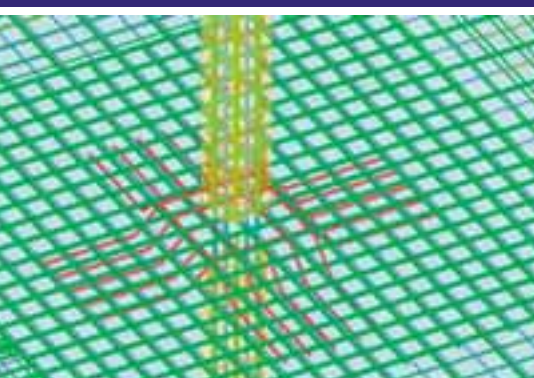


Casper Ålander, dipl.ins., Fundia Betoniteräkset Oy  
 Kim Johansson, dipl.ins., Lohja Rudus Oy  
 Pentti Lumme, tekn. lis., Lohja Rudus Oy



Jyrki Ketonen, Insinööri-toimisto Magnus Malmberg Oy

Yritysryhmällä *Fundia Betoniteräkset Oy:llä, Lohja Rudus Oy Ab:lla* sekä *Tekla Oyj:llä* on päättymässä yhteinen hanke, jossa tavoitteena on ollut kehittää paikallavalurakenteiden suunnittelua tuotemallintamisen kautta. Hankkeessa on mukana 10 rakennesuunnittelutoimistoa. Mukana olevat rakennesuunnittelutoimistot ovat luoneet eri paikallavalurakenteista makrorakenteita *Tekla Structures -suunnitteluohjelmistoon*. Ajatuksena on, että muodostetaan kokoelma hyviä suunnitteluratkaisuja, joita kaikki suunnittelijat voivat hyödyntää. Esimerkiksi paaluanturan makrorakenne sisältää valmiin suunnittelupohjan ja sille oman käyttöliittymän. Jokainen mukana oleva suunnittelutoimisto on tehnyt kymmenisen makrorakennetta, ja yhteensä kokoelmaan kertyy vähän alle sata rakennetta. Tavoitteena on saada makrorakenteet yleiseen jakeluun Teklan verkkosivuille vuoden 2005 loppuun mennessä.

## TAUSTA

Vuonna 1997 Ruotsissa käynnistyi "*Multiconcrete*" kehityshanke. Hankkeen taustalla oli *Skanska AB, Cementa AB, Fundia Bygg AB, AB J&W, Sweco AB* ja *Svenska Betongföreningen*. Taustaryhmä näki, että tulevaisuuden rakentamisessa tarvitaan kehittyneempää yhteistyötä eri rakennushankkeen osapuolten kesken. Tietotekniikan tehokkaammassa hyödyntämisessä nähtiin mahdollisuuksia. Erityisesti tiedonhallinnan ja informaation välityksen puolella nähtiin olevan parantamisen varaa.

Neuvonpidoissa todettiin, että 3-ulotteinen objektorientoitunut malli rakennuskohteesta tarjoaisi parhaan rungon tiedon hallinnalle. Taustaryitykset olivat osin pohjoismaisia ja erityisesti Suomessa oli jo aikaisemmin kehitetty 3D-ohjelmia betonirakenteiden mallintamiseen, tosin ensisijaisesti elementtisuunnitteluun. Hankkeeseen liittyi Suomen puolelta *Fundia Betoniteräkset Oy* ja *Betoniyhdistys ry* ja suunnitteluasiiantuntijana oli mukana *Finnmapin IT asiantuntija*.

Ruotsalaisilta rakennesuunnittelijoilta tilattiin maailmanlaajuinen markkinaselvitys olemassa olevista 3D-mallinnusohjelmista, jossa olisi halutut ominaisuudet teräsbetonirakenteiden suunnitteluun. Ohjelmia löytyi noin tusinan verran. Varteenotettavat vaihtoehdot pystyttiin melko helposti karsimaan kuuteen. Niiden joukossa oli kaksi suomalaista vaihtoehtoa Cadex Oy:n ja Tekla Oy:n ohjelmistot.

Seuraavassa vaiheessa karsittiin vaihtoehdot

kolmeen. Suomen vaihtoehtoista listalle jäi Cadex, jossa sattumalta jo muutenkin oli yhtäpitävä tavoite kuin Multicontere projektin taustaryhmällä. Cadex tarjosikin projektiryhmälle edulliseen hintaan ison määrän tavoitellun mutta ei vielä ihan valmiin ohjelman lisenssejä. Ostamalla kehitteillä olevia lisenssejä saataisiin aikataulu nopeutettua. Suomessa Finnsementti, Lohja Rudus ja Fundia pitivät tätä vaihtoehtoa houkuttelevimpana ja Lohja Ruduksen nimissä allekirjoitettiin sopimus Cadexin kanssa. Myöhemmin Tekla osti Cadexin. Tehty kehitys-sopimus siirrettiin Teklan nimiin hieman muutetussa muodossa. Tavoiteltu aikataulun nopeutuminen ei toteutunut, mutta lisenssit muuttuivat selvästi isomman ohjelmistotalon Tekla Structures -ohjelma lisensseihin.

## UUSI KEHITYSHANKE

Lisenssejä omistavan yritysryhmän tarkoituksena ei tietenkään ollut käyttää niitä itse, vaan tarjota niitä edullisin ehdoin rakennesuunnittelutoimistoille. Lisenssin hyödyntämiseksi järkevällä tavalla käynnistettiin kesällä 2004 *Fundia Oy:n, Lohja Rudus Oy:n ja Tekla Oy:n* sekä *kymmenen rakennesuunnittelutoimiston* kesken kehityshanke, jonka tarkoituksena oli testata ja edelleen kehittää Tekla Structures suunnitteluohjelmaa paikallavalurakentamisen näkökulmasta. Suunnittelutoimistoista mukana hankkeessa olivat *Aaro Kohonen, Magnus Malmberg, Finnmap Consulting, Optiplan, Pöysälä & Sandberg, Insinööri-toimisto Matti Ollilla, JP Kakko, Ylimäki Tinkanen, WSP Kortes ja A-insinöörit*.

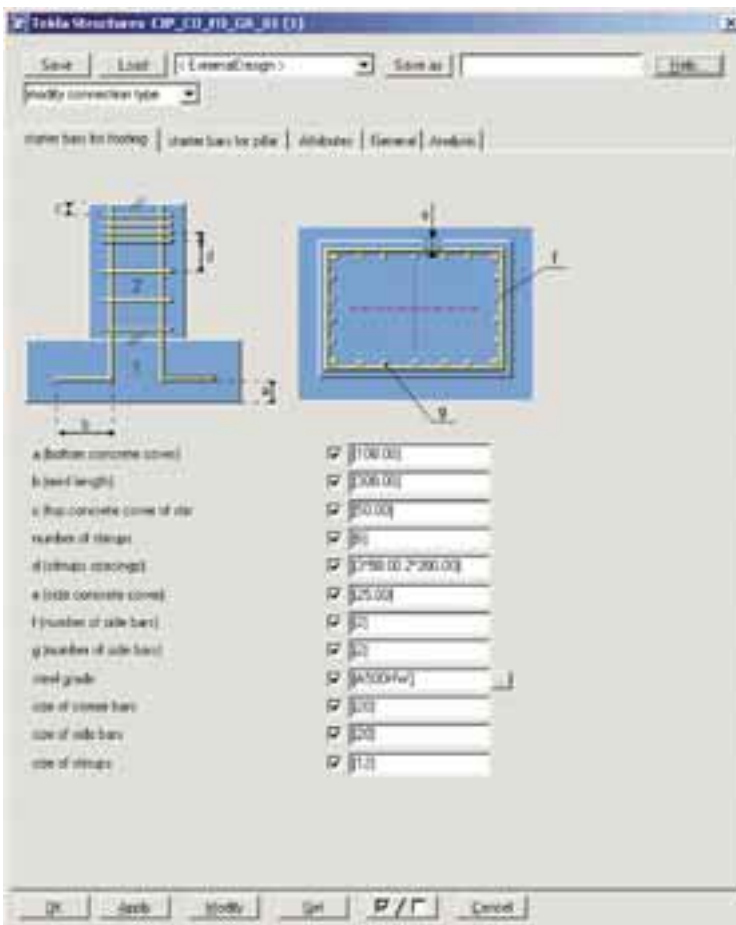
Suunnittelijoiden tekemä testaus- ja kehitystyö sovittiin rahoitettavaksi ohjelmakehitystyötä rahoittaneen yritystyhmän omistamalla ohjelmaliensseillä, jollaisen kukin hankkeseen osallistunut suunnittelutoimisto sai omakseen tehtyä työpanosta vastaan. Suunnittelijat kehittävät tavallisten rakenteiden suunnittelussa tarvittavia ohjelmakomponentteja (makroja), noin 10 kpl/ toimisto. Kehitetyt makrot koottiin yhteen paikallavalurakenteiden suunnitteluun tarkoitettuun työkalupakkiin, joka on kaikkien suunnittelijoiden käytössä. Näin laaja joukko suunnittelijoita pääsee hyödyntämään kattavan työkalun.

## HANKEEN TOTEUTUS

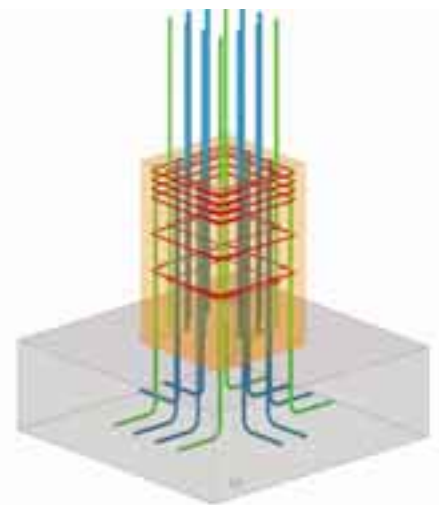
Projekti jaettiin kahteen jaksoon joiden kesto oli noin 3 kuukautta ja 6 kuukautta. Ensimmäisessä vai-

1,2 Perspektiivikuvia, Sandels-projekti, Helsinki. Insinööri-toimisto Magnus Malmberg Oy.

3 Mallinnuskuvaa laatan raudoituksista, Sandels-projekti, Helsinki. Insinööri-toimisto Magnus Malmberg Oy.



5

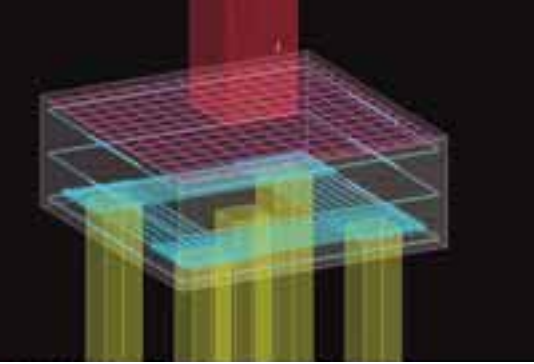


Juha Vajjus, Finmap Oy

6

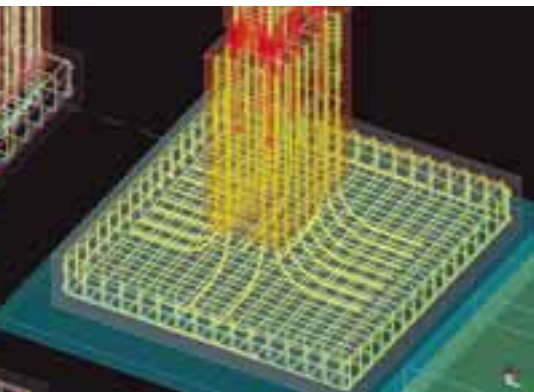
4  
Mallinnetut detaljikuvat helpottavat myös käytännön asennustyötä.

5.6  
Antura ja sen liittymä, sekä ohjelman käyttöliittymäsiivu. Suunnittelun tuloksena on tarkka 3-ulotteinen malli teräs-betonirakenteesta siihen kuuluvien raudituksin.

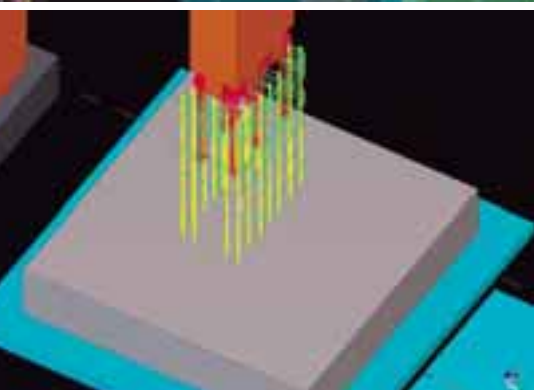


7

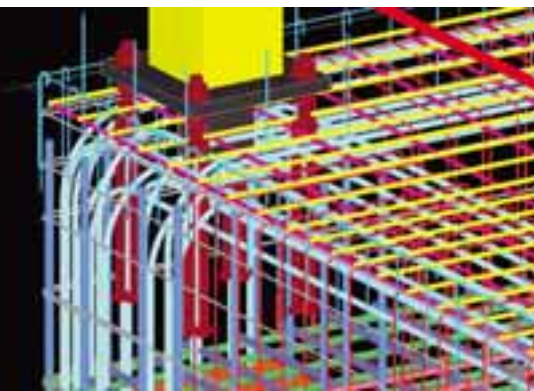
JP-Kakko Oy



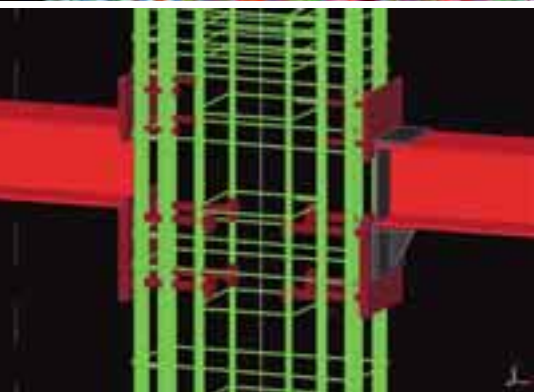
JP-Kakko Oy



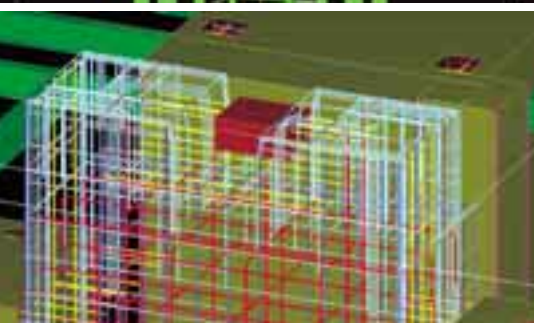
JP-Kakko Oy



JP-Kakko Oy



JP-Kakko Oy



JP-Kakko Oy

7

Biodiesel-tehdashanke, Neste/Porvoo. Paaluanturan rauditus.

8-12, 14,15

Biodiesel-tehdashanke, Neste/Porvoo. Suunnittelun tuloksena on tarkka 3-ulotteinen malli teräsbetonirakenteesta siihen kuuluvine raudoituksineen. Raudoitteiden asennettavuus tai asentamattomuus näkyy jo kuvaruudulla samoin kuin liittymäkohtien raudoitteiden mahdolliset mahtumiongelmat (tankojan ns. törmäystarkastelu). Raudoitteiden tarkat mittatiedot saadaan suoraan raportoitua mallista sellaisessa sähköisessä muodossa, että tiedosto voidaan esimerkiksi sähköpostin välityksellä toimittaa raudoitustehtaalte.

heessa Tekla järjesti koulutuksen uusille ja vähemmän kokeneille käyttäjille. Tämän jälkeen suunnittelutoimistot testasivat Tekla Structures Concrete Detailing ohjelmistoa valitsemassaan paikallavalettavassa pilotointikohteessa, keräsivät parannusehdotuksia ja kommentteja ohjelmistotoimittajalle, ja laativat listan pilotointikohteeseen liittyvistä komponenteista. Tämän jälkeen projektin johtoryhmä kävi läpi ja hyväksyi ehdotetut komponentit.

Projektin toisessa vaiheessa keskityttiin luomaan paikallavalurakenteiden komponenttikirjasto. Tavoitteena oli että jokainen toimisto loisi vähintään kymmenen komponenttia. Komponenttien tekoa ohjattiin noin neljän viikon välein pidetyissä palavereissa. Nämä palaverit olivat eräänlaisia avoimia keskustelutilaisuuksia joissa komponenttien tekijöillä oli mahdollisuus vaihtaa ajatuksia sekä kysyä neuvoa komponenttien luomiseen liittyvissä kysymyksissä Teklan asiantuntijoilta. Usein pidettyjen palaverien avulla vältettiin turhan työn tekeminen ja säästettiin aikaa.

Palavereissa arvioitiin aikaisessa vaiheessa myös komponenttien sisältöä myös rakennetekniikan ja työmaatekniikkaan näkökulmasta. Täällä tavalla pyrittiin komponenttien avulla luomaan myös ns. "best practice" kyseisen yksityiskohtan ratkaisemiseksi.

Komponenttien teknisen toimivuuden tarkisti tekijän lisäksi aina myös jonkin toisen toimiston suunnittelija. Tekla tarkisti sen että komponentit oli tehty yleisten ohjeiden mukaisesti.

## RAUDOITUKSEN MALLINNUS

Makrot voidaan luonnehtia parametrisoiduiksi rakennesiksi. Eri rakennesien parametrisoituja tyyppiraudoituksia oli jo 90-luvun puolivälissä kehitetty RTT:n toimesta (RTT:n kansio "Paikallavalurakentaminen"). Nämä aikaisemmat kehitelmät käytettiin hyväksi ja uusia detaleita mallinnettiin ja parametrisoitiin. Makrot kehitettiin kullakin suunnittelutoimistolla käynnissä olevien toteutettavien rakennuskohteiden suunnittelun puitteissa. Kun kohteita oli eri tyyppisiä ja "vaihtokauppahakkeessa" oli mukana 10 suunnittelutoimistoa tuli työkalupakista melko kattava. Tällainen 3D-mallinustyökalu tarjoaa merkittävät mahdollisuudet rationalisoida rakentamisprosessia. Hankkeen tärkeä tulos on lisäksi se, että nyt suunnittelijoiden käyttöön on tarjolla kattava työkalupakki ja suunnittelutyö on mie-



lekästä ja kannattavaa tällaisella muuten hieman raskaaksi koetulla työkalulla. Teräsbetonirakenteiden suunnittelussa suuritöistä on erityisesti raudoituksen suunnittelu. Nyt raudoitus määräytyy tavalisten rakenneosien osalta automaattisesti muuttaman parametriarvon antamisella. Sellainen suunnittelun taso, jossa parametrien arvot luetaan suoraan mitoitusohjelman tuloksesta on lähivuosina odotettavissa.

Suunnittelun tuloksena on tarkka 3-ulotteinen malli teräsbetonirakenteesta siihen kuuluvine raudoituksineen. Raudoitteiden asennettavuus tai asentamattomuus näkyy jo kuvaruudulla samoin kuin liittymäkohtien raudoitteiden mahdolliset mahtumisongelmat (tankojan ns. törmäystarkastelelu). Raudoitteiden tarkat mittatiedot saadaan suoraan raportoitua mallista sellaisessa sähköisessä muodossa, että tiedosto voidaan esimerkiksi sähköpostin välityksellä toimittaa raudoitustehtäälle, jossa raudoitteet tarkistusohjelman kautta voidaan siirtää suoraan tehtaan tuotantojärjestelmään ja siitä (yleensä automaattisesti) jakaa eri raudoitteita valmistaville koneille. Tuotantokoneethan nykyään ovat lähes kaikki tietokoneohjattuja.

Koko konsepti tarkoittaa käytännössä sitä, että rakenteet tehdään tarkasti niin kuin ne on suunniteltu. Ainakin raudoitteet tulevat koneista ulos juuri sen mukaisesti mitä koneille syötetyssä tiedostossa on ollut dataa +/- sallittu toleranssi. Suunnittelun taso nousee ja paremmasta suunnittelusta pitää olla valmis myös maksamaan parempi hinta. On myös pakko jossain määrin ottaa kantaa esimerkiksi valmistustoleransseihin. Samalla tarjoutuu mahdollisuus rationalisoida raudoitteet yksikertaisemmiksi. Kun makro kerran on mietitty ja sen oletusarvot viritetty sopivasti tulee joka kerta se valmiiksi mietitty ja suuren asiantuntijaryhmän parhaana pidetty raudoitusratkaisu.

### HYVÄ YHTEISTYÖ JA SEN TULOKSET

Tässä ohjelmistokehityshankkeessa paneuduttiin niihin käytännön ongelmiin, joihin suunnittelija törmää pyrkiessään käyttämään IT-apuvälineitä jokapäiväisessä työssään. Lähes jokainen hankkeeseen osallistuva toimisto testasi Tekla-Structures ohjelman ominaisuuksia todellisessa kohteessa ja se edesauttoi merkittäväällä tavalla tuomaan esille niitä detaljiasioita, jotka vielä kaipaivat hienosäätöä. Merkillepantavaa hankkeessa oli hieno yhteishenki

ja yhteistyöhalu kehittää suunnittelujärjestelmää eli kunkin osallistujan jokapäiväistä toimintatapaa.

Hankkeen myötä mallinnukseen perustuvan IT-työkalun käytettävyys on ottanut pitkän harppauksen eteenpäin. Kohteen hallittavuus koko rakennusprosessin aikana helpottuu merkittävästi tietotekniikan käytön myötä. Mallinnettujen kohteiden kolmiulotteiset kuvatulosteet helpottavat merkittävästi myös jokaisen rakentamiseen osallistuvan ymmärrystä rakenteiden yksityiskohdista ja niiden käytännön toteuttamisesta.

Kehitystyö jatkuu pienimuotoisempina edelleen ja seuraavassa vaiheessa on tarkoitus keskittyä ohjelmalla aikaansaatavien kuvatulosteiden standardointiin ja hienosäätöön.

### TEKLA - STRUCTURES PROGRAM ENSURES EFFICIENT CAST-IN-SITU DESIGN

A group of three companies, Fundia Betoniteräkset Oy, Lohja Rudus Oy Ab and Tekla Plc are about to complete a joint project for the development of the design of cast-in-situ structures utilising product modelling. Ten structural design offices participated in the project, and created macro-structures of different cast-in-situ structures for the Tekla Structures design software. The purpose has been to build up a collection of good design solutions available to all designers. The macro-structure of a pile foot, for example, comprises a readymade design base and a separate user interface for it. Each design office involved in the project has prepared about 10 macro-structures, bringing the total number of structures in the collection to almost one hundred. The objective is to make the macro-structures available on the Internet site of Tekla Oy by the end of 2005.

This project is a great advancement in the usability of an IT tool based on modelling. The use of information technology significantly facilitates the manageability of the project during the entire building process. Three-dimensional images of the modelled structures also make it considerably easier for everybody involved in a building project to understand the details of the structures and their implementation in practice.

The development work will continue in smaller scale, with standardisation and fine-tuning of the images produced by the software the next focal issues.

