

**TIETOMALLI JA SIITÄ SAATAVAT
TYÖMAARAPORTIT RAKENNUS-
HANKKEEN URAKOITSIJAN NÄ-
KÖKULMASTA**

Anne Mäkinen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Rakennustekniikan koulu-
tushjelma
Ylempi AMK-tutkinto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Ylempi AMK-tutkinto

ANNE MÄKINEN

Tietomalli ja siitä saatavat työmaaraportit rakennushankkeen urakoitsijan näkökulmasta

Opinnäytetyö 75 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2013

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tietomalliin liittyviä käsitteitä, vaatimuksia, käyttöä rakentamisvaiheessa sekä perehtyä rakennusurakoitsijan käytössä olevia tietomalliohjelmistoihin ja etsiä näistä ohjelmista työmaaraportointiin sopivaa ohjelmistoa. Työssä käytettiin hyväksi alan kirjallisuutta, käyttäjäkyselyä sekä ohjelmistojen testaus- ta rakenteilla olevan kohteen tietomallilla.

Tietomalliohjelmistojen alkuperäinen käyttötarkoitus on ollut suunnittelualapainotteista, mikä on vaikuttanut rakennusurakoitsijan tietomalliohjelmistojen käyttäjä- ja eri ohjelmistojen määrään rakennushankkeen tuotantovaiheessa. Yleisiin tietomallivaatimukseen tutustuminen tietomallin käytön ja siitä saatavien hyötyjen yhteydessä selvensi tietomallin ja IFC-tiedonsiirron vaikutusta tiedon luotettavuuteen ja tietomallinnuksen laatuun, mikä heijastuu suoraan tietomallista saataviin tietoihin ja niiden jatkokäyttöön.

Tietomalliohjelmita hankittaessa on tehtävä tarkempi tarvemäärittely ja vaatimukset valittaville ohjelmistoille. Käyttötarkoitusta mietittäessä on otettava huomioon ohjelmistoille sekä käytettävälle tietomalleille annettavat vaatimukset rakennushankkeen toteutusvaiheen eri prosesseissa: määrä- ja kustannuslaskennassa, hankinnassa, työmaan projektinhallinnassa ja tuotannon ohjauksessa. Tietomallinnusohjelmistojen valinnassa on huomioitava myös yrityksen tietojärjestelmäarkkitehtuuri.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Master`s Degree

ANNE MÄKINEN:

The Building information model and construction site reports from contractor`s point of view

Master's thesis 75 pages, appendices 4 pages
April 2013

The goal of the thesis was to study the concepts, demands and the use of building information model in construction and to go through the building information modeling software that constructors are using, and to find the suitable software for construction site reporting. The study was done by examining relevant literature, making a user poll, and doing software testing with a building information model of a real building in construction.

The original use of the building information modeling software has focused on planning which has affected the user numbers and number of software in use on production stage of the construction project. Going through the use of general building information modeling demands, and the benefits gained by using it, clarified the impact of building information model and ICF to the reliability of the information and quality of the building information modeling, which reflects directly into the information that comes out of the building information modeling and to the further use of that information.

When selecting building information modeling software a detailed study of the needs and requirements must be done. When defining the use, one must take into consideration the demands on software and building information models on different processes of construction project: Cost accounting, supplying, construction site project management and production control. Also the software architecture of the company must be paid attention to.

Key words: bim, model, construction

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TIETOMALLI	8
2.1	Määritelmä.....	8
2.1.1	Rakennusosamalli.....	9
2.1.2	Tilamalli	9
2.1.3	Tuotantomalli	9
2.1.4	Työmalli	9
2.1.5	Toteumamalli.....	9
2.1.6	Yhdistelmämalli.....	10
2.2	Yleiset tietomallinnusvaatimukset.....	11
2.3	Käyttö	12
2.4	IFC-tiedonsiirto.....	13
2.5	Tietomallin tarkastus.....	19
3	TIETOMALLIEN KÄYTTÖ RAKENTAMISVAIHEESSA	25
3.1	Tietomallin käytön hyödyt.....	25
3.2	Haasteet ja ongelmat	27
4	TIETOMALLIOHJELMISTOT	30
4.1	Käyttö	30
4.2	Ohjelmistot	30
4.2.1	ArchiCAD	32
4.2.2	BIMx.....	32
4.2.3	MagiCAD	32
4.2.4	Solibri Model Checker	33
4.2.5	Solibri Model Viewer	33
4.2.6	Tekla Structures.....	35
4.2.7	Tekla BIMsight.....	38
4.2.8	Tocoman iLink ja Tocoman Pro.....	39
4.2.9	Naviate SimpleBIM	41
4.2.10	Vico Control 2009	44
4.2.11	Vico Office	44
4.3	Esimerkkimalli 3D-mallina eri ohjelmistoissa	48
5	RAPORTOINNILLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET.....	50
5.1	Yleiset vaatimukset raportoinnille	50
5.2	Raportoinnin vaatimukset tietomallille	50
5.3	Raportointiohjelmistojen vertailu	51
5.3.1	Solibri Model Checker (SMC)	52

5.3.2	Tekla Structures (TS).....	55
5.3.3	Naviate SimpleBIM	60
5.3.4	Räätälöity raportointiohjelmisto	63
5.4	Lopputulos	64
6	POHDINTA	67
	LÄHTEET	69
	LIITTEET.....	72
	Liite 1. Tietomallien yleinen sisältö ja käyttötarkoitus (YTV 2012 osa 1, liite 1)	72
	Liite 2. Hankkeen tietomallirakenne (YTV 2012 osa 8. 2012, 13.).....	73
	Liite 3. Käyttäjille tehdyt kyselyt.....	74
	Liite 4. Tietomallisuunnitelma, malli (YTV 2012 osa 11. 2012, liite 1).....	75

LYHENTEET JA TERMIT

ASSEMBLY	Kokoonpano, joka voi sisältää yhden tai useamman rakennusobjektin, esimerkiksi teräsrakenne.
ATTRIBUUTTI	Objektin ominaisuus, jolle voidaan antaa arvo.
BIM	Building Information Modelling, rakennuksen tietomallinnus
buildingSMART	Kansainvälinen järjestö, joka kehittää IFC-standardia. Se on tunnettu aiemmin nimellä International Alliance for Interoperability (IAI).
COBIM	Common BIM requirements on hanke, jonka tavoitteena on luoda kansalliset tietomallivaatimukset ja ohjeet.
IFC-standardi	'Industry Foundation Classes' on kansainvälinen avoin tiedonsiirtoon kehitetty standardi, joka mahdollistaa tietomallien siirron eri tietomalliohjelmistojen välillä. Standardi määrittelee tietojen siirrossa käytettävän tiedoston rakenteen.
MDV	Model View Defination on tekninen kuvaus siitä, mitä IFC-muotoista tietoa eri suunnitteluohjelmistojen välillä tietomalleilla siirretään eri käyttötilanteissa.
OBJEKTI	Tietomallissa esimerkiksi rakennusosa on objekti, jolle voidaan antaa ominaisuuksia, kuten nimi ja tyyppi.
TATE	Talotekniikka
TÖRMÄYSTARKASTELU	Työkalu, joka automaattisesti laskee törmäyksiä tietomallin eri rakenteiden välillä.
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.

1 JOHDANTO

Rakennusalalla on viimeisen kymmenen vuoden aikana puhuttu tietomallinnuksesta eli BIMstä ja sen hyödystä rakennushankkeen eri vaiheissa. Kun tietomallien käytöllä saavutetaan rakentamisessa parempaa laatua sekä tehokkaamman projektinhallinnan kautta saatavaa taloudellista hyötyä eri rakentamisprosesseissa, on tietomallien käyttö lisääntymässä myös rakennushankkeen urakoitsijan eri tuotantovaiheissa.

Opinnäytetyö tarkoituksena on selvittää tietomallien käyttöä, niihin liittyviä haasteita ja ongelmia rakennusurakoitsijan näkökulmasta viitaten Yleisiin tietomallivaatimuksiin 2012 sekä vertailla käytössä olevia tietomallinnusohjelmistoja ja niiden sopivuutta raportointityökaluiksi työmaakäyttöön.

Tietomallinnettuiden rakennuskohteiden lisääntyessä, kasvaa paine tietomalliohjelmistojen käyttöönotolle myös työmailla. Tällä hetkellä ohjelmistojen käyttö ja niiden opettelu riippuu rakennushankkeen toteutusvaiheessa mukana olevien henkilöiden omasta aktiivisuudesta. Nykyiset käytössä olevat ohjelmistot pääasiassa pohjautuvat suunnitteluohjelmistoihin. Puhtaasti tuotannon ohjaukseen on vain muutama ohjelmisto kuten Vico Office.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää rakennusurakoitsijan näkökulmasta tietomallien käyttöä rakennustuotannossa sekä käytössä olevien tietomalliohjelmistojen raportointimahdollisuuksia raportoinnille ja tietomallille asetettujen vaatimusten pohjalta.

Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa perehdytään yleisesti tietomalliin liittyviin asioihin, kuten määritelmiin, käyttöön, yleisiin tietomallivaatimuksiin, IFC-tiedonsiirtoon sekä toimenpiteisiin ja menettelyihin, jotka kuuluvat tietomallin tarkastamisvaiheeseen. Toisessa osassa käydään läpi rakennusurakoitsijan kannalta tietomallin käyttöä, hyötyä, haasteita, ongelmia sekä käytössä olevia ohjelmistoja. Kolmannessa osassa selvitetään työmaan raportointiin liittyviä vaatimuksia sekä ohjelmistojen raportointiominaisuuksia.

2 TIETOMALLI

2.1 Määritelmä

Tietomallinnusta voidaan kuvata rakennushankkeen tiedonhallinnan menetelmänä, joka käsittää käytetyt työkalut, prosessit ja teknologian. Tietomallinnuksen avulla saadaan digitaalisessa, luettavassa muodossa olevaa tietoa rakennuskohteesta, sen suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä ja ylläpidosta. (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston 2011, 586.)

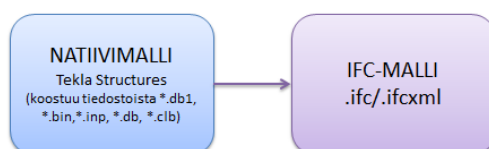
Mallinnusprosessin tuloksena syntyy tietomalli, joka sisältää tietoa itse kohteesta geometrian lisäksi rakenne-, materiaali- ja tilatietoja. Tietomalli esitetään digitaalisessa, moniulotteisessa visuaalisessa muodossa. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006, 9.)

Tietomallin tämän hetkiset ulottuvuudet ovat

- 2D-malli (x, y): piirustukset
- 3D-malli (x, y, z): visuaalisuus
- 4D-malli (3D-tietomalliin lisätty aikatiedot): aikataulutus
- 5D-malli (3D-tietomalliin lisätty aika- ja kustannustiedot): kustannusohjaus

Tietomallin geometriatiedoista saadaan rakennusosan pinta-alat, tilavuudet, mitta- ja määrätiedot. Rakennusosalle voidaan antaa lisäinformatiivista tietoa, kuten rakennetyyppi, rakenneluokka, korko, materiaali, paksuus, paloluokka, sijainti, asennusaika ja kustannus.

Tietomallia sanotaan natiivimalliksi silloin, kun se on mallinnuksessa käytetyn ohjelmiston omassa tiedostomuodossa ja IFC-malliksi, kun se on mallinnusohjelmistosta tuodussa IFC-standardiin perustuvassa järjestelmäriippumattomassa tiedostomuodossa (kuvio 1) (YTV osa 6. 2012, 3).



KUVIO 1. Natiivimallista muodostetaan IFC-malli

2.1.1 Rakennusosamalli

Rakennusosamalli on tietomalli, joka sisältää rakennusosat siinä muodossa ja mittatarkkuudessa kuin ne on tarkoitus toteuttaa. Arkkitehdin malli toimii pohjana muille suunnittelumalleille. (YTV osa 3. 2012, 17.)

2.1.2 Tilamalli

Tilamalli käsittää tilat ja tilaa rajaavat seinät, katto ja lattia. Tilan yksilöintitietoja, kuten tilan tunniste ja tilan käyttötarkoitus tarvitaan tilapohjaiseen kustannuslaskentaan, suunnitelmien ja tilaohjelman vertailuun, energia-analyysieihin sekä kiinteistön ylläpitosovelluksiin. (YTV osa 3. 2012, 13.)

2.1.3 Tuotantomalli

Tuotantomalliksi nimitetään tietomallia, joka on tuotettu tuotannonohjauksen tarpeisiin. Tuotantomalli voi koostua useasta tuotantosuunnitelmasta. Esimerkiksi 4D-aikataulumalli tai työmaan aluesuunnitelman sisältävä rakennuksen ja tontin malli ovat tuotantomalleja. (YTV osa 13. 2012, 5.)

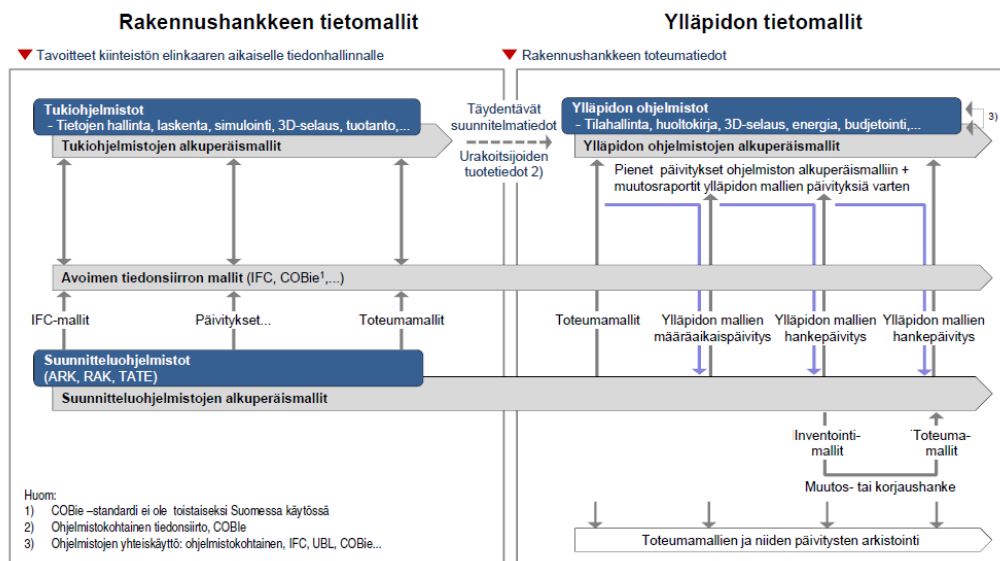
2.1.4 Työmalli

Työmalliksi nimitetään niitä tietomalleja, jotka kuvaavat esimerkiksi suunnitteluratkaisua, tilavarauksia ja havainnollistavat yksittäistä työkohdetta. Työmallit on tehty ainoastaan sovittuun tarkoitukseen ja niitä käytetään suunnittelun ja toteutuksen aikana tilanteen mukaan sovittaessa. (YTV osa 1. 2012, 11.)

2.1.5 Toteumamalli

Rakennuskohteen valmistuttua rakennusosamallit päivitetään vastaamaan toteutusta. Näitä malleja kutsutaan toteumamalleiksi (as-built) ja niitä käytetään rakennuksen

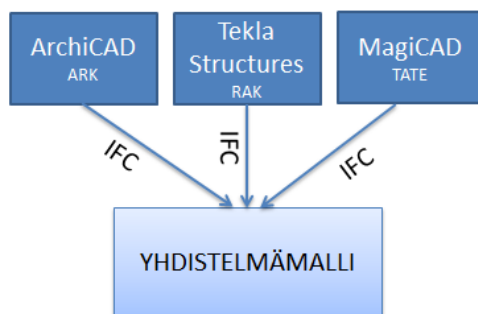
ylläpidossa (kuvio 2). Ne ovat pohjana myös peruskorjaussuunnittelussa, jos malleja on ylläpidetty rakennuksen elinkaaren aikana. (YTV osa 12. 2012, 13.)



KUVIO 2. Tietomallien hallinta kiinteistön elinkaaren aikana (YTV osa 12. 2012, 7)

2.1.6 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on tietomalli, johon on yhdistetty eri tietomallinnusohjelmista tuotettuja IFC-malleja (kuvio 3).



KUVIO 3. Yhdistelmämalliin yhdistetään eri suunnittelualueiden tietomalleja.

Yhdistelmämallia käytetään mm. järjestelmien ja rakenteiden törmäystarkasteluihin sekä kokonaisuuden havainnollistamiseen.

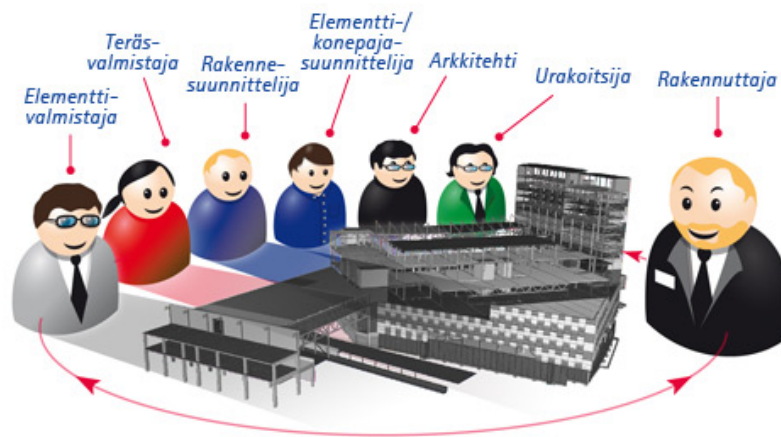
2.2 Yleiset tietomallinnusvaatimukset

Keväällä 2012 julkaistiin COBIM-kehittämishankkeen tuloksena Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV), joissa tietomallille ja sen tietosisällölle annetaan vähimmäisvaatimukset, joita on noudatettava kaikissa niissä rakennushankkeissa, joissa sovitaan niitä noudatettavan. Vaatimukset kattavat uudis- ja korjausrakentamiskohdeet sekä rakennusten käytön ja ylläpidon. (YTV osa 1. 2012, 5.)

Vaatimusten pohjalla on Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistut tietomalliohjeet.

Yleisten tietomallivaatimusten yhtenä tavoitteena on antaa yhteiset pelisäännöt kaikille rakennushankkeen osapuolille. Mallinnusohjeilla pyritään varmistamaan, että tietomallien sisältö on vähintään tietomallivaatimusten mukainen eri rakennushankkeen vaiheissa, jolloin tietomallista saatava tieto on yhdenmukainen ja myös näin luotettava. Tietomallien käyttöönotto helpottuu esimerkiksi työmailla, kun suunnittelijoilta saatavien tietomallien laatu paranee. (Tekla 2012.)

Tietomallivaatimusten toteutuminen vaatii kaikilta rakennushankkeen osapuolilta avoimuutta, tiedonjakoa sekä yhteistyötä (kuva 1). (Tekla 2012.)



KUVA 1. Rakennushankkeen osapuolia ja tietomalli (Tekla 2012)

Yleiset tietomallivaatimukset koostuvat 14 eri osiosta:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu

4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa (ei vielä julkaistu)

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on julkaistu myös RT-kortteina:

- | | |
|-------------|--|
| RT 10-11066 | Osa 1. Yleinen osuus (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11067 | Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11068 | Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11069 | Osa 4. Talotekninen suunnittelu (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11070 | Osa 5. Rakennesuunnittelu (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11071 | Osa 6. Laadunvarmistus (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11072 | Osa 7. Määrälaskenta (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11073 | Osa 8. Mallien käyttö havainnollistamisessa (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11074 | Osa 9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissa (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11075 | Osa 10. Energia-analyysit (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11076 | Osa 11. Tietomalliprojektin johtaminen (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11077 | Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana (Versio 1.0, 2012) |
| RT 10-11078 | Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa (Versio 1.0, 2012) |

2.3 Käyttö

Tietomalleja käytetään mm. investointipäätösten tukena. Niiden avulla voidaan vertailla eri ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia. Lisäksi voidaan tehdä energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysija eri suunnitteluratkaisujen vertailuja var-

ten. Tietomalleilla voidaan visuaalisesti havainnollistaa tila- ja rakenneratkaisuja. (YTV osa 1. 2012, 5.)

Käyttäessä tietomallia toteutusvaiheessa voidaan parantaa sekä suunnittelu- ja toteutusprosessia että laadun toteutumista. Rakentamisen jälkeen toteutumamalleja voidaan hyödyntää käytön ja ylläpidon toiminnoissa. (YTV osa 1. 2012, 5.)

Tietomalleja voidaan hyödyntää sekä tarjouslaskentavaiheessa että rakentamisaikana hankinnan ja tuotannon suunnittelussa. Työmaalla tietomallin avulla voidaan koordinoita työmaatoimintoja mm. työmaan käyttöä ja -turvallisuutta sekä tiedonvaihtoa eri osa-puolien välillä. Tietomalliohjelmistojen avulla voidaan toteuttaa työmaan 4D-aikataulutus, työjärjestysten suunnittelu, toteutumatilanteen visuaalinen havainnollistaminen sekä eri suunnittelijoiden mallien yhdistäminen mm. talotekniikan asennusjärjestysten ohjaamista ja rakennettavuustarkasteluja varten. Lisäksi tietomallista voidaan siirtää rakenteiden sijaintitiedon mittalaitteisiin ja toisinpäin. (YTV osa 13. 2012, 5.)

Tietomallien yleinen sisältö ja käyttötarkoitus on kuvattu YTV:n osassa 1 (liite 1) sekä hankkeen tietomallirakenne YTV:n osassa 8 (liite 2).

2.4 IFC-tiedonsiirto

Tietomalli-käsitteistöön kuuluvat olennaisesti eri tietomalliohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon käytettävät standardit ja siirtoa kuvaavat muut käsitteet. Tietomalliohjelmistojen välinen tiedonsiirto on monimutkainen prosessi, johon liittyvien standardien kehittämisestä vastaa buildingSMART International (buildingSMART 2012.)

Tietomallinnusohjelmien väliseen tiedonsiirtoon käytetään kansainväliseen IFC-standardiin perustuvaa avointa tiedonsiirtoformaattia, jonka avulla pystytään siirtämään tietomallista 3D-geometriatiedon lisäksi objektien, esimerkiksi seinien sijainnit, mitat, ominaisuudet sekä suhteet toisiin objekteihin. IFC-tiedonsiirto voi olla joko muotoa .ifc (kuva 2) tai generoitu XML-tiedostomuodostoon, jolloin se on muotoa .ifcXML.

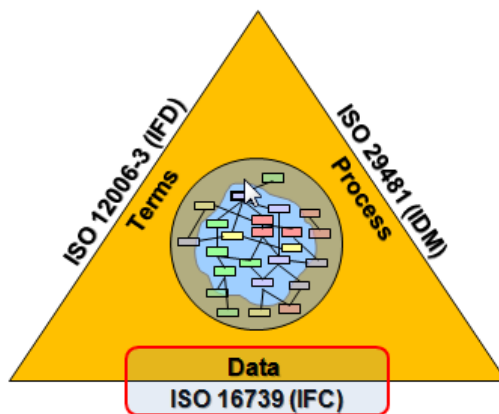
```

#97= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossArea',$,IFCAREAMEASURE(20800.),$);
#98= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('NetArea',$,IFCAREAMEASURE(20800.),$);
#99= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('AreaPerTons',$$,$);
#100= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossFootprintArea',$,IFCAREAMEASURE(10000.),$);
#101= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossSideAreaGlobalXY',$,IFCAREAMEASURE(10000.),$);
#102= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('NetSideAreaGlobalXY',$,IFCAREAMEASURE(10000.),$);
#103= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossSideAreaGlobalXZ',$,IFCAREAMEASURE(200.),$);
#104= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('NetSideAreaGlobalXZ',$,IFCAREAMEASURE(200.),$);
#105= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossSideAreaGlobalYZ',$,IFCAREAMEASURE(200.),$);
#106= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('NetSideAreaGlobalYZ',$,IFCAREAMEASURE(200.),$);
#107= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossVolume',$,IFCVOLUMEMEASURE(20000.),$);
#108= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('NetVolume',$,IFCVOLUMEMEASURE(20000.),$);
#109= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Length',$,IFCLENGTHMEASURE(2.),$);
#110= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Width',$,IFCLENGTHMEASURE(100.),$);
#111= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Height',$,IFCLENGTHMEASURE(100.),$);
#112= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Thickness',$$,$);
#113= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Diameter',$$,$);
#114= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('DiameterBottom',$$,$);
#115= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('DiameterTop',$$,$);
#116= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Weight',$,IFCMASSMEASURE(0.),$);
#117= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('GrossWeight',$,IFCMASSMEASURE(0.),$);
#118= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('NetWeight',$,IFCMASSMEASURE(0.),$);
#119= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('WeightPerUnitLength',$$,$);
#120= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('StartX',$,IFCLENGTHMEASURE(0.),$);
#121= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('EndX',$,IFCLENGTHMEASURE(0.),$);
#122= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('StartY',$,IFCLENGTHMEASURE(0.),$);

```

KUVA 2. IFC-tiedoston (.ifc) sisältöä.

IFC-standardin rinnalla on kaksi muuta standardia: IFD (International Framework for Dictionaries) ja IDM (Information Delivery Manual) (kuva 3).



KUVA 3. Tietomallinnuksen standardit IFC, IFD ja IDM (buildingSMART 2012)

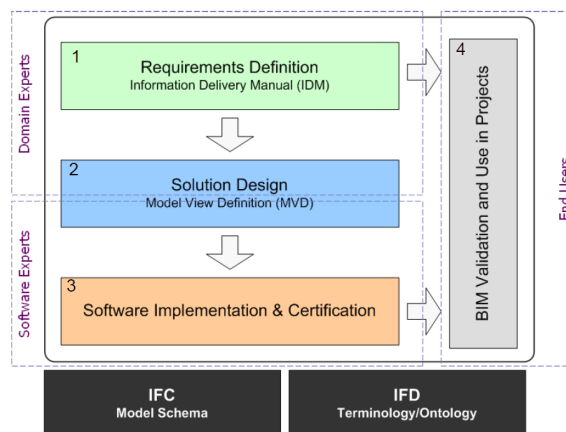
IFD on kansainvälinen kieliriippumaton standardi, joka määrittelee sanaston ja ontologiat, joilla voidaan IFC-tiedonsiirrossa yhdistää samaa tarkoittavat tiedot toisiinsa riippumatta käytetystä tietomallinnusohjelmistosta. Se kuvaa objektin, sen ominaisuudet, yksiköt ja arvot ottaen huomioon mm. kielisyyden, synonyymit ja määrittelyt. Standardia noudattamalla tietomalliohjelmistot pystyvät yhdistelemään ja käsittelemään eri lähteistä saatua tietoa, niin että tiedon merkitys pysyy samana. Siitä käy-

tään myös lyhennettä bsDD= buildingSMART data dictionary. (buildingSMART 2012.)

IDM on prosessikuvaus siitä, mitä tietoa tietomalleilla siirretään eri suunnitteluohjelmistojen välillä eri käyttötilanteissa. Esimerkiksi kun arkkitehti suunnittelee rakennuksen, hän tarvitsee rakennesuunnittelijalta tiedon siitä, mitkä seinät ja pilarit ovat kantavia ja mitkä eivät ole. (buildingSMART 2012.) Esimerkkitapauksessa rakennesuunnitteluohjelmisto osaa tehdä IFC-tiedonsiirrossa tämän automaattisesti, jos rakennemalli on mallinnettu oikein ja käyttäen oikeita työkaluja (YTV osa 5. 2012, 6).

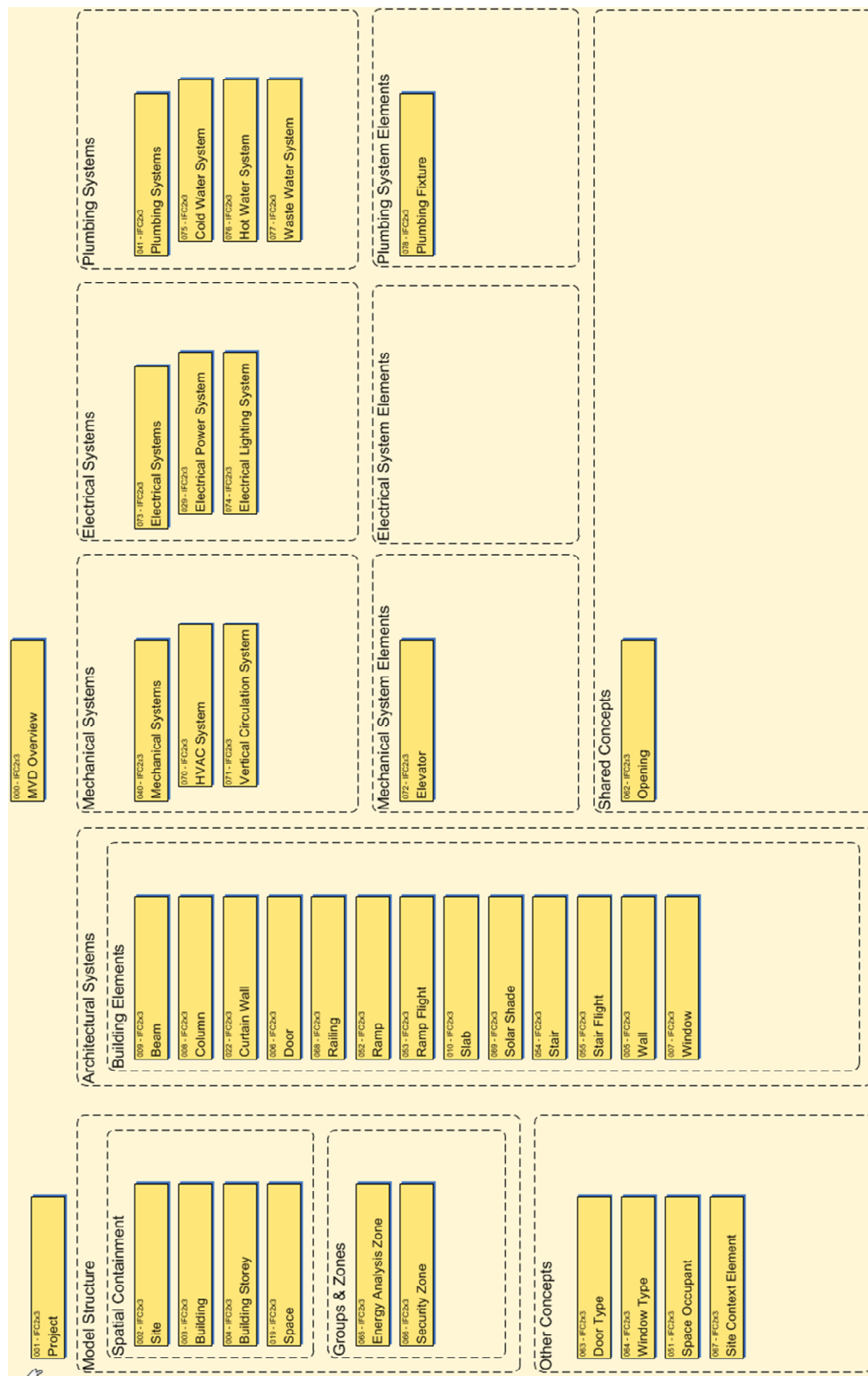
Edellä mainittujen standardien lisäksi on kehitystyön alla ja osittain käytössä MDV (Model View Definition), joka on tiedonsiirron käyttötapauskuvauksia siitä, mitä IFC-muotoista tietoa tietomalleilla siirretään eri käyttötilanteissa. Esimerkiksi energiasimulointiohjelma lukee arkkitehtimallista vain sen osan tiedoista, jotka vastaanottava ohjelma tarvitsee. Energiasimuloinnin MVD kertoo kummankin ohjelmiston valmistajalle, mitä tietoa ja missä muodossa tietyssä tiedonsiirron tapauksessa siirretään. (buildingSMART 2012.)

Kuviossa 4 on esitetty IDM/MVD-integroitu kehitysprosessi, joka koostuu neljästä vaiheesta ja siihen liittyy useita osallistujia (buildingSMART 2012).



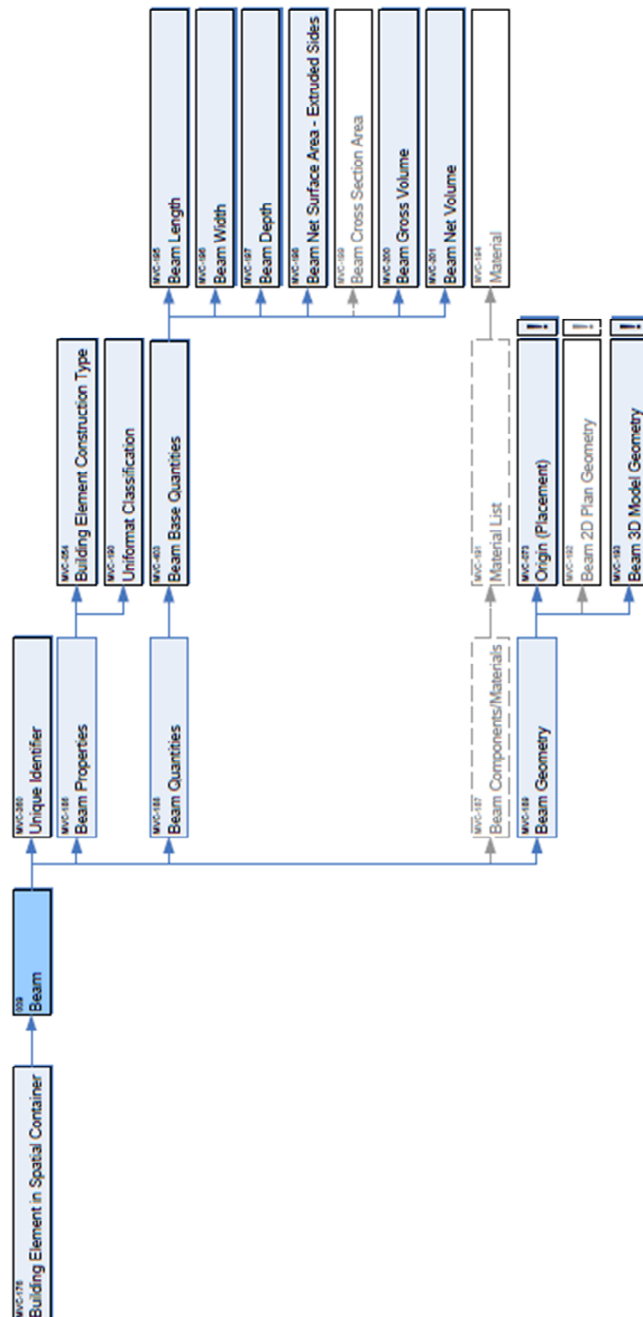
KUVIO 4. Kehitysprosessi (buildingSMART 2012)

Kuviossa 5 on kuvattu MDV-kaaviona tietomallin sisällön rakennetta (schemaa).



KUVIO 5. IFC-scheman kuvausta (IFC Solutions Factory 2012)

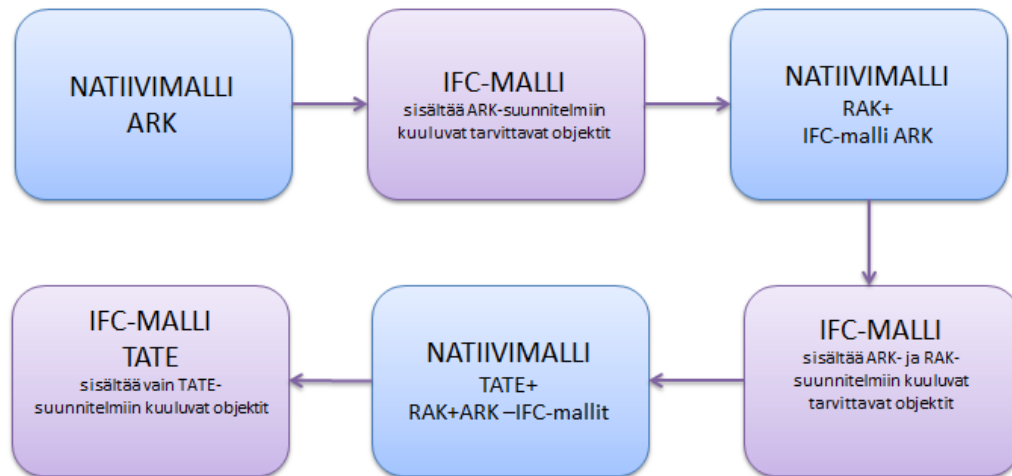
Scheman projekti esitetään joukkona elementtejä, materiaaleja ja niiden välisinä suhteina. Rakennusosille on määrätty joukko pakollisia ominaisuuksia sekä vapaa määrä muita ominaisuuksia. Palkkiobjektin (Beam) rakennetta esitellään kuviossa 6.



KUVIO 6. Palkin tietorakenne IFC-tietokaaviona (IFC Solutions Factory 2012)

Viimeisin, vuonna 2010 julkaistu IFC-tiedonsiirtostandardi 2x4 sisälsi 800 dataobjektia, 358 ominaisuusjoukkoa ja 125 tietotyyppiä (Eastman ym. 2011, 114). Tällä hetkellä tietomallinsohjelmistojen välisessä tiedonsiirrossa käytetään vielä IFC 2x3 -standardia, joka on julkaistu jo vuonna 2006.

Tietomallista saatavan tiedon luotettavuus ja laatu perustuu sekä natiivimallin että IFC-siirrosta syntyvän IFC-mallin sisällön oikeellisuuteen (kuvio 7).



KUVIO 7. IFC-tiedonsiirtoa eri suunnittelualojen välillä

IFC-tiedonsiirrossa tieto siirtyy joko parametreina tai geometriana tai molempina. Ennen IFC-siirtoa on tiedettävä, mitä tietoa halutaan malliin ottaa mukaan ja millä ohjelmilla tullaan hyödyntämään IFC-mallia. (M.A.D 2012,1.; Tekla 2009,2.) Koska tietomallien suunnitteluohjelmistoissa voidaan tehdä itse ns. projektikohtaisia ominaisuusjoukkoja (Property Sets) ja niiden ominaisuuksia, on näiden käytöstä IFC-tiedonsiirrossa eri ohjelmistojen välillä sovittava etukäteen ennen projektin aloittamista, jotta näitä voidaan hyödyntää myös muissa ohjelmistoissa.

Yleisissä tietomallivaatimuksissa (YTV osa 6. 2012, 5) ohjeistetaan suunnittelijoita käyttämään viimeisimpiä buildingSMART-sertifioituja IFC-tiedonsiirtomoduleita, jotta välttyään itse IFC-siirrossa tapahtuvilta virheiltä.

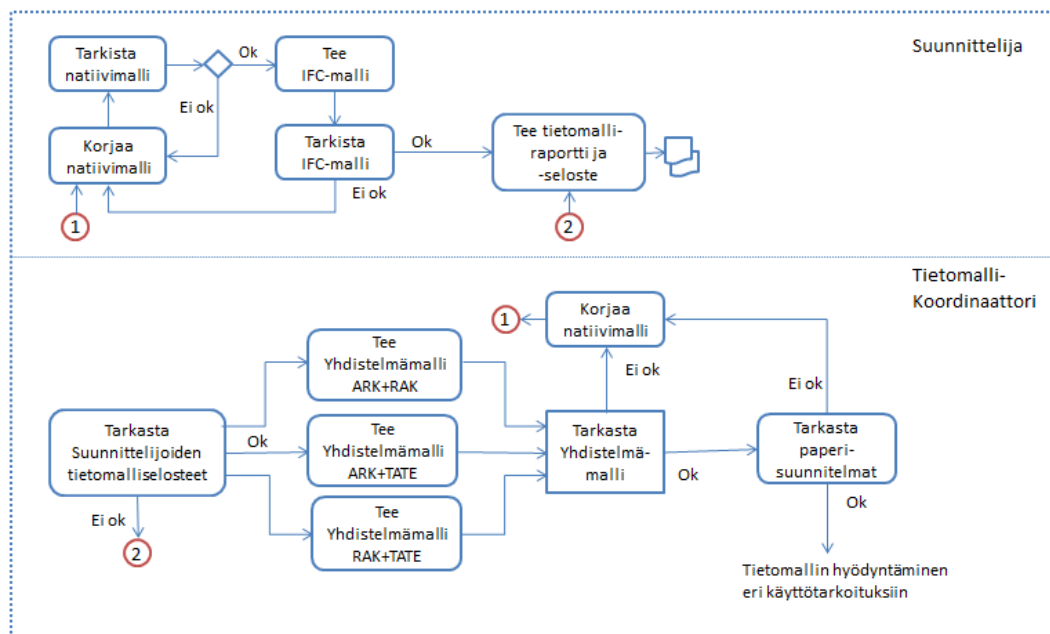
Suunnittelukohtaisissa yleisissä tietomallivaatimuksissa (YTV 2012) on annettu vaatimukset ja ohjeet, mitä pitää tarkistaa IFC-mallista ennen tietomallin julkaisua. Vaatimus suunnittelumallille ei tarkoita samaa kuin vaatimus mallikohtaiselle tiedonsiirrolle. Esimerkiksi vaatimusten mukaan suunnittelija tekee malliinsa rakennetyypin, mutta IFC-tiedonsiirto lukee sen eri paikasta datavirtaa kuin sen on oletettu olevan.

2.5 Tietomallin tarkastus

Tarkastuksilla varmistetaan tietomallin tietosisällön luotettavuutta ja laatua.

Malleista tarkastetaan, että tietomalli on muodostettu oikein ja suunnittelualakohtaiset tiedot ovat tietomallissa käyttötärpeen mukaiset. Lisäksi tutkitaan suunnitelmaa vertaamalla tietomallien komponentteja toisiinsa (törmäystarkastelu, yhdenmukaisuus) tai tiedossa oleviin vaatimuksiin (tilavaatimukset, puutetarkastelut).

Yleisissä tietomallivaatimuksissa on annettu ohjeistusta tietomallin tarkistamisesta mallinnusprosessin eri vaiheissa (kuvio 8). Pääperiaate on se, että havaitut virheet korjataan natiivimalliin.

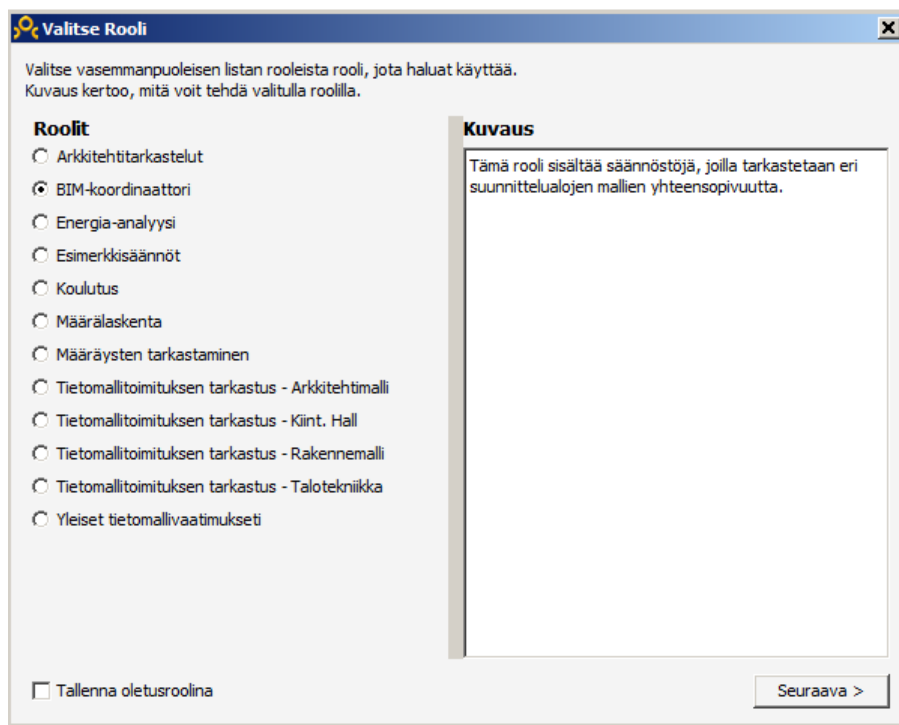


KUVIO 8. Tietomallin tarkistusprosessi (mukaillen YTV osa 6. 2012, 8–10)

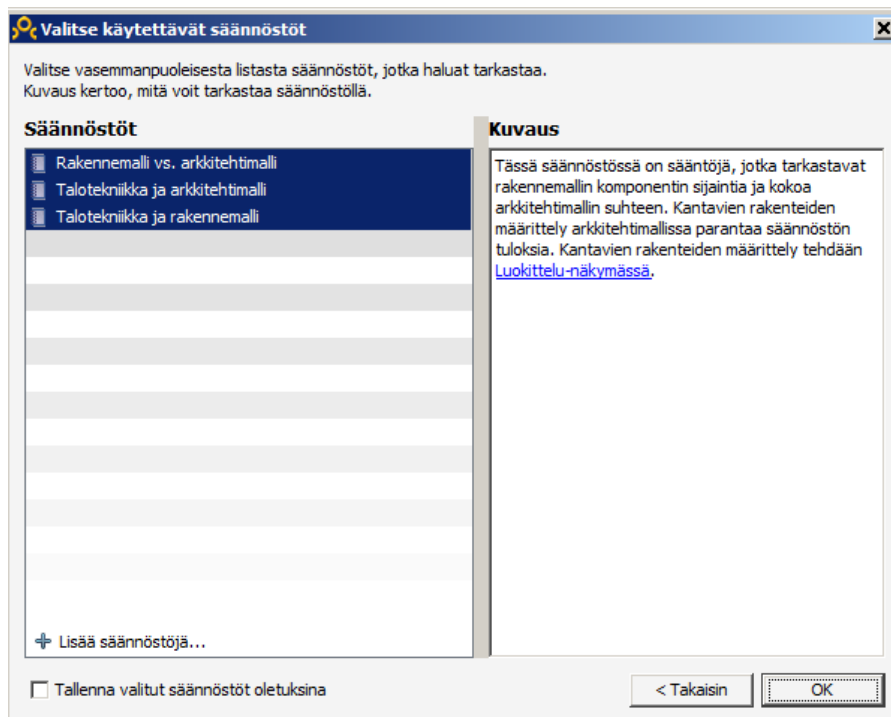
Tietomallin tarkastukseen sopivia ohjelmia ovat esimerkiksi Autodesk NavisWorks Manage, Solibri Model Checker/Viewer, TeklaBIMsight ja Naviate Simple Bim.

Sääntöpohjaisilla ohjelmistoilla, kuten Solibri (kuva 4,5,6,7) voidaan tarkastaa mm.

- Yleisten tietomallivaatimusten (YTV) mukaisuutta
- arkkitehti-, rakenne- ja TATE-mallien rakennetta
- soveltuvuutta määrälaskentaan
- arkkitehti- ja rakennemallien yhteneväisyyttä. (Jauhiainen 2011.)



KUVA 4. Tarkastusroolin valinta Solibrissa



KUVA 5. Säännöstön valinta Solibrissa

Solibri Model Checker

Tiedosto Malli Tarkastus Kommunikointi Informaation tallennointi

Säännöstö

- Rakennemalli vs. arkkitehtimalli
- Suunnittelujen väliset leikkaukset
- Talotekniikka vs. arkkitehtuuri
- Talotekniikka vs. ikkunat ja ovet
- Talotekniikka vs. palkit ja pilarit
- Talotekniikka vs. muut rakennusosat
- Talotekniikka vs. kalusteet ja muut objektit
- Talotekniikka vs. rakenne
- Talotekniikan sisäiset leikkaukset
- Rakennemalli vs. arkkitehtimalli
- Talotekniikka ja arkkitehtimalli
- Talotekniikka ja rakennemalli
- Komponenttien väliset leikkaukset

Tuosten yhteenveto

Ilmoitusten lukumäärä	13	0	0	0	0
Ilmoitusten tiheys	0.14	0	0	0	0

Tulokset Ei suodatusta | Automaattinen

Tulokset

- Ikunakomponenttien leikkaukset [0/8]
- Ovikomponenttien leikkaukset [0/5]

Info

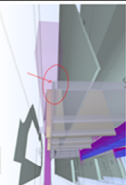
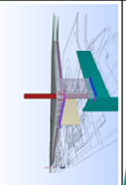
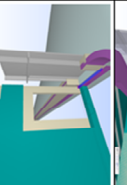
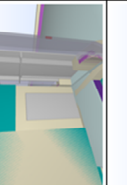
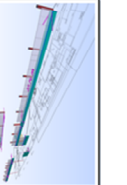
Talotekniikka vs. ikkunat ja ovet

Kuvaus | Hyperlinkki

Tämä sisältö tarkistaa talotekniikan ja ikkunoiden sella ovienvälisiä leikkauksia.

(Solibri Oy - 2012-09-23)
 Tuikutunnus: SOL/1/3.0
[Säätönohje](#)

KUVA 6. Solibrilla tehty tarkastus

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
37	12						AV, 19.12.2012: selvennyskuva edelliseen kalvoon				
38	13	42	(ARK_121216) 1.1 kerros, (ARK_121216) 2 kerros, (ARK_121216) 3 kerros	19.12.2012 AV			AV, 19.12.2012: RAK-ARK: seinä/laatta/pilari lähellä ikkunaa, onko oikein				Avoin
39	14	43	(ARK_121216) 6 kerros	19.12.2012 AV			AV, 19.12.2012: RAK-ARK: seinä ja ovileikkauksia				Avoin
40	14	44	(ARK_121216) 1.1 kerros, (ARK_121216) 2 kerros, (ARK_121216) 3 kerros, (ARK_121216) 5	19.12.2012 AV			AV, 19.12.2012: lisäkuva edelliseen				
41	14						AV, 19.12.2012: RAK-ARK: seinän siällä ikkuna				Avoin

KUVA 7. Solibrilla tehty tarkastustulos excel-raporttina.

Naviate SimpleBim -ohjelmalla voidaan tarkistaa tietomallissa olevan tiedon oikeellisuutta ja tietomallin rakennetta (kuva 8, kuva 9).

Global id	Name	Description	Object type	Tag	Bottom elevation	Top elevation	Part mark	Assembly mark	Phase
1	1GLJ1000EC4p	COLUMN	CFRH500X30X4	TS_7625850	+29.580	+31.040	M-467(?)	IVB-188(?)	206.1
2	1Gsmv000GQZ	COLUMN	CFRH500X30X5	TS_7597611	+29.450	+31.170	M-466	IVB-183	206.1
3	1Gsmv000FD34	COLUMN	CFRH500X30X5	TS_7594768	+29.450	+31.170	M-335	IVB-183	206.1
4	1Gsmv0003mZ	COLUMN	CFRH500X30X4	TS_7573327	+29.580	+31.040	M-466	IVB-18	206.1
5	1GrHm000AVJ4	PLATE	PL10X140	TS_7561108	+30.695	+30.812	L-300	IVB-209	206.99
6	1GrHm000KJ4p	PLATE	PL10X140	TS_7568769	+30.675	+30.792	L-302	IVB-201	206.99
7	1GrHm000E24	PLATE	PL10X140	TS_7565716	+30.695	+30.812	L-300	IVB-209	206.99
8	1GrHm000p34	PLATE	PL10X140	TS_7549377	+30.675	+30.792	L-316	IVB-201	206.99
9	1GrHm000B34	COLUMN	HEA140	TS_7546887	+29.375	+30.607	M-493	IVB-202	206.7
10	1GrHm000EJ4p	PLATE	PL10X140	TS_7545631	+29.235	+29.352	L-323	IVB-197	206.99
11	1GrHm000E34	PLATE	PL10X140	TS_7545504	+29.235	+29.352	L-323	IVB-216	206.99
12	1GrHm000E6p4	COLUMN	HEA140	TS_7545257	+28.675	+29.217	M-497	IVB-189	206.7
13	1GrHm000E24	PLATE	PL10X140	TS_7541105	+29.235	+29.352	L-323	IVB-187	206.99
14	1GrHm000EJ4	PLATE	PL10X140	TS_7540977	+29.235	+29.352	L-323	IVB-197	206.99
15	1GrHm000E34	COLUMN	HEA140	TS_7539079	+28.675	+29.217	M-497	IVB-189	206.7
16	1GrHm000E6p4	PLATE	PL10X100	TS_7538761	+29.370	+29.410	L-338	IVB-213	206.1
17	1GrHm000E6p4	PLATE	PL10X200	TS_7538796	+29.370	+29.592	L-324	IVB-213	206.99
18	1GrHm000E24	PLATE	PL10X100	TS_7538594	+29.370	+29.410	L-338	IVB-194	206.99
19	1GrHm000GJ4p	PLATE	PL10X200	TS_7538549	+29.370	+29.592	L-304	IVB-194	206.99
20	1GrHm000G34p	PLATE	PL10X100	TS_7530911	+29.370	+29.410	L-338	IVB-194	206.1
21	1GrHm000GJ4p	PLATE	PL10X100	TS_7530867	+29.370	+29.410	L-338	IVB-213	206.1
22	1GrHm000GJ4p	PLATE	PL10X100	TS_7529901	+29.370	+29.410	L-338	IVB-205	206.1
23	1GrHm000G14p	PLATE	PL10X200	TS_7529684	+29.370	+29.592	L-324	IVB-213	206.99
24	1GrHm000F34p	PLATE	PL10X200	TS_7529420	+29.370	+29.592	L-324	IVB-206	206.99
25	1GrHm000EJ4p	PLATE	PL10X140	TS_7526801	+29.235	+29.352	L-323	IVB-203	206.99
26	1GrHm000E24p	PLATE	PL10X140	TS_7518589	+29.235	+29.352	L-323	IVB-186	206.99
27	1GrHm000E24p	PLATE	PL10X140	TS_7517490	+29.235	+29.352	L-323	IVB-195	206.99
28	1GrHm000B4p	PLATE	PL10X200	TS_7516153	+29.370	+29.592	L-324	IVB-194	206.99
29	1GrHm000E34p	PLATE	PL10X140	TS_7515913	+29.235	+29.352	L-323	IVB-195	206.99
30	1GrHm000E34p	BEAM	PL10X200	TS_7511331	+29.418	+0.002	P-0(?)	IVB-199	206.99
31	1GrHm000E34p	BEAM	PL10X100	TS_7499742	-0.000	+0.002	P-0(?)	A-0(?)	105.1
32	1GrHm000E34p	BEAM	PL10X100	TS_7499742	-0.000	+0.002	P-0(?)	A-0(?)	105.1
33	1GHW000KJ4	COLUMN	CFRH5100X100	TS_7486325	+29.525	+31.158	M-317	IVB-0(?)	206.1
34	1GHW000KJ4	COLUMN	CFRH590X60X4	TS_7485306	+29.450	+31.270	M-468	IVB-0(?)	206.1
35	1GHW000KJ4	KPI	CFCHS168.3X8.0	TS_7485288	+28.635	+29.495	M-11	KP-0(?)	206.1
36	1GHW000KJ4p	COLUMN	CFRH5100X100	TS_7484525	+29.525	+31.158	M-317	IVB-0(?)	206.1
37	1GHW000J4p	COLUMN	CFRH590X60X4	TS_7484506	+29.450	+31.270	M-468	IVB-0(?)	206.1

KUVA 8. Taulukossa IFC-tiedoston sisältämät kohteen pilarit

Property Editor

Wall

Included Text Properties

Name

CUTPART
ERISTE
JÄ*,
KANTAVASEIN...
katkaisutaso
KUILUNSEIN...
NAUHA-ANTURA
OVI
PAROC
PAROC-ELEMENTTI
PERUSMUURI
POHJARAPPAUS
PV-SEIN...
PV-SOKKELI
SÄ*,
SALIMANAUHA
SISÄ*,
TILUSEIN...
VÄ*,
WALL
yliÄtsnosto

Assembly id	Assembly mark	Bottom elevation	Building Element Construction Type	Class	Class	Description
106	106	+0.500	1000X20	1	1	1000X20
30	30	+1.450	1000X20	111	111	1000X20
31	31	+1.908	1000X20	113	113	1000X20
91(?)	91(?)	+11.150	1200X100	114	114	1200X100
92	92	+11.699	1200X200	223	223	1200X200
A-25	A-25	+11.700	1255X150	302	302	1255X150
A-4(?)	A-4(?)	+11.750	1280X150	310	310	1280X150
A-7(?)	A-7(?)	+12.199	1350X150	310	151 2400.00	1350X150
A-8	A-8	+12.200	1365X150	310	201 -3705.00	1365X150
HK-101	HK-101	+12.215	1365X20	327	327	1365X20
HK-102	HK-102	+12.250	1365X220	328	328	1365X220
HK-103	HK-103	+12.270	1385X220	329	329	1385X220
HK-104	HK-104	+12.350	1390X20	362	362	1390X20
HK-105	HK-105	+12.550	1390X220	500	500	1390X220
HK-106	HK-106	+12.570	1420X20	6	6	1420X20
HK-108	HK-108	+12.850	1420X220	731	731	1420X220
HK-201	HK-201	+12.870	1435X150	8	8	1435X150
HK-202	HK-202	+12.880	1435X20			1435X20
HK-203	HK-203	+12.920	1435X220			1435X220
HK-204	HK-204	+13.100	1455X20			1455X20
HK-205	HK-205	+13.200	1455X220			1455X220

KUVA 9. Editor-toiminnolla voidaan korjata mallin ominaisuustietoja

3 TIETOMALLIEN KÄYTTÖ RAKENTAMISVAIHEESSA

3.1 Tietomallin käytön hyödyt

Rakentamisvaiheessa tietomallien käytön hyöty tulee tehokkaammista rakennusprosesseista, suunnitelmien paremmasta laadusta ja tietosisällöstä. Tavoitteeseen pääseminen vaatii suunnittelijoiden tietomalliosaamista, urakoitsijan projektinjohdon taitoa ohjata suunnittelua sekä parempaa projektinhallintaa sekä työmaan häiriötöntä toteutusta. Hyödyn saaminen perustuu tehokkasiin tietomallityöskentelyä tukeviin ohjelmistoihin sekä parempaan tietosisältöön, minkä kautta päästään proaktiiviseen projektinhallintaan.

Tietomalleja käytetään hyödyksi rakentamisvaiheen eri prosesseissa: laskenta, hankinta, projektinhallinta, markkinointi ja toteutus.

Laskennassa tietomallien käytön hyöty on merkittävä. Ohjelmallinen laskenta ja vakioidut määräluettelopohjat nopeuttavat määrälaskentaa sekä visuaalinen malli helpottaa kohteeseen tutustumista. Koska tällä hetkellä yhdestä tietomallista ei saa kaikkea laskennan vaatimaa tietoa, on ennen laskentaa arvioitava ja tarkistettava lähtötiedot ja -materiaali. Yleisissä tietomallivaatimuksissa (YTV 2012) osassa 7 on kerrottu määrälaskennan vaatimukset tietomalleille.

Hankinta voi hyödyntää tarjouspyynnöissä tietomalleista saatavia 3D-kuvia ja määräluetteloita, joita voidaan viedä hankintasovelluksiin suoraan. Esimerkiksi elementtien hankinta tietomallinsohjelmasta suoraan elementtitehtaalta onnistuu, jos tietomalli on mallinnettu oikein (BEC 2012, 4). Projektihankinnan käyttäessä tietomallista saatavia määriä ja toteutusaikoja hyväksi jaksottamalla materiaalityyppisiä tarkemmalla hankintasuunnittelulla ja aikataulutuksella, saavutetaan kustannussäästöä työmaan materiaalin varastokiertonopeuden nostamisella sekä materiaalien menestyksellä.

Projektinhallinnassa tietomallien käytön hyöty näkyy eniten aikataulusuunnittelussa. Tietomallista saatavien määrätietojen liittämällä aikataulutehtäviksi aikataulusuunnitelmaan saadaan realistisempi aikataulu hankinnalle ja toteutukselle. Jos tietomalliin syötetään suunnitellut toteutusajankohdat ja toteutumatiiedot, voidaan kohteen valmistumista visualisoida rakennusosittain, kerroksittain tai lohkoittain.

Eri suunnitelmien yhteensovittaminen yhdistelmämalliin vähentää suunnitteluvirheitä, joiden vaikutus näkyy suoraan toteutusaikataulussa sekä kustannuksissa. Budjetointi, kustannusten seuranta sekä alue- ja turvallisuussuunnittelu on yksinkertaisempaa ja luotettavampaa tietomallin avulla.

Rakennuskohteiden markkinoinnissa voidaan hyödyntää tietomallista saatavia kolmiulotteisia kuvia sekä visualisoida kohteen tilaratkaisuja. Myös kohteen lisä- ja muutostöiden arviointi esimerkiksi asuntokohteissa on asunnon ostajalle visuaalisesti nopeampaa ja kuvaavampaa kuin piirustusten avulla.

Tietomallin käyttö jo rakennushankkeen alkuvaiheessa tuo hyötyä myös toteutusvaiheessa. Suunnitteluvirheiden löytyminen, kustannusvertailujen suorittaminen, rakenneratkaisujen vertailu sekä energiasimuloinnit ennen toteutusvaihetta helpottavat päätöksentekoa, säästävät aikaa ja kustannuksia.

Arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnitelmien yhdistäminen yhdeksi tietomalliksi vähentää ongelmatilanteita työmaalla. Tietomallista voidaan tarkistaa mm. korkeusasemien mitoitukset sekä liittymien, risteilyjen ja detaljikohtien suunnittelua. (YTV osa 13. 2012, 5.) Tietomallien käyttö suunnittelussa vähentää työmaalla tapahtuvaa muutossuunnittelua, mikä näkyy suoraan toteutusaikataulujen pitävyydessä.

Visuaalinen tietomalli rakennuskohteesta auttaa kokonaisuuden hahmottamisessa sekä ongelmakohtien havaitsemisessa, esimerkiksi TATE-asennuksissa verrattuna perinteisiin 2D-piirustuksiin. Lisäksi työnohjauksessa voidaan käyttää kolmiulotteista tietomallia havainnollistamiseen, esimerkiksi elementtirungon asennusjärjestyksen simulointia päivätarkkuudella.

Tietomalleista voidaan saada erilaisia piirustuksia ja raportteja rakennusurakoitsijan käyttöön rakennushankkeen vaiheen sekä tietomalliin syötettyjen tietojen perusteella

- määräluettelot mm. rakennusosittain, tyypeittäin, kerroksittain sisältäen tietomalliin syötetyt ominaisuudet
- elementtiluettelot ja -piirustukset
- erilaiset raportit mm. paikallavalurakenteet, valutarvikkeet
- asennusaikataulut ja -järjestys
- asennus- ja rakennedetaljit

- mittapiirustukset
- raudoituspiirustukset
- toteutumatiiedot

Tietomallintaminen tuo projektinjohtamiselle uudet toimintatavat sekä haasteet projektinhallintaan. Yleisten tietomallivaatimusten osassa 11 käydään ne asiat läpi, joita projektin johdon ja tietomallikoordinaattorin tulee huomioida rakennushankkeen läpiviennissä.

3.2 Haasteet ja ongelmat

Urakoitsijan kannalta tärkein vaatimus tietomalleille on niistä saatavien tietojen oikeellisuus. Suunnittelijoilta tulevien tietomallien vajavaiset tiedot rajoittavat tietomallin käytön hyödyn toteutumista. Suunnitelmat eivät saa olla puutteellisia vaan niiden on vastattava tietomallin käyttötarvetta. Lisäksi urakoitsijalle toimitettavien tietomallien tulee myös päivittyä samaan tahtiin kuin suunnittelijoilta saatavien piirustusten. (Kysely 2012.)

Yleisissä tietomallivaatimuksissa on annettu vaatimukset tietomallille rakennustuotannossa. Tuotannon kannalta tietomallissa on oltava rakenteiden mitat, sijainti ja tunnukset oikein. Rakennusosien tyyppitunnukset ovat samat kuin TALO2000-järjestelmässä, ellei muuta ole sovittu. Lisäksi rakennusosat tulee mallintaa oikeilla työkaluilla, esimerkiksi seinä seinätyökalulla. Tietomallien luovuttaminen, mallien käyttöoikeudet sekä urakoitsijaa koskevat tietomallivaatimukset tulee määritellä urakka-asiakirjoissa. (YTV osa 13. 2012, 5-6.)

Rakennusurakoinnissa käytettävät tietomallit ovat urakkasopimuksen teknisiä asiakirjoja. Tietomallit tietomalliselostuksineen yksilöidään vastaavasti kuin muut tekniset asiakirjat sekä niille määritetään keskinäinen pätevyysjärjestys suhteessa muihin asiakirjoihin. Urakoitsijalle tulee toimittaa tietomallit tilaajaa ja suunnittelijaa sitovina. Urakoitsijoille tulee antaa myös tarkastuspöytäkirjat ja tietomalliselostukset, joista selviää tietomallien tarkkuus, laajuus ja valmiusaste. Rakennushankkeen urakamuoto vaikuttaa eri osapuolten tehtäviin ja vastuisiin. (YTV osa 11. 2012, 21.)

Omassa rakennustuotannossa on urakoitsijalla paremmat mahdollisuudet vaikuttaa suunnittelijoilta tulevien tietomallien sisältöön ja laatuun, esimerkiksi ohjeistuksella ja puitesopimuksilla. Liitteessä 4 on mallipohja rakennuttajan tietomallintamissuunnitelmasta (YTV osa 11. 2012, liite 1).

Tietomalliin päivitetään suunnitelman tullut muutos teoriassa vain yhteen kohtaan, mikä nopeuttaa muutoksen päivittymistä esimerkiksi määrälaskentaan ja tietomallista saataviin raportteihin. Rakennusurakoitsijan ongelmana on ohjelmallisen muutoshallinnan puuttuminen. Muutosten hakeminen tietomallista on hankalaa tai muutoksen esille tuominen vaatii käyttäjiltä lisätoimenpiteitä riippuen missä vaiheessa suunnitella muutos tehdään.

Tietomalleja ylläpidetään rakentamisen aikana, jolloin piirustusten tai suunnitelmien muuttuessa tulee toimittaa päivitetty tietomalli sekä tietomalliselostukseen kirjattava tehdyt muutokset. Tarvittaessa muutoksia voidaan visualisoida vertaamalla tietomalliohjelmistossa eri malliversioita ja tulostamalla 3D-näkymät mallista. (YTV osa 13. 2012, 8.)

Vaikka tietomalleja käytetäänkin rakennushankkeen suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, tarvitaan laskennassa sekä toteutusvaiheessa yhä edelleen piirustuksia ja muita suunnitelma-asiakirjoja. Näiden on vastattava tietomallista saatavaa tietoa. Tietomallista tulostettuja piirustuksia voidaan muokata, mutta muutokset eivät saa olla ristiriidassa tietomallin kanssa. (YTV osa 13. 2012, 5.)

Rakennustuotannossa tietomallien hyödyntämisen haasteena on myös osaava henkilöstö. Tietomallien puute aiheuttaa sen, ettei esimerkiksi työmaahenkilöstö saa tarvittavaa kokemusta tietomalliohjelmista ja niistä saatavista hyödyistä. Ennakoivasta koulutuksesta ei ole hyötyä, jos ei pääse heti työskentelemään tietomallien kanssa, koska opit, joita ei pääse soveltamaan käytännössä, unohtuvat nopeasti. Ohjelmistot ovat sen verran monimutkaisia, ettei niitä pysty ilman koulutusta ja ohjeistusta käyttämään. Varsinkin suunnitteluohjelmien vieraskielinen käyttöliittymä ja sanasto nostavat kynnystä ohjelmien itseopiskeluun. (Kysely 2012.)

Eri ohjelmistojen suuren määrän lisäksi ohjelmistojen eri versiot aiheuttavat hankaluutta. Vanhemmilla versioilla ei voi avata uudempia, joten rakennusurakoitsijalla tulee olla aina uusimmat ja vanhatkin versiot käytössä, jotta saa täyden hyödyn tietomalleista. Myös versiopäivitykset aiheuttavat ongelmia. Esimerkiksi ohjelmistovalmistajan uudessa versiossa attribuutteja kuvaavat nimet muuttuvat, jolloin omat raporttipohjat eivät enää toimi uudessa versiossa. (Kysely 2012.)

Eri tietomallinsohjelmistojen välinen IFC-tiedonsiirto ei ole vielä sillä tasolla, että käytettävät tietomallit olisivat täysin luetettavia. IFC-tiedoston tietosisältö ja tiedon laatu riippuu suunnittelijasta ja hänelle annetuista ohjeista ja vaatimuksista. Tiedonsiirron menettelytavoista sovittaessa, on suunnittelijalle myös määriteltävä vastaanotettava ohjelmisto, koska se tulkitsee vastaanottamaansa dataa niillä säännöillä, joita sille on määritelty. Varsinkin määrä- ja kustannuslaskennassa tietomallin tietosisällön pitää olla kunnossa, jotta laskentatulokseen voi luottaa (Kysely 2012).

Tietomallin tarkastus vaatii kokemusta ja moniosaamista sekä rakennus- että tietotekniseltä alalta. Pitää tuntea eri suunnitteluohjelmistot ja niiden tapa tuottaa IFC-malleja, osata lukea tietomallia IFC-kooditasolla, käyttää tarkastusohjelmistoja sekä tulkita visuaalisesti rakennuskohteen 3D-mallia.

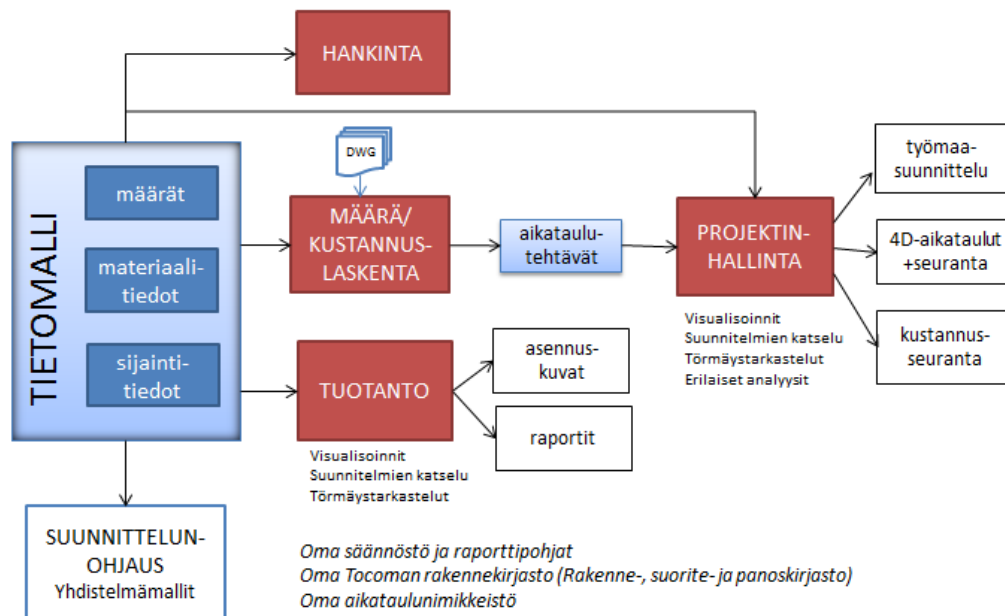
Projektinjohdolta vaaditaan usean eri tietomalliohjelmiston käyttöosaamista, esimerkiksi työmaasuunnittelu tehdään yleensä arkkitehtisuunnitteluohjelmistolla, aikataulut ja kustannusten seuranta projektinhallintaohjelmistolla, törmäys- ja rakennetarastukset niihin suunniteluilla tarkastusohjelmistoilla sekä määrälaskennat joko määrälaskentaan tarkoitetuilla ohjelmistoilla tai suunnitteluohjelmistoilla.

Käytettävien eri tietomalliohjelmistojen määrä eri käyttötarkoituksiin vaatii hyvää ohjeistusta. Rakennusurakoitsijalla on tietomallien käytöstä ohjeet mm. toteutusvaiheeseen, aikataulutiedon ja määrien hallintaan sekä työmaasuunnitelman laadintaan. Lisäksi suunnittelijoille on tehty tietomalliohjeistusta rakennusurakoitsijan tarpeiden näkökulmasta.

4 TIETOMALLIOHJELMISTOT

4.1 Käyttö

Tietomalleja hyödynnetään määrä- ja kustannuslaskennassa, hankinnassa, projektinhallinnassa sekä tuotannossa (kuvio 9).



KUVIO 9. Tietomallin käyttö eri rakentamisvaiheen prosesseissa.

4.2 Ohjelmistot

Tietomallinnuksessa käytettävät ohjelmistot voidaan jaotella seuraavasti:

- suunnitteluohjelmistot
- katseluohjelma
- tarkastus- ja analysointiohjelmat

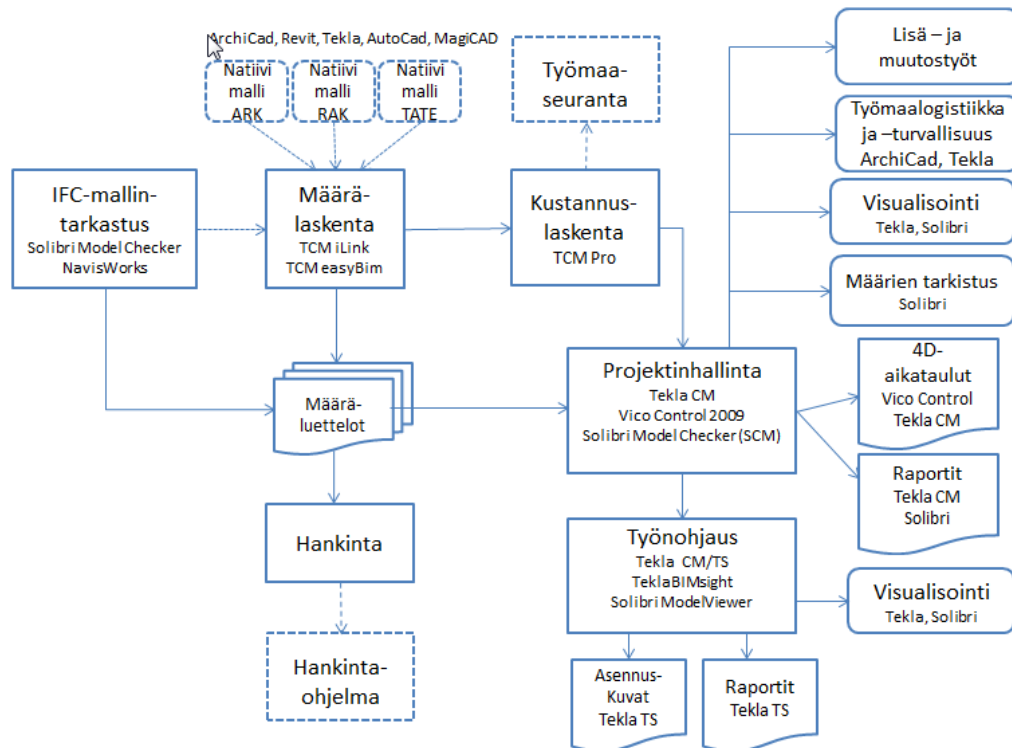
Suunnitteluohjelmistoilla tehdään rakennuskohteen varsinainen arkkitehti- rakenne ja talotekniikkasuunnittelu. Ohjelmistot yleensä sisältävät useita tiedostoja mm. tuote-, luokka-, tyyppikirjastoja. Suunnitteluohjelmistossa tietomallin tiedot ovat lähtökohdaisesti oikein, jos malli on suunniteltu vaatimusten mukaisesti. Mallia voidaan muo-

kata, jos on käytettävissä alkuperäinen ohjelmisto kirjastoineen. (YTV osa 6. 2012, 26.)

Katseluohjelmia on sekä natiivi- että IFC-mallien katseluun. Katseluohjelmalla ei voida tietomallia muokata. Sillä voidaan tarkastella tietomallia visuaalisesti sekä tarkastaa, onko esimerkiksi kaikki tarvittavat rakennusosat mukana ja, onko rakenteet ylipäättään sellaiset kuin niiden pitäisi olla. (YTV osa 6. 2012, 26.)

Tietomallien tarkastamiseen ja analysointiin tarkoitettuja ohjelmistoja käytetään laadunvarmistukseen, törmäystarkasteluun, energiatehokkuuden simulointiin, rakennetarkasteluun jne. Tietomallista ajettava analyysi tuottaa jalostettua tietoa, jota on helppompaa tulkita ja arvioida tiedon laatua ja sen oikeellisuutta (YTV osa 6. 2012, 12).

Käytettävät ohjelmistot vastaavat likimain rakennusurakoitsijan käyttötarpeita (kuvio 10).



KUVIO 10. Käytettävissä olevat ohjelmistot

Käytössä olevien eri tietomalliohjelmistojen määrä on suuri, mutta toistaiseksi markkinoilla ei ole sellaista tietomalliohjelmistoa, joka kattaisi kaikki rakennustuotannon tarpeet. Lisäksi suurin osa nykyisistä ohjelmistoista on tehty suunnittelun tarpeita

ajatellen eikä tuotannonohjaukseen, mihin niitä pääasiassa käytetään rakennusurakoinnissa.

Tietomalli ja siitä saatava hyöty eri rakennusvaiheen prosesseissa pohjautuu tietomalliohjelmistojen käyttöpotentiaaliin, joka vaatii hyvää ohjelmisto-osaamista sekä ohjeistusta.

4.2.1 ArchiCAD

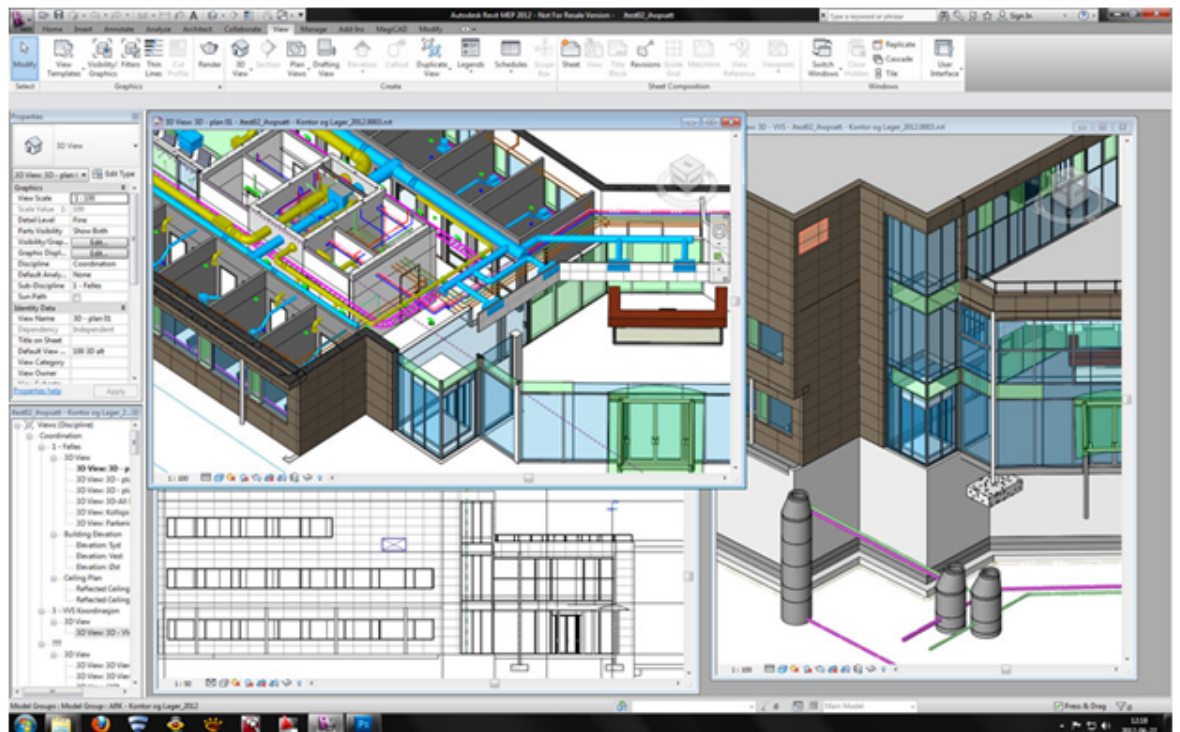
ArchiCAD on arkkitehdin suunnitteluohjelmisto, jolla luodaan kolmiulotteista rakennusmallia. ArchiCadissa malli ja piirustukset sisältyvät samaan tietokantaan. Siihen on saatavissa Tocoman iLink -laajennus, joka analysoi mallin tietosisältöä ja laskee määriä, jotka voidaan siirtää joko Exceliin tai Navisworks-malliin. (M.A.D 2012). ArchiCADiä käytetään määrälaskennassa sekä alue- ja turvallisuussuunnittelussa, johon on saatavilla erilliset objektkirjastot.

4.2.2 BIMx

BIM Explorer (BIMx) on interaktiivinen 3D-työkalu ArchiCAD-tietomallin visuaaliseen tarkasteluun ja havainnollistamiseen videopelimäisesti. Tiedostoja (.exe/.dmg) voidaan katsella myös iPhoneen/iPadiin tai Androidiin asennetulla ilmaisella ohjelmalla. (M.A.D 2012.) Ohjelmaa voidaan hyödyntää omien rakennuskohteiden markkinoinnissa.

4.2.3 MagiCAD

MagiCAD on talotekniikan suunnitteluohjelmisto (kuva 10). MagiCAD-objektit sisältävät kaiken TATE-laskennoissa tarvittavan tuotetiedon: geometrian, täsmälliset mitat ja muut tekniset tiedot kuten ilmavirrat, painehäviö- ja äänitasot. Lisäksi siihen sisältyy laaja tuotetietokanta, josta löytyy tuotteille oikeat mitat ja tarvittava tekninen tuotetieto. (MagiCAD 2012.)



KUVA 10. MagiCad -ohjelma (MagiCAD 2012)

4.2.4 Solibri Model Checker

Solibri Model Checker (SMC) on tietomallien tarkastus- ja analysointiohjelma. Se tukee tietomallien laadunvarmistusprosessia sekä sisältää YTV2012:n mukaisen tarkastustoiminnallisuuden. Lisäksi ohjelma sisältää tietomallien kommentointitoiminnallisuuden eri osapuolien välillä (tilaja-suunnittelija-urakoitsija). (Solibri 2012.)

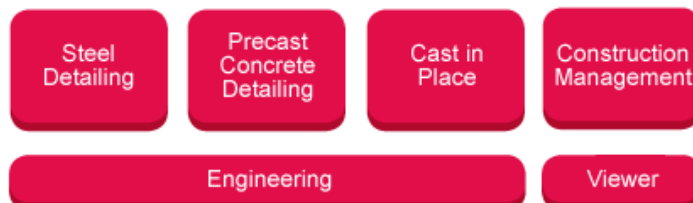
Rakennusurakoitsija käyttää Solibri Model Checker -ohjelmaa määrien ja mallien tarkastamiseen, eri suunnittelijoiden tietomallien yhdistämiseen, törmäystarkasteluun sekä projektien visualisointiin, raportointiin ja tiedon hakuun. Ohjelmaan on luotu omat säännöt ja raporttipohjat.

4.2.5 Solibri Model Viewer

Solibri Model Viewer (kuva 11) on ilmainen ohjelma avointen IFC- ja Solibri Model Checker -tiedostojen visualiseen katseluun ja tarkasteluun (Solibri 2012).

4.2.6 Tekla Structures

Tekla Structures (TS) on suunnitteluohjelmisto, johon on kehitetty tuotannonohjaukseen liittyviä toimintoja. Ohjelmistoa on saatavana rakentamisen toimialoja vastaavissa eri ohjelmistokokoonpanoissa (kuvio 11).



KUVIO 11. Tekla Structures -ohjelmiston eri moduulit

Rakennustuotannossa käytetään pääasiassa Construction Management-, Viewer- ja Precast Concrete Detailing -moduuleja.

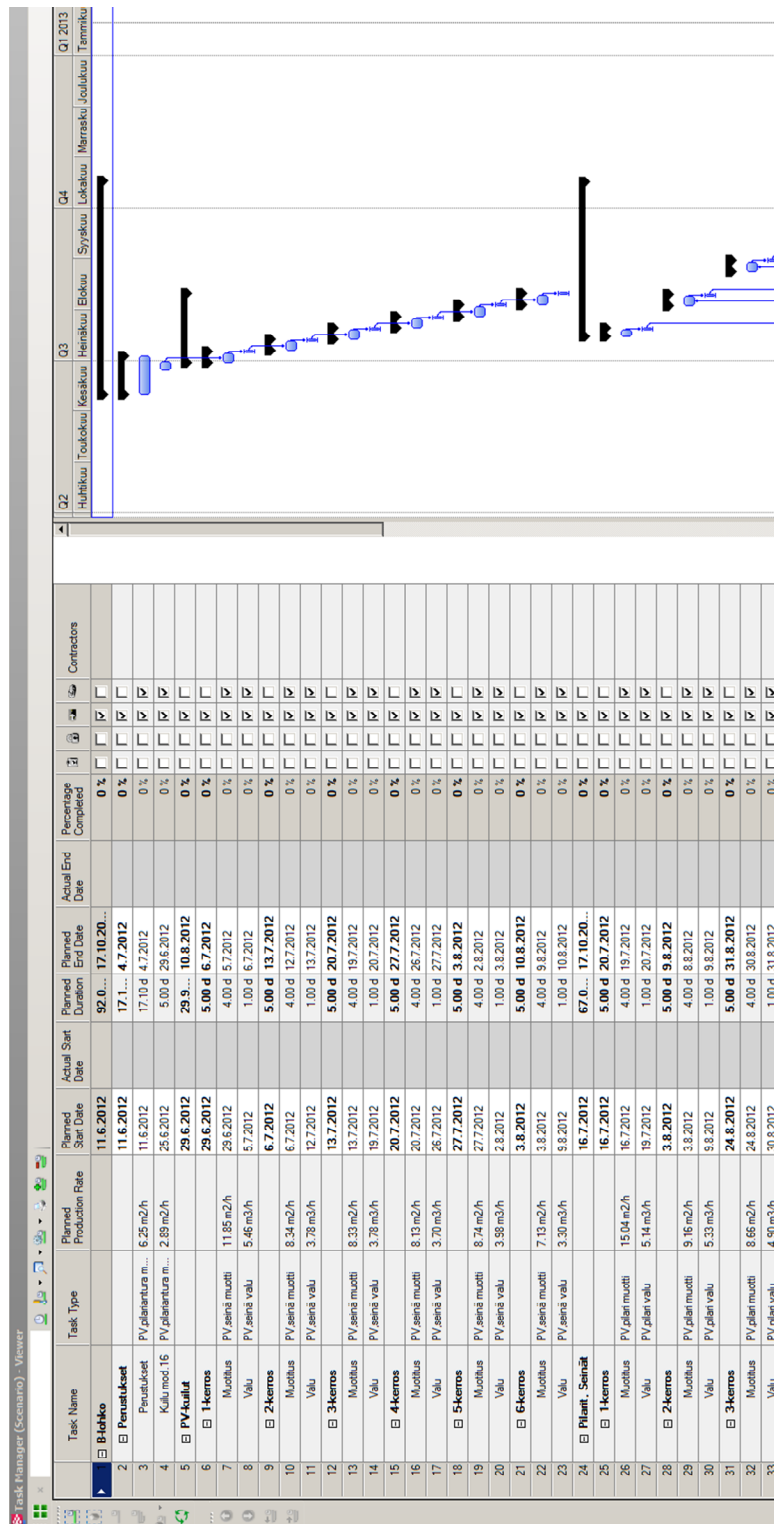
Tekla Structures Construction Management -moduuli

Moduuli sisältää rakennusprojektin hallinta- ja seurantatoiminnot. Ohjelmiston avulla voidaan tarkastella projektitietoja sekä rakenteeseen liittyviä liiketoiminnallisia ja prosessitietoja. Mukautettujen näkymien avulla voidaan luoda ja muuttaa rakennusobjekteihin liittyviä tietoja. Projektihistoria voidaan esittää graafisesti tai tekstimuodossa. Mallinnustoiminnon avulla voidaan tarkastella Tekla -malleja, määrittää asennusjärjestyksen, tarkastella mallin tietoja 4D:ssä, määrittää ja hallita rakennusvaiheen aikatauluja sekä kohdistaa ajastetut tehtävät mallin objekteihin. Tulostustoiminnon avulla voidaan tulostaa piirustuksia ja raportteja sekä luoda omia raportteja kuten kokoonpano-, raudoitus-, osa- ja määräluetteloita. (Tekla 2012.)

Precast Concrete Detailing -moduuli

Moduuli sisältää betonielementtien suunnitteluun ja valmistukseen tarvittavat toiminnot. Sillä voidaan luoda 3D-malleja betonirakenteista, tuottaa malleihin perustuvia tietoja valmistusta ja pystytystä varten, esimerkiksi määrittää asennusjärjestys sekä tarkastella tietoja 4D-aikataulussa. Ohjelmassa voidaan tulostaa mm. elementti-piirustuksia, luoda raudoitus-, kokoonpano ja osaluetteloraportteja. Lisäksi tietoja voidaan jakaa projektiosapuolten kesken. (Tekla 2012.)

Rakennusurakoitsija käyttää TS Viewer -ohjelmistoa mallin katseluun, aikataulujen seurantaan (kuva 13), raportointiin sekä 4D-simulointiin. Ohjelmasta saadaan elementtiasennuksiin ja paikallavalutöihin käytettävää määrätietoa.

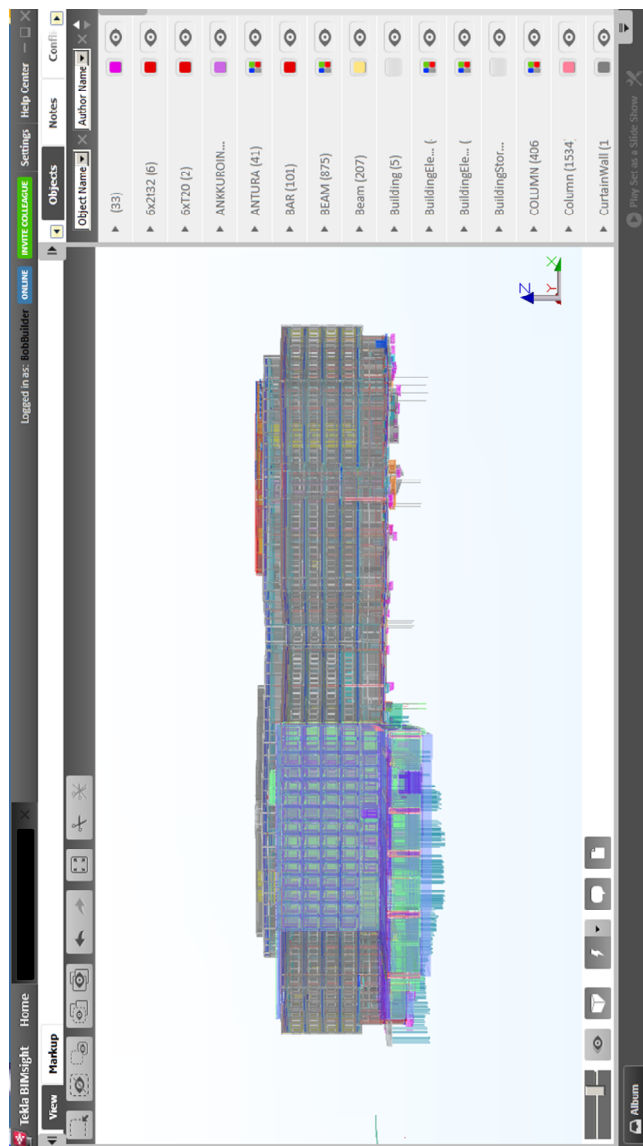


KUVA 13. Aikataulunäkymä TS Viewer -ohjelman Task Managerissa

4.2.7 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight on ilmainen selainpohjainen tietomallien katseluohjelma, jonka avulla voidaan katsella kaikkien rakennushankkeen osapuolten tuottamia malleja, jotka voivat olla IFC-, DGN-, DWG- tai XML-muodossa olevia tiedostoja. Ohjelmiston avulla voi mm. yhdistää mallit ja eri tiedostomuodot, jakaa tietoa projektiryhmän kesken, tehdä törmäystarkastelut, kohdistaa työtehtäviä, tallentaa projektiin näkymiä, hallita muutoksia. (Tekla 2012.)

Tekla BIMsight (kuva 14) on käytössä mm. työmailla ja sitä käytetään tuotannonohjauksen apuna.

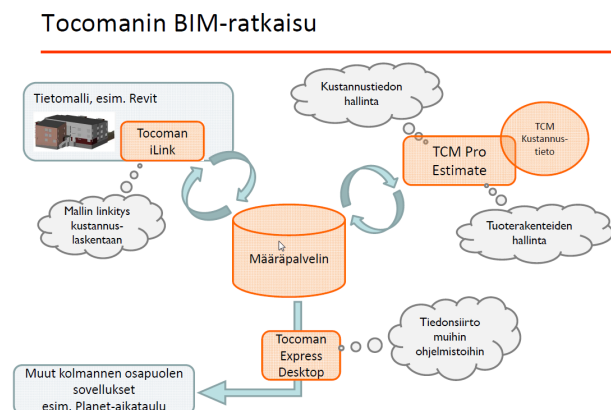


KUVA 14. TeklaBIMsight

4.2.8 Tocoman iLink ja Tocoman Pro

Tocoman iLink on tietomallinnusohjelmien laajennus, joka mahdollistaa mm. määrätiedon tuottamisen tietomalleista. iLink lukee mm. ArchiCAD-, Revit- ja Tekla Structures -ohjelmistoilla tuotettuja IFC-tiedostoja. Lisäksi ohjelmaan voidaan tuoda käsin tai digitoimalla tuotuja määriä. iLink perustuu sääntöpohjaiseen ryhmittelyyn, tuoterakenteisiin ja ryhmien määrien linkittämiseen resepteihin. iLinkin määrätietoja voidaan jatkoehdyntää aikataulutuksessa, hankinnassa ja työmaalla. (Tocoman 2012.)

TCM Pro sisältää kustannuslaskennan työkalut sekä tukee luonnosvaiheen rakennusosalaskentaa ja tilakohtaista määrätiedon hallintaa. Se on laajennettavissa tietomallipohjaiseen määrälaskentaan (iLink) ja laskelmatietojen reaaliaikaiseen siirtoon muihin ohjelmistoihin kuten aikataulutukseen, hankintaan ja kustannusvalvontaan (kuviokuva 12). (Tocoman 2012.)



KUVIO 12. Tocoman iLink ja TCM Pro (Tocoman 2012)

Rakennusurakoitsija käyttää iLink -ohjelmaa määrien tuontiin mallista kustannusarvioon (TCM Pro). Ohjelmaan on rakennusurakoitsijoille luotu omat rakennekirjastot (rakenne, suorite, panos).

Tocoman on julkaissut vuoden 2013 alussa määrälaskentaan tarkoitetun ohjelman (Tocoman EasyBim), jossa on 3D-visualisointi mukana (kuva 15). Tulevaisuudessa se tulee korvaamaan Tocomanin iLinkin (Tocoman 2012).

The screenshot displays the EasyBim software interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'View', and 'Quantity Take-off' tabs. Below this is a toolbar with various icons for actions like 'Connect to Estimate', 'Add Recipe', 'Write Quantities', 'Update Recipes', 'Change Estimate', 'Flag', 'Delete Links', and 'Edit Links'. The main area is divided into three sections:

- Model Browser:** A tree view on the left showing the project structure, including 'General' and 'Groups'.
- Quantity Take-off Table:** A table with columns for 'Object Type', 'Total Count', 'Ungrouped Count', and 'Linked %'. The 'Ribs' row is highlighted in blue.
- Properties Panel:** A panel on the right showing the 'Identification' and 'Construction Type' for the selected object.

The 'Quantity Take-off' table data is as follows:

Object Type	Total Count	Ungrouped Count	Linked %
beam	12	12	0%
column	360	360	0%
door	530	530	0%
Element-Assembly			
ceiling			
ceiling	638	638	0%
Table			
Table	2	2	0%
Ribs	167	167	0%
space	720	720	0%
stair	35	35	0%
'Hall	1726	1726	0%
'Hall (special)	155	155	0%
'Window	78	78	0%

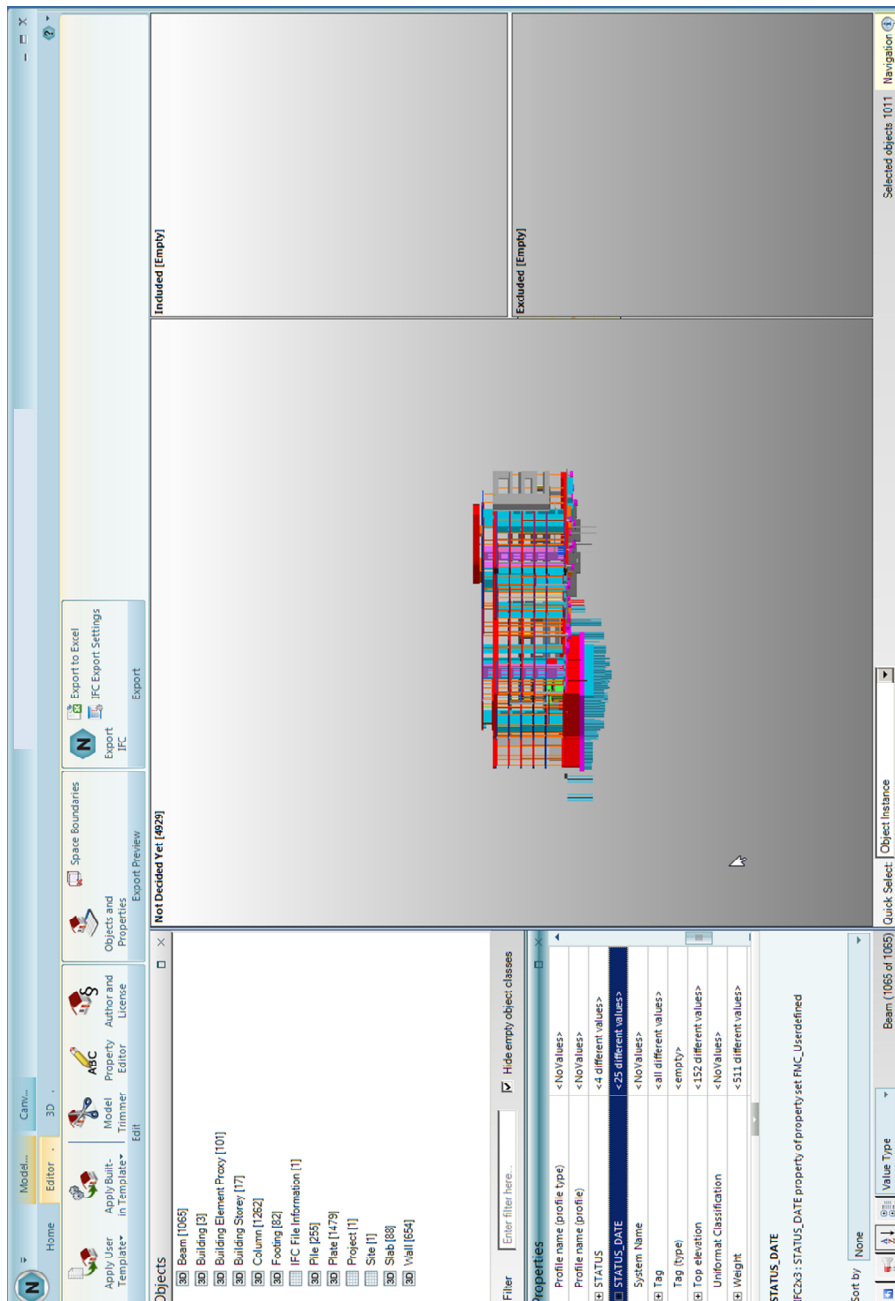
The Properties panel shows the following details for the selected 'Ribs' object:

- Identification:**
 - <1 different values>
 - AK1
 - AK2
 - AP1
 - AP3
 - Hormi 1 ks katosa
 - Hormi 1 ks katosaa 100
 - luisia 1ks
 - ...
- Construction Type:**

KUVA 15. Tocomanin EasyBim

4.2.9 Naviate SimpleBIM

Naviate SimpleBIM on ohjelma, jolla esikatsellaan, editoidaan ja jalostetaan tietomalleja eri käyttötarkoituksiin (kuva 16). Ohjelmassa voidaan tehdä 3D-mallipohjia eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi mallin tai objektien ominaisuuksien vaihtamiseen, tietyn rakenneseosan tarkasteluun jne. Mallipohjilla voidaan tuoda mallista ne osat, joita halutaan viedä IFC-tiedostoon jatkojalostamista varten tai esimerkiksi energia-analyysyjä varten. (Datacubist 2012.)



KUVA 16. SimpleBIM-ohjelma Editor-tilassa

Ohjelman Debugger-toiminnolla voidaan katsella IFC-tiedoston rakennetta ja sisältöä (kuva 17).

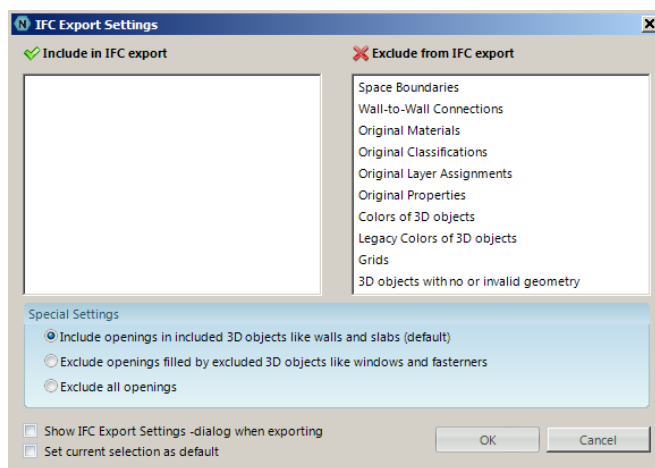
The screenshot displays the IFC Explorer application interface, which is used for viewing and debugging IFC (Industry Foundation Classes) data. The interface is divided into several main sections:

- Top Panel:** Contains a toolbar with icons for Home, Model View, Debugger, and Workspace. Below the toolbar are buttons for 'Model View', 'Workspace', 'Change Canvas', and 'Add Palette'.
- Left Panel (Tree View):** Shows a hierarchical tree of IFC objects. The root is 'IfcBeam', which is expanded to show its properties and relationships. The tree includes:
 - GlobalId: ConcreteBeam
 - Name: ConcreteBeam
 - Object Type: IfcLocalPlacement
 - Representation: IfcProductDefinitionShape
 - Representations: IfcShapeRepresentation
 - Contexts: IfcGeometricRepresentationContext
 - RepresentationType: IfcBeam
 - Items: IfcBooleanClippingResult
 - Operator: IfcBooleanClippingResult
 - FractOperand: IfcBooleanClippingResult
 - SecondOperand: IfcBooleanClippingResult
 - LayerAssignments: IfcPresentationLayerAssignment
 - Assignments: IfcShapeRepresentation
 - Contexts: IfcGeometricRepresentationContext
- Right Panel (Detailed View):** Provides a detailed view of the selected 'IfcGeometricRepresentationContext' object. It shows:
 - ContextType: IfcGeometricRepresentationContext
 - CoordinateSpaceDimension: 3
 - Precision: 1E-05
 - WorldCoordinateSystem: IfcAxis2Placement3D
 - TrueNorth: IfcDirection
 - RepresentationContext: IfcShapeRepresentation
 - RepresentationType: IfcBeam
- Bottom Panel (Object List):** A list of all IFC objects in the model, including:
 - IfcFileInformation [1]
 - IfcApplication [2]
 - IfcAbstractClassProfileDef [1221]
 - IfcAbstractProfileDef [104]
 - IfcAxis2Placement2D [1358]
 - IfcAxis2Placement3D [6048]
 - IfcBeam [10]
 - IfcBooleanClippingResult [127]
 - IfcBuilding [1]
 - IfcBuildingStorey [8]
 - IfcCartesianPoint [2939]
 - IfcCatenaryTransformationOperator [556]
 - IfcCircle [14]
 - IfcCircleProfileDef [25]
 - IfcClosedShell [4700]
 - IfcColumn [98]
 - IfcCompositeCurve [117]
 - IfcConvexBasedUnit [18]
 - IfcCovering [153]
 - IfcDerivedUnit [2]
 - IfcDirection [53]
 - IfcDoor [26]
 - IfcDoorLiningProperties [72]
 - IfcDoorSite [72]
 - IfcExtrudedAreaSolid [232]
 - IfcFace [107324]
 - IfcFaceBound [79]
 - IfcFaceOuterBound [107324]
 - IfcFaceOfBrep [470]
 - IfcGeometricRepresentationContext [1]
 - IfcHalfSpaceSolid [53]
 - IfcLocalPlacement [3168]
 - IfcMaterial [65]
 - IfcMeasureWithUnit [1]
 - IfcOpeningElement [754]
 - IfcOpenShell [20]

KUVA 17. IFC rakennetta

SimpleBIMiin voidaan tuoda tällä hetkellä vain IFC-tiedostomuodossa olevaa tietoa. Ohjelmasta saatava raportti on Excel-raportti, johon viedään joko koko tietomallin sisältö sellaisenaan tai halutunlaisella rakenteella käyttäen hyväksi joko 3D-mallipohjia tai valitsemalla mallista ne osat, jotka halutaan mukaan. Raportin muotoa ei voi itse määrittellä ja tiedon oikeellisuus on itse tarkistettava. Ohjelman käyttö määrälaskennan apuna riippuu tietomallin tasosta: mitä tietoja on otettu IFC-tiedonsiirtoon ja millä suunnittelutasolla natiivimalli on tehty. (Datacubist 2012.)

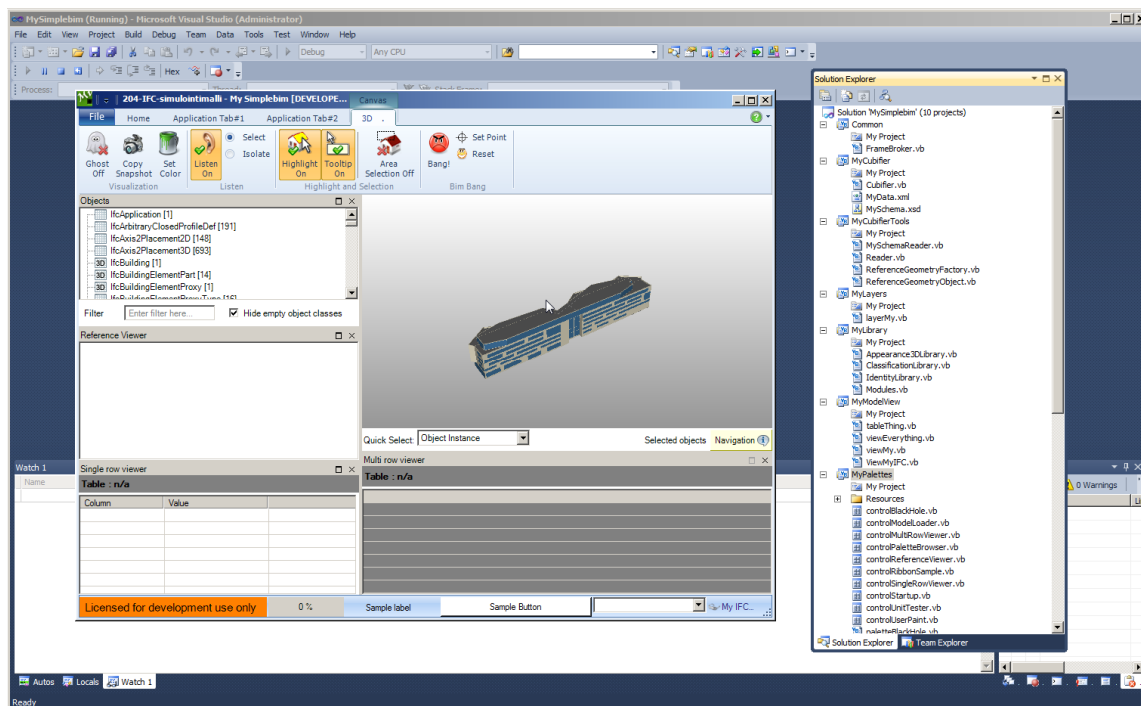
SimpleBIMissä voidaan malli tallentaa omaan tiedostomuotoon (.cube) tai viedä IFC-tallennusmuotoon (kuva 18). (Datacubist 2012.)



KUVA 18. IFC-vienti asetukset

SimpleBIM ei tuota tietoa vaan tietomallin sisältämän tiedon jatkojalostamiseen tarvitaan oma työkalunsa. Ohjelmassa on mukana API simpleBIM -rajapinta (kuva 19), mikä mahdollistaa SimpleBIM-ohjelman jonkin asteisen oman jatkokehityksen. (Datacubist 2012.)

SimpleBIM on täysin 3D-tietomallikäsittelyyn perustuva ohjelmisto. Ohjelmassa saa liitosdetaljin 3D-muodossa, mutta ei 2D. (Datacubist 2012.)



KUVA 19. simpleBim Visual Studio -projektina

4.2.10 Vico Control 2009

Vico Control™ 2009 ohjelmisto on sijaintipohjainen rakennusalan tuotannonohjausjärjestelmä. Standardipaketti sisältää aikataulusuunnittelun tuotannon ohjaukseen ja riskien hallintaan. Lisäominaisuuksina löytyvät tarkennettu suunnittelu ja kustannushallinta. Aikataulut muodostetaan hyödyntäen sijainteja, laskettuja määriä ja työsäavutuksia. Aikataulusuunnittelussa voidaan vertailla eri vaihtoehtoja ja optimoida aikataulua. Valvontatyökaluilla voidaan valvoa ja seurata projektin etenemistä, vertailla toteutunutta suunnitteluihin sekä varautua ongelmatilanteisiin. (Vico Software 2012.)

4.2.11 Vico Office

Vico Office on tuotannon ohjaukseen ja projektin hallintaan tarkoitettu ohjelmisto, joka koostuu eri moduuleista (kuva 20), jotka on yhdistetty samaan tietokantaan (Vico Software 2012).



KUVA 20. Vico Officen moduulit

Vico Office Clientissa luodaan projekti, valitaan projektille 3D-mallitiedot, hallitaan projektiin julkaistujen mallien versioita, tarkastellaan mallia sekä valitaan siihen liittyviä elementtejä (Vico Software 2012).

Vico Takeoff Managerissa voidaan tehdä mallipohjainen määrälaskenta. Siinä voidaan lisätä määrälaskentarivejä, tarkastaa visuaalisesti mallia ja siihen liittyviä määriä sekä tarvittaessa vähentää tai lisää mallin elementtejä käsin tehtävään määrälaskentaan. (Vico Software 2012.)

Vico Cost Planner mahdollistaa integroidun kustannusarvio tekemisen Vico Office -ympäristössä. Määrien lähtötietoina voidaan käyttää sekä käsin syötettyjä että mallipohjaisia määrälaskentarivejä n-tasoisessa kustannusarviossa, joka muistuttaa taulukkolaskentasovellusta. (Vico Software 2012.)

Vico Cost Explorerissa voidaan analysoida kustannussuunnitelma-versioiden muutoksia. Kuvaa graafisesti kustannusten rakenteen ja näyttää värikoodein eri kustannusryhmien tilanteen. (Vico Software 2012.)

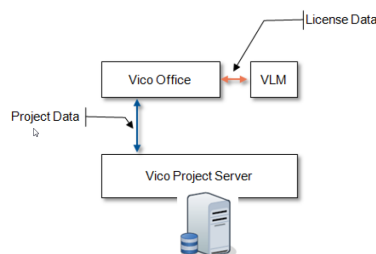
Vico Constructability Manageria käyttäen voidaan julkaistuille malleille tehdä rakennettavuusanalyysi, joka voidaan julkaista raporttieditorilla rakennettavuusraporttiin, joka sisällytetään kaikki löydetyt rakennettavuusongelmat. Voidaan myös tehdä mallien törmäystarkastelut. (Vico Software 2012.)

Vico LBS Manager sisältää työkalut projektin sijaintijaon luomiseen Vico Office -projektissa. Sijaintijako voi sisältää kerroksia (vaakajakoja) ja vyöhykkeitä (pystyjakoja) vapaina yhdistelminä. Eivät linkity 3D-malleissa tehtyihin sijainteihin, mikä mahdollistaa saman sijaintijaon käyttämisen kaikille tuoduille mallitiedolle. (Vico Software 2012.)

Vico Schedule Planner linkittää Vico Officessa olevat sijaintipohjaiset määrät ja kustannukset aikatauluun. Vico Schedule Plannerilla yhdistetään määrälaskentatieto Vico Takeoff Managerista panostietoon Vico Cost Plannerista ja sijainteihin Vico LBS Managerista. Aikataulut ovat määrä-, resurssi- ja sijaintipohjaisia ja ne voidaan suunnitella jatkuviksi ja toteutuskelpoisiksi paikka-aikakaavion avulla. (Vico Software 2012.)

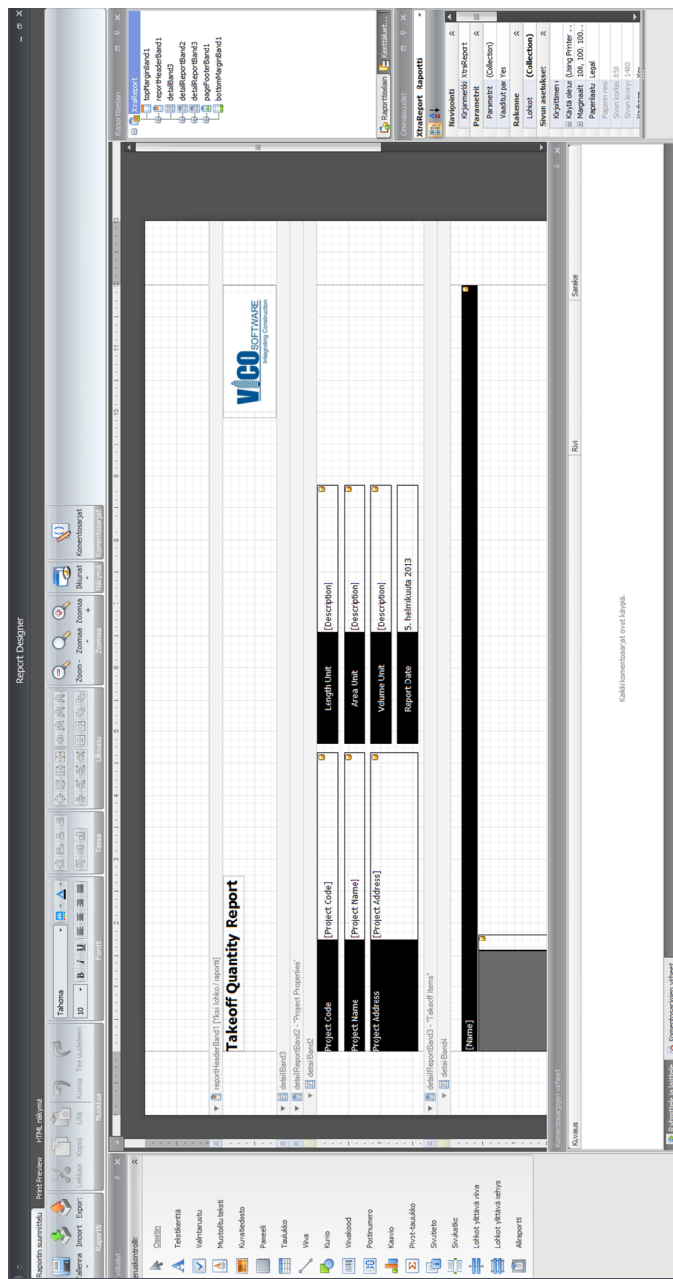
4D Manager antaa käyttäjän määrittellä 4D-simulaatioita yhdistämällä aikataulu-, kustannus- ja mallitiedon Takeoff Managerista, Cost Plannerista ja Schedule Plannerista (Vico Software 2012).

Vico Office koostuu kolmesta komponentista (kuvio 13) Vico Office, Vico Project Server ja Vico License Manager (VLM) (Vico Software 2012).



KUVIO 13. Vico Officen komponentit (Vico Software 2012)

Kuvassa 22 on Vico Officen Report Designer - raporttityökalu, jolla voidaan luoda omia tai muokata valmiita raporttipohjia.



KUVA 22. Vico Officeen Report Designer

Vico Office tarjoaa projekinhallintaan tietomallin eri versioilla tehtyjen mallien vertailun.

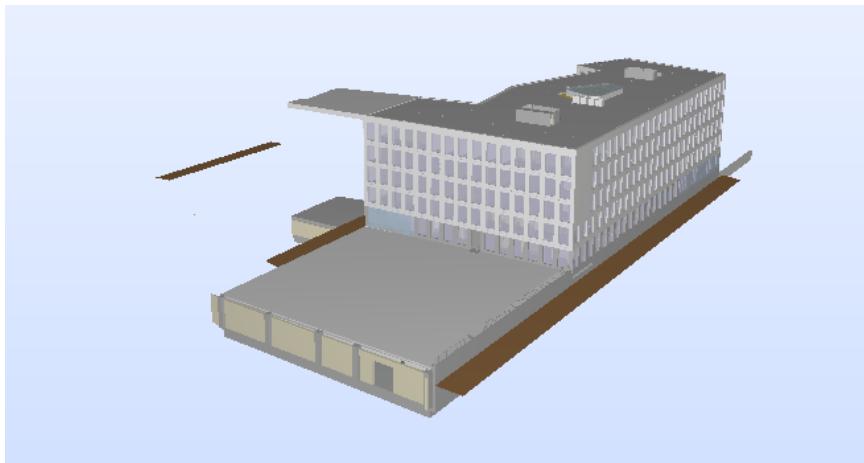
ArchiCAD-, Revit-, Tekla-, AutoCAD MEP- ja AutoCAD-ohjelmistoihin on mahdollista saada laajennusosa tietojen viemiseksi suoraan Vico Officeen (Vico Software 2012).

4.3 Esimerkkimalli 3D-mallina eri ohjelmistoissa

IFC-tietomallin tietojen luotettavuus perustuu siihen, että natiivimalli on tehty vaatimusten mukaan sekä IFC-tiedonsiirtoon on otettu mukaan vaatimusten mukaiset tiedot ottaen huomioon vastaanottava ohjelmisto sekä tietomallin käyttötarkoitus.

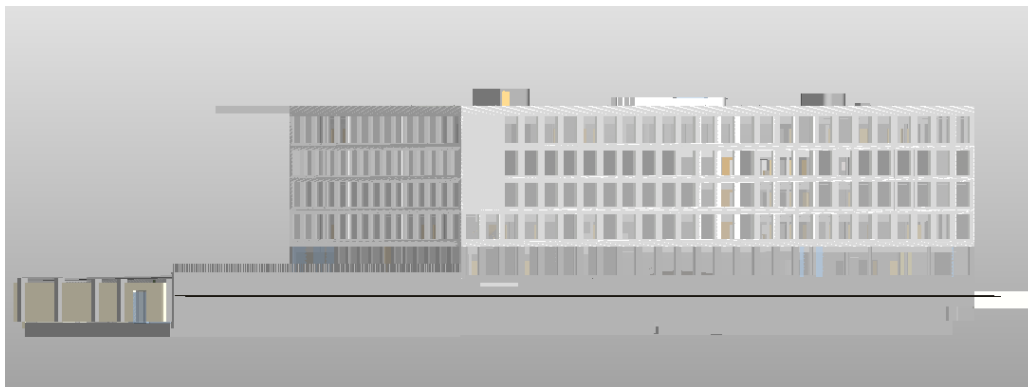
Testauksessa verrattiin samaa arkkitehtimallia IFC-mallina eri tietomalliohjelmissä. Vertailussa voidaan huomata, että tietomallin tarkastamiseen tarkoitettujen ohjelmistot tulkaavat paremmin IFC-tiedoston sisällön.

Solibri (kuva 23):



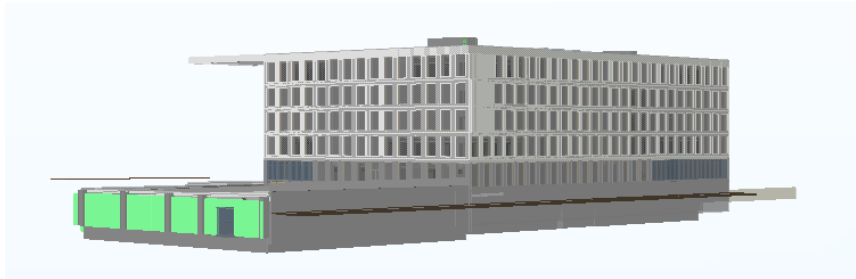
KUVA 23. 3D-näkymä Solibrissa

simpleBIM (kuva 24):



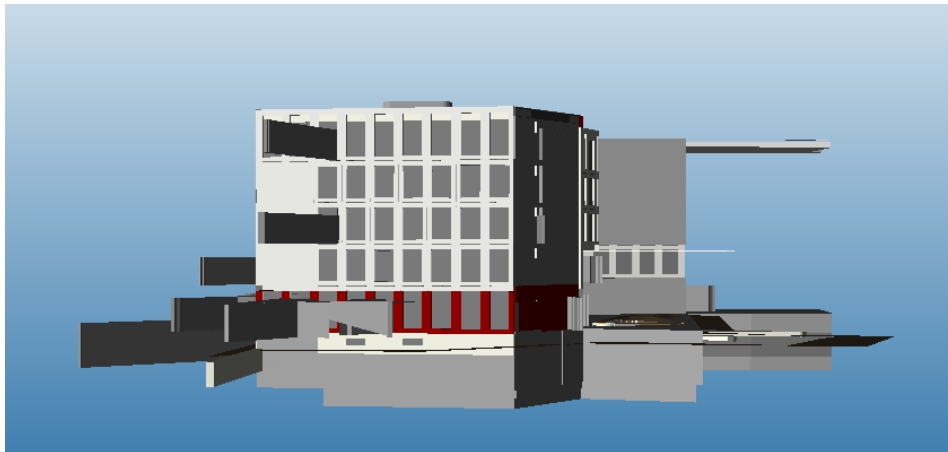
KUVA 24. 3D-näkymä simpleBIM-ohjelmassa

Tekla BIMsight (kuva 25):



KUVA 25. 3D-näkymä Teklan BIMsight-ohjelmassa

Vico Office (kuva 26):



KUVA 26. 3D-näkymä Vico Office -ohjelmassa

5 RAPORTOINNILLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

5.1 Yleiset vaatimukset raportoinnille

Yleiset vaatimukset raportoinnille perustuvat tietomallien parissa työskenteleville henkilöille tehtyyn kyselyyn, jossa haettiin raportoinnin tämän hetken ongelmia ja puutteita.

Yleisiksi vaatimuksiksi raportoinnille asetettiin

- Erillinen raporttimallipohjaohjeistus, jossa on lueteltu mitä raportteja on saatavilla mistäkin käytössä olevasta tietomalliohjelmasta sekä raportin käyttötarkoitus.
- Ohjeistus niihin raportteihin, joita voi muokata omaan käyttöön. Raporttityökalun kentistä ja niiden tietosisällöstä on oltava selitys sekä englanniksi että suomeksi.
- Jos raportoinnin pohjana käytetään IFC -tiedostoa, on oltava ohjeistus, jossa on kerrottu, mitä tietoa IFC -tiedoston pitää sisältää, jotta raporttien tietosisältö tulostuu oikein.
- Laskennan määräraportit on tulostettava, jos mahdollista suunnitteluohjelmistojen natiivimallista, joista saatava tieto on luotettavampaa.
- Raportointiohjelmistoa on helppo käyttää ja siitä saatava tieto on jatkojalostettavissa muihin ohjelmistoihin.

5.2 Raportoinnin vaatimukset tietomallille

Tietomallin sisällön vaatimukset riippuvat rakennushankkeen vaiheesta sekä tietomallin käyttötarkoituksesta. Yleisissä tietomallivaatimuksissa (YTV 2012) on annettu vaatimuksia ja ohjeita eri suunnittelijoiden tuottamille tietomalleille.

Käyttäjille tehdyn kyselyn perusteella nousi yhdeksi ongelmaksi tietomallista saatavien tietojen luotettavuus: suunnitelmat ovat joko puutteellisia tai suunnittelijoilta tulee pelkkä 3D-malli. Tietomallista saatavien raporttien tietojen taso riippuu täysin suunnittelijalta saatavan tietomallin sisällöstä.

Jotta tietomallista saatava hyöty konkretisoituu tuotantovaiheessa, tulee raportointia varten olla tietomallissa mallinnettu

- sijainti ja geometria
- rakennetyypit määritelty ja oikein nimetty
- rakennusosat mallinnettu oikeilla työkaluilla
- tuoteosat mallinnettu määrätietojen saamiseksi tuotetyypeittäin
- rakennusosissa attribuuttitietoina tarvittavat tiedot käyttötarkoituksen mukaan.

Jokaisessa IFC-tiedonsiirrossa suunnittelijan on varmistettava, että siirrettävään tietomalliin tulee YTV:n mukaiset tiedot käytettävän tietomallin käyttöperusteen mukaan. Esimerkiksi TATE-suunnittelijalta tulevaan IFC-tietomalliin pitää MagicADin IFC-viennissä ottaa mukaan vähintään System, Name, Layer, Size ja Length-tiedot.

5.3 Raportointiohjelmistojen vertailu

Raportointityökalun hakemisessa työmaan käyttöön on vertailtu eri tietomalliohjelmistoja. Vertailussa ovat mukana pääasiassa IFC-malleja tukevat ohjelmistot, jotka ovat rakennusurakoitsijalla joko käytössä tai testauksessa olevia. Ohjelmistot ovat käyttötarkoitukseltaan erilaisia, mutta raportoinnin osalta on haettu ohjelmistoa, jota voisi hyödyntää myös muuhun tarkoitukseen.

Lisäksi yhtenä vaihtoehtona on mietitty raportointiin räätälöityä omaa sovellusta ja erillistä raporttitietokantaa, jonka data olisi käytettävissä rakennustuotannon eri vaiheissa ja prosesseissa. Tätä vaihtoehtoa ei ole otettu vertailutaulukkoon mukaan, koska räätälöidyssä ohjelmistossa ominaisuudet on toteutettu annetuista vaatimuksista.

Raportoinnille on annettu valintakriteerejä ja niille ominaisuuksia, joiden perusteella voidaan arvioida ohjelmiston sopivuutta työmaakäyttöön:

- Ohjelmassa on valmiita raporttipohjia, jotka ovat hyödynnettävissä myös työmaakäytössä
 - valmiita raporttipohjia voi muokata oman käyttötarpeen mukaan
 - muokkauksen helppous

- Ohjelma mahdollistaa omien raporttipohjien tekemisen
 - onko ohjeistusta saatavilla raporttien tekemiseen
- Ohjelman parametritietojen käyttö
 - ohjelmaan voi syöttää valmiita parametritietoja kuten asennusaikoja
 - ohjelmaan voi lisätä omia parametritietoja
- Raportin tulostusformaatit
- Samoja tietoja voidaan käyttää myös laskennassa ja hankinnassa
- Ohjelman käytön helppous:
 - vaatii koulutusta
 - valmis ohjeistus on olemassa
 - yrityskohtainen ohjeistus on jo olemassa
- Ohjelman lisenssityyppi
 - lisenssi: verkko/konekohtainen
- Tietojen tuontiformaatit
- Tietojen tallennusformaatit
- Ohjelmaversioiden päivitettävyyys
- Ohjelman käyttöliittymän kieli

Vertailun tulos on esitetty taulukkomuodossa, jossa on käytetty seuraavia värikoodeja:

- punainen: ohjelma ei täytä ko. valintakriteerin ominaisuutta
- keltainen: valintakriteerin ominaisuuden saaminen on mahdollinen
- vihreä: ohjelma täyttää valintakriteerin ominaisuuden

5.3.1 Solibri Model Checker (SMC)

Solibri Model Checker on yleisesti käytetty tietomallien tarkastusohjelma. Sitä voidaan käyttää myös määrien tarkistamiseen Informaation talteenotto-toimintoa käyttäen (kuva 27).

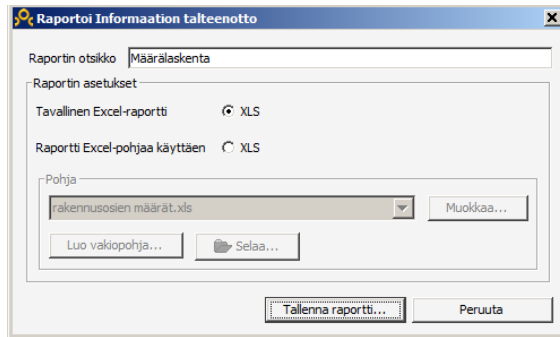
The screenshot displays the Solibri Model Checker interface. The main window shows a 3D perspective view of a building model. Below the model, there is a detailed data table with the following columns: Rakennusosa, Typpi, Pinta-ala (netto), Pinta-ala, Pituus, Tilavuus, Lukumäärä, and Väri. The table lists various architectural elements such as doors, windows, and panels, along with their respective dimensions and counts.

Rakennusosa	Tyyppi	Pinta-ala (netto)	Pinta-ala	Pituus	Tilavuus	Lukumäärä	Väri
1221 Aluopilaat	AP1	1 056,59 m ²	132,20 m ²		369,81 m ³	1	
1221 Aluopilaat	AP8				59,94 m ³	1	
1233 Pliint	HEA.160		22,30 m		10,11	5	
1233 Pliint	Pr.10		16,04 m		6,00	5	
1233 Pliint	Pr.150		134,30 m		9,34 m ³	37	
1233 Pliint	Pr.150x150		28,32 m		63,71	10	
1233 Pliint	Pr.200		237,85 m		29,40 m ³	71	
1233 Pliint	Pr.200 poimask1		4,58 m		64,11	1	
1233 Pliint	Pr.250		589,00 m		113,16 m ³	151	
1233 Pliint	Pr.300		28,155 m		72,7 m ³	64	
1233 Pliint	Pr.300x300		3,04 m		2,74	1	
1233 Pliint	UP		70,90 m		19,11	15	
1234 Pliint	SUORAKAIDE200		11,84 m		90	2	
1234 Pliint	SUORAKAIDE250		56,15 m		539	6	
1234 Pliint	SUORAKAIDE300		28,97 m		40,11	4	
1235 Valpoijut	VP_LR	11 136,34 m ²			1 113,63 m ³	4	
1235 Valpoijut	VP_LR	10 476,34 m ²			1 571,46 m ³	4	
1235 Valpoijut	VP_Lajala	10,37 m ²			2,07 m ³	1	
1235 Valpoijut	VP2_FR	404,13 m ²			60,62 m ³	15	
1235 Valpoijut	VP4	869,51 m ²			330,42 m ³	1	
1235 Valpoijut	VP4 (4.3)	1 618,01 m ²			614,84 m ³	1	
1235 Valpoijut	VP4 (4.3.6)	307,00 m ²			208,76 m ³	1	
1235 Valpoijut	VP6	1 884,81 m ²			1 225,13 m ³	10	
1235 Valpoijut	VP6	122,06 m ²			122,06 m ³	1	

KUVA 27. Arkkitehtimallista lasketut määrät.


Ennen määrien laskentaa on tehtävä tietomallin toimituksen tarkastus, johon on osattava valita oikeat säännöt sekä luokittelut (voi tehdä oma rooli käyttäjälle - helpot-

taa toimintaa), jotta määrätiedot olisivat mahdollisemman luotettavat. Ohjelmassa voidaan tehdä myös eri suunnittelualojen tietomalleille omia määräluetteloja. Mallin määrät voidaan tallentaa exceliin joko sellaisenaan tai voidaan valita valmis raporttipohja (kuva 28).



KUVA 28. Tulostusvalinta-näyttö Solibrissa.

Myös omien raporttipohjien luonti on mahdollista (kuva 29).

A	B	C	D	E	F	G
		<REPORT_TITLE>				
Mallin nimi	<FILE_NAME>					
Tarkastaja	<USER_NAME>					
Organisaatio	<USER_ORGANIZATION>					
Aika	<CURRENT_TIME>					
<MODEL_NAME>	Pvm: <MODEL_TIME> Sovellus: <MODEL_APPLICATION> <MODEL_TYPE>					
<EXPECTED_RULE_SETS>						
Rakennusosa	Tyyppi	ta-ala (nel)	Pituus	Tilavuus	lukumäär	Väri
<Rakennusosa>	<Tyyppi>	<Pinta-ala>	<Pituus>	<Tilavuus>	<Lukumäi>	<Väri>

KUVA 29. Muokattava mallipohja Solibrissa.

Raporttipohjassa voidaan muokata otsikkotietoja tai ottaa valmiita sarakkeita pois. Excelissä laskentaa varten voidaan lisätä omiin sarakkeisiin laskentakaavoja.

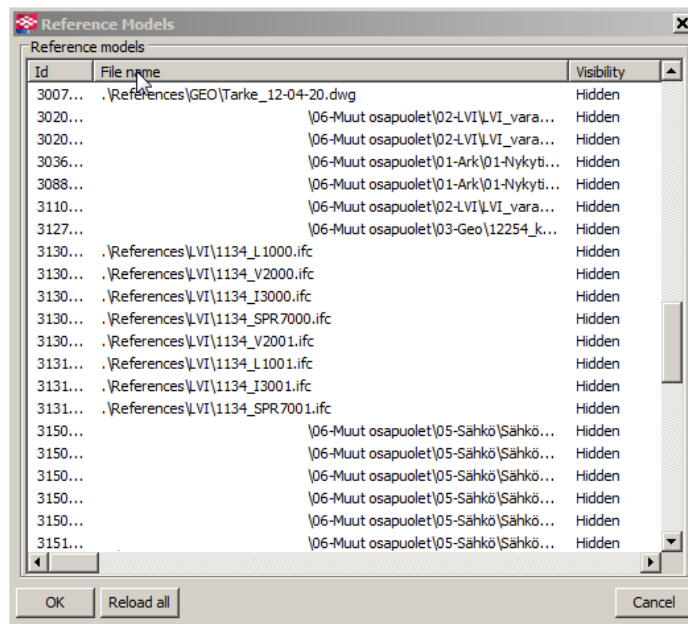
SMC:llä tehdyt tarkastelutulokset, tarkastusraportit sekä määrälaskennat voidaan katsoa Solibrin Model Viewerillä, joka on ilmainen ohjelma. Se on kuten SCM, mutta siitä puuttuu tarkastelu- ja raporttien ajo-ominaisuudet.

SCM:ssä voidaan malli tallentaa vain Solibrin omaan tiedostomuotoon (.smc).

SCM on monipuolinen ohjelma, joka vaatii koulutusta, jotta ohjelman kaikki ominaisuudet saadaan hyötykäyttöön. Ohjelman oma ohjeistus ja koulutusvideot ovat englanniksi, mutta suomeksi löytyy yrityskohtainen ohjeistus- ja koulutusmateriaali. Ohjelman käyttökielenä ovat suomi, englanti ja japani. Suomi ympäristö sisältää Suomen YTV 2012 -pohjaiset tarkistusraporttipohjat ja tarkistussäännöt.

5.3.2 Tekla Structures (TS)

Teklan TS-ohjelmistoa voidaan käyttää myös raporttien tulostamiseen. Se ei lue suoraan IFC-formaatissa olevaa tiedostoa vaan Teklan mallin päälle voidaan hakea IFC-malleja (kuva 30).



KUVA 30. Reference Models näytölle ladattuja IFC-tiedostoja

TS:ään on rakennettu Teklan omien raporttipohjien lisäksi rakennusurakoitsijan omia raporttipohjia. Ohjelmistosta voidaan tulostaa raportteja joko raporttinäytölle (kuva 31) tai Exceliin (kuva 32).

List Report

```

1 PALKKI ELD1*1*720 KIVI TOS = +0.512 SLOPED
1 PALKKI 800*400 Concrete_U TOS = +3.200 HORIZONTAL
1 PALKKI 1150*1050 Concrete_U TOS = +3.200 HORIZONTAL
2 PALKKI ELD1*1*720 KIVI TOS = +1.050 SLOPED
2 PALKKI ELD1*1*850 KIVI TOS = +1.071 SLOPED
2 PALKKI ELD1*1*600 KIVI TOS = +1.950 SLOPED
2 PALKKI ELD1*1*720 KIVI TOS = +1.950 SLOPED
3 PALKKI ELD1*1*720 KIVI TOS = +0.550 SLOPED
4 PALKKI ELD1*1*600 KIVI TOS = +0.500 SLOPED
1 PALKKI 300X250 Concrete_U TOS = +24.050 HORIZONTAL
-----
TOTAL NUMBER OF BEAMS 19
-----
1 COLUMN 300*300 Concrete_U START LVL =2800 TOP LVL =5990.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =269 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =314 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 800*800 Concrete_U START LVL =404 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 800*800 Concrete_U START LVL =580 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 800*800 Concrete_U START LVL =700 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =863 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =972 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =993 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =1190 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*955 Concrete_U START LVL =1363 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*800 Concrete_U START LVL =1664 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 955*955 Concrete_U START LVL =1670 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 800*800 Concrete_U START LVL =1774 TOP LVL =2600.00
1 PERUSPILAR 800*800 Concrete_U START LVL =1850 TOP LVL =2800.00
2 PERUSPILAR 800*800 Concrete_U START LVL =2300 TOP LVL =2950.00
-----
TOTAL NUMBER OF COLUMNS 17

```

OK

KUVA 31. Malliraportti T_Tarkistuslista_osien_attriuteille.xsr

PartPos	Profile	No.	Material	Length (mm)	Net Area(m ²) for one	Net Area(m ²) for all	Net Weight(kg) for one	Net Weight(kg) for all
1	PD800*10	3	ZeroWei	1900	4.80	14.39	0.00	0.00
2	G50*10	36	S235JR	0	0.00	0.00	0.00	0.00
C/1	CFCHS508X12	1	S355J2H	11480	18.32	18.32	1753.52	1746.34
C/2	CFCHS508X12	1	S355J2H	16620	26.53	26.53	2538.63	2527.21
C/3	CFCHS508X12	1	S355J2H	8720	13.92	13.92	1331.94	1325.46
C/4	CFCHS508X12	1	S355J2H	9140	14.59	14.59	1396.09	1390.34
C/5	CFCHS508X12	1	S355J2H	10150	16.20	16.20	1550.36	1543.98
C/6	CFCHS508X12	1	S355J2H	9979	15.93	15.93	1524.25	1517.96
15	Concrete P50*100*5	158	S355J2H	395	0.12	19.66	4.34	685.89
16	Concrete 4000*3000	1	ZeroWei	400	29.60	29.60	0.00	0.00
17	Concrete 5*2600	1	ZeroWei	11000	57.34	57.34	0.00	0.00
18	Concrete 5*2600	3	ZeroWei	8100	42.23	126.68	0.00	0.00
19	Concrete 5*2600	1	ZeroWei	18625	97.06	97.06	0.00	0.00
20	Concrete 5*2600	1	ZeroWei	8498	44.30	44.30	0.00	0.00
21	Concrete 5*2600	1	ZeroWei	8475	44.18	44.18	0.00	0.00
22	Concrete 5*3000	2	ZeroWei	9700	58.33	116.65	0.00	0.00
23	Concrete 5*2600	1	ZeroWei	8200	42.75	42.75	0.00	0.00
24	Concrete 5*2700	2	ZeroWei	13225	71.57	143.15	0.00	0.00
25	Concrete 5*2700	1	ZeroWei	11000	59.54	59.54	0.00	0.00
26	Concrete 5*2700	2	ZeroWei	8100	43.85	87.70	0.00	0.00
27	Concrete 5*2700	1	ZeroWei	18625	100.79	100.79	0.00	0.00
28	Concrete 5*3015	1	ZeroWei	8200	49.56	49.56	0.00	0.00
29	Concrete 5*2725	1	ZeroWei	6750	36.88	36.88	0.00	0.00
30	Concrete 300*300	1	Concret	250	0.48	0.48	56.25	56.25
31	Concrete 300*2269	1	Concret	2650	14.39	14.39	4287.82	4287.82
32	Concrete RCDX10*50-50	11	ZeroWei	35000	7.00	77.02	0.00	0.00
33	Concrete RCDX10*50-50	1	ZeroWei	39000	7.80	7.80	0.00	0.00
34	Concrete 120*2360	1	Concret	3360	17.23	17.23	2378.88	2378.88
35	Concrete RCDX10*50-50	1	ZeroWei	28500	5.70	5.70	0.00	0.00
36	Concrete RCDX10*50-50	12	ZeroWei	1400	0.28	3.38	0.00	0.00
37	Concrete RCDX10*50-50	4	ZeroWei	2000	0.40	1.61	0.00	0.00
38	Concrete 300*1990	2	Concret	5325	20.67	41.34	6104.82	12209.64
39	Concrete 5*26067	1	ZeroWei	84211	1420.81	1420.81	0.00	0.00
40	Concrete 5*38741	1	ZeroWei	56967	630.52	630.52	0.00	0.00

Project Number: [redacted]
Project [redacted]
Date [redacted]

P_Part_list(EXCEL)

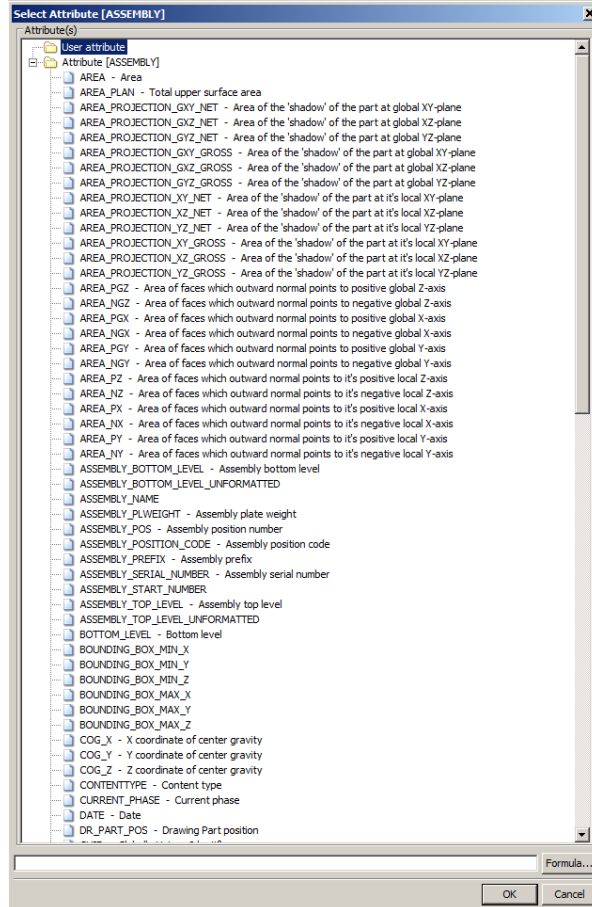
KUVA 32. Malliraportti P_Part_list(EXCEL).xls

Omien raporttipohjien tekemiseen on oma raporttityökalu Template Editor (kuva 33).



KUVA 33. Tekla Template Editor

Editorin käyttö on helppo, mutta raporttia tehdessä on tiedettävä, mitä tietoa missäkin attribuutissa on. Kuvassa 34 on esimerkkinä Editorin ASSEMBLY-attribuuttilista.



KUVA 34. Attribuuttalista

Valmiita Excel-pohjaisia raporttipohjia voidaan myös muokata. Tekla on julkaissut suomenkieliset hyvät ohjeet raporttien tekemiseen ja muokkaamiseen.

TS:n eräänä ongelmana on raporttipohjien lukuisa määrä, joista on vaikea löytää käyttötarkoitukseen tarvittava raportti. Lisäksi versiopäivityksissä saattaa raporttien tietosisältö muuttua, esimerkiksi raportteihin linkitettyjen kuvien sijaintipolku tai UDA-attribuuttien nimet. Teklan TS:ää voidaan työmaalla raportoinnin lisäksi käyttää myös 4D-aikataulutukseen sekä asennuskuvien tulostamiseen.

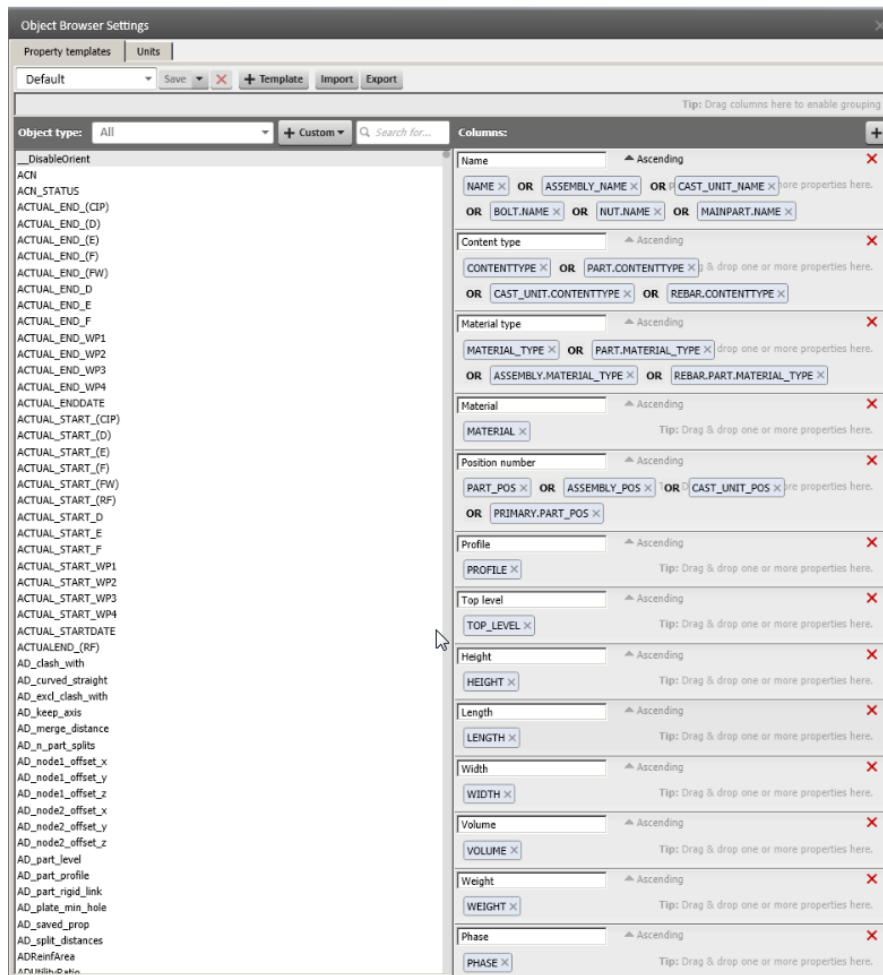
Tekla on julkaissut betaversioon TS 19.0, jossa on uusi tapa tehdä raportteja käyttäen Object Browser- ja Model Organizer -toimintoja yhdessä (kuva 35) ja se tulee korvaamaan Template Editorin käytön.

Tip: Drag columns here to enable grouping.

Name	Content type	Material type	Material	Position number	Profile	Top level	Height / mm	Length / mm	Width / mm	Volume / m ³	Weight / t
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un HK/101(?)			+9.050	5800	8350	2810	29,7	74,332
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK/101			+9.050	5800	6650	3500	25,6	63,984
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK/201			+12.850	3800	6650	3500	16,6	41,415
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK/201			+16.650	3800	6650	3500	16,6	41,452
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK/401			+20.450	3800	6650	3500	16,6	41,452
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK/401			+24.250	3900	6650	3500	17,0	42,552
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK/601			+28.050	4010	6828	2850	7,0	17,952
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK-V/8			+28.260	4010	2810	300	3,4	8,451
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK-V/17			+24.050	3600	2810	300	3,0	7,582
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK-V/12			+20.150	3500	2810	300	3,0	7,374
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK-V/8			+8.750	5500	2810	400	6,2	15,528
JAYKISTÄI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un PK-V/12			+16.250	3500	2810	300	3,0	7,374
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/310			+20.450	600	1974	400	0,5	1,172
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/310			+16.650	600	1974	400	0,5	1,172
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/388			+12.850	600	1950	400	0,4	1,102
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/387			+9.050	600	1945	400	0,4	1,092
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/369			+24.050	400	1974	400	0,3	0,782
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/369			+23.650	3200	1974	400	2,5	6,252
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/369			+19.850	3200	1974	400	2,5	6,252
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/369			+16.650	3200	1974	400	2,5	6,252
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/362			+12.250	3200	1945	400	2,3	5,864
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/364			+28.060	3710	433	400	0,6	1,531
KANTAVAS, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/301			+8.450	6150	1945	400	3,7	9,222
KULLINSEI, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	Concrete_Un HK/901(?)			+3.220	4900	8550	3010	24,5	61,286
SEINÄ, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/601			+28.260	4010	2600	300	3,1	7,812
SEINÄ, CAST_UNIT	CONCRETE	CONCRETE	C35/45 PK-V/501			+24.050	3600	2600	300	2,8	7,002
Total											

KUVA 35. Object Browserin taulukossa Model Organizerissa valitut seinät

Object Browserin Setting-osiassa (kuva 36) muodostetaan raporttipohja, jonka voi tulostaa Exceliin.



KUVA 36. Raporttipohjamalli

Object browserin avulla raporttien tekeminen on helpompaa kuin Template Editorin kanssa. Käytettävyys paranisi, jos Tekla vielä kehittäisi Model Organizer-toimintoa helpommaksi, esimerkiksi 3D-mallista valitsemisen korvaaminen listavalinnalla.

Käyttöliittymän kieli on englanti, mikä saattaa nostaa kynnystä ohjelman käytölle.

5.3.3 Naviate SimpleBIM

Naviate SimpleBIM ei ole varsinaisesti raportointiin tarkoitettu ohjelma. Siihen on sisällytetty kuitenkin tietomallin sisällön vienti Excelliin (kuva 37), jota voidaan käyttää määrien tarkistamiseen (kuva 38). Raporttiin voidaan ottaa mukaan tietomallista tietoa halutunlaisella rakenteella käyttäen hyväksi valitsemalla joko 3D-mallipohjasta tai mallin Objects/Proberites-valikosta ne osat, jotka halutaan raportille.

Tietomallin objekteja voidaan myös katsella taulukkomuodossa (kuva 39) ja kopioida taulukon haluttu tietosisältö Exceeliin (kuva 40, kuva 41).

The screenshot shows the Revit software interface. On the left, there are tool palettes for '3D Buckets', '3D Object Trimmer', 'Containment', 'Objects', 'Properties', 'Property Editor', 'Table', 'Tree', and 'Additional Palettes'. The main area displays a table with columns: Name, Description, ObjectType, Top, Container Name, Container Type, Bottom Elevation, and Top Elevation. The table lists various objects like 'UKT100' and 'COLUMN' with their respective properties. A context menu is visible over the table, and a 'Peeling Off' dialog is open at the bottom right.

Name	Description	ObjectType	Top	Container Name	Container Type	Bottom Elevation	Top Elevation
1 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5205837	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
2 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5205838	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
3 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
4 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
5 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
6 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
7 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
8 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
9 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
10 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
11 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
12 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
13 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
14 UKT100	L100X100X10	L100X100X10	TS, 5204323	Undefined	Building storey	+3.020	+3.500
15 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
16 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
17 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
18 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
19 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
20 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
21 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
22 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
23 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
24 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
25 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
26 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
27 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
28 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
29 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
30 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
31 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
32 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
33 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300
34 COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100X100	TS, 5175856	6-KERROS	Building storey	+29.115	+31.300

KUVA 39. Tiedon esitys taulukkomuodossa

The screenshot shows a table with columns: Name, Description, and ObjectType. A context menu is open over the table, showing options: 'Select Column', 'Copy Table', 'Copy Selected Cells', and 'Copy Selected Cells (unique)'. The table data is as follows:

Name	Description	ObjectType
1 UKT100	L100X100X10	T:
2 UKT100	L100X100X10	T:
3 UKT100	L100X100X10	T:
4 UKT100	L100X100X10	T:
5 UKT100	L100X100X10	T:
6 UKT100	L100X100X10	T:
7 UKT100	L100X100X10	T:

KUVA 40. Taulukon kopiointi-valinnat

Kuten kuvassa 41 näkyy, on tietomallin tietojen oikeellisuus syytä tarkistaa ennen Exceliin vientiä: Weight-sarakkeessa on myös päivämäärämuodossa olevaa tietoa.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Name	Description	ObjectTyp	Tag	Container	Container	Bottom el	Top eleva	Part mark	Assembly	Phase	Class	Finish	Grade	Profile	Name	Weight [k	Ne
2	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520588	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
3	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520588	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
4	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520432	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
5	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520398	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
6	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520118	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
7	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520082	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
8	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_520047	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
9	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519975	Building s	Undefined	+3.020	+3.500	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
10	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519958	Building s	Undefined	+3.020	+3.700	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	9.heinä	123
11	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519951	Building s	Undefined	+3.020	+3.700	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	9.heinä	123
12	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519738	Building s	Undefined	+3.220	+3.700	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
13	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519692	Building s	Undefined	+3.220	+3.700	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
14	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519451	Building s	Undefined	+3.220	+3.700	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
15	UKT100	L100X100X10	L100X100	TS_519415	Building s	Undefined	+3.220	+3.700	EB_UKT10	EB_UKT10	209	100	A40/1-FeS	Steel_Unc	L100X100	UKT100	6.heinä	852
16	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517622	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
17	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517618	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
18	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517616	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
19	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517613	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
20	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517608	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
21	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517605	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
22	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517598	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
23	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517595	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
24	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517592	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
25	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517590	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
26	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517588	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
27	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517586	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
28	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517584	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
29	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517578	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	
30	COLUMN	CFRHS100X100	CFRHS100	TS_517567	Building s	6-KERROS	+29.115	+31.380	XA1-6	A-12	206	1	S355J2G3	CFRHS100	COLUMN	32.6	4.	

KUVA 41. Tiedot Excelissä

Excelissä voidaan tietoa jalostaa, esimerkiksi lisätä laskentakaavoja, mutta se vaatii aikaa ja aina kun malli päivittyy, ovat tiedot tuotava uudelleen Exceliin käsiteltäväksi.

Tällä hetkellä ohjelmassa ei ole mahdollista käyttää omia raporttipohjia, joihin tulostuisi vain halutut tiedot ja mahdollisesti määrien summausta. Raportointimahdollisuuksia voidaan kuitenkin ohjelmallisesti laajentaa käyttäen API simpleBIM -rajapintaa, mikä vaatii ohjelmointiosaamista.

Ohjelman käyttökieli on englanti, mutta käyttöliittymä on melko helppokäyttöinen ja siihen on saatavissa video-ohjeita englanniksi.

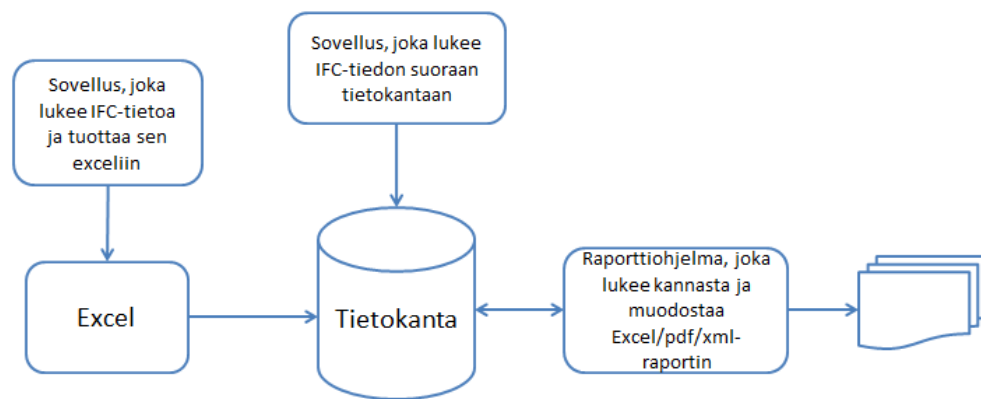
5.3.4 Räättelöity raportointiohjelmisto

Raportointityökalua etsiessä eräänä vaihtoehtona on mietitty oman raportointitietokannan käyttöä. Tietokantaa voidaan myös käyttää yhteisenä tietovarastona koko rakennusvaiheen aikana laskennassa, hankinnassa ja tuotannossa. Tietomallin sisäl-

tämillä objekteilla on oma tunnistetietonsa sekä aikaleima, joka kertoo milloin ko. objektia on päivitetty. Tämä tieto siirtyy myös IFC-tiedonsiirrossa.

Sovellus lukee IFC-muodossa olevaa tietoa ja siirtää sen joko suoraan tietokantaan tai vie sen Exceliin, josta viedään se tietokantaan. Luku voi tapahtua joko ajoitettuna päivitysjona tai sen voi esimerkiksi tietomallikoordinaattori käynnistää.

Raporttiohjelma lukee ohjelmassa annettujen kriteerien perusteella tietokannasta tietoa ja tulostaa tarvittavan raportin valitussa tiedostomuodossa (kuvio 15).



KUVIO 15. Oma tulostusratkaisu

Ohjelmaan voidaan luoda käyttötarpeen mukaiset raportit. Kantaan voidaan tuoda käyttäjän toimesta tarvittavaa päivitettävää tietoa, esimerkiksi asennuspäivämäärät siirretyn datan lisäksi.

Ratkaisu on kuitenkin pelkästään tietokantaan viedyn tiedon jatkojalostamiseen tai raporttien tulostamiseen eikä se näin ollen poista täysin tuotannon ohjauksen tarpeita esimerkiksi 4D-aikataulusimuloinnin ja siihen tarvittavia ohjelmistoja.

5.4 Lopputulos

Vertailtavat ohjelmistot olivat käyttötarkoituksiltaan erilaiset, mikä tulee huomioida vertailussa. Pääpaino vertailussa oli hakea ohjelmaa, joka soveltuisi työmaanraportoinnin työvälineeksi.

Yhtenä kriteerinä oli ohjelmiston käyttöliittymän kieli, joka on yksi kynnyskysymys ohjelmistojen käyttöönnotolle ja itseopiskelulle. Myös raportille saatavien tietojen muokattavuuden helppouteen ja ohjeistuksen tasoon kiinnitettiin huomioita. Minimi-vaatimuksena tietomallista saatavien tietojen jatkokäytölle oli se, että ohjelmassa on mahdollista tallentaa tiedot vähintään IFC-, xls- tai xml-muotoon.

Teklan TS on raportoinnin osalta monipuolisempi, mutta myös vaativin käyttöliittymältään. Ilman opastusta ohjelman käyttö sekä raporttien saaminen ohjelmasta ulos on varsin työlästä. Ohjelmistossa on näkyvillä työmaan käyttöön liikaa tarpeettomia valintoja. Myös ohjelmankäyttöä voidaan ajatella vain sillä suunnitelluissa kohteissa.

SimpleBIM on käyttöliittymältään helpoin, mutta myös raporttien osalta vaatimattomin. Ohjelma on oiva työkalu määrien tarkistamiseen sekä mallin tarkasteluun ja jatkojalostukseen. Kuten Teklan TS:ssä myös simpleBIMissä on ohjelmiston lisäominaisuuksien kehittämistä varten open API -rajapinta. Ohjelmasta saatavien raporttien muokkaus vaatii joko excel-osaamista tai .NET-ohjelmointitaitoa.

Solibri on simpleBIMiä monipuolisempi raporttien osalta, mutta ei niin monipuolinen kuin Tekla TS. Myös Solibri vaatii opastusta, mutta plussana on se, että ohjelmiston käyttöliittymän kielenä on suomi. Solibria käytetään työmaalla myös törmäys- ja rakennetarkasteluun, mikä lisää Solibrin käyttöastetta. Solibrin ilmaista selainpohjaista ohjelmaa voidaan hyödyntää myös raporttien osalta työmaalla.

Yhtenä suurena puutteena vertailussa mukana olevissa ohjelmistoissa oli tietomallin muutoshistorian näkyminen suoraan ohjelmistosta. Muutokset saa näkyviin esimerkiksi Solibrilla vertailemalla tietomallin eri versioita.

Yksikään vertailussa oleva ohjelmisto ei ole sellaisenaan käyttökelpoinen työmaan raportoinnin työkaluksi. Tietomalliohjelmistojen käytön kankeuteen sekä tietojen luotettavuuteen ja saatavuuteen raportoinnin osalta rakennusurakoitsijalla ei ole muuta vaikutusmahdollisuutta kuin riittävä koulutus ja ohjeistus.

Kaupallisten ohjelmien vertailun lopputulos on esitetty taulukossa 1.

VALINTAKRITEERI/OMINAISUUS	SCM	TS	simpleBIM
OHJELMAN KÄYTTÖ			
vaatii koulutusta			
ohjeistus löytyy			
yrittäjäkohtainen ohjeistus löytyy			
RAPORTTIPOHJAT			
valmiita raporttipohjia			
raporttipohjia voi muokata			
raporttipohjien muokkauksen helppous			
mahdollista tehdä omia raporttipohjia			
ohjeistus raporttien tekemiseen			
RAPORTIN TULOSTUS			
EXCEL			
txt			
2D-piirroksia (asennuskuvat)			
PARAMETRITIEDOT			
ohjelmaan voi syöttää valmiita parametritietoja kuten asennusaikoja			
ohjelmaan voi lisätä omia parametritietoja kuten asennusaika			
RAPORTOINNIN HYÖDYNTÄMINEN			
määrälaskenta			
hankinta			
tietosisällön tarkastus			
OHJELMAN LISENSITYYPPI			
verkkolisenssi			
konekohtainen lisenssi			
OHJELMAVERSION PÄIVITETTÄVYYS			
samalla verkko/konekohtaisella lisenssillä voi käyttää eri versioita			
OHJELMAN KÄYTTÖKIELENÄ SUOMI			
TIETOJEN TUONTI			
IFC 2X3			
DWG, DXF			
EXCEL			
XML			
TIETOJEN TALLENNUS			
oma formaatti			
EXCEL			
XML			
IFC			

Taulukko 1. Vertailun tulos

Värikoodit:

- punainen: ohjelma ei täytä ko. valintakriteerin ominaisuutta
- keltainen: valintakriteerin ominaisuuden saaminen on mahdollinen
- vihreä: ohjelma täyttää valintakriteerin ominaisuuden

6 POHDINTA

Vaikka tietomallinnuksesta on puhuttu vuosia, on vielä pitkä matka siihen, että rakentaminen tapahtuu täysin tietomalleista tuotettavan tiedon avulla. Tietomalleja tehdään tällä hetkellä vaativimpiin rakennuskohteisiin – se hyödyttää kaikkia osapuolia ja sen kaikki tietomallien parissa työskentelevät myös tiedostavat. Mutta pienemmissä kohteissa ja maakunnissa tietomalleja ei ole vielä kukaan käyttössä siinä laajuudessa kuin luulisi olevan. Mallit monimutkaistuvat, vaatimukset käytölle ja kynnys käyttöönotolle tietomalliohjelmistojen kehittyessä nousee. Rakennuskohteisiin, myös pienempiin pitää saada suunnittelijoilta tietomalleja, jolloin saadaan rakennushankkeen henkilöt sitoutumaan tietomallien käyttöön sekä ohjelmistojen opetteluun.

Tällä hetkellä tietomallinnetuiden kohteiden kustannushyötyjä ei voida suoraan laskelemilla osoittaa kohteiden erilaisuuden tai niiden vähyyden vuoksi, mutta voidaan kuitenkin arvioida kustannussäästöjä saatavan mallintamisen avulla, esimerkiksi suunnitteluvaiheessa löydetty ongelma-kohtat sekä suunnitelmien yksityiskohtien automaattinen ohjelmallinen tarkistus vähentävät ylimääräistä työtä toteutusvaiheessa, aikataulutuksen lähes reaaliaikaisuus projektinhallinnan sekä hankinnan apuna, ongelma-kohtien ja työmaaturvallisuussuunnitelmien visualisoinnit työmaanohjauksessa.

Tietomallien hyödyntäminen rakennushankkeen eri vaiheissa on myös kilpailuetu urakoitsijalle. Tulevaisuudessa suunnittelijoiden panostaessa yhä enemmän tietomalleihin, on rakennusurakoitsijan myös varauduttava tähän investoimalla tietomalliohjelmistoihin, koulutettava henkilöstöä, suunniteltava tietomalleista saatavien tietojen jatko-hyödyntämistä muissa liiketoimintaa tukevilla järjestelmissä sekä laadittava tietomallistrategia.

Rakennusurakoitsijan toimintajärjestelmässä on huomioitava tietomallinnetun kohteen eroavuus perinteisellä tavalla rakennettuun kohteeseen. Tietomallia hyödyntävä toteutusprosessi on kuvattava sekä laadittava tietomalleihin liittyvä ohjeistus määrälaskennan, hankinnan, projektinhallinnan ja työmaaohjauksen avuksi. Tehostamalla rakennusprosesseja saadaan pitkällä tähtäimellä kustannushyötyä myös pienemmissä tietomallinnetuissa rakennuskohteissa.

Tämän hetkinen tietomalliohjelmistojen teknologia estää täysin luotettavan tietomallin saamisen rakennusurakoitsijan käyttöön. Suunnittelijoiden ohjelmistot on tehty eri ohjelmistokielillä, niiden välinen tiedonsiirto perustuu säännöstöihin, joita sekä tiedostoa muodostavan että vastaan ottavan ohjelmiston on osattava tulkittava samalla tavalla. Tähän asiaan ei rakennushankkeen urakoitsija voi muuten vaikuttaa kuin vaatimalla suunnittelijoita noudattamaan Yleisiä tietomallivaatimuksia (YTV 2012) sekä projektin muita tietomallille asetettuja vaatimuksia. Lisäksi rakennusurakoitsijan on parannettava ja tehostettava omaa suunnitteluohjausta.

Tietomalliohjelmistoilta rakennustyömaakäytössä vaaditaan helppokäyttöisyyttä sekä kykyä toimia myös tulevaisuudessa tablet-tietokoneissa. Uusi teknologia sekä laite-että ohjelmistopuolella tuo toivottavasti ratkaisun myös rakennushankkeen toteutusvaiheen tietomallihaasteisiin ja -ongelmiin. Tietomalliohjelmistojen avoimet ohjelmistokehitysstandardit tulevat vähentämään tiedonsiirtoon liittyviä ongelmia eri ohjelmistojen välillä sekä avaamaan mahdollisuuden tietomallista saatavien tietojen integroinnille yrityksen muihin järjestelmiin tehostaen näin myös rakentamisen liiketoimintaprosesseja.

Rakennusurakoitsijan on oltava valmis ottamaan tietomallinnuksen tulevaisuuden haaste vastaan. Kilpailuetu menetetään, kun kaikki urakoitsijat ovat samalla viivalla tietomallinnuksen suhteen.

LÄHTEET

buildingSMART Finland. Buildingsmart standardit. 2012. Tulostettu 1.10.2012.
<http://www.solibri.fi/documents/suomenkielinen-materiaali/bim-on-taalla-kiertueen-yleisesittely/view.html>

buildingSMART. buildingSMART Standards. 2012. Luettu 27.12.2012.
<http://www.buildingsmart-tech.org/>

buildingSMART. Specifications. 2012. Luettu 27.12.2012.
<http://www.buildingsmart.com/standards/ifc>

buildingSMART. Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods, ver. 1.2. 05.12.2010. Tulostettu 27.12.2012.
http://iug.buildingsmart.com/idms/development/IDMC_004_1_2.pdf/view

buildingSMART. IFD Library. 2012. Luettu 27.12.2012
http://dev.ifd-library.org/index.php/Ifd:buildingSMART_and_IFD

buildingSMART. An Integrated Process for Delivering IFC Based Data Exchange. 16.09.2012- Luettu 27.12.2012. http://iug.buildingsmart.org/idms/methods-and-guides/Integrated_IDM-MVD_ProcessFormats_14.pdf/view

Cobim-hanke. Henttinen T. 2012. YTV Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012, osa 1. Tulostettu 1.5.2012.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Cobim-hanke. Henttinen T. 2012. YTV Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012, osa 3. Tulostettu 1.5.2012.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_3_ark.pdf

Cobim-hanke. Kulusjärvi H. 2012. YTV Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012, osa 6. Tulostettu 1.5.2012.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf

Cobim-hanke. 2012. Henttinen T & Vara J. YTV Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012, osa 8. Tulostettu 1.5.2012.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_8_havainnollistaminen

Cobim-hanke. 2012. Karjula J & Mäkelä E. YTV Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012, osa 11. Tulostettu 1.5.2012.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen

Cobim-hanke. 2012. Henttinen T & Vara J. YTV Yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012, osa 12. Tulostettu 1.5.2012.

http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_12_yllapito.pdf

Cobim-hanke. 2012. YTV Tietomallinen hyödyntäminen rakentamisessa 2012, osa 13. Tulostettu 1.5.2012.

http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf

DataCubist. SimpleBim. 2012. Luettu 12.12.2012. <http://datacubist.com/>

Eastman C., Teicholz P., Sacks R. & Liston K. 2011. Bim HandBook. Second Edition. New Jersey (USA): John Wileys & Sons, Inc.

Elementtisuunnittelu. BEC 2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje. 2012. Tulostettu 12.12.2012.

[http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu/BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu/BEC2012_Elementtisuunnittelun_mallinnusohje.pdf)

IFC Solutions Factory. The Model View Definition site (MDV). Luettu 12.12.2012. <http://blis-project.org/IAI-MVD/>

Jauhiainen J. 2011. BIM on täällä: Solibri Model Checker. Luettu 1.10.2012. <http://www.solibri.fi/documents/suomenkielinen-materiaali/bim-on-taalla-solibri-model-checker/view.html>

M.A.D. ArchiCAD. Tuote-esittely. Luettu 12.12.2012. <http://www.mad.fi/mad/archicad.html>

M.A.D. BIMx. Tuote-esittely. Luettu 12.12.2012. <http://www.mad.fi/mad/bimx.html>

M.A.D. ArchiCAD 15. 18.8.2011. IFC-tiedon siirto. Tulostettu 3.1.2013 <http://www.mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja15/YS.IFC.pdf>

MagiCAD, MagiCAD, Tuote-esittely. 2012. Luettu 12.12.2012. <http://www.magicad.com/fi>

Penttilä H., Nissinen S. & Niemioja S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Yleiset periaatteet. ProIT. Rakennustieto Oy. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Revit. AutoDesk Revit. Tuote-esittely. Luettu 28.9.2012. <http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/pc/index?siteID=448412&id=14594526>

Solibri. Solibri Model Checker. Tuote-esittely. Luettu 1.10.2012. <http://www.solibri.com/solibri-model-checker.html>

Solibri. Solibri Model Viewer. Tuote-esittely. Luettu 1.10.2012. <http://www.solibri.com/solibri-model-viewer.html>

Tekla. Betonielementtien suunnittelu ja valmistus. Luettu 27.12.2012. <http://www.tekla.com/fi/products/tekla-structures/precast-concrete-detailing/Pages/Default.aspx>

Tekla. Interoperability guide, Tekla Structures & ArchiCAD. 9.3.2009. Tulostettu 9.12.2012. https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/product/interfaces/Downloads/TS_AC_guide.pdf

Tekla. Tekla oli BIM ennen kuin käsite keksittiin. Luettu 27.12.2012. <http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/Pages/bim.aspx>

Tekla. Työmaan ohjaus ja rakentamisen hallinta. Luettu 9.12.2012. <http://www.tekla.com/fi/products/tekla-structures/construction-management/Pages/Default.aspx>

Tekla. Tekla BIM. Tuote-esittely. Luettu 9.12.2012. <http://www.tekla.com/fi/products/tekla-structures/Pages/Default.aspx>

Tekla. Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset julkistettiin tänään. Uutiset. Luettu 12.5.2012. <http://www.tekla.com/fi/about-us/news/Pages/Suomen-ensimmaiset-kansalliset-tietomallivaatimukset-julkistettiin-tanaan.aspx>

Tekla. Viewer-moduuli. Tuote-esittely. Luettu 13.1.2013. <http://www.tekla.com/fi/products/tekla-structures/other/viewer/Pages/Default.aspx>

Tocoman. Tocoman iLink - tietomallipohjainen laskenta. Tuote-esittely. Luettu 1.10.2012. <http://www.tocoman.fi/ohjelmistot/tuotteet/ilink>

Tocoman. Tocoman Pro – yhdistää perinteisen ja tietomallipohjaisen laskennan. Luettu 1.10.2012. <http://www.tocoman.fi/ohjelmistot/tuotteet/tcmpro>

Tocoman. TCM-selain. Tuote-esittely. Luettu 9.12.2012. <http://www.tocoman.fi/ohjelmistot/tuotteet/tcmselain>

Vico Software. Vico Control 2009. Tuote.esittely. Luettu 9.12.2012. <http://www.vicosoftware.com/products/control-2009/tabid/86045/Default.aspx>

Vico Software. Vico Office Suite. Tuote.esittely. Luettu 9.12.2012. <http://www.vicosoftware.com/products/office-suite/tabid/86036/Default.aspx>

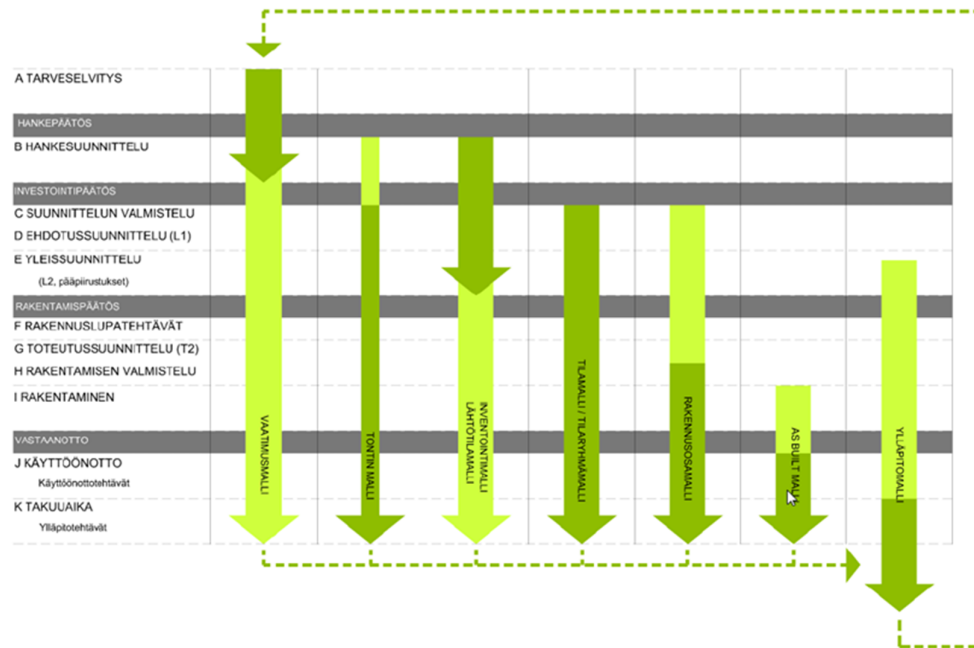
Vico Software. Vico Office asennusohjeet. Tulostettu 16.1.2013. <http://www.vicosoftware.com/Portals/658/docs/vico%20office%20installation%20guide.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Tietomallien yleinen sisältö ja käyttötarkoitus (YTV 2012 osa 1, liite 1)

ARK	RAK	TATE	
Vaatusmalli	Vaatusmalli	Vaatusmalli	
Taulukkomuotoinen tilaohjelma, tilaajan ja käyttäjän vaatimukset	Tilakohtaiset kuormat ja muut mahdolliset rakenteelliset vaatimukset	Tilojen talotekniset vaatimukset (sisäilmasto, valaistus, järjestelmä-tarpeet jne.)	- tilantarpeiden ja muiden vaatimusten dokumentointi strukturoidussa muodossa
Tontin malli			
Tontin rajat, korkeusasemat, tarvittavat liittymät ympäristöön ja teknisiin järjestelmiin			- tontin käytön suunnittelu - rakennuksen/rakennusten sijainti tontilla
Inventointimalli	Inventointimalli	Inventointimalli	
Olemassa olevan rakennuksen tilat ja rakennusosat. Mallin voi laatia miittaaja, arkkitehti tai joku muu tah.	Kantavat rakenteet, sisältyvät useinmiten samaan malliin arkkitehtiosion kanssa	Erittäjäpauksissa mallinnetaan talotekniset järjestelmät tarvittavassa laajuudessa	- korjausrakentamisen lähtötilanteen dokumentointi
Tilarühmämalli			
Tilarühmämalli on tilamallin erikoistapaus. Siinä keskeiset tilarühmät esitetään tilaobjekteina ja rakennusmassat erikseen määritellyssä tarkkuudessa käyttötarkoituksesta riippuen.			- rakennuksen massoitteleva tutkiminen ja havainnollistaminen sekä vaihtoehtojen vertailu - laajuuteen ja massoittelevuun perustuva investointilaskenta - tarvittaessa karkea energiasimulointi
Tilamalli	Tilamalli	Tilamalli	
Tilat tilaobjekteina, rakennuksen ulkovaippa	Rakennejärjestelmäehdotus, perustusrakenteen ehdotus	TATE-järjestelmien palvelualueet, pääkanavistot, -hormit, merkittäviä tilavaatimuksia aiheuttavat putkistot, kaapelihyllyt ja muut tekniset järjestelmät sekä tekniset tilat	- vaihtoehtoisten tilaratkaisujen suunnittelu ja havainnollistaminen - laajuuden hallinta - investointilaskenta - energiasimulointi ja tarvittaessa olosuhdesimulointi (järjestelmien mitoitusperusteiden selvittäminen) - TATE-järjestelmävaihtoehtojen tutkiminen ja palvelualueiden määrittäminen - rakennejärjestelmävaihtoehtojen tutkiminen - rakenteiden ja järjestelmien tilantarpeista sopiminen
Rakennusosa- ja järjestelmämallit			
Rakennusosa- ja järjestelmämallit ovat keskeinen osa suunnittelua ja hankkeen tiedonhallintaa.			
Alustava rakennusosamalli	Alustava rakennusosamalli	Alustava järjestelmämalli	
Tilat, alustavat rakennusosat	Runkorakenteet (pysty- ja vaakaruonon mitat, sijainnit & dimensiot), sovitut mallidetallit, perustukset, rakennusosien alustavat tyypitratkaisut	TATE-järjestelmien palvelu-alueet, runkokanavat, -putket ja keskuslaitteet, tyyppitilamalli	- rakennusosien määrittely, rakennusosa- ja rakennevaihtoehtojen vertailu - määrätiedon hallinta - investointilaskenta - energiasimulointi ja tarvittaessa olosuhdesimulointi (järjestelmien mitoitusperusteiden tarkentaminen) - rakenteiden alustava mitoitus - rakennuslupa
Rakennusosamalli - laskenta	Rakennusosa-/varausmalli - laskenta	Järjestelmä-/varausmalli - laskenta	
Tilat, rakennusosat tyyppitietoineen	Runkorakenteet (pysty- ja vaakaruonon mitat, sijainnit & dimensiot, mallielementit, tyyppirakenteet & liitokset, perustukset), liitokset perustuksiin, varaukset	TATE-järjestelmien palvelualueet, keskuslaitteet, kanavistot, putkistot, päätelaitteet, keskuskeskukset, johtotiet (johto- ja kaapelikourut sekä -arinat), valaisimet	- rakenteiden mitoitus tarjouspyyntöjen vaatimaan tarkkuuteen - TATE-järjestelmien määrittely - määrätietojen tuottaminen - investointilaskenta - energiasimulointi - mallien käyttö urakkarjousten liitteinä - mallien käyttö reikä- ja varussuunnittelun apuna
Rakennusosamalli - toteutus	Rakennusosa-/varausmalli - toteutus	Järjestelmä-/varausmalli - toteutus	
Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	Runkorakenteet ja liitokset, lähtötiedot valmisosasuunniteluun, valuosat ja paikallavarakenteiden raudoitukset, perustukset, liitokset perustuksiin, varaukset, detallit	TATE-järjestelmien palvelualueet, keskuslaitteet, kanavistot, putkistot, päätelaitteet, keskuskeskukset, johtotiet (johto- ja kaapelikourut sekä -arinat), valaisimet	- toteutussuunnittelu - tiedot valmisosasuunnittelun ja tuotannon suunnittelun
Toteumamalli	Toteumamalli	Toteumamalli	
Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	Edellisen vaiheen tarkkuustasoa vastaava malli päivitettyinä toteutusta vastaavaksi	- tiedot huoltoon ja ylläpitoon, tilahallintaan, myöhemmän käytön suunnitteluun

Liite 2. Hankkeen tietomallirakenne (YTV 2012 osa 8. 2012, 13.)



Liite 3. Käyttäjille tehdyt kyselyt

Kysymykset lähetettiin eri käyttäjäryhmille sähköpostitse. Kyselyissä haluttiin karkealla tasolla tietää, mikä on tietomallien käytön tilanne rakennusurakoitsijalla.

KYSELY 1: TIETOMALLINNUS TYÖMAAKÄYTÖSSÄ

1. Onko tietomallin käyttö työssäsi päivittäistä, silloin tällöin vai harvoin?
2. Mitä tietoja saat tai tarvitsisit tietomallista?
3. Mitkä mielestäsi ovat tällä hetkellä tietomallinnuksen haasteet/ongelmat työssäsi?
4. Vastaavatko käytössä olevat ohjelmistot käyttötarpeita? Jos eivät, niin mitä puutteita/ongelmia niissä on?
5. Minkälaista tukea tarvitsisit tietomallinnukseen tai tietomallien käyttöön?

KYSELY 2: TIETOMALLINNUS

1. Onko tietomallin käyttö työssäsi päivittäistä, silloin tällöin vai harvoin?
2. Mitä tietoja saat tai tarvitsisit tietomallista?
3. Saatko tietomallista työssäsi tarvittavat raportit?
 - jos vastaus ei, niin puuttuvien raporttien kuvaus karkealla tasolla
 - raportoinnin ongelmat?
4. Mitkä mielestäsi ovat tällä hetkellä tietomallinnuksen haasteet/ongelmat työssäsi?
5. Käytössäsi olevat tietomalliohjelmistot?

Liite 4. Tietomallisuunnitelma, malli (YTV 2012 osa 11. 2012, liite 1)

LIITE 1 TIETOMALLINTAMISSUUNNITELMA, MALLI

1 YLEISTÄ

- Tietomallintamissuunnitelman tarkoitus projektissa
- Tietomallintamissuunnitelman päivittämiseen liittyvät menettelyt

2 TIETOMALLINTAMISEN TAVOITTEET JA KÄYTTÖTARKOITUKSET

- Tietomallintamisen tavoitteet ja käyttötarkoitukset projektin aikana sekä käytön ja ylläpidon aikana (mm. energia-analyysit, törmäystarkastelut) projektin eri vaiheissa (hankeselvitys, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito)

3 TIETOMALLINTAMISEN ORGANISOINTI

- Vastuuhenkilöt rooleittain (mm. tietomallikoordinaattori, suunnittelualakohtaiset vastuuhenkilöt, laadunvarmistuksen vastuuhenkilöt)
- Vastuuhenkilöt tietomallien käyttötarkoituksen (mm. energia-analyysit, törmäystarkastelut) mukaan

4 YHTEISTYÖMENETTELYT JA KOMMUNIKOINTI

- Yhteistyömenettelyt, kokouskäytännöt ja raportointi

5 LAADUNVARMISTUS

- Laadunvarmistusmenettelyt

6 YHDISTELMÄMALLIT

- Mallien yhdistämismenettelyt, julkaisun ja hyväksynnän periaatteet

7 VAATIMUSMALLIT

- Vaatimusmallien laadintamenettelyt ja niiden päivittäminen

8 TIETOMALLINTAMISEN PERIAATTEET

- Noudatettavat standardit ja ohjeet
- Mallintamistapa (lohkot, kerrokset yms.)
- Tiedonsiirtomuoto
- Mallien nimeäminen, kuvatasot, mittayksiköt, koordinaatisto, tunnisteet ym.
- Tiedonhallinta

9 OHJELMISTOT

- Osapuolten ohjelmat käyttötarkoituksen mukaan

10 MALLIPROSESSIT

- Vastuuhenkilöiden menettelykuvaukset erillisinä liitteinä käyttötapauksen mukaan

11 TOTEUMAMALLIEN LAADINTA

- Toteumamallien laadinnan periaatteet ja vastuut

12 PROJEKTIN PÄÄTTÄMINEN

- Mallien luovutus
- Ylläpitomallit