



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

MIRELLA SÄVEL

# **CADMATIC Building -ohjelman tuot- taman IFC-mallin toimivuus raken- nesuunnittelutoimistossa**

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka  
2021

|   |                                     |                          |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Tekijä<br>Sävel, Mirella  | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK | toukokuu 2021            |
|   | Sivumäärä<br>42                     | Julkaisun kieli<br>suomi |
| Julkaisun nimi<br><b>CADMATIC Building -ohjelman tuottaman IFC-mallin toimivuus rakennesuunnittelutoimistossa</b>   |                                     |                          |
| Tutkinto-ohjelma<br>Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  |                                     |                          |
| Tiivistelmä<br><br><p>Tämän tutkimustyön on tilannut A-Insinöörit Suunnittelu Oy.</p> <p>Työn tavoitteena oli määrittellä CADMATIC Building -ohjelman soveltuvuutta rakennesuunnittelutoimiston tietomallinnuskäyttöön.</p> <p>Tutkimustyön tarkoituksena oli mallintaa asuinkerrostalo käyttäen CADMATIC Building -ohjelmaa, ja samalla kartoittaa määräysten mukaisen IFC-mallin luontiin tarvittavat työkalut ja niiden käyttöön kuluva aika.</p> <p>Työssä myös pohditaan, tehostaako CADMATIC Building -ohjelmiston IFC-vienti ominaisuuksien käyttöönotto suunnittelu- ja tietomallinnustyötä.</p> <p>Tämän opinnäytetyön ohella toteutetaan myös toinen opinnäytetyö A-Insinöörit Oy:lle koskien CADMATIC Building -ohjelmaa. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia CADMATIC Building -ohjelman elementointitoimintoja ja niihin liittyviä rakennetoimintoja, sekä niiden soveltuvuutta tilaajayrityksen tarpeisiin.</p> |                                     |                          |
| <u>Asiasanat</u><br>Tietomalli, IFC, CADMATIC   |                                     |                          |

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| Author<br>Sävel, Mirella   | Type of Publication<br>Bachelor's thesis | May 2021                            |
|  | Number of pages<br>42                    | Language of publication:<br>Finnish |
| Title of publication<br><b>The functionality of a CADMATIC Building -produced IFC-model in a structural engineering office</b>   |  |                                     |
| Degree program<br>Construction and civil engineering   |  |                                     |
| Abstract<br><br><p>This thesis was commissioned by A-Insinöörit Suunnittelu Oy.</p> <p>The goal of this thesis was to determine the suitability of CADMATIC Building for data modeling in a structural design office.</p> <p>The purpose of this thesis was to do an IFC-model of an apartment building using the CADMATIC Building -program and at the same time to identify the tools and the time required to use them in order to make an IFC-model according to existing regulations.</p> <p>In this thesis, it is also considered, does the implementation of CADMATIC Building -program's IFC-export features enhance construction design and data modeling.</p> <p>Along with this thesis, A-Insinöörit Oy has commissioned another thesis regarding the CADMATIC Building -program. The purpose of the thesis is to comprehensively study the program's structural and precast unit -tools and determine their suitability to the commissioner company's needs.</p> |  |                                     |
| <u>Key words</u><br>Data model, IFC, CADMATIC  |  |                                     |

# SISÄLLYS

|   |    |
|---|----|
| 1 JOHDANTO .....                                | 6  |
| 2 LÄHTÖKOHDAT .....                             | 7  |
| 2.1 Tarpeellisuus .....                         | 8  |
| 3 TIETOMALLINNUKSEEN.....                       | 8  |
| 3.1 Tietomallintamisen historiaa.....           | 9  |
| 3.2 Tietomallintamisen vaatimukset .....        | 10 |
| 3.3 CADMATIC Building .....                     | 13 |
| 4 TYÖN SISÄLTÖ JA TULOKSET .....                | 14 |
| 4.1 Betonirakennetoiminnot.....                 | 14 |
| 4.1.1 Seinätoiminnot .....                      | 15 |
| 4.1.2 Laatat ja tasorakenteet.....              | 20 |
| 4.1.3 Anturat, perustuspaalut ja salaojat ..... | 23 |
| 4.1.4 Hormit .....                              | 26 |
| 4.1.5 Palkit ja pilarit.....                    | 27 |
| 4.1.6 Hissit .....                              | 28 |
| 4.2 Täysmalli.....                              | 28 |
| 4.2.1 Tarvikkeet .....                          | 28 |
| 4.2.2 Raudoitteet .....                         | 29 |
| 4.2.3 Muut elementtitoiminnot.....              | 30 |
| 4.3 IFC:tä koskevat toiminnot.....              | 30 |
| 4.3.1 IFC-elementtityypitys .....               | 30 |
| 4.3.2 IFC-tyypitä .....                         | 32 |
| 4.3.3 Kerros- ja lohkotiedot .....              | 33 |
| 4.3.4 IFC-vienti .....                          | 36 |
| 4.4 IFC-mallin toimivuus ja kannattavuus.....   | 38 |
| 4.4.1 Urakkalaskentamalli.....                  | 38 |
| 4.4.2 Lopullinen/valmis malli .....             | 39 |
| 5 YHTEENVETO JA POHDINTA .....                  | 40 |
| LÄHTEET   |    |

## LYHENTEET

|            |   |
|------------|---|
| BEC-tiedot | elementtejä koskevat attribuutit  |
| BIM        | Building Information Modeling, tietomalli.                                      |
| .drw       | CADMATiC Building -ohjelman käyttämä tiedostomuoto                              |
| CAD        | Computer-aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu                          |
| GUID       | Globally Unique Identifier, osan yksilöllinen tunniste                          |
| IFC        | Information Foundation Classes, tuotetietojen siirron kansainvälinen standardi. |
| YTV        | Yleiset tietomallivaatimukset   |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tutkia CADMATIC Building -ohjelmalla tuotetun IFC-mallin laatua ja käytettävyyttä rakennesuunnittelutoimiston tarpeisiin. Tarkoituksena on tehdä yhdestä uudisrakennuskohteesta urakkalaskentavaiheen tietomalli käyttäen CADMATIC Building -ohjelmaa. Samalla määritetään toimivan IFC-mallin tuottoon tarvittavat työkalut, niiden oikeaoppinen käyttö sekä työmäärä. Myös täysmallin toteutukseen tarvittavia toimintoja tutkitaan, kuitenkin koko rakennuksesta täysmallia tekemättä, sillä tilaajan lähtökohtina oli tutkia urakkamallin toimivuutta. Tutkimustyössä on käytetty CADMATIC Building -ohjelman versioita 18.0.9 sekä 18.0.10.

Työn on tilannut A-Insinöörit Suunnittelu Oy. A-Insinöörit Oy on vuonna 1959 perustettu monialainen rakentamisen suunnittelu- ja konsulttityhtiö, joka työllistää yli 800 henkilöä.

Tavoitteena on selvittää, onko CADMATIC Building -ohjelman kaikkien tai osan IFC-vienti -toimintojen käyttöönotto ajallisesti ja laadullisesti kannattavaa A-Insinööreillä.

Tässä tutkimuksessa keskitytään käsittelemään vain CADMATICin betonirakenteita ja -elementtejä koskevia IFC-toimintoja. Näiden lisäksi CADMATICistä löytyy toimintoja myös teräs- ja puurakennesuunnitteluun.

Opinnäytetyö lähti liikkeelle A-Insinöörien omasta halusta selvittää miten CADMATICin IFC-vienti toimii ja minkä laatuisen IFC-mallin ohjelma tuottaa. A-Insinööreillä haluttiin myös tietää, onko CADMATICin IFC-toimintojen käyttöönotto kannattavaa.

## 2 LÄHTÖKOHDAT

Tällä hetkellä A-Insinööreillä käytetään CADMATIC Building -ohjelmaa lähinnä 2D-rakenne- ja elementtipiirustusten tuottamiseen. IFC-mallintamiseen puolestaan käytetään Tekla Structures -ohjelmaa. CADMATIC sai vuonna 2019 kansainvälisen IFC 2x3 CV 2.0 -sertifikaatin, mikä mahdollistaa ohjelmiston käytön YTV-tietomallinnusta edellyttävien projektien rakennesuunnittelussa (CADMATICin [www-sivut 2020](#)).

A-Insinööreillä on paljon positiivisia kokemuksia CADMATICin käytöstä 2D-suunnittelussa (Lepikkö, henkilökohtainen tiedonanto 9.10.2020). CADMATIC Building -ohjelma toimii pääsuunnitteluohjelmana A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n Porin toimipisteellä. Konsernilla eniten käytössä on kuitenkin 2D-suunnitteluohjelma AutoCAD.

CADMATICin ja A-Insinöörien yhteistyö alkoi vuonna 2016, jolloin CADMATIC tunnettiin vielä nimellä CADS. Vuonna 2019 suomalainen CADMATIC Oy osti Kymdata Oy:n ja CADS House -ohjelmisto sai uudeksi nimekseen CADMATIC Building. A-Insinöörien ja Kymdatan allekirjoittama yhteistyösopimus on edelleen voimassa. (Kymdata Oy, CADSin [www-sivut](#).)

Tarkoituksena oli tehostaa suunnittelua ja helpottaa uusien suunnittelijoiden sopeutumista 3D-ympäristöön, sekä laajentaa CADMATIC Building -ohjelmiston käyttöä A-Insinöörit Suunnittelu Oy:ssä. Yksikönjohtaja Jari Kivelän mukaan A-Insinöörit Suunnittelu Oy näki CADMATICin kustannustehokkaana ohjelmistona, jonka tapa tehdä tietomallinnusta piirustuksista tietomalleihin -metodilla on ainutlaatuinen ja joka tuo täysin uuden lähestymistavan rakennesuunnitteluun. Ohjelmistolla saa nostettua ne suunnittelun osa-alueet tietomallinnuksen piiriin, joihin ei kannata käyttää mallinnuspohjaista BIM-ohjelmistoa. (Kymdata Oy, CADSin [www-sivut](#).)

## 2.1 Tarpeellisuus

A-Insinööreillä harkitaan CADMATIC Building -ohjelmiston käytön laajentamista myös IFC-käyttöön. CADMATICiä käytetään nykyään monen rakennuskohteen rakennepiirustusten tuottamiseen, mutta sillä tuotettua IFC-mallia ollaan lähinnä käytetty vain sisäiseen törmäystarkasteluun. Tällöin suurin merkitys on ollut vain rakennusosien geometrialla, eikä muihin IFC-viennin kannalta olennaisiin toimintoihin olla vielä juuri perehdytty.

A-Insinööreillä tietomallit tehdään tällä hetkellä käyttäen Tekla Structures -ohjelmaa. Mikäli rakennuskohteesta on tilattu urakkalaskentamalli, mutta ei ole tarvetta ns. täysmallille, vain yhden ohjelmiston käyttö olisi ajankäytöllisesti tehokkaampaa, kuin kahden ohjelman yhteiskäyttö. Näin esimerkiksi tarvittaisiin vain yksi ihminen sekä rakennepiirustusten että tietomallin luontiin, sillä nämä kaksi syntyvät samaan aikaan samalla ohjelmalla.

CADMATICillä tuottaessa vain 2D-piirustuksia, valtava osa rakennusosien sisältämästä informaatiosta jää käyttämättä. A-Insinööreillä CADMATICin työkaluja käytetään tehokkaasti jo 2D-suunnittelussa, esimerkiksi seinille ja niiden aukoilta määritetään korkotiedot. Näitä tietoja voitaisiin edelleen hyödyntää IFC-vientiin ilman suurempaa lisätyötä. Jos 2D-piirustusten rakennusosat piirretään alusta asti oikein, käyttäen niille tarkoitettuja työkaluja, pystytään ohjelmiston tuottamaa dataa hyödyntämään paremmin myös IFC-viennissä.

## 3 TIETOMALLINNUS

Tietomallin lyhenteenä käytetään BIM:iä. Nykyisin BIM-käsitteellä tarkoitetaan rakennuksen ja rakennusprosessin aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tietomalli kattaa paljon ominaisuuksia, joita rakennusteollisuus voi hyödyntää monella tapaa. Tietomalli kuvaa myös rakennusta kolmiulotteisesti, sen toimintaa ja toteutustapaa. (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, 15.)



Tietomallinnuksen tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden sekä turvallisuuden tukeminen hankkeessa. Tietomallit mahdollistavat mm. hankkeen kustannusten arvioimisen, suunnitelmien havainnollistamisen sekä ratkaisujen toimivuuden analysoimisen. Mallinnuksen onnistumisen varmistamiseksi malleille on asetettu yleiset tavoitteet hankekohtaisesti. (YTV2012 osa 5, 4.)

Tietomalli tukee rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua kaikissa projektin vaiheissa. Rakennuksen tietomallista saadaan kaikki tiedot, joita tarvitaan rakentamisen, osien valmistuksen ja hankintatoimen tukena rakennusvaiheessa. Tietomallia voidaan käyttää rakentamisvaiheessa myös suunnitelmien arviointiin ja työnsuunnitteluun. (A-Insinöörien www-sivut 2020.)

Elementtiteollisuus tarvitsee tietomalleja, jotta elementti- ja tarvikeluettelot, sekä tiedonsiirto voidaan tehdä luotettavasti suoraan mallista. Myös työmaa tarvitsee mallilta tiettyjä asioita, jotta mallia pystytään käyttämään luotettavasti mm. työmaan ohjaukseen. (BEC2012, 6.)

### 3.1 Tietomallintamisen historiaa

”Rakennuksista on tehty kolmiulotteisia malleja jo ennen kuin tietokoneet keksittiin. Rakennus mallinnettiin pienoismalliksi, jonka tehtävänä oli havainnollistaa tulevan rakennuksen muotoa ja ulkoista olemusta” (Jäväjä & Lehtoviita, 2016, 12).

Vuonna 1974 yhdysvaltalainen arkkitehti Charles Eastman väitti, että rakennuskäyttöön tarkoitettut kaksiulotteiset piirustukset ovat tehottomia kuvatessaan samoja kohtia useaan otteeseen. Eastmanin tiimi kritisoi myös paperille tulostettuja piirustuksia niiden taipumuksesta hajota ajan myötä sekä niiden virheellisestä rakennuksen esityksestä kun kunnostuksia ja remontointeja tehdään, eikä piirustuksia päivitetä. (Bergin, 2011, 4.)

Tämän väitöksen pohjalta Eastman suunnitteli projektin, joka onnistuneesti loi rakennuksen tietokannan, the Building Description System (BDS). Tämä ohjelma oli

ensimmäinen tietokoneohjelma, joka kuvasi yksittäisiä elementtejä, joita säilytettiin virtuaalisessa kirjastossa ja joita voitiin myöhemmin noutaa ja sijoittaa malliin. BDS sisälsi mm. lajiteltavan tietokannan, jossa käyttäjä pystyi kategorisesti lajittelemaan informaatiota niiden attribuuttien mukaan. (Bergin, 2011, 3.)

Ensimmäinen tietokoneella käytettävissä oleva tietomallinnusohjelma, Graphisoftin ArchiCAD, syntyi vuonna 1982 unkarilaisen fyysikon, Gábor Bojárin salakuljettamilla Apple Macintosh -tietokoneilla. 2000-luvun alkuun mennessä Leonid Raiz ja Irwin Jungreis olivat kehittäneet Revit-ohjelman. Revit mullisti tietomallintamisen, luomalla alustan visuaalisella ohjelmointiympäristöllä, jonka tarkoitus oli luoda parametrisiä perheitä ja sallia neljännen ulottuvuuden, ajan, lisäyksen tietomalliin. (Bergin, 2011, 7.)

Vuonna 1994 joukko yhdysvaltalaisia rakennusalan suuryrityksiä muodosti Industry Alliance for Interoperability -yhtymän (IAI) (Bazjanac & Crawley, 1997,1). He kehittivät eri ohjelmilla luoduille tietomalleille yhtenäisen tiedostomuodon, International Foundation Classes (IFC). IFC:n tarkoituksena on mahdollistaa tiedonsiirto tietomalliohjelmasta toiseen tiedoston menettämättä sen informaatiota ja täsmällisyyttä. (Bergin, 2011, 8.) Vuonna 2005 IAI otti käyttöön nimen BuildingSMART, mainostaakseen IFC:n käyttöä paremmin (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2008, 80). Vuonna 2012 BuildingSMARTin Suomen paikallisjärjestö, BuildingSMART Finland, julkaisi Se-naatti-kiinteistöjen tietomallivaatimusten perusteella Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012). (BuildingSMARTin www-sivut 2012.)

Suomessa laajasti rakennesuunnittelussa käytetty Tekla Structures -mallinnusohjelma on Tekla Oy:n vuonna 2004 julkaisema rakennesuunnitteluohjelmisto. Tekla perustettiin Helsingissä vuonna 1966 nimellä Teknillinen laskenta Oy. Vuonna 2011 Teklasta tuli osa yhdysvaltalaisesta Trimble-konsernia. (Teklan www-sivut 2013.)

### 3.2 Tietomallintamisen vaatimukset

Tietomallinnukseen liittyvistä vaatimuksista vastaa Yleiset Tietomallivaatimukset (YTV) 2012 sekä BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje.

YTV2012 on 14-osainen julkaisu, joka kattaa tietomallinnuksen kaikille vaiheille sekä osapuolille kuuluvat vähimmäisvaatimukset. Tapauskohtaisesti voidaan myös esittää lisävaatimuksia YTV:n vähimmäisvaatimusten lisäksi.

YTV2012 on COBIM-hankkeen tulos, jonka rahoittajina toimivat Senaatti-kiinteistöjen ja BuildingSMART-järjestön lisäksi joukko muita kiinteistön omistajia ja rakennuttajia, rakennusliikkeitä sekä ohjelmistotaloja (BuildingSMARTin [www-sivut 2020](#)). Tietomallintamisen käyttö kasvaa nopeasti rakennusalalla. Jotta eri suunnittelualojen mallit olisivat vertailukelpoisia ja helposti muiden osapuolten tulkittavissa, täytyy tietomallien olla mallinnettu yhteisesti sovitulla tavalla. YTV2012:n tarkoituksena onkin juuri määrittellä täsmällisesti mitä ja miten mallinnetaan. (YTV2012, osa 1, 2012, 2.)

Tietomallinnukseen saa käyttää vähintään IFC 2x3 sertifioituja mallinnusohjelmia (YTV2012 osa 1, 6). IFC 2x3 -tiedostomuoto on yleisin tietomallinnusohjelmien käytämä tiedostomuoto, vaikka siitä päivitetty versio, IFC4, julkaistiin jo vuonna 2013. Vuonna 2020 BuildingSMART-järjestö julkaisi luonnoksensa IFC4x2-version määrittelyistä. (BuildingSMARTin [www-sivut 2021](#)).

BEC2012 keskittyy vain betonielementtien tietomallintamiseen. Sen tarkoituksena on määrittellä mallin oikea sisältö. Ohjeistusta noudattamalla tietomallien pitäisi olla samankaltaisia suunnittelutoimistosta tai mallintajasta riippumatta. Rakennesuunnittelijan on varmistettava, että rakennusosat ovat oikein IFC-mallissa; seinä seinänä ja palkki palkkina. Yleensä ohjelmisto tekee tämän automaattisesti, jos rakenteet mallinnetaan käyttäen kyseisen osan mallintamiseen tarkoitettuja työkaluja; seinä mallinnetaan seinätyökalulla, palkki palkkityökalulla jne. (BEC2012, 6)

BEC2012-ohjeet on laadittu palvelemaan ”piirustukset mallista” -periaatteella toimivaa ohjelmaa. CADMATIC Building -ohjelma toimii täysin päinvastaisella periaatteella, jolloin BEC2012-ohjeiden soveltaminen on paikoin hankalaa. BEC2012-ohjeet kuitenkin listaavat kaikki BEC-tiedot, mitkä rakenneosilta pitää mallista löytyä, riippumatta siitä miten ne on mallinnettu.

|                                |
|--------------------------------|
| PITUUS                         |
| KORKEUS                        |
| PAKSUUS                        |
| MAX.PITUUS                     |
| MAX.KORKEUS                    |
| MAX.LEVEYS                     |
| PAKSUUS (SISÄKUORI)            |
| PAKSUUS (ERISTE)               |
| PAKSUUS (ULKOKUORI)            |
| TILAVUUS (SISÄKUORI)           |
| TILAVUUS (ULKOKUORI)           |
| PAINO                          |
| PINTA-ALA BRUTTO               |
| PINTA-ALA NETTO                |
| AUKOT                          |
| + PINTAKÄSITTELYT (SOP.MUKAAN) |

Kuva 1. Sandwich-elementiltä luettavat BEC-tiedot. BEC2012.

|                         |
|-------------------------|
| PITUUS                  |
| KORKEUS                 |
| LEVEYS                  |
| MAX.PITUUS              |
| MAX.KORKEUS             |
| MAX.LEVEYS              |
| LEUKA 1 (Leukapalkissa) |
| LEUKA 2 (Leukapalkissa) |
| UUMA (Leukapalkissa)    |
| TILAVUUS                |
| PAINO                   |

Kuva 2. Palkkielementiltä luettavat BEC-tiedot. BEC2012.

|                  |
|------------------|
| PITUUS           |
| KORKEUS          |
| LEVEYS           |
| MAX.PITUUS       |
| MAX.KORKEUS      |
| MAX.LEVEYS       |
| TILAVUUS         |
| PAINO            |
| PINTA-ALA BRUTTO |
| PINTA-ALA NETTO  |

Kuva 3. Laattaelementiltä luettavat BEC-tiedot. BEC2012.

Yhtenä yleisvaatimuksena on, että rakennukset mallinnetaan kerroksittain mallista laadittavia analyysija varten. Rakennus voidaan jakaa myös useampiin lohkoihin tarvittaessa. Muista suunnittelualoista poiketen, rakennesuunnittelijan mallissa kunkin kerroksen malliin kuuluu kerroksen yläpuoliset vaakarakenteet ja niitä kannattelevat pystyrakenteet.

YTV2012 on määrittänyt neljä eri mallinnuksen tarkkuustasoa. Tarkkuustasolla 1 rakennus mallinnetaan vain perusgeometrian ja sijainnin osalta. Tarkkuustasolla 2

rakenteet elementoidaan ja niistä tulee selvitä rakenteiden kokonaismäärät. Tarkkuustasolla 3 tyyppielementit tulee mallintaa raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Muut osat mallinnetaan liittymineen ja valutarvikkeineen. Tarkkuustasolla 4 kaikki elementit ja paikallavalut mallinnetaan liittymineen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Teräskokoonpanot tulee mallintaa konepajatasolle ja paalut toteuman mukaan. (YTV2012, Täydentävä liite, Osa 5, 2.) Näistä määrätyksistä voidaan kuitenkin poiketa, mikäli tietomallin tilaaja niin vaatii.

### 3.3 CADMATIC Building

Vuonna 1979 Pekka Markkula perusti Kyndata Oy:n, joka valmisti tietokoneohjelmia suurteollisuudelle. Neljä vuotta myöhemmin Kyndata alkoi kehittää CADS Planner -suunnitteluohjelmistoa. 1980-1990-lukujen vaihteessa CADS-tuotesarjaa ryhdyttiin kehittämään toimialakohtaisilla sovelluksilla. Yksi näistä sovelluksista oli rakennesuunnittelukäyttöön tarkoitettu CADS House -ohjelma. (Yrittäjien www-sivut 2020.) 2000-luvulla Kyndata Oy alkoi kehittämään ohjelmaan 3D-toiminnallisuutta ja tietomallia alettiin kehittämään vuonna 2014 (Talsi, 2020).

CADMATIC Oy perustettiin 1990-luvun alussa markkinoimaan ja kehittämään CADMATIC 3D -ohjelmaa. Elokuussa 2019 CADMATIC Oy osti kotkalaisen Kyndata Oy:n, jonka tuotteisiin kuului mm. suunnitteluohjelma CADS House. Oston myötä CADS House -ohjelmiston toimintoja päivitettiin ja sen uudeksi nimeksi annettiin CADMATIC Building. (CADMATICin www-sivut 2020.)

Syyskuussa 2019 CADMATIC Building sai IFC 2x3 cv 2.0 -sertifikaatin, mahdollistaen ohjelmiston käytön YTV:n mukaisissa rakennesuunnitteluprojekteissa.

Jotkut voivat suhtautua mallintamiseen hieman viileästi. Eemil Reunanen mielestä tämä johtuu siitä, että 3D-mallinnusta pidetään hitaampana kuin 2D-piirtämistä. Reunanen toteaa, että vaikka mallinnuksen hyödyt kyllä myönnetään, samalla toivotaan, että mallin tekisi ”joku muu sitten myöhemmin”. (CADMATICin www-sivut 2020.)

CADMATIC Building -ohjelmiston perusideana onkin, että kaikki rakennusosat piirretään kaksiulotteisena. Näille rakennusosille saa kuitenkin annettua paljon erilaista informaatiota, joiden pohjalta ohjelmisto luo 3D- ja IFC-mallin.

Tanja Lepikkö toteaa, että CADMATICillä piirtäessä, ”ylimääräinen” välivaihe jää kokonaan pois. Korkotiedot voi lisätä rakennusosille jo pohjakuvaa hahmotellessa, ja tietomalli urakkalaskentaan syntyy melkein vain napin painalluksella. Alustavan IFC-mallin voi saada perustuksista kattoon jopa 10 minuutissa. (CADMATICin www-sivut 2020.)

Vaikka CADMATICiin saa tuotua IFC-mallin referenssinä, CADMATICillä ei voida tarkastella IFC-mallia. Mallin tarkastelua varten on oltava erillinen ohjelma. Tässä tutkimustyössä on käytetty Trimble Connect - ja Solibri-ohjelmia.

Kaikkien rakennusosien piirto, muokkaus ja lisätietojen määrittäminen tapahtuu CADMATICissä, kun ollaan vielä 2D-maailmassa. IFC-malliin ei mene yhtään tietoa, mitä ei ole CADMATICissä antanut. Samoin IFC-mallia ei saa muokattua mallin tarkasteluohjelmassa.

## 4 TYÖN SISÄLTÖ JA TULOKSET

Koska tämän tutkimustyön on tilannut A-Insinöörit Suunnittelu Oy, kaikki tässä tutkimuksessa mainitut yleiset käytännöt CADMATICin toimintoihin viitaten kuvaa vain A-Insinöörit Suunnittelu Oy:llä vakiintuneita käytäntöjä.

### 4.1 Betonirakennetoiminnot

Betonirakennetoimintoja ollaan yleisesti käytetty vain elementoitavien rakenteiden piirtoon. Muut rakenneosat, esimerkiksi anturat, paikallavalurakenteet ja hormit ollaan saatettu piirtää vain viivalla. Kun tarkoituksena on tehdä vain 2D-piirustuksia, tämä käytäntö voi olla hieman nopeampi kuin kaikkien rakenneosien rakenteellinen määrittäminen. IFC-mallin tekoa varten kuitenkin kaikki rakenneosat tulee tehdä niille

kuuluville rakennetoiminnoilla, jotta ne näkyvät mallissa ja jotta niistä voidaan laskea materiaalmäärät.

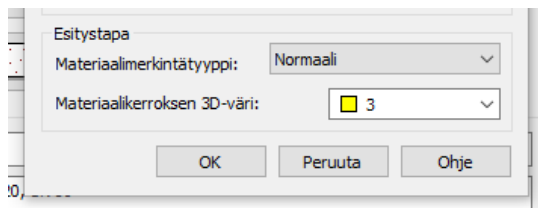
Urakkalaskentavaiheen malli vastaa usein mallinnuksen tarkkuustasoa 2. Siinä yleensä esitetään vain rakennusosien perusgeometria ja sijainti. Tietomallissa esitettävät asiat kuitenkin määrittää tilaaja. Urakkalaskentamallin tarkoituksena on laskea rakennusosiin tarvittavien materiaalien määrä sekä niistä aiheutuvat kustannukset elementtityypeittäin. Urakkalaskennan tietomallissa elementtien ei tarvitse olla numeroituja, eikä niillä tarvitse olla BEC-tietoja. Rakennusosilla tulee kuitenkin olla rakennetyyppien tunnukset ja niiltä pitää olla luettavissa mm. rakennusosan bruttopinta-ala. Näin tietomallista voidaan laskea vaadittavat materiaalmäärät kutakin elementtityyppiä kohden.

#### 4.1.1 Seinätoiminnot

Elementoitavat seinät tehdään aina Seinän piirto -toiminnolla. Tällä toiminnolla tehdyistä seinistä on helppo tehdä elementtikuvat, koska näille seinille saa valmiiksi määritettyä materiaalit, muodot, korkeuden ja koron. Näitä samoja tietoja hyödynnetään myös tietomallin luontiin.

Vain 2D-piirustuksia tehdessä, seinien esitystapana on annettu olla oletusasetukset. Normaalisti käytännöstä poiketen seinän rakennetyypin määritysvaiheessa täytyy eristeelle valita Materiaalimerkintätyypiksi Normaali ja Materiaalikerroksen 3D-väriksi valita jokin muu kuin oletus (esim. keltainen) (kuva 1). Näin kun eristeelliset seinät viedään IFC-malliin, eriste näkyy eri värisenä kuin betonikerrokset. Muillekin rakenerroksille saa rakenteen määrittämisessä määritettyä haluamansa 3D-värin, jos esimerkiksi sisä- ja ulkokuoren haluaa esittää eri värisinä. Tämä auttaa esimerkiksi erilaisten seinärakenteiden tunnistamisessa IFC-mallissa.

Seinärakenteen määrittämisessä myös Rakenteen nimi ja Rakenteen kuvaus näkyvät IFC-mallissa. Rakenteen nimi -kohtaan on hyvä kirjoittaa seinän tunnus ja Rakenteen kuvaus -kohtaan esimerkiksi minkä tyyppinen seinä on kyseessä (sisäkuorielementti, välisenä jne...).



Kuva 4. Rakennekerroksen esitystapa. (Mirella Sävel 2020)

Jokaiselle eri elementtitunnuksen omaavalle seinälle on hyvä tehdä oma seinärakenteensa. Näin seinän tunnuksen saa heti rakenteen määrittämisessä oikeaksi, eikä tunnuksia tai rakenteita tarvitse myöhemmin muuttaa.

Tutkimuksessa käytetyssä rakennuskohteessa oli 200 mm paksuisia väliseinä- ja parvekepielielementtejä sekä paikallavaluseiniä. Nämä oli kaikki aluksi piirretty samalla väliseinä- ja parvekepielielementeillä. Näin ollen, tietomallissa kaikkien kolmen eri seinätyypin identiteetit olivat samat. Parvekepielille ja paikallavaluseinille piti tehdä IFC-tyypitys (katso kohta 4.3.2), jonka avulla seinien identiteetit saatiin vaihdettua oikeiksi. Toinen vaihtoehto olisi ollut luoda uudet seinärakenteet paikallavalu- ja parvekepieliseinille, ja vaihtaa vanhat, väärät rakenteet uusiin, oikeisiin rakenteisiin.

CADMATICin IFC-viennin yhteydessä (katso kohta 4.3.4) saa määritettyä rakennosille omat värinsä. IFC-viennin valikossa kuitenkin valitaan kaikille betonirakenneseinille yksi yhteinen väri. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki seinärakennetoiminnolla piirretyt betoniseinät (mm. väliseinät, parvekepielet, kuorielementtiseinät, sokkelit, sandwichseinät) näkyvät saman värinä. Selvyyden ja helpon luettavuuden takia tämä ei ole kannattavaa. Tästä johtuen, jo seinärakenteen määrittämisvaiheessa on hyvä valita seinälle materiaalikerroksen 3D-väriksi haluamansa seinän IFC-väri. Tässä kohtaa määritetty väri kumoaa kaikki muut rakenneosalle mahdollisesti myöhemmin asetettavat 3D- ja IFC-värit.

CADMATICilla saa piirrettyä vain kahta erityyppistä seinää: ulkoseinää ja väliseinää. Esimerkiksi parvekepielet ja paikallavaluseinät eivät ole kumpikaan näistä. Nämä seinät on silti piirrettävä jompanakumpana, koska muuta vaihtoehtoa ei ole. Jotta IFC-mallissa näiden seinien tyyppissä ei kuitenkaan lukisi väärää tietoa, näiden seinien tyyppit tulee muuttaa IFC-tyypityksellä (kohta 4.3.2).

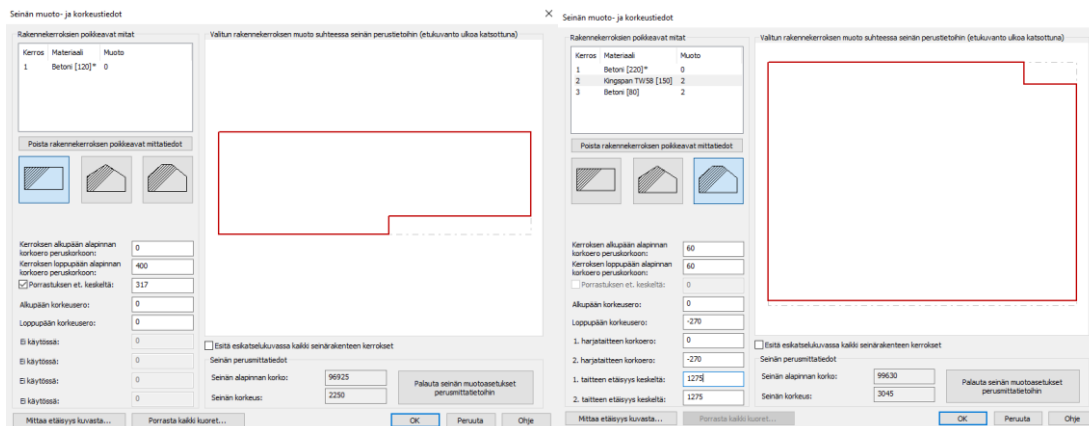


| Kokoonpano.0.1     |          |           |           |                 |             |                        |  |
|--------------------|----------|-----------|-----------|-----------------|-------------|------------------------|--|
| BEC-Tvönkulk       |          | Pset_Wall |           | Pset_WallCommon |             | Seinämaterialit        |  |
| Identiteetti       | Sijainti | Määrä     | Relaatiot | Luokittelu      | Hyperlinkit |                        |  |
| Ominaisuus         |          |           | Arvo      |                 |             |                        |  |
| Malli              |          |           |           |                 |             | testi                  |  |
| Suunnittelualue    |          |           |           |                 |             | Rakenne                |  |
| Nimi               |          |           |           |                 |             | M-                     |  |
| Vaihe              |          |           |           |                 |             |                        |  |
| Tyyppi             |          |           |           |                 |             | Väliseinä              |  |
| Tyyppin nimi       |          |           |           |                 |             |                        |  |
| Esimäärätty tyyppi |          |           |           |                 |             | USERDEFINED            |  |
| Mallin kategoriat  |          |           |           |                 |             |                        |  |
| Kuvaus             |          |           |           |                 |             | betoni 200mm           |  |
| Materiaali         |          |           |           |                 |             |                        |  |
| Kuvataso           |          |           |           |                 |             | Seinät                 |  |
| Järjestelmä        |          |           |           |                 |             | Seinät                 |  |
| Geometria          |          |           |           |                 |             |                        |  |
| Sovellus           |          |           |           |                 |             | CADMATIC Building      |  |
| IFC-komponentti    |          |           |           |                 |             | IfcElementAssembly     |  |
| GUID               |          |           |           |                 |             | 1CV5yygG58wgerNbx2TeXa |  |
| BATID              |          |           |           |                 |             |                        |  |

Kuva 5 IFC-typittämätön piielelementti näkyy väliseinä. (Mirella Sävel 2020)

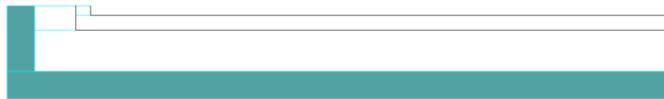
Seinälle on annettava alapinnan absoluuttinen korko, sekä seinän korkeus sisäkuoren korkeuden mukaan. Jos useampikerroksisen seinän rakennekerrokset ovat eri korkuisia, nämä korkeuserot määritetään Seinän muoto- ja korkeustiedoissa. Samassa paikassa saa määritettyä seinälle porrastuksen sekä ala- että yläreunaan, mutta vain yhden. Jos seinässä on useampi porrastus tai kolous keskellä seinän ylä- tai alareunaa, pitää käyttää eri työkaluja, esim. syvennystyökalua. Syvennyksellä tehty aukko tosin näkyy tasokuvassa, seinälle asetettu porrastus ei näy. Nämä syvennykset voi kuitenkin laittaa sellaiselle tasolle, joka ei tulostu paperille. Syvennyksen tason voi myös sammuttaa, mutta se täytyy muistaa laittaa päälle IFC-viennin ajaksi, jotta syvennykset mallintuvat. Tässä syntyy mallinnusvirheen riski, sillä tasot saattavat helposti jäädä sammuteiksi, jolloin virheen huomaa vasta IFC-viennin jälkeen.

Porrastuksia tehdessä on tärkeä tietää, kumpi sivu on seinän ulkopuoli, jotta porrastus tulee oikeinpäin. Ulkoseinissä tämän kanssa ei pitäisi ilmetä hämmennystä, mutta esimerkiksi väliseinien kanssa on oltava tarkka, sillä ne usein näyttävät samalta sekä sisältä, että ulkoapäin tarkasteltuna.



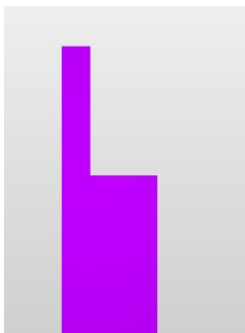
Kuva 6 Alareunan porrastus. (Mirella Sävel 2020)      Kuva 7 Yläreunan porrastus. (Mirella Sävel 2020)

Yksi ongelmista seinärakenteiden mallintamisessa voi syntyä esimerkiksi siitä, että seinärakenteille ei saa piirrettyä kääntyviä päitä, ja ne on piirrettävä erikseen. Jos käännetyt pään piirtää erillisenä seinänä, se näkyy tietomallissa omana kokoonpanonaan. Jos käännetyt pään piirtää pelkillä viivoilla ja täytöllä, ei se näy tietomallissa lainkaan. Tällä hetkellä CADMATICilla ei voi yhdistää kahta seinää yhdeksi kokoonpanoksi, joten tämän muotoisia seiniä ei pysty esittämään oikein IFC-mallissa. Asiasta ollaan kuitenkin keskusteltu CADMATICin kanssa.



Kuva 8. Kääntyvä seinäelementti. (Mirella Sävel 2020)

Joihinkin kantaviin seiniin tulee lippa, esimerkiksi rapattaviin elementteihin. CADMATICilla ei tällä hetkellä saa luotua lippoja seiniin, mutta jos seinän korkeudeksi määrittää koko seinäelementin korkeuden, lipan korkeus mukaan luettuna, niin seinälle saa syvennyksen avulla tehtyä ”lipan”.



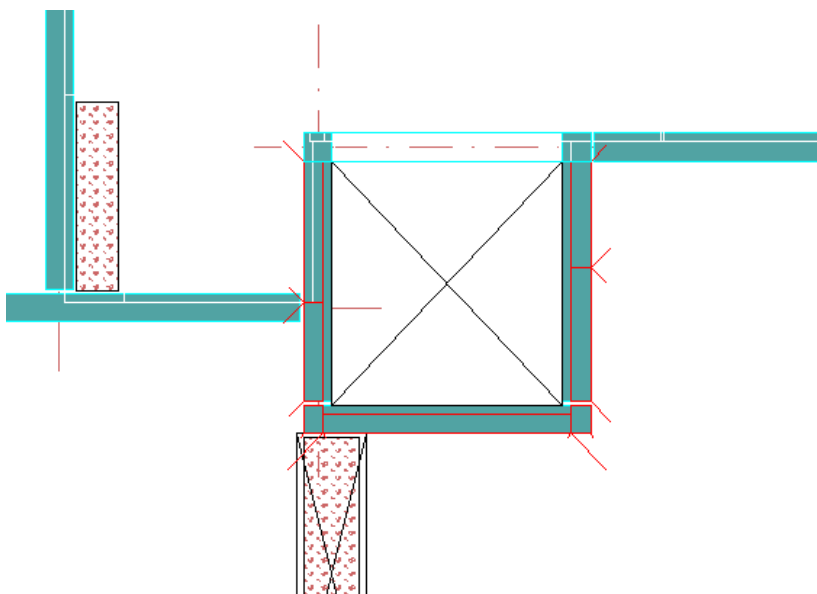
Kuva 9 Seinäelementin lippa. (Mirella Sävel 2020)

Syvennyksien määrittäminen seinille on kuitenkin jokseenkin aikaa vievä toimenpide sen koon ja absoluuttisen koron määrittämisen vuoksi. Syvennyksiä voidaan kopioida seinältä toiselle, mutta tällöin on tarkastettava syvennyksen oikea koko ja korkeus.

Tasokuvassa syvennykset näkyvät erillisinä symboleina, joten jos tällaisia seiiniä on monia, tasokuva saattaa näyttää hyvin sekavalta, varsinkin jos syvennyksien väri poikkeaa seinärakenteen omasta väristä ja syvennykset kuvataan rajaviivoilla tai viivoituksella.

Tästä syystä syvennyksille voidaan tehdä oma taso, jonka väri vastaa seinärakenteen väriä, ja joka ei tasokuvaa tulostettaessa tulostu paperille. Syvennyksen esitystavaksi on myös hyvä valita ”Päältä”, jolloin siitä CADMATICissä näkyvät vain ääri viivat. Syvennykset voidaan myös laittaa tasolle, joka sammutetaan, jolloin ne eivät näy tasokuvassa ollenkaan. Sammutetulla tasolla olevien syvennyksien tieto ei kuitenkaan välity IFC-malliin, joten niiden on oltava päällä ainakin IFC-viennin aikana.

Tässä kohtaa syntyy huomattavan riskin paikka, sillä tasot saattavat jäädä helposti sammutetuksi, jolloin virheen huomaa vasta IFC-viennin tehtyä.

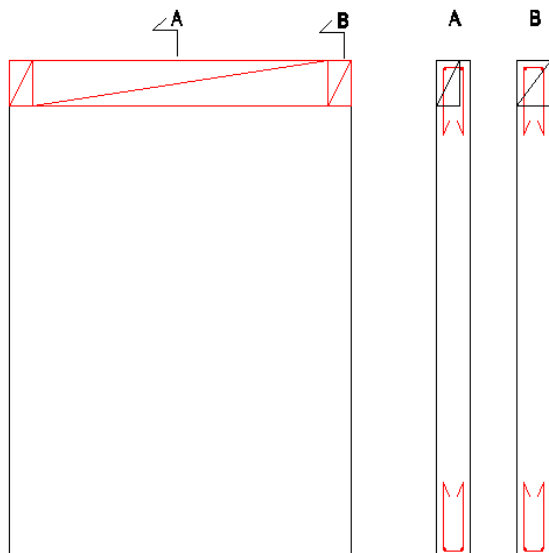


Kuva 10. Seinien syvennyksiä. (Mirella Sävel 2020)

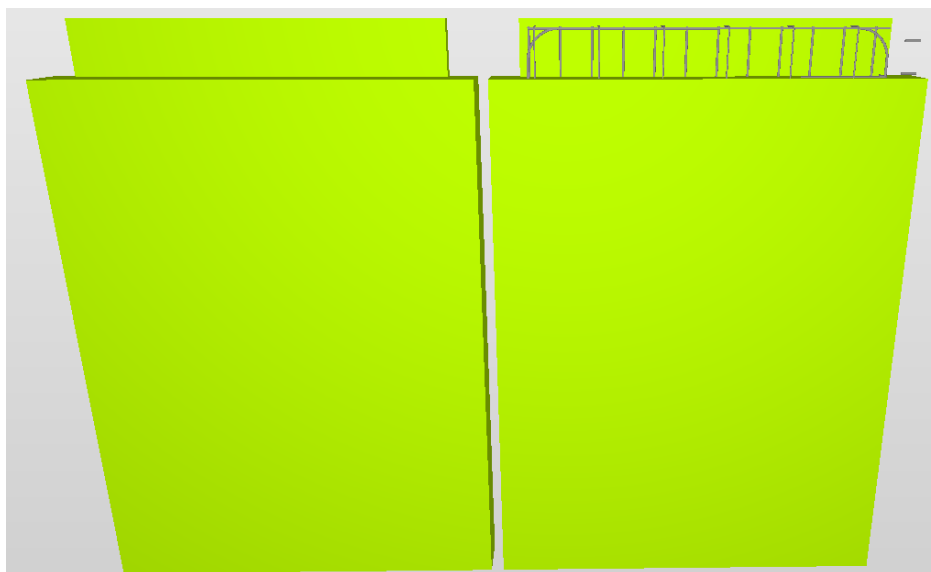
Ajallisesti tällaisten syvennyksien teko seinään lipan luontia varten ei ole kovinkaan kannattavaa, erityisesti jos lipa ei tule seinään koko sen pituudelta (kuva 12).

Tällöin seinään joudutaan tekemään kaksi tai useampi eri syvennys lipan toteuttamista varten.

Nämä syvennykset eivät myöskään auta seinärakenteiden elementoinnissa, sillä elementtikuvaan syvennyksen kohdalle tulee häiritsevä, ns. turha symboli joka pitää siten piilottaa viiva kerrallaan, eikä CADMATIC ota syvennyksiä huomioon raudoittaessa elementtiä (kuva 11).



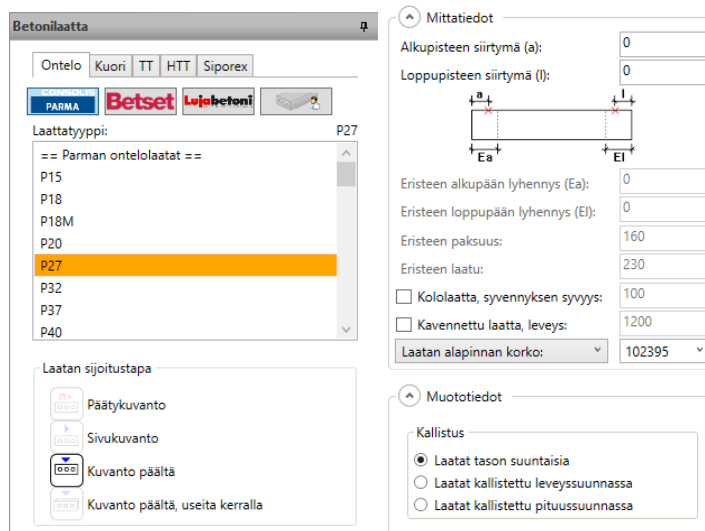
Kuva 11. Seinäelementti, jossa syvennyksiä, CADMATICissä. (Mirella Sävel 2021)



Kuva 12. Kuvan 11 seinäelementti sekä ilman raudoitusta että raudoituksen kanssa IFC-mallissa. (Mirella Sävel 2021)

#### 4.1.2 Laatat ja tasorakenteet

Piirrä betonilaatta -toiminnolla saa määritettyä ontelo-, kuori-, TT-, HTT- ja Siporex-laattoja. Yleisimmin käytetyille ontelo- ja kuorilaatoille ei tarvitse IFC-mallia varten lisätä muuta kuin tieto laatan ala- tai yläpinnan korosta.



Kuva 13. Betonilaatta-dialogi. (Mirella Sävel 2020)

Muut tasorakenteet piirretään Määritä tasorakenne -toimintoa käyttäen. Tasorakenteella tarkoitetaan tasokuvassa esitettäviä laattarakenteita. Näitä ovat esimerkiksi massiivilaatat, paikallavaluholvit sekä parvekelaatat. Urakkalaskennan kannalta on parempi, jos tasorakenteissa käyttää rakenteellisia tasoja, jotta laskija näkee tasorakenteessa käytettävän materiaalin.

Samoin kuin seinärakenteille, tasorakenteille on myös hyvä tehdä oma rakenteen määrittäminen jokaiselle eri tunnuksen omaavalle rakenteelle. Näin tasorakenteen määrittämisessä rakenteelle annettu nimi ja kuvaus näkyvät oikein IFC-mallissa, ja tasorakenteet on helppo tunnistaa ja luetteloida oikein rakenteen nimen, eli tunnuksen, perusteella. Seliteteksti-kohtaan kirjoitettu teksti näkyy myös IFC-mallissa, joten siihen on hyvä kirjoittaa, minkälainen tasorakenne on kyseessä (kuva 9).

Tasorakenteelle saa määritettyä joko yläpinnan tai alapinnan absoluuttisen koron. Jos tasorakenteella on muuttuva korkeus (vino laatta), täytyy tasorakenteesta tehdä rakenteen taso. Tällöin tason materiaali täytyy määrittää erikseen jälkeinpäin IFC-tyyppityksellä (kohta 4.3.2). CADMATICiltä on kysytty mahdollisuutta saada myös rakenteellisen tasorakenteen muuttuvalla korkeudella.

Määritä tasorakenne

Tason tiedot

Rakenteeton taso, paksuus: 250

Rakenteellinen taso

Rakenteen nimi: CL-

Rakenteen sisäpinta rakenteen yläpuolella

Tason väri: 255

Seliteteksti: PARVEKELAATTAELEMENTTI

Piirrä lävistäjä tason pohjakuvaesitykseen

Korko

Yläpinta

Alapinta

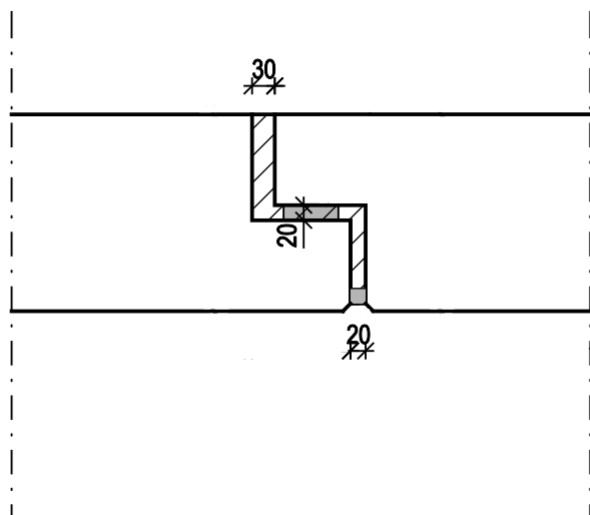
Muuttuva korkeus (alapinta)

Reunat pystysuorina

Korko: 105420

Kuva 14 Tasorakenteen määrittäminen. (Mirella Sävel 2020)

Tasorakenteisiin saa määrittettyä aukkoja ja syvennyksiä Tasorakenteen aukko/syvennyksen -toiminnolla, mutta näitä ei saa määrittettyä tasorakenteen reunoihin. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia esimerkiksi törmäystarkastelussa, jos laatta tukeutuu toiseen laattaan kuvan 15 mukaisesti. Syvennyksen lisäämisen mahdollisuudesta tasorakenteen reunaan on tehty CADMATICillä aloite.



Kuva 15 Kahden laatan liitosdetalji. (Mirella Sävel 2020)

#### 4.1.3 Anturat, perustuspaalut ja salaojat

Anturat ollaan tällä hetkellä piirretty vain viiva-toimintoa käyttämällä, koska anturan rakenteelliselle määrittelykselle ei ole ollut tarvetta. Urakkalaskentamalliin kuitenkin on usein mallinnettava anturat.

Anturat saadaan tehtyä käyttäen Jatkuvan anturan piirto – tai Pilarianturan piirto -työkalua (kuvat 16 ja 17). Anturalle määritetty leveys määrää anturan nimen tietomallissa. Yhtenäisen, katkaisemattoman, anturan leveyttä voi muuttaa helposti siirtämällä toista anturan viivaa. Tällöin myös anturan nimi muuttuu uudeksi leveydeksi. Ongelmia syntyy, kun katkaistun anturan leveyttä muuttaa vain viivaa siirtämällä, ellei ole tarkoitus muuttaa molempien anturan osien leveyttä. Muutettaessa vain katkaistun anturan yhtä osaa, koko anturan nimi joko muuttuu vaihdetuksi leveydeksi tai pysyy edelleen alkuperäisenä leveytenä (riippuen siitä mitä anturan osaa on muokannut) ja mallissa anturan leveys näkyy jatkuvasti muuttuvana (kuva 18).

The image shows two side-by-side software windows for drawing foundations. Both windows have a title bar with 'Anturan piirto' and a close button. The left window is for a continuous foundation ('Jatkuvan anturan piirto') and the right window is for a pilared foundation ('Pilarianturan piirto').

**Left Window (Jatkuvan anturan piirto):**

- Piirrä antura
- Anturan leveys (B): 800
- Anturan korkeus (H): 400
- Anturan pituus: (empty)
- Anturan materiaali: C35/45
- Anturan korkopinta: Alapinta
- Anturan korko: 96875
- Kirjaa raudotteet anturaan
- Määritä raudotus... (button)
- Piirrä perusmuuri
- Määritä perusmuuri... (button)
- Osoituslinja ja apusiritys
- Etäisyys (Et2): 0
- Siirtymä perusmuurin ulkopinnasta (dropdown)
- Tallenna paketti (button)
- Hae paketti (button)
- Mittaa etäisyys kuvasta... (button)
- OK (button), Peruuta (button), Ohje (button)

**Right Window (Pilarianturan piirto):**

- Piirrä antura
- Anturan leveys (B): 800
- Anturan korkeus (H): 100
- Anturan pituus: 225
- Anturan materiaali: C35/45
- Anturan korkopinta: Alapinta
- Anturan korko: 97675
- Kirjaa raudotteet anturaan
- Määritä raudotus... (button)
- Piirrä peruspilari
- Määritä peruspilari... (button)
- Sijoitusapupisteet anturan keskipisteestä
- Vaakasunnassa (Et2): 0
- Pystysunnassa: 0
- Tallenna paketti (button)
- Hae paketti (button)
- Mittaa etäisyys kuvasta... (button)
- OK (button), Peruuta (button), Ohje (button)

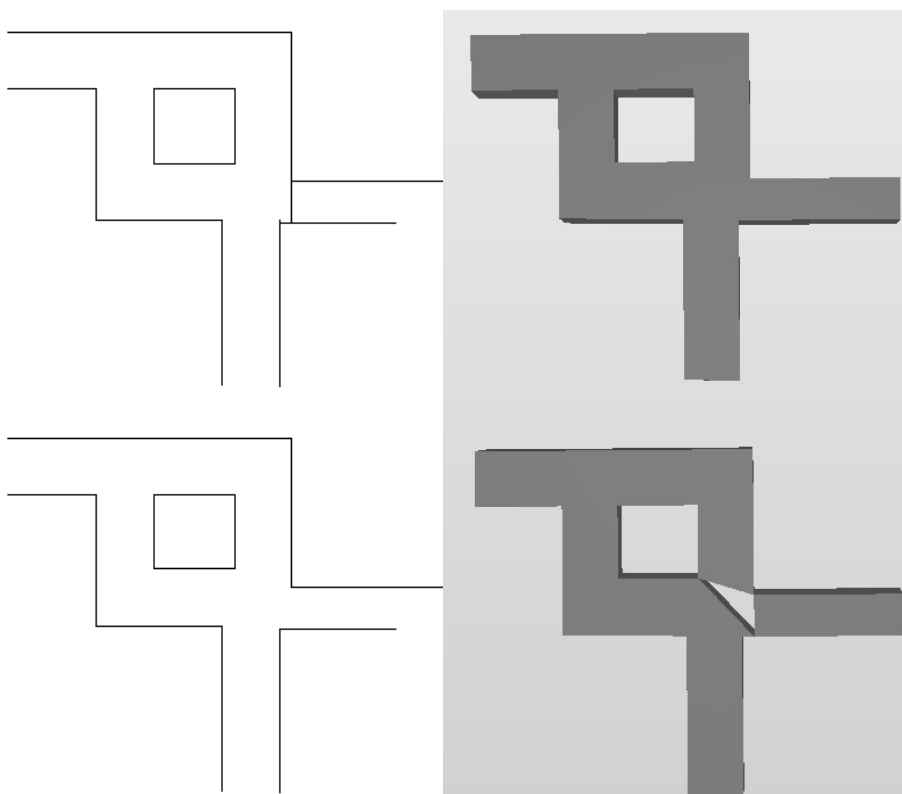
Kuva 16 Jatkuvan anturan piirto. (Mirella Sävel 2020) Kuva 17 Pilarianturan piirto. (Mirella Sävel 2020)



Kuva 18. Antura mallissa vs. CADMATICissä.. (Mirella Sävel 2020)

IFC:tä varten on oltava tarkka anturoiden piirroksessa, ettei jää tyhjiä kohtia, kuten kuvan 19 alemmassa anturassa. Varsinkin jos anturan leveys muuttuu samalla, kun se risteää toista anturaa, sen esittäminen oikein sekä 2D-piirustuksessa, että 3D-mallissa on lähes mahdotonta.

Pohjakuvassa ei voida esittää anturoita kuten kuvassa 19, ettei synny epäselvyyksiä esim. anturoiden koroissa. Välttääkseen kuitenkin alemman kuvan kaltaisen tilanteen tietomallissa, CADMATICissä antura on näin piirrettävä. Syntyvästä ongelmasta ollaan CADMATICin kanssa keskusteltu ja CADMATIC Building -ohjelman uudempaan versioon tätä toimintoa tullaan uudistamaan, kyseiset ongelmat huomioon ottaen.



Kuva 19. Anturat CADMATICissä vs. IFC-mallissa. (Mirella Sävel 2020)

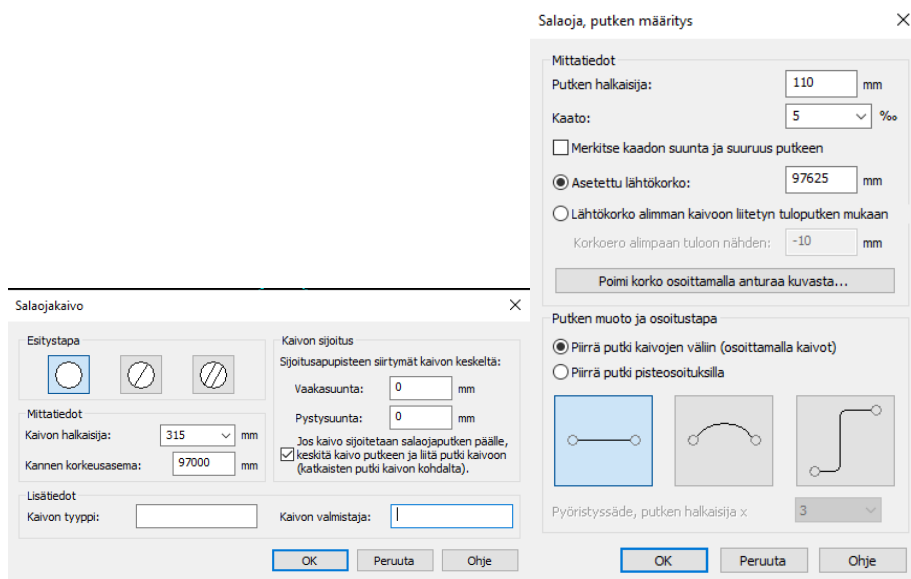


Perustuspaalut piirretään normaalisti käyttäen Määritä paalu -toimintoa. Toiminnolla voidaan piirtää teräsbetonipaaluja yms. Paaluille on kuitenkin määritettävä katkaisukorko sekä pituus. Paalut saadaan numeroitua automatisoidulla toiminnolla.

Kuva 20. Paalumääritys-dialogi. (Mirella Sävel 2020)

Salaojia ei yleensä tarvitse mallintaa, mutta jos tarvitsee, niin ne saadaan tehtyä Salaojatoimintoja käyttäen. Salaojakaivolle annetaan sen kannen korkeusasema ja salaojaputken määrittelyssä putken kaato sekä lähtökorko. Näin salaojan mallintuvat IFC-malliin oikealle korolle, oikealla kaadolla.

Putkien piirto aloitetaan aina putken korkeimmasta päästä ja se tapahtuu ikään kuin viivan piirtona.

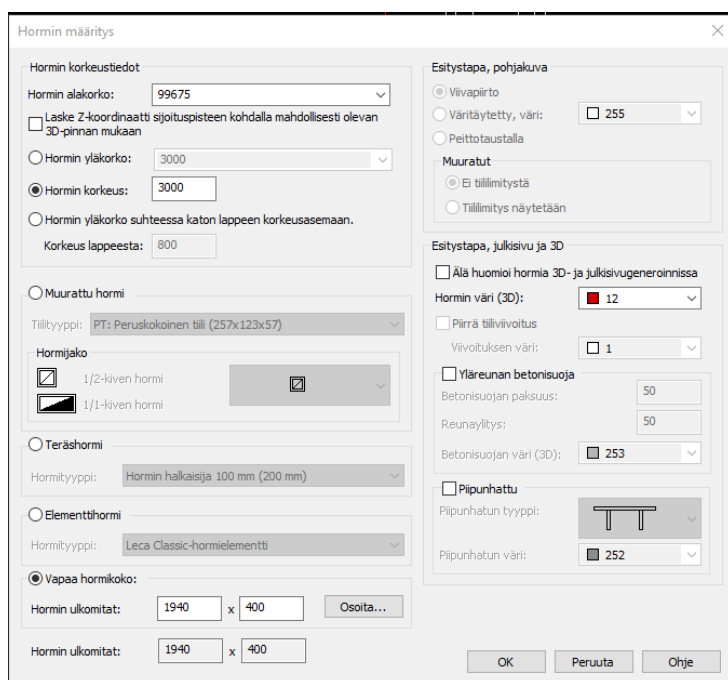


Kuva 21. Salaojakaivon ja putken määrittäminen -dialogit. (Mirella Sävel 2020)

#### 4.1.4 Hormit

Tällä hetkellä hormit piirretään vain viiva-toiminnolla, sillä myös hormien rakenteelliseen määrittämiseen ei ole ollut tarvetta.

Rakennuksen hormit määritetään Hormin määrittäminen -toiminnolla. Työkalu löytyy Building -työkaluriviltä, Pohjakuvasymbolit-valikosta. Hormille täytyy antaa sen alapinnan absoluuttinen korko, sekä korkeus (yleensä kerroskorkeus).



Kuva 22. Hormin määrittäminen -dialogi. (Mirella Sävel 2020)

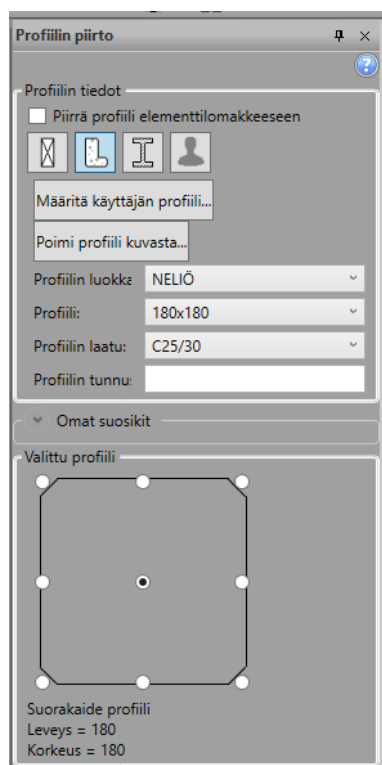
Hormin määrittäksessä oleva Hormin väri (3D) -kohdalla ei ole IFC-viennin kanssa merkitystä, vaan hormin väri valitaan IFC-viennin yhteydessä (kohta 4.3.4).

#### 4.1.5 Palkit ja pilarit

Sekä betoni- teräs-, että puupalkit ja -pilarit piirretään käyttämällä Profiilin piirto -toimintoa. Jotta palkit näkyvät tietomallissa oikein päin, on katsomissuunnaksi valittava Päältä, pilarit piirretään tasokuvaan poikkileikkauksena.

Profiilin piirroksessa ei saa erikseen määritettyä onko profiili palkki vai pilari, vaan tämä tieto tulee automaattisesti tietomalliin, riippuen profiilin katsomissuunnasta. Poikkileikkauksella kuvatut profiilit kirjaantuvat automaattisesti pilareiksi, kaikilla muilla katsomissuunnilla kuvatut profiilit kirjaantuvat palkeiksi.

Nykyisellä CADMATICin versiolla Omille profileille ei kirjaannu BEC-tietoja. Tässä syntyy ongelmia, jos kohteessa käytetään standardi-koosta poikkeavia betonipilareita tai -palkkeja, sillä tällä hetkellä ohjelmasta löytyy vain palkkien ja pilarien standardikoot. Tästä ollaan CADMATICille tehty aloite.



Kuva 23. Profiilin piirto -dialogi. (Mirella Sävel 2020)

#### 4.1.6 Hissit

CADMATIC Building -ohjelmasta löytyy tällä hetkellä hissityökalu vain arkkitehtimallin tarkoitukseen. Tämä ei toimi rakennesuunnittelumallissa, sillä siitä ei lukeudu materiaaleja ja niiden määriä. Hissikuilu ja hissikuppi on näin ollen tehtävä erillisistä seinistä sekä laatasta. Joissakin rakennuskohteissa hissikuppi ja -kuilu tilataan kerroskohtaisina elementteinä, jolloin nämä tulisi myös esittää näin rakennemallissa. CADMATICillä tämä ei tällä hetkellä ole mahdollista, vaan hissikuppi ja -kuilu joudutaan esittämään virheellisesti erillisinä seinä- ja laattarakenteina.

Yksi ratkaisu tähän voisi olla esimerkiksi mahdollisuus saada yhdistää useampi rakenneosaksi yhdeksi kokoonpanoksi. Tästä asiasta ollaan keskusteltu CADMATICin kanssa.

#### 4.2 Täysmalli

Täysmalli on kohteesta tehty 3. tai 4. mallinnuksen tarkkuustason tietomalli. Tässä kaikki elementit ovat suunniteltu loppuun asti. 4. tarkkuustason tietomallin elementeissä tulee olla kaikki varusteet ja raudoitukset, elementtien täsmälliset korot, pintakäsittelyt, lautaurat yms.

CADMATICillä myös elementtien suunnittelu tapahtuu kaksiulotteisesti. Jokaisesta rakenneosasta on tehtävä oma, uusi elementtikuva käyttäen rakenneosalle kuuluvaa elementinmäärittäjä-työkalua. Jokaisesta seinäelementistä ja palkista on tehtävä vaakaleikkaus sekä pilarista poikkileikkaus, joka sitten vietään tasokuvaan.

##### 4.2.1 Tarvikkeet

Jotta elementtien tarvikkeet näkyisivät myös IFC-mallissa, kaikki elementtien elementtitarvikkeet on lisättävä elementtitoimintojen tarvikeluettelosta ja näille tarvikkeille on annettava niiden etäisyys joko sisä- tai ulkopinnasta. Tuotekirjastosta lisätyt tarvikkeet eivät näy IFC-viennissä. Mitään ei saa piirtää pelkkänä viivana tai symbolina, ellei halua, ettei tämä mallinnu. Esimerkiksi vaijerilenkkien lautaurat on piirrettävä Sivudetaljin piirto -työkalulla ja puuprofiilit Profiilin piirroilla elementtilomakkeelle. Näin lautaurat ja puuprofiilit mallintuvat elementtiin, oikealle syvyydelle.

CADMATICin valmiit betonielementtitarvikeluettelot ovat nykyään jokseenkin suppeat. Esimerkiksi erilaisia nostoankkurivaihtoehtoja on elementtien tarvikeluetteloissa hyvin vähän. CADMATIC ja A-Insinöörit Suunnittelu ovat yhteistyönä tätä tarvikeluetteloaa laajentamassa. Tarvikepaketteja saa lisättyä myös itse, mutta jotta tarvikkeet näkyvät tietomallissa, tarvikepakettiin tarvitsee lisätä tarvikkeen 3D-symboli. CADMATICin asennuksen yhteydessä tietokoneelle asentuu myös suuri joukko mm. tarvikepaketeissa käytettäviä 2D- ja 3D-symboleita. Näitä symboleita voidaan kopioida ja muokata mieleisekseen, tai luoda kokonaan uusia, mutta erityisesti 3D-symbolien muokkaamisessa ja luonnissa täytyy olla erittäin tarkka, että sen kuvanto tulee oikein päin. Kaikki tämä saattaa aiheuttaa valtavasti työtä, mihin ei aina ole aikaa. Tällöin tarvikkeet voivat jäädä mallintamatta.

#### 4.2.2 Raudoitteet

Elementeille saa määritettyä perusraudoituksen, johon kuuluu elementin pieliteräkset kuoren ja aukkojen ympäri, verkkoraidoitus, mahdolliset lisäteräkset ja U-haarat kuoren sekä aukkojen ympäri. Jos perusraudoituksesta täytyy poiketa, esimerkiksi seinäelementille täytyy lisätä palkkiraidoitus, nämä raudoitukset täytyy lisätä elementille erikseen.

Elementistä on generoitava raudoituslomake, jolle raudoitteet lisätään. Jotta jälkeempäin lisätyt raudoitukset näkyvät IFC:ssä, niille täytyy ensin kirjata syvyysasema raudoitteiden infovalikossa, eikä raudoittekuva saa olla räjäytettynä.

Jos tarkoituksena on esittää jokaisen elementin raudoitus IFC-mallissa, generoituja raudoituslomakkeita ei saa kopioida elementiltä toiselle, vaikka elementtien koko ja raudoitus olisi täysin sama ja elementille on määritelty sen perusraudoitus. Jos elementistä ei generoi omaa raudoituslomaketta, tai sen raudoitusta ei esitetä naamakuvassa, raudoitukset eivät näy IFC-mallissa.

Ongelma raudoituksen kanssa voi syntyä, jos pohjakuvaseinän yläreunaan on laitettu syvennyksiä, esim. seinän lippaa varten. Seinäelementin raudoituskuvaa luodessa saa määritettyä lukeeko raudoitustoiminto syvennykset reikinä, mutta tästä valinnasta

huolimatta CADMATIC ei osaa raudoittaa lippaa oikein, ja IFC-mallissa raudoitukset tulevat lipasta läpi (kuva 12). Tässä kohtaa ajankäytön kannalta on kenties kannattavinta poistaa nämä syvennykset ennen elementointia ja lisätä ne uudestaan betoniseinäelementin määrittelyn yhteydessä. Tämän myötä elementtikuvaan ei tule ylimääräisiä viivoja syvennysten kohdalle, ja elementin raudoitus generoituu oikein.

#### 4.2.3 Muut elementtitoiminnot

Betoniseinäelementille saa lisättyä erikseen betonin pintakäsittelyn Lisää pintakäsittely betoniseinäelementtiin -toiminnolla. Tällä toiminnolla saa lisättyä myös seinälle laattarasterin tai urituskuvion. Elementtilomakkeella laattarasteri ja uritus näkyvät tarkkoina kuvioina, mutta IFC-mallissa kaikki pintakäsittelytoiminnolla määritetyt alueet näkyvät yhtenä värillisenä alueena. Tästä toiminnosta voi olla hyötyä jos esimerkiksi seinäelementin sisä- tai ulkopinta muodostuu kahdesta eri pintakäsittelystä, CADMATIC ei kuitenkaan luo pintakäsittelyn kuviosta kolmiulotteista. Pintakäsittelyä ei myöskään saa lisättyä seinäelementin päihin, mikä saattaa joskus olla tarpeen, jos esimerkiksi sandwich-elementin ulkokuoren pääty jää näkyviin.

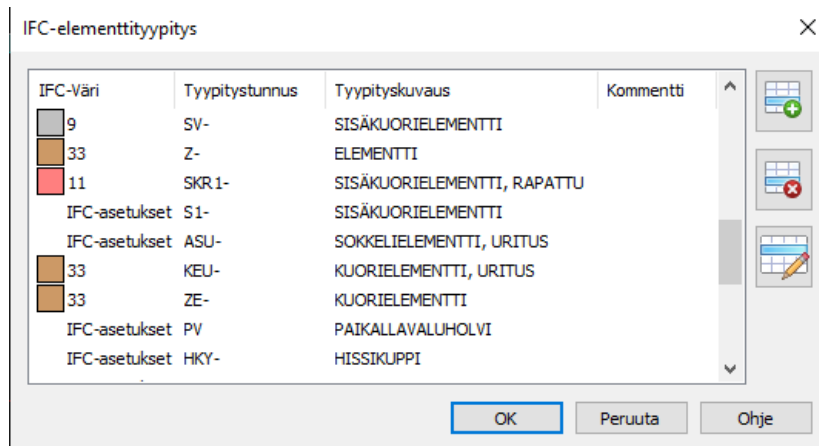
### 4.3 IFC:tä koskevat toiminnot

Tässä kappaleessa käydään läpi kaikki toiminnot, jotka vaikuttavat suoraan IFC-vientiin sekä IFC-mallin vienti- ja esitystapaan.

#### 4.3.1 IFC-elementtityypitys

IFC:tä varten elementeillä tulee olla BEC-tiedot. BEC-tiedoista käy ilmi muun muassa rakennusosan pinta-alat, paino ja ääriimitat. Nämä on oltava luettavissa urakkalaskentamallista määrälaskentaa varten. CADMATICissä rakennusosille BEC-tiedot eivät kirjaannu automaattisesti, vaan ne ”aktivoituvat” IFC-elementtityypityksen myötä. Näin ollen rakennusosille on lähes aina välttämätöntä tehdä IFC-elementtityypitys.

”Tyypityksen avulla IFC-kuvasta on mahdollista lukea mm. elementtityyppien kappa-lemäärät jo ennen varsinaista elementtisuunnittelun aloittamista” (CADMATIC Building -käyttöohje, viitattu 7.10.2020).



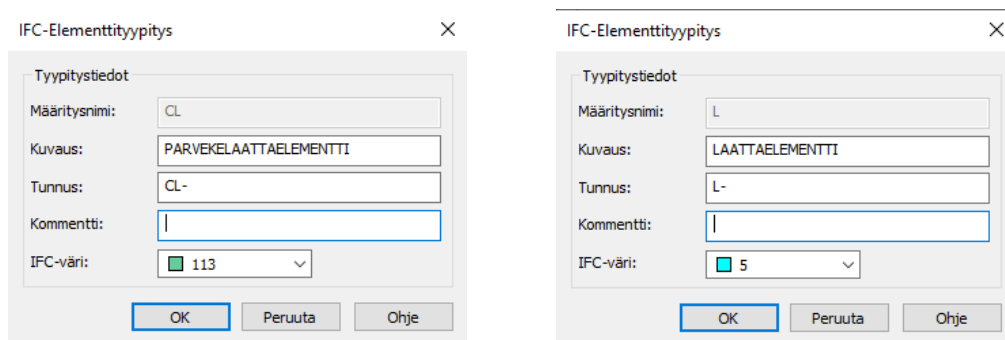
Kuva 24. IFC-elementtityypityslista. (Mirella Sävel 2020)

IFC-elementtityypityksessä 3D-valikosta valitaan IFC-elementtityypitys, joka avaa tyypityslistan (kuva 19). Listasta valitaan haluttu elementtityyppi, jonka jälkeen valitaan elementtityypitettävät elementit.

Käyttäjän on mahdollista luoda myös itse lisää IFC-elementtityypityksiä. IFC:n kannalta Määritysnimellä ei ole merkitystä, mutta sen on oltava eri jokaisella tyypityksellä. Kuvauksessa on luettava minkälainen elementti, tai muu rakenneos, on kyseessä ja tunnuksessa elementin tunnus. Vaikka nämä tiedot ollaankin jo annettu rakenteen määrittämisvaiheessa, tietojen tulee olla oikein myös tässä kohtaa, sillä myös IFC-elementtityypityksellä annetut tiedot kirjaantuvat IFC-malliin. Jos rakenteen määrittämisessä annettu rakenteen nimi ja IFC-elementtityypityksellä annettu rakenteen tunnus eivät vastaa toisiaan, IFC-mallissa rakenneosan identiteetti-välilehdelle ja BEC-välilehdelle kirjaantuvat tunnukset eivät myöskään vastaa toisiaan.

Kommentti-kenttään ei tarvitse IFC:tä varten kirjoittaa mitään, sillä tämä tieto ei välity IFC-malliin. IFC-väri -kohdassa saa elementtityypille valittua mieluisen värin, jolla se tietomallissa näkyy. Jos rakenteen määrittämisessä materiaalikerroksen 3D-väriksi on asettanut jonkin muun kuin 3D-asetuksen, rakennusosan väri määräytyy aina tämän värin mukaan, eikä tällöin IFC-elementtityypityksessä määritetyllä värillä ole merkitystä. Jos kuitenkin rakenteen määrittämisessä materiaalikerroksen 3D-väri on 3D-asetus, IFC-elementtityypityksellä saa määrittettyä rakenneosan IFC-värin.

IFC-elementtityypityksellä annetaan käytännössä samat tiedot kuin rakenteen määrittämissä vaiheissa on rakenteelle jo annettu. Tästä syystä IFC-elementtityypitys saattaa vaikuttaa lähes turhalta välivaiheelta. Erona näissä kuitenkin on se, että IFC-elementtityypityksessä annetut tiedot kirjaantuvat rakenneosan BEC-tietoihin, kun taas rakenteen määrittämissä vaiheissa annetut tiedot eivät. IFC-elementtityypitys voi olla hyödyllinen myös mm. asettamalla erityyppisille tasorakenteille eri IFC-väriin. Tämän avulla on helpompaa erottaa esimerkiksi massiivilaatat ja parvekelaatat toisistaan IFC-mallissa.



Kuva 25. IFC-elementtityypitys. (Mirella Sävel 2020) Kuva 26. IFC-elementtityypitys. (Mirella Sävel 2020)

#### 4.3.2 IFC-tyypit

IFC-tyypit -toiminnolla voidaan laajentaa ja muuttaa Building -sovelluksella tuotettujen rakennusosien IFC-malliin kirjoitettavia tietoja (CADMATIC Building -käyttöohje, viitattu 7.10.2020).

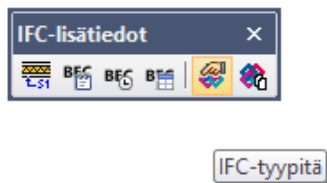
Tätä työkalua käyttämällä saa muutettua mm. elementin Tyypin nimen, Elementin nimityksen ja Elementin kuvauksen. IFC-tyypit -työkalulla tehdyt muutokset eivät kuitenkaan muuta elementin BEC-tietoja, vain elementin identiteettiin liittyviä ominaisuuksia. Jos tasoon on jouduttu piirtämään rakenteettomia tasoja, niille saa määritettyä materiaalin IFC-tyypit -työkalulla.

IFC-tyypityksessä CADMATICin 3D-valikosta valitaan ensin IFC-tyypit, jonka jälkeen valitaan rakenneosa, joka halutaan tyypittää. Tämä avaa IFC-tyypitys -dialogin, johon tarvittavat tiedot kirjaantuvat automaattisesti (kuva 23). Näitä tietoja voidaan kuitenkin muuttaa.

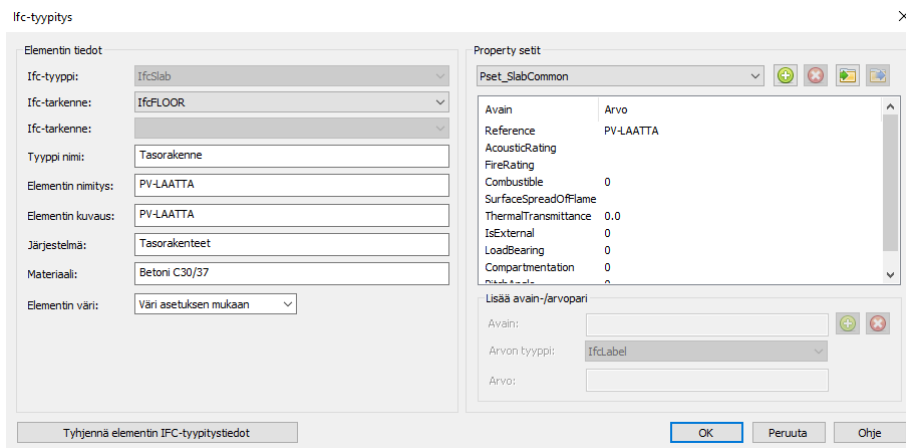
IFC-tyypityksen voi tehdä vain yhdelle rakenneosalle kerrallaan, mutta IFC-tyypityksen kopioinnin voi tehdä useammalle rakenneosalle kerrallaan. Kun ensimmäisen



rakenneosan on siis tyypittänyt, tältä voidaan kopioida IFC-tyypitystiedot lopuille tyypitettäville rakenneosille.



Kuva 27. IFC-lisätiedot -valikko. (Mirella Sävel 2020)



Kuva 28. IFC-tyypitys -dialogi. (Mirella Sävel 2020)

”Tyypin nimi” -kohdassa jokaisella seinällä lukee oletuksena joko Ulkoseinä tai Väli-seinä, riippuen kummalla tyypillä seinän on tehty. Jos seinäelementti ei ole kumpikaan näistä, esimerkiksi parvekepieli, IFC-tyypityksellä tämän saa vaihdettua haluamukseen tyypiksi.

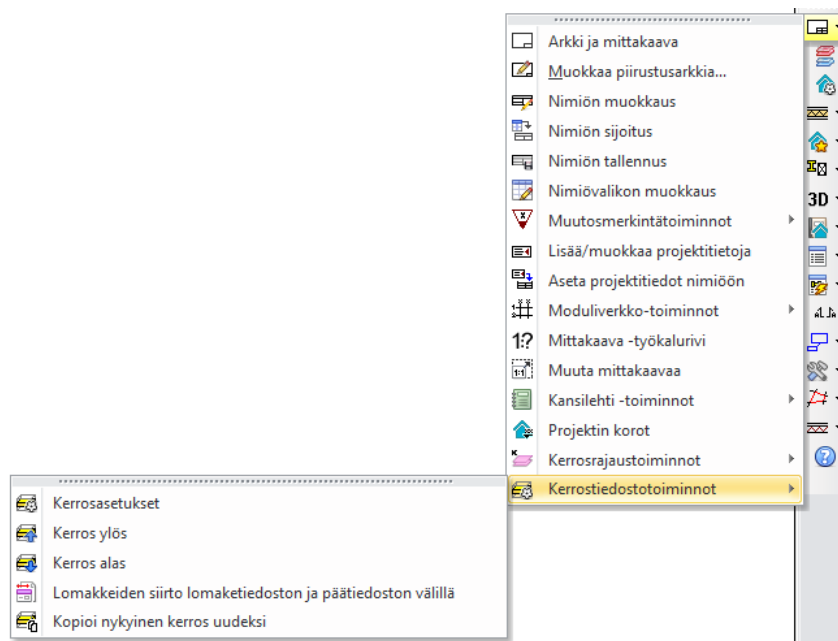
#### 4.3.3 Kerros- ja lohkotiedot

Kun IFC-malli tehdään rakennuksesta, johon kuuluu useampi kerros, tasokuville on määritettävä kerrostieto. CADMATIC Building -ohjelmassa on kaksi erilaista toimintoa, joilla rakennusosille saa määritettyä kerrostiedon.

Jos kaikki tietomalliin vietävät tasokuvat ovat yhdessä tiedostossa, rakennusosien kerroksen määrittämiseen voidaan käyttää Kerrosrajaustoimintoa. Yhden kerroksen elementit ja rakenneosat rajataan tällöin kerrosrajauksella (suljettu moniviiva). Kerrokselle annetaan kerrostunnus, esim. kerroksen numero ja määritetään kohdistuspisteen sijainti. Kohdistuspiste määrää myös tontin origon sijainnin. Jokaisessa

kerrosrajausalueessa kohdistuspisteen on oltava samassa kohdassa suhteessa moduuliverkkoon, jotta kerrokset menevät tietomalliin oikein päällekkäin.

Jos jälkeinpäin vaihtaa kerrostunnuksia, täytyy huomata vaihtaa se sekä kohdistuspisteessä että kerrosrajauksen raameissa. Jos raameissa ja kohdistuspisteessä on eri tunnuksia, IFC-vienti ei toimi kyseiselle kerrokselle.



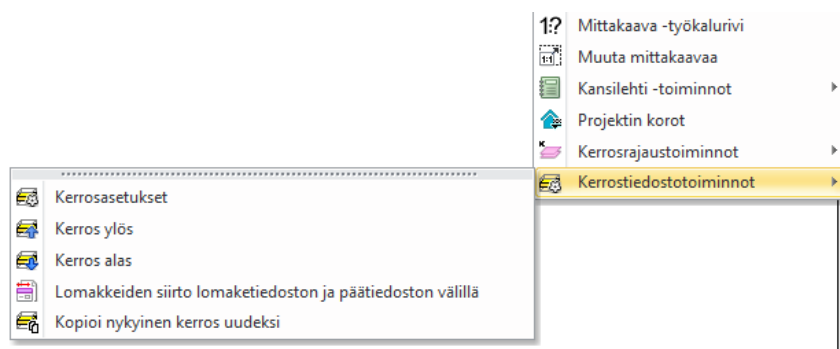
Kuva 29. Kerrosrajaustoiminnot-valikko. (Mirella Sävel 2020)

Jos tietomalliin vietävät kerrokset ovat eri tiedostoissa, IFC-vientiin käytetään kerrostiedostotoimintoa. Tällöin kerrosasetuksissa valitaan IFC-malliin vietävät tiedostot, niille määritetään kerrostunnukset sekä korot. Kaikki kerrokset on oltava samassa koordinaatistossa, jotta kerrokset menevät IFC-malliin oikein päällekkäin. Kerrostiedostojen kerrosasetuksissa saa erikseen määritettyä tontin origon, jos kerroksia ei olla piirretty oikeaan koordinaattiin, ja CADMATICissä olevan origon sijaintia tarvitsee muuttaa.

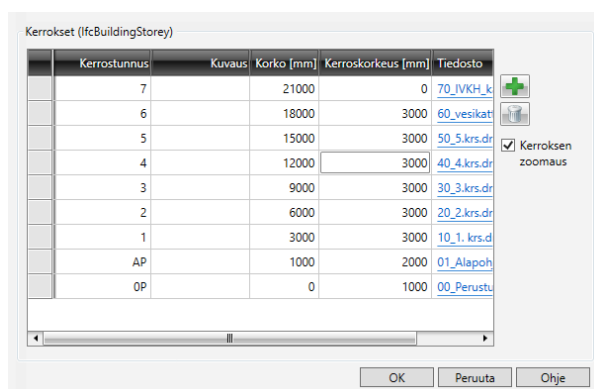
On myös varmistettava, ettei tiedostoissa ole mitään ylimääräisiä rakenneosia, sillä kaikki tiedostoissa olevat rakenneosat menevät IFC-malliin, eikä niitä saa valittua pois. Kun kerrokset viedään tietomalliin, kaikki vietävät tiedostot on oltava auki, mutta CADMATIC avaa nämä automaattisesti, jos käyttäjä ei ole huomannut itse kaikkia avata. Jotta kerrostiedosto-toimintoa voi käyttää, IFC-malliin vietävät tiedostot on oltava tallennettuna saman kansion alle.

A-Insinööreillä elementtisuunnittelussa eri elementtitunnuksella olevat elementit ovat aina omissa tiedostoissaan, eri kansioiden alla. Näissä ei siis voi käyttää ”yhteistä” IFC-vientiä, vaan nämä tiedostot on ensin vietävä erikseen IFC:ksi, ja sen jälkeen yhdistettävä eri IFC-mallit IFC:n tarkasteluohjelmassa. Tämä taas lisää työajan määrää, varsinkin jos rakennuskohteessa on monia eri elementtitunnuksen omaavia elementtejä.

Tämä toimintatapa ei myöskään toimi jos 3. tai 4. mallinnustason IFC-malli tulee lähettää tilaajalle. Vaikka esimerkiksi Solibrilla saa usean IFC-tiedoston yhdistelmämallin tallennettua yhdeksi IFC-tiedostoksi, tämä malli on silloin tarkasteltavissa vain Solibrilla. Tilaajalla voi puolestaan olla käytössä jokin muu tietomallin tarkasteluohjelma, jolloin hän ei saa avattua elementtisuunnittelijan tekemää IFC-mallia. Toinen vaihtoehto on tallentaa kaikki eri elementtitunnuksien drw-tiedostot saman kansion alle, mutta varsinkin jos rakennuksessa on useita eri tunnuksen omaavia elementtejä, tämä ei ole käytäntönä kannattava.



Kuva 30. Kerrostiedostotoiminnot-valikko. (Mirella Sävel 2020)



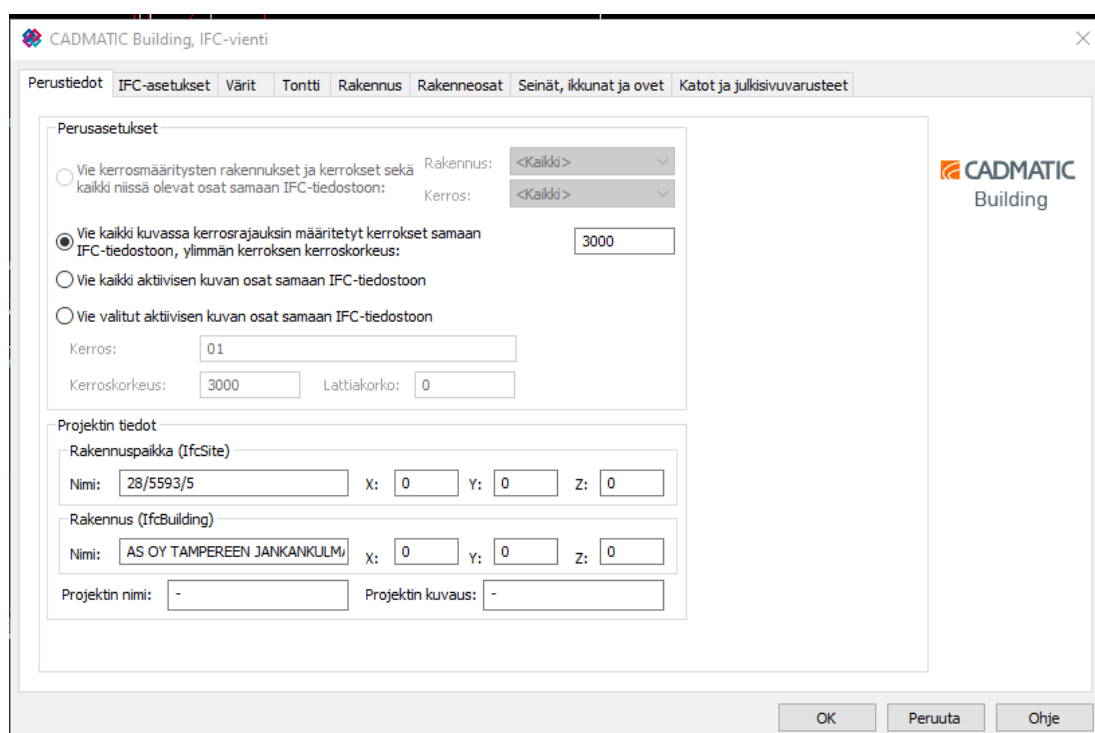
Kuva 31. Kerrostiedostojen kerrosvalikko. (Mirella Sävel 2020)

Isommat rakennukset saatetaan jakaa lohkoihin, jolloin vain osa rakennuksesta rakennetaan kerralla valmiiksi, ennen kuin siirrytään seuraavaan osaan. Lohkojako voi olla hyvinkin hyödyllinen rakennuskohteen aikataulutuksessa. Tästä syystä myös

urakkalaskentamallissa on rakennuksen määrälaskennan ja aikataulutuksen kannalta tärkeää, että rakennus saadaan jaettua rakennuslohkoihin. Seuraavaan CADMATIC Building -ohjelman päivitykseen on tulossa lohkotietojen määrittämisen mahdollisuus.

#### 4.3.4 IFC-vienti

Jotta rakenneosista saadaan generoitua IFC-malli, tulee CADMATICin 3D-valikosta valita IFC-vienti.



Kuva 32. IFC-vienti -dialogi. (Mirella Sävel 2020)

Perustiedoissa valitaan tietomallin generointitapa. CADMATIC tunnistaa automaattisesti millä tavalla kerrosiedot on määritetty (katso kohta 4.3.3), ja valitsee generointitavan sen mukaan. Generointitavaksi saa myös valittua kaikki yhden tiedoston rakenneosat tai vain valitut rakenneosat. Projektin tiedot -kohtaan kirjataan rakennuspaikka sekä rakennuksen nimi.

Rakennus mallintuu niihin koordinaatteihin, mihin sen on CADMATICissä piirtänyt. Jos tätä halutaan muuttaa, joko Rakennuspaikan nimen tai Rakennuksen nimen viereen voi X: ja Y: kenttiin kirjoittaa koordinaatiston siirtymän. Näihin kenttiin kirjoitetut numerot eivät siis ole rakennuksen uudet koordinaatit, vaan siirtymä rakennuksen nykyisestä koordinaatistosta. Koordinaatiston siirtymää ei saa kirjoittaa sekä

Rakennuspaikan nimen, että Rakennuksen nimen viereen, sillä tämä tuplaa koordinaatiston halutun siirtymän.

IFC-asetukset välilehdellä valitaan osien koron määräytyminen, sekä vietävät osat. A-Insinöörien toimintatavassa käytetään aina osan absoluuttista korkoa. Tällä välilehdellä valitaan myös vietävä tiedostomuoto. CADMATICissä ainoana vaihtoehtona on IFC2x3 (tai IFC2x3 cv2.0).

Värit-välilehdellä määritetään kullekin osalle määräytyvä IFC-väri. Jos IFC-elementtityypityksessä on määrittänyt elementtityypille väriksi ”IFC-asetukset”, rakenneosan väri määräytyy IFC-viennissä määritetyn värin mukaan. Jos taas elementtityypin väriksi on valinnut jonkun tietyn värin IFC-elementtityypityksessä, IFC-viennissä määräytyllä värillä ei ole merkitystä.

Tontti- ja Rakennus -välilehdille voi tarvittaessa kirjata tontille ja rakennukselle lisätietoja.

Rakenneosat-välilehdellä lähinnä valitaan, jos haluaa viedä tarvikkeita ja raudoituksia malliin. Urakkalaskentamallissa näitä ei ole, joten näitä ei tarvitse tässä tapauksessa valita. Anturat ja profiilit tulee kuitenkin olla valittuna, sekä BEC-tietojen kirjaus, jos ne ollaan jo urakkalaskentavaiheessa määritetty. Betonilaattojen korolla ei ole väliä, sillä betonilaattojen korot ollaan määritetty betonilaatan piirron yhteydessä.

Seinät, ikkunat ja ovet -välilehdellä tulee valita Vie seinien saumat, Vie ulkoseinät sekä Vie väliseinät. Seinien vientitavaksi valitaan ”Rakennekerrosryhmänä, rakennevärit”, jotta eriste näkyy eri värisenä.

Katot ja julkisivuvarusteet -välilehdellä valittavat asiat koskevat lähinnä vain arkkitehdin tietomallia, joten rakennesuunnittelijan ei tarvitse täältä valita mitään.

IFC-viennin yhteydessä jokaiselle rakenneosalle kirjautuu automaattisesti GUID-tunnus. Jos rakenneosasta (pohjakuvaseinä, tasorakenne tai betoniprofiili) on generoitu IFC-malli ennen sen elementointia, rakenneosan GUID-tunnus periytyy siitä tehdylle elementille. Jos IFC-viennin yhteydessä ohjelma löytää saman GUIDin sekä

rakenteesta että elementistä, uuteen IFC-malliin viedään ainoastaan elementti. Näin vältetään päällekkäisiä rakenneosia IFC-mallissa.

Jos kuitenkin elementointi on tehty ennen rakenneosan IFC-vientiä, GUID-tunnus ei periydy elementille. Tällöin IFC-viennin valikosta on huomattava valita vain Betonielementit-järjestelmään kuuluvat osat.

#### 4.4 IFC-mallin toimivuus ja kannattavuus

##### 4.4.1 Urakkalaskentamalli

”Elementit pitää mallintaa alustavien suunnitelmien mukaisesti, niin että elementit ovat perusgeometrian osalta oikean kokoisia ja oikeassa paikassa, jotta mallilla voidaan tehdä alustavaa määrälaskentaa ja suunnitelmien yhteensovittamista” (BEC2012, 8)

CADMATICillä tehty IFC-malli toimii hyvin urakkalaskentavaiheessa. Urakkalaskentavaiheen tietomallissa esitetään vain elementtien ja rakennusosien geometria, minkä saa tehtyä kohtuullisen vaivattomasti. Aina urakkalaskentaa varten rakennusosilla ei tarvitse välttämättä edes olla BEC-tietoja, joten lisätyön määrä on silloin hyvin vähäinen.

Eniten lisätyötä syntyy seinien tarkan geometrian määrittämisestä. Jos seinä on monimuotoinen, sen määrittäminen voi olla hyvinkin vaivalloista.

A-Insinööreillä tasokuvia piirtäessä, käytäntönä on tehdä seinien ikkuna- ja oviaukot Aukon teko seinään -toiminnolla. Trimble Connect -ohjelmalla tarkasteltuna tällä toiminnolla tehdyt aukot eivät näy tietomallissa. Tämä saattaa olla yhteensopivuusongelma. Solibri-ohjelmalla tarkasteltuna kaikki seinien aukot kuitenkin näkyvät oikein.

Urakkalaskentavaiheen malli voi olla hyödyllinen esimerkiksi sisäisessä törmäystarkastelussa. Tietyllä tietomallin tarkasteluohjelmalla voi saada laskettua esimerkiksi betonin bruttoneliöt kutakin elementtityyppiä kohden, mutta CADMATICillä saa pohjakuvastakin luettua kaikki tarvittavat BEC-tiedot, olettaen että kaikki tarvittava tieto on annettu ja IFC-elementtityypitys suoritettu.

#### 4.4.2 Lopullinen/valmis malli

IFC-malliin vietävä pohjakuvaelementti lukee kaikki tietonsa elementin naamakuvasta sekä mahdolliselta raudoituslomakkeelta. Näin ollen kaikki elementin tarvikkeet, mahdolliset urat sekä lisämassat tulee aina lisätä elementin naamakuvaan, niille erikseen kuuluvilla toiminnoilla.

Jos elementoinnin on tehnyt oikein elementointiin tarkoitetuilla toiminnoilla, täysmalli toimii lähes moitteetta. Elementeillä lukee automaattisesti niiden BEC-tiedot, niiltä saa luettua elementtitunnukset ja elementtien tarvikkeet ja raudoitukset tulevat IFC-mallissa näkyviin.

3. ja 4. tarkkuustason mallia ei kuitenkaan ole vielä kannattavaa tehdä tilaajalle CAD-MATICillä, sillä joitain puutteita siinä vielä ilmenee. Esimerkiksi kerrostiedostotoiminto ei tällä hetkellä palvele A-Insinöörien tarpeita koko rakennuksen IFC-mallin luontiin jos rakennuksessa on useita eri tunnuksella olevia elementtejä. Tällä hetkellä ei voida myöskään tehdä yhdistelmämallista yhtä mallia, minkä saisi auki millä tahansa IFC-tarkasteluohjelmalla.

Yleisimpiä virheitä voi syntyä tarvikkeiden syvyysaseman määrittämisessä sekä itse tehtyjen tarvikepakettien 3D-symbolien oikean katsomissuunnan asetuksessa. Tarvikepakettien tekemiseen menee muutenkin aikaa, varsinkin jos niitä joudutaan tekemään useampia. Tähän on kuitenkin tulossa helpotusta, kun CADMATIC tulee A-Insinöörien kanssa yhteistyönä laajentamaan betonielementtien tarvikeluetteloita.

## 5 YHTEENVETO JA POHDINTA

CADMATIC Building -ohjelman oleellisimpana etuna on se, että rakennuksen tietomallinnusta ei tarvitse tehdä erikseen, vaan se syntyy samalla kun luodaan pohjapiirustuksia. Pohjapiirustukset on joka tapauksessa tehtävä, ja jos rakennuskohteesta on tilattu myös 1. tai 2. mallinnustason IFC-malli, se tapahtuu helposti ja nopeasti jo tehdyistä pohjapiirustuksista.

Toisena merkittävänä etuna on rakennusosien kerrostiedon helppo ja nopea määrittäminen. Verrattuna nyt A-Insinööreillä laajassa käytössä olevaan Tekla Structures -ohjelmaan, rakennusosien kerrostiedon määrittäminen on erittäin yksinkertainen prosessi, eikä rakennusosalle voi vahingossakaan tulla väärää kerrostietoa. Tämä johtuu siitä, että yhden kerroksen rakennusosat piirretään aina yhteen pohjakuvaan, jolle sitten kerrosrajauksella tai kerrostiedosto-menetelmällä määritetään kerroksen numero. Rakennusosan korolla ja korkeudella ei tässä kohtaa ole mitään merkitystä. Rakennusosan kerrostiedon muuttaminen tapahtuu myös yksinkertaisesti siirtämällä rakennusosa kerrostiedostosta tai -rajauksesta toiseen. Kerrostiedon määrittäminen on myös hyvin nopea prosessi, kun kerrostietoa ei tarvitse antaa jokaiselle rakennusosalle erikseen, vaan samanaikaisesti kaikille saman kerroksen rakennusosille.

Huomattavimpina epäkohtina on betoniseinien lippojen tai syvennyksien määrittämisen hankaluus sekä anturoiden oikeanlainen esittäminen.

Tällä hetkellä ainoa tapa määrittää seinään lippa on syvennyksen asetus seinän päälle. Tasokuvassa tämä ei kuitenkaan välttämättä näytä siistiltä, varsinkin jos lipallisia seinä on useita. Vaikka syvennykset voidaan asettaa sammutetulle tasolle, jolloin ne eivät näy tasopiirustuksessa, ne eivät tällöin myöskään mallinnu. Tässä on iso riski, että lipat jää mallintamatta ensimmäisellä IFC-vientikerralla, jolloin koko rakennus jouduttaisiin viemään IFC-malliksi uudestaan. Varsinkin isoissa, usean kerrostiedoston rakennuksissa tämä veisi huomattavasti aikaa.

Syvennysten asettaminen seinien yläreunaan ei myöskään edistä seinien elementointia, vaan pikemminkin hidastaa sitä, sillä sujuvan elementoinnin kannalta



pohjakuvaseiniin asetetut syvennykset on hyvä poistaa, ja lisätä uudestaan betoniseinäelementin määrittämisen yhteydessä.

Joissakin tapauksissa myös anturoiden oikeanlainen esittäminen samanaikaisesti 2D-piirustuksessa ja 3D-mallissa voi olla mahdotonta. Varsinkin kohdissa, joissa anturan leveys muuttuu ja samalla risteää toista anturaa, sitä ei pystytä piirtämään CADMATIICissä oikein niin, että se myös IFC-mallissa esiintyisi oikean muotoisena. Anturan piirto -toimintoihin on kuitenkin tulossa uudistus CADMATIC Building -ohjelman tulevan päivityksen myötä, jossa kyseiset ongelmat on otettu huomioon.

CADMATICissä ei pysty määrittämään kokoonpanoja. Tämä tarkoittaa sitä, että jos esimerkiksi seinäelementti täytyy tehdä kahdesta tai useammasta eri osasta (esim. sisäkuoreen liitetty pilasteri tai hissikuppi), tätä ei voida mallintaa oikein geometriamalliin. Myös yhden rakennekerroksen tasorakenteet eivät tule IFC-malliin kokoonpanoina, vaan yksinkertaisesti laattoina. Tästä johtuen mallista suoritettava määrälasenta voi olla työläämpi prosessi, kuin jos kaikki rakenteet olisivat kokoonpanoja, sillä nyt tasorakenteiden neliömääriä joudutaan hakemaan eri paikasta, kuin kokoonpanojen neliömääriä.

CADMATICin tuleviin ominaisuuksiin on kehitteillä niin kutsuttu visualisointi-ikkuna, tai ”Vikkuna”, jonka tarkoituksena on näyttää työstettävän rakenneosan 3D-kuva. Tämä toiminto aukeaa erilliselle ikkunalle, jonka saa siirrettyä esimerkiksi toiselle näytölle, jolloin se ei häiritse omaa 2D-piirtämistä. ”Vikkuna” auttaa muun muassa rakennuksen reaaliaikaista 3D-tarkastelua ilman, että ylimääräistä 3D-mallia tarvitsee erikseen generoidaan ja vähentää näin ollen mallinnusvirheiden mahdollisuutta lopullisessa IFC-mallissa. (Talsi, 2020)

Vaikka puutteita vielä löytyy, tietomallin tekeminen CADMATIC Building -ohjelmalla on luonteva ja tehokas prosessi. Ohjelmaa myös kehitetään jatkuvasti, suureksi osaa käyttäjien omien kokemusten ja toiveiden perusteella.

Varsinkin 1. ja 2. tarkkuustason IFC-mallin teko CADMATICillä olisi ajankäytöllisesti kannattavaa. Urakkalaskentamallia varten tehtävien pohjakuvien teko

luonnollisesti vie enemmän aikaa kuin pelkän kaksiulotteisen pohjakuvan teko, mutta on silti huomattavasti nopeampaa kuin koko mallin tekeminen erikseen toisella ohjelmalla.

Valmiista elementeistä tehtävät pohjakuvat IFC-mallin tarkoitukseen ei vie juuri sen enempää aikaa kuin elementtien teko CADMATICillä yleensä. Itse koko rakennuksen 3. tai 4. tarkkuustason IFC-mallin tuotto elementeistä, A-Insinöörien käytäntötavat huomioon ottaen, on hyvin hankalaa.

Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että CADMATIC Building -ohjelma tehostaa rakennesuunnittelutoimistossa tehtävää tietomallintamista, ja näin ollen suosittelisin A-Insinöörien laajentavan CADMATIC Building -ohjelman käyttöönottoa myös IFC-vientiin.

## LÄHTEET

A-Insinöörien www-sivut 2020. Viitattu 17.9.2020. <https://www.ains.fi/>

Bazjanac, V. & Crawley, D. B. 1997. The Implementation of Industry Foundation Classes in Simulation Tools for the Building Industry. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory. Viitattu 23.10.2020. <https://escholarship.org/uc/item/76c6z6g4>

BEC2012. Elementtisuunnittelun mallinnusohje. 2012. Betoniteollisuus ry. Saatavissa: [http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje\\_v109.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v109.pdf)

Bergin M. 2012. BIM History. Viitattu 23.10.2020. [https://issuu.com/loremipsum/docs/bim\\_paper-rev\\_\\_1](https://issuu.com/loremipsum/docs/bim_paper-rev__1)

BuildingSMART www-sivut 2020. Viitattu 22.10.2020. <https://buildingsmart.fi/>

CADMATICin www-sivut 2020. Haastattelu 2020. Eemil Reunanen, suunnittelija, Suunnittelu Teräsmä Oy. <http://www.cadmatic.com/fi/> Viitattu 12.10.2020.

CADMATICin www-sivut 2020. Haastattelu 2020. Tanja Lepikkö, suunnittelija, A-Insinöörit Oy. <http://www.cadmatic.com/fi/> Viitattu 12.10.2020.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. 2008. BIM Handbook. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.

CADSin www-sivut. Haastattelu 10.10.2017. Jari Kivelä, yksikönjohtaja, A-Insinöörit Suunnittelu Oy. <http://www.cads.fi> Viitattu 18.9.2020.

Lepikkö, T. 2020. Suunnittelija, A-Insinöörit Suunnittelu Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 9.10.2020.

Talsi, P. (13.11.2020) Asiantuntija Piia Talsin puhelinhaastattelu.

Teklan www-sivut 2013. <https://www.tekla.com/fi> Viitattu 23.10.2020.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. 2012. Helsinki: COBIM -hankkeen osapuolet. Viitattu 7.10.2020. <https://buildingsmart.fi/>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. 2012. Helsinki: COBIM -hankkeen osapuolet. Viitattu 17.9.2020. <https://buildingsmart.fi/>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Täydentävä liite. Osa 5. Rakennesuunnittelu. Mallinnustarkkuus. Tilaajan ohje. Viitattu 22.10.2020.

Yrittäjien www-sivut 2007. Viitattu 29.10.2020. <https://www.yrittajat.fi/>