoden käyttöiän perusteella rasisluokissa XC3, XC4 ja XF3. Teos sijaitsee katualueella, jota ei (toivottavasti vahingossa-kaan) suolata tai aurata. Teoksen kustannukset ilman veroja ja By:n kuluja olivat 29 000 euroa.

Klaus Söderlund

FEDERICO ASSLERIN TEOS "VITAL PRESENCE" KOTKAN VEISTOSPUISTOSSA

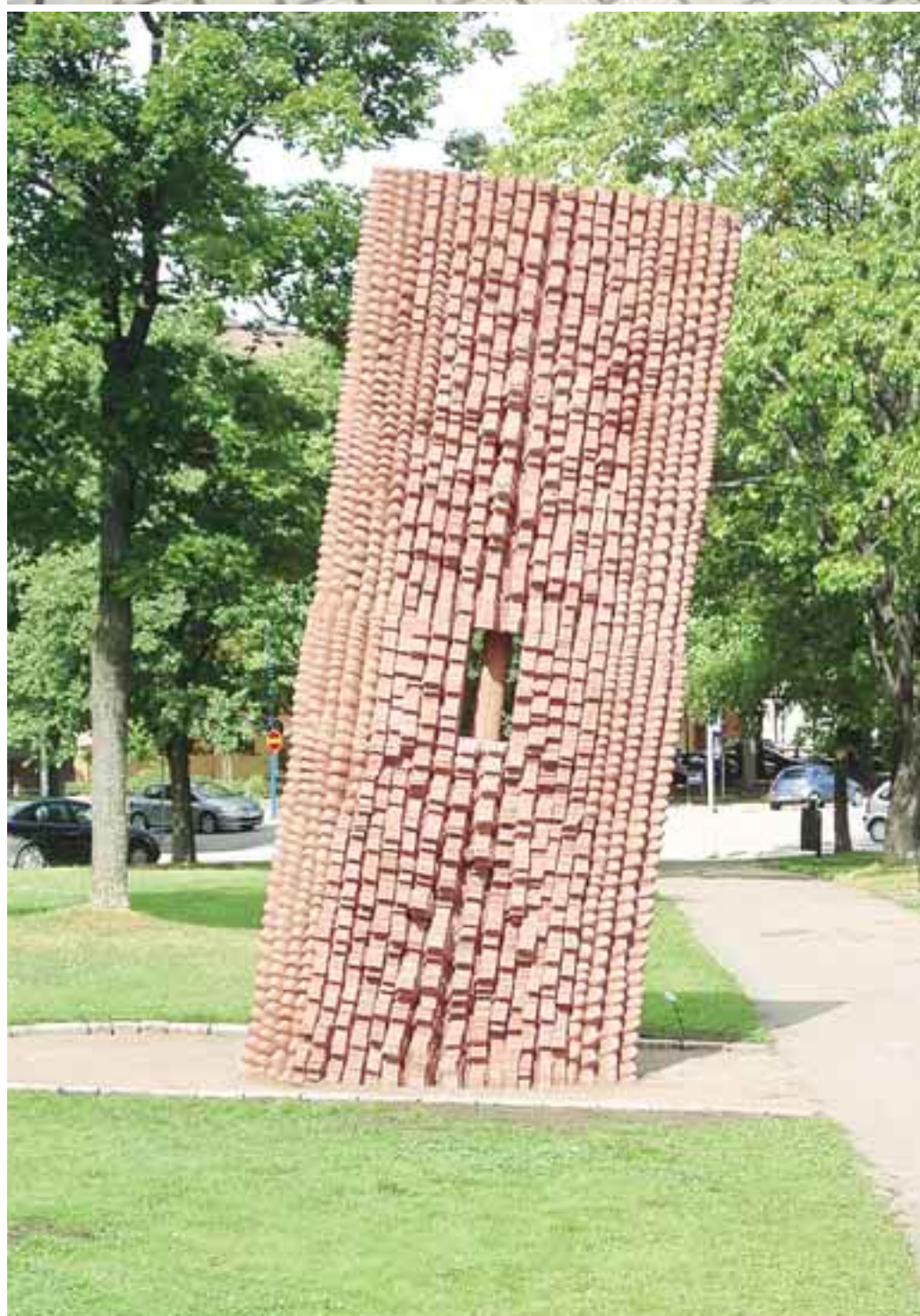
Betonia! -tapahtuman päättäjä on eittämättä maailmankuulu chileiläinen kuvanveistäjä *Federico Assler*. Vitaalisuutta, tiivistää Federico Assler oleellisen taiteestaan. Vitaalisuutta, elinvoimaa 76-vuotias taiteilija pursuaa itsekin kiivetessään telineillään kuin pieni orava. Assler vaihtoi maalaustaiteen kuvanveistoon 35 vuotta sitten ja tekee nykyään vain julkisia teoksia eri puolille maailmaa. Asslerin mukaan hänen teoksensa on samalla selkäranka ja fallistinen elementti. Olen tehnyt sellaisen monta kertaa, kertoo Assler, jonka taidetta on ympäri maailmaa: Chilessä, Kolumbiassa, Argentiinassa, Espanjassa, Britanniassa, Saksassa, Hollannissa ja nyt Kotkassa.

Teoksen betoni ja betonipeite valittiin 100 vuoden käyttöiän perusteella rasisluokissa XC3, XC4 ja XF3. Assler muotoili teoksen muotin yhteen liitetyistä styroksikappaleista, joiden sisäpinnalle hän leikkasi vastuslangalla veistoksen pintakuviointin. Veistoksen poikkileikkaus on noin 2 metriä x 0,7 metriä ja korkeus 5 metriä, eli sen tilavuus ilman perustuksia on 7 m³. Se valettiin paikalla punaiseksi värjättyllä itsestivivistyvällä betonilla. Teosta varten valmistettiin 2 m³ anturi, joka ankkuroitiin alla olevaan kallioon. Oikean värin löytymiseksi tehtiin useita värimalleja. Styroksikappaleet tuettiin vanerilevyillä ja koolauksella. Koolaukset sijoitettiin 250 millimetrin välein ja vahvistettiin keskeltä kahdella 150 x 150 parrulla, koska muottisiteitä ei saanut käyttää. Veistos valettiin kahdessa osassa siten, että valujen välillä oli viisi vuorokautta. Raudoitukseen käytettiin 10 millin ja 12 millin harjaterästä. Ensimmäinen valu oli 3,8 m³ ja toinen 3,2 m³. Muotti- ja telineetyöt sekä värimallit teki *Betonipallas Oy*, betonin toimitti *Lohja Rudus Oy*.

Muotti purettiin ja styroksi irrotettiin pääosin fyysisesti ja lopulta pinta pestiin tinnerillä. Itsetiivistävä betoni ei kaikin osin toiminut täysin moitteettomasti. Assler kuitenkin hyväksyi lopputuloksen, eikä häntä haitannut joihinkin kohtiin syntynyt pieni rosoisuus.

Teoksen kustannukset ilman veroja ja By:n kuluja olivat 34 000 euroa.

4





Maritta Koivisto

5

VELI-PEKKA RANNIKON TEOS "AAUMU" HELSINGIN TORPPARINMÄEN NÄSINPUISTOSSA



Maritta Koivisto

6



Veli-Pekka Rannikko

Helsingin kaupungin taidemuseo teettää vuosittain 1 - 3 julkista taideteosta, jotka rahoitetaan tähän tarkoitukseen varatuilla määrärahoilla. Teokset sijoittuvat yleensä puisto- tai katutilaan ja aloitteet tulevat usein kaupungin rakennusviraston kautta. Uusia julkisia taideteoksia on pyritty sijoittamaan ennen kaikkea lähiöalueille, jossa taidetta on hyvin niukasti. Näsinpuiston taideteos kuuluu tähän kategoriaan.

Aamu on läpivärjätystä betonista valettu ei esittävä veistos. Teos on yhdistelmä tarkkaa graafista, hallittua muotoa sekä sattuman luomaa pehmeää orgaanista massaa, outo kappale, joka on pudonnut toisesta mittakaavasta puiston hiekalle.

Aaumun muotti jyrättiin viisiakselisella sorvilla styrox-kappaleisiin, jotka liimattiin yhteen. Jyräsinän suoritti *Viisax Oy*. Valkobetonisen perusmuodon sisälle tehtiin kevennys painon säästämiseksi ja hydrataatiolämmön poistamista varten. Aamu valettiin jo talvella 2005. Teoksen yläosa valettiin umpeen siniharmaan kehän ympäröimällä keltaisella betoniympyrällä. *Lemminkäisen Betonituoteyksikön* Tuusulan tehdas hoiti valu- ja asennustyöt. Lopullisessa koossaan teos on n. 2,5 x 2 x 1,3 metriä. Teos sijoitettiin Helsingin Torpparinmäen Näsinpuistoon ilman jalustaa aavistuksen maahan uponneena.

Teoksen käyttöikämitoitus tehtiin samoin kuin Asslerin teoksessa. Teoksen kustannukset ilman Rannikon palkkiota, veroja ja By:n kuluja olivat noin 15 000 euroa.

TAPAHTUMAN JATKUMINEN

Neuvotteluja käydään tällä hetkellä *Hannu Sirenin* Keravalle tulevan 4,5 metrisen pallon tekemisestä. Näin suuren pallon tekemisessä riittää haastetta betonialalle. Pallon rakennevertailuja on tehty elementtihojelmilla. Lemminkäinen Oyj on luvannut 40 000 euroa projektille konserniavustusta.

Sen sijaan *Veijo Ulmasen* Hyvinkäälle suunnittelema teos ei toteudu. Ulmasen suunnitelma on projektin suurin, sen kuutiomäärä on yli 13 m³. Se on tästä syystä myös melkoisen kallis, kustannusarvio on 54 000 euroa. Hyvinkään tekninen lautakunta päätti kokouksessaan syyskuun alussa korvata Ulmasen teoksen lipputangolla.

7

Hakunilan keskustan laajentumisalueen suunnitte-

lu Lahdenväylän molemmin puolin on edennyt suunnitelmien mukaisesti ja ensimmäiset luonnokset ovat valmistuneet. Suunnitelman esittely siirtyy kuitenkin tuonnemmaksi, koska niitä ei vielä ole julkistettu. Taiteilijat *Marja Kanervo* ja *Martti Aiha* osallistuvat suunnitelman tekemiseen.

Betonia-projektin kokemukset tähän mennessä ovat olleet hyvin positiivisia, kaupungit ovat saaneet uutta ilmettä rakennettuun ympäristöönsä, joka johtanee tilauksiin myös tulevaisuudessa. Maamme eturivin taiteilijat ovat oppineet käyttämään betonia, mikä on lähes kaikille ollut uusi materiaali. Uusia ennätyksiä lienee tehty myös betonirakenteiden kuutioidennoissa.

Päätöksenteko on eri kaupungeissa erilaista: osassa teokset hankkii taidemuseo, kuten Helsingissä, osassa tekninen toimiala, kuten Kotkassa.

KOKEMUKSIA RASITUSLUOKKIEN VALINNAN VAIKEUDESTA

Teokset on sijoitettu alueille, joissa ei ole talvikunnossapitoa ja sen takia valittiin rasitusluokat XC3, XC4 ja XF3. Asslerin teoksen paljastustilaisuudessa Kotkassa tuli mieleen – ehkä kotkalaisen koiranulkoiluttajan nähtyäni – että siinä kävelevät rasitusluokat XD3 ja XF4, jotka unohtuivat suunnitelmasta.

URBAN CONCRETE ART

“Urban concrete art” event is part of the Finnish Concrete Association’s 80th Anniversary festivities. The purpose of the concrete art event is to bring together artists, concrete experts and towns to develop and benefit from cooperation and know-how. Towns have an opportunity to acquire, at reasonable costs, durable works of art designed by acknowledged artists, with a quality assurance from the Finnish Concrete Association. The concrete industry, on the other hand, can take advantage of new innovations to create new applications for concrete.

The artists that have agreed to participate in the event include Martti Aiha, Federico Assler, Marja Kanervo, Pertti Kukkonen, Kimmo Pyykkö, Vesa-Pekka Rannikko, Hannu Siiren and Veijo Ulmanen. The drafts of all the works, which have all been presented in issue 1/2005 of the *Betoni* magazine, were completed at the turn of the year 2004/2005. Sculpture Park in Kotka presents Kimmo Pyykkö’s sculpture *On the Road* “On the Road” comprises five “suitcases” cast in concrete, placed on top of each other into two adjacent blocks. Each “suitcase” weighs between 70 and 350 kg. The blocks stand directly on the concrete pavement. The fibreglass moulds were made of old suitcases and trunks, supported in sand and cast in coloured concrete. Reinforcement bars were made of stainless steel and the surface was covered

with bee wax after casting. The exposure class of the concrete – XC3, XC4 and XF3 – was selected for a lifetime of 100 years. The sculpture stands on a road area, where no snow clearing or salting is carried out.

SCULPTURE PARK IN KOTKA PRESENTS FEDERICO ASSLER’S SCULPTURE VITAL PRESENCE

The leading artist of the Concrete event is sculptor Federico Assler from Chile. “Vitality” is the word used by the 76-year old artist to describe the essence of his work.

Assler designed the mould for his sculpture by joining together pieces of styrofoam. He cut the surface patterns of the sculpture on the inside surface of the mould with resistance wire. The cross-section of the sculpture is ca. 2 x 0,7 and it is abt. 5 m tall, giving it a total volume of 7 m³, excluding the foundations. It was cast-in-place using self-compacting concrete. Reinforcement consists of 10 mm and 12 mm bars. The styrofoam mould was stripped physically and the surface was washed with thinner.

The exposure class of the concrete – XC3, XC4 and XF3 – was selected for a lifetime of 100 years.

Torpparinmäki Näsinpuisto Park in Helsinki presents Veli-Pekka Rannikko’s sculpture *AAUMU*

AAUMU is an abstract sculpture cast in concrete dyed throughout, commissioned by the Art Museum of the City of Helsinki. It combines accurate graphic form with randomly created soft organic mass, which makes it a strange body fallen on the park sand from another dimension.

The mould for *AAUMU* was milled into styrofoam blocks glued together. A void was realised inside the basic shape cast in white concrete for lower weight and removal of hydration heat. The upper part was closed with yellow concrete bordered by a blue-grey concrete ring. The size of the finished sculpture is ca. 2.5 x 2 x 1.3 m. It was placed in the Torpparinmäki Näsinpuisto Park without a base, embedded slightly into the ground.

The exposure class of the concrete and the concrete cover – XC3, XC4 and XF3 – was selected for a lifetime of 100 years.

SUOMEN BETONIIHDISTYS RY

Betoniyhdistys, By, on riippumaton, betonin oikeaa käyttöä edistävä teknistieteellinen yhdistys. Sen lähes 800 asian- tuntijajäsentä edustavat laajasti betonirakentamisen eri osapuolia. Jäseninä on betonialalla toimivia yrityksiä, mutta ennen kaikkea rakennesuunnittelijoita, tutkijoita, työnjohtajia, arkkitehteja ja kuvanveistäjiä. Yhdistyksen tunnetuin toiminta liittyy betonirakentamisen teknisen ohjeiston ylläpitoon. BY:n teknisiä ohjeita käytetään yleisesti ja myös oikeustapauksissa ohjeina hyvästä betonirakentamistavasta. BY järjestää jäsentilaisuuksia, ylläpitää betonialan pätevyysjärjestelmiä FISE:n osakkaana, järjestää koulutusta, käynnistää ja ohjaa kehityshankkeita sekä konsultoi mm. ympäristöministeriötä.

Maritta Koivisto



Maritta Koivisto



5,6

Vesa-Pekka Rannikon suunnittelema teos “Aamu” Helsingin Torpparinmäen Näsinpuistossa.

7

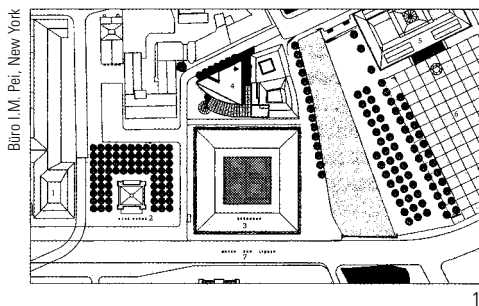
Aamu-veistos Lemminkäinen Oy:n Betonituoteyksikön Tuusulan tehtaalla heti pinnan hionnan jälkeen.

8

Aamu on abstrakti veistos, jonka nimikin viittaa avaruudelliseen olemukseen, kuten kuvanveistäjä Rannikko työtään kuvailee.

9

Kuvanveistäjä Vesa-Pekka Rannikko.



Saksojen yhdentymisen jälkeinen Berliini on 1990-luvulla ollut kaikkien tietämä rakentamisen laboratorio. Hektistä uudisrakentamista seuraa nyt nähtävillä oleva suvantovaihe ja Liittotasavallan talous rimpuilee suurissa vaikeuksissa.

Keskeiseen Berliiniin on kuitenkin kuin salaa noussut varsinkin sisätiloiltaan upea, laadultaan tinkimätön rakennus, *Der Ausstellungsbau für das Deutsche Historische Museum Berlin*. Kansleri Helmut Kohl tilasi suunnitelmat suoraan arkkitehti I. M. Peiltä jo vuonna 1995, ilman Berliinille 1990-luvulla muuten tyypillistä arkkitehtuurikilpailua ja laajaa debattia, vaikka tämäkin hanke ei siltä täysin välttynyt. Museoista oli tosin järjestetty läntiseen Spreen mutkaan ja Valtiopäivätalon tuntuun arkkitehtuurikilpailu ja sen voitto oli 1988 mennyt arkkitehti Aldo Rossille.

Historische Museumin vaihtuvien näyttelyiden talo valmistui ja vihittiin käyttöön vuonna 2003. Se liittyy kadun alitse myös arvokkaimman Berliinin ja Unter den Lindenin taikapäähän. Pei on luonut museon yhteyden myös kuuluisan paraatikadun kautta ja kattanut Zeughausin barokkisen Schlüterhof-sisäpihan, jonka läpi kuin yllättäen imeydytään palatsin takapihan ja Hinter dem Zeughaus-poikkikadun alitse uuden museon alimmalle tasanteelle.

Varsinainen käyntikortti uudelle museorakennukselle on postikorteistakin tuttu spiraalimainen, lasi- ja teräsrakenteinen, julkisivulinjasta ulkoneva porras, joka on herättänyt ristiriitaisia tunteita sekä kriitikoissa että suuressa yleisössä. Monet pitävät sitä turhana Peille tuttuuna puumerkinä, mutta se selittyy parhaiten rakennuksen sisätilasta käsin. Spiraalin ja suuren lasi-ikkunapinnan läpi voi tarkastella läheistä, sodan jäljiltä harvinaiseksi jäänyttä barokkiarkkitehtuuria ja Schinkelin päävartioita ja sitä ympäröiviä istutuksia.

HUIKEA INTERIÖÖRI KIVESTÄ JA BETONISTA

Uuden rakennuksen neljän kerroksen yli ulottuva keskushalli tasanteineen on yksinkertaisuudessaan ja perspektiiveiltään suurenmoinen. Vain noin kilometrin päässä sijaitsevat arkkitehtien Frank Gehryn *DZ -pankin*, Axel Schultesin *Baumschulenwegin krematorio* tai Kanzleramt edustavat uudemman berliiniläisarkkitehtuurin osalta samaa, suurenmoista kategoriaa.

Pein museorakennus on eritoten kohtaamisen ja orientoitumisen paikka, jossa ranskalainen luon-

nonkivi, lasi, teräs sekä loistava betonityö aikaansaavat lähes ajattoman kokonaisuuden. Sen henkisiä keskustelukumppaneita ja innoittajia ovat Karl Friedrich Schinkel, Louis Kahn ja tietyllä tavoin "valaistunut" Piranesi.

Vaihtuvien näyttelyjen tiloja rakennuksessa on neljässä eri tasossa. Niihin nähden lämpö- ja sisäilmaohallit vievät suuren määrän kuutioita. Mutta: Pein luomat betonista valetut tasanteet ovat olemassa myös siksi, että myös niiltä käsin voi tarkastella ympäröivää historiallista rakennuskantaa ja orientoitua tilassa, joka mahdollistaa useiden yhtäaikaisten näyttelyjen esillepanon. Keskusaula sitoutuu materiaalien ja portaikkojen avulla taitavasti kadun alitse toiseen "sisätilaan", barokkisen Zeughausin lasikatteeseen, juhlaan keskuspahaan.

Museon päämateriaali on Dijonin läheltä louhitua, vaaleata Magny Le Loire-kalkkikiveä. Betoni on värjätty pigmentoimalla se lähes luonnonkiven väriksi. Näkyviin jääneiden kattopintojen muotit on tehty hienohöylätyistä oregon-männystä ja työn laatu on erinomaista.

Pei on aiemminkin käyttänyt betonia, mutta erityisesti tässä kohteessa betoni ja arvokas, selkeästi detaljoitu luonnonkivi muodostavat hämmästyttävän ja taidokkaan kokonaisuuden. Vaikutelma on lähes yksiaineksinen, mutta betoni ja hieno muotittu ovat hienostuneesti läsnä, eivät naamioituina.

Tämän rakennuksen perusteella arkkitehtuuri on myös ja erityisesti vanhojen tekijöiden laji. Vaikka talo on jäänyt suhteellisen vähälle julkisuudelle, voi siitä myös todeta: "it photographs well." Tiloissa on myös harvinaista elokuvallisuutta – tilat on kuin luotu liikkumista varten.

Kirjallisuutta: I.M. Pei / *Der Ausstellungsbau für das Deutsche Historische Museum Berlin*. Prestel 2003. ISBN 3-7913-2861-1, www.preste.de

ALMOST LIKE STONE

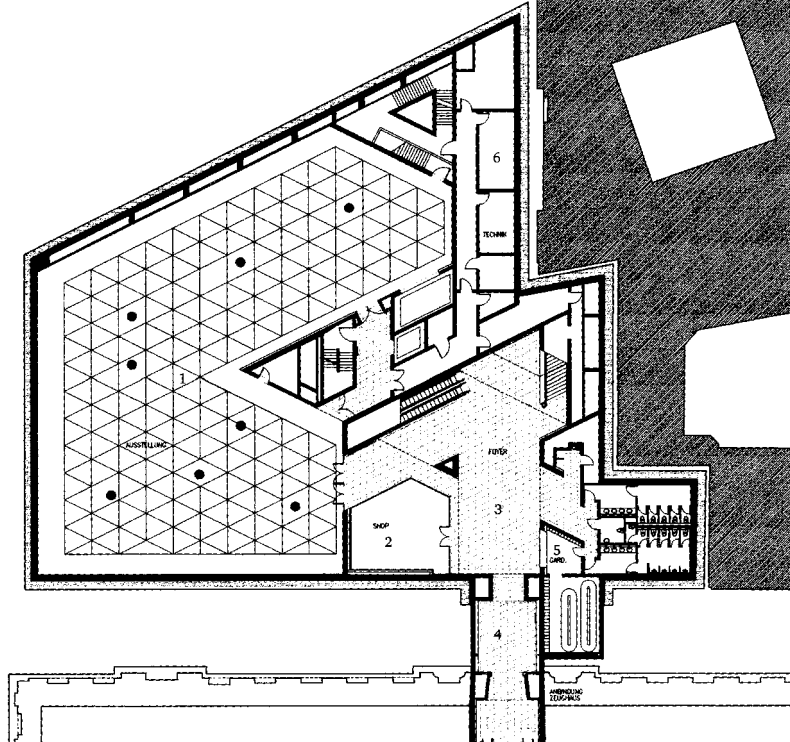
The Exhibitions Building of the Historical Museum of Berlin (Der Ausstellungsbau für das Deutsche Historische Museum Berlin) in downtown Berlin was completed and inaugurated in 2003. Chancellor Helmut Kohl ordered the designs for the building direct from architect I. M. Pei already in 1995, without an architectural competition,

1
Asemapiirros.

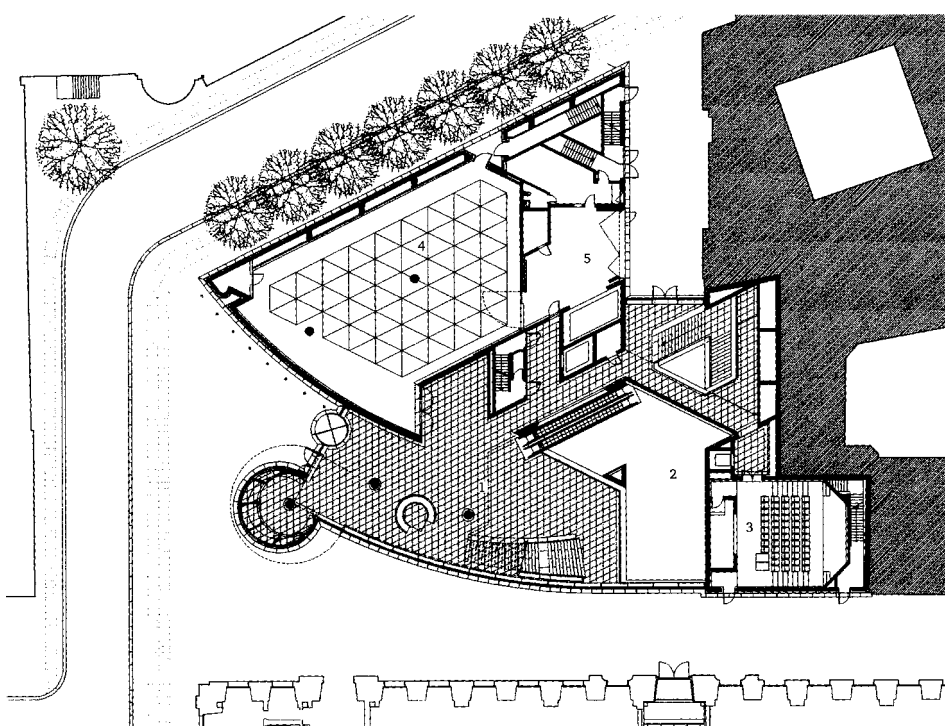
2
Julkisivusta erottuu spiraalimainen, lasi- ja teräsrakenteinen, ulkoneva porras.

3
Betonisilta tasanteilta käsin voi tarkastella ympäröivää historiallista rakennuskantaa ja orientoitua tilassa, joka mahdollistaa useiden yhtäaikaisten näyttelyjen esillepanon.

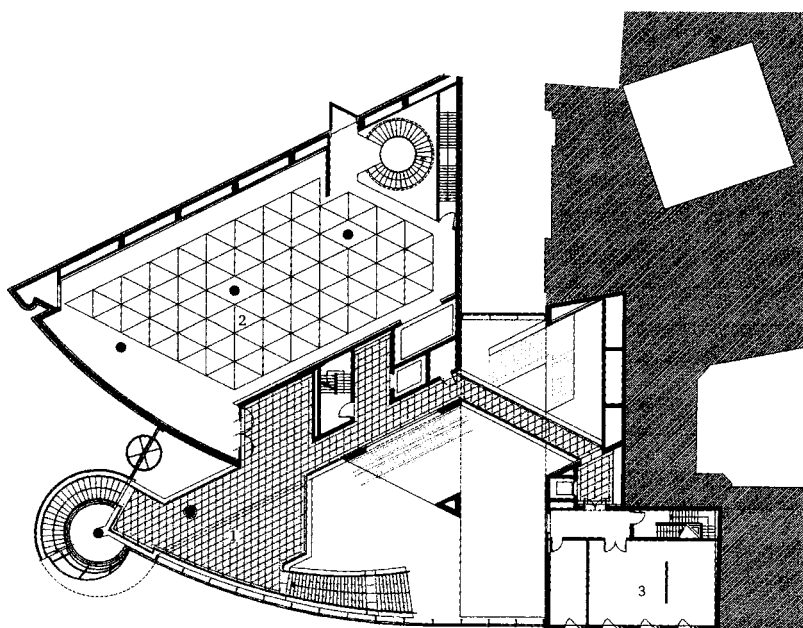




Büro I.M. Pei, New York



Büro I.M. Pei, New York



Büro I.M. Pei, New York

which was the typical procedure in Berlin in the 1990's, and without a wider debate, although not completely without comments.

The Exhibitions Building of the Historical Museum, which boasts a magnificent interior, is joined by means of an underground passage running under the street with the most prestigious part of Berlin and Unter den Linden. Pei also designed an access route to the Museum via the famous parade street and covered the baroque-style Schlüterhof internal courtyard of Zeughaus. The bottom level of the new museum can be accessed as if by accident through this courtyard, and under the rear wing of the palace and the Hinter dem Zeughaus cross street.

The glass and steel spiral staircase that is cantilevered from the façade surface is the true visiting card of the new museum building. The spiral construction and the large window surface provide a view to the near-by examples of baroque architecture, and to Schinkel's main guard and the surrounding plantations. This area of baroque architecture is one of the few areas that were not destroyed in the war.

The central lobby of the new building that rises to a height of more than four storeys, and its landings, represent magnificent design in simplicity and perspectives. New Berlin architecture can be found at a distance of less than a mile, including e.g. the DZ Bank designed by Frank Gehry, the Baumschulenweg crematorium by Axel Schultes and the Kanzleramt.

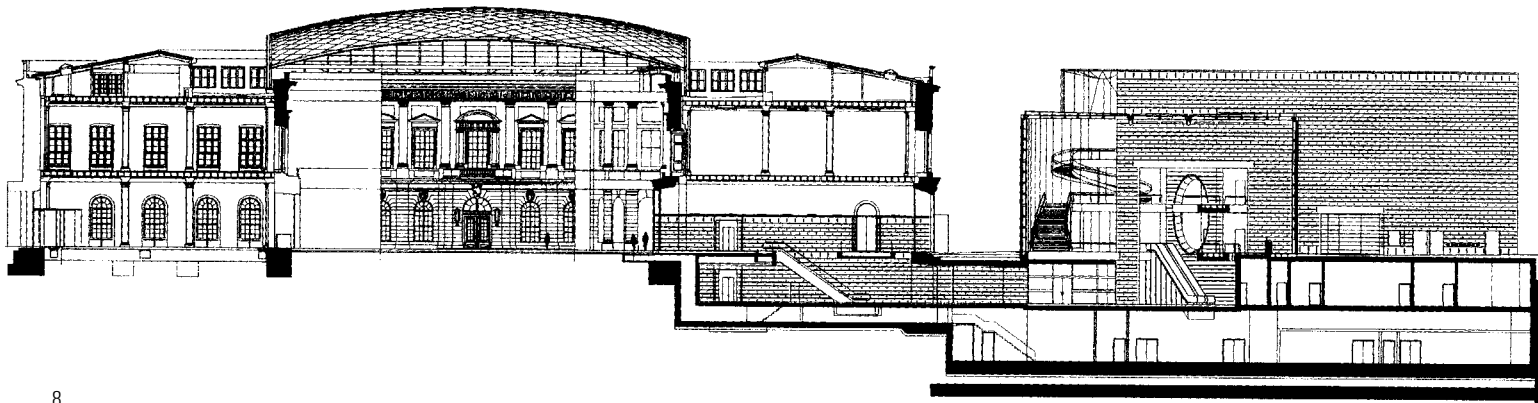
Pei has designed the museum building as a meeting place and a place for orienteering, with the use of French natural stone, glass, steel and concrete structures realised with utmost skill creating an almost timeless entity.

The building contains facilities for changing exhibitions on four different levels. The concrete landings serve as vantage points where one can admire the surrounding historical buildings and determine one's location in the space that allows several simultaneous exhibitions. The materials and the staircases of the central lobby tie it ingeniously via the underground passage to another "internal space", the grand baroque-style internal courtyard of Zeughaus, covered with a glass roof.

The main construction material of the museum is light-coloured Magny Le Loire limestone quarried in an area near the French town of Dijon. Concrete has been pigmented to look almost like natural stone. The formwork of visible roof surfaces is made of fine-planed Oregon pine.

Concrete and clearly detailed natural stone create an amazing and skilful entity and an impression of almost a single material, with concrete and fine formwork elegantly present, not concealed.

Literature: I.M. Pei / Der Ausstellungsbau für das Deutsche Historische Museum Berlin. Prestel 2003. ISBN 3-7913-2861-1, www.preste.de



8

4
Maantason alapuolinen kerros.

5
Maantasokerros.

6
1.kerros.

7
Sisätilojen betoni on värjätty pigmentoimalla se lähes luonnonkiven väriksi. Näkyviin jääneiden kattopintojen muotit on tehty hienohöylätystä oregon-männystä.

8
Museon poikkileikkaus.

TAIDE VALTASI LINNOITUKSEN

Pertti Vaasio, rak.arkkitehti RIA



Artikkelin valokuvat: Pertti Vaasio

1

Mallorca ja sen tyylikäs ja hienostunut pääkaupunki Palma de Mallorca tunnetaan ennen kaikkea matkailukohteena, mutta Palman kaupungilla on myös kukoistava taide-elämä. Merkittävin taidemuseo on ollut vuonna 1983 avattu *Pilar ja Joan Mirón* taidekeskus, jonka suunnitteli Espanjan johtava arkkitehti *Rafael Moneo*.

Nyt museo on saanut arvoistaan seuraa. Aivan kaupungin keskustassa sijaitsevaan vanhaan palatsiin on avattu nykypäivän espanjalaistaiteilijoiden töitä esittelevä museo. Siellä voi vaihtuvien näyttelyiden ohella nähdä myös muun muassa Picasson, Mirón, Dalin ja Grisin töitä.

Museon ja sen kokoelmat lahjoitti maailman rikkaimpien joukkoon kivunnut mallorcalainen *Juan March*.

Toinen uusi museo on vuoden 2004 alussa avattu *Es Baluard Museu d'Art Modern i Contemporani*, jossa pysyvien kokoelmien esittelyn lisäksi järjestetään taidenäyttelyitä.

LINNOITETTU KAUPUNKI

Strategisesta sijainnista johtuen saariryhmää ovat hallinneet monet kansat. Ne linnoittivat merkittäväksi satamaksi ja kaupungiksi kohonnutta Palmaa.

Kaupungin laajemmat linnoitustyöt käynnistyivät arabihallinnon päättyttyä vuonna 1229, jolloin aloitettiin kaupungin ympärysmuurin rakentaminen. Rakennustyöt jatkuivat seuraavien vuosisatojen ajan lähes keskeytyksettä.

Sataman äärellä oleva bastioni *Baluard de Sant Pere* katsottiin strategisesti tärkeäksi. Sitä laajettiin ja parannettiin 1700- ja 1800-luvuilla, kuten muitakin meren puoleisia varustuksia. Samoihin aikoihin koko kaupunki oli ympäröity kivisellä linnoitusmuurilla. Muurien sisäpuolelle jäävä alue oli noin neliökilometrin suuruinen.

Linnoitus muistuttaa samoihin aikoihin rakennetun Suomenlinnan varustuksia.

MUURIT MURTUVAT

Viimeiset linnoitustyöt tehtiin 1800-luvun alussa, mutta jo 1870-luvulla aloitettiin linnoitusmuurien purkaminen.

Talous ja kauppa vapautui, teollistuminen käynnistyi ja kaupungit muuttuivat avoimemmiksi. Muurit olivat sulkeutuneisuuden symboli ja niiden sotilaallinen merkitys mureni aseteknologian kehittyessä.

Lisäksi kaupungin väestö ei enää mahtunut muu-

1

Laajimmillaan linnoitus oli 1600- ja 1700-luvuilla, jolloin muurit ympäröivät koko Palman kaupungin.

2

3



2
Palma de Mallorcan uusiin taidemuseo kätkeytyy näiden
muurien taakse.

3
Pienoismalli linnoituksesta. Kapea kolmikerroksinen mu-
seorakennus sijaitsee taaimmaisen muurin vieressä.



4 rien sisäpuolelle. Kaupungin väkiluku oli vuonna 1800 noin 35 000 ja vuonna 1900 jo yli 60 000 henkilöä. Tällä hetkellä Palmassa asuu yli 300 000 asukasta.

Vuosina 1902 – 32 purettiin lähes kaikki maanpuoleiset muurit ja tilalle raivattiin muurien polveilevaa muotoa seuraava kehäkatu, joka on vieläkin olemassa. Samalla kuitenkin vahvistettiin muun muassa Baluardin rakenteita.

Alue säilyi sotilaiden hallussa aina vuoteen 1952, jolloin aloitettiin linnoituksen palauttaminen vanhaan asuunsa. Samalla valmistauduttiin siirtämään alue yleiseen käyttöön.

5 MUSEO VALTAA LINNOITUKSEN

Vuonna 1997 Serran taidesäätiö ja Palman kaupunki sopivat taidenmuseon rakentamisesta Baluardin alueelle. Mukaan tulivat myös Baleaarien saaria edustavat hallintokunnat.

Suunnitelmat laativat arkkitehdit *Vicenç Tomás Estera* ja *Ángel Sánchez-Cantalejo Ramis de Ayreflor* avustajinaan *Lluís* ja *Jaume Carcia-Ruiz Guasp*. Rakennustyöt aloitettiin vuonna 2000 ja ne valmistuivat 2003. Museo vihittiin tammikuussa 2004.

Museorakennus sijoitettiin hienovaraisesti linnoituksen rakenteiden sisään sen profiilia muuttamatta. Rakennettua pinta-alaa on parituhatta neliömetriä, josta varsinaista uutta näyttelytilaa on runsaat 500 neliömetriä.

Ulkoalueille sijoitettiin veistospuisto ja kahvilaravintola, josta on upea näköala Palman satamaan.

Kolmikerroksisen museon sisäänkäynti on keskimmäisen kerroksen kohdalla. Yhtenä upeana näyttelytilana on vuonna 1644 valmistunut maanalainen vesisäiliö, joka rakennettiin piiritysten varalle. Sen pituus on 35 ja leveys 11 metriä, holvattu katto ulottuu yhdeksän metrin korkeuteen.

ART CONQUERED THE FORT

The Romans founded the ancient town of Palma de Mallorca already in 123 BC.

Mallorca is best known as a tourist resort but the town of Palma is also a flourishing centre of art life. The most significant art museum is the Art Centre of Pilar and Joan Miró, opened in 1983, which was designed by the Spanish architect Rafael Moneo.

This museum has now got an equally dignified neighbour. A museum that focuses on contemporary Spanish art has been opened in an old palace in the centre of the town. In addition to changing exhibitions, the museum also displays art by e.g. Picasso, Miró, Dali and Gris.

The museum and the collections were donated by one of the world's richest financiers Juan March, a Mallorcan himself.

Another new museum is the Es Baluard Museu d'Art Modern i Contemporani, opened at the beginning of 2004, which offers both permanent collections and changing exhibitions.

In 1997 the Serra Art Foundation and the town of Palma concluded an agreement on the construction of an art museum in the Baluard area. The building was designed by architects Vicenç Tomás Estera and Ángel Sánchez-Cantalejo Ramis de Ayreflor, assisted by

Lluís and Jaume Carcia-Ruiz Guasp. Construction work started in 2000 and the museum was completed in 2003, with an inauguration ceremony in January 2004.

The museum building stands discreetly inside the structures of an old fort. Although the built area totals about 2000 square-metres, including more than 500 square-metres of actual new exhibition space, the architects managed to keep the profile of the old fort unchanged.

The grounds contain a park for sculptures and a cafeteria-restaurant with magnificent views to the Port of Palma.

The entrance to the three-storey museum is on the middle floor. An underground water tank built in 1644 in preparation for siege was converted into a fabulous exhibition space. The tank is 35 m long and 11 m wide, and the vaulted ceiling rises to a height of 9 m.

4 Näin näyttävästi mainostettiin museon näyttelyä.

5,8 Veistospiha odottaa taideteoksia.

6 Museorakennus kätkeytyy vanhojen muurien suojiin.

7 Betoniset puhdasvaluseinät johdattavat kävijät kohti museon sisäänkäyntiä.



6



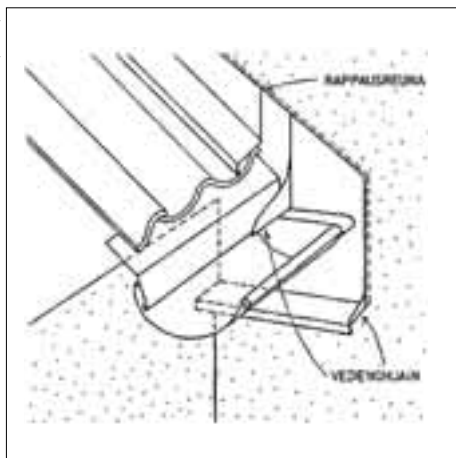
7



8

Jukka Lahdensivu, tekniikan lisensiaatti,
Tampereen teknillinen yliopisto (TTY), talonrakennustekniikan laboratorio

Betoniyhdistys



1

Rapattuja julkisivuja pidetään yleisesti arvokkaina ja kestävinä. Arkkitehtisuunnittelussa tällaisille rakennuksille ja julkisivuille on yleensä asetettu korkeat ulkonäkövaatimukset. Rappauksella on mahdollista antaa julkisivuille erilaisia muotoja ja värejä sekä saada aikaan nykyarkkitehtuurissa suosituja yhtenäisiä laajoja saumattomia pintoja. Myös rappauspinnan struktuurin valinta vaikuttaa oleellisesti julkisivun ilmeeseen. Arkkitehtonisiin vaatimuksiin pääsemiseksi rakennesuunnittelussa ja rappaustyössä tulee ottaa huomioon lukuisia tekijöitä, jotta lopputulos on kaikkia osapuolia tyydyttävä. Tähän tarpeeseen Suomen Betoniyhdistys julkaisi 1990-luvun lopussa Rappauskirjan by 46 väliaikaisena painoksena.

Runsaan viiden vuoden käyttökokemusten pohjalta suunnitteluohjeet on nyt uusittu ja ne julkaistaan Betoniyhdistyksen Tekniset ohjeet -sarjassa. Uusimistarvetta ovat aiheuttaneet mm. rappauslaastien nopea materiaalikehitys sekä rappauskorjausten tarkempien suunnitteluohjeiden tarve. Uutena asiana on suunnitteluohjeisiin otettu eristerappaukset, joiden kehitys on ollut nopeaa ja suosio on merkittävästi lisääntynyt viime vuosina.

Rappauskirja on jaettu luvuittain kuuteen kokonaisuuteen, joista ensimmäiset viisi lukua sisältävät käsikirjamaisen rappauksen suunnitteluohjeiston. Lukuun 6 on koottu kaikki keskeiset julkisivurappauksen työtekniikkaan ja eri laatutekijöihin liittyvät vaatimukset ja ohjeet, joihin työselostuksissa voidaan suoraan viitata. Vanhaan kirjaan verrattuna uudessa Rappauskirjassa on siirrytty selkeästi teknisempään suuntaan.

RAPPAUSTEN PERUSTIEDOT JA ARKKITEHTISUUNNITTELU

Kirjan alkuosassa on lista rappaukseen liittyvistä keskeisistä käsitteistä sekä niiden lyhyet selostukset. Rappausalustoista, niiden ominaisuuksista sekä käytettävistä rappauslajeista ja -materiaaleista on laadittu varsin kattavat selostukset. Kirja on laadittu siten, että siinä käsitellään pääasiassa ns. koviin alustoille tehtäviä rappauksia, eristerappaukset on koottu omaksi kokonaisuudekseen lukuun 5.

Rakennuksen materiaalivalintoihin on monia syitä ja lähtökohtia niin rakennuttajan kuin arkkitehdinkin tavoitteissa. Valintojen taustalla voi olla pyrkimys sovittaa rakennus ympäröivään raken-

nuskantaan, ilmentää rakennuksen olemuksella sen tehtävää tai tiettyä vaikutelmaa. Yleensä tavoitteena on myös aikaansaada pitkäikäinen, kauniisti vanheneva ja helposti korjattava rakennus. Myös muotivirtauksilla ja käyttöön otetuilla uusilla, kiinnostavilla menetelmillä on aina ollut oma vaikutuksensa valintoihin.

Rakennuksen ulkomuodon lisäksi rappauksen struktuurilla ja värillä on keskeinen tehtävä julkisivun lopullisen ulkonäön saavuttamisessa. Rappauspinta voidaan käsitellä karkeaksi tai sileäksi monin eri työtavoin. Rapparin ammattitaidolla ja ”käsialalla” on suuri merkitys pinnan ulkonäölle ja tasaisuudelle. Rappauksen ulkonäköä ja karkeutta säädel- lään myös kiviaineksen koolla. Rappari ja suunnit- telija varmistuvat yhteisestä ulkonäköavoitteesta parhaiten työmallien avulla. Julkisivun väri voidaan tehdä maalaamalla tai värjättyllä pintalaastilla. Arkkitehti valitsee usein lopullisen pinnan struktuurin ja värin paikanpäällä, jossa ympäröivä värimaailma ja todelliset valaistusolosuhteet ovat läsnä.

Rappauksen yksityiskohdilla ja erityisesti sade- vesien hallitulla johtamisella on keskeinen merkitys julkisivun ulkonäköön sekä rappauksen kestävyys- teen. Eri detaljit ovat tärkeä osa hyvää arkkitehtuu- ria ja arkkitehdin työtä. Rappauksen liittyminen räystäääseen, sokkeliin, parvekerakenteisiin, ikku- noihin sekä julkisivun mahdollisiin muihin materi- aaleihin kuten muurauksiin, kuorielementteihin, le- vytyksiin tai paneelointeihin on suunniteltava huolel- lisesti. Suunnittelussa on otettava huomioon sekä ulkonäkö että tekninen toimivuus.

RAPPAUSTEN TEKNINEN SUUNNITTELU

Rapattun julkisivun rakennesuunnittelussa tulee ot- ta huomioon lukuisia tekijöitä, jotta lopputulos täyttää kohteen niin arkkitehtoniset kuin käyttöikä- tavoitteet. Pitkän käyttöiän kannalta keskeisiä suunnittelutekijöitä ovat julkisivuihin kohdistuvien rasitusten ymmärtäminen, kosteusteknisen toimi- vuuden saavuttaminen, halkeilun hallinta sekä näi- hin liittyen erilaisten liitosten ja detailjen suunnit- teleminen.

Suomen ilmasto-olosuhteissa sade ja kosteus ovat rasitustekijöistä merkittävimmät. Ulkoseinän kannalta merkittävin saderasitus on viistosade, joka aiheutuu sateen aikana samanaikaisesti vai- kuttavasta tuulesta. Viistosateen määrä riippuu pystysuoran sateen intensiteetistä, tuulen no-

1

Uudessa Rappauskirjassa on säilytetty kaikki oleelliset jo vanhassa kirjassa esitetyt liitoskohtien periaatekuvat. Tässä kuvassa on esitetty seinään päättävän vesikourun vedenohjausperiaatteet.



2

peudesta ja pisaroiden putoamisnopeudesta. Viistosademäärät vaihtelevat suuresti eri vuosina ja vuodenaikoina, mutta yleisesti ne ovat suurimmillaan syksyisin, jolloin noin puolet koko vuoden sademäärästä sataa viistosateena.

Rakennesuunnittelijan tehtävänä on määrätä rakenteen rasitusluokka. Julkisivun rasitusluokkaan vaikuttavat mm. rakennuksen korkeus, rakennuksen sijainti, julkisivun saderasitusta alentavat rakenteet sekä onko rakenne kylmä tai lämmin. Rajatapauksissa on suositeltavaa, että valinta kohdistuu varmalle puolelle. Rapattujen julkisivujen rasitusluokat ovat:

- tavanomainen rasitus
- voimakas rasitus
- erityisrasitus

Kirjassa on esitetty rasitusluokittain mm. suositeltavat rappausalusta- ja laastiyhdistelmät sekä rappauslaastien ja -alustojen laatuvaatimukset pakkasenkestävyyden sekä pakkasenkestävyyden testauksen suhteen.

Rapatun julkisivun kosteusteknisessä suunnittelussa pyritään julkisivun rakenteet suunnittelemaan sellaisiksi, että kosteusrasituksesta on rakenteille mahdollisimman vähän haittaa. Julkisivun kosteusteknisen toiminnan ja pitkän käyttöiän varmistamiseksi kosteusteknisessä suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota:

- rappausalustan ja laastiyhdistelmien vaikutukseen sadeveden ja kosteuden läpäisyyn sekä materiaalien pakkasenkestävyyteen

- liitoskohtien toimivuuteen ja
- rappauksen sekä rappausalustan halkeilemattomuuteen.

Liitosten ja detaljien huolellinen suunnittelu ja toteutus ei pienennä rappauslaastin ja -alustan pakkasenkestävyysvaatimuksia. Laastien ja alustan on kestävä sade- ja pakkasrasitusta riittävässä määrin varmudella myös siinä tapauksessa, että liitoksiin ja detaljeihin tulee sellaisia vaurioita, että ne eivät toimi suunnitellusti.

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteeseen mekaanista rasitusta materiaalien erilaisten lämpöliikkeiden ja rakenteiden epätasaisten lämpötilanvaihteluiden vuoksi. Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat julkisivuissa tasonsuuntaisia siirtymiä korkeus- ja pituussuunnassa. Mikäli liikkeet eivät pääse vapaasti tapahtumaan, seurauksena on yleensä halkeamia. Eri syistä aiheutuvaa halkeilua, halkeilun hallintaa sekä liikuntasauvojen tarpeellisuutta ja sijoittelua uudessa Rappauskirjassa käsitellään huomattavasti aiempaa enemmän.

Rakennesuunnittelua käsittelevä luku 3 päättyy kalkkisementtilaasteilla tehtävien kolmikerrosrappauksen suositeltaviin laastiyhdistelmiin eri alustoilla ja eri rasitusluokissa. Yksi- ja kaksikerrosrappaukset tehdään usein sementtilaasteilla, joiden ominaisuuksia voidaan muokata erilaisin lisäainein, polymeerein ja kuiduin. Tällöin laasteille on mahdollisuus saada haluttuja ominaisuuksia mm. työstettävyyden, lujuuden, kutis-

Jukka Sevon



3

2

Rappauksella voidaan muodostaa erilaisia kuvioita julkisivuihin. Kuvassa Tampereen raatihuoneen kasettirappaus.

3

Laastin levitystä rappausruiskulla. Työnaikainen olosuhteiden hallinta vaikuttaa oleellisesti valmiin rappauksen laatuun. Rappauskirjaan on koottu ohjeistusta muun muassa tähän liittyen.

Laatu	Laatuksen korjaus
1.	rappauslaasti, katon pinnakorjaus
2.	rappauslaasti, maasto- ja sisämaahan (pöytä)
3.	Wasserdichteste putz pöytä, maasto- ja sisämaahan
4.	rappauslaasti, katonpinnakorjaus (pöytä)



4

tumaominaisuuksien jne. suhteen. Sementtilaastien reseptuuri on näin ollen varsin monenkirjainen, eikä niille voi tästä syystä antaa samaan tapaan yleisiä reseptuuriin perustuvaa suositustaulukkoa kuin KS-laasteille.

Rappauslaasteja valittaessa tulee laastiyhdistelmien valinta tehdä lähtökohtaisesti saman valmistajan tuotteista. Eri valmistajien tuotteissa saattaa olla sellaisia eroja, etteivät ne aina sellaisenaan sovellu käytettäväksi ristiin. Lähtökohtaisesti kaikkien rappauslaastien tulee olla pakkasenkestäviä ja niiden pakkasenkestävyys tulee osoittaa laboratoriotestillä.

RAPPAUSTEN KORJAUSSUUNNITTELU

Vanhan julkisivurappauksen kunto ja korjaustarve selvitetään aina ennen korjaussuunnittelun aloittamista kuntotutkimuksella. Kuntotutkimuksessa saatujen rakenteiden vauriotilaa kuvaavien tietojen perusteella on mahdollista valita soveltuvat korjausmenetelmät sekä arvioida niihin liittyviä riskejä ja korjauksen käyttöikää. Korjaustavan valinta riippuu aina ensisijaisesti rakenteen teknisestä kunnosta. Tekniset vaatimukset täyttävistä korjausvaihtoehdoista valitaan se, joka parhaiten täyttää kohteen arkkitehtoniset ja taloudelliset kriteerit.

Rakenteiden ikääntymässä tapahtuva julkisivurappauksen vaurioituminen johtuu pääosin ilmastoinnista aiheuttamasta säärasituksesta, joka saa aikaan materiaalien ominaisuuksien heikkenemistä eli turmeltumista. Turmeltuminen voi olla haitallisen nopeaa, mikäli käytetyt materiaalit tai työsuoritus ovat olleet heikkolaatuisia tai rakenneratkaisut virheellisiä tai huonosti toimivia. Säärasitus käynnistää useita rinnakkaisia turmeltumislmiöitä, jolloin julkisivun vaurioituminen tapahtuu yleensä useamman turmeltumislmiön yhteisvaikutuksesta. Turmeltumislmiöt ovat alkuvaiheessa hitaasti eteneviä, mutta vaurioiden edetessä turmeltumisnopeus yleensä kiihtyy.

Rakenteiden vauriomekanismeja ja kuntotutkimuksessa selvittettäviä asioita on kirjassa selvitetty lyhyesti. Kuntotutkimuksen tekemiseen ei tässä yhteydessä ole puututtu, koska siitä on olemassa omat julkaisunsa.

Rakenteiden vaurioitumisasteen ja vaurioiden laajuuden mukaan käytettävänä on seuraavia korjaustapoja:

- pinnoituskorjaus

- paikkaus- ja pinnoituskorjaus,
- rappauspinnan purkaminen ja uusiminen
- peittävä korjaus sekä
- rappausalustasta aiheutuvien vaurioiden korjaus.

Jokaisesta korjaustavasta on selostettu toimintaperiaatteet, soveltuvuus kuhunkin vauriotilanteeseen sekä korjauksessa käytettävät materiaalit ja tuotteet.

Rappauskorjauksia käsittelevä osuus on uudessa Rappauskirjassa kasvanut edelliseen verrattuna huomattavasti. Tavoitteena on, että korjaustavan valinta tehdään rationaalisesti teknisillä perusteilla. Tavoitteena on myös, että rappauskorjausten työselityksiin saataisiin kaikki tarpeelliset asiat määriteltä nykyistä tarkemmin ja yksiselitteisemmin.

ERISTERAPPAUKSET

Lämmöneristeen päälle tehtävistä rappauksista käytetään yleisnimitystä eristerappaus. Eristerappaus tehdään kolmikerros- tai ohutrappauksena suoraan lämmöneristeen päälle. Eristerappausjärjestelmät koostuvat lämmöneristeistä rappausalustasta, lämmöneristeiden ja rappausverkkojen kiinnikkeistä, rappausverkoista, lämmöneristeiden kiinnitysalustasta sekä rappauslaasteista.

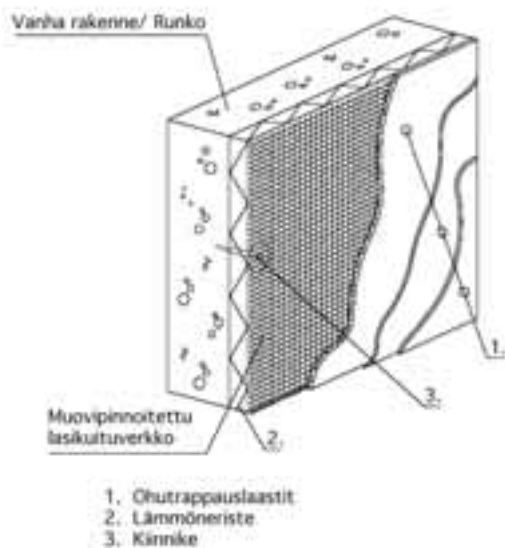
Eristerappauksen kehitys on ollut nopeaa viimeisten viiden vuoden ajan. Markkinoille on tullut useita kotimaisia ja ulkomaisia eristerappausjärjestelmiä, jotka ovat materiaalivalmistajien kehittämiä siten, että järjestelmän materiaalit sopivat yhteen. Suunnittelijan tehtävänä on valita suunnittelukohteeseen soveltuva järjestelmä markkinoilla olevista vaihtoehdoista.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon mm. rappauksille aiheutuvat mekaaniset rasitukset, kuten törmäys- ja iskukuormat sekä julkisivujen kosteustekninen toiminta ja liikutasaumojen tarve. Eristerappaukset ovat toiminnaltaan ns. tuulettumattomia rakenteita, joten rakenteeseen pääsevän kosteusmäärän on oltava mahdollisimman vähäinen ja kosteuden kuivumisen on oltava mahdollista. Myös rappauslaastien pakkasenkestävyydelle tulee suunnitelma-asiakirjoissa määritellä pakkasenkestävyysvaatimukset.

Ohutrappauksissa tulee kiinnittää erityistä huomiota lämmöneristeiden asentamiseen. Eristeiden tulee olla hyvin kiinni alustassaan, sillä kaikki rappauksen aiheuttamat kuormat välittyvät eristeiden

4

Esimerkki rapatun julkisivun vaurioiden esittämisestä.



5

kautta rakennuksen runkoon. Eristeiden tulee olla myös suoria, jotta julkisivun suoruusvaatimukset täyttyvät. Tarvittaessa eristeiden pinta oikaistaan esim. hiomalla tai kuumalankaleikkurilla.

JULKISIVURAPPAUSTEN VAATIMUKSET JA OHJEET

Kirjan loppuun, lukuun 6 on koottu aihepiireittäin kaikki rappausmateriaalien ja rappaustryön laatuvaatimukset sekä niiden toteamismenettelyt. Vaatimukset ja ohjeet on laadittu sillä tarkkuudella, että niihin voidaan suoraan viitata työselityksissä ja muissa rakentamisen asiakirjoissa. Vaatimukset esitetään normaalilla tekstillä ja kirjasinokoolla. Vaatimuksia täydentävät ohjeet ja selitykset esitetään sisennettynä ja pienemmällä kirjasinokoolla.

Rappaustryön valmistelevia toimenpiteitä ovat telineiden ja tarvittavien suojausien rakentaminen sekä työmaan yleiset järjestelyt sellaiseen tilaan, että rappaustryöt ovat mahdollisia. Tässä annetaan määräyksiä ja ohjeita mm. laastien varastoinnista, vastaanotosta sekä niiden merkitsemisestä työmaapäiväkirjaan, josta on malli kirjan liitteessä 2. Myös laastin laastinsekoitusvälineistä, laastin siirrosta, käytettävästä vedestä sekä jätteiden käsittelystä on pyritty antamaan selkeät ja yksiselitteiset vaatimukset.

Teline- ja suojarakenteilla pyritään mahdollistamaan rappaustryön tekeminen, ylläpitämään rappaustryölle ja jälkihoidolle sopivat olosuhteet sekä suojaamaan muut rakennusosat ja ympäristö laastiroiskeilta. Sääolosuhteiden huomioon ottamisella pyritään järjestämään optimaaliset olosuhteet rappaustryön eri vaiheille alustan kostutuksesta viimeisen pinnan tekemiseen. Tällöin korostuvat oikeat lämpötilat rakenteessa ja ilmassa sekä kosteusolosuhteet.

Rappaustryöhön ja jälkihoitoon liittyen esitetään rappaustryön onnistumisen kannalta otollisia vaatimuksia ja ohjeita, jotka liittyvät alustan käsittelyyn, mallitöihin, pellitysten asennukseen, rappauksen verkotukseen, laastin sekoitukseen sekä levitykseen, rappauksen jälkihoitoon ja pinnoitustöihin.

Vaatimusten selkeyden ja yksikäsitteisen mitattavuuden kannalta on pyritty antamaan eri laatu-luokkia ja niihin mitattavissa olevia lukuarvoja, kuten esimerkiksi rappausverkon asennuksesta. Niiltä osin, kun on olemassa olevia ohjeita ja normeja, kirjassa viitataan näihin.



6

result that will satisfy all the parties. For this reason the Finnish Concrete Association published the Plaster book towards the end of the 1990's, as a temporary edition.

On the basis of experience gained over more than five years, the Concrete Association has now revised these design guidelines and will publish them in the Association's series of technical guidelines. A new revision was required e.g. due to the continuous development of plasters and the need for more detailed instructions for plaster repairs. The new revision also discusses insulating plasters, which have experienced rapid development and a notable increase in popularity in the past few years. The new BY 46 Plaster book 2005 replaces the temporary edition published in 1999.

Viimeistelytyöillä tarkoitetaan sellaisia julkisivujen lopulliseen valmiuteen johtavia töitä, jotka eivät ole varsinaista rappautusta, mutta kuuluvat oleellisesti työn loppuunsaattamiseen. Tällaisia ovat mm. liikuntasauvojen tekeminen, suojausten poisto ja pintojen puhdistus, pellitysten asentaminen jne.

Kovettuneelle rappaukselle voidaan asettaa ulkonäkövaatimusten lisäksi vaatimuksia kiinnipysyvyydelle sekä halkeilulle. Tässä kohdassa on esitetty vaatimuksia lisäksi valmiin rappauksen suorudelle, valmiin pinnan tasaisuudelle ja värien tasaisuudelle. Niillä kohdin, kun ei ole ollut mahdollista esittää yksikäsitteistä mitattavaa suuretta, on annettu ohjeet vaatimuksen toteamiseksi. Eräs tällainen on rappauspinnan värien tasaisuus, joka tulee todeta katselmuksella.

Rappaustryöiden yhteydessä pidetään katselmuksia ja tarkastuksia, joissa todetaan tarkasteltavien työvaiheiden asiakirjojen mukaisuus. Tärkeimpiin katselmuksiin tulee kohteen urakoitsijan ja valvojan lisäksi osallistua työvaiheen kannalta keskeiset suunnittelijat sekä tilaajan edustaja. Eri katselmuksissa ja tarkastuksissa todettavista asioista on annettu vähimmäisohjeet.

Rappauksen pakkasenkestävyys on keskeisin julkisivurappauksen käyttöikään liittyvä materiaaliominaisuus. Siksi rappausmateriaalien pakkasenkestävyyden testauksesta on annettu omat selkeät vaatimukset ja ohjeet eri rasitusluokissa. Käytettävien rappauslaastien pakkasenkestävyyttä voidaan testata suorilla ja epäsuorilla menetelmillä. Testausmenetelmät jaetaan lisäksi laboratorio- ja työmaakokeisiin.

NEW REVISION OF PLASTER BOOK BY46

Prestigious and durable are attributes commonly associated with plastered façades. The appearance requirements specified for the architectural design of buildings and façades of this type are usually high. Plastering provides a means to create various forms and colours on façades and to produce large uniform, seamless surfaces, which are popular in contemporary architecture. The selection of the plaster structure also significantly influences the expression of the façade.

Many different factors need to be considered in structural design and in the implementation of plastering to meet the architectural requirements and create an end-

5 Ohutrappauksen periaate.

6 Periaatekuva poltetusta tiilestä muuratun kuorimuurin kolmikerrosrappauksesta: tartuntarappaus (1), täyttörappaus (2) ja pintarappaus (3).

ASUNTO OY TRIADI – KOLMEN ASUNNON RIVITALO PAIKALLAVALAEN

Petri Mannonen, dipl.ins., projekti-insinööri, Betonitieto
Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA, päätoimittaja Betoni



kuvat: Marko Huttunen ja Mika Vuoto

1



1

Rakennus sijaitsee jyrkällä kalliotontilla. Ulkoseinien sisäkuoren betonivalu käynnissä.

2

Kantavien ulkoseinien teossa käytetään Manto-järjestelmämuottia. Muottijärjestelmän purku käynnissä.

3,4

Ulkoseinien sisäkuoren betonivalu käynnissä.

5

2 Poikkileikkaus. Rakennuksen runko ja julkisivut tehdään paikallavalaen betonista.

Helsinkiin, lähes meren rannan tuntumaan rakennetaan parhaillaan kolmen asunnon rivitaloa. Rakennuspaikka on jyrkkä ja kallioinen, joten rakennustöitä edelsivät mittavat louhintatyöt. Rivitalon kokonaiskerrosala on 323 m² ja kokonaisala julkisivun ulkopinnasta laskettuna 760 m². Talossa on neljä kerrosta ja sen runko ja julkisivut tehdään kokonaisuudessaan paikallavalaen betonista.

Taloon tulee paikallavalettu julkisivu puhdasvalupinnoin. Julkisivubetoni tehdään itsestivistä valkobetonia. Käyttämällä itsestivistä betonia halutaan varmistaa mahdollisimman hyvät betonin puhdasvalupinnat.

Betonin kokonaismäärä on noin 650 m³, josta julkisivun valkobetoin osuus tulee olemaan 80 m³. Rakennusbetonin lujuusluokka on K30 ja julkisivun luokkaa K45-50.

Kantavien ulkoseinien teossa käytetään Manto-järjestelmämuottia, pohjakerroksessa käytettiin lisäksi suuremman kerroskorkeuden vuoksi korotuspaaloja. Muottikaluston nostoja varten työmaalle tilataan tarvittaessa autonosturi. Välipohjien muottina käytetään vakiopalkki-järjestelmää, jossa niskapalkkien päälle asennetaan toinen palkkikerta ja muottilevyt. Välipohjamuottien tuenta tehdään terästuilla.

Rakennuksen runkotyöt ovat edenneet pääsääntöisesti niin, että sivu- ja takaseinät on valettu samanaikaisesti kertavalulla. Tämän jälkeen on valettu ensimmäinen huoneistojen välinen seinä. Seinän valun jälkeen muotti puretaan ja se siirretään toisen huoneistojen välisen seinän valumuotiksi. Tämän jälkeen vuorossa on yläpuolisen välipohjan muotitus, talotekniikan, kuten viemäri- ja sähköputkien asennus muottiin, raudoitus ja betonin valu. Kaikki betoni siirretään muotteihin pumppaamalla.

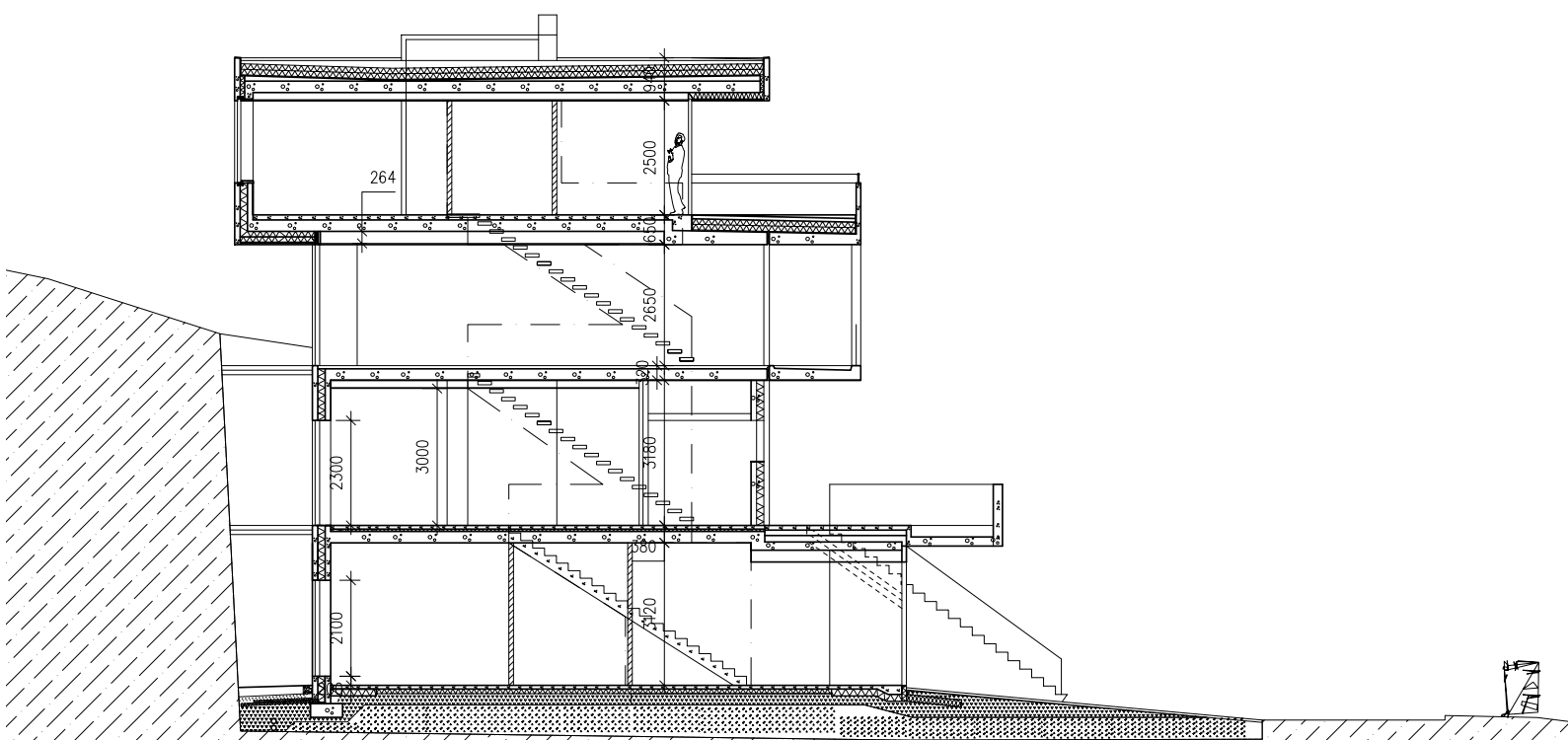
Raudoitteina käytetään työmaalla irtoteräksistä sidottua raudoitusta sekä verkkoraudoitteita. Välipohjissa tullaan käyttämään myös rullattavaa Bamtec -mattoraudoitteita, joiden asennusnopeus on moninkertainen perinteiseen raudoitukseen verrattuna.

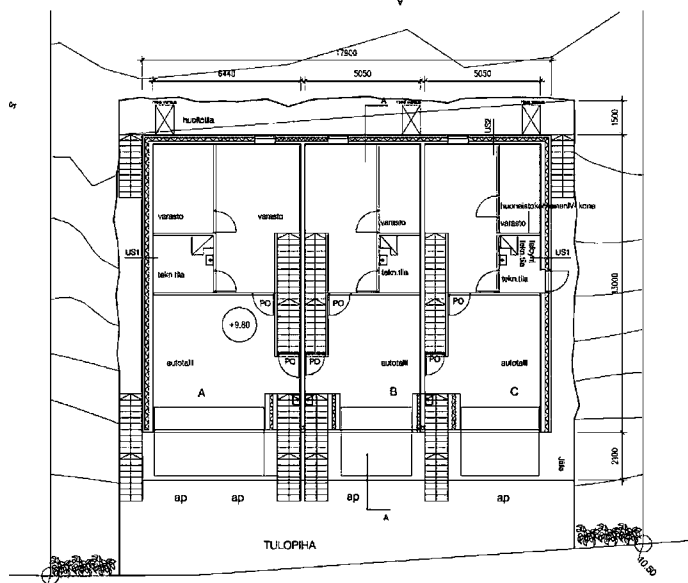
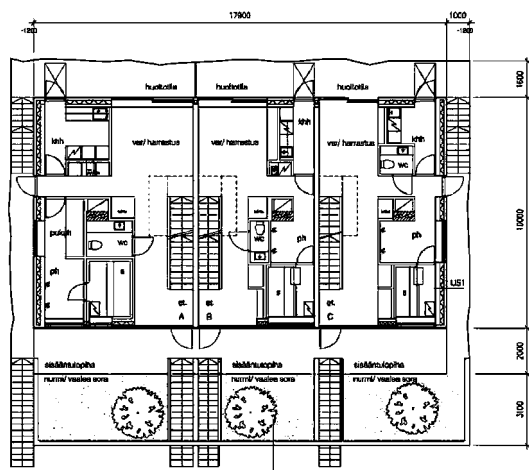
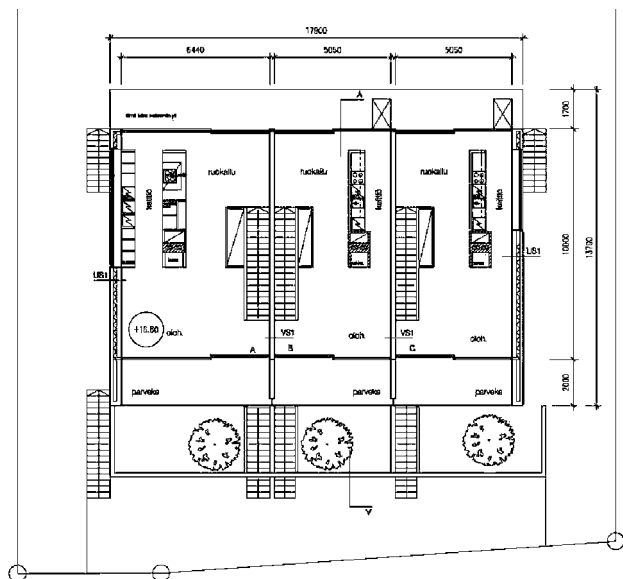
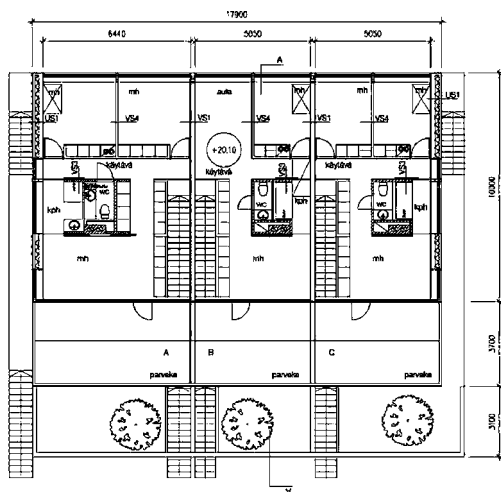
Kohteessa tullaan jättämään sekä ulko- että sisätiloissa käsittelemättömiä betonipintoja näkyviin.

Tämän vuoksi kohteessa kokeillaan uudentyyppistä UPM Kymmene Oy:n valmistamaa WISA-Form Elephant -muottia. Kyseistä muottia käytetään Suomessa ensimmäisiä kertoja, muualla Euroopassa se on ollut jo jonkin aikaa käytössä. Vanerimuotin pintakerros on tehty 1,5 millimetriä paksusta muovila-

3,4

5





6

7

8

9



10

minaatista. Tällaisen muottipinnan vedenimeytymisen ei vaihtelee muottipinnan eri osissa. Tällöin betonipinnoista on mahdollista saada tasalaatuisia ja -sävyisiä. Muottipintojen puhdistus on perinteisiin muottimateriaaleihin verrattuna vaivattomampaa, koska betoni irtaantuu helposti laminaattipinnasta. Tämän vuoksi muotit kestävät suuremman määrän valukertoja kuin perinteiset vanerimuotit.

Kahdessa alimmassa kerroksessa, autotallissa ja sisääntulokerroksessa tullaan betonilattiat tekemään sirotepinnoitteella.

Talon runko alkaa olla harjakorkeudessa loka-kuussa 2005. Betoni-lehti seuraa rakennustyön etenemistä myös seuraavissa numeroissa. Kohde valmistuu kevään 2006 aikana.

HOUSING COMPANY TRIADI – CAST-IN-PLACE THREE-APARTMENT TERRACE HOUSE

Housing Company Triadi is currently building a three-apartment terrace house in Helsinki. The total floor area of the house is 323 m² and the total area calculated from the outer surface of the façade is 760 m². The frame of this four-storey house will be completely cast-in-situ. The house will be completed in the spring of 2006, and the progress of the project will be followed in future issues of *Betoni*.

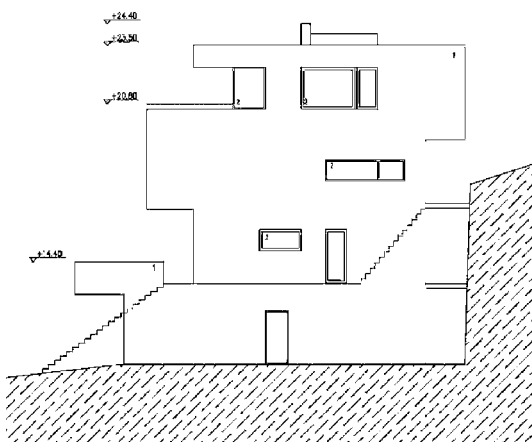
The concrete façade of the house will also be cast-in-place, using self-compacting white concrete. The total consumption of concrete is about 650 m³, with the white façade concrete accounting for ca. 80 m³. The strength class of the structural concrete is K30 and the strength class of the façade concrete is K45-50.

Manto system shuttering is used in the construction of the loadbearing external walls. The shuttering for intermediate floors consists of a standard beam system, with a second set of beams and the shuttering plates mounted on head beams. Steel supports are used for intermediate floor shuttering and the concrete is pumped into the shuttering.

Reinforcement consists of loose bars tied on the site, as well as reinforcement net. Bamtec reinforcement mat systems, which reduce the installation time significantly, will also be used in the intermediate floors.

Non-finished concrete surfaces will be left visible in both outdoor and indoor structures. For this reason, the new WISA-Form Elephant shuttering has been selected for trial use. It has a laminated plastic surface layer that allows a much greater number of reuses than conventional plywood shuttering. This will be the first time this new shuttering is used in Finland, but it has already been proven in other European countries.

Floor topping coating will be applied on the two bottom floors, the garage and the entrance floor.



KOHTEEN SUUNNITTELIJAT JA YHTEISTYÖTAHOT:

Arkkitehtisuunnittelu:

Arkkitehtitoimisto Huttunen & Lipasti Oy

Rakennesuunnittelu:

Insinööritoimisto Oy Matti Ollila & Co

Muottitoimittaja:

Ramirent Oy

WISA-Form Elephant -muottimateriaalit:

UPM-Kymmene Oy

Valmisbetonitoimittaja:

Lujabetoni Oy

Mattoraidoitteet ja muut raudoitteet:

Fundia betoniteräkset Oy



6

Pohjapiirustus 3. kerros

7

Pohjapiirustus 2. kerros

8

Pohjapiirustus 1. kerros

9

Pohjapiirustus sisääntulokerros

10

WISA-Form Elephant -muotilla valettua väliseinän puhtasvalettua betonipintaa, joka jää näkyviin sisätiloihin. Seinä heti muotin puron jälkeen.

11

Päätyjulkisivu

12

Välipohjan rauditus ja johdotusten asennus käynnissä.

13

Välipohjan betonivalu käynnissä.

14

Julkisivun ulkokuoren itse tiivistyvän valkabetonin valua.





Paroc Oy

Paroc Oy

JOHDANTO

Sisäkuorielementtitekniikan osuuden julkisivutuotannosta kasvaessa on syntynyt tarve saada sisäkuorielementtitekniikan detaljit ja suunnitteluohjeet samalle tasolle kuin sandwich-tekniikassa. Sisäkuorielementtitekniikka poikkeaa merkittävästi perinteisestä sandwich-tekniikasta, työteknisesti suurimmat erot sisäkuorielementtitekniikan ja sandwich-tekniikan välillä syntyvät elementtien välisissä liitoksissa.

Artikkeli perustuu diplomityöhön /1/, jonka tarkoituksena oli selvittää ja arvioida ulkoseiniä betonisisäkuorielementtitekniikassa nykyisin käytettyjä rakenneratkaisuja ja liitosdetaljeja sekä kehitystarpeita. Diplomityö oli osa Rakennusteollisuus RT ry:n sisäkuorielementtien kehityshanketta. Nykyisin käytettäviä perusratkaisuja selvitettiin elementtivalmistajille suunnatulla kyselyllä sekä haastatteluilla. Näistä saatuja tietoja täydennettiin haastattelemalla rakennuttajia ja suunnittelijoita, tarkastelemalla rakennesuunnitelmia sekä kirjallisuustutkimuksella. Tietojen perusteella koottiin peruseräkkeet ulkoseiniä sisäkuoritekniikan rakenneratkaisusta, valmistuksesta sekä työmaa- ja asennustekniikasta.

Diplomityössä käsiteltyjä ulkoseinätyyppejä olivat suomalaisessa uudisrakentamisessa käytetyt rapatut julkisivut, eriytyvät betonikuorijulkisivut ja yhdistelmäjulkisivut, joissa sisäkuorielementti ja julkisivurakenteet valmistetaan ja asennetaan eriaikaisesti. Liitoksista käsiteltiin erityisesti kantavien ja ei-kantavien sisäkuorielementtien liitoksia seinäelementteihin, vaaka- ja pystyrakenteisiin sekä ikkunan apukarmeihin. Myös rakenteiden ääneneristävyyttä arvioitiin ja määritettiin lämmöneristeen vähimmäispaksuudet neljälle eri rakennustyyppille.

SUUNNITTELU, VALMISTUS- JA TYÖMAATEKNIikka

Rakennusfysiikalla on mekaniikan ohella suuri merkitys ulkoseiniä suunnittelussa. Ulkoseinät joutuvat kosteus- ja lämpötilaräskityksille alttiiksi ympäristön ja sisätilojen olosuhteiden vaihdelluessa. Sisäkuorielementit sijaitsevat lämmöneristeen ja rakennuksen sisätilojen välissä, joten betonielementin lämpötilaolosuhteet ovat melko vakiot. Tuuletusraallinen rakenne on yleensä kosteusteknisesti hyvin toimiva, mutta lämmöneristeen tuulensuoja-

us ja mahdollisten kylmäsiltojen vaikutus tulee ottaa huomioon. Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan B4 uudistumisen myötä on otettu käyttöön uudet rasitusluokat ja betonipeitteen vähimmäispaksuudet. Käyttöikämitoituksella on suuri merkitys betonielementtien suunnittelussa.

Valmistustekniikan osalta elementtien muodonmuutosten hallinnassa tulee kiinnittää huomiota betonin koostumukseen ja tasalaatuisuuteen sekä käytettävien lisäaineiden vaikutuksiin. Oikea-aikaisella jälkihoidolla on suuri merkitys muodonmuutosten hallinnassa. Muodonmuutokset ja niistä aiheutuvat halkeamat betonissa vaikuttavat betoniterästen korroosioriskiin. Liiallinen tärytys voi aiheuttaa karkean runkoaineen erottumisen ja siten epähomogeenisen betonikoostumuksen josta seuraa halkeilua.

Sisäkuorielementtien työmaatekniikassa pyritään kaikki liitokset tekemään rakennuksen sisäpuolisilta tasoilta työskennellen. Liitosten tulee olla rakenteellisen toiminnan lisäksi myös ääniteknisesti toimivia. Tämä tulee ottaa huomioon pump-pusaumausta käytettäessä, saumabetonin tulee täyttää koko sauman leveys, jotta siltä vaadittavat ääneneristysominaisuudet täyttyvät koko seinärakenteen osalta. Ohuilla sisäkuorielementeillä tulee myös äänen sivutiesiirtymä ottaa huomioon.

Kustannusrakenteeltaan sisäkuoritekniikalla toteutettu julkisivurakenne on yleensä sandwich-rakennetta jonkin verran kalliimpi, sillä sandwich-julkisivu valmistuu yhdellä asennuksella eikä siinä yleensä ole kalliita kiinnitysosia, jotka nostavat sisäkuoritekniikalla toteutetun ulkoseinän kustannuksia. Myös sisäkuorielementtirakenteen asennuskustannukset ovat usein suuremmat sisäkuoren erillisestä asennuksesta johtuen. Sisäkuorielementtien käyttö kuitenkin mahdollistaa julkisivujen monimuotoisuuden, eri julkisivupintojen käytön ja rappausta käytettäessä jopa saumattoman julkisivun.

NYKYISET PERUSRATKAISUT

Sisäkuorielementtitekniikalla toteutettu ulkoseinärakenne sisältää julkisivurakenteen, tuuletusraon, tuulensuojanmateriaalin, lämmöneristeen ja betonisen sisäkuorielementin. Julkisivurakenteena voi olla yhdistetty julkisivu, eriytetty kuorijulkisivu tai rappaus. Tiilijulkisivussa tuuletusraon leveys on yleensä 40 millimetriä ja betonikuorielementtejä käytettäessä 30 millia. Rapatussa julkisivussa rappaus on yleensä

1
As Oy Siilitie 22, Herttoniemi, Helsinki. Sisäkuorielementtien asennus työmaalla.

2
As Oy Siilitie 22, Herttoniemi, Helsinki. Sisäkuorielementtirakenteisen ulkoseinän rappaus.

3
As Oy Siilitie 22, Herttoniemi, Helsinki. Valmis julkisivu.

4
Esimerkki ei-kantavien sisäkuorielementtien vaijerilenkiliitoksesta. Elementtien välisen sauman leveydeksi suositellaan yleensä 15 mm, jolloin erillistä muotitusta ei tarvita täytettäessä liitoskohta pumppusaumabetonilla. Lämmöneristeen sauma sijoitetaan elementtien sauman kohdalle, jolloin eristeen sauman tilkitseminen onnistuu sisäpuolelta eikä lämmöneristeen tarvitse ulottua elementin reunan yli.



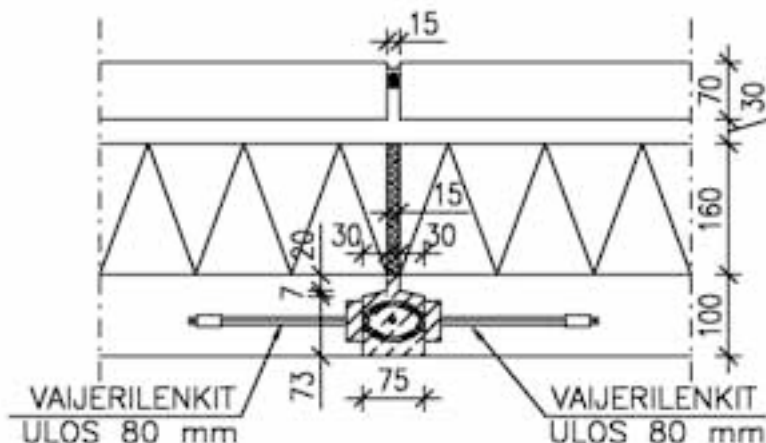
ilman tuuletusrakoa tiiviisti kiinni lämmöneristeessä.

Sisäkuorielementit voidaan jakaa kantaviin ja ei-kantaviin elementteihin. Kantavien sisäkuorielementtien paksuus on yleensä 150 milliiä ja ei-kantavien 100 milliiä. Ohuempien elementtien käyttöä ei suositella niiden muodonmuutosominaisuuksien, esimerkiksi suuremman käyristymän takia. Betonin lujuusluokka vaihtelee välillä K30 - K40 ja rakenneluokkana on yleensä 2-luokka. Kantavien elementtien raudoitukseksi käytetään yleensä pieliteräksiä ja tarvittaessa kaksipuolista teräsverkkoa. Pieliterästen halkaisija on 10 - 12 milliiä. Erilaisten aukkojen yhteydessä käytetään tarvittaessa lisäksi hakateräksiä. Ei-kantavissa sisäkuorielementeissä käytetään raudoituksena yleensä keskeistä teräsverkkoa, esimerkiksi #5 k150 ja tarvittaessa pieliteräksiä.

Lämmöneriste voidaan asentaa elementtiin jo tehtaalla elementin valun yhteydessä tai työmaalla erillisenä työvaiheena. Tehtaalla eriste voidaan sijoittaa valussa joko elementin alle tai päälle. Tehtaalla asennettaessa lämmöneriste on valmiina elementissä, mutta saumat joudutaan tilkitsemään työmaalla. Etuna on työmenekin pieneneminen työmaalla. Toisaalta asennettaessa lämmöneriste työmaalla ei tilkitsemistä tarvita ja saadaan aikaan yhtenäinen lämmöneristekerros. Lämmöneristeen tuulensuojauksen hoidetaan yleensä erillisellä tuulensuojalevyllä tai -villalla. Myös tuulensuojapinnoitettuja lämmöneristeitä käytetään. Lämmöneriste kiinnitetään betoniseen sisäkuorielementtiin yleensä mekaanisilla kiinnikkeillä valun yhteydessä tai työmaalla. Myös tartuntakiinnityksen käyttö on mahdollista tietyillä lämmöneristeillä. Lämmöneristekerroksen kokonaispaksuus on yleensä 160 milliiä, puu- tai teräsrankaa käytettäessä 175 milliiä.

Sisäkuorielementtien väliset liitokset toteutetaan yleensä vaarnalennkien avulla. Vaarnalennkit helpottavat elementtien asennusta perinteisiin teräslennkkeihin verrattuna. Elementteihin tulee keskimäärin 3 - 4 vaarnalennkkiä pätyä kohden. Laatasoihin liiittäessä voidaan käyttää myös vaarnalennkkejä tai perinteisiä teräshakoja. Sisäkuorielementti liitetään vaakarakenteisiin sidontapistekolojen avulla. Sidontapistekolojen koko vaihtelee hieman eri suunnittelijoiden välillä. Usein kantavien elementtien koko yläpää muotoillaan valutueksi, jolloin erillisiä muottirakenteita ei tarvita sisäkuorielementin ja laatan liitosta valettaessa.

Sisäkuorielementeissä käytetyt teräsosat vaihte-



levat julkisivuratkaisun mukaan. Yleisimmin käytetyt teräsosia ovat kiinnityslevyt ja erilaiset valuun asennettavat ankkurit esim. elementin työnaikaista tuentaa varten. Myös tiilisiteet voidaan asentaa elementteihin jo tehtaalla. Sisäkuorielementtien sidontapistekoloissa käytetään yleensä TW 16 -harjaterästankoa, mutta myös kierretankoa ja valuankkuria, jolloin muottiin ei tarvitse tehdä reikiä terästappeja varten. Myös muita teräsosia käytetään elementin liitosten mukaisesti.

KEHITYSTARPEET

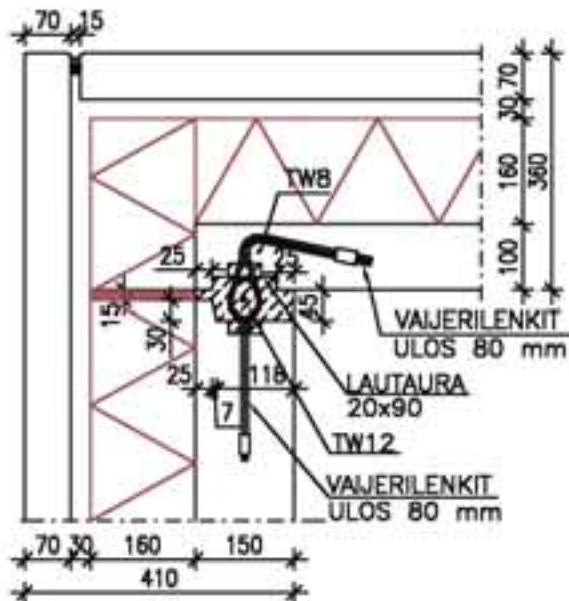
Ulkoseinien sisäkuorielementtitekniikassa käytetyt perusratkaisut, varsinkin liitosdetaljit, vaihtelevat melko paljon eri suunnittelutoimistojen ja suunnittelijoiden mukaan. Sisäkuoritekniikalla toteutettujen ulkoseinärakenteiden määrän lisääntyessä onkin tarpeellista yhtenäistää suunnittelukäytäntöä ja pyrkiä suunnittelemaan ja toteuttamaan ne vakioliitoksia ja detaljeja käyttäen. Uudet vakio-liitokset löytyvät sivuilta www.betoni.com.

Rakenneyksityiskohtien vakiointiin tulisi pyrkiä esimerkiksi vakioimalla sisäkuorielementteihin teh-

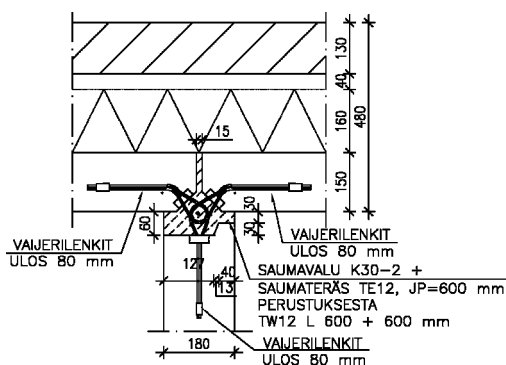
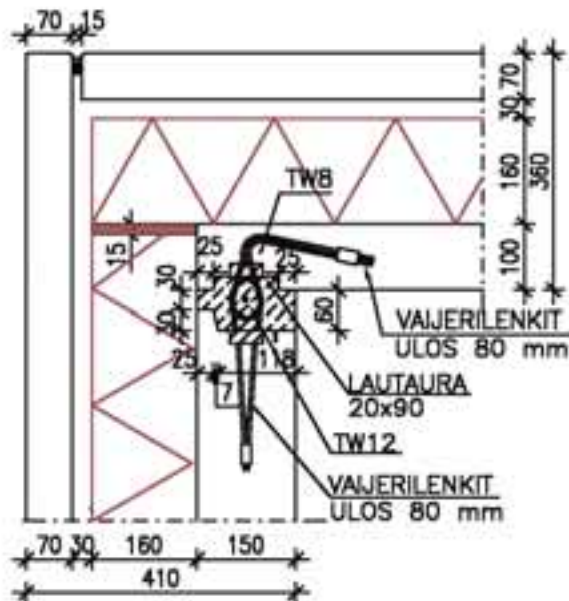
tävät aukot, kuten välipohjan sidontapisteaукot eli s-pisteaукot, jolloin voitaisiin tehtaalla käyttää valmiita, esimerkiksi metallisia tai muovisia aukkomuotteja. Ei-kantavissa elementeissä voidaan tutkia sidontapisteaукkojen jättämistä pois elementin alareunasta. Tarpeellinen kapasiteetti vaakavoimia vastaan voitaisiin hoitaa esimerkiksi betonivaarnalla.

Materiaalitekniisiä kehitystarpeita löytyy esimerkiksi lämmöneristekerroksesta, mm. uudentyypisen eristeen kehittäminen. Lämmöneristeen tulisi kestää nykyistä villaa paremmin kolhuja, olla vettä imevämätön ja kestää talviolosuhteita ilman erillistä sää-, uv- ja muuta suojaa. Myös ikkunoiden apukarmeissa käytetylle kestopuulle tulisi tutkia vaihtoehtoja, sillä kestopuu on jätteenä ympäristöongelma. Ikkunan apukarmeissa voitaisiin käyttää esimerkiksi lämpökäsittelyä puuta, jonka kosteusliikkeet ovat pieniä lämpökäsittelyn ansiosta. Myös betoniin tulevien kiinnitysosien kemiallista kestävyyttä tulisi tutkia.

Sisäkuorielementtien valmistuksessa käytetään jo nyt itsestivistä betonia (ITB). Itsestivistävän betonin lujuus on usein yli K60, mutta myös lujuu-



5



6

deltaan välillä K30... K40 olevan itsestivistyvän betonin valmistus on mahdollista. Itsetiivistyvän betonin käytöllä voidaan saavuttaa monia etuja. Itsetiivistyvä betoni täyttää muotit, varaukset ja ympäröi raudituksen ilman tärytystä, joten sillä voidaan tehdä tarvittaessa ohuempia ja monimuotoisempia elementtejä. Muotikalustolle itsetiivistyvän betonin käyttö asettaa suurempia vaatimuksia kuin tavallinen sisäkuorielementeissä käytetty betoni, muottien täytyy kestää suurempi muottipaine ja olla tiiviitä. Toisaalta itsetiivistyvällä betonilla voidaan myös saavuttaa hyvälaatuisia pintoja ja jopa mahdollisuutta sisäpuolisen pinnan erilaiseen pintakuviointiin voitaisiin tutkia. Ilman tärytystä saadaan aikaan myös meluttomampi työympäristö.

Elementtien valmistusta vaikeuttavat sidontapisteaukkojen tapit voidaan asentaa myös kierreillä, mikäli valuankkurit suojataan tehtaalla lialta ja roskilta. Tällöin vähennetään muotteihin tulevia reikiä ja samoja kierreankkureita voidaan käyttää myös nostoissa. Myös terästen muhviilioksen käyttöä voitaisiin tutkia. Kaidekiinnityksen yhdistäminen nosto-osiin on myös mahdollista. Työmaateknisiä ongelmakohtia ovat lämmöneristeen suojaaminen talvella asennettaessa ja kesällä muurauksen yhteydessä. Myös lämmöneristeen kiinnittäminen erikoispaikoissa kuten ulkonurkissa, voi olla ongelmallista. Tällöin tulee ottaa huomioon eristeen mahdollinen ylitys sisäkuoreen nähden. Tehtaalla kiinnitetty, elementin reunan ylittävät eristeet eivät välttämättä kestä kuljetusta ja asennusta ilman vaurioita.

Sisäkuorielementtitekniikalla toteutettujen ulkoseinärakenteiden kustannukset riippuvat elementtien, lämmöneristeiden, julkisivurakenteen ja kiinnitysjärjestelmien sekä asennuksen hinnoista. Mikäli kaikki tai ainakin osaa näistä eri tekijöistä saadaan hinnaltaan halvemmaksi, päästään koko sisäkuorielementtikassa halvempiin rakennetkaisuuihin. Tämä vaatii suunnittelun yhdenmukaistamista, jolloin voidaan käyttää halvempia vakioratkaisuja ja pidempiä elementtien tuotantosarjoja. Myös elementtien asennettavuuden kehitys, uudet ja kehittyneemmät lämmöneristeet ja muut materiaaliiratkaisut sekä kiinnitysosat ja -järjestelmät voivat alentaa kokonaiskustannuksia. Kustannussäästöjä voidaan saada aikaan muun muassa sisäkuorielementin valmiilla sisäpinnalla, kun tasoitustyön väheneminen nopeuttaa rakennuksen sisätöiden valmistumista. Tähän antaa mahdollisuuden esimerkiksi itsetiivisty-

vän betonin käyttö. Parempi kilpailukyky syntyy kaikkia osatekijöitä kehittämällä.

Lähteet:

Karvinen, S. Ulkoseinien sisäkuorielementtitekniikka ja kehitystarpeet. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, talonrakennustekniikka. Espoo 2005. 123 s + liitteet 13 s.

CORE ELEMENTS FOR EXTERNAL WALLS

For some element manufacturers, core elements account for more than half of their façade element production. The technique used with core elements is very different from the traditional sandwich technique. In terms of work methods, the greatest differences are connected with the joints between the elements.

The article is based on a thesis 1, which focused on studying and reviewing the structural solutions and joint details currently employed in concrete core elements of external walls, and on assessing the needs for further development. The thesis was part of the core element development project of the Confederation of Finnish Construction Industries.

The external wall types discussed in the thesis included the types used in Finnish new buildings, i.e. plastered façades, segregated concrete skin façades and combination façades, in which the core element and the façade structures are manufactured and installed separately. As far as joints are concerned, attention was particularly paid to the joints of loadbearing and non-loadbearing core elements to wall elements, horizontal and vertical structures and auxiliary window frames. The sound insulation capacity of the structures was also evaluated, and the minimum thickness of heat insulation was determined for the four different structural types.

An external wall realised utilising the core element technique consists of the façade structure, the ventilation space, the wind baffle material, the heat insulation and the concrete core element. The façade structure can be a combination façade, a segregated façade or a plastered façade. In brick façades the ventilation space is usually 40 mm wide, and in concrete skin element walls it is 30 mm wide. When a plastered façade is chosen, the plaster is applied tightly onto the heat insulation.

Core elements can be divided into loadbearing and non-loadbearing elements. Loadbearing core elements are usually 150 mm thick and non-loadbearing elements 100 mm thick.

External walls realised using the core element technique are becoming more popular, and for this reason more consistent design practices should be created, based on standard joints and details. New standard joints are presented at www.betoni.com.

5

Sisäkuorielementtien nurkkaliitokset. Vasemmalla ulkonurkan liitoksen saumaleveys 15 millimetriä ja oikealla ulkonurkan liitoksen saumaleveys 30 millimetriä. Vasemmanpuoleinen eristesauva voidaan tilkitä sisäpuolelta, kun taas oikeanpuoleinen joudutaan tilkitsemään ulkopuolelta. Mikäli lämmöneriste kiinnitetään työmaalla, on leveämpi sauma suositeltavampi sauman paremman täyttymisen takia.

6

Esimerkki väliseinän ja kantavien sisäkuorielementtien vajjerilenkkiliitoksesta. Sisäkuorielementtien välisen sauman leveys on 15 millimetriä. Väliseinän liittyessä sisäkuorielementteihin on sauman leveys 30 millimetriä ääneneristävyyden varmistamiseksi.

VÄLISEINÄ- JA KUORIELEMENTTEJÄ AUTOMAATTILINJALTA

– LUJABETONI OY ASTUU UUTEEN AIKAKAUTEEN SEINÄELEMENTTIVALMISTUKSESSA

Esa Silvennoinen, dipl.ins., Lujabetoni Oy

Betonista valmistetut seinäelementit ovat tyypillinen esimerkki tuotteista, joiden valmistusimpulssi tulee asiakkaalta. Tuotteita ei siis voida juurikaan tehdä varastoon. Tuotteiden yksilöllisyys ja lyhyet sarjat asettavat betonielementtien valmistajille suuria haasteita tuotannon tehokkaaseen ja joustavaan toteuttamiseen.

Kilpailukykyisen, taloudellisen ja tasalaatuisen tuotannon saavuttamiseksi elementtiteollisuuden tulee kiinnittää yhä enemmän huomiota valmistusteknologioiden kehittämiseen ja uusien käytäntöjen käyttöönottoon. Teknologian kehittämisellä ja aktiivisella käyttöönotolla on mahdollista saavuttaa huomattavia parannuksia tuotannon tehokkuudessa, joustavuudessa ja laadussa.

Seinäelementtiteollisuudessa tuotannon tehokkuutta ja joustavuutta on perinteisesti heikentänyt käsityön suuri määrä muottien kokoamisessa, elementtien raudoituksessa sekä valussa. Tuotannon tehokkuutta on lisäksi heikentänyt suunnittelijoiden ja tuotannon puutteellinen yhteistyö, jolloin useisiin detaljeihin ei ole kyetty kehittämään optimaalista valmistusratkaisua. Myös työturvallisuudessa ja tehtaiden siisteystasossa on betonielementtiteollisuudella ollut parannettavaa.

Suomen betonielementtimarkkinoiden toiseksi suurin toimija Lujabetoni Oy on ottanut merkittävän edistysaskeleen kohti joustavampaa ja tehokkaampaa tuotantoa investoimalla 2,5 miljoonaa euroa yhtiön Kantolan tehtaalle ja rakentaen Suomen nykyaikaisimman väliseinä- ja kuorielementtien tuotantolinjan. Uusi linja on tyypiltään niin sanottu kiertomuottilinja ja sen on toimittanut Elematic Oy. Investoinnin johdosta Lujabetonin seinäelementtien valmistuskapasiteetti lähes kaksinkertaistuu, jonka avulla yhtiö pystyy vastaamaan entistä paremmin lisääntyneeseen sisäkuorielementtien kysyntään.

Kiertomuottilinja on hyvä esimerkki siitä, miten nykyaikaisella teknologialla ja asioiden uudelleen ajattelulla voidaan tehostaa betonielementtien valmistusta. Kiertomuottilinnan kantavana ideana ovat lattiatasossa liikkuvat muottipöydät, jotka muodostavat ns. epätahtilinnan. Kiertomuottilinjalla valupöydät liikkuvat työpisteestä toiseen kun taas perinteisessä seinäelementtitehtaassa valupöydät ovat pysyneet paikallaan monimutkaisten tehtaiden sisäistä logistiikkaa ja materiaalivirtoja.

Kiertomuottipohjainen väliseinä- ja kuorielementtien tuotantolinja muodostuu muottiseinien kiinnitysalueesta, rauditusalueesta, valupaikasta, märän tuotteen viimeistelyalueestaan, jälkihoitoalueesta, kippauspöydästä ja viimeistelyalueesta. Lisäksi linjalla on puskuripaikkoja lisäämään linjan joustavuutta.

Käytetyt puskuripaikat mahdollistavatkin linjan käyttämisen epätahtilinjana - tuotteiden ei tarvitse tulla linjalta ulos samassa järjestyksessä kuin niiden valmistus on aloitettu, millä on huomattava tuotannon joustavuutta lisäävä vaikutus.

Kiertomuottilinnan muottilaitojen kiinnityspaikat on varustettu lasereilla, jotka heijastavat suunnitelmien mukaiset muottilaitojen paikat muottipinnalle. Käytettyjen lasereiden avulla pystytään nopeuttamaan muottiseinien kiinnitystä ja nostamaan lopputuotteen mittatarkkuutta. Muottilaidat kiinnitetään muottipöytään tehokkailla magneeteilla, mikä edesauttaa vähentämään työvaiheen työmenekkiä.

Muottilaitojen kiinnittämisen jälkeen valupöydät siirtyvät seuraaviin työpisteisiin, joissa tapahtuu muottien rauditus ja varustelu. Monimutkaisia varusteluita vaativia tuotteita varten on linjalle rakennettu lisäksi sivuunvetopaikkoja, joiden tarkoituksena on varmistaa linjan mahdollisimman tehokas ja häiriötön toiminta.

Valupaikalle muotit siirtyvät valmiiksi raudoitettuina. Itse muotin valaminen tapahtuu Comcaster -valukoneen avulla, joka nopeuttaa valutapahtumaa huomattavasti ja pienentää työtarvetta. Valutapahtumaan sisältyy ns. perinteisillä massoilla valettaessa tärytys, joka toteutetaan tärypöydän avulla, jonka tärytystaajuutta voidaan tarpeen mukaan säätää. Itsetiivistyville massoilla (IT-betoni) valettaessa tärytystarvetta ei ole.

Varsinaisen valutapahtuman jälkeen tuote siirretään valupaikalta viimeistelyalueelle, jossa suoritetaan pinnan viimeistely. Linjalla on lisäksi mahdollista valmistaa valmiiksi villoitettuja ja villoiteltulta pinnaltaan käsiteltyjä elementtejä.

Pinnan viimeistelyn jälkeen tuotteet siirretään automaattinostimella jälkihoitoalueelle kovettumaan. Jälkihoitoalue on muusta hallista eristetty tila, jonne valupöytiä pinotaan päällekkäin. Automaattinostimen käyttö vähentää merkittävästi tarvittavaa työ määrää.

Kovettuneet betonielementit siirretään jälkihoitoalueelta kippipöydälle, jossa viimeistelemätön seinäelementti nostetaan pystyyn siirrettäväksi viimeistelyalueelle. Tyhjät muotit palaavat puhdistettuna linjalle uusia valuja odottamaan.

Viimeistelyalueella suoritetaan tuotteiden laadunvarmistus ja paikataan mahdolliset virheet. Viimeistelyn jälkeen elementit kuljetetaan varastoon kuljetusvaunulla odottamaan asiakkaalle toimitusta.

Uuden epätahtilinnan periaatteen hyödyntäminen elementtivalmistuksessa mahdollistaa tehokkaamman ja turvallisemman tuotannon tekemisen vaikuttamatta negatiivisesti tuotannon joustavuuteen. Tuotannon siisteystasoa on mahdollista nostaa, kos-



7 Mallielementin valu Lujabetoni Oy:n kiertomuottilinnan vihkäisissä 9.9.2005.

ka esimerkiksi muottitöistä ja viimeistelystä aiheutuvat riskit rajoittuvat vain hyvin rajatulle alueella hallissa. Tuotannon tehokkuutta on ollut mahdollista nostaa selkeyttämällä materiaalivirtoja ja automatisoimalla rutiinimaisia työvaiheita, kuten muottien ajaminen jälkihoitovarastoon. Lisäksi työnteekemisen mielekkyyttä on parannettu paitsi mahdollistamalla siistimpi työympäristö niin myös ottamalla käyttöön uusia teknisiä laitteita kuten valutapahtumassa käytettävä valukone.

Tuotantoteknisten kehitysaskelien lisäksi Lujabetoni on kiinnittänyt huomiota koko toimitusketjun hallintaan palkkaamalla kaksi uutta suunnittelijaa suunnittelemaan tuotteita uudelle linjalle. Uusien suunnittelijoiden fyysinen sijainti on kiertomuottilinnan välittömässä läheisyydessä, jolloin tuotannon ja suunnittelijoiden yhteistyö tehostuu. Yhteistyön tiivistämisellä uskotaan saavutettavan merkittävää tuotannon tehostumista ja lopputuotteen laadun parantumista. Hallitun toimitusketjun avulla pystytään lisäksi nostamaan huomattavasti asiakkaiden kokemaa palvelun tasoa ja tarjoamaan heille yhä paremmin heidän tarpeisiinsa soveltuvia tuotteita.

PARTITION WALL AND SKIN ELEMENTS FROM LUJABETON'S AUTOMATIC PRODUCTION LINE

Concrete wall elements are products that cannot really be produced to stock. Due to the individuality of the products and the short series manufacturers of concrete elements face great challenges trying to set up effective and flexible production lines.

Lujabetoni Oy has built a new production line in the Kantola plant for the manufacture of partition wall and skin elements. The new production line based on a mould circulation system will almost double the production capacity of wall elements.

The concept of the mould circulation system is based on mould tables moving at floor level, which form a so-called asynchronous line, with the casting tables moving from one work station to the next.

In an asynchronous production line products move through the line at their own pace, which increases the flexibility of production significantly.

Reinforcement is installed in the moulds before they come to the casting station. The actual casting process is carried out using the Comcaster casting machine, which makes the process considerably shorter and reduces labour needs. When so-called conventional concrete is used, the casting process includes vibration using a frequency-adjustable vibrating table. Self-compacting concrete does not require vibration.

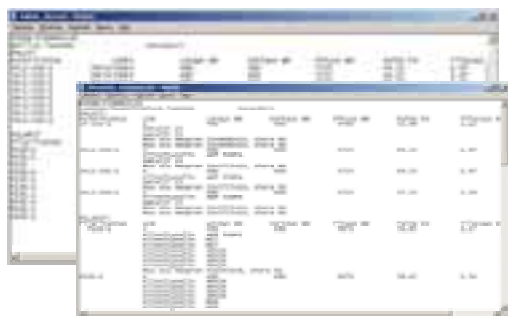
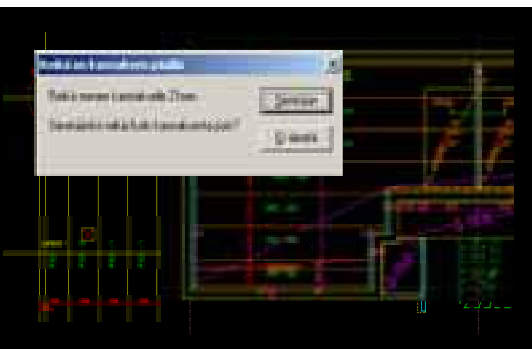
After the actual casting process the product moves on to the finishing station for surface finishing. The line can be used to produce elements complete with insulation wool as well as elements with a finished insulation wool surface.

After surface finishing an automatic hoisting device moves the products to the curing station.

The final station is for quality assurance and repair of any defects. The elements are then transferred to the warehouse to await delivery to the customers.

SCALECAD- ELEMENTTISUUNNITTELUOHJELMISTO

Veijo Artoma, Koskela Consulting Oy
Juha Rämö, Parma Oy



1

1
Suunnittelun ohjaus ja dokumentit

2,6
Ohjelmalla luodaan rakennuksesta 3D-malli

3
Tiedonsiirto suunnittelun ja valmistuksen välillä

4
Suunnittelussa voidaan hyödyntää arkkitehtisuunnitelmia

5
Runko-, laatasto ja seinäosioilla yhteinen projektin hallinta

ScaleCAD-suunnitteluohjelmisto laajenee kattamaan myös seinätuotteet. Nyt suunnittelijalla on jo käytössä ohjelmisto laatastojen sekä pilari-palkkirunkojen suunnitteluun. Seinäelementtiosio on viimeistelyvaiheessa ja se tulee markkinoille vuoden 2005 lopulla.

ScaleCAD -elementtisuunnitteluohjelmisto luo samalla mahdollisuudet sujuvaan tiedonvälitykseen elementtivalmistajan kanssa.

OHJELMAN TAUSTAA

Parma Oy aloitti vuonna 2000 yhdessä Finnmap Consulting Oy:n, JP-Kakko Oy:n, Magnus Malmberg Oy:n, Insinööritoimisto RJ Heiskanen Oy:n sekä Jidea Oy:n kanssa uuden elementtisuunnitteluohjelmiston kehittämisen.

Aluksi valmistuivat laatasto- ja runkoelementtien suunnitteluun soveltuvat ohjelmat. Ohjelmisto-projektin toinen vaihe, jossa kehitetään seinäelementtien suunnitteluohjelmaa, aloitettiin vuonna 2002 ja se valmistuu vuoden 2005 aikana.

Seinäelementtien kehityksessä ovat olleet mukana Tampereen Juva Oy, Ylimäki & Tinkanen Oy, Finnmap Consulting Oy Optiplan Oy, Jidea Oy sekä RT:n jäsenyritykset.

ScaleCAD:llä on koko elementtiteollisuuden tuki takanaan ja Betonitieto Oy vastaa ohjelmiston jatkokehityksestä, markkinoinnista sekä koulutuksesta.

SUUNNITTELU TEHOSTUU

ScaleCad-ohjelmistossa on valmiiksi mallinnettuna ne elementtiobjektit, vakioliitokset ja tarvikkeet, joita suunnittelijat käyttävät suunnittelussa. Suunnittelija rakentaa näistä elementeistä rakennuksen mallin ja voi tarkastella lisäksi taso- ja kaavionäyttöjä sekä yksittäisten elementtien mittapiirustuksia ja tarvikkelistoja.

Ohjelmisto vähentää merkittävästi kokonaistyötä, kun suunnittelijoiden ei tarvitse tarkistaa eri elementtien mittoja, reikiä, kiinnityksiä ym. ominaisuuksia erillisistä kansioista. Samalla myös virhemahdollisuudet pienenevät.

Ohjelmiin lisättyjen elementtiobjektien ominaisuuksien koonnissa on otettu huomioon suunnittelun, valmistuksen ja rakentamisen näkökulma.

ScaleCADin avulla elementtien tuotetieto, tieto tarvittavista elementeistä, niiden tarvikkeista ja materiaaleista tulee elementtitoimittajalle aikaisemmin, parempana ja vähemmällä työllä, mikä

puolestaan helpottaa, suunnittelun lisäksi, myös valmistuksen ja kokonaisprosessin hallintaa.

ScaleCAD on kehitetty sellaiseksi, että suunnittelun eri vaiheissa voidaan tuottaa halutun tason informaatiota. Esimerkiksi tehtaalte voidaan tuottaa jo ennakkoon tietoa materiaaleista, poikkileikkauksista sekä määristä.

PÄÄMÄÄRÄNÄ TUOTEMALLI

Tuotemallin hallinta on tuottavuuden paranemisen edellytys. Kun tietoa ei tarvitse etsiskellä, esimerkiksi laataston pystyy ohjatusti suunnittelemaan nopeasti ja tehokkaasti.

Erityisen tärkeää on tiedon kulku suunnittelijan ja valmistajan välillä.

Koko uudistuksen perusajatus on se, että kaikkein tarpeellisesta on olemassa suunnittelumalli, eikä ainoastaan viivajoukkoa.

RUNKO- JA LAATASTO -OHJELMA

Runko-osuudella voidaan suunnitella teräsbetonipilareita ja palkkeja sekä jännebetoni- ja liittopalkkeja. Myös Betemi-pilarit ovat mukana tuotevalikoimassa. Tuotepoikkileikkaukset noudattavat betoniteollisuuden suosituksia.

Laatasto-osuudella voidaan suunnitella TT-, HTT-, ontelo-, kuori- ja liittolaatastoja.

Suunnitelmia voidaan edelleen täydentää erillisillä rauditusohjelmilla.

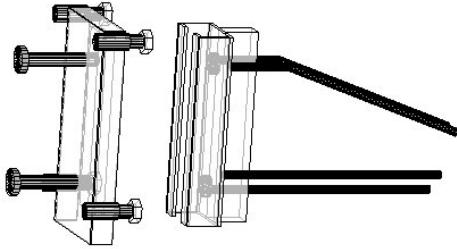
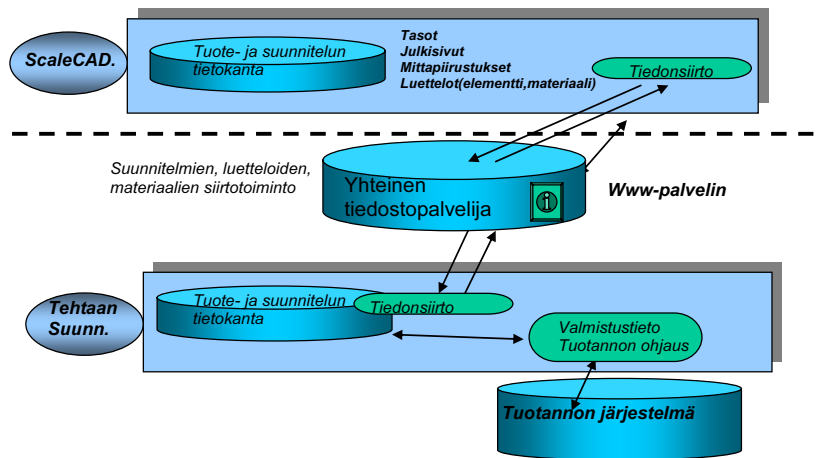
SEINÄELEMENTTIOHJELMA

Ohjelmalla voidaan suunnitella ulko- ja väliseinäelementtejä sekä parveke- ja porrastaselementtejä. Ulkoseinät voidaan suunnitella joko sandwich-rakenteisina tai ns. sisäkuoriratkaisuuksina.

ScaleCAD seinäosio sisältää työkalut seinäelementtien suunnitteluun liitoksineen sekä tarvikkeineen. Lisäksi ohjelma sisältää työkalut projektien sidosryhmien hallintaan sekä tarvike- ja detaljieditorit.

Ohjelman käyttämät yli 50 vakioseinäelementtiliitosta ovat betoniteollisuuden kehittämiä. Myös uudemman sisäkuoritekniikan vaatimat liitokset ovat mukana. Vakioteräsosien mallit ovat valmiina ohjelmassa.

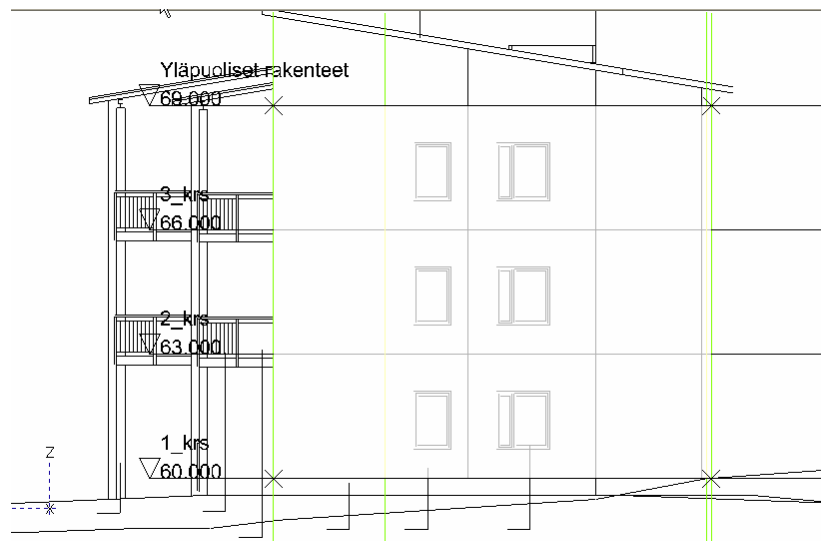
SUUNNITTELUTIETOJEN HALLINTA



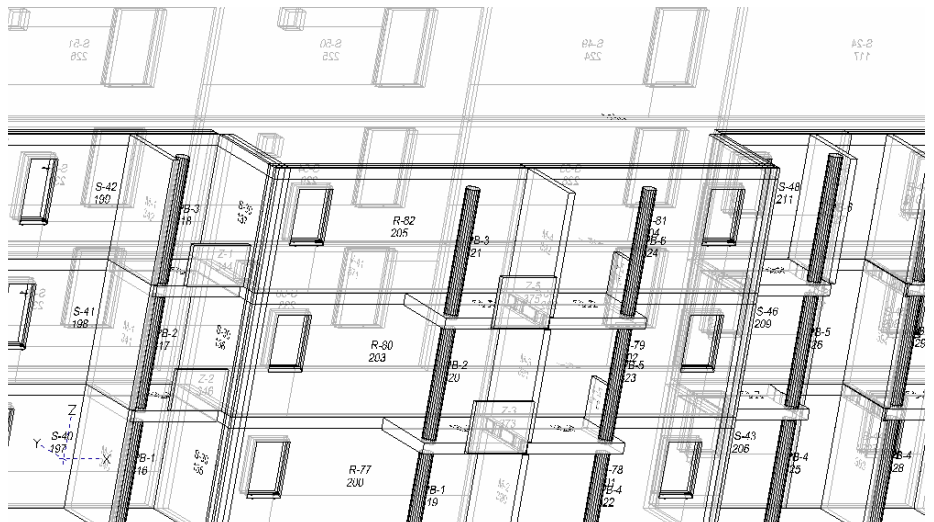
2

ScaleCAD lyhyesti:

- Elementtisuunnitteluohjelmisto
- Toimii yhdessä muiden Cad-ohjelmien kanssa, mutta voi käyttää myös itsenäisenä.
- Sisältää tarvittavat elementtiobjektit ominaisuuksineen.
- Ohjaa mittojen, aukkojen, reikien, liitosten, tarvikkeiden valinnassa ja alustavan kapasiteetin arvioinnissa.
- Sisältää rakenneluonnosten ja leikkausten aputyökalut.
- Automaattinen piirustusten, luetteloiden ja määrätietojen generointi.
- Ohjelmassa on huomioitu valmiudet IFC-standardin mukaiseen tiedonsiirtoon.
- Luo mahdollisuudet integroituun tiedonsiirtoon elementtitoimittajan kanssa.



4



5

6



Timo Kuikkala



Timo Kuikkala

1,2
Helsingin Kampin bussiterminaalien lattioiden kulutusrasitus on kova ja lisäksi bussien pyörien mukana kulkeutuvat tiesuolat lisäävät kloridirasitusta merkittävästi. Lattiat on tehty sirotepintaistena.

3
Kampin bussien paikoitusruutujen reunat on vahvistettu teräsreunuksin. Kovaa kulutusta kestävä harmaa sirote-lattia edellytti erikoisrunkoaineita sisältävän siroteen käyttämistä ja kohteessa tuotteeksi valittiin korundia sisältävä Neodur HE2.

Liikennöidyissä kohteissa samoin kuin kovan kulutuksen teollisuusalustoissa yksi tärkeimpiä suunnittelutekijöitä on pinnan kulutuskestävyys. Yleisimpänä menetelmänä kulutuskestävyyden varmistamiseksi on pintasiroteen käyttäminen. Tässä artikkelissa käsitellään Kampin bussiterminaalien pohjalta tekijöitä, jotka tulee huomioida pintasiroteen valitessa ja sirotepintaa tehtäessä erityisesti rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin sekä lattiaurakoitsijan kannalta.

KAMPIN BUSSITERMINAALI

Kampin bussiterminaalissa jo itse lattiabetonin valinta oli vaativa toimenpide. Runkorakenteiden betonille on asetettu 100 vuoden käyttöikävaatimus, jona aikana karbonatisoituminen tai kriittinen kloridipitoisuus ei saa saavuttaa raudoitusta. Diplomi-insinööri Teuvo Meriläinen on käsitellyt kohteen betonilaadun valintaa jo aiemmin (Betoni 2/2004), joten sitä ei tässä artikkelissa käsitellä.

Vaikka perusbetoni on tehty täyttämään korkeat vaatimukset, on riski ongelmille bussiterminaalien lattioissa silti suuri. Bussien kulutusrasitus on kova

ja lisäksi bussien pyörien mukana kulkeutuvat tiesuolat lisäävät kloridirasitusta merkittävästi. Tekniikan lisensiaatti Aki Meuronen Insinööritoimisto Aaro Kohonen Oy:stä tutki eri vaihtoehtoja riskin poistamiseksi ja päätyi pintasiroteen käyttämiseen tuoreen betonin pinnassa.

Suomessa ei pintasiroteiden eri tyypeille ole mitään erityisiä vaatimuksia ja näin tässä kohteessa jouduttiin turvautumaan Saksassa käytettyihin vaatimuksiin. Tarjouskyselyssä asetettiin vaatimukset käytettävän siroteen kovuudelle (Mohs >7), taivutuslujuudelle (>10 MPa), puristuslujuudelle (>70 MPa) ja kulumiselle (< 7 cm³/50 cm²). Kaikkien näiden arvojen täyttäminen edellytti erikoisrunkoaineita sisältävän siroteen käyttämistä ja kohteessa tuotteeksi valittiin korundia sisältävä Neodur HE2.

KOVAN KULUTUKSEN BETONILATTIA

Betonilattian kulutuskestävyysluokat ja niiden mitausperusteet on määritelty Betonilattiaohjeissa (BLY 7 / by 45). Kulutuskestävyys jaetaan ohjeissa neljään luokkaan, 1-4, joista 1 on vaativin. Teollisuuskohteissa, joissa kulutuskestävyys on merkittävä laatuksiteeri, ei tulisi käyttää huonompaa laatu-luokkaa kuin 2. Vaativimmissa kohteissa suositellaankin yleensä käytettäväksi kulutuskestävyysluokkaa 1 ja vähemmän vaativissa teollisuuskohteissa luokkaa 2. Mikäli kohteessa ei ole liikennekuormia eikä siellä käytetä kovapyöräisiä trukkeja, voidaan harkinnan mukaan käyttää myös kulutuskestävyysluokkaa 3.

Betonilattiaohjeen rakentamista koskevassa osassa on käsitelty tapoja saavuttaa eri kulutuskestävyysluokat. Luokkaa 1 ei ohjeiden eikä käytännön kokemustenkaan mukaan ole mahdollista saavuttaa kuin siroteilla tai erillisellä 10...20 millimetrin kovabetonipinnalla.

Kovabetonipinta voidaan tehdä ns. tuoretta-tuoreelle-menetelmällä tai jälkivaluna. Kovabetonipintaa tehtäessä käytetään samoja korkealuokkaisia materiaaleja kuin pintasiroteissa eli sementtiä ja erikoisrunkoaineita. Näiden lisäksi kovabetonit sisältävät muitakin lopputulosta parantavia raaka-aineita, kuten polypropyleenikuitua. Kovabetonit ovat Keski-Euroopassa siroteita yleisempi tapa tehdä kulutuskestäviä, erittäin tasaisia lattioita (Superflat Floors). Tässä artikkelissa keskitytään kuitenkin sirotelattioihin.



3

Myös kulutuskestävyysluokkaan 2 pääsemiseksi suositellaan pintasirotetta tai kovabetonipintaa mutta siihen voidaan päästä huolellisella työllä ja oikealla betonivalinnalla myös normaalia 30...70 millinn pintabetonia käyttämällä.

RASITUSLUOKAT

Saksalaisissa normeissa (DIN 18560) teollisuuskoh- teiden rasitusluokan määrittelyssä mennään pi- demmälle kuin Suomessa. Siellä rasitusluokkia on kolme (kuva 4). Trukkityypin luokitus perustuu puh- taitisiin pyöriin. Mikäli pyöriin tarttuu likaa tai siruja, jotka lisäävät lattiaa kulutusta, tulee se huomioida rasitusluokan valinnassa.

SIROTETYYPIN VALINTA

Pintasirotetta käytettäessä voidaan hankkia pelk- kää kovaa runkoainesta ja sekoittaa siihen työmaal- la sementti. Tämä on kuitenkin nykyään erittäin har- vinaista, sillä lopputulokseen vaikuttaa oleellisesti myös käytettävän sementin laatu sekä sementin ja runkoaineksen sekoitussuhde. Niinpä suositellaan ja myös käytetään tuotteita, joissa sementti ja run- koaines ovat valmiiksi sekoitettuna. Näin vältetään myös riski vääristä sekoitussuhteista, joita työmaa- olosuhteissa helposti tulee.

Sirotyypin valinnassa tulee mielestäni yhdis- tää suomalaiset ja saksalaiset ohjeet. Suomalais- ten ohjeiden mukaan päätettäisiin milloin sirotepin- ta yleensä on tarpeellista eli käytännössä kulutus- kestävyysluokan 1 ja 2 lattioissa. Saksalaisten nor- mien mukaan taas päätettäisiin sirotetyyppi.

Rasitusluokka	Trukkityyppi	Teollisuustyyppi
I (raskas)	Teräs- tai polyamidipyörät	Metallirakenteiden käsittelyä ja liikuttelua lattiapinnalla, yli 1000 henkilön päivittäinen jalankulku
II (keskiraskas)	Uretaani- tai umpikumipyörät	Puu-, paperi- tai muovirakenteiden käsittelyä ja liikuttelua lattiapinnalla, 100-1000 henkilön päivittäinen jalankulku
III (kevyt)	Ilmatäytteiset kumipyörät	Asennustöitä pääasiassa pöytäpinnalla, alle 100 henkilön päivittäinen jalankulku

4

PINTASIROTTEET VOIDAAN KARKEASTI JAKAA KOLMEEN TYYPPIIN.

Perussirotteet sisältävät vain luonnonkiviaineksia, yleisimmin kvartsia. Nämä sopivat kevyemmin kuor- mitettuihin sirotelattioihin eli saksalaisen määri- tyksen mukaan luokan III teollisuuslattioihin.

Kovan kulutuskestävyyden sirotteet sisältävät pölyämättömän, vedenhioman jokikvartsin lisäksi joitain kovia runkoaineksia, kuten korundia ja metal- lurgiateollisuuden tuotteita. Näiden tuotteiden ko- vuus ja kulutuskestävyys ovat huomattavasti parem- mat kuin perussirotteilla. Niinpä niitä tulisi käyttää rasitusluokan II teollisuuslattioissa ja mielestäni ne sopivat myös luokan I lattioihin kohteissa, joissa ei ole kovaa isku- tai laahausrasitusta. Tämä siksi, että parhaat näistä sirotteista sisältävät myös sitkeyttä antavia aineosia, kuten diabaasia.

Kolmas tyyppi on ns. metalliset sirotteet, joissa em. materiaalien lisäksi on metallisia raaka-ainei- ta, jotka vielä lisäävät kulutuskestävyyttä sekä myös iskujen ja laahauksen kestävyttä. Nämä ovat omiaan rasitusluokan I lattioille. Metallisirotteita

4

Saksalaisissa normeissa (DIN 18560) teollisuuskoh- teiden lattioissa rasitusluokkia on kolme.



PitMat Oy



PitMat Oy

valittaessa on tärkeä varmistaa, että käytettävä sirote on ruostumaton.

SIROTEPINNAN VÄRISÄVY

Vaikka suurin osa sirotelattioista tehdään sementinharmaata perussävyä käyttäen, on myös värillisten sirotelattioiden käyttö lisääntynyt. Heti alkuun on todettava, ettei värillinen sirotelattia ole esteetinen eli ns. Design-lattia. Tämä johtuu siitä, että kyseessä on materiaali, jonka lopulliseen sävyyn vaikuttaa useita eri tekijöitä.

Perussävy, sementinharmaa, muodostuu suoraan käytettävistä raaka-aineista ja vaihtelee hieman materiaalitoimittajasta riippuen. Sävy ei myöskään ole täysin vakio edes saman toimittajan tuotteilla, koska kyseessä ovat luonnonmateriaalit, joissa itsessään on pieniä sävyeroja. Näin ollen onkin tilaajan ja arkkitehdin perussävyä käyttäessään hyväksyttävä, että kyseessä on harmaa betonilattia, jonka eri kohdissa voi olla pieniä sävyeroja.

Värillisiä sirotteita käytettäessä sirotteen värisävy on paremmin hallinnassa. Tämä johtuu siitä, että yleensä käytetään sementtinä valkosementtiä ja värisävy hoidetaan pigmenttien avulla. Näin itse tuotteen värisävy on hyvin hallinnassa. Sävyerot tulevatkin vasta työmaalla. Muiden muassa alustan kosteuden vaihtelu, hieattoajankohdan valinta, lisäkestutus, hierron määrä ja hierron voimakkuus ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat lopullisen pinnan värisävyyteen. Kun nämä asiat vaihtelevat laajan lattiapinnan eri kohdissa, vaihtelee myös värisävy lattian eri kohdissa, vaikka itse sirote onkin tasavärinen. Myös värillisten sirotelattioiden osalta tulee ymmärtää, että kyseessä on yleissävy, jossa saattaa olla pieniä sävyeroja lattian eri alueilla. Käytännössä nämä erot näkyvät vain juuri valmistuneessa lattiassa ja katoavat, kun lattia on ollut jonkin aikaa käytössä.

Värillisten sirotelattioiden osalta on myös tiedotettava, että eri valmistajalla on eri värikartat. Jotta materiaalivalinnassa oltaisiin tasapuolinen, tulee värisävy tarjouspyyntöasiakirjoissa määritellä joko yleisnimekkeen (vaalean harmaa, punainen tms.) tai, mikäli käytetään jonkin valmistajan värikoodeja, tulee hyväksyä toisen valmistajan vastaava värisävy.

SIROTEMÄÄRÄN MÄÄRITTELY

Valmistajat antavat tuotteilleen suositeltavat käyttömäärät. Nämä määrät pohjautuvat valmistajan omiin sekä puolueettomiin tutkimuksiin ja tuotteen

lujuus- ja muut arvot on määritelty näitä suositusarvoja käyttäen. Siksi minimimääriä ei tulisi koskaan alittaa. Ylärajaan taas vaikuttaa työtekniikka ja alusbetoni. Se määräytyykin oikeastaan vasta työmaalla, vaikka kokeneet lattiaurakoitsijat osaavat sen arvioida ennakkoon.

Sirotemäärää määrittäessään suunnittelijan on valmistajan ohjeiden lisäksi otettava huomioon lattian rasitusluokka ja sirotteen tiheys. Rasitusluokan osalta normaaleissa teollisuuslattioissa voidaan käyttää valmistajan minimisuositusmääriä mutta rasitetuimmissa lattioissa tulee ennen sirotemäärän määrittämistä keskustella valmistajan kanssa.

Tiheys on asia, jonka merkitys usein unohtetaan. On tapauksia, joissa urakoitsija on tarjonnut kohteen tietyllä kg/m²-määrällä sirotteesta riippumatta. Jos esimerkiksi käytetään sirotetta 6 kg/m², tarkoittaa se korundipitoisella sirotteella noin 4 mm:n pintakerrosta mutta metallipitoisella sirotteella vain noin 2,3 millin pintakerrosta. Tällä asialla on oleellinen vaikutus lattian kestävytyteen. Vaikka metallinen kestäkin paremmin, kumooa ohuempi kerros paremman kestävytyden vaikutuksen.

TYÖTEKNIikka

Sirotelattioissa työtekniikka ei käytännössä eroa normaalin betonilattian valutyöstä ennen kuin ollaan itse sirotevaiheessa. Oikean siroteajankohdan valinta on tärkeä vaihe hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Yksi hyvä nyrkkisääntö on, että sirotteen levitys aloitetaan, kun betonin pinta juuri kestää kävelyä. Tässä vaiheessa tehdään ensimmäinen levyhierto, jonka jälkeen pinnalle levitetään tasainen kerros sirotetta, tuotteesta riippuen noin 60 - 100 % arvioidusta kokonaismäärästä. Odotellaan hetki, jotta sirote kostuu (tummuu), jonka jälkeen se hierretään huolellisesti yhtenäiseksi rakenteeksi alusbetonin kanssa.

Hierron jälkeen levitetään pinnalle lisää sirotetta, annetaan sen kostua ja hierretään sitten pintaan kiinni. Tätä toistetaan niin kauan kuin sirote kostuu. Kun kaikki sirote on levitetty ja hierretty pintaan, sliipataan pinta siipien avulla. Myös sliippaus tulee tehdä useampaan kertaan, jolloin pinnasta saadaan lujempi ja tiiviimpi.

Viimeisen sliippauksen jälkeen on tärkeää huolehtia pinnan jälkihoidosta. Betonilattioiden jälkihoito-ohjeen (BLY 3) mukaisesti. Kulutusrasitettujen lattioiden jälkihoitoon suositellaan jälkihoitoai-

5,7

Kovan kulutuksen lattiat ovat yleensä muutenkin ankarasti rasitettuja. Tämä tulee huomioida sekä laatan paksuuden että betonin lujuuden valinnassa.

6,8

Värillisiä sirotteita käytettäessä sirotteen värisävy on paremmin hallinnassa, koska yleensä käytetään sementtinä valkosementtiä ja värisävy tehdään pigmenttien avulla.



7 PiiMat Oy

8

neen levittämistä välittömästi sliippauksen jälkeen ja jälkihoidon jatkamista kastelun ja muovien avulla normaaliolosuhteissa vähintään 2 viikon ja kosteissa olosuhteissa vähintään 1 viikon ajan.

MUUTAMA SANA BETONISTA

Kampin kohteessa alusbetonin suunnitteluun ja suhteutukseen käytettiin kohteen vaativuuden vuoksi paljon aikaa. Myös muut kovan kulutuksen lattiat ansaitisivat hieman panostusta alusbetonin suunnitteluun. Sirotepintojen kannalta on muutama tärkeä asia huomioitava betonin valinnassa.

Kovan kulutuksen lattiat ovat yleensä muutenkin ankarasti rasitettuja. Tämä tulee huomioida sekä laatan paksuuden että betonin lujuuden valinnassa. Sirotepinta ei kanna rasituksia, mikäli alusbetoni murenee alla.

Betonin lujuuden kasvaessa vesisementtisuhde pienenee. Tämä tarkoittaa sitä, että myös vesimäärä käytännössä pienenee. Sirotteen sisältämä sementti kuitenkin vaatii vettä sitoutuakseen. Mikäli alusbetonissa ei ole riittävästi vettä joko alun perin alhaisen vesimäärän tai liian nopean kuivumisen vuoksi, tulee sirotepintaa hieman kastella. Tämän suhteen pitää kuitenkin olla erittäin varovainen, sillä lisävesi alentaa lujuutta. Suositeltava tapa on sumuttaa vettä kevyesti ylöspäin siten, että se laskeutuu tasaisesti pinnalle, mutta ei missään nimessä muodosta lammikoita. Tämä sumutus tulee tehdä juuri ennen sirotteen levittämistä.

Huokostettuja betonilaatuja käytettäessä tulee myös olla varovainen. Jos huokosiin jää ilmaa, joka lämpimässä pyrkii nousemaan ylöspäin, tulee sillä olla aikaa poistua. Mikäli pinta on jo sliipattu erittäin tiiviiksi, ei ilma pääse poistumaan vaan saattaa jopa aiheuttaa vaakasuuntaisia halkeamia sirotepinnan alle tai alusbetonin sisään. Myös sellaiset siroteet, joissa on paljon hienoaainesta, estävät ilman poistumista, vaikkei niitä ole vielä täysin sliipattukaan. Muutoin siroteita voi huoletta käyttää myös huokostettujen betonien kanssa, kuten usein tehdäänkin ulos valettavissa, säänkestävyyttä vaativissa pinnoissa.

KEHITYSAJATUKSIA

Kuten edellä totesin, ei Suomen lattiaoheissa ole mitään selkeää määrittystä millaisia siroteita ja millaisia sirotemääriä kulutusrasitetuissa lattioissa tulisi käyttää. Tämä saattaa kaikki osapuolet han-

kalaan tilanteeseen. Urakoitsijat pyytävät tarjouksia eri toimittajilta ja täysin erityyppisistä tuotteista, jotka kaikki täyttävät vaatimuksen "sirotepinta". Näin tilaaja ei lopulta tiedä saiko hän sellaisen lattiain mitä halusi. Suunnittelija on siis avainasemassa hakiessaan ratkaisua, joka täyttää tilaajan toivomukset ja joka on riittävän tarkasti määritelty, jotta urakoitsijat olisivat samalla viivalla tarjousta tehdessään. Onneksi vaativassa Kampin kohteessa suunnittelijat olivat hereillä, mitä ei läheskään kaikissa kovan kulutuksen lattioissa tapahdu.

Euroopassa sirotelattioita yleisemmin käytetään kovabetonilattioita, joiden avulla varmistetaan paitsi erinomainen kulutuskestävyys myös huipputasaisuus. Myöskään Betonilattiaohejen mukaan ei tasaisuusluokkaan A0 ole mahdollista päästä kuin erillisellä kovabetonipinnalla. Tätä ei kuitenkaan Suomessa ole riittävästi tiedostettu eikä kovabetonilattioita tehdä niin usein kuin ohjeiden mukaan olisi tarpeellista.

Toiveena olisikin, ei yksin kirjoittajan, vaan myös useiden keskustelukumppanieni, että esimerkiksi Betoni-lehden tekniseen nurkkaan laadittaisiin selkeät sirote- ja kovabetonilattioiden suunnittelu- ja työohjeet.

CONCRETE FLOORS FOR AREAS OF HARD WEAR – KAMPPI BUS TERMINAL

High traffic volumes and industrial conditions make the wear resistance of the surface one of the most important design criteria for floors. The most common method to improve wear resistance is to use granolithic toppings. This article discusses the factors to be taken into consideration when selecting and implementing a granolithic topping, particularly from the point of view of the structural designer and the architect, as well as the floor contractor. The article is based on experience gained from the Kamppi bus terminal in Helsinki.

In the new Kamppi bus terminal in Helsinki the concrete used in the frame structures is expected to have a lifetime of 100 years. No carbonisation or critical chloride concentrations may reach the reinforcement during this time.

Even with the base concrete of extreme high standards, the floors of the terminal are still risk areas. The busses cause a lot of wear stress as such, and the road salt carried onto the floors on the tires significantly increases chloride stress.

As no specific requirements have been laid down in Finland for various grades of granolithic toppings, the re-

quirements specified in Germany were applied in the Kamppi project. The invitation to tender defined the required hardness (Mohs >7), bending strength (>10 MPa), compression strength (>70 MPa), and wear resistance (< 7 cm³/50 cm²) of the topping. In order to meet all these requirements, special aggregates had to be used in the topping. The topping selected for the terminal was Neodur HE2, which contains corund.

Wear resistance classes for concrete floors and their measurement grounds have been defined in the Guidelines for concrete floors (BLY 7 / by 45). The guidelines define four wear resistance classes, 1-4, with class 1 the most demanding. In industrial facilities where wear resistance is an important quality criterion the quality class should be at least 2. Wear resistance class 1 is usually recommended for all floors in demanding areas, and class 2 for less demanding industrial areas. If the floor is not subjected to traffic loads or forklift trucks with hard tires, wear resistance class 3 can also be possible.

Granolithic toppings can be divided into three types.

Basic toppings contain only natural materials, usually quartz. Wear-resistant toppings contain dust-free, water-ground river quartz as well as some hard aggregates, such as corund and metallurgical products. The third type comprises so-called metallic toppings, which in addition to the materials described above also contain metallic raw materials, which further improve their wear resistance as well as resistance to impacts and dragging.

Although most of the granolithic floors are realised in cement-grey basic colour, the use of coloured floors is also becoming more popular. The cement is usually white cement and the colour is produced with pigments.

The recommended amounts are specified by the manufacturers, but the exposure class and the density of the topping shall also be taken into consideration.

In order to achieve a good end-result, the topping has to be applied at the right time. A good rule of the thumb is to start the application of the topping when the concrete is just hard enough to walk on. The topping is carefully rubbed into the base concrete to create a uniform structure. This is repeated for as long as the topping becomes moist. When the topping has been applied and rubbed into the surface, the surface is trowelled several times. It is recommended that a curing agent is applied immediately after trowelling on floors subjected to hard wear and that curing is continued by wetting and covering the floor with plastic for at least 2 weeks in normal conditions and for 1 week in wet conditions.

Klaus Söderlund, dipl.ins., toimitusjohtaja, Suomen Betoniyhdistys ry

Pohjoismaiden betoni yhdistykset tekevät yhteistyötä NBF:n (Nordiska betongförbundet, Pohjoismainen betoniliitto) kautta. Yhteistyö jatkuu edelleen, vaikka rinnalle on tullut eurooppalainen yhteistyö, joka tietenkin syö resursseja, jotka aikaisemmin käytettiin ministerineuvoston avustusten lisäksi lähes yksinomaan Pohjoismaiden väliseen kanssakäymiseen. Tämä yhdessä tekeminen johti siihen, että Euroopassa normirintamalla yhteistyö jatkui niin hyvin, että muiden maiden edustajat alkoivat puhua pohjoismaiden mafiasta.

Tänä päivänä pohjoismaisen yhteistyön näkyvin muoto on joka kolmas vuosi järjestettävät betonitutkimussymposiumit. Niiden tarkoituksena on paitsi saattaa yhteen pohjoismaisia tutkijoita, myös esitellä muulle maailmalle pohjoismaista betoniosaamista. Tästä syystä työkielenä on nykyään englanti. XIX betonitutkimussymposiumi järjestettiin kesäkuun alussa Sandefjordissa Norjassa. Väitöskirjaa valmistelevat tutkijat pääsevät osallistumaan tapaamiseen huomattavalla alennuksella.

Betonitutkimus eli kultakautaan 70- ja 80-luvuilla, kun Ruotsi ja etenkin Norja Pohjanmeren projekteihin liittyen satsasivat suuria summia betonitutkimukseen ja silloin rekisteröityjen tutkimusprojektien määrä olikin muutamia satoja. Sandefjordissa vastaava luku oli 117. Taulukossa sivulla 73 on esitetty tutkimusten jakaantuminen eri alueille. Tutkimuksen painopiste näyttää siirtyneen ennen niin yleisistä säilyvyytutkimuksista tarkempaan käyttöikämitoitukseen. Pitkästä aikaa myös rakenteellisten tutkimusprojektien määrä on lisääntynyt.

Tanska yllätti tällä kertaa esittelemällä suurimman yksittäisen projektin: "The Danish SCC Consortium" on seitsemäntoista betoniyrityksen ja urakoitsijan yhteenliittymä, jonka tar-

koituksena on kehittää itsestään kehittyvän betonin käyttöä siten, että vuonna 2008 puolet Tanskassa valetusta betonista on IT-betonia. Tavoite kuulostaa todella haasteelliselta, mutta juuti vaikuttavat olevan tosissaan, koska projektirahaa on varattu 20 miljoonaa Tanskan kruunua (15 milj. euroa).

Tutkimusta voidaan myös tehdä ilman testaamista. Tukholman Kuninkaallisella Korkeakoululla on maailman laajin lävistystestisarja, 273 koetta 120...730 mm paksuilla laatoilla. Uusimmassa tutkimuksessa ei tehdä yhtään uutta testiä, mutta käydään hyvin dokumentoidut vanhat testitulokset läpi tavoitteena kehittää uusi mitoituskaava, jonka malliepätarkkuus on alle 10%. Esimerkiksi nykyisellä Eurocode 2:n kaavalla se on yli 20%.

AIKAISEMMAT TUTKIMUSKOKOUKSET

(suluissa osanottajamäärä)

1953	Stockholm
1956	Trondheim
1959	Otaniemi (122)
1962	Aalborg
1965	Bergen
1968	Göteborg
1971	Turku
1974	Köpenhamn
1976	Oslo
1978	Saltsjöbaden
1981	Hanasaari (225)
1984	Reykjavik
1987	Odense
1990	Trondheim (n. 200)
1993	Göteborg (n. 180)
1996	Otaniemi (205)
(185)	1999 Reykjavik (157)
2002	Helsingör (131)
2005	Sandefjord (109)
(2008)	Stockholm

KANNATTAAKO TUTKIMUS?

Norjassa heräsi 1990-luvun lopussa halu tietää mitä hyötyä Pohjanmeren öljyvarojen hyödyntämiseen liittyvä betonitutkimus sai aikaan ja 2001 julkaistiin paljon huomiota herättänyt Norjan betoni yhdistyksen huolellisesti ja varovaisesti tehty raportti. Tarkoituksena oli arvioida tutkimusten tuottama rahassa mitattava lisäarvo. Vuosien 1980 - 2000 tärkeimmät tutkimukset jaettiin seuraavan taulukon mukaisiin osa-alueisiin. Mukaan otettiin noin puolet kaikista tutkimuksista, toki kaikki tärkeimmät.

Lisäarvo vuosille 1980-2000 pystyttiin arvioimaan melko luotettavasti. Tutkimuksen tuottama lisäarvo vuosille 2000 - 2100 arvioitiin hyvinkin varovaisesti. Keskimäärin tutkimukseen sijoitettu kruunu on siis varovaisen arvion mukaan tuottanut 19 kruunua lisäarvoa.

Kuka sitten on hyötynyt tutkimusten tuottamasta lisäarvosta? Raportissa luetellaan koko joukko hyötyjiä yhteiskunnasta alkaen, mutta suurin hyötyjä on ollut asiakas, joka saa halvempia, parempilaatuisempia rakenteita. Betoniteollisuus ja sitä lähellä olevat tahot taas olisivat ilman tutkimusta menettäneet kilpailukykyään ja markkinaosuuksia kilpailijoilleen.

NORDIC CONCRETE RESEACH, NCR

NBF:n tutkimuskomitea julkaisee Nordic Concrete Reseach -lehteä, joka viime vuosina on kehittynyt energisen teknisen toimittajansa, *Dirch Bagerin* ansiosta. Bager on siviiliamatiltaan Aalborg Portlandin kehitysjohtaja. Lehdellä oli aikaisemmin pulaa artikkeleista, mutta sen arvostus on kasvanut siinä määrin, että tänään niistä on ylitarjontaa. Artikkeleita arvostelevat vähintään kolmen eri maan asiantuntijat ennen kuin ne hyväksytään julkaistaviksi.

Tutkimuskokousten yhteydessä jae-

NBF:N TUTKIMUSKOMITEA

Denmark

Dr. Dirch H. Bager, Research and Development Centre (RDC), Aalborg Portland A/S, toimittaja
Dr. Mette Glavind, Concrete Centre, Danish Technological Institute, Gregersensvej.

Finland

Mr. Klaus Söderlund, Suomen By Lic.Sc.Tech. Klaus Juvas, Consolis Technology Oy Ab.

Iceland

Dr. Gisli Gudmundsson, Hönnun hf Mr. Haukur J. Eiriksson, HNIT Ltd.

Norway

Dr. Terje F. Rønning Norcem, FoU Department, puheenjohtaja
Professor Terje Kanstad, Department of Structural Engineering NTNU.

Sweden

Professor Johan Silfwerbrand, Cement och Betonginstitutet
Prof. Per-Erik Petersson, SP Swedish National Testing and Research Institute, Building Technology.

Painatus: Mr. Knut R. Berg, Norsk Betongförening.
Artikkelien tarkastus: Vähintään kolme tarkastajaa eri Pohjoismaista.

taan nuorelle kirjoittajalle "Best Paper Award". Tällä kertaa palkittiin *Monica Lundgren* (SP, Ruotsin testaus- ja tutkimusinstituutti) artikkelistaan "Limestone Filler as Addition in Cement Mortars: Influence on the Early-Age Strength Development at Low Temperature". Tässä yhteydessä voitaneen todeta, että myös Suomen *Saija Varjonen* (TTY) artikkelillaan "Accelerated Carbonated Concrete as Corrosion Environment" pärjasi tutkimustoimikunnan äänestyksessä hyvin.

POHJOISMAINEN BETONITUTKIMUS JA TYÖN ALLA OLEVAT VÄITÖSKIRJAT ALUEITTAIN

(Dirch Bager, 2005)

	DK	FI	IS	NO	SE
Sementti ja osa-aineet, mikrostrukturi	X 0	0		0	X 0
Betonimassa	X 0	X	X	X 0	X 0
Itsetiivistävä betoni	X 0	X	X	X 0	X
Ulkonäkö		X	X		
Säilyvyys	X 0	0	X	0	X 0
Ympäristövaikutukset	X 0	X	X	X	X 0
Valmistus	X	X			
Betonituotteet		X 0			
Palo	X			0	X

X aiheeseen liittyvää tutkimusta

0 tohtorinväitöksiä työn alla

POHJOISMAISET BETONIALAN TOHTORIT

Tutkimuskomitea listaa myös väitöskirjaansa valmistelevia tutkijoita, joita kutsutaan skandinaaviaksi kätevästi termillä ”doktorand”. Jokin aika siten päivitetty lista sisälsi vaikuttavan määrän tulevia tohtoreja: Tanskasta 13, Suomesta 5, Norjasta 7 ja Ruotsista peräti 42.

NBF-MITALI TAUNO HIETASELLE

NBF:n puheenjohtaja Islannin *Haukur J. Eiríksson* ojensi *Tauno Hietaselle* NBF:n XI mitalin tutkimuskokouksen illallisen yhteydessä. Pohjoismaisen Betoniliiton ansiomitali myönnetään betoniteknikan tieteellisestä tai käytännöllisestä kehittämisestä. Kehitystyöllä tulee olla selkeä pohjoismainen kytkentä. Mitalin on suunnitellut suomalainen kuvanveistäjä *Raimo Heino* (†1995).

POHJOISMAISET BETONIIHDISTYKSET

Norjan betoni yhdistys (n. 900 jäsentä, toiminnanjohtaja *Knut Berg*) ja Suomen betoni yhdistys (noin 750 jäsentä) muistuttavat organisaatioiltaan ja toiminnaltaan kovasti toisiaan. Myös Ruotsin betoni yhdistys (SBF, 900 jäsentä, toimitusjohtaja *Patrik Hult*) sillä poikkeuksella ettei SBF harrasta täydennyskoulutusta. Ruotsin betoni yhdistys on vanhin ja se on perustettu jo vuonna 1912. Molemmat järjes-

tävät vuosittaiset betonipäivät. Betonipäivät järjestää myös toiminnaltaan vaatimattomin Tanskan yhdistys, joka on sikäläisen suuren insinööriyhdistyksen (DIF) alaosasto, eikä sillä ole omaa toimistoa tai palkattua henkilökuntaa. Islannin vireä yhdistys (n. 350 jäsentä) edustaa eräänlaista ennätystä maailman betoni yhdistysten joukossa. Islannin yhdistyksellä on muista Pohjoismaista poiketen paljon työntekijätason jäseniä.

SUUREHKOJA PROJEKTEJA, JOIHIN LIITTYY POHJOISMAISTA TUTKIMUSTA

- Concrete for the Environment (DK, FI, IS, NO, SE)
Ympäristöystävällisten betonien kehittäminen
Omarahoitus
www.concretefortheenvironment.net
- SCC-konsortium (DK)
Tanskassa käytetystä betonista 50% IT-betonia vuonna 2008
Omarahoitus ja valtio (20 milj. DKK)
- CO₂ uptake during the concrete life cycle (DK, IS, NO, SE)
Omarahoitus ja Nordisk Innovationscenter
- IT-betonin testausmenetelmät (DK, IS, NO, SE)
Omarahoitus ja Nordisk Innovationscenter
- Testing SCC (DK, IS, SE, ym)
IT-betonin testausmenetelmät
Omarahoitus ja EU
- Nordic SCC (DK, FI, IS, NO)
IT-betonien kehittäminen
Omarahoitus ja Nordisk Innovationscenter
www.nordicccc.net
- ECO-SERVE (DK, NO, IS, SE, ym)
Rakennusala ja kestävä kehitys
Omarahoitus ja EU
CON REP NET (DK, FI, NO, SE, UK)
- Korjaustekniikoiden kehittäminen
Omarahoitus ja EU
- NANOCEM (DK, SE, CH, ym)
Sementtipohjaisten materiaalien mikro- ja nanotason ominaisuudet
Omarahoitus

TUTKIMUSAIHE TUTKIMUSBUDJETTI ARVIOITU LISÄARVO

	(milj. NOK)	(mrd. NOK)
Silika	120,0	3,56
Sementti	220,0	2,95
Osa-aineet	45,5	0,995
Korkealujuus	304,0	5,00
Kevytsora	50,0	1,50
Säilyvyys	126,5	2,60
Normit	36,9	0,57
yhteensä	905	17,175

TUTKIMUSPROJEKTIEJEN JAKAANTUMINEN SANDEFJORDISSA 2005

1A	Mikrorakenne, kosteus, tiiveys, pakkasenkestävyys	11
1B	Itsetiivistävä betoni	7
1C	Säilyvyys	14
1D	Osa-aineet	16
1E	Ympäristövaikutukset	8
2A	Käyttöikä, huolto ja korjaus	22
2B	Materiaalimallit ja FEM-analyysi	5
2C	Rakenteellinen toiminta ja mitoitus	26
2D	Kuitubetoni	6
2E	Varhaisvaiheen halkeilu	2
yhteensä		117

BETONITEOLLISUUS VIERAILI RUOTSISSA JA TANSKASSA

Arto Suikka, dipl.ins., Betonikeskus



Valokuvat: Arto Suikka

Betonelementtiteollisuuden 20 edustajaa vieraili toukokuussa Etelä-Ruotsissa ja Tanskassa. Matka alkoi Malmöstä tutustumisella opettajakorkeakoulun työmaahan, Skandinavian korkeimpaan rakennukseen Turning Torsoon sekä viereisen vuoden 2001 asuntomessualueen nykyrakentamiseen.

Korkeakoulurakennus on täyselementtirakenteinen ja kooltaan 43 000 krs-m²:tä. Sen on suunnitellut arkkitehtitoimisto *Diener & Diener Fojab Arkitekter AB*. Urakoitsijana toimii saksalainen *Deutsche Immobilien Leasing Nordic*. Betonirakentaminen jää hyvin näkyviin kohteessa myös valmiina. Sisäseinistä jätetään betonipintaisiksi mahdollisimman paljon, eikä alakattoja tule lainkaan, vaan talotekniikka jätetään näkyviin.

Malmö'n Torso puhuttaa rakennuksena nyt ja jatkossa. Rakennus on arkkitehti *Santiago Calatravan* suunnittelema. Se on Pohjoismaiden korkein rakennus 190 metriä ja siinä on 54 kerrosta toimistoja ja asuntoja. Jokaisessa kerroksessa on noin 400 krs-m². Rakennus kääntyy 90 astetta maantasosta huipulle mentäessä, mistä tulee nimi "Turning Torso". Rakennuksen runko on paikallavalettu. Kustannukset karkasivat valitettavasti yli budjetoidun ja ovat noin 5000,- euroa/m². Kaikki asunnot on kuitenkin jo vuokrattu ja esimerkiksi 140 m²:n asunnosta saa maksaa vuokraa n. 3000,- e/kk. Torson hissit on toimittanut *Kone Oyj* ja portaat *HB- Betoniteollisuus Oy*.

Ensimmäisen päivän ohjelmaan kuului lisäksi vierailu *Skanska Stomsystemin* ja *Ab Finja Betongin* tehtailla. Finja tekee mm. betonelementtisiä pientaloja, perustuselementtejä, harkkoja ja kuivatuotteita. Betoninen ulkoseinäelementti voidaan tehdä myös puujulkisivulla. Tällöin puuverhoilu tehdään työmaalla. Erilaisia vakioperustuselementtejä käytetään pientaloissa, maatalouden karjarakennuksissa ja teollisuuden teräsrunkoisissa pienhalleissa. Sokkelipalkit ladotaan anturaelementtien päälle ilman jälkivaluja.

Toisen päivän ohjelmassa oli 3 tehdasvierailua Själlannissa. Ensimmäinen vierailukohde oli *Späncom* Hädehusenessa. Späncomilla on useita tehtaita Tanskassa. Yritys on kehittänyt elementtirakenteisen pysäköintitalojärjestelmän, joka voidaan tehdä ilman juotos- ja pintavaluja. Rakenteille annetaan 5 vuoden takuu.

Betonelement on toinen suuri tanskalainen elementtivalmistaja, jonka Ringstedin tehtaalla vierailimme. Siellä tehdään mm. 1000 kpl betonisia kyl-

1

1 Finja Brefab AB:n perustuselementtejä. Sokkelipalkit asennetaan anturoihin ilman juotosvaluja.

2 Betonisten märkätilelementtien valmistuslinja Betonelement A/S:n Ringstedin tehtaalla.

3 Matkan osanottajat yhteiskuvassa Boligbeton A/S:n tehtaalla.

4 Turning Torso Malmössä.

5 Tehtaalla koottuja seinäelementtejä, joihin tulee ulkopintaan työmaalla lautaverhoilu.



2



3

pyhuoneita vuodessa. Lattialaatta valetaan normaalibetonista ja seinät sekä katto kevytbetonista ($\gamma = 1,8 \text{ kg/dm}^3$). Tilaelementtien teoreettinen läpimenoaika tuotannossa on noin 2 viikkoa. Kylpyhuoneet varustellaan tehtaalla valmiiksi ja niiden keskihinta on 35 000,- Tanskan kruunua. Tanskassa on myös 2 muuta betonisten kylpyhuoneiden toimittajaa.

Kolmas kohde oli *Wewersin pihakivitehdas*. Yritys tekee noin kolmanneksen Tanskan pihakivistä, yhteensä 200 000 tn/v.

Kolmannen päivän ohjelmaan kuului 2 tehdaskäyntiä Jyllannissa. Ensimmäisellä vierailtiin *Tinglev Elementfabrik A/S*:ssä Tinglevissä. Heillä on toinen tehdas Berliinissä ja he toimittavat tuotteita runsaasti myös Saksan markkinoille. Yritys suunnittelee ja asentaa tuotteita. He valmistavat lähinnä ontelolaattoja ja seinäelementtejä. Ontelolaattateknologia on suomalaiselta *Elematic Oy*:ltä ja pian on alkamassa myös 2,4 metriä leveiden ontelolaattojen valmistus.

Seinäelementit ovat joko normaalibetonista tai kevytbetonista, jolle on omat valmistuslinjansa. Tinglevin tehdas kykenee tekemään noin 350 000 seinää vuodessa. Kevytbetoni on hinnaltaan noin puolet normaalibetonin hinnasta. Kevytbetoni on valettuessa lähes maakostea massaa. Valu tapahtuu eräänlaisella nauhavalssauskoneella. Kevytbetonisten seinäelementtien paksuus vaihtelee välillä 10 - 24 cm. Kaikki raudotteet taivutetaan omassa raudoittamossa kieppitavarasta.

Toisena kohteena oli *Boligbeton A/S* Lösningissä. Tehdas valmistaa erilaisia betonielementtejä asunto- ja toimitilarakentamiseen. Yrityksen omistavat tanskalaiset ammattiyhdistysjärjestöt. Väli-seinäelementeissä käytetään raaka-aineena mm. kierrätystiilimursketta. Pilari-, palkki- ja seinätuotannossa käytetään kevyesti täytettävää betonia. Massa ei siis ole täysin itsestävyyttä, mutta kuitenkin voimakkaasti notkistettua.

Tanskan rakentaminen on tällä hetkellä teollisuusrakentamista lukuunottamatta varsin vilkasta, mikä näkyy myös elementtiteollisuudessa pitkinä toimitusaikoina.

4



5



Tauno Hietanen, dipl.ins., Betonikeskus



1

1 Ylempien kerrosten julkisivut ovat romahtaneet 17. kerroksen vahvistuslaatan päälle ja levittäivät paloa alaspäin.

2 Kaavio alempien kerrosten pystyrakenteista.

3 Kaavio ylempien kerrosten pystyrakenteista ja sortumisinjat.

4, 6 Palokunta pystyi vain suojelemaan lähimpiä rakennuksia ja sammuttamaan alimpia kerroksia.

5 Betonipilarit ja ripalaatat ovat kestäneet jo itsestään sammumassa olevan palon.

7 Palon sammuttua.

Madridin keskustassa sijaitsevassa Windsor tornissa syttyi tulipalo lauantai-iltana 14. helmikuuta 2005. Palo levisi nopeasti rakennuksen yläosan kaikkiin kerroksiin, ja niiden metallijulkisivujen romahtamisen myötä myös rakennuksen alaosaan. Koko 97 metriä korkean toimistotornin romahtamista pelättiin, mutta betonirunko kesti sortumatta 26 tuntia kestäneen palon.

RAKENNUS

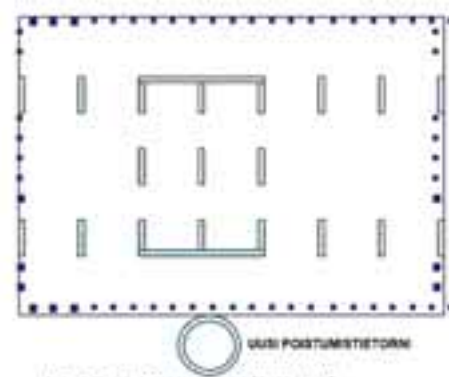
Windsor toimistotorni rakennettiin vuosien 1974 ja 1978 välillä. Siinä oli 29 kerrosta, joista kolme maanalaista. Maanpäällisten kerrosten puolivälissä oli massiivinen betoninen vahvistuslaatta. Runkojärjestelmä tähän 17. kerroksen lattiaan asti oli kuvan 1 ja kuvan 2 periaatekaavion mukainen: jäykistävät betoniseinät keskellä rakennusta ja ulkoseinillä kantavat teräspilarit. Vahvistuslaatan yläpuolisissa kerroksissa betoniseiniä oli vain keskellä rakennusta olevassa porrashuoneen ym. tiloja sisältävässä jäykistävässä tornissa. Muiden seinien sijasta oli betonipilarit ja ulkokehä oli kokonaan teräspilareilla, kuva 3. Välipohjat olivat teräsbetonisia vohvelilaattoja.

Rakennuksessa ei ollut sprinklereitä, koska niitä ei rakentamisaikana vaadittu toimistorakennuksiin. Rakennuksessa oli käynnissä korjaustyöt, mm. uusi poistumistietorni oli jo rakennettu eteläsivulle. Nykyisin voimassaolevien määräysten mukaan rakennukseen vaadittiin palovaroittimet ja hälyttimet sekä sammutusta varten kuivanousut ja niitä oli asennettu korjaustöiden meneillään olevassa vaiheessa. Rakennuksessa oli kerrososastointi ja pystykuilujen osastointi. Teräspilarit oli palosuojattu 17. kerroksen alapuolella, mutta suojaamattomat ylemmissä kerroksissa.

PALON ETENEMINEN

Palo syttyi 21. kerroksessa lauantai-iltana. Syttymissyystä ei tiedetä. Rakennuksen valvontahuoneessa oli rekisteröity signaali palosta, mutta kesti 16 minuuttia ennen kuin hälytys meni paloasemalle. Palokunta saapui neljässä minuutissa ja oli paikalla klo 23.25. Paloa yritettiin mennä ensin sammuttamaan sisäkautta, koska ulkokautta ei vetytty, mutta siitä oli luovuttava ja puolen yön aikaan palo oli levinnyt koko rakennukseen 17. kerroksen yläpuolella. Rakennuksessa ei ollut ihmisiä.

Kerrososastoinnin nopean pettämisen syyksi on



ALEMPIEN KERROSTEN RUNKOJÄRJESTELMÄ

2

arveltu metallisten julkisivurakenteiden lämpölaajenemisesta johtuvaa käyritymistä, jolloin julkisivu kaareutuu ja vääntyy irti välipohjasta. Kuuma kaasua ja liekit leviävät syntyneestä raosta ylöspäin ja palavat kappaleet putoilevat alaspäin. Näin palo leviää kumpaankin suuntaan. On myös esitetty, että lasijulkisivu säteilee kuumuuden takaisin ja sytyttää sisällä kaiken palavan nopeuttaen kussakin kerroksessa yleissyttymistä.

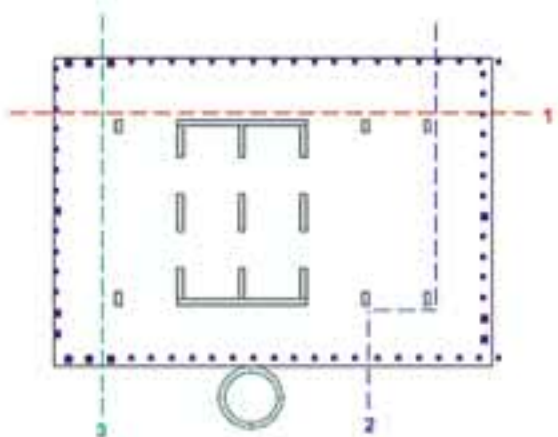
Sunnuntaina klo 1.15 pohjoispuolen teräsjulkisivu romahti 17. kerroksen vahvistuslaatan yläpuolelta. Kello 3 ja 5 välillä tapahtui samanlaiset romahdukset länsi- ja itäisivuilla. Julkisivupilareiden romahdettua myös betonilaataston reunakentät sortuivat jään osittain roikkumaan. Vahvistuslaatta 17. kerroksessa kesti romahdukset. Putoileva julkisivu sytytti myös vahvistuslaatan alapuolella olevat kerrokset ja palo eteni 2. kerrokseen asti. Palo kesti kaikkiaan 26 tuntia. Palokunta pystyi vain suojelemaan lähimpiä rakennuksia ja sammuttamaan alimpia kerroksia.

OPITAANKO JOTAIN

Rakennus tuhoutui ja se puretaan ylhäältä päin pala palalta. Betonirunko kesti kuitenkin pystyssä. Koko rungon sortuminen olisi aiheuttanut laajaa vahinkoa ympäristössä, mahdollisesti myös viereisten rakennusten sortumisia. Näinhän kävi New Yorkin World Trade Centerin terroristi-iskussa, jossa kaksoistornien lisäksi sortui muitakin rakennuksia, joihin palo levisi. Teräsrunkoinen 47-kerroksinen WTC 7 sortui tulipalossa, jonka palonalut tulivat sortuneesta WTC 1 tornista, ilman että rakennukseen olisi muuten kohdistunut iskuja tai törmäyksiä.

WTC:n virallinen 10.000-sivuinen loppuraportti julkaistiin kesäkuussa 2005. Sen on laatinut *US National Institute for Standards & Technology NIST*. Raportissa on 30 suositusta korkeiden rakennusten paloturvallisuuden parantamiseksi. Näihin kuuluu mm. jatkuvan sortuman estäminen ja saman palonkeston vaatiminen kantavan rungon kaikilta osilta. Suositusten on sanottu merkitsevän jopa ns. paloturvallisuussuunnittelun (fire safety engineering) loppua. Paloturvallisuussuunnittelu perustuu tarkasteluketjuihin, joissa on useita oletuksia tekijöistä, jotka ovat monimutkaisia ja joilla on suuri hajonta. Jotkin mahdolliset tapahtumat tai tekijät voivat jäädä tarkasteluista pois.

Madridin toimistotorni ei toiminut palossa niin



YLEMPIEN KERROSTEN RUNKOJÄRJESTELMÄ JA SORTUMISLINJAT

3

kuin oli ajateltu ja suunniteltu. Hälytys ei tullut ajoissa, palokunnalla ei ollut keinoja sammuttaa, osastoiti petti, rakenteet eivät toimineet oletetusti. Madridin tapaus oli jälleen esimerkki betonirungon ja passiivisen palontorjunnan luotettavuudesta verrattuna yllättäville tekijöille herkkiin ja aktiivisesta palontorjunnasta riippuviin rakenneratkaisuihin.

Madridin palon tutkimukset ovat meneillään mutta ei ole tiedossa, missä määrin ne julkistetaan. Tutkimuksiin osallistuu espanjalainen instituutti *Intemac* ja myös englantilaisia tahoja, kuten konsulttitoimisto *Arupin palosuunnitteluosasto*.

Lähteet:

Tämän kirjoituksen tiedot perustuvat lehtiartikkeleihin, mm. *New Civil Engineer*, *Construction Manager*, *Arup Fire* kotisivuihin (www.arup.com/fire) sekä espanjalaisilta ja englantilaisilta kollegoilta saatuihin tietoihin, joilta on saatu myös kuvien julkaisulupa.



4



5

6

7

HENKILÖKUVASSA ULLA-KIRSTI JUNTILA

Haastateltavana Betoni-lehden henkilögalleriassa on tällä kertaa teollinen muotoilija Ulla-Kirsti Junttila (s. 1950 Vihdissä).

”Vietin lapsuuteni ja nuoruuteni Hyvinkäällä. Mieluinen sattuma onkin, että olen juuri menossa hyvinkääläiseen päiväkotiin kertomaan työstäni”, Ulla-Kirsti Junttila kertoo muotoilun päivään liittyvästä tapahtumasta.

Itse hän kiinnostui teollisesta muotoilusta huomattavasti päiväkotilapsia vanhempana: ”Opiskelin Taide-teollisen korkeakoulun iltalinjalla ja tein plastisen sommittelun harjoitustyönä kipsiveistoksen vanhan pullon muotoon. Opettajani kuvanveistäjä *Kari Juva* sanoi sellaisen kuuluvan pikemminkin teollisen muotoilun puolelle kuin kuvanveistoon. Silloin oivalsin, että sehän voisi olla minun juttuni”, Ulla-Kirsti muistelee.

Hän toteaa, että jälkeenpäin ajatellen lapsuudenkoti vaikutti varmasti ammatinvalintoihin: ”Isäni oli kirvesmies ja äitini puutarhuri. Kasvoin kauniin puutarhan keskellä rintamamiestalossa, jossa kaikki tehtiin itse. Kai se loi uskon omaan tekemiseen, kun kaikki perheessä osallistuivat talkoisiin. Olin koulussa hyvä piirtämään, mutta piirustuksenopettaja suositteli minulle PR-naisen uraa. Sikäli hänen ehdotuksensa on toteutunut, että suunnittelijan työssä joutuu tekemään koko ajan PR-työtä”, Ulla-Kirsti naurahtaa.”

Ulla-Kirsti opiskeli ensin koneenpiirtäjäksi. Hän työskenteli piirtäjänä mm. VTT:n betoniteknikan laboratoriossa. ”Edelleenkin koneenpiirtämiskokemukselta on työssä hyötyä, sillä se antaa yhteisen kielen teknisen suunnittelun kanssa asioidessa.”

KÄDEN JÄLKI KADUNKALUSTEISSA

Monille tulee Ulla-Kirstistä ensimmäiseksi mieleen kadunkalusteet. Eikä syyttä, sillä hän teki jo teollisen muotoilijan lopputyönsä kadunkalusteista vuonna 1978. ”Silloin meni pikkusormi ja aika pian koko käsi”, hän myöntää. Sama aihealue oli myös lisensiaattityössä, joka ilmestyi kirjana nimellä *Muuttuvat kadunkalusteet* vuonna 1985. Sen jälkeen hän jatkoi tutkimusta, jonka tuloksena oli *Kaupunkiympäristön suunnittelu* -kirja. Siitä tuli Ulla-Kirstin sanoin ”vain” kirja, ilman ”vääritös”-etuliitettä.

”Parempi niin, nyt sillä on oppikirjana laajempi käyttö kuin akateemisella tutkimuksella olisi ollut”, hän toteaa ja erittelee tutkijan ja suunnittelijan työn vaikeaa yhdistämistä. ”Tutkijalta vaaditaan ehdotonta objektiivisuutta, mutta suunnittelijalta tiettyä subjektiivisuutta ja vaistonvaraista lähestymistä työhön. Joitakin niiden yhdistäminen ehkä onnistuu, mutta itse tunnen enemmän omakseni suunnittelijan näkökulman”.

RUMA-KAUNIS LIIAN MUSTAVALKOINEN LÄHESTYMISTAPA

Omaa teollisen muotoilijan alkutaivalta muistelles-

saan Ulla-Kirsti sanoo siihen liittyneen paljon nuorelle ihmiselle tyypillistä idealismia: ”Ajatuksena oli että jos muotoilija vain päästettäisiin muuttamaan rumaa ympäristöä, niin se myös muuttuisi. Tutkimustyö opetti, että kokonaisuudessa on kyse paljon laajemmasta ongelmasta kuin ruma-kaunis vastakkainasettelusta.”

Ulla-Kirsti oli varsinkin takavuosina aktiivinen luennoitsija, joka on kiertänyt valtakuntaa kiittävästi myös pääkaupunkiseudun ulkopuolella. Yhdeksi syyksi hän kertoo huolen siitä, ettei kaupunkiympäristön ja ympäristötuotteiden arvoa ymmärretty. ”Silloin alalla ei juuri ollut Suomessa tekijöitä, tulimme kansainvälisesti jälkijonassa. Olin ehkä usein liiankin saarnaava. Siinä suhteessa olen toivottavasti pehmentynyt. Nyt ei myöskään tarvitse suostua kaikkiin luentopyyntöihin, sillä alalla on jo paljon muitakin tekijöitä ja asiantuntijoita”, hän toteaa.

ASiantuntijaverkostot tärkeitä

Ulla-Kirstin CV paljastaa, että hän on ollut valmis myös muutoksiin: hän on työskennellyt omassa toimistossa, tutkijana, Helsingin kaupungin Rakennusvirastossa ja nyt konsulttina. Matkan varrella hän on toiminut myös tuntiopettajana Taideteollisessa korkeakoulussa ja Lahden ammattikorkeakoulussa.

Oman toimiston perustaminen ei Ulla-Kirstin mukaan vuonna 1980 ollut kovin iso harppaus: ”Minulla oli kirjoituskone ja pieni piirustuskone, joten en joutunut hankkimaan hirveästi välineitä. Nykyään suunnittelutoimistoon pitää hankkia iso määrä koneita ja laitteita. Myös työt omassa toimistossani olivat pienimuotoisia, ajankäyttö jakautui opettamisen, tutkimuksen ja konsulttityön välillä ja lapsetkin vaativat osansa.”

Yhden suunnittelijan toimiston ongelma on hänen mukaansa se, että asiantuntijaverkostot ovat kaukana. ”Isossa toimistossa, kuten kaupungin rakennusvirastossa ja nyt konsulttitoimistossa on se valtava etu, että eri alojen asiantuntijat ovat aina lähellä. Oma asiantuntemus ei riitä esimerkiksi kunnallistekniikan, rakennepuolen tai liikenteen erityiskysymyksissä. Täällä Sito-Konsultit Oy:ssä kollegoina on perinteisten tekniikan asiantuntijoiden rinnalla niin maantieteilijöitä kuin sosiologeja. Työ eri alojen ihmisen kanssa on tavattoman antoisaa”, Ulla-Kirsti kertoo.

’KUNNANMUOTOILIJAI’ SAI HYVÄN VASTAANOTON

Helsingin kaupungin Rakennusvirastoon siirtyessään vuonna 1991 Ulla-Kirsti oli ensimmäinen ”kunnanmuotoilija”. ”Ennakoasenteita en kohdannut, vaan muo-

toilija otettiin avosylin vastaan. Aika oli sikäli kypsä, että tehtäväalue oli jo melko selkeä. Minuun myös luotettiin niin, että tehtävä muotoutui paljolti sen mukaan, minkä itse katsoin hyväksi.”

Kaupungin eri virastoissa oli hänen mukaansa myönteisen odotuksen ilmapiiri, joka mahdollisti hyvän yhteistyön syntyminen virastojen kesken, samoin syntyi uudenlaista lähestymistapaa. ”Kadunkalusteet ja katu ympäristöasiat eivät kuuluneet perinteisesti kaupunkien organisaatioissa kenellekään. Kokeneet katusuunnittelijat tunsivat toki katu ympäristön, mutta esimerkiksi uusien materiaalien tullessa käännettiin esteettisissä suunnitteluasioissa usein kaavoittajan puoleen. He taas olivat yhtä hämmentyneitä, sillä detaljisuunnittelu ei yleensä kuulunut kaavoittajien toimenkuvaan. Niinpä katu ympäristöasiat määriteltiin Helsingissä 1990-luvun alussa kaupunginarkkitehdin alaiseksi. Uudelleenorganisointi oli virastojen työnjan kannalta iso muutos. Silloin käynnistyi yhteistyö aluearkkitehtien sekä katu- ja vihersuunnittelijoiden kanssa ja ryhdyttiin laatimaan alueellisia ympäristösuunnitelmia, joita nykyään tehdään joka puolella Suomea.”

HKR-aikana Ulla-Kirsti oli tekemässä lukuisia kalustesuunnitelmia sekä torien ja aukoiden ympäristösuunnitelmia eri puolille Helsinkiä. ”On mukavaa, että konsulttina voin taas olla mukana myös Helsingin hankkeissa. Töitä tehdään paljon samojen henkilöiden kanssa, vaikka nyt eri organisaatioissa.”

SIELULTAAN SUUNNITTELIJA

”Olen sielultani suunnittelija”, Ulla-Kirsti sano painavimman perustelun sille, että hän kaksi vuotta sitten siirtyi konsultiksi. Kun HKR:ssä oma suunnittelu lakautettiin lähes täysin, niin työnkuva siellä olisi muuttunut. ”Konsulttina itse suunnittelutyö on säilynyt pitkälti samanlaisena kuin rakennusvirastossa ja tilaajanakin ovat yleensä kunnat.”

Tuoreimpia Ulla-Kirstin töitä ovat Kotkan torin yleisuunnitelma ja Kauniaisten keskustan kehittäminen. Unelmatehtäväksi hän nimeää Porkkalan luovutuksen muistomerkin suunnittelun. Espoon kaupungin tilaus työ paljastetaan ensi tammikuussa Kivenlahdessa. ”Teimme sen yhteistyössä arkkitehti *Timo Uralan* kanssa. Taideasiat ovat olleet minulle aina mieluisia. Helsingissä hoidin monia katutaidehankkeita ja sormet syyhyivät aina, kun liikutaan reuna-alueella ympäristösuunnittelun ja ympäristötaiteen välillä”, hän toteaa.

Esteettömyyteen liittyvissä hankkeissa Ulla-Kirsti on ollut mukana jo pitkään. Vuonna 2001 perustetun

Helsinki kaikille -projektin myötä syntyi laajempi yhteistyö kuuden kaupungin ja eri vammaisjärjestöjen kesken. "Se työ alkaa nyt kantaa hedelmää. On luotu verkosto, jonka ansiosta tehdään töitä yhdessä, ei jokainen omalla tahollaan. Yhteistyön tuloksena syntyneet esteettömyyteen liittyvät suunnitteluohjeet alkavat olla yleisesti hyväksyttyjä." Parhaillaan on työn alla myös esteettömien ympäristötuotteiden kehityshanke, joka liittyy Liikenne- ja viestintäministeriön Elsäntökeeseen.

MATERIAALIVALINTA EI OLE TUNNEASIA

Ulla-Kirsti kertoo yrittäneensä aina välttää tunteen-omaista suhtautumista materiaaleihin. "Olen usein ihmetellyt, miten suunnittelijoilla voi olla niin voimakaita tunnepitoisia käsityksiä materiaaleista. Tietenkin materiaaleilla on vaikutusta ympäristön kokemukseen ja luonteeseen, mutta ammattisuunnittelijan pitää tuntea materiaalit ja pystyä tekemään valinnat objektiivisesti: käyttötarkoitus, sijoitusympäristö ja usein myös kustannukset ratkaisevat."

Betoni on materiaali, johon reagoidaan tunnetasolla ehkä voimakkaimmin. "Moni suunnittelija on jopa sanonut, ettei hänen alueelleen betonipäällystettä tule. Kyllä käyttötilanne pitää pystyä ottamaan huomioon: esimerkiksi betonikivi on tavattoman hyvä ja miellyttävä kulkupintana, se on tasainen, eikä tule liukkaaksi. Jos betonipäällyste on huonoa, on syynä useammin huono suunnittelu ja toteutus kuin huono materiaali", Ulla-Kirsti huomauttaa.

Hänelle betoni tuli tutuksi jo nuorena piirtäjänä VTT:n betonitekniikan laboratoriossa.

"Sen ansiosta olen säästynyt ennakkoluuloilta. Hämmästyttävän plastinen betoni voisi vapauttaa muodon, ei suinkaan rajoita, kuten usein valitetaan. Suunnittelumaailman omien ihanteiden ja arvojen rajoitukset ovat vaikuttaneet lopputuloksiin usein enemmän kuin materiaalin rajoitukset. Esimerkiksi mosaiikibetonia on vuosikymmeniä käytetty lattioissa, mutta vasta viimeisen 10 - 15 vuoden kuluessa siitä on tullut hyväksytty julkisivumateriaali".

Betonin parissa hän on työskennellyt myös teollisena muotoilijana, mm. suunnitellut kaluste- ja ympäristötuotesarjoja. Vinkkinä ympäristöbetoniteollisuudelle hän muistelee 1980-luvun tehokasta tiedonvälitystä. "Betonteollisuuden kattojärjestö SBK ja paikalliset yritykset järjestivät eri puolilla Suomea betonikivipäiviä, joissa *Eero Kilpi* kertoi tekniikasta ja minä 'betoniteollisuuden Lenitana' suunnittelusta. Nyt kun betonituotteet ovat entistä parempia: on tullut lisää väri-ai-

toeja ja pintakäsittelyjä ja tuotteiden kestävyys on parantunut, olisi syytä tuoda ne voimakkaasi esille ja viedä tietoa suoraan kentälle", hän kannustaa.

YMPÄRISTÖRAKENTAMISTA VÄHÄTELTIIN

Ulla-Kirsti sai vuonna 1987 Teolliset muotoilijat ry:n myöntämän Vuoden teollinen muotoilija -tunnustuksen. Omalta ammattikunnalta saadun tunnustuksen hän myöntää olleen itselleen käänteentekevä, koska tuolloin asenteet ympäristösuunnitteluun olivat vielä aika ennakkoluuloiset. "Tunnustus teki työn tavallaan näkyväksi, vaikkei siitä sen isommin rummuttukaan. Siinä vaiheessa, kun menin Helsingin kaupungille tunsin, että suunnittelualue tunnustettiin lopullisesti."

Se, että ympäristöraakentamista vähäteltiin meillä Suomessa pitkään, on Ulla-Kirstin mukaan hämmästyttävää: "Muistan kohdanneeni aikamoisia ennakkolasenteita myös suunnittelijamaailmassa. Vaikka esimerkiksi kävelykatuja oli rakennettu Euroopassa ja muissa Pohjoismaissa jo 1960 – 70-luvuilla ja ne olivat poikineet laajoja kaupunkiympäristön parannusankaita, niin meillä ajatukset torjuttiin. Vasta Barcelonan hyvin taiteellisenä markkinoitu projekti oli sellainen, joka kelpasi suunnittelijoille esikuvaksi. Hyvä niin."

UUSI SUUNNITTELIJAPOLVI ON AVOINTA JA YHTEISTYÖKYKYISTÄ

Tämän hetken uutta suunnittelijapolvea, joka alkaa olla jo tukevasti ammattikentässä, Ulla-Kirsti kehuu huippuyhteistyökykyisiksi ja avoimiksi. "He ovat intereilanneet nuoresta pitäen ja katsooneet avoimin silmin maailmaa."

Suomalaisen suunnittelun jumittuminen vuosikymmeniksi vanhoihin saavutuksiin on Ulla-Kirstin mukaan estänyt kehitystä Suomessa sekä muotoilun että arkkitehtuurin alueilla. Esimerkkinä hän kertoo Skandinavia today -tapahtumasta Japanissa vuonna 1988, jossa Suomen osastolla esiteltiin Kiltä-astioita ja kolmijal-

kajakkaraita ja sama on jatkunut sen jälkeenkin.

Hän on myös vihainen retrovillityksestä, jossa samoja maljakoita ja kukkakuvioita pienennetään ja suurennetaan loputtomasti. "Sellainen uustuotanto ei kunnioita tuotteita ja suunnittelijoita. Vielä pahempaa on kuitenkin se, että näin riistetään nuorilta suunnittelijoilta työtilaisuudet. Sellaisia mahdollisuuksia, joita nuorille suunnittelijoille annettiin 50-luvulla, ei ole sen jälkeen annettu."

"Lahjakkaita nuoria kyllä on, mutta isotkin yritykset, joiden pitäisi olla edelläkävijöitä elävät muisteloissa. Suunnittelijaksi kasvaminen on pitkä prosessi: jos ei nuorille nyt anneta tilaisuuksia, mistä huomenna otetaan huippusuunnittelijoita. Ulkomailta varmaan", Ulla-Kirsti harmittelee.

"Yritykset eivät palkkaa enää suunnittelijoita kiinteään työsuhteeseen, koska pelkäävät, että suunnittelija taantuu. Se on väärä pelko, joka perustuu ajatuksen, että suunnittelija käyttää ideansa loppuun ja osoittaa ymmärtämättömyyttä luovan työn luonteesta. Suunnittelumaailma on tosin itsekin kaivanut maata jalkojensa alta mystifioimalla luovuuden. Todellisuudessa kysymys on kovasta työstä ja ammattitaidosta."

PYÖRÄLLÄ SIIRTOLAPUUTARHAAN

Pyöräilymatkan päässä kotoa sijaitseva Herttoniemen siirtolapuutarha on Ulla-Kirstin ja hänen graafikkopuolisonsa kesä- ja osin myös talviharrastus. "Olen myös aina pitänyt kirjoittamisesta, vaikka se on nyt jäänyt aikalailla vähäiseksi."

Perheen kaksi lasta ovat jo aikuisiässä. Heidän ammatinvalinnoissaan voi nähdä sukupolvien ketjun jatkuvan. Tytär on isänsä tavoin graafikko, poika vaarin tavoin puuseppä. "Ei meidän ole tarvinnut tuputtaa lapsille ammatteja: poika oli noin 8-vuotias, kun hän kysyi, miten puuseppäksi tullaan. Sieltä ne välineet ja into löytyivät vaarin verstaasta", Ulla-Kirsti hymyilee.

Sirkka Saarinen

Vesa Junttila

