

BETONIELEMENTTIKOHTEIDEN TIETOMALLIPOHJAINEN SUUNNITTELUPROSESSI

Mikko Harmanen, tekn.kand.
Ramboll Finland Oy

Taulukko 1. Valmiosatoimituksen aikataulut

	(viikkoa ennen toimituksen aloitusta)
– valmiosisien tarjouspyyntö	13 - 18
– toimitussopimus	10 - 15
– valmiosisasuunnittelun aloituskatselmus / aloituskokous, alustava työmaasuunnitelma	12 - 14
– suunnittelun lähtötiedot	9 - 14
– valmiosisasuunnittelun aikataulu ja aloitus	9 - 13
– tieto erikoismateriaaleista ja erikoiskuljetuksista	8 - 10
– elementtikaaviot	8 - 9
– punossuunnittelu, koe-elementit, muut ennakkokokeet	6 - 7
– mallielementin katselmus	5 - 6
– valmistuskuvat lohkoittain ja valmistuksen aloitus, karkea asennusaikataulu	4 - 6
– elementtien asennusaikataulu lohko- / kerrostarkkuudella	3 - 4
– asennustyön aloituskokous työmaalla	1 - 2

Taulukko 2. Tietomallien nimet jaoteltuna toimijan ja hankkeen vaiheen mukaan.

Tietomallit rakennusprosessissa	Arkkitehti	Rakennesuunnittelija	TATE-suunnittelija	Urakoitsija / toimittaja
Hankesuunnittelu (korjauskohde)	Vaatusmalli (Inventointimalli)	Vaatusmalli (Inventointimalli)	Vaatusmalli (Inventointimalli)	
Ehdotussuunnittelu	Massa-, tilaryhmä-, tilamallit	Tilavarausmalli	Tilavarausmalli	
Yleissuunnittelu	Alustava rakennusosamalli	Alustava rakennemalli	Alustava järjestelmämalli	Alustava tuotantomalli
Hankintoja palveleva suunnittelu	Rakennusosamalli - hankinnat	Rakennemalli - hankinnat	Järjestelmämalli - hankinnat	Tuotantomalli
Toteutus suunnittelu	Rakennusosamalli - toteutus	Rakennemalli - toteutus	Järjestelmämalli - toteutus	Tuotantomalli
Rakentaminen	Toteumamalli	Toteumamalli	Toteumamalli	Tuotantomalli

Rakennusalan suunnittelumenetelmät ovat muuttamassa rakennusten tietomallien käyttöä yleistyessä. Suunnittelun työkalujen kehittyessä syntyy muutospainetta myös muihin totuttuihin toimintatapoihin ja käytäntöihin. Tietomallien käyttöä on tutkittu ja ohjeistettu muutamissa kansallisissa tietomallintamista käsitelleissä hankkeissa. Näissä hankkeissa on myös laadittu ohjeita mallien sisällöstä suunnittelun eri vaiheissa. Erityisesti elementtirakentamiseen suunnattua ohjetta ei kuitenkaan ole olemassa.

Elementtirakentamisessa haasteita aiheuttavat suunnitteluosapuolten suuri määrä, jolloin aikataulutuksen ja suunnittelun yhteensovittamisen merkitys korostuu.

Tämä artikkeli on laadittu diplomityön, Harmanen M. "Betonielementtikohdeiden tietomallipohjainen suunnitteluprosessi" pohjalta, jonka tarkoituksena oli päivittää betonielementtirakentamisen suunnitteluprosessin ohjeistusta vastaamaan mallintamisen vaatimuksia. Erityisesti työssä käsiteltiin tuotesakauppojen vaikutusta tehtäväjakoon ja aikataulutukseen. Lisäksi työssä pyrittiin selkeyttämään vastaavan rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan välistä työnjakoa.

Elementtisuunnittelun aikataulutusta on käsitelty useissa diplomityön lähteissä. Vuonna 2009 julkaistussa *Betonivalmiosisatoimitusten toimintamalli-ohjeessa* on esitetty perinteisen suunnittelu-rakentamis-prosessin valmiosisatoimituksen aikataulu, taulukko 1. Tämä aikatauluohje pätee myös tietomalleille, joskin tietomallista saatavien määrä- ja valutarvikeluetteloiden avulla, voidaan varsinaisten elementtikuvien lähettämistä tehtaalle siirtää myöhemmäksi.

ERI VAIHEIDEN TIETOMALLIT

Tietomallien nimet ja määritelmät ovat muuttuneet ja tarkentuneet ajan myötä. Tästä esimerkkinä on mm. termi tietomalli, jonka synonyyminä aiemmin käytettiin tuotemallia. Nykyisin tuotemallilla tarkoitetaan tietomallia, jossa rakennusosat on määritelty tietyt valmistajan tuotteilla. Senaatti-kiinteistöjen tietomallinohjeessa mallien sisällöt on määritelty mallin nimen ja hankkeen vaiheen kautta. Tämän sisällön määrittelyn kannalta onkin tärkeää tietää, mikä tietomalli liittyy mihinkin hankkeen vaiheeseen. Taulukossa 2 on esitetty tutkimuksessa käytetyt tietomallien nimet jaoteltuna toimijan ja hankkeen vaiheen mukaan.

Esitetyt mallien nimet ovat pääosin samat kuin Senaatti-kiinteistöjen ohjeistuksessa. Jaottelusta poikkeavat rakennesuunnittelijan mallit, joissa tietomallin nimi on vaihdettu rakennusosamallista rakennemalliksi. Tällä jaottelulla pyritään välttämään arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallien sekaannusta ja tuomaan selkeästi esiin mallien sisältö jo tietomallin nimessä. Tätä rakennesuunnittelijan mallin nimeämistapaa on käytetty myös *ProIT-hankkeessa*.

ELEMENTTIEN TUNNUKSET

Elementtivalmistaja tarvitsee tietoa elementeistä tuotannosuunnitteluun ja rakentaja asennuksen suunnitteluun varten, elementtisuunnittelijan työn ollessa vielä kesken. Lisäksi elementtien sarjatuoannon kannalta on tärkeää, että samanlaisista elementeistä on vain yksi valmistuspiirustus, jossa kerrotaan valmistettavien elementtien lukumäärä. Lisäksi se, että samanlaisista elementeistä laaditaan vain yksi valmistuspiirustus, vähentää myös suunnittelijan työtä.

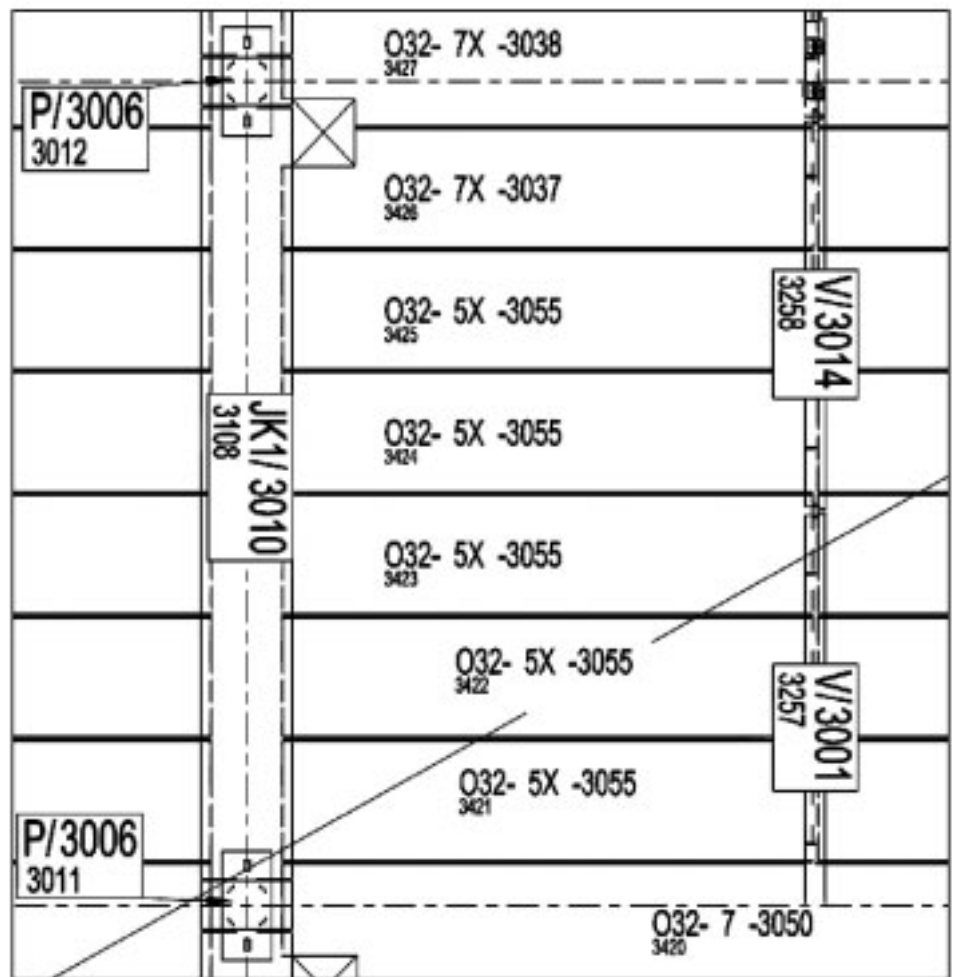
Elementtien asennus ja valmistus voidaan suunnitella karkeasti, kun elementeistä tiedetään tyyppi ja sijainnit. Toteutuksen suunnittelu voidaan tehdä tarkemmin, kun kullekin elementille annetaan oma yksilöllinen tunnus.

Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kannalta onkin perusteltua käyttää elementeillä ns. kaksioisnumerointia. Tällöin elementille annetaan *yksilöllinen tunnus* ja detaljoinnin valmistuttua *piirustuksen numero*. Piirustuksen numeroa ei siis voida antaa, ennen kuin suunnittelu on täysin valmis ja tiedetään, mitkä elementit ovat täsmälleen samanlaisia. Piirustuksen numero on sama kaikille samanlaisille elementeille.

Valmistuspiirustuksessa mainitaan kyseisen elementin valmistusmäärä sekä valmistettavien elementtien yksilölliset tunnuksat. Yksilöllinen tunnus voidaan antaa elementille jo sen luonnin yhteydessä, jolloin sitä voidaan käyttää elementin tunnistamiseen läpi koko suunnittelu-, valmistus- ja toteutusprosessin ajan. Diplomityössä on esitetty periaatteet yksilöllisen tunnuksen ja piirustuksen numeron määrittämiseksi käytännössä.

Lopullisessa elementtikaaviossa esitetään elementtien tunnuksien lisäksi piirustusnumerot, kuten kuvassa 1.

Piirustusnumeroiden käytön etuna on myös se, että työmaalla saman piirustusnumeron omaavia rakennusosia voidaan tarvittaessa asentaa ristiin.



1
Esimerkki lopullisesta elementtikaaviosta, jossa on käytetty kaksioisnumerointia. Samanlaiset elementit saavat saman piirustusnumeron.

Kaaviosta nähdään, että esimerkiksi pilarit ja osa ontelolaatoista on samanlaisia.

TUOTESAKAUPPAMALLIT

Betonielementtirunkojen tuotesakaupat mahdollistavat nopeamman rakentamisen aloittamisen sekä koko rungon optimoinnin yksittäisten rakennusosien sijaan. Haasteena ovat tällöin rungon tuotesasuunnittelun soveltaminen muuhun rakennesuunnitteluun sekä runkoon vaikuttavien hankintojen aikataulus. Kuvassa 2 on koottu ja uudelleen ryhmitelty sekä nimetty Valmisosarakentamisoheiston mukaiset elementtitoimitusten mallit. Uudelleen nimeämiseen päädyttiin, koska aiemmat tuotesakaupamallien nimet eivät olleet kovin selkeitä, eivätkä ne kertoneet riittävästi kaupan sisällöstä. Uusin termien pyrkimyksenä on välittää lukijalle tieto tuotesakaupan ajankohdasta ja kaupan pohjana toimivien suunnitelmien tasosta.

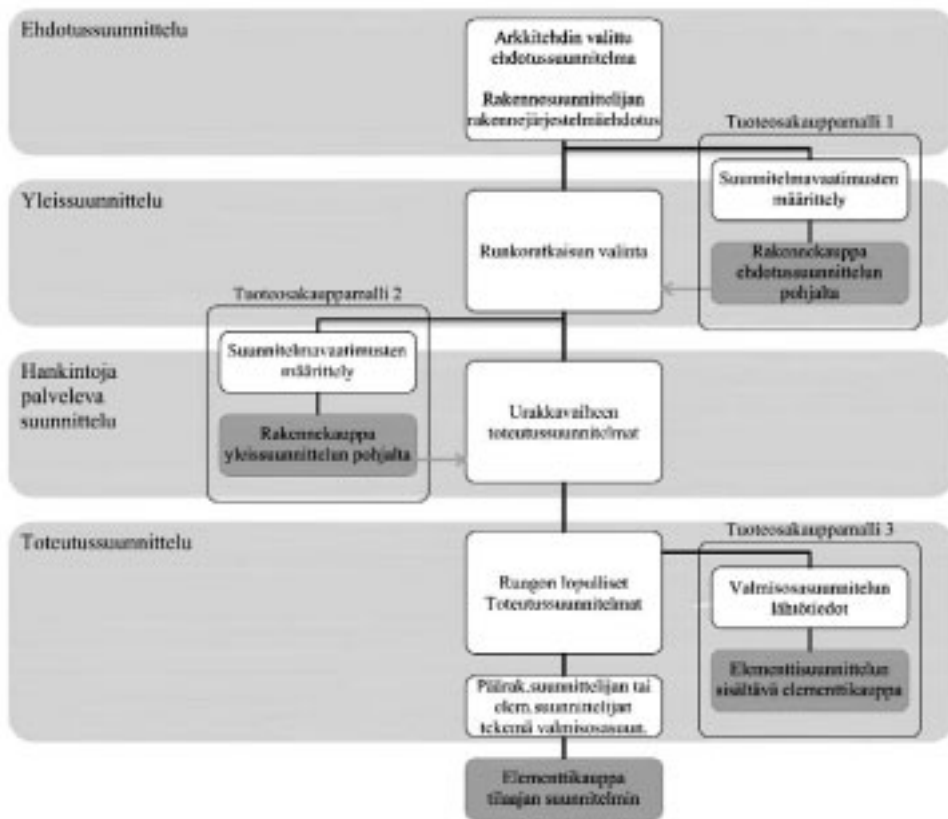
Tuotesakaupoissa elementtisuunnittelua tehdään yhtä aikaa muiden alojen toteutussuunnittelun kanssa. Tämä suunnittelun limittyminen mahdollistaa suunnittelun kokonaisajan lyhentymisen ja elementtien asennustyön aikaistamisen. Toisaalta elementtisuunnittelun aloittaminen varhaisessa vaiheessa asettaa tiettyjä vaatimuksia muille suunnitelmille ja hankinnoille. Esitetyille elementtikaup-

palleille on diplomityössä laadittu tehtävä- ja toimintokaaviot, joissa osoitetaan tehtävien kytkeytyminen toisiinsa ja periaatteellinen aikataulus.

Tuotesakaupoissa perinteinen rakenne- ja elementtisuunnittelun välinen työnjako ei toimi, sillä tuotesatoimittaja vastaa toimituksensa suunnittelusta, johon usein kuuluu myös tavallisesti vastaavalle rakennesuunnittelijalle kuuluvia tehtäviä. Rakentamismääräyskokoelman mukaisesti rakenteiden pääsuunnittelijalle kuuluu vastuu rakenteellisen kokonaisuuden toimivuudesta.

Tehtyjen tutkimusten pohjalta havaittiin, että hankkeeseen parhaiten soveltuva tuotesakaupamalli voidaan määrittää jo hankkeen alussa rakennustyyppiin mukaan. Rakennus, jonka runko on avoin, soveltuu parhaiten ehdotussuunnitteluvaiheen jälkeen tehtävään rakennekauppaan. Yleissuunnitteluvaiheen jälkeen tehtävä rakennekauppa soveltuu paremmin asuinrakentamiseen.

Kaikkien elementtikaupamallien kannalta on tärkeää, että rakennuksen runkoon vaikuttavat merkittävät hankinnat tehdään riittävän aikaisin, jotta näiden vaikutukset voidaan ottaa huomioon rungon suunnittelun kannalta oikea-aikaisesti. Tällaisia hankintoja ovat esimerkiksi hissit, portaat, väestönsuojat ja julkisivujärjestelmät. Myöhässä tehdyt hankinnat lisäävät uudelleensuunnittelua ja aiheut-



2 Elementtikaupamallien jaottelu hankinta-ajankohdan perusteella.

tavat kiirettä toteutussuunnitteluvaiheessa.

Tuoteosakaupoilla ja tietomallipohjaisella suunnittelulla voidaan päästä eroon betonirungon tavanomaisista suunnittelu- ja valmistusprosessin ongelmakohdista. Lisäksi tuoteosakauppa tukee uusien rakennerratkaisujen kehittämistä ja suurempien kokonaisuuksien optimointia sekä yhdessä tietomallipohjaisen suunnittelun kanssa takaa virheettömämmät suunnitelmat.

Eri tuoteosakauppavaihtoehdot samoin kuin muukin diplomityön ydinsisältö löytyy nettisivuilta www.elementtisuunnittelu.fi.

TIETOMALLINNUS

Rakennuksen rungon suunnittelussa mallintamiseen käytettävä työn määrä kasvaa merkittävästi suunnitteluprosessin edetessä ja tietomallin tarkkuuden kasvaessa. Karkean mallin teko on nopeaa ja samanaikaisesti suunnittelun alussa tehtävillä päätöksillä on suuri taloudellinen vaikutus. Hankkeen alussa ja suunnittelusopimuksia tehtäessä tulee tarkoin määritellä, mitä kukin mallintaa ja mikä mallien tarkkuus on missäkin vaiheessa. Samoin tulee määritellä mallien luovutuksen periaatteet tilaajan ja muiden toimijoiden käyttöön.

Tietomallipohjaisen suunnittelun yksi merkittävä ero tavanomaiseen piirtämiseen perustuvaan suunnittelutapaan on se, että mallinnettaessa tarvittavat piirustukset on mahdollista laatia vasta kunkin suunnitteluvaiheen loppuun.

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa suunnittelun aikana tuotettu tieto tulisi pitää mahdollisimman korkeatasoisessa muodossa. Tällä tarkoitetaan sitä, että suunnittelussa tuotettua tietoa ei ole järkevää tulostaa paperilla vain kopioitavaksi uudelleen toiseen tietojärjestelmään. Tiedonsiirrosta

tulee ensisijaisesti pyrkiä automatisointiin, jolla voidaan lisätä tehokkuutta ja vähentää inhimillisiä virheitä. Suurin hyöty saadaan, kun mallintaminen aloitetaan jo hankkeen alussa ja jatketaan loppuun asti. Tuotantoa varten suunnitelmia voidaan tulostaa myös paperille, mikäli näitä tietoja ei enää tämän jälkeen muunneta takaisin digitaaliseen muotoon. Tietomalleja voidaan hyödyntää tuotannossa ja työmaalla laatimalla tuotantomalleista automaattisia luetteloita halutuista asioista.

Työssä käytettyjen aineistojen ja käytyjen keskustelujen perusteella todettiin, että esimerkiksi taloteknisten reititysten yhteensovitus elementtisuunnitteluun ja lopullinen reikäsuunnittelu voitaisiin nykyään tehdä pelkästään tietomalleilla. Mitoitettujen reikäpiirustusten laatiminen on tietomalleja käyttävien suunnittelijoiden välillä täten tarpeellista.

YHTEISTYÖ

Työssä tehdyt havainnot vahvistavat näkemystä, jonka mukaan rakenne- ja taloteknisten järjestelmien suunnittelijat on otettava mukaan jo ehdotussuunnitteluun. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi erillisin ehdotusvaiheen kattavin konsulttisopimuksin. Ehdotussuunnitteluvaiheen jälkeen voidaan tehdä loppusuunnittelua koskevat sopimukset samojen tai eri konsulttien kanssa.

Rakennuksen suunnittelussa kullakin suunnittelijalla on omat tehtävänsä. Näiden tehtävien suorittaminen vaatii suunnittelijalta jatkuvaa yhteistyötä muiden hankkeen osapuolien kanssa. Kulttuurista, jossa lähtötietoja odotetaan ja omia suunnitelmia pantataan viimeiseen asti, päästään eroon ottamalla hankkeissa käyttöön pakolliset määräajoin pidettävät mallikatselmuksukset. On hyvä huomata, että aito osapuolten välinen yhteistyö edellyttää sitä, että kaikilla toimijoilla on koko suunnitteluprosessin ajan varattuna resursseja suunnittelun eteenpäinviemiseksi.

Diplomityössä ehdotetaan tietomallien viikoittaista jakamista esimerkiksi internet-pohjaisten tietomallipalvelimien kautta. Tällöin tietomallipohjainen suunnittelu ja pakolliset mallikatselmuksukset parantavat suunnitelmien yhteensopivuutta ja laatua, koska ongelmakohdat ratkeavat aiemmin.

Lisäksi suunnittelu tulisi selkeästi jakaa tehtävälueelloissa esitettyjen vaiheiden mukaisesti niin aikataulultaan kuin tehtäväsällöltään. Tällöin suunnittelun etenemistä pystytään seuraamaan tarkemmin selkeiden välitavoitteiden avulla.

MALLINNUKSEN SÄÄSTÄÄ AIKAA

Tavanomaisessa rakentamisprosessissa on erittäin tärkeää ottaa huomioon se, että urakoitsijan valinnan ja rakennustöiden alkamisen väliin jää riittävästi aikaa elementtisuunnittelulle. Asia on huomioidava jo hankkeen yleisaikataulua laadittaessa. Ongelma on korostunut hankkeissa, joissa vain elementtisuunnittelu on tehty mallintamalla, koska tällöin elementtisuunnittelija joutuu luomaan tietomallinsa tyhjästä.

Aikataulutuksen pelivaroihin ei mallipohjainen suunnittelu tuo suoranaista parannusta. Väliillisesti parannusta saadaan tähänkin tietomallien tarjotessa entistä parempia työkaluja rakennushankkeen aikataulutukseen ja hallintaan.

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa elementtitoimitusta voidaan aikaistaa, kun elementtisuunnittelu porrastetaan karkeaan ja lopulliseen vaiheeseen. Aikaistus voidaan tehdä normaaleille teräsbetonielementeille. Jännebetonielementtien suunnittelu tulee edelleen aikatauluttaa totutulla tavalla punossuunnittelun ja tuotannon yhdistämisestä johtuen. Esitetysmallissa säästetty aika on noin kolme viikkoa. Laaditussa toimintamallissa suunnitteluun käytettävä kokonaisaika voidaan pitää edelleen samana. Hyöty perustuu siihen, että tietomallista voidaan helposti tulostaa luetteloita ja viedä alustavia tietoja elementtitoimitajan tuotannonohjausjärjestelmään. Lopullisia valmistuskuvia tarvitaan tällöin vasta elementtien valmistukseen.

Kaiken kaikkiaan tietomallipohjainen suunnittelu on jo nykyisellään parantanut merkittävästi suunnittelun laatua. Laaditussa diplomityössä pyrittiin kehittämään, selkeyttämään ja tuomaan uusia käytäntöjä rakennusten ja erityisesti betonielementti-kohteiden suunnitteluun.

LÄHDE:

- Harmanen M. Betonielementtikohteiden tietomallipohjainen suunnitteluprosessi. Diplomityö. TTY. 2010.

BUILDING INFORMATION MODEL-BASED DESIGNING PROCESS OF PRECAST CONCRETE STRUCTURES

The design processes in the building trade are transforming as building information models (BIMs) are becoming more and more widely used. The evolution of engineering tools creates an increased pressure for change in other customary methods and practices as well. Various national projects have conducted research on BIMs and given directions with regard to their use. These projects have also provided guidelines on the contents of BIMs in different phases of the design process. However, instructions meant specifically to precast concrete building do not exist. Challenges in precast concrete building include scheduling, which becomes more challenging in precast concrete building due to the large number of engineers involved.

The purpose of this study is to update the instructions on precast concrete building to better fit the requirements of modelling. In particular, the study deals with the effect that construction element purchases have on task allocation and scheduling. Furthermore, one of the central aims of the study is to clarify the distribution of work between the structural engineer and the precast concrete engineer in BIM-based design.

The study uses as material literature dealing with precast concrete engineering, the general building process and building information models. The members of the thesis seminar group as well as other professionals from the building trade have guided the progress of this study. The study also briefly examines how different fields of design can contribute to BIM-based design. This part of the study is essential initial data for other sections of the study, as the aim is to prepare the instructions in a way that it is possible to use them with software that is currently being used in the industry.

The construction element purchases of precast concrete frames makes it possible to begin building faster and enables the optimising of the entire frame instead of optimising every building element separately. The challenges that arise from this include fitting in the construction element engineering with the rest of structural engineering process and the difficulties in scheduling the other acquisitions that affect the precast concrete frame.

In BIM-based design, the work of the planning group typically begins earlier than usual so that the advantages introduced by BIMs can be utilised to their full potential. In general, the more engineers and doers use BIMs, the better BIM-based design works, as the advantages of modelling will benefit the entire building process instead of merely one single design field.

ELEMENTTISUUNNITTELU.FI -SIVUT

Betonielementtirakentamisen ohjeistus uudistetaan eurokoodien mukaiseksi vv. 2009 - 2010.

www.elementtisuunnittelu.fi -sivut avattiin alkuvuodesta 2010. Sivut täydentyvät vuoden 2010 aikana kuukausittain ja sen jälkeen tarpeen mukaan. Sivuilta löytyy myös elementtirakentamista koskeva materiaali, joka aiemmin on ollut sivuilla www.betoni.com.

Sivujen päävalikko on seuraava:

- Uutisia
- Betonivalmisisarakentaminen
- Suunnitteluprosessi
- Runkojärjestelmät
- Runkorakenteet
- Palonkesto
- Ääneneristys
- Rakennuksen jäykistys
- Julkisivut
- Liitokset
- Elementtien valmistus ja toimitukset
- Elementtien asennus
- Huolto ja kunnossapito

Tietoa sivuilta voi hakea myös hakukoneella tai rakennusten esimerkkietomallien avulla. Esimerkkietomallit ovat asuinkerrostalosta, toimistorakennuksesta ja hallista. Aineisto on ryhmitelty käyttäjärhymittäin rakennuttajalle, urakoitsijalle, rakennesuunnittelijalle, arkkitehdille ja opiskeluun.

Ohjeita voi tarkastella myös seuraavien teemojen alta:

- Rungot
- Julkisivut
- Energia
- Palo
- Ääni
- Työmaa
- Mallinnus
- Tietomalli

Aktiivikäyttäjät voivat rekisteröityä sivuille. Tämä varmistaa sen, että käyttäjä saa aina tiedon sivuille tulevasta uudesta materiaalista.

Käytä hyväksesi asiantuntijoiden laatimaa aineistoa. Se helpottaa käytännön projektien suunnittelua ja toteutusta sekä varmistaa taloudellisen ja toimivan lopputuloksen.

Lisätietoa sivuista antaa tarvittaessa arto.suikka@rakennusteollisuus.fi
Betoniteollisuus ry, elementtivalmistajat