

Anni Pätäri

Betonelementtien tietomallintaminen CADS House -ohjelmistolla

Opinnäytetyö
Rakennustekniikka



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Anni Pätäri	Insinööri (AMK)	Toukokuu 2018
Opinnäytetyön nimi Betonielementtien tietomallinnus CADS House -ohjelmistolla		33 sivua
Toimeksiantaja JL-Rakenne Oy Kyndata Oy		
Ohjaaja Lehtori Jani Pitkänen Lehtori Juha Karvonen RI Jorma Lyhty CADS House -asiantuntija Piia Talsi		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella monipuolisesti CADS House -ohjelmiston uusia betonielementtitoimintoja, jotka mahdollistavat tietomallin luomisen. Työssä tietomallinnettiin JL-Rakenne Oy:ssä suunniteltavana oleva kerrostalo ja tehty tietomalli luovutettiin Kyndata Oy:n käyttöön. Esimerkkikohteena oli käynnissä oleva rakennushanke Nummelan Iives, joka koostuu kahdesta asuinkerrostalosta. Samalla tutkittiin ohjelmiston soveltuvuutta JL-Rakenne Oy:n tarpeisiin lisääntyvien tietomallinnusvaatimuksien vuoksi.</p> <p>Opinnäytetyössä tehtävänä oli suunnitella esimerkkikohteen betonielementit, osittain vanhoilla ja osittain uusilla betonielementtitoiminnoilla. Massiivi- ja parvekelaattojen suunnittelu rajattiin tarkastelujen ulkopuolelle, sillä CADS House -ohjelmistolla niitä ei vielä pystytä toistaiseksi mallintamaan. Samalla pystyttiin vertailemaan suunnitteluohjelman uusia ja vanhoja betonielementtitoimintoja keskenään. Vertailu otettiin työhön mukaan, sillä JL-Rakenne Oy käyttää suunnittelutyössä vanhoja toimintoja, jotka on koettu toimiviksi.</p> <p>Työn tuloksena saatiin näkökulmia Kyndata Oy:lle ohjelmiston kehittämiseen. Kehitysideat muodostuivat muun muassa betonielementtien tietomallinnusvaatimuksista, jotka eivät toteutuneet kaikilta osin BEC 2012:n mukaisina.</p> <p>JL-Rakenne Oy:n tarpeisiin toteutettiin suunnittelutyöhön kuluva ajan vertailua uusien ja vanhojen betonielementtitoimintojen välillä. Aikavertailun pohjalta voidaan todeta, että tietomallin luominen uusilla betonielementtitoiminnoilla toimii hyvin perustapauksissa. Sen sijaan jos elementtiin lisätään geometriaan liittyviä muutoksia, uudet toiminnot vielä toistaiseksi hidastavat suunnittelutyötä vanhoihin menetelmiin verrattuna. Tarkastelussa muodostettua elementin tietomallia ei saatu kaikilta osin todenmukaisiksi. On syytä korostaa, että ohjelmiston kehitystyö on käynnissä ja tehdyissä tarkasteluissa käytettiin ohjelmiston beta-versiota.</p>		
Asiasanat betonielementti, CADS House, tietomallinnus		

Author (authors)	Degree	Time
Anni Pätäri	Bachelor of Engineering	May 2018
Thesis title		33 pages
Element information modeling with CADS House software		
Commissioned by		
JL-Rakenne Oy Kymdata Oy		
Supervisor		
Jani Pitkänen, Senior Lecturer Juha Karvonen, Senior Lecturer Jorma Lyhty, CE Piia Talsi, CADS House specialist		
Abstract		
<p>The purpose of the thesis was to study a new concrete element designing function of CADS House software, which makes it possible to create a building information model. The aim was to create a building information model based on an example project and hand it over to Kymdata Oy (software company). The example project was called Nummelan Ilves, which is JL-Rakenne Oy's (design office) ongoing project, consisting of two multi-storey buildings. For JL-Rakenne Oy, the value of the thesis was learning suitability of the software for the company's needs, as the building information modelling demands are growing all the time.</p>		
<p>The study began by designing buildings concrete elements, one with the old and another with the new element designing function. Concrete slabs were omitted from the thesis because it is not possible to model them with CADS House. At the same time, it was possible to compare the old and the new designing functions. Comparison was included the thesis because JL-Rakenne Oy uses the old designing functions which have been discovered functional.</p>		
<p>As a result of the thesis, Kymdata Oy gained views for developing the software. Part of the result are based on BEC 2012 Concrete elements modelling instructions, which CADS House failed to acknowledge.</p>		
<p>For JL-Rakenne Oy needs, a comparison of time consumption between the old and new designing function was carried out. The time consumption comparison proved that creating an information model works effortlessly when the element is simple. However, if the geometry is complicated, the new designing functions slow down the designing work for now. It is important to point out that development work of the software is going on all the time, and all examination this thesis was made with beta version of the software.</p>		
Keywords		
BIM (Building Information Modeling), CADS House, concrete element		

SISÄLLYS

TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	6
2	BETONIELEMENTTISUUNNITTELU.....	7
2.1	Elementtirakentamisen historia	8
2.2	Elementtirakentaminen nykypäivänä.....	9
3	TIETOMALLINNUS	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Hyöty	11
3.3	IFC	11
3.4	Vaatimukset betonielementti tietomallissa.....	12
3.5	CADS House.....	14
4	BETONIELEMENTTIEN MALLINTAMINEN.....	16
4.1	IFC-mallin lähtötiedot	17
4.2	Elementin määrittäminen.....	17
4.3	Työkaluja elementin luomiseen	19
4.4	Elementin muokkaus	21
4.5	Tietomallinnusvaatimusten toteutuminen	21
4.6	Aikavertailu.....	22
4.7	Kehitysideat.....	28
5	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET	32

TERMIT JA LYHENTEET

BEC 2012	Elementtisuunnittelun mallinnusohje siitä, mitä elementtien tiemallista tulisi löytyä.
BIM	Building Information Model, rakennuksen tietomalli: rakennuksen ja rakennusprosessin aikaisten tuotetietojen kokonaisuus.
IFC	Industry Foundation Classes, rakennusalan standardi, oliopohjaisen tiedonsiirtoa järjestelmästä toiseen.
Objekti	Olio, jolla tarkoitetaan tiettyä asiaa kuvaavaa tietojen koostetta, jota käsitellään sovelluksissa yhtenä kokonaisuutena.
Sewatek	Palokatkoläpivienti putkille ja sähköjohdoille.
Valulippa	Elementtiin tehtävä ylösnosto, jota käytetään esimerkiksi porras- ja asuinhuoneiston välisessä väliseinässä.
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012, tietomallinnuksen periaatteet, eli mitä ja miten mallinnetaan.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi JL-Rakenne Oy, joka on vuonna 2014 perustettu yritys ja tarjoaa betonielementti- ja rakennesuunnittelua. Toisena toimeksiantaja työllä oli Kyndata Oy, joka on kehittänyt CADS-ohjelmiston, jonka ensimmäinen versio on julkaistu yli 30 vuotta sitten.

Tavoitteena oli tehdä CADS House 18 -version betavaiheen käyttöttestausta betonielementtitoimintojen osalta ja luoda tietomalli esimerkkikohteesta. Kohteena toimi JL-Rakenteella käynnissä oleva hanke Nummelan Ilves, joka on Nummelaan rakennettava kahden kolmikerroksisen asuinrakennuksen kokonaisuus. Kohteessa kerrostalot ovat melkein identtiset, erona väestönsuoja toisessa rakennuksessa. Tietomalliin mallinnettiin ainoastaan betonielementit pois lukien parveke- ja massiivilaatat, joita ei vielä tällä hetkellä pysty mallintamaan CADS House 18 -ohjelmistolla.

JL-Rakenteen puolesta toimeksianto oli tutkia vastaako ohjelma yrityksen tarpeita tietomallinnusvaatimusten lisääntyessä. JL-Rakenne on käyttänyt toimintansa alusta asti suunnittelussa CADS House -ohjelmistoa eli ohjelmisto on yritykselle entuudestaan tuttu. CADS on julkaissut ohjelmistoon uudet betonielementtitoiminnot, jotka mahdollistavat IFC-mallin tekemisen, mutta rinnalle on toistaiseksi jätetty vielä niin sanotut vanhat betonielementtitoiminnot. Vertailun vuoksi toinen rakennus päätettiin tehdä vanhoilla betonielementtitoiminnoilla, jotka yrityksessä on koettu toimiviksi ja toinen talo uusilla toiminnoilla, josta myös luotiin tietomalli. Tietomalli luovutettiin opinnäytetyön valmistuttua Kyndata Oy:lle.

Lisäksi tutkittiin vastaako saatu tietomalli BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohjeen vaatimuksia. Tarkastelujen pohjalta pystyttiin esittelemään erilaisia näkökulmia ja kommentteja Kyndata Oy:lle CADS House -ohjelmiston kehittämiseen.

2 BETONIELEMENTTISUUNNITTELU

Betonielementtirakentaminen perustuu valmisosarakentamiseen, joka tarkoittaa sitä, että elementit valmistetaan tehtaalla, ja työmaalla tehtäväksi jää niiden asentaminen. Valmisosarakentamisella saavutetaan suurin hyöty silloin, kuin rakennuksen julkisivu, runko ja täydentävät rakenteet esivalmistetaan mahdollisimman pitkälle ennen työmaalle tuomista. Mitä pidemmälle esivalmistettuja rakennuksen eri osat ovat, sitä nopeammin asentaminen käy työmaalla. Rakennuksen runko saadaan nopeasti pystyyn, jonka jälkeen työskentelyolosuhteet muuttuvat paremmaksi. (Elementtisuunnittelu.fi s.a.)

Elementtisuunnittelija suunnittelee rakennuskohteen elementit rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin suunnitelmien mukaan. Rakennesuunnittelijan suunnitelmista saadaan tieto rakenteiden kestävyysvaatimuksista ja miten rakenteet liittyvät toisiinsa. Arkkitehti puolestaan määrittelee rakennuksen muodon ja ulkonäön, josta saadaan tieto elementteihin esimerkiksi ikkunoiden ja ovien sijainneista. Betoniteollisuus Ry (betoni.com s.a.) määrittelee elementtisuunnittelijan vastuualueiksi:

- Betoni- ja teräsbetonielementtien lopulliset mitta-, rakenne- ja työpiirustukset lujuuslaskelmineen
- Elementtien kiinnitys-, liitos-, ja sijaintidetallit
- Elementtien asennus- ja kuljetusaikaiset tuennat
- Elementtien tulee vastata rakennesuunnittelijan, arkkitehdin ja erikoissuunnittelijoiden piirustuksiin ja detaljeihin
- Ennen elementtien valmistusta toimittaa lujuuslaskelmat rakennesuunnittelijalle
- Elementtikaavioiden ja -luetteloiden tekeminen
- Kaikki elementteihin liittyvät tartunnat ja detaljit tulee esittää piirustuksissa
- Esijännitettyjen laattojen, eli kuori- ja ontelolaattojen, elementtijakokaaviot, mittapiirustukset ja luettelot.

2.1 Elementtirakentamisen historia

Vanhimpana tunnettuna betonirakennuksena pidetään Rooman Pantheonina, joka on noin 1800 vuotta vanha. Nykyiseen suosioon betonin käyttö rakentamisessa nousi kuitenkin vasta 1900-luvulla, jolloin betonia opittiin valamaan muoteissa ja raudoittamaan sitä. Betonielementtirakentamisen juuret alkavat toisen maailmansodan jälkeen, jolloin eri maissa oli yleisesti ottaen huono taloustilanne ja asuntopulaa piti saada riittävän nopeasti lievitettyä. (Elementtisuunnittelu.fi s.a.)

Suomessa ensimmäiset täysbetonielementtikohteet rakennettiin 1950-luvun alussa ja tunnetuin niistä on Aarne Ervin suunnittelema Helsingin Yliopiston Porthania-rakennus. Betonielementit tekivät läpimurron kuitenkin vasta 1960-luvulla, jolloin sodan jälkeinen taloudellinen ahdinko väistyi tieltä ja muuttoliike alkoi voimistumaan maalta kaupunkeihin. Betonielementtien suosio keskittyi vielä teollisuusrakentamiseen ja asuinrakentamisessa sitä käytettiin markkinoihin nähden vähän. (Betonitieto Oy 2009, 51- 58.)

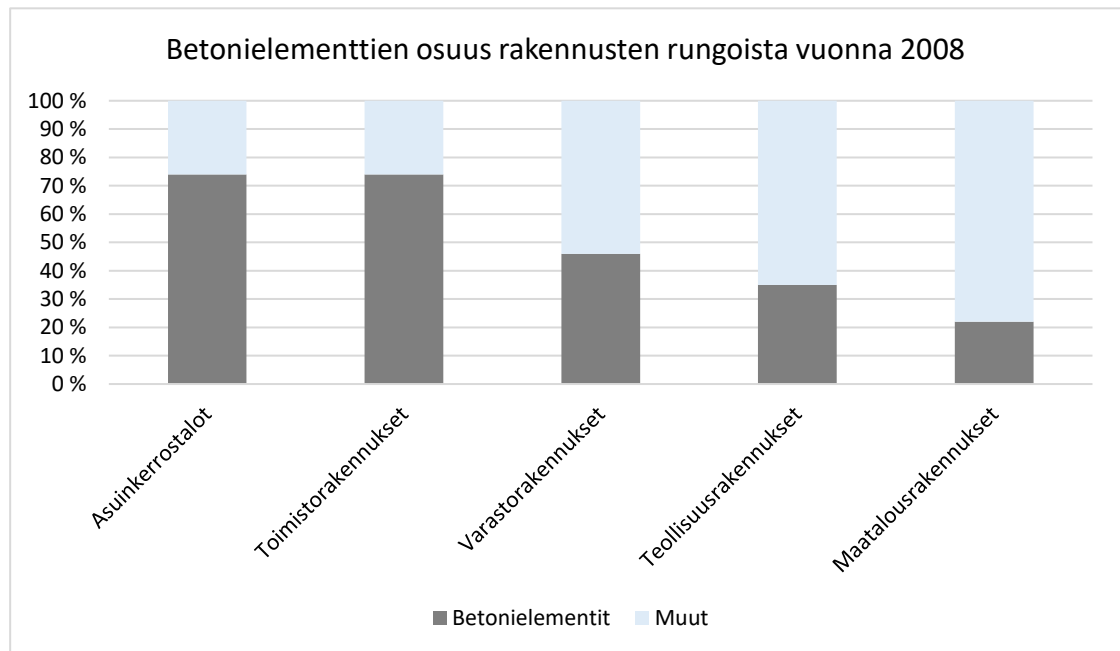
Nostureiden ja niiden kapasiteettien kasvaessa, betonielementtejä alettiin hiljalleen käyttämään entistä enemmän. Kasvua kiihdytti aiemmin puuttuneen teknisen osaamisen lisääntyminen ja tehtaiden kyky valmistaa asuinrakentamiseen soveltuvia betonielementtejä. (Betonitieto Oy 2009, 76.)

Seuraavan ponnahduksen elementtirakentaminen saavutti 1970-luvulla kun BES-tutkimuksen loppuraportti julkaistiin. BES-järjestelmää oli alettu kehittää jo 1960-luvulla. Järjestelmä perustui ei-kantaviin sandwich-ulkoseiniin, kantaviin pääty- ja väliseiniin siten, että välipohjina käytettiin esijännitettyjä ontelo- ja kotelolaattoja. Betonielementtirakentaminen oli vauhdissa 70-luvulla, mutta vähäisen tiedon ja taidon takia rakennetut talot eivät saavuttaneet suurta suosiota. Öljykriisin aiheuttama lama 70-luvun puolivälissä kuitenkin pysäytti elementtirakentamisen ja silloin oli aika miettiä, millä tavoilla pystyttäisiin parantamaan elementtirakentamisen saamaa huonoa mainetta ja elementtien heikkoa menekkiä. (Elementtisuunnittelu.fi s.a., Betonitieto Oy 2009, 104–134.)

Hyvällä markkinoinnilla ja siirtymällä asuinaluerakentamisesta yksilöllisempiin kohteisiin saatiin elementtirakentaminen nostettua uuteen suosioon. Julkisivuihin alettiin kiinnittämään enemmän huomioita niin visuaalisesti kuin kestäväyyden kannalta. (Betonitieto Oy 2009, 165.)

2.2 Elementtirakentaminen nykypäivänä

Betonielementtejä pystytään hyödyntämään kaikenlaisessa rakentamisessa aina omakotitaloista teollisuushalleihin asti. Kuvassa 1 on esitetty betonielementtien osuus kaikkien rakennusten rungoista vuonna 2008. Kuvasta pystytään näkemään, että elementtejä on käytetty eniten asuinkerrostaloissa ja toimistorakennuksissa. (Elementtisuunnittelu.fi s.a.)



Kuva 1. Betonielementtien osuus kaikista rakennusten rungoista. (Muokattu lähteestä: Elementtisuunnittelu.fi s.a.)

Suomessa kaikesta valmistetusta betonista noin puolet menee valmisosiksi, elementteihin tai muihin betonituotteisiin. Elementtirakentamisen suurimpia hyötyjä ovat:

- Rakennuksen rungon nopea pystytys eli rakennusaika lyhenee
- Elementtien mittatarkkuus (säästetään hukkamateriaalilta)
- Tuoteosat pystytään tilaamaan erissä tarvittavalla aikavälillä työmaalle

- Elementeistä saadaan pitkäaikaisia rakenteita, sillä niissä käytetään korkeampia lujuuksia betonissa
- Suuri osa työstä tehdään sisätiloissa ja työpaikat ovat teollisia. (Elementtisuunnittelu.fi s.a.)

3 TIETOMALLINNUS

3.1 Yleistä

Rakennuksen tietomalli tunnetaan myös nimellä BIM (Building Information Model) ja se on rakennusprosessin ja rakennuksen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa, josta pystytään muodostamaan esimerkiksi kustannus- ja energialaskelmia ja aikatauluja. Lopputuloksena on virtuaalinen malli, joka sisältää rakennuksen geometrian ja sen kolmiulotteisen näkymän, sijaintitiedon, kaikki eri rakennusosat ja rakennusosien tietoja, esimerkiksi materiaali- ja määrätiedot. Suunnittelu on objektipohjaista, eli kaikilla rakennusosilla on yhteisesti sovittu tieto sen ominaisuuksista, jonka perusteella tietokoneohjelmat pystyvät tulkitsemaan piirrettyä kuvaa. Perinteisessä kaksiulotteisessa CAD-suunnittelussa muodostetaan vain viivoja, jonka tietosisällön ainoastaan ihminen pystyy tulkitsemaan. (Karjalainen 2010; Optiplan s.a.)

Rakennusosat tulee mallintaa sille tarkoitettulla työkalulla, esimerkiksi seinät seinätyökalulla ja pilarit pilarityökalulla. Jos rakennusosaa ei pystytä mallintamaan sille tarkoitettulla työkalulla ohjelman ominaisuuksista johtuen, täytyy poikkeama kirjata tietomalliselostukseen. Samalla tavalla toimitaan niiden rakennusosien osalta, joille ei löydy omaa työkalua ollenkaan ohjelmistosta. (YTV 2012 Osa 1, 8.)

Tietomalliselostus tehdään jokaisen mallin kohdalla ja se pitää sisällään käytetyt mallinnustavat sekä mahdolliset poikkeamat, sekä mallin julkaisun ja tarkkuusasteen. Tämän avulla eri osapuolet pystyvät ymmärtämään ja tulkitsemaan mallia. (YTV 2012 Osa 1, 9.)

3.2 Hyöty

Tietomallin hyöty ulottuu kaikille eri osapuolille rakennushankkeessa ja samalla se luo hyvän pohjan päätöksenteolle niin tilaajan, rakennuttajan, suunnittelijoiden, rakentajien ja käyttäjien kannalta (Valjus & Varis 2007, 11).

Suunnittelijan näkökulmasta merkittävä hyöty on tietomallin visuaalinen puoli ja tarkistustyökalut. Vaativien ja monimutkaisten rakenteiden hahmottaminen helpottuu, kun kuvaa pystytään katsomaan eri kulmista. Perinteisessä 2D-suunnittelussa virheet, kuten esimerkiksi elementtien yhteentörmäykset, saattavat jäädä toteutusvaiheeseen työmaalle asti, jolloin ne viimeistään huomataan. Mallintava suunnittelu ei kuitenkaan poista kaikkia virheitä, sillä mallinnettu rakenne voi olla väärin jo lähtötiedoissa tai tuotettu tietomalli ei vastaa todellisuutta. (Romo & Varis 2004, 3-9.)

Tietomallia pystytään tehokkaasti hyödyntämään eri osapuolien suunnitelmien yhteensovittamisessa. Tietomallintamalla suunnittelukohde pystytään varmistamaan esimerkiksi talotekniikan yhteensopivuus suunniteltujen rakenteiden ja rakennusrungon kanssa. (Romo & Varis 2004, 3.)

3.3 IFC

IFC-tiedonsiirtoformaatti on perusedellytys tietomallinnusohjelmille. IFC (industry foundation classes) on IAI-järjestön (International Alliance for Interoperability) kehittämä ohjelmistoriippumaton tiedonsiirtomenetelmä eri tietojärjestelmien välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että riippumatta millä ohjelmistolla IFC-malli tuotetaan, sitä pystytään käyttämään eri osapuolten välillä. Ohjelmistoille täytyy suorittaa IFC sertifiointi, jolla varmistetaan sen toimivuus. (Lehtoviita 2012; Penttilä ym. 2007, 37.)

IFC:n tukena esimerkiksi määrälaskennassa toimivat vielä ohjelmien omat tallennusmuodot eli natiiviformaatit. Natiiviformaatteja tarvitaan edelleen, sillä IFC ei vielä kata kaikkia rakennusprosessiin tarvittavia tiedonsiirtotarpeita. (Penttilä ym. 2007, 37; YTV 2012 Osa 1, 18.)

3.4 Vaatimukset betonielementti tietomallissa

Betonielementtien tietomallinnusvaatimukset määräytyvät YTV 2012 ja BEC 2012 pohjalta, jos kohteessa ei sovita muuta. Vuonna 2012 julkaistun YTV 2012 Yleisten tietomallinnusvaatimusten tarkoituksena on luoda yhtenäiset vaatimukset tietomallinnukseen rakennushankkeen eri osapuolille. BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohjeen tarkoituksena on määrittellä, mitä betonielementtien tietomallin tulee pitää sisällään, jotta mallit ovat yhdenmukaisia suunnittelutoimistosta tai suunnittelijasta riippumatta. (BEC 2012, 4-8; Lehto-viita 2012.)

Tietomallin ensisijainen kaikille osapuolille yhteinen tavoite on luotettavan määrätiedon saaminen (BEC 2012, 7). Tietomallin täytyy sisältää samat tiedot kuin perinteiset piirustukset ja jos jotain ei pystytä mallintamaan, täytyy tiedon löytyä tekstitietona ja se raportoidaan samalla tavalla kuin mallinnetut tarvikkeet (BEC 2012, 9). Elementtiteollisuudessa tietomalleja pystytään käyttämään eri valmiusasteissa, jotka pitää ilmoittaa jokaisen elementin kohdalla (BEC 2012, 7).

Kaikki elementit tulee merkitä elementtitunnuksella, joka koostuu elementin tyyppitunnuksesta ja numerosta. Tyyppitunnukset on määritelty elementtisuunnittelu.fi-sivustolla, josta löytyy jokaiselle elementtityypille käytettävä tunnus. Jokainen elementti saa sen lisäksi yksilöllisen numerotunnuksen. Elementtejä voidaan merkitä samalle tunnukselle useampia kuin yksi, jos kohteessa on identtisiä elementtejä. Hankkeiden aloituskokouksissa sovitaan, voidaanko yhdellä suunnitelmalla valmistaa useampi samanlainen elementti, vai tehdäänkö jokaisesta elementistä oma lomake. Esimerkiksi sisäkuorielementin tyyppitunnus on SK. Kun lisätään vielä yksilöllinen numerotunnus, elementtitunnus voisi olla esimerkiksi SK-1. (BEC 2012, 13.)

Betonielementit tulee mallintaa niin, että niistä löytyvät betonielementtiteollisuudelle tarvittavat tiedot. Mallien tulee olla samankaltaisia, jotta betonielementtiteollisuus pystyy luotettavasti tekemään tietomallista suoraan elementti- ja tarvikeluettelot. Eri elementtityypeille on tehty listat elementtien perustiedoista, jotka tulee löytyä tietomallista. (BEC2012, 4-10.)

Väliseinät ja sandwich-elementit täytyy mallintaa siten, että tietomallista pystytään raportoimaan taulukon 1 mukaiset tiedot (BEC 2012, 20). Näiden tietojen lisäksi elementeistä pitää löytyä perustiedot sen käyttäjästä, rasitusluokasta, paloluokasta, tuoteryhmätiedosta sekä lohko- ja kerrostiedosta, niin että tietomallista voidaan lukea tiedot suoraan tuotannonohjausjärjestelmiin. (BEC 2012, 15.)

Taulukko 1. Betoniseinäelementtien mallinnusvaatimukset (BEC 2012).

	Väliseinä, parvekepieli	Sandwich
Pituus	x	x
Korkeus	x	x
Paksuus	x (pääosan paksuus)	x (sisäkuori, eriste, ulkokuori)
Max. pituus	x	x
Max. korkeus	x	x
Max. leveys	x	x
Tilavuus	x	x (sisäkuori, ulkokuori)
Paino	x	x
Brutto pinta-ala	x	x
Netto pinta-ala	x	x
Pintakäsittelyt		x (sopimuksen mukaan)

Laattojen osalta tietomallista täytyy pystyä raportoimaan taulukon 2 mukaiset tiedot. Vastaavasti kuin seinien kohdalla, laatoista tulee löytyä edellä mainitut perustiedot kuten käyttöikä ja rasitusluokka.

Taulukko 2. Betonilaattaelementtien mallinnusvaatimukset (BEC 2012).

	Ontelo- ja kuorilaa- tat	Massiivi- laatta	Parveke- laatta
Brutto m2	x		
Leveys	x	x	x
Max. leveys		x	x
Paksuus	x		
Korkeus		x	x
Max. korkeus		x	x
Pituus	x	x	x
Lyhyemmän si- vun pituus	x		
Max. pituus		x	x
Paino	x	x	x
Tilavuus		x	x

Taulukoiden 1 ja 2 lisäksi betonielementeistä tulee pystyä listaamaan elementtien valutarvikkeet. Valutarvikkeet täytyy löytyä tietomallista oikeilla tiedoilla ja yksiköillä, esimerkiksi tartuntatateräksien halkaisija, laatu ja pituus kapalemääränä tai sahatavara metrimääränä (BEC 2012, 26).

3.5 CADS House

CADS House on Kyndata Oy:n luoma suunnitteluohjelmisto, joka on arkkitehti- ja rakennesuunnitteluun tarkoitettu työkalu. Sillä pystyy tekemään kaiken lupakuvista energialaskelmiin ja rakennesuunnitelmista elementtisuunnitteluun. Lisäksi ohjelmisto tuottaa IFC-malleja, mutta sen sertifiointi on vielä kesken. CADS House -ohjelmistoa käytetään noin 1500 yrityksessä ja CADS -ohjelmistoilla kokonaisuudessaan on noin 6000 käyttäjäyritystä. (Kyndata Oy:n verkkosivut.)

CADS on lähestynyt tietomallintamista tutusta 2D-ympäristöstä, jossa piirustuksista saadaan aikaan tietomalli (kuva 2). Normaalilta näyttävät piirustukset ovatkin objekteja. Esimerkiksi seinien ja laattojen, jotka pitävät sisällään tietomallitietoa pohjalta ohjelmisto luo automaattisesti 3D- ja IFC-mallin. (Metsola, 2018.)



Kuva 2. Kuvakaappaus yrityksen nettisivuilta. Kyndata Oy 2017.

Betonielementtien tietomallinnus onnistuu ohjelmiston uusilla betonielementti-toiminnoilla, jotka on julkaistu vuonna 2017. Kokonaan uudet toiminnot on Kymdatan mukaan tarvittu, koska uudistukset olivat suuria. Vanhojen muokkaaminen olisi koodillisesti ollut erittäin haastavaa. Ohjelmistoon on tois-taiseksi jätetty vielä vanhat betonielementtitoiminnot, jolloin käyttäjät saavat niin sanotusti siirtymäaikaa uusien käyttämiseen.

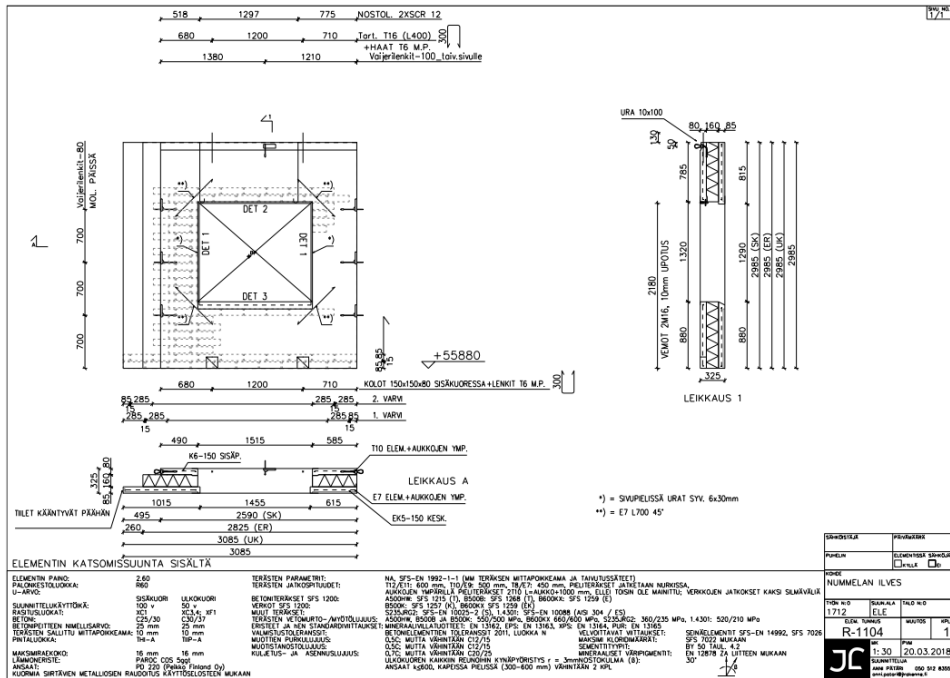
Ensimmäiset 3D-mallit on pystytty tekemään ohjelmistolla jo vuonna 2003. Nykyisen kaltaisiin 3D-malleihin on siirrytty 2010-luvulla. IFC puolestaan on li-sätty ohjelmistoon vuoden 2014 paikkeilla. Ominaisuus on lisätty ohjelmaan alun perin rakenneosien generointia varten.

Opinnäytetyön aikana käytössä oli CADS House 18 betaversio. CADS House 18 julkaistaan vuoden 2018 aikana. Kymdatan mukaan parveke- ja massiivi-laattojen suunnittelutyökalut julkaistaan CADS House 18.0.1 –versiossa syksyllä 2018. Samaan ajankohtaan lyhyen aikavälin tavoitteeksi on kerrottu IFC-sertifiointin (IFC 2x3 cv 2.0) suoritus. Ohjelmiston kehittämisessä tullaan Kymdatan mukaan kiinnittämään huomiota erityisesti:

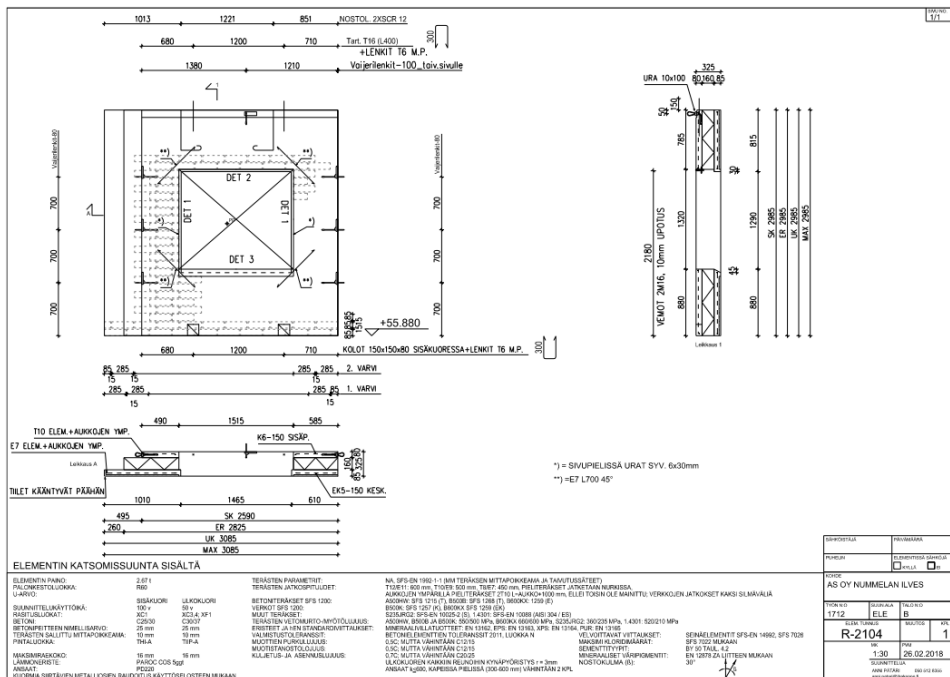
- Elementtisuunnittelun työkaluihin
- Rakenneleikkausten tuottamiseen
- Korkeiden hallintaan projekteissa
- Projektien hallintaan (esimerkiksi projektipuuta hyödyntämällä)

4 BETONIELEMENTTIEN MALLINTAMINEN

Betoniseinäelementtien mallintaminen CADS House -ohjelmistolla tapahtuu uusien elementtitoimintojen avulla. Elementit suunnitellaan tutussa 2D-ympäristössä ja tehdyt elementtilomakkeet ovat samankaltaiset sekä uusilla että vanhoilla elementtitoiminnoilla (kuvat 3 ja 4).



Kuva 3. Elementtilomake uusilla betonielementtitoiminnoilla (kuvakaappaus: Anni Pätäri).



Kuva 4. Elementtilomake vanhoilla betonielementtitoiminnoilla (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Kuvissa 3 ja 4 on tuotettu sama elementti molemmilla toiminnoilla ja lomakkeista ei silmämääräisesti pysty näkemään niiden eroa. Toinen lomakkeista sisältää kuitenkin paljon enemmän tietoa, ja sen pohjalta ohjelmisto pystyy luomaan elementin tietomallin.

4.1 IFC-mallin lähtötiedot

IFC-mallille tarvitaan lähtötiedoiksi ohjelmistoon kerrosrajaus. Kerrosrajaus asetetaan pohjakuvan ympärille, joka halutaan viedä IFC-malliin. Kerrosrajauksille annetaan omat tunnuksot ja kerroskorko sekä kohdistuspiste. Kohdistuspisteen avulla ohjelmisto pystyy muodostamaan kerrokset oikein.

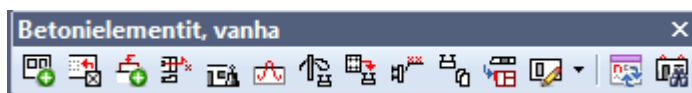
Suuret kerrostalokohteet, joissa rappuja ja kerroksia on useita, voi tiedoston koko kasvaa niin suureksi, että ohjelmiston käyttäminen hidastuu. Tällöin kerrokset on mahdollista tehdä omiin tiedostoihin ja tuoda ne yhteen IFC-malliin. Muutoksen pystyy tekemään kesken suunnittelun, jos tiedoston koko alkaa kasvamaan liian suureksi.

4.2 Elementin määrittäminen

Betonielementtien suunnittelu uusilla toiminnoilla alkaa hyvin pitkälti samalla tavalla kuin aiemmillä toiminnoilla. Työkalupalkit muistuttavat huomattavasti toisiaan, ja siksi siirtyminen uusiin toimintoihin on miellyttävää (kuvat 5 ja 6).



Kuva 5. Uusi betoniseinäelementit työkalurivi (kuvakaappaus: Anni Pätäri).



Kuva 6. Vanha betoniseinäelementit työkalurivi (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Työkaluriveistä nähdään, että toimintoja on tullut lisää uusiin työkaluihin. Uusia toimintoja ovat esimerkiksi elementin naamakuvan vienti julkisivukaavioon ja elementin raudituslomakkeen generointi.

Huomattavana erona on kuitenkin se, että nyt betonielementin tiedot pystytään lukemaan suoraan pohjakuvasta, jos seinät on piirretty CADS Housen seinän piirtotoiminnolla. Seiniin pystytään syöttämään seinän oikea rakennetyyppi, seinien ala- ja yläpään muodot, elementtisaumat sekä saumojen muodot ja aukot oikeilla koroilla. Käytännössä kaiken, mitä tulee elementin geometriaan. Seinän piirto toimintoa käyttämällä ohjelmisto osaa viedä elementin vaakaleikkauksen suoraan oikeaan sijaintiin pohjakuvassa. Opinnäytetyön esimerkkikohteessa työtekniikka haluttiin pitää samankaltaisina riippumatta siitä, tehdäänkö suunnittelutyötä uusilla vai vanhoilla elementtitoiminnoilla. Esimerkkikohteen suunnittelussa päädyttiin siihen, ettei seinän piirto-ominaisuutta hyödynnetä. Elementit suunniteltiin alusta loppuun asti betonielementtitoiminnoilla ja elementin geometria syötettiin manuaalisesti.

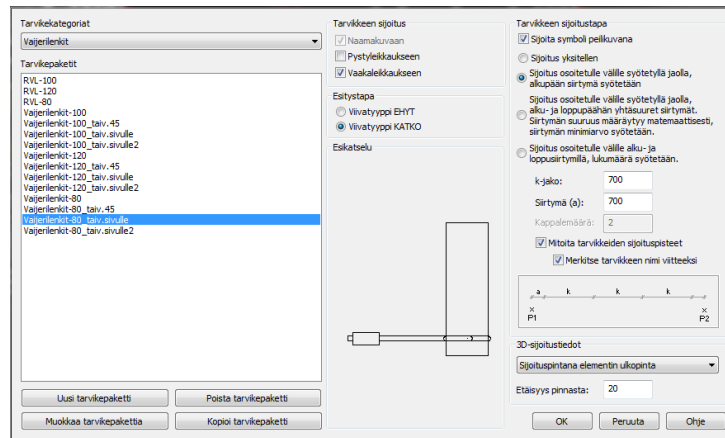
Betoniseinäelementin tekeminen alkaa betoniseinäelementin määrittymisellä (kuva 7).

Kuva 7. Betoniseinäelementin määrittäminen (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Ikkunaan syötetään elementin tunnus, kappalemäärä, korko, geometria, betoniluokka, eristeen tyyppi, käyttöikä, rasitusluokka, aukot, raudotus ja reunojen detailit. Rakennuksissa usein eri elementtityypit ovat samankaltaisia, tällöin kannattaa kerran huolella suunniteltua elementtiä kopioida ja muokata tarpeen mukaan.

4.3 Työkaluja elementin luomiseen

Valutarvikkeiden lisääminen elementtiin tapahtuu betonielementtitarvike toiminnolla (kuva 8).



Kuva 8. Betonielementtitarvikkeet (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Tarvikkeet lisätään samalla tavalla niin uusilla kuin vanhoilla betonielementti-toiminnoilla. Ikkunasta (kuva 8) valitaan, mikä tarvike halutaan lisätä ja sen sijoituspaikka. Tietomallia luodessa täytyy huomioida tarvikkeiden 3D-sijaintitiedot. Tässä tulee määrittää myös tarvikkeen syvyysuuntainen sijainti, jotta tarvikkeet generoituvat oikein tietomalliin. Jokaiseen tarvikkeeseen tallentuu niiden 3D-sijaintitiedot, jolloin tarvikkeita pystyy kopioimaan elementistä toiseen, mutta vain silloin kuin tarvikkeilla on sama syvyysuuntainen sijainti elementteissä.

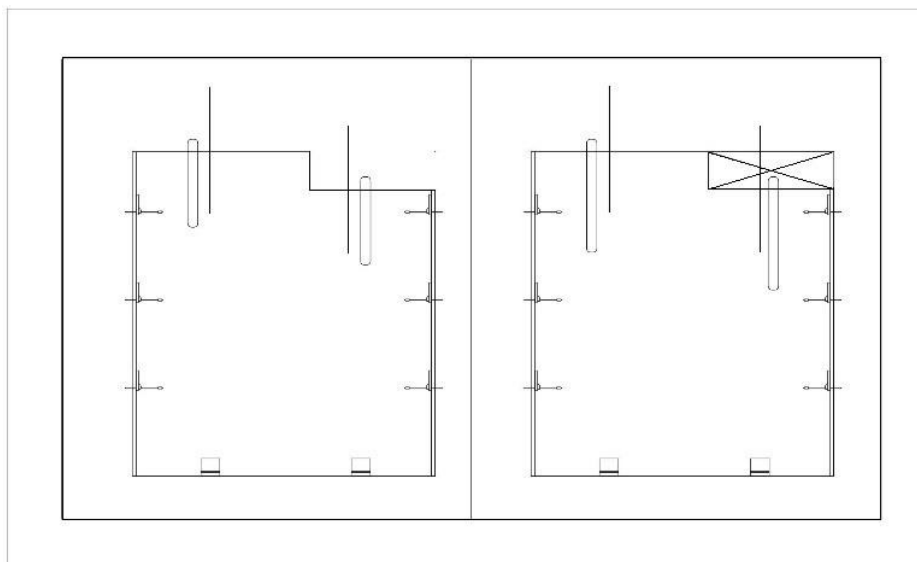
Elementtien reikätoiminnolla pystytään lisäämään reikiä, syvennyksiä, ulkoneimia ja Sewatek-läpivientejä. Sewatek on yksi käytetyimmistä palokatkoläpivientitarvikkeista Suomessa. Tarvittavan osan pystyy valitsemaan ohjelmistossa Sewatek-sarjan mukaan, jonka jälkeen valitaan oikea putkityyppi ja -koko.

Elementtien vaaka- ja pystyleikkaukset saadaan tehtyä automaattisesti leikkausten generointitoiminnolla. Suunnittelua helpottava ja nopeuttava uusi ominaisuus on se, että elementin naamakuva on sidoksissa elementin leikkauksiin. Leikkauksen pystyy päivittämään helposti ja myös kaikki naamakuvaan tehdyt muutokset tulevat automaattisesti leikkauksiin. Ennen muutokset täytyi lisätä erikseen sekä naamakuvaan että leikkauksiin tai vaihtoehtoisesti poistaa leikkaus kokonaan ja generoida se uudestaan. Tämä on johtanut usein huolimattomuusvirheisiin, kun naamakuvaan tehtyjä muutoksia ei ole muistettu

tehdä elementin leikkauksiin. Leikkauksen päivityksessä tulee kuitenkin huomioida, että valutarvikkeet eivät ole leikkauksissa sidoksissa elementin naamakuvaan.

Työkaluriviltä löytyy lisäksi elementin painon ja painopisteen laskemista varten kehitetty työkalu. Työkalu laskee automaattisesti elementin painon ja merkitsee painopisteen sijainnin elementin naamakuvaan. Uusissa betonielementti-toiminnoissa on mahdollista lisätä samalla automaattisesti valuankkurit, joihin työmaalla kiinnitetään elementtien asennustuet.

Elementin viimeistely onnistuu entistä helpommin, koska turhia viivoja niin elementin naamakuvasta kuin leikkauksista pystytään piilottamaan (kuva 9).



Kuva 9. Elementin siistiminen (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Aiemmin elementin reunaan sijoittuvia aukkoja pystyi piilottamaan ainoastaan räjäyttämällä elementin naamakuvan, joka johti siihen, ettei ohjelmisto enää tunnista sitä elementiksi ja näin painopisteen ja painon laskeminen oli mahdollonta. Nyt turhat viivat pystytään ainoastaan piilottamaan, jolloin itse tieto säilyy elementissä ja mahdollistaa sen muokkauksen myöhemmin. Ominaisuus helpottaa elementtien lukemista tehtaalla, kun elementin geometria on heti nähtävissä.

4.4 Elementin muokkaus

Esimerkkikohteessa elementtisaumojen paikkoja täytyi muuttaa kesken suunnittelun. Yhden kerroksen kaikki sandwich-elementit täytyi muokata molemmissa taloissa. Muokkaus oli huomattavan paljon nopeampaa uusilla elementtitoiminnoilla. Vanhoissa betonielementtitoiminnoissa elementin muokkaus rajoittui elementin reunojen ja aukkojen detaljien muokkaukseen. Uusista elementtitoiminnoista löytyy elementin muokkaus toiminto, josta pääsee käsiksi samaan lomakkeeseen, jolla elementti on alun perin luotu. Tätä kautta pystytään syöttämään elementtiin käytännössä kaikki tiedot uudestaan, jos tarve sitä vaatii.

4.5 Tietomallinnusvaatimusten toteutuminen

Geometrialtaan elementit pystyttiin tietomallintamaan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta hyvin. Lisäksi elementtien sijaintitiedot pystyttiin lukemaan virheettömästi tietomallista. Tätä tietoa tarvitaan erityisesti työmaalla. Taulukosta 3 pystytään lukemaan esimerkkikohteen yhden sandwich elementin S-1106 ulkokuoren geometriaan liittyvät tiedot, jotka on noudettu IFC-mallista. BEC 2012 -ohjeistuksen mukaan taulukosta löydetään kaikki muu tarpeellinen paitsi elementin paino.

Taulukko 3. Elementin S-1106 ulkokuoren määrätiedot IFC-mallista.

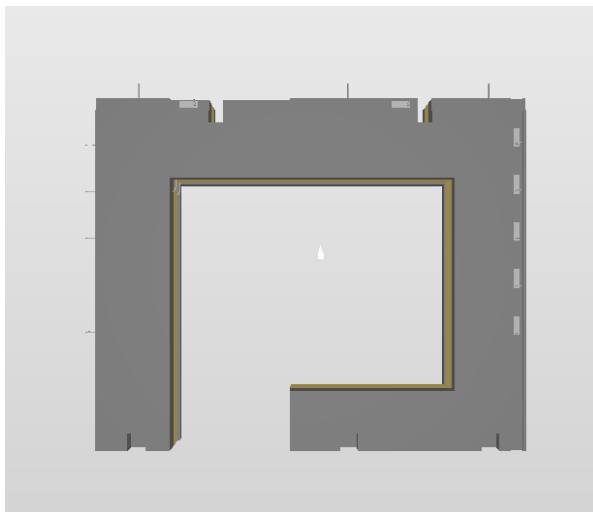
S-1106 (ulkokuori)	
Pinta-ala	8,01 m ²
Pinta-ala (minimi)	8,01 m ²
Bruttopinta-ala	8,01 m ²
Bruttopinta-ala (minimi)	8,01 m ²
Ovien pinta-ala	0,00 m ²
Ikkunoiden pinta-ala	0,00 m ²
Aukkojen pinta-ala	0,00 m ²
Pohjan pinta-ala	0,23 m ²
Korkeus	2,98 m
Korkeus (minimi)	2,98 m
Pituus	2,69 m
Pituus (minimi)	2,69 m
Paksuus	85 mm
Paksuus (minimi)	85 mm
Tilavuus	681 l
Suurin korkeus	2,98 m
Suurin pituus	2,69 m
Suurin leveys	85 mm

BEC2012 -ohjeistuksen nojalla joitakin asioita jäi vielä uupumaan tietomallista, jotta sitä pystyttäisiin käyttämään täysin kaikkiin tarpeisiin. Elementtien tietomallintamisen tärkein osuus on määrätiedon laskeminen. Betonielementtiteollisuuden tulisi pystyä saamaan kaikki tarvittava tieto elementin valmistamiseen pelkästä tietomallista. Tietomallista puuttuvia tietoja olivat esimerkiksi elementin raudoitukset, eräät valutarvikkeet, kuten sahatavara ja elementtiin tulevat sähkövaraukset. Näitä on käsitelty tarkemmin luvussa 4.7, sillä ne toimivat samalla ohjelmiston kehitysideoina.

4.6 Aikavertailu

Suunnittelutyöhön kuluvan työajan vertailu toteutettiin JL-Rakenne Oy:n tarpeisiin. Haluttiin saada konkreettinen tulos, kuinka CADs House -ohjelmistolla tietomallintaminen vaikuttaa suunnittelu-aikaan.

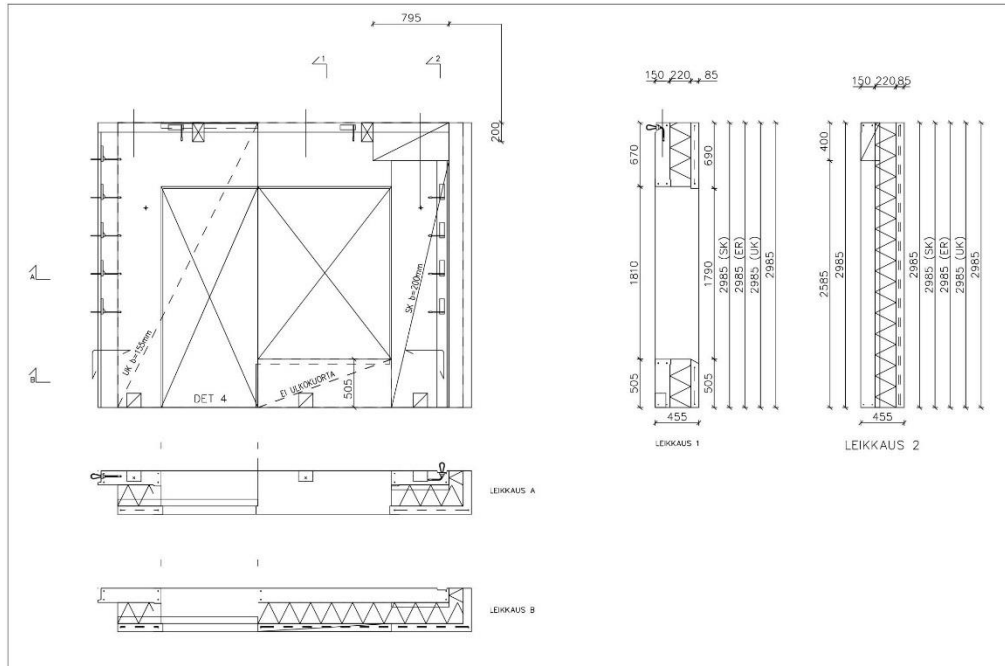
Aikavertailun tuloksena oli kahden minuutin ero kokonaisajassa. Työ oli siis yhtä nopeaa molemmilla menetelmillä ja uusilla betonielementtitoiminnoilla saatiin lisäksi elementin tietomalli aikaiseksi. Tietomallia tarkasteltiin ajanoton loputtua ja pystyttiin toteamaan, että kaikki tiedot olivat mallintuneet oikein (kuva 11).



Kuva 11. IFC-malli ensimmäisessä aikavertailussa käytetystä elementistä (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Todellisuudessa elementit ovat kuitenkin usein monimutkaisempia kuin aika-vertailuun valittu elementti. Tästä syystä aikavertailu päätettiin toistaa geometrisesti monimutkaisemmalla elementillä. Toiseen aikavertailuun edellä käytettyä elementtiä muokattiin niin, että samaan elementtiin lisättiin erilaisia geometriaan liittyviä muutoksia.

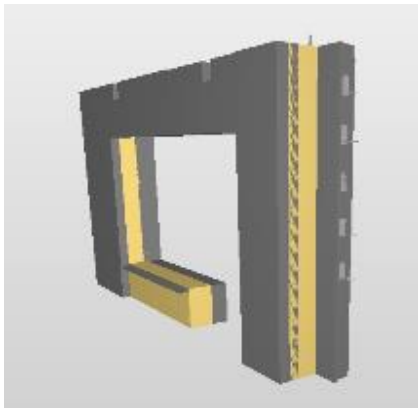
Kuvassa 12 on esitetty toisessa aikavertailussa tuotetun elementin naama-kuva ja leikkaukset. Suunnitelma on toteutettu vanhoilla elementtitoiminnoilla. Samaan kuvaan on merkitty kohdat (1-5), joita muutettiin ensimmäisen vertailun elementtiin nähden.



Kuva 13. Uusien elementtitoimintojen leikkaukset (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Kuvasta 13 on tarkoituksella jätetty elementin mittoja pois, jotta kuvasta saadaan mahdollisimman selkeä. Kuvasta pystytään näkemään, että elementin leikkaukset ovat hieman sekavia ja niiden siistiminen luettavaan muotoon vie toiset noin 15 minuuttia. Suurimmat ongelmat tulevat vastaan, kun betonikuoren paksuutta suurennetaan. Esimerkiksi leikkauksesta 2, joka näkyy kuvassa 13, voidaan todeta, että ohjelmisto piirtää sisäkuoren paksunnoksen lisävivana. Eriste ja sisäkuoren paksunnos jäävät päällekkäin, koska eristettä ei pysty loveamaan.

Uusien elementtitoimintojen avulla tuotettu tietomalli ei myöskään vastaa täysin todellisuutta (kuva 14).



Kuva 14. IFC-malli toisessa aikavertailussa käytetystä elementistä (kuvakaappaus: Anni Pätäri).

Kuorien paksunnokset näkyvät, mutta jäävät eristeen sisään. Ulkokuori poistettiin aukon alta, mutta tietomalliin jää näkyviin aukkodetaljin mukainen viiste. Tämän pystyy korjaamaan muuttamalla aukkodetaljia, josta seuraa kuitenkin ylimääräinen työvaihe.

Taulukkoon 4 on kerätty aikavertailun tulokset.

Taulukko 4. Aikavertailun tulokset

	Elementin suunniteltuun käytetty aika	Lopputulokset
Vanhat betonielementtitoiminnot (1. vertailu)	25 min	Ainoastaan perinteinen 2D-piirustus
Uudet betonielementtitoiminnot (1. vertailu)	23 min	2D-piirustus + tietomalli, joka vastasi todellisuutta
Vanhat betonielementtitoiminnot (2. vertailu)	15 min	Ainoastaan perinteinen 2D-piirustus
Uudet betonielementtitoiminnot (2. vertailu)	30 min	2D-piirustus + tietomalli, joka ei vastannut todellisuutta virheettömästi

Vertailun johtopäätöksinä pystyttiin toteamaan, että peruselementin kohdalla, uusien betonielementtityökalujen käyttö on yhtä nopeaa kuin vanhojenkin. Lisäarvoa uusilla betonielementtityökaluilla on sen tuottama tietomalli elementistä, jota ei vanhoilla työkaluilla pystytä toteuttamaan. Kuitenkin elementin geometrian monimutkaisuuden lisääminen tuottaa selvästi työn hidastumista uusilla työkaluilla.

4.7 Kehitysideat

Opinnäytetyössä tehtyjen tarkastelujen tuloksena pystyttiin BEC 2012:n pohjalta löytämään CADS House -ohjelmistolle jatkokehittämiseen näkökulmia, joilla tietomallitoiminnoista voidaan kehittää entistä luotettavampia. Uusia elementtitoimintoja ja tietomallia muodostaessa huomio kiinnittyi myös muutamiin ongelmakohtiin ja asioihin, joissa suunnittelutyö voisi helpottua entisestään.

Ensimmäinen kehitysidea on suunnattu enemmänkin ohjelmiston käyttäjille muistettavana asiana kuin itse ohjelmiston tekijöille. CADS House -ohjelmistossa on kattava tuotekirjasto, jota pystyy hyödyntämään ainoastaan perinteisessä 2D-suunnittelussa. Tietomallia luodessa tarvikemäärä on huomattavasti suppeampi. Suunnittelijat pystyvät lisäämään itse tarvikkeita ja tähän vaaditaan tarvikkeen 3D-kuva sekä etu- ja sivukuvanto kappaleesta. Suunnittelutoimiston kannattaa ennen ohjelmiston käyttöönottoa luoda tarpeeksi kattava oma tarvikeluettelo. Itse suunnittelutyö käy helpommin, kun tarvittavat tarvikkeet löytyvät valmiiksi.

Elementtien raudoitusten generoituminen 3D- ja tietomalliin helpottaisi suunnittelijan työtä. Tällä pystyttäisiin varmistamaan, että raudoitukset mahtuvat niille suunnitellulle paikoille, varsinkin silloin kun elementtiin tulee perusraudoituksen lisäksi lisäraudoituksia. Elementtien perusraudoituksen lisäksi tietomalliin olisi hyvä saada esimerkiksi aukkojen vaatimat palkkiraidoitukset ja valulippojen verkkoraidoitukset. BEC2012 -elementtisuunnittelun mallinnusohjeen mukaan tietomallista tulisi löytyä kaikki betonielementtiteollisuuden tarvitsemat tiedot ja tällä hetkellä puutteena on se, ettei raudoituksia löydy IFC-mallista edes tekstitietona. Kyndata Oy:n mukaan raudoitusten IFC-vientiä kehitetään parhaillaan ja syksyllä 2018 ne ovat ohjelmistossa mukana.

Yhdeksi ongelmaksi todettiin se, että saman lopputuloksen saamiseksi jouduttiin käyttämään kahta eri toimintoa. Ensimmäiseksi vastaan tuli elementin yläpään tehtävä valulippa. Valulippoja tehdään tarpeen mukaan joko koko elementin pituudelle tai vain osalle matkaa. Reikätoiminnoista löytyvällä syvennys toiminnolla elementtiin pystytään lisäämään syvennys, jolla saadaan aikaan valulippa. Syvennystoimintoa käyttämällä elementin koko pituudella

oleva syvennys ei kuitenkaan generoidu tietomalliin oikein ja tietomallissa elementissä ei näy syvennystä ollenkaan. Tällä toiminnolla saadaan aikaseksi sellaiset valulipat, jotka eivät ulotu elementin päästä päähän. Elementin määrittämisessä pystytään määrittämään syvennys elementin yläpäähän. Toimintoa pystytään käyttämään ainoastaan silloin, kun syvennys on koko elementin pituudella ja tällöin myös tietomalliin generoituu elementin geometria oikein. Valulippoja käytetään käytännössä jokaisessa kohteessa, joten kyseessä ei ole vain harvoin tarvittava ominaisuus. Suunnittelijan kannalta selkeämpää olisi se, että kun tehdään samaa asiaa, se tehtäisiin joka kerta myös samalla toiminnolla.

Samanlainen tilanne kuin edellä toistui esimerkikohteessa toisen suunnittelu-tapauksen kohdalla. Kohteen julkisivuun oli määritetty kahta erilaista pintakäsittelyä, tiilipintaista ja valkobetonia. Sandwich elementeissä, mihin oli määritetty molempia pintakäsittelyjä, aiheutti tämä ulkokuoren paksuuden muutoksen pintakäsittelyn saumakohdassa. Tämä ei kuitenkaan onnistunut reikätoiminnoista löytyvällä ulokkeen lisäämisellä. Toiminnolla elementin lomakkeeseen tieto kirjautui oikein, mutta IFC-viennissä tieto ei enää kirjautunut. Ulkonema jouduttiin lisäämään massan lisäys toiminnolla. Suunnittelijan näkökulmasta tällainen lisää virheiden riskiä. Kaikki samankaltaiset elementin muokkaukseen liittyvät muutokset olisi hyvä suorittaa aina saman toiminnon kautta, ettei suunnittelijan tarvitse itse muistaa, mitkä tapaukset tulee tehdä milläkin toiminnolla.

Tarvittavien sähkövarauksien tekeminen on yksi tärkeä osa elementin suunnittelua. Sähkövarauksia ovat elementin sisälle valettavat putket, joita pitkin sähköt pystytään vetämään työmaalla. Erilaiset sähköasiat, kuten valokatkaisimen rasiat, valetaan myös valmiiksi jo tehtaalla elementteihin. Tällä hetkellä suunnittelija voi luoda itse tarvikkeita, joilla sähkövaraukset pystytään merkitsemään.

Sekä aikavertailussa että esimerkikohteen elementtisuunnittelussa huomattiin, että eristettä ei pystytä muokkaamaan samalla tavalla kuin sandwich elementtien ulko- ja sisäkuoria. Tätä ominaisuutta tarvittaisiin esimerkiksi silloin, kun betonikuori paksuneeristeeseen päin. Reikätoimintoihin voisi lisätä kohdan, jossa pystytään muokkaamaan pelkkää eristettä.

BEC 2012 -ohjeistuksen mukaan betonielementtien pintakäsittelyjen tietomallintaminen on suunnittelun aloituskokouksessa sovittava asia. Tilaaja voi siis halutessaan vaatia pintakäsittelyjen tietomallintamista. Tällä hetkellä CADS House ei tue pintakäsittelyjen IFC-vientiä. Tämä on huomion arvoinen asia ohjelmiston kehittämistä varten.

Ikkuna- ja oviaukkojen reunoihin lisätään elementtitehtaalla sahattu puuprofiili, johon ikkunan ja ovien karmit pystytään työmaalla kiinnittämään. Yksittäisissä suurissa rakennuskohteissa se voi tarkoittaa useiden kilometrien verran sahatavaran tarvetta. Se on siis yksinään merkittävä tieto elementtien määrätiedoissa. Aukkokeltaji-toimintoja voisi kehittää niin, että sahatavara saataisiin lisättyä elementteihin ja viemään se IFC-malliin.

5 POHDINTA

Opinnäytetyössä saatiin CADS House -ohjelmistolla muodostettua kerrostalon tietomalli luotua etukäteen sovittujen betonielementtien osalta. Samalla pystyttiin dokumentoimaan kehitysideoita BEC 2012 -ohjeistuksen nojalta. Pyrittiin myös tuomaan esille seikkoja, jotka voisivat helpottaa entistä enemmän itse suunnittelutyötä. Tuloksista hyötyy opinnäytetyön molemmat tilaajat, sekä Kyndata Oy että JL-Rakenne Oy.

Opinnäytetyössä esimerkkikohteena käytetty Nummelan Ilves on rakenteeltaan melko yksinkertainen. Elementtien väliset saumat ja elementtien geometria ovat selkeitä. CADS House 18 -ohjelmiston uudet betonielementtitoiminnot soveltuvat kyseiseen kohteeseen pääpiirteiltään hyvin. Betonielementtitoiminnoista löytyy monipuolisia työkaluja tietomallin luomiseen, mutta niissä on kuitenkin vielä kehitettävää.

Kyndata Oy:n mukaan elementtisuunnittelun työkaluja kehitetään koko ajan ja niin, että kaikki mitä ohjelmistoon lisätään, kirjautuu se myös tietomalliin. Opinnäytetyön aikana havaittuja puutteita ja kehitysideoita ohjelmistosta raportoitiin Kyndata Oy:lle heti niiden ilmaantuessa. Jokainen virhe, joka löydettiin ohjelmistosta opinnäytetyön aikana, on jo korjattu ohjelmistoon. Kyndata Oy on lisäksi tehnyt yrityksen sisäisiä aloitteita kehitysideoista, joita on esitelty tässä

opinnäytetyössä. Opinnäytetyöstä saatiin hyviä ideoita ohjelmiston kehittämiseen.

Toistaiseksi JL-Rakenne Oy ei ala tarjoamaan tietomallinnettuja kohteita, mutta yritys aikoo jatkossa jatkaa ohjelmien käytön testausta tulevissa kohteissa. Opinnäytetyö antoi hyvän käsityksen yritykselle CADS House –ohjelmiston uusista elementtitoiminnoista, joita ei vielä tähän mennessä ole otettu käyttöön jokapäiväisessä suunnittelutyössä. Uudet betonielementtitoiminnot ovat helppoja käyttää, jos vanhat toiminnot ovat tutut. Tämän vuoksi ei nähty tarvetta kehittää erillistä käyttöohjetta JL-Rakenne Oy:lle uusista betonielementtitoiminnoista.

Suoritettu aikavertailu ja esimerkkikohteen elementtisuunnittelu osoittivat, että CADS House –ohjelmistossa on paljon potentiaalia ja tällä hetkellä peruselementit pystytään jo mallintamaan yhtä tehokkaasti kuin tekemään perinteinen 2D-piirustus. Useiden muiden tietomalli-ohjelmistojen ongelmana on niiden käytön hitaus.

Esimerkkikohteessa ei päästy testaamaan uutta palkki- ja pilarisuunnittelun työkalua kovin laajasti ja siihen JL-Rakenne Oy aikoo tutustua seuraavaksi. Yrityksessä odotetaan parveke- ja massiivilaattasuunnittelun työkalua, jonka jälkeen CADS House -ohjelmistolla pystyy tietomallintamaan kaikki kerrostalon suunnittelussa tarvittavat betonielementtityypit.

LÄHTEET

BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje. 2012. Betoniteollisuus Ry. PDF-dokumentti. Päivitetty 20.3.2012. Saatavissa: http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v109.pdf [viitattu 25.03.2018].

Betoni.com s.a. Betoniteollisuus Ry. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://betoni.com> [viitattu 11.04.2018].

Betonitieto Oy. 2009. Tehdään elementeistä – Suomalaisen elementtirakentamisen historia. Helsinki: SBK-säätiö.

Elementtisuunnittelu.fi s.a. Betoniteollisuus Ry. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi> [viitattu 11.04.2018].

Karjalainen, A. 2010. Tietomallintaminen Senaatti-kiinteistöjen hankkeissa. PDF-dokumentti. Päivitetty 05.05.2010. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fWAYBtNT/5pfbLufRk/tietomedia_esitys_050510_Senaatti.pdf [viitattu 25.03.2018].

Kymdata Oy. 2017. Saatavissa: <http://www.cads.fi/ajankohtaista/uutiset/cads-mukana-trimble-bim-forum-2017-tapahtumassa> [viitattu 07.04.2018].

Lehtoviita, T. 2012. Tietomallien avulla kohti parempaa rakennushankkeen tiedonhallintaa. Blogi. Saatavissa: <https://www.saimia.fi/toka/?sivu=blogi#29> [viitattu 27.4.2018].

Metsola, J. 2018. Huomasitko, että mallinsin? Blogi. Päivitetty 21.2.2018. Saatavissa: <http://www.cads.fi/ajankohtaista/blogi/huomasitko-etta-mallinsin> [viitattu 25.03.2018].

Optiplan s.a. Tietomallintaminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/tietomallintaminen/fi_FI/tietomallintaminen/ [viitattu 25.03.2018].

Penttilä, H., Nissinen S., Valjus J. & Varis M. 2007. Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Romo, I. & Varis, M. 2004. Tuotemallinnus rakennesuunnittelussa. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_rakennesuunnitteluohje_syyskuu2004.pdf [viitattu 05.04.2018].

YTV 2012 Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. BuildingSMART Finland. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/> [viitattu 31.3.2018].