



# LIIMAPUURUNKOISEN KERROSTALON RUNGON MALLINNUSOHJE - TEKLA STRUCTURES

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jyri Kantosalo	
Työn nimi Liimapuurunkoisen kerrostalon rungon mallinnusohje - Tekla Structures	
Päiväys 28.4.2015	Sivumäärä/Liitteet 50/46
Ohjaaja(t) Viljo Kuusela, lehtori Janne Repo, yliopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sweco Rakennetekniikka Oy, Kimmo Malinen, projektipäällikkö	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän insinöörytön tavoitteena oli tuottaa Sweco Rakennetekniikka Oy:lle mallinnusohje <i>Tekla Structures</i> -ohjelmistolla tietomallinnusta aloittavien tueksi. Mallinnusohje käsittelee esimerkkikohteen avulla liimapuupilari-palkkirunkoisen, ontelolaattaväli pohjaisen sekä pohjakerrokseltaan betonirakenteisen kerrostalokohteen runkorakenteiden mallinnuksen. Selkeän ohjeistuksen avulla yrityksessä voitaisiin yhtenäistää mallinnustapoja eri toimipisteiden välillä sekä saataisiin tutustuttua uudet mallintajat sujuvasti mallinnuksen perusteisiin. Ohjeistuksen toteuttamiseksi tuli selvittää yrityksen mallinnuskäytäntöjä sekä opetella mallinnustyökalujen käyttöä.</p> <p>Aluksi insinöörytyössä perehdyttiin tietomallinnuksen perusteisiin sekä tietomallivaatimuksiin. Tämän jälkeen tutkittiin sekä selvitettiin millaisia ominaisuuksia, kuten rakenne ja kieli, käyttöohjeilla yleensä on sekä millaisia mahdollisuuksia käyttöohjeiden tuottamisessa on. Tämän jälkeen käsiteltiin tuotettavan mallinnusohjeen laadinnan vaiheet ja ominaisuudet. Työn käytännön osuudessa selvitettiin yrityksen mallinnustapoja ja tuotettiin mallinnusharjoituksen mukainen malli kerrostalon rakenteista. Tämän mallinnuksen pohjalta pystyttiin laatimaan ohjeen sisältöön tekstiosuuksia ja saatiin havainnollistavia kuvakaappauksia, joista koostettiin rakenteiden mallinnusohje. Ohjeistetun harjoitusmallin tarkkuustaso vastaa ohjeistettavien runko-osien osalta yleissuunnitteluvaiheen tarkkuutta. Tuotetun mallinnusohjeen ensimmäistä versiota testattiin yrityksessä koehenkilöillä, jonka jälkeen kehitettiin vielä testauksen perusteella lopullinen julkaistava ohje.</p> <p>Työn tuloksena saatiin tuotettua mallinnusohje, joka palvelee työntekijöitä mallinnuksen harjoittelussa. Lisäksi työn ohessa selvisi erilaisia mahdollisuuksia siitä, miten mallinnuksen eri osa-alueet, kuten rakenneosien mallinnus, on mahdollista toteuttaa.</p>	
Avainsanat Tietomallinnus, puurakenteet, Tekla Structures	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Jyri Kantosalo			
Title of Thesis Modeling Instructions to Frame of Gluelam Framed Apartment Building – Tekla Structures			
Date	28 April 2015	Pages/Appendices	50/46
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Lecturer and Mr. Janne Repo, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Sweco Rakennetekniikka Ltd, Mr. Kimmo Malinen, Project Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to produce modeling instructions which help beginner modellers to get started and support the user with the Tekla Structures program. The thesis was made for Sweco Rakennetekniikka Ltd. Modelling instructions cover the structural modeling of gluelam columns and beams, a concrete cast in place cellar floor and a hollow-core slab floor with an example. With clear instructions the modelling policies will be standardized between several offices and new employees will get orientated to using building information modelling.</p> <p>First, to get the modelling instructions done different modeling policies in the company were clarified and also the use of several modeling tools in Tekla Structures had to be learned. Theory and requirements of building information modeling were studied. Second, the general qualities and requirements of operating instructions were examined and clarified and then the phases and qualities of the produced modeling instructions were processed. Then in the practical part, different modeling habits of the company were clarified and then a structural model of the example building was made. The information on how to make modelling instructions was gathered from this model which meant using screenshots and text. Finally the first version of the modeling instructions was tested at the office by test persons and then with the test results the final output was improved.</p> <p>The result of this thesis was modeling instructions which serve employees when they practice modelling. In addition, different possibilities of how to implement some areas of structural modelling were find out.</p>			
Keywords BIM, timber structures, Tekla Structures			

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SWECO RAKENNETEKNIikka OY .....	8
3	RAKENNUKSEN TIETOMALLINNUS (BIM) .....	10
3.1	Yleiset tietomallivaatimukset.....	10
3.2	Tietomallinnuksen vaiheet rakennushankkeessa.....	11
3.3	Rakenteiden mallintaminen ja tehtävät .....	14
3.4	<i>Tekla Structures</i> -tietomallinnusohjelma.....	16
4	KÄYTTÖOHJEEN PIIRTEET .....	18
4.1	Julkaisutekniikka .....	18
4.2	Käyttöohjeen sisältö .....	19
4.3	Ulkoasu.....	20
5	MALLINNETTAVA KOHDE .....	22
6	MALLINNUSOHJEEN LAADINTA .....	25
6.1	Julkaisutekniikan määrittäminen.....	25
6.2	Rakenteen määrittäminen .....	25
6.3	Sisällön määrittäminen.....	27
6.3.1	Termistö .....	27
6.3.2	Mallin perustaminen ja referenssikuvan tuominen malliin.....	28
6.3.3	Moduuliverkon muokkaaminen .....	28
6.3.4	Näkymien luominen.....	30
6.3.5	Muiden referenssikuvien tuominen.....	31
6.3.6	Phasejen (vaihe) luominen.....	32
6.3.7	Anturoiden mallintaminen .....	34
6.3.8	Kellarin seinien mallintaminen .....	34
6.3.9	VSS välipohjalaatan mallintaminen.....	35
6.3.10	Ontelolaataston mallintaminen .....	36
6.3.11	Liimapuupilarien mallintaminen.....	36
6.3.12	Liimapuupalkkien mallintaminen .....	37
6.3.13	Kellarin seinän eristeet .....	39
6.3.14	Kuorielementit.....	39

6.3.15 Näkymän objektien filterointi.....	40
6.3.16 IFC-tietojen muokkaus .....	41
6.4 Ulkoasun määrittäminen .....	42
6.5 Käyttäjän valmiudet ja motivointi .....	45
6.6 Ohjeen testaus, loppukehitys ja käyttöönotto .....	45
7 POHDINTA JA KEHITYSIDEAT .....	47
LÄHTEET .....	48
LIITTEET .....	50

## 1 JOHDANTO

Rakennesuunnittelussa tietomallinnus on noussut suureen suosioon ja on ollut yleisesti käytössä rakennushankkeissa varsinkin teräs- ja betonirakenteisissa kohteissa jo pitkään. Mallinnusohjelmistot kehittyvät jatkuvasti luoden lähes rajattomat mahdollisuudet mallinnuksen osalta, mutta samalla asettaen niiden käyttäjille paljon uusia haasteita. Kaikki rakennesuunnittelijat eivät välttämättä työsäään tarvitse tietomallinnustaitoja, mutta monille uusien suurempien kohteiden parissa työskenteleville suunnittelijoille tietomallinnuksen taidot olisivat suuri etu. Usein nuorilla vastavalmistuneilla suunnittelijoilla on jonkinasteinen käyttökokemus tietomallinnusohjelmistoista opiskeluajalta koulutuspaikan mukaan, mutta monesti sekin on riittämätön, jotta voitaisiin sujuvasti suoraan käyttää sitä tietomallinnusprojektissa ilman merkittävää lisäopastusta. Tulevaisuudessa tietomallinnuksen yhä yleistyessä mallintamisen taitojen arvostus varmasti kasvaa ja saattaa joskus olla jopa ratkaisevassa asemassa työllistymisen kannalta. Jotta uudet tietomallinnuksen parissa työskentelevät henkilöt pääsevät tehokkaasti alkuun heille ennalta tuntemattomien ohjelmien käytössä, tarvitaan runsaan harjoituskäytön lisäksi hyviä ja selkeitä ohjeita. Kaikkein parasta olisi, jos kokenut mallintaja pystyisi kädestä pitäen ohjeistamaan ja neuvomaan aloittelijaa ohjelman käytössä, mutta ajallisesti ja kustannussyistä se ei ole työympäristössä läheskään aina mahdollista.

Tämän opinnäytetyön tavoite on tehdä mallinnusohje *Tekla Structures* -ohjelmistolla mallinnusta aloittavien tueksi. Työ on osa Sweco Rakennetekniikan sisäistä kehityshanketta, jossa on tarkoitus kehittää mallinnuksen työkaluja sekä mallinnusohjeita. Tarpeeksi yksityiskohtaisella ja selkeällä ohjeella työntekijä pystyy omatoimisesti harjoittelemaan ja oppimaan ohjelmiston käytön periaatteita ja Sweco Rakennetekniikan sisäisiä mallinnustapoja. Tuotettavassa ohjeessa opastetaan toiminnallisessa järjestyksessä jäsennellysti ja väliotsikoitain mallinnuksen vaiheet, jotta ohjeen käyttäjä voi tarvittaessa helposti löytää yhden yksittäisen osa-alueen, johon ohjeistusta tarvitsee. Ohjeessa tul-laan myös käyttämään runsaasti havainnollistavia näytönkaappauskuvia mallinnusohjelmasta, joissa pyritään esittämään tarvittavaa tietoa ja harjoituksessa tarkasteltavia vaiheita.

Mallinnusohjeen tuottamiseen tarvittavan sisällön lähteinä käytetään yrityksen sisällä jo tuotettuja mallinnusohjeita ja numerointiohjeita. Lisäksi myös henkilökohtaiset ja kollegoilta saadut ohjelman käyttötiedot pyritään hyödyntämään tehokkaasti, jotta saataisiin mahdollisimman kattava, toimiva ja yksiselitteinen mallinnusohje. Myös ohjelmiston tuottaneen yrityksen, Teklan, ohjeistuksia on mahdollista ja kannattavaa hyödyntää. Ohjeessa käsiteltävät asiat esitetään esimerkkiharjoituskohteen avulla, jolloin harjoitteleva mallintaja tekee saman harjoitteen, joka ohjeessa tarkastellaan. Tällöin myös ohjeessa näytettävät kuvat mallinnuksen vaiheista tukevat tietoa ja mallintajan on helppo sisäistää asioita ja tarkastaa tekemistään niiden avulla.

Ohje käsittelee aiemmin tuotetuista ohjeista poiketen myös puisten pilari- ja palkkirakenteiden mallinnuksen *Tekla structures* -ohjelmalla. Puurakenteet ovat olleet Keski-Euroopassa vahvassa asemassa jo yhdeksänkymmentäluvulta lähtien, mutta puun käyttö suuremmissa hankkeissa on rantautunut toistaiseksi huonosti Suomeen. Toisin sanoen puu on jäänyt teräs- ja betonirakentamiseen nähden alakynteen. Puuta on käytetty esimerkiksi Itävallassa ja Saksassa toimitila- sekä asuinrakentamises-

sa monipuolisesti, jolloin uudet rakenteelliset ratkaisut ovat päässeet kehittymään ja nostamaan päätään. Esimerkiksi ristiinlaminoitu puu, CLT (cross laminated timber), on Keski-Euroopasta lähtöisin oleva rakenne, jota on käytetty muun muassa puukerrostalojen runkorakenteena jo 1990-luvulta lähtien. Puu on uusiutuva ja siksi ekologinen rakennusmateriaali, jota meillä Suomessa on runsaasti. Suomessa metsät kasvavat vajaassa 10 tunnissa yhtä paljon puuta, kuin vuodessa maamme asuntorakentamiseen tarvittaisiin ([puuinfo.fi](http://puuinfo.fi)).

## 2 SWECO RAKENNETEKNIikka OY

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimiva Sweco Rakennetekniikka Oy on Suomessa toimiva rakennesuunnitteluun erikoistunut asiantuntijayritys. Sweco Rakennetekniikalla on toimipisteitä kahdeksalla toista paikkakunnalla ympäri Suomen. Yrityksen palveluksessa työskentelee noin 700 rakennetekniikan ammattilaista, joiden yhteisosaaminen kattaa kaikki rakennesuunnittelun osa-alueet, kohdetyypit ja materiaalit. (Sweco 2015.)

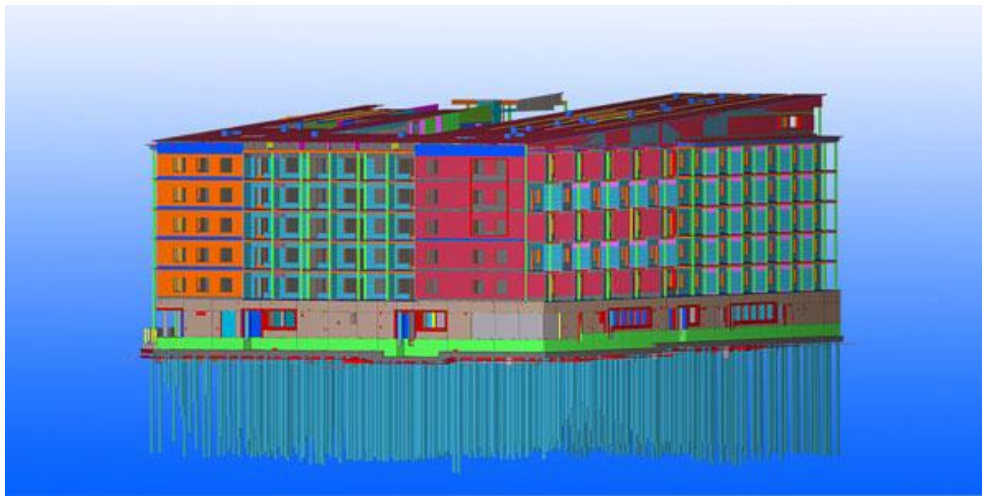
Sweco Rakennetekniikan suunnittelu ja palvelualat (Sweco 2015):

- betonirakenteet
- teräsrakenteet
- puurakenteet
- julkisivurakenteet
- vaativa tekninen laskenta
- tarkastus- ja asiantuntijatehtävät
- kestävän kehityksen palvelut
- korjausrakentamisen palvelut
- rakennetekniikan erityispalvelut.

Sweco Rakennetekniikka muodostaa yhdessä Sweco Asiantuntijapalvelut Oy, Sweco Industry Oy, Sweco PM Oy, Sweco Talotekniikka Oy, Sweco Ympäristö Oy ja Sweco Architects Oy:n kanssa, yhden Suomen johtavista rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntijayrityksistä, Sweco Finlandin. Sweco Finland toimii osana suurta kansainvälistä Sweco-konsernia ja työllistää kaiken kaikkiaan Suomessa lähes 2000 asiantuntijaa 25 paikkakunnalta. Yhteensä Sweco-konserni työllistää lähes 9000 henkilöä ympäri maailman 12 eri valtiossa. (Sweco 2015.)

Vuoden 2015 tammikuussa virallisesti voimaan astuneen integraation seurauksena useita rakennusalan suunnitteluyrityksiä liittyi Sweco-konserniin. Näihin yrityksiin kuului muun muassa myös entinen rakennesuunnittelu toimisto KPM-Engineering, joka oli osa FMC Groupia. Sweco osti FMC Groupin vuoden 2011 lopussa. Toimisto, jossa opinnäytetyö tehdään, on entinen KPM-Engineeringin Kuopion toimipiste, josta tuli virallisesti osa Sweco Rakennetekniikka Oy:tä vuoden 2015 alussa. Integraation seurauksena Sweco Rakennetekniikka Oy:stä tuli yksi maamme johtavia rakennesuunnittelualan konsulttiyrityksiä.

Sweco Rakennetekniikassa on hyvää osaamista ja kokemusta puukerrostalorakentamisesta. Yrityksen referensseihin kuuluu muun muassa rakennusliike Reponen Oy:n Vantaalle toteutettava Euroopan suurin asuinkäyttöön rakennettava puukerrostalo Puumera Kivistö, jonka kokonaisasuinpinta-ala on 10 120 m<sup>2</sup>. Kohde on korkeimmillaan 7 kerroksinen ja siihen tulee yhteensä 186 asuntoa. Kohde valmistuu kesäksi 2015 Vantaan asuntomessuille (kuvat 1 ja 2). Lisäksi mainittakoon Jyväskylään ja Seinäjoelle rakennetut CLT runkoiset asuinkerrostalot Puukuokka 1 ja Lintuviita 2. (Tekla.com; Puumera.fi.)



KUVA 1. Puumera Kivistö Teklamalli (Tekla.com)



KUVA 2. Puumera Kivistö työmaa (Puumera.fi)

### 3 RAKENNUKSEN TIETOMALLINNUS (BIM)

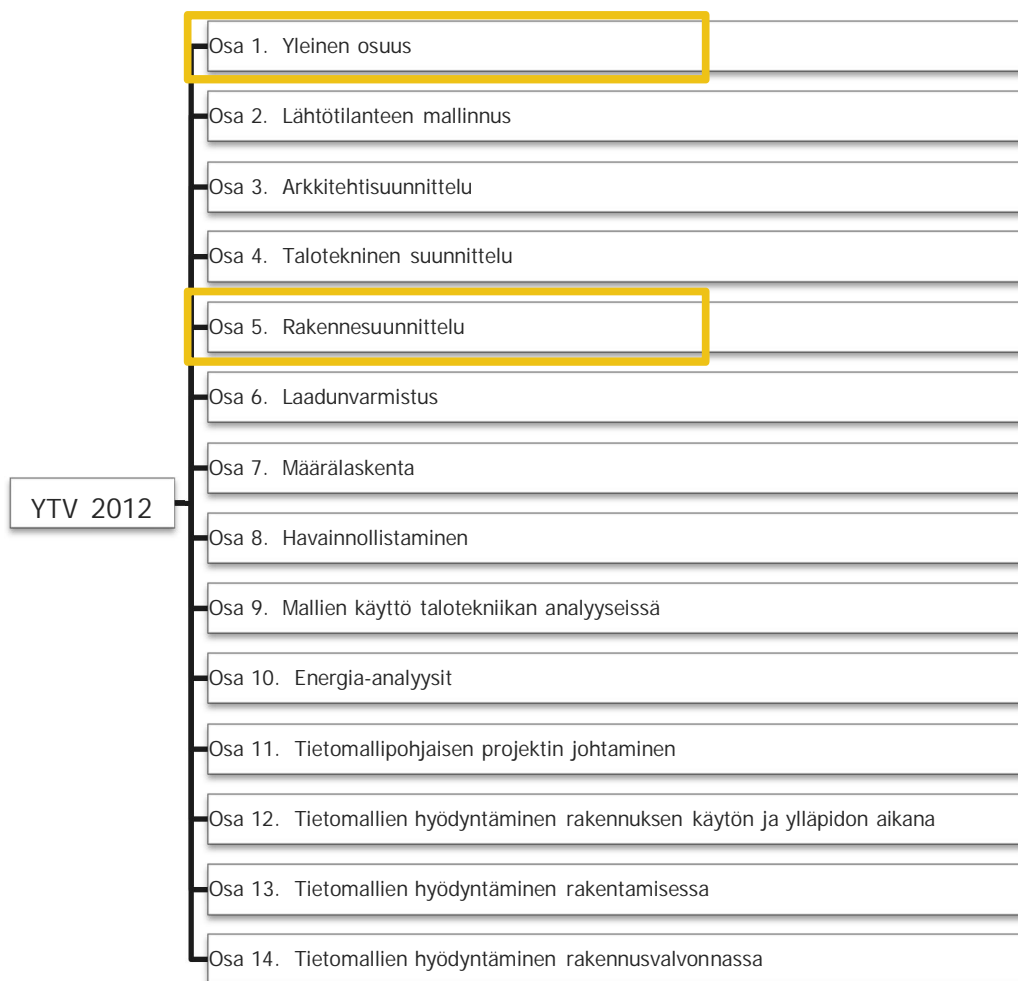
Rakennuksen tietomallinnuksen nimike BIM tulee sanoista Building information Model. Tietomallintamisen käsite on kehitetty samoihin aikoihin tietokoneavusteisen viivapiirustamisen kanssa 1990-luvun alussa, mutta se on alkanut yleistymään vasta 2000-luvulla. Aiemmin tietomallista käytettiin myös nimikettä tuotemalli, mutta sittemmin siirryttiin käyttämään tietomallitermiä, jotta sanasta käsitetään, että kyseessä on nimenomaan tietojen malli.

Tietomallissa yhdistyy rakennuksen osien kolmiulotteisen geometrian ja visuaalisen ilmeen lisäksi erilaista tietoa mm. osista, materiaaleista, tarvikkeista, tuotannosta, kustannuksista ja ylläpidosta. Tietomalliin lisättävän tiedon määrä ja laajuus on lähes rajaton. Parhaimmillaan tietomallia pystytään hyödyntämään rakennuksen koko elinkaaren ajan, jolloin rakennusvaiheen jälkeen tarkennettua toteutumamallia hyödynnetään muun muassa rakennuksen ylläpidossa, peruskorjauksessa ja käyttöiän jälkeisessä suunnittelussa purkutyössä. Tietomallinnukselle asetettuja yleisiä tavoitteita ovat esimerkiksi seuraavat (YTV 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT 10-11066, 5):

- tukea hankkeen päätöksentekoprosesseja
- sitouttaa osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallin avulla
- havainnollistaa suunnitteluratkaisuja
- auttaa suunnittelua ja suunnitelmien yhteensovittamista
- nostaa ja varmistaa rakennusprosessin ja lopputuotteen laatua
- tehostaa rakentamisaikaisia prosesseja
- parantaa turvallisuutta rakentamisen aikana ja elinkaarella
- tukea hankkeen kustannus ja elinkaarianalyysijä
- tukea hankkeen tietojen siirtämistä käytönaikaiseen tiedonhallintaan.

#### 3.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Tietomallinnuksen yleistyttyä rakennusalalla on syntynyt tarve kehittää mallinnukseen ohjeita sekä pelisääntöjä. Julkaisusarja "Yleiset tietomallivaatimukset 2012" (YTV2012) ovat alun perin Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 tekemistä tietomallivaatimuksista vuonna 2011 päivitetty versio. YTV2012 toteuttamisesta vastasi Rakennustietosäätiön COBIM-hanke yhteistyössä Senaatti-kiinteistöjen, Suomen johtavien suunnittelutoimistojen, kiinteistön omistajien ja urakoitsijoiden kanssa. Mukana olleista suunnittelualan yrityksistä mainittakoon muun muassa entinen Finnmap Consulting Oy sekä Pöyry CM Oy. Yleiset tietomallivaatimukset ovat yhtenäistäneet tietomallipohjaista suunnittelua, sekä muokanneet ja ohjanneet suunnittelukäytäntöjä. Ne sisältävät tietoa ja vaatimuksia siitä, mitä kullakin suunnittelun alalla tulisi mallintaa missäkin rakennushankkeen vaiheessa ja millä tarkkuudella. Julkaisusarja YTV2012 koostuu 14 osasta ja kattaa koko rakennusalaa koskevat tietomallivaatimukset yleisellä tasolla. (YTV 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT 10-11066, 1–5.)

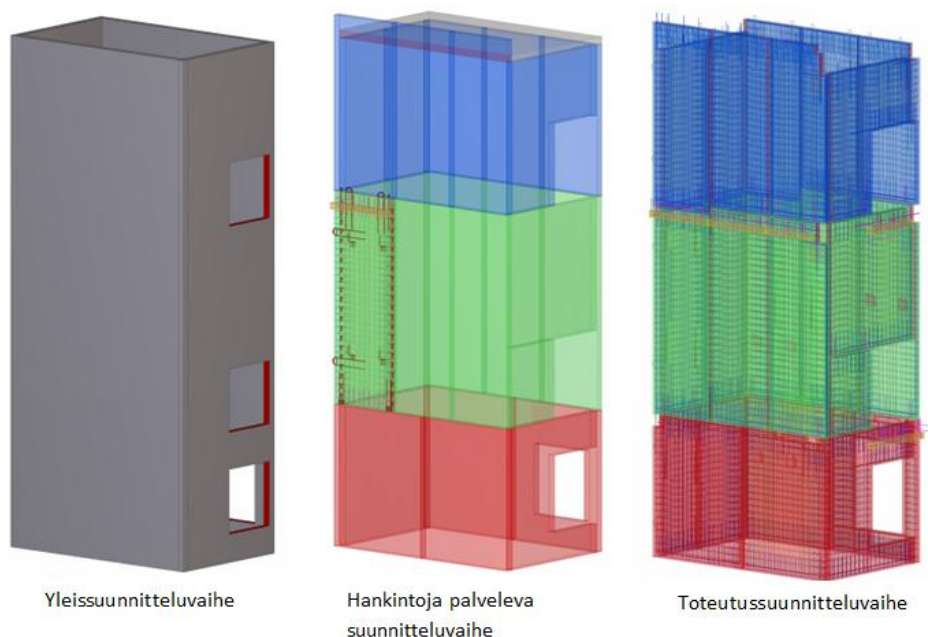


KUVIO 1. YTV 2012 Rakenne (YTV 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT 10-11066, 5)

Tämän opinnäytetyön kannalta merkittävät osat yleisistä tietomallivaatimuksista ovat osa 1. Yleinen osuus sekä osa 5. Rakennesuunnittelu (kuvio 1).

### 3.2 Tietomallinnuksen vaiheet rakennushankkeessa

Rakennushankkeessa monet eri osapuolet tietomallintavat ja tietomallintamista tapahtuu hankkeen useissa eri vaiheissa (kuva 3). Rakennuskohteen mukaan, kaikkia tietomallinnuksen vaiheita ei välttämättä eritellä ja ne voivat myös limittyä. Hankkeen tietomallinnus voi alkaa jo tarveselvitysvaiheessa, kun omistajan ja käyttäjän tarpeiden ja tavoitteiden kautta arvioidaan tilojen tarpeet. Harvoin kuitenkin tässä vaiheessa tietomallilla on vielä geometrinen muoto. Tarveselvitysvaiheessa keskeisimmät vaatimukset on kirjattu sähköiseen muotoon ja oikein laadittuna näitä tietoja voidaan käyttää myöhemmin hankkeen muissa vaiheissa tilavaatimusten tarkastamiseen. Tilaohjelmassa esitetään vähintään tilakohtaiset pinta-ala- ja erityisvaatimukset. (YTV 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT 10-11066, 11–13.)



KUVA 3. Rakennuksen tietomallin vaiheita (YTV 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT 10-11070)

Tietomalli saa viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa geometriset muotonsa, kun tilamallin pohjalta arkkitehti tuottaa asiakkaalle karkealla tasolla olevia suunnitelmavaihtoehtoja, joista tilaaja yhdessä käyttäjän kanssa vertailee ja valitsee parhaan vaihtoehdon. Näiden suunnitelmien pohjalta ja yhteistyössä myös muut suunnittelun alat, kuten rakennesuunnittelu, voi aloittaa suunnittelua ja arvioida arkkitehdin suunnitelminen toteutuskelpoisuutta. Tässä vaiheessa toteutettavaa rakennesuunnittelijan mallia kutsutaan alustavaksi rakennusosamalliksi. Tietomallin vaatimuksiin kuuluu ehdotussuunnitteluvaiheessa myös uudisrakennuskohteissa rakennuspaikan mallinnus sekä korjauskohteissa inventointimallin eli olemassa olevien rakenteiden mallinnuksen suorittaminen. Ehdotussuunnitteluvaiheessa myös hankkeen tietomallikoordinaattorilla on tärkeä tehtävä, kun hänen tulee järjestää eri suunnittelijoiden mallien yhteensovittamistesti. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että arkkitehti lähettää alustavan mallin, jossa sisältönä muutamia rakennusosia (esimerkiksi alapohja, välipohja, seinä ja ikkuna), muille suunnittelijoille, jotka puolestaan lisäävät siihen oman suunnittelualansa työkaluilla muutaman rakennusosan. Näin mallit yhdistettäessä voidaan aukottomasti todentaa, että kaikilla suunnittelijoilla on käytössään sama koordinaatisto sekä korkoasemat. (YTV 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT 10-11066, 13–15.)

Seuraavassa, yleissuunnitteluvaiheessa, aletaan kehittää ehdotussuunnittelusta valittua perusratkaisua, joka todentuu arkkitehdin tietomallina. Yleissuunnitteluvaiheen arkkitehtimallin tarkkuuden tason tulee riittää rakennusluvan hakemiseen tarvittavien piirustusten tuottamiseen. Muut suunnittelijat varmistavat tietomallin avulla tarvittavien järjestelmien sekä rakenteiden tilantarpeet ja niiden vaikutukset muuhun suunnitteluun. Esimerkiksi rakennesuunnittelijan tulee varmistaa tietomallin perusteella rakennejärjestelmä sekä sen mitoitus. (YTV 2012. Osa 1. Yleinen osuus. RT 10-11066, 15–17.)

Seuraava vaihe on hankintoja palvelevan suunnittelun vaihe. Tässä vaiheessa tietomallit, niistä tuotetut määrälueket, visualisoinnit ja muut dokumentit annetaan tarjousten tekijöille helpottamaan urakkatarjoustensa tekemistä ja rakennustyön alustavaa suunnittelua. Rakenneteknisen suunnittelun tietomallit ovat tässä vaiheessa vähintään siinä tarkkuudessa, että kaikista rakenteista on laadittavissa mallielementit ja/tai kokoonpanot. (YTV 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT 10-11070, 17.)

Seuraavassa, toteutussuunnitteluvaiheessa, menetellään osapuolten kesken samalla tavalla kuin yleissuunnitteluvaiheessa. Erona on kuitenkin se, että tuotetun tiedon tarkkuustaso on oleellisesti korkeampi. Toteutussuunnitteluvaiheessa arkkitehdin mallista tulee niin sanottu rakennusosamalli ja muiden suunnittelijoiden mallien sisällön tarkkuus vaiheen lopussa vastaa rakennustarkkuutta. Esimerkiksi rakennemallissa kaikkiin elementteihin lisätään raudoitukset ja muut valutarvikkeet vastaamaan tyyppielementtien tarkkuutta. Huomioitavaa on kuitenkin, että mallinnustarkkuus voi vaihdella riippuen siitä, kuinka mallinnuksesta on projektikohtaisesti sovittu. Yleisten tietomallivaatimusten 2012 liitteessä 1. suurin osa mallinnuksen tehtävistä on merkitty (x) merkinnällä, jolla tarkoitetaan projektikohtaisesti sovittavasta mallinnustehtävästä (taulukko 1). (YTV 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT 10-11070, 17.)

TAULUKKO 1. Totetutussuunnittelun mallinnustarkkuus (YTV 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT 10-11070, liite 1)

#### Toteutussuunnittelu

x = mallinnetaan, (x) = mallintamisesta on sovittava projektikohtaisesti

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan
	Anturat	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoiteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoiteet
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoiteet
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoiteet
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Kaikki projektissa vaaditut tietomallit on lopulta päivitettävä rakennusvaiheessa tehtyjen muutosten mukaisiksi siten, että ne vastaavat lopputulosta. Rakennusaikana tehdyt muutokset päivitetään joko rakennusaikana tai sen jälkeen lopulliseen toteumamalliin (as built). Toteumamalliin lisättävistä reikien, varausten sekä valmisosien tietojen päivityksestä sovitaan projektikohtaisesti. Päivitettyä toteumamallia voidaan hyödyntää huoltokirjan rinnalla rakennuksen virtuaalimallina ja siitä on tulevaisuudessa myös suuresti hyötyä mahdollisissa korjauksissa, peruskorjauksissa ja perusparannuksissa. (YTV 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT 10-11070, 19.)

### 3.3 Rakenteiden mallintaminen ja tehtävät

Rakennemalli toimii osana projektin varsinaista tietomallinnusta, samoin kuin arkkitehdin tilamalli tai taloteknisten suunnittelijoiden järjestelmämallit. Rakennemallin toteuttamisesta vastaa päärakennesuunnittelija sekä elementtisuunnittelijat. Kuten edellisessä luvussa kävi ilmi, rakenteiden mallintaminen alkaa viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa, kun rakennesuunnittelija laatii alustavan rakennusosamallin arkkitehtimallin perusteella. Alustava rakennusosamalli tehdään koko rakennuksen laajuudelta ja lisäksi toteutetaan rakennusmallitasoiset tutkielmat tyyppirakenteista. (YTV 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT 10-11070, 14.) Rakennemallia hyödyntää ja tarkentaa eri projektin vaiheissa usein eri suunnittelijat.

Rakennesuunnittelun tehtävät jaetaan usein eri suunnittelijoiden kesken. Samat suunnittelun roolit ovat yleisesti käytössä myös mallinnuksessa. Tietomallin parissa saattaa työskennellä useita eri rakennesuunnittelijoita, joilla on eri tehtävät. Tavanomaisesti rakennesuunnitteluprosessissa on yksi päärakennesuunnittelija sekä vähintään yksi elementtisuunnittelija. Yleensä mallinnuksen periaatteena on, että laskennan tehnyt suunnittelija myös mallintaa laskemansa rakenteet ja liitokset. (Elementtisuunnittelu.fi.)

Mallinnuksen osalta tehtävien jaossa voidaan tyypillisenä esimerkkinä pitää esimerkiksi normaalissa betonielementtikerrostalokohteessa päärakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan välistä työnjakoa seinäelementtien mallinnuksesta. Yleisesti päärakennesuunnittelija suunnittelee ja piirtää tyyppielementin tietyn tyyppisestä elementistä kaikkine valutarvikkeineen ja raudoituksineen, jonka jälkeen elementtisuunnittelija käyttää tätä mallina ja lähtötietona muiden vastaavien seinäelementtien suunnittelussa, mallinnuksessa ja piirustusten tuottamisessa. Sama käytäntö on heidän välillään myös esimerkiksi liitosten mallinnuksessa. Päärakennesuunnittelija suunnittelee ja mallintaa tietyn tyyppisen elementtien välisen liitoksen jonka jälkeen elementtisuunnittelija suunnittelee ja mallintaa loput vastaavat liitoskohdat tyyppi-liitoksen perusteella. Seuraavassa on erittely tavanomaisesta rakennesuunnittelun tehtäväjaosta (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Päärakennesuunnittelun ja elementtisuunnittelun välinen tehtävänjako (Elementtisuunnittelu.fi)

Päärakennesuunnittelun ja elementtisuunnittelun välinen tavanomainen tehtävänjako	
Päärakennesuunnittelija	Elementtisuunnittelija
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Käytettävä mitoitusnormisto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lähtötietojen yhteensopivuuden varmistaminen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kokonaisstabiiliteetilaskelmat ja jäykistysvoimia välittävät liitokset.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementtien lujuuslaskelmat (murto- ja käyttörajatila, onnettomuusrajatila, palotila)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rungon työnaikainen kokonaisvakavuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jäykistysvoimia välittämättömät liitokset</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuormitustiedot ja vaatimukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaikki elementtien valmistussuunnitelmat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reikäti tietojen antaminen ja reikien sijoittelun koordinointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementtien liitos- ja asennusdetaljit</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paikallavalurakenteet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksittäisten elementtien asennusaikainen vakavuus ja tuentasuunnitelmat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tyypielementit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turvalaitteiden vaatimat tartunnat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennusfysikaalinen suunnittelu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementtikaaviot</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tyypiliitokset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementti- ja valutarvikeluettelot</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinoi ja yhteensovittaa eri valmisosasuunnittelijoiden työtä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementtien vaatimat tartuntasuunnitelmat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riittävä elementtien rakenteellinen tarkastus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asennussuunnitelman tarkastus ja hyväksyntä tarvittaessa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viranomaishyväksyntä</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asennussuunnitelman tarkastus ja hyväksyntä</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnitteluratkaisujen työturvallisuudesta huolehtiminen</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje rakenteiden osalta</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rakenteellisen turvallisuuden riskien arviointi</li> </ul>	

Tuotettavan rakennemallin sisällön tarkkuus ja sisällölle asetetut vaatimukset muuttuvat eri suunnitteluvaiheissa suunnitteluprosessin edetessä. Ohjeistettavan harjoitusmallin tarkkuustaso vastaa ohjeistettavien runko-osien osalta yleissuunnitteluvaiheen tarkkuutta. Tämä tarkkuustaso tarkoittaa että esimerkiksi raudoituksia ei teräsbetonirakenteisiin tässä vaiheessa tehdä. Rakennemallin tietosisältövaatimukset on luetteloitu yleisten tietomallivaatimusten 5. osan liitteessä 1 (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Rakennemallin tietosisältö yleissuunnitteluvaiheessa  
(YTV 2012. Osa 5. RT 10-11070, liite 1)

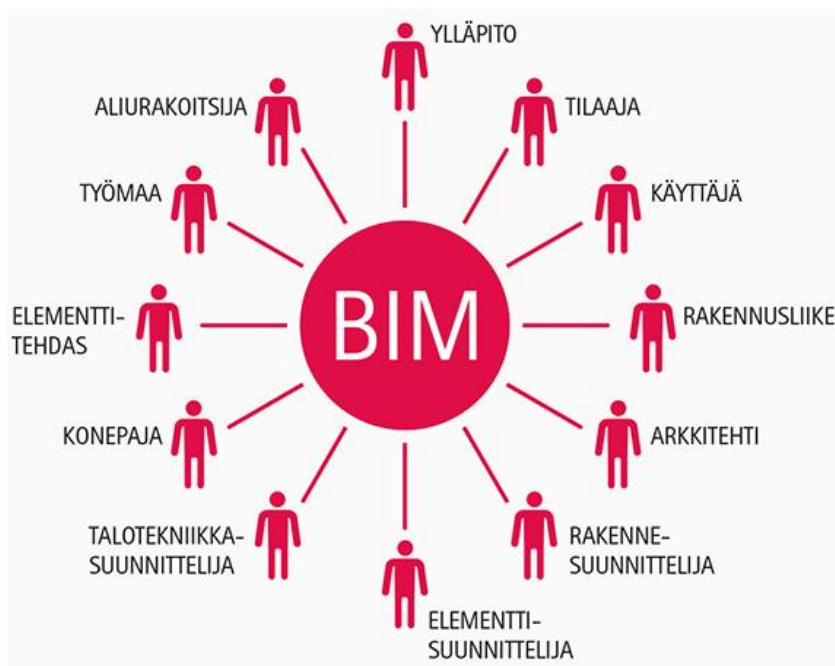
Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	(x)	
	Anturat	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Lämmöneristeet	(x)	
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Alapohjakanaalit	(x)	
	Erityiset alapohjat	(x)	
	Lämmöneristeet	(x)	
Runko	VSS	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Kantavat seinät	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Pilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Palkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Välipohjat	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Yläpohja	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Erityiset runkorakenteet	(x)	
Julkisivut	Ulkoseinät	(x)	Voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinäobjektina määrien raportoinnin takia
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Katokset	(x)	
	Erityiset ulkotasot	(x)	
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein

### 3.4 Tekla Structures -tietomallinnusohjelma

Työn ohjeistus perustuu *Tekla Structures* -tietomallinnusohjelmiston käytön opastukseen. *Tekla Structures* on yksi Tekla-yrityksen tuottamista ohjelmistoista. Tekla tarjoaa ohjelmistopalveluja rakennusalan eri osapuolille. Yrityksen nimi Tekla tulee aluperin sanoista tekninen laskenta. Tekla on perustettu Suomessa vuonna 1966 ja sen pääkonttori sijaitsee Espoossa. Tekla on kuulunut Trimble-konserniin vuoden 2011 heinäkuusta asti. (Tekla.com).

*Tekla Structures* on monipuolinen rakennusten tietomallinnukseen kehitetty ohjelmisto. Ohjelmisto on julkaistu ensimmäisen kerran vuonna 2004 ja myytyjen lisenssien määrä on kasvanut vuosi vuodelta. Vuonna 2010 *Tekla Structures* -lissenssejä oli myyty ympäri maailman yli 18 000 kappaletta. (Tekla.com). Ohjelma sisältää hyvät työkalut teräs ja betonirakenteiden suunnitteluun ja siitä löytyy lisäksi monipuoliset kirjastot yleisimmistä liitoskomponenteista. Ohjelmalla tuotetaan kolmi- tai nel-

ulotteisia tietomalleja, joista hyöttyy rakennushankkeen eri osapuolet urakoitsijasta käyttäjään koko rakennuksen elinkaaren ajan (kuvio 2). Neliulotteisuudella tarkoitetaan kolmiulotteiseen malliin linkitettyä aikaulottuvuutta, joka ilmenee esimerkiksi silloin, kuin kuvataan rakennusosien asennusjärjestystä tai toimitusaikataulua. Piirustusten ja raporttien tuottaminen sekä niiden monipuolinen muokkaaminen onnistuu hyvin *Tekla Structuresilla*. Myös piirustus ja raportointi aseteluiden ja asetusten ennalta määrittämisen mahdollisuus nostaa automaatioastetta.



KUVIO 2. Tietomallin hyödyntäjäkunta (Tekla.com 2015)

Ohjelmisto on yhteensopiva IFC-formaatin kanssa, jolloin sitä voidaan sujuvasti käyttää rakennushankkeissa eri osapuolten tuottamien mallien tarkasteluun. IFC-formaatti on tietomalliohjelmistojen yhteinen mallien kuvaustapa, joka on ISO-standartisoitu. Formaatti on BuildingSMART-järjestön kehittämä ja pohjautuu XML-tiedostomuotoon/kieleen. IFC formaatista on nykyisin yleisesti käytössä versio IFC 2x3, mutta seuraava versio, IFC 4, on myös julkistettu. (Buildingsmart.fi)

## 4 KÄYTTÖOHJEEN PIIRTEET

Jokainen meistä käyttää lähes päivittäin tuotteita, joiden käyttöönnotossa, tai usein sen jälkeenkin on tarvittu käyttöohjetta. Sana käyttöohje, tarkoittaa jonkin koneen, laitteen tai tuotteen käyttämiseen opastavaa ohjeistusta, joka on tarkoituksen mukaisesti suunniteltu tietyille käyttäjäryhmälle ja -tyypille. Käyttöohjeen kohteita voi olla hyvinkin erilaisia, kuten tietokoneohjelmat, koneet ja tekniset laitteet. Käyttöohjeen tarkoitus on usein opastaa käyttäjä tuotteen oikeaoppiseen ja turvalliseen käyttöön. Toisinaan, tuotteesta riippuen, käyttöohje voi myös opastaa käyttäjää mahdollisimman tehokkaksiin työskentelymenetelmiin. Esimerkiksi tietokoneohjelmistoissa, joissa toimintatapoja voi olla useita, on edullista, jos käyttöohje opastaa tapauskohtaisesti parhaat toimintatavat.

Käyttöohjeet ovat teknistä viestintää. Teknisellä viestinnällä tarkoitetaan käyttäjille tarkoitettua informaation suunnittelemista ja toteuttamista (STVY 2015). Tuotettavan ohjeen merkitys voi vaihdella. Se voi olla suositus, ehdotus tai sitova (Korpela 2012).

Erilaisten ohjeiden käyttäjät voivat vaihdella suuresti. Tietyn ohjeen käyttäjäkuntaan voi kuulua esimerkiksi käyttäjiä, joiden ikä voi vaihdella välillä 10 - 80 vuotta ja joilla ei ole välttämättä muita yhdistäviä tekijöitä, kuin käytettävä tuote. Toisinaan tiedetään, että käyttäjäkunta on esimerkiksi tietty sosiaalinen tai ammatillinen ryhmä. Maailmanlaajuisesti ajateltuna tulee ottaa myös huomioon, että mikäli ohjetta käännetään muille kielille ja viedään useisiin eri kulttuureihin, on ohjeen sisältö ja kieli sellainen, että käännettynä ja eri puolella maailmaa se toimii ja on ymmärrettävissä parhaalla mahdollisella tavalla. Käyttäjäkunnan rakenne vaikuttaa ratkaisevasti ohjeen laatimiseen, julkaisutekniikkaan, sisältöön sekä ulkoasuun.

### 4.1 Julkaisutekniikka

Käyttöohjeen julkaisutekniikalla tarkoitetaan sitä, missä muodossa ohje julkaistaan käytettäväksi. Erilaisia julkaisutekniikoita on nykyään tietotekniikan ja teknologian kehittymisen seurauksena valtavasti. Käyttöohjeen yleisin julkaisutekniikka on perinteisesti paperinen versio, jossa ohjeistetaan käyttäjää johdonmukaisessa järjestyksessä sanoin ja niitä tukevin kuvin. Lisäksi nykyään käyttöohjeita on mahdollista julkaista esimerkiksi interaktiivisena tietokoneohjelmana, videona tai pelkkänä ääniraitana. Ohjeen tietoa voidaan välittää käyttäjälle tekstin, sanojen, merkkien, tunnusten, kaavioiden, kuvien, piirrosten ja äänen avulla. Pitää myös muistaa, että käyttöohje voi olla edellä mainittujen tapojen yhdistelmä. Hyvän käyttöohjeen toteuttamiseksi ei kuitenkaan tarvitse, eikä pidäkään, käyttää yhdessä kaikkia edellämainittuja viestintäkeinoja. Mahdollisesti tehokkainta on kun käytetään muutamaa niistä harkiten, jotta käyttäjän huomio kiinnittyy niihin asioihin, joita on ollut tarkoituskin korostaa. (Kajakina-Lappalainen 2012, 5)

Julkaisutekniikan valitsemiseen vaikuttaa useat seikat, esimerkiksi ohjeistuksen käyttökohde – tietokoneohjelma vai ruohonleikkuri, käyttöpaikka – ulkona, sisällä vai tietokoneen ääressä sekä käyttäjäryhmä – vanhuksat vai lapset. Ehkä eniten julkaisutekniikan valitsemiseen vaikuttaa paikka ja tilanne,

jossa käyttöohjetta käytetään. Esimerkiksi silloin, kun ohjeen käyttö tapahtuu ulkotiloissa tai muuten tietotekniikan ulotumattomissa, on käyttöohjeen syytä olla paperinen versio. Silloin kun julkaisutekniikalle olisi ohjeen käyttöympäristön ja muiden tekijöiden kannalta useita mahdollisuuksia, on syytä miettiä tarkkaan, millainen julkaisutekniikka olisi toimivin. Vaikka ohje liittyisi tietokoneohjelmaan, ei se välttämättä suoraan tarkoita, että ohje tulisi julkaista sähköisessä muodossa esimerkiksi videolla tai selattavana verkko-ohjeena. Tutkimukset osoittavat, että ihmiset pitävät tietokoneen näytöltä luettavaa ohjetta vaikeana silloin, kun suoritettava tehtäväkin tapahtuu samaan aikaan tietokoneella (Norwick ja Ward 2015, 7). Näkisin itsekkin tässä tapauksessa ongelman, sillä tila tietokoneen näytöltä loppuu helposti, ja vaikka olisikin useampia näyttöjä käytettävissä, hyppely ikunoiden välillä ja ohjeen sivujen rullaaminen häiritsee keskittymistä ja saattaa usein katkaista ajatuksen.

Paperisen käyttöohjeen hyvinä puolina voidaan pitää sen hyvää luettavuutta silloin, kun ohje on hyvin jäsenneily eikä se ole liian laaja. Sen voi kuljettaa myös helposti mukanaan minne vain ja on luettavissa missä vain. Paperiohjeen huonona puolena voi ilmetä se, että jo tulostettu paperinen ohje ei päivity ja saattaa siksi sisältää vanhentunutta tietoa. Sähköisesti dokumentoidun käyttöohjeen hyvinä puolina sen sijaan on sen helppo päivitettävyyys, sekä nopea tiedon haettavuus ohjeesta erilaisen hakutoimintojen avulla. Huonona sähköisessä ohjeessa on se, että ohje tarvitsee sähköisen laitteen sen tarkasteluun, eikä välttämättä joka tilanteessa aina sovellu luettavaksi ruudulta.

## 4.2 Käyttöohjeen sisältö

Käyttöohje on laadittava käyttäjän näkökulmasta. Sen tulee olla yksiselitteinen, rakenteeltaan selkeä ja loogisesti etenevä sekä helppolukuinen (Nykänen 2002, 50). Ohjeen käyttäjien tietämyksen määrä aiheeseen liittyen määrää ohjeen sisällön laajuuden. On selvää, että ammattilaisille tarkoitettujen ohjeiden vaatimukset ovat erilaiset kuin tavalliselle maallikolle. (Kajakina-Lappalainen 2012, 6). Mikäli ei ole selkeää kuvaa siitä, millainen käyttäjäryhmän tietämys aiheesta on, ei heidän tietotaitojaan saa ohjetta laatiessa yliarvioida. Nykänen (2002, 51) toteaa, että käyttöohjeen kielen tulee olla selkeää ja yksiselitteistä. Lisäksi hän kirjoittaa, että kohderyhmälle outoja termejä ja vierasperäisiä sanoja tulee välttää, tai ne on huolellisesti selitettävä yleiskieltä käyttäen. Usein käyttöohje saattaa käsitellä aihetta, jolloin väistämättä vastaan tulee käyttäjälle vieraita käsitteitä ja lyhenteitä. Mikäli käyttöohjeeseen tulee useita tällaisia termejä, tulee sen alkuun liittää varsinainen sanasto-osa.

Käyttöohjeen alkuun tulee lisätä myös numeroitu sisällysluettelo, josta selviää ohjeen rakenne, jolloin otsikoiden avulla voi siirtyä suoraan tiettyyn vaiheeseen, mitä käyttäjä tarvitsee. Tästä aiheesta nykänen (2002, 50) kirjoittaa, lukijan on voitava löytää haluamansa tiedot ohjeesta nopeasti ja vavattomasti siinäkin tilanteessa, jossa hänen on vain tarkastettava jokin tietty käyttöön liittyvä yksityiskohta. Tämä vaatii paljon jäsentelyltä ja esitystavalta.

Käyttöohjeissa yleensä kuvitus on keskeinen osa. Hyvässä ohjeessa kuvitus tukee, selvittää ja tarkentaa tekstimuodossa annettavaa ohjeistusta. Kuvissa voidaan myös kuvanmuokkauksen avulla helposti korostaa tai häivyttää yksityiskohtia. Kattavan kuvituksen hyvänä puolena on, että kansainvälisesti kuvat käyvät usein suoraan sellaisenaan erikielisiin ohjeisiin. Kun ohjeistuksessa käytetään kuvia, on ehdoton vaatimus, että teksti ja kuvat eivät ole keskenään ristiriidassa, ja että ne muodostavat yhdessä eheän kokonaisuuden. Nykäsen (2002, 119) mukaan kuvitus voi tiedon esittämisen lisäksi liittyä myös teoksen ulkoasuun tai yleisilmeeseen muokkaamiseen. Nykäsen (2002, 119) mukaan mukaansa yksittäisellä kuvalla tai kuvakokonaisuudella voi olla seuraavanlaisia tehtäviä:

- Havainnollistaa tai pelkistää monimutkainen tai abstrakti asia.
- Täsmentää, konkretisoida tai vahvistaa sitä, mistä teksti kertoo.
- Korostaa olennaista nostamalla esiin vain osa siitä mistä teksti kertoo.
- Luoda taustaa kertomalla jostakin kirjoituksen ydintä laajemmasta kokonaisuudesta.
- Keventää muuten ehkä tosikkomaisen tekstin luomaa kokonaisvaikutelmaa.
- Tehostaa, liioitella tai ironisoida tekstin sisältöä tai jotakin sen yksityiskohtaa.
- Usuttaa lukijaa aktiiviseen ajatteluun herättämällä tekstin kanssa näennäisesti (ristiriitaisia) vaikutelmia.

#### 4.3 Ulkoasu

Ulkoasuun kiinnitetään yleensä ensimmäisenä huomiota. Se luo käyttäjälle ensivaikutelman tuotteesta ja on siksi tärkeässä roolissa käyttäjän motivoinnin ja kiinnostumisen kannalta. Käyttöohjeen ulkoasu vaikuttaa lisäksi merkittävästi sen luettavuuteen ja toimivuuteen. Ulkoasulla tarkoitetaan käyttöohjeessa sen yleistä ilmettä, kuvien ja tekstien sijoittelua sekä niiden tyyliä. Käyttöohjeen julkaisuteknikka vaikuttaa merkittävästi sen ulkoasuun suunnitteluun. A4-kokoon suunniteltu dokumentti ei välttämättä lainkaan sovellu tietokoneen näytöltä luettavalle verkkosivulle tai toisinpäin. Ulkoasu tulee siis suunnitella erikseen kutakin julkaisutekniikkaa varten. (Nykänen 2002, 176).

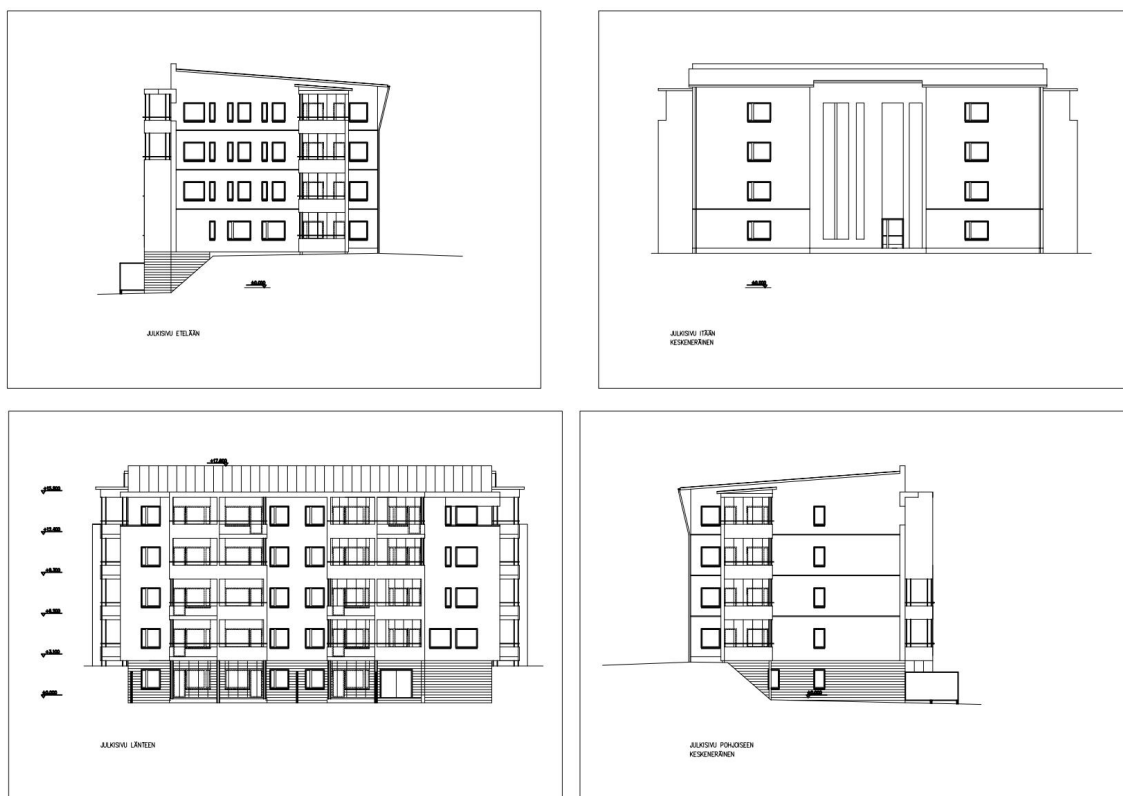
Välttämättä aina ohjeen kirjoittaja ei itse päättää millainen ohjeen ulkoasu tulee olemaan. Usein taloudellisen vastuun kantava taho, kuten kustantaja tai julkaisija päättää millainen ulkoasu tulee olemaan. Mikäli samaan julkaisusarjaan kuuluu useampia ohjeita, niin kaikille ohjeille sovelletaan samaa ulkoasumallia. (Nykänen 2002, 175). Usein eri yritysten sisäisissä ohjeistuksissa käytetään samaa dokumenttipohjaa, josta löytyy esimerkiksi ennalta määritetyt kansilehti, ylä- sekä alatunnisteet, kirjasin tyylit, koot ja värit eri tason teksteille sekä sisällysluettelo. Tällöin yrityksessä tuotettavat dokumentit, kuten ohjeistukset, noudattelevat keskenään samaa ulkoasua ja toteuttavat yrityksen imagoa.

Käyttöohjeisiin sisältyy yleensä tarkoitukseltaan erityyppisiä tekstejä ja sanoja. Ohjeissa on suoria toimintaa ohjaavia käskylyuseita esimerkiksi, "paina näppäimestä x". Ohjeissa voi olla myös erilaisia

lisätietoja antavia tekstiosia kuten, "painamalla näppäimestä x tapahtuu seuraavaa". Eri tyypisille teksteille on ohjeissa määriteltävä ulkoasultaan erilaiset asetukset, jotta käyttäjä huomaa äkkiä jo silmäilyllä, mitkä ovat tehtäviä asioita ja mitkä lisätietoja. Lisäksi myös esimerkiksi otsikot, väliotsikot ja tietokoneohjelman painikkeita kuvaavat tekstit on hyvä tehdä omilla erillisillä tyyleillään.

## 5 MALLINNETTAVA KOHDE

Ohjeistuksessa tarkasteltavan kohteen muodostamisen pohjana käytettiin erästä Sweco Rakennetekniikalle suunnitteluun tulevaa kerrostalokohdetta. Kyseessä on Kuopion Julkulaan suunniteltu viisikerroksinen asuinkerrostalo, jonka urakoinnista vastaa Peab Oy. Kohteeseen on suunniteltu pohjakerrokseen kolme asuinhuoneistoa sekä väestönsuoja. Ylempiin kerroksiin on suunniteltu kuusi asuinhuoneistoa/kerros. Talon pääsisäänkäynti aukeaa idän suuntaan ja parvekkeet löytyvät joka huoneistosta ja ne aukenevat kaikkiin muihin ilmansuuntiin. Lähtötietoina ja pohjakuvina ohjeen tuotaamiseen käytettiin kyseisen kohteen varhaisia arkkitehtipohjia (kuvat 4 ja 5).

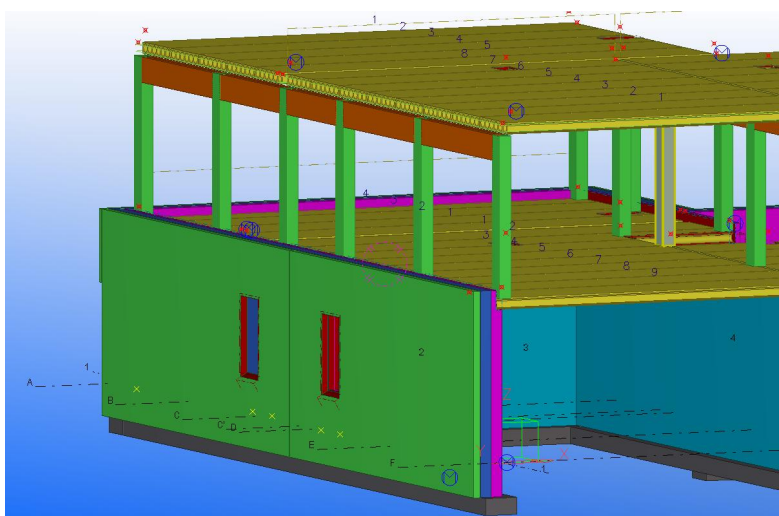


KUVA 4. Harjoituskohteen julkisivut (Peab Oy 2014)



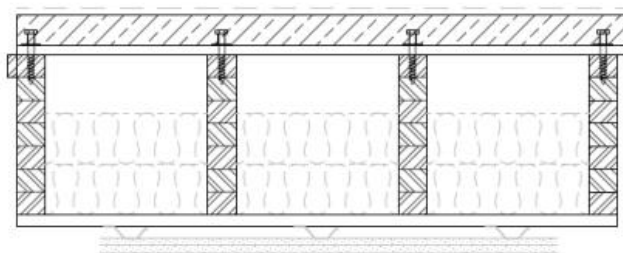
Rakennuksen rungossa voidaan käyttää eri rakenteissa eri materiaaleja. Sellaista rakenneratkaisua voidaan kutsua hybridirakenteeksi. Usein syynä eri materiaalien käytölle on, että halutaan käyttää eri materiaalien ominaisuuksia niille parhaiten soveltuviissa paikoissa. Tällaisia materiaalien ominaisuuksia voi olla esimerkiksi tiheys, jäykkyys, ääneneristävyys, ekologisuus, lämmöneristävyys, kulukestävyys tai kosteuden sietokyky. Usein materiaalivalinnoilla pyritään vaikuttamaan myös kustannuksiin suoraan valitsemalla halvempi raaka-aine tai välillisesti nopeuttamalla työmaalla tehtävää työtä.

Mallinnusohjeen esimerkkikohteen runkorakennetta voidaan kutsua hybridirakenteeksi. Siinä betonisen pohjakerroksen päälle rakentuu liimapuinen pilaripalkkirakenne, jonka varaan tukeutuu betoninen ontelolaattavälipohja (kuva 7).



KUVA 7. Liimapuun ja ontelolaatan hybridirakenne (Kantosalo 2015)

Käsite hybridirakenne ei ole aina yksiselitteinen, sillä sitä käytetään pelkästään rakentamisessa useiden erityyppisten asioiden kuvaamiseen. Eri materiaaleista toteutetun rungon lisäksi hybridirakenteeksi voidaan myös kutsua yhden rakennusosan sisällä olevaa liitto- tai hybridirakennetta. Tällainen rakenne on esimerkiksi puupalkiston ja pintabetonilaatan omaava liittorakenteinen välipohja (kuva 8). Hybridirakenne nimitystä käytetään myös muun muassa rakennuksen vaipassa olevan eristekerroksen erityyppisten lämmöneristemateriaalien yhdistämisestä (Tampereen teknillinen yliopisto 2012, 7). Esimerkiksi solumuovieristeen ja mineraalivillan yhdistäminen luo eristyksen kannalta hybridirakenteen.



KUVA 8. Liimapuupalkit ja betonilaatta välipohjan hybridirakenteena (Versowood)

## 6 MALLINNUSOHJEEN LAADINTA

Opinnäytetyönä toteutettavan mallinnusohjeen laadinta alkoi aloituspalaverilla, johon osallistui Sweco Rakennetekniikan puolesta itseni lisäksi projektipäällikkö Kimmo Malinen ja osastopäällikkö Esa Suomalainen. Lisäksi palaveriin osallistui Savonia-ammattikorkeakoulun puolesta ohjaava opettajani, Viljo Kuusela. Palaverissa määriteltiin tarkka rajaus ohjeistuksessa käsiteltäviin asioihin eli ohjeistuksen sisältöön, josta kerron lisää luvussa 6.3, sisällön määrittäminen. Lisäksi mallinnusohjeen laadinnan erillisiksi vaiheiksi olen eritellyt omiksi luvuikseen ohjeen julkaisutekniikan määrittäminen, rakenteen määrittäminen, ulkoasun määrittäminen, käyttäjän valmiudet ja motivointi sekä ohjeen testaus, loppukehitys ja käyttöönotto. Todellisuudessa ohjetta laatiessa nämä vaiheet limittyivät, mutta niistä on hyvä kertoa tässä raportissa omina lukuinaan. Mallinnusohje toteutettiin *Tekla Structures* -ohjelmistoversioon 19.0.8.

### 6.1 Julkaisutekniikan määrittäminen

Mallinnusohjeen julkaisutekniikalle oli pari potentiaalista vaihtoehtoa. Mallinnusohje olisi voitu toteuttaa havainnollisella video-ohjeella tai dokumenttimuodossa PDF-tiedostona. Molempia tyyliä oli yrityksen sisällä jo käytetty aiemminkin mallinnusohjeistuksiin liittyen. Video-ohjeella tarkoitan näytöltä kaapattua videota, jossa näkyy ohjeistajan tekemät liikkeet ja vaiheet. Video-ohjeen hyvinä puolina voidaan pitää sen hyvää havainnollisuutta, kun ohjeen käyttäjä näkee kaiken videolta samalla tavalla kuin ohjeen laatijakin. Lisäksi videolle on mahdollista liittää ohjeistajan puhe, jolla hän selvittää tekemistä. Videon huonoina puolina on lisätiedon liittämisen vaikeus ja vaikea navigointi videolla, mikäli pitäisi etsiä tietty vaihe. Lisäksi videon vaikea hallinta silloin, kuin käyttäjä pyrkisi mallintamaan yhtä aikaa, jolloin video pitäisi pysäyttää joka vaiheen välissä. Dokumenttimuotoisen ohjeen hyvinä puolina voidaan pitää sen jäsenyneyttä ja sisällysluetteloa, jotka helpottavat navigointia ohjeessa. Lisäksi dokumenttiohje paperille tulostettuna luovuttaa tietokoneen näytölle lisää työskentelytilaa ja ohjetta voi myös seurata vapaaseen tahtiin käsillä selaten. Dokumenttiohjeeseen on helppo lisätä tietoa ja sen muokkaaminen onnistuu vaivatta.

Tuotettavaan mallinnusohjeeseen valittiin julkaisutekniikaksi dokumenttimuotoinen PDF tiedosto, jolloin käyttäjät voivat halutessaan tulostaa sen paperille tai vaihtoehtoisesti seurata ohjetta tietokoneen näytöltä. Ohje tuotettiin Sweco Rakennetekniikan toimistolla yrityksen tietokoneella käyttäen Microsoft Word -tekstinkäsittelyohjelmaa, Windowsin kuvankaappausohjelmaa, Snipping toolia, sekä MS Paintia.

### 6.2 Rakenteen määrittäminen

Mallinnusohjeessa rakenteen on tärkeää olla looginen ja edettävä johdonmukaisesti mallinnuksen vaiheiden mukaan. Ensimmäisenä ohjeessa on kansilehti, jossa on vain ohjeen otsikko, laatijan nimi päivytyspäivämäärä sekä yrityksen logo. Seuraavalla sivulla on ohjeistuksille tyypillinen saateteksti,

jolla motivoidaan lukija ja herätetään mielenkiinto ohjeen lukemiseen. Seuraavana rakenteen merkittävänä osana on kolmannella sivulla ohjeen sisällysluettelo. Sisällysluettelosta on nopeasti katsottavissa ohjeen otsikot ja niiden hierarkia. Otsikoiden perusteella käyttäjän tulisi ymmärtää, mikä on otsikon alla olevan osan pääsisältö. Tästä syystä mallinnusohjeeseen valittiin lyhyet ja kuvaavat otsikot. Lisäksi mallinnusohjeen sisällysluetteloon merkittiin otsikoiden perään sivunumerot. Sisällysluettelon ja ohjeen sisällön on tärkeää linkittyä virheettömästi, joten MS Wordin automaattinen sisällysluettelon luonti oli oivallinen vaihtoehto. Sisällysluettelo oli tärkeä muistaa päivittää, mikäli tehtiin muutoksia otsikointiin tai rakenteeseen.

Mallinnusohjeen rakenne määräytyi muilta osin mallinnusohjelman käytännön tehtävien aihepiirien mukaan. Ohjeeseen tehtiin mallinnusta käsittelevät kolme pää otsikkoa: mallin perustaminen, rakenneosien mallintaminen sekä IFC-tietojen muokkaus. Alaotsikot kuvaavat samalla tasolla suoritettavaa vaihetta (kuva 9).



Termistö .....	4
1. Mallin perustaminen .....	6
1.1. Projektin luominen .....	6
1.2. Ensimmäisen referenssikuvan tuominen .....	7
1.3. Moduuliverkon muokkaaminen .....	9
1.4. Näkymien luominen .....	11
1.5. Muiden referenssikuvien tuominen .....	13
1.6. Phasejen luominen .....	15
2. Rakenneosien mallintaminen .....	18
2.1. Anturat .....	18
2.2. VSS seinät .....	21
2.3. Kellarin muut ulkoseinät .....	23
2.4. Kellarin väliseinät .....	25
2.5. VSS välipohja .....	27
2.6. Ontelolaatasto .....	29
2.7. Puupilarit .....	32
2.8. Puupalkit .....	34
2.9. Välipohjan ontelolaatasto .....	36
2.10. Kellarinseinän eristeet .....	37
2.11. Kuorielementit .....	39
2.12. Ikkuna-aukkot .....	40
3. IFC tietojen muokkaus .....	42

## 6.3 Sisällön määrittäminen

Mallinnusohjeen sisällön määrittämiseksi tuli selvittää yrityksessä käytettäviä mallinnus menetelmiä sekä käytäntöjä. Joidenkin asioiden toteuttamiseen oli olemassa useampia käytäntöjä ja vaihtoehtoja, jolloin tuli selvittää käytävään harjoitukseen parhaiten soveltuvat tavat. Ohjeen sisällön tuottamisen vaiheet ovat otsikoitain eritelty tähän lukuun.

### 6.3.1 Termistö

Ohjeen alkuun tuli lisätä sanasto-osa, jossa selvitettiin mallinnuksen kannalta oleellisia termejä. Ne olivat lähinnä *Tekla Structures* -ohjelman erikoisempia tarvittavia englannin kielisiä sanoja ja lyhennejä (kuva 10).



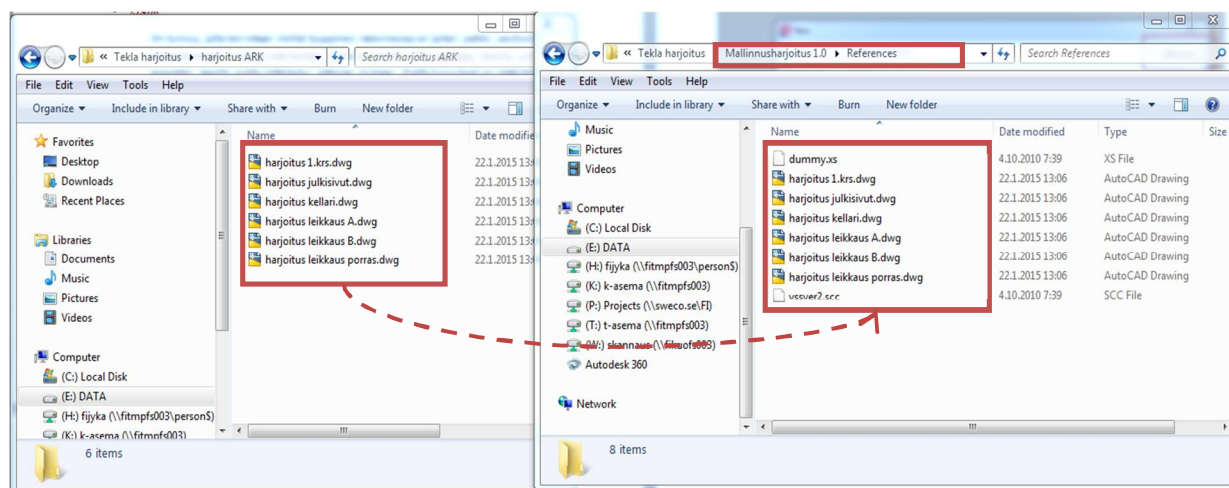
#### Termistö

- Assembly
  - On objekti joka esittää rakennetta, joka koostuu yhdestä tai useammasta osasta tai muusta tarvikkeesta.
- Class
  - Class on luokkajako, joka määrittyy FMC\_numerointiohjeen mukaan. Luokan mukaan Teklassa määrytyy mm. rakenneosien väri, jolla ne mallissa esiintyvät. Kuvia tuotettaessa Classin mukaan voidaan myös "filteröidä" näytettävää sisältöä.
- IFC (Industry Foundation Classes)
  - On tietomalliohjelmistojen yhteinen mallien kuvaustapa/formaatti. Tällä kirjainyhdistelmällä tarkoitetaan usein myös avointa tiedonsiirtomuotoa (ifc -tiedosto), jolla malleja voidaan siirtää ohjelmistosta toiseen. Se on ISO-standardoitu (16739) XML-pohjainen tiedostomuoto, jonka kehittäjänä on BuildingSMART järjestö. Nykyisin ohjelmistoissa yleisesti käytössä oleva version on IFC 2x3, vaikkakin sen seuraaja IFC 4 on jo julkaistu.
- Phase
  - Numeroista muodostuva nimike, jonka avulla voidaan eritellä mm. rakennusosien materiaalia, kerrosta, tai lohkoa.
- Prefix
  - On tunnus, jolla kerrotaan minkä tyyppinen rakenneosa on (pilari, palkki, sandwich seinäelementti...). Prefix määritellään, sekä osa tasolla, että assembly -tasolla, jolloin assembly -tasolla prefix määrytyy pääosan mukaan. Prefix tunnuksat on määritelty FMC\_numerointiohjeessa ja ne pohjautuvat betoniosien osalta BEC2012 elementtisuunnittelun mallinnusohjeeseen.
- Reference model
  - On malli tai tasokuva, joka voidaan liittää Tekla -mallin taustalle ja eri näkyymiin, jotta voidaan tuoda esimerkiksi arkkitehtipohjat joiden pohjalta mm. rakenteiden mallintaminen tehdään. Myös tarkasteltavat talotekniikan
- UDA (User-defined attribute)
  - On käyttäjän määrittelemä ominaisuustieto, joita voi määritellä osa kohtaisesti. **UDA-tietoja** ovat esimerkiksi määriteltävät IFC nimet, ja tuotantotiedot.
- Work Plane
  - On työskentelytaso, jonka mukaan Teklassa määrytyy paikallinen koordinaatisto. Esimerkiksi referenssikuvia tuotaessa pitää työskentelytason olla tuotavan pohjakuvan tai leikkauskuvan suuntainen.

### 6.3.2 Mallin perustaminen ja referenssikuvan tuominen malliin

Uusi projekti aloitetaan luomalla uusi malli *Teklan* "New" -komennolla, jonka jälkeen käyttäjää opastetaan avaamaan ensimmäinen 3d -näkyvä, "Views" -ikkunasta. Tämän jälkeen käyttäjän tavoite on liittää malliin taustaksi arkkitehdin referenssikuva ensimmäisestä kerroksesta. Kuvasta käyttäjä saa myöhemmin tiedot moduulilinjaston mitoista sekä näkee luonnosteltujen rakenteiden paikat ja mitat.

Ennen kuin käyttäjä saa tuoda malliin arkkitehdin CAD-pohjakuvan, tulee hänen kopioida kaikki projektissa tarvittavat arkkitehtikuvat kyseisen *Tekla*-projektin "references" -kansioon (kuva 11). Näin referenssikuvat kulkevat projektin mukana mikäli kansiorakenteet muuttuu. Tämän jälkeen käyttäjää opastetaan liittämään referenssikuva projektiin "Insert Reference Model" -toiminnolla. Yleisimpiä tuettuja tiedostomuotoja referenssikuviksi ovat esimerkiksi AutoCAD -formaattit .dwg ja .dxf sekä IFC-formaatti. Referenssikuvan tiedostopolun alkuosa neuvotaan muuttamaan muotoon ".\References\harjoitus 1.krs.dwg", jotta mallin siirtyessä tietokoneelta tai palvelimelta toiselle tiedostopolun alkuosalla, ennen "\References\" -kohtaa, ei ole merkitystä, jolloin kuvat aukeavat paikasta ja palvelimesta riippumatta oikein. Tämän jälkeen käyttäjää opastetaan syöttämään "UDA" (user-defined attributes) -ikkunan kenttiin "Description" -kohtaan kuvaus mallikuvan tyypistä sekä kerrosta, joka on tässä tapauksessa "arkplaani 1.krs". Lisäksi syötetään myös "Logical name" -kohtaan esimerkin mukainen ARF -tunnus. Mikäli arkkitehdin referenssikuva on oikein tehty, asettuu se *Tekla*-projektissa oikeaan todelliseen korkoasemaansa sekä jatkossa muiden referenssien kanssa linjaan projektikohtaisesti sovitun 0,0,0 origon avulla.



KUVA 11. Referenssikuvien kopiointi projektikansioon (Kantosalu 2015)

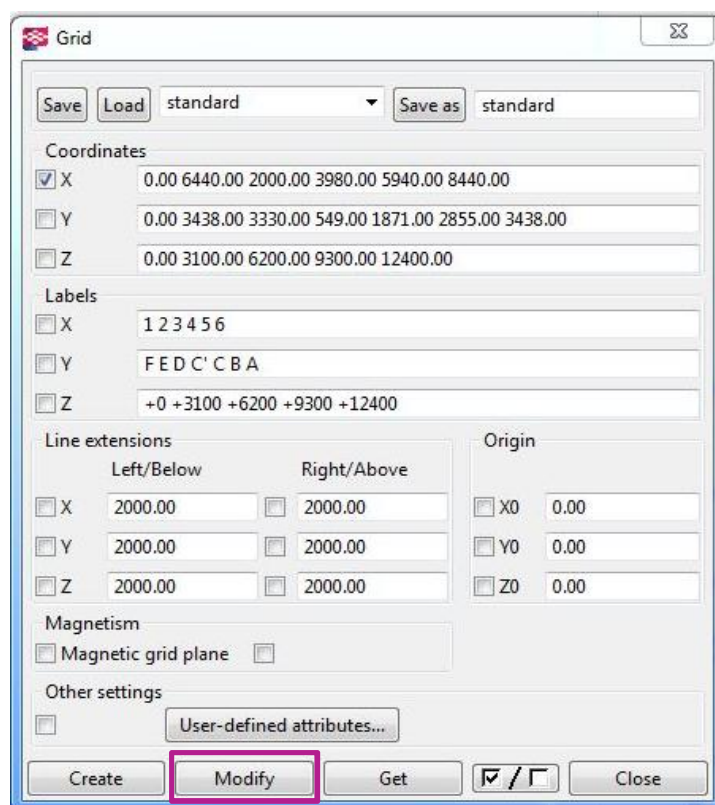
### 6.3.3 Moduuliverkon muokkaaminen

Seuraavaksi käyttäjän tavoite on muodostaa arkkitehdin pohjakuvan mukainen moduuli- eli "grid" -verkko. Käyttäjää opastetaan avaamaan "grid" -verkon valikko kaksoisnapsauttamalla näkyvää verkkoa, jonka jälkeen hänen tulee syöttää esimerkin mukaisesti X:lle y-akselin suuntaisten moduulivii-

vojen välimitat nolasta alkaen ja välilyönillä erottaen, Y:lle x-akselin suuntaisten moduuliviivojen välimitat nolasta alkaen ja välilyönillä erottaen sekä Z:lle kerrostasojen valmiiden pintojen korot nolakorosta alkaen (kuva 12). Tässä kohtaa käyttäjälle annetaan myös lisätietoa, mikäli hänen on tarvetta suorittaa mittauksia pohjakuvasta.

*Välimittoja syöttäessä voit joutua tarkastamaan mittoja referenssikuvasta riippuen. Voit mitata kuvasta vaaka- tai pystymittoja työkalurivistä löytyvillä Measure Horizontal- ja Measure Vertical distance -työkaluilla. Työkaluissa valitaan vasemman alanurkan ohjeen mukaisesti aluksi kaksi pistettä, jonka jälkeen valitaan mittaviivan paikka kolmannella klikkauksella.*

*Mikäli et halua mittaviivaa näkyviin, voit painaa mittapisteiden valinnan jälkeen Esc, jolloin mitta-arvo näkyy näytön vasemmassa alanurkassa. Mikäli olet tehnyt mittaviivoja ja haluat poistaa ne, paina hiiren oikeaa korvaa kun mitään näkymässä ei ole valittuna ja valitse Redraw View.*



KUVA 12. Grid-verkon asetukset. (Kantosalo 2015)

Tämän jälkeen käyttäjä opastetaan nimeämään moduuliviivat "Labels" -kenttiin, jonka jälkeen hänen tulee hyväksyä muutokset olemassa olevaan verkkoon valitsemalla "Modify". Mikäli käyttäjä halua luoda kokonaan uuden moduuliverkon, hän voi valita "Create".

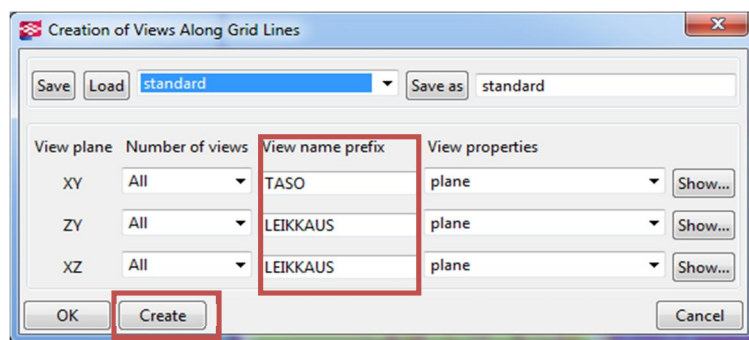
Seuraavaksi tulee käyttäjän kohdistaa muokattu moduuliverkko arkkitehtipohjan kanssa "Move special > Linear" - komennolla. Tässä kohtaa käyttäjälle annetaan myös toinen vaihtoehto, joka opastetaan lisätiedon omaisesti:

*Vaihtoehtoisesti voit siirtää verkon valitsemalla hiiren oikean korvan takaa vain Move ja valitsemalla siirron alkupisteen ja loppupisteen, jonka jälkeen kohde siirtyy automaattisesti. Huonona puolena tässä tavassa on se, että esimerkiksi 3d-näkymässä siirtymistä voi tapahtua myös vahingossa Z-akselin suunnassa, eikä sitä välttämättä heti huomaa. Suositeltavaa on siis käyttää Move Special > Linear -työkalua, jolloin siirron koordinaatit ovat näkyvissä.*

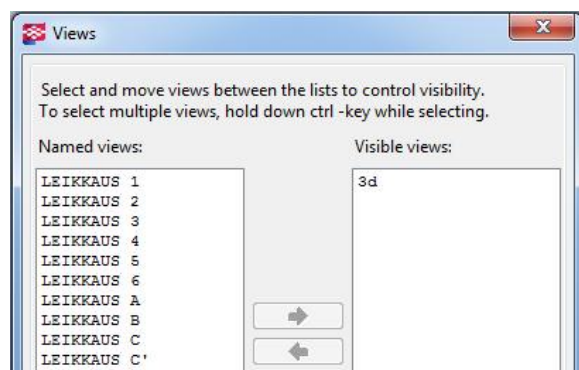
#### 6.3.4 Näkymien luominen

Seuraavaksi käyttäjän tavoite on luoda tarvittavia näkymiä. Erilaisia näkymiä tarvitaan myös projektin myöhemmissä vaiheissa esimerkiksi, kun piirustuksia tehdään. Näkymien luomiseksi *Teklassa* on useita eri mahdollisuuksia, kuten luoda leikkausnäkymiä koko mallista valitsemalla kaksi pistettä tai luomalla tasonäkymiä valitsemalla kolme pistettä tasosta. Mahdollista on myös luoda näkymä pelkättään yksittäisestä osasta tai komponentista, jolloin näkymään ei tule lisäksi näkyviin kuin kyseisen osan lähellä olevat muut osat. Lisäksi on mahdollista luoda näkymä käytössä olevan työskentelytason tai "grid" -linjojen mukaan.

Ohjeessa käyttäjää neuvotaan luomaan näkymät "grid" -linjojen mukaan työkalulla "View > Create View of Model > Along Grid Lines". Käyttäjän tulee tarkastaa, että näkymän "View name prefix" -kentissä on oikeat tiedot, jonka jälkeen hän voi luoda näkymät "Create" -painikkeella (kuva 13). Näin *Tekla* luo jokaisen moduulilinjan kohdalta leikkausnäkymän ja tason kohdalta tasonäkymän (kuva 14).



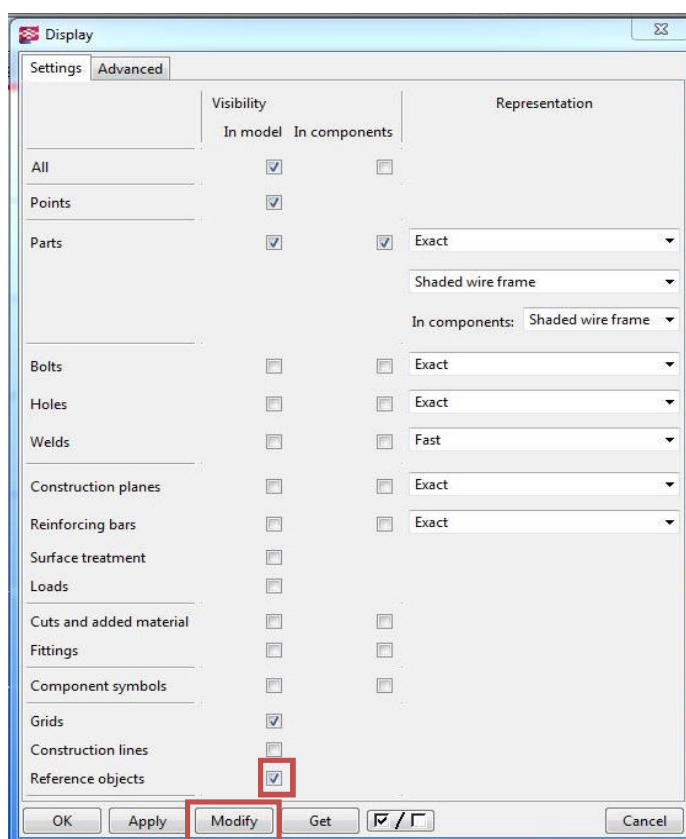
KUVA 13. Näkymätyökalun ikkuna (Kantosalo 2015)



KUVA 14. Näkymät (Kantosalo 2015)

### 6.3.5 Muiden referenssikuvien tuominen

Seuraavassa vaiheessa käyttäjän tavoite on tuoda luotuihin näkyymiin loput tarvittavat referenssikuvat, joista saadaan rakennemalliin tarvittavia tietoja. Kuvat tulee kohdistaa leikkaus ja taso näkymissä siten, että korkotasot ja moduulilinjat kohtaavat. Käyttäjää opastetaan lisäämään kellarikerroksen referenssikuva näkymään +0, leikkaus B:n referenssikuva näkymään LEIKKAUS F ja leikkaus A:n referenssikuva näkymään LEIKKAUS 1. Huomioitavaa kuvia liitettäessä on ensin vaihtaa työskentelytaso, "workplane", kyseisen näkymän suuntaiseksi. Työskentelytaso asetetaan *Teklassa* näkymän suuntaiseksi "View > Set Work Plane > Parallel to View Plane" -työkalulla ja klikkaamalla halutussa näkymässä vain taustaa. Mikäli työskentelytasoa ei käännetä, leikkauskuvat tulevat tasokuvan suuntaisesti ja niitä on vaikeampi kääntää pystyyn.



KUVA 15. "Display" -ikkunan asetukset. (Kantosalo 2015)

Ohjeessa myös neuvotaan referenssien asettaminen näkyviksi, sillä ne eivät ole oletusasetuksena näkyvissä kaikissa näkymätyypeissä. Näkymän asetukset, "view properties", avataan kaksoisklikkaamalla sinistä taustaa näkymässä. "View properties" -ikkunasta voidaan avata eri objektien näkyvyystaulukko, "Display". Ruksaamalla kohdan "reference objects", saadaan referenssit näkyymiin kyseisessä näkymässä (kuva 15). "Display" ikkunassa pystyy myös säätämään eri osien ja komponenttien näkyvyyttä sekä esitystapaa. Osien esitystavan pystyy myös muuttamaan suoraan mallinnusikkunassa "wire frame", "shaded wire frame", "hidden lines", "rendered" ja "show only selected" -vaihtoehtojen välillä. Esitystapa osille säädetään painamalla Ctrl + numero 1-5 ja komponenteille painamalla Shift + numero 1-5. "View Properties" -ikkunassa pystyy myös muuttamaan muun muassa näkymän syvyyttä kohdassa "Visibility > View depth" numeroarvoja muuttamalla. Lisäksi "Disp-

lay” -ikkunasta päästään erittäin paljon käytettyyn ja hyödylliseen ”Object group” ikkunaan, josta voidaan säätää eri objektien näkyvyyttä niiden eri ominaisuuksien ja tietojen perusteella. Tätä kutsutaan filtteriöinniksi. Eniten käytettyjä objektien tietoja/ominaisuuksia filtteriointikäytössä ovat esimerkiksi nimi, prefix, class sekä phase. Luomalla filtterin voidaan esimerkiksi koko mallin 3d-näkymässä saada pelkät sokkelit näkymään. Tämä ominaisuus on joissain tapauksissa työskentelyn kannalta lähes välttämätön. Filtröinti opastetaan erikseen luvussa 5.3.13.

### 6.3.6 Phasejen (vaihe) luominen

Seuraavaksi käyttäjän tavoite on määrittää malliin vaiheet eli phaset. Phase on numeroista muodostuva nimike, jolle lisäksi voidaan määrittellä nimi sekä kommentti, joka selittää phasen sisällön sanallisesti. Phasejä voidaan hyödyntää *Teklassa* useilla erinäisillä tavoilla. Yleensä niitä käytetään, jotta voidaan eritellä rakennusosat omiin kerroksiin ja lohkoihin. Lisäksi phaseen on mahdollista sisällyttää tieto esimerkiksi rakennusosan materiaalista tai vaikka Talo 2000 -järjestelmän tunnuksesta. Mallinusohteen harjoitusmallissa käytetään phase -käytäntöä, jossa tunnus koostuu seitsemästä numerosta. Phasen kolme ensimmäistä numeroa ovat Talo 2000 -järjestelmän tunnus (taulukko 4), kaksi seuraavaa numeroa ovat lohkotieto ja kaksi viimeistä numeroa ovat kerrostieto.

TAULUKKO 4. Käytettävät Talo 2000 -järjestelmän tunnuksiset (Kantosalo 2015)

Käytettävät Talo 2000 -järjestelmän tunnuksiset	
Nimike	Rakennusosa
121	Paalut
131	Kevyet väliseinät
211	Anturat
212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit
221	Alapohjalaatat
222	Alapohjakanaalit
223	Eriyiset alapohjat
231	Väestönsuojat
232	Kantavat seinät
233	Pilarit
234	Palkit
235	Valipohjat
236	Yläpohjat
237	Runkoportaat
238	Eriyiset runkorakenteet
241	Ulkoseinät
242	Ikkunat
243	Ulko-ovet
244	Julkisivuvarusteet
245	Eriyiset julkisivurakenteet
251	Parvekkeet
252	Katokset
253	Eriyiset ulkotasot
261	Vesikattorakenteet
262	Räystäärakenteet
263	Vesikatteet
264	Vesikattovarusteet
265	Lasikattorakenteet
266	Katto-ikkunat ja luukut
267	Eriyiset vesikattorakenteet

Yrityksessä on kaksi vaihtoehtoa, kuinka phaset malliin määritellään. Ne voidaan määrittellä manuaalisesti näppäilemällä *Teklan* "Phase Manageriin" tai käyttämällä yrityksen omaa phasejen luonti ohjelmaa, joka luo phaset kun määritellään tarvittavat rakennusosat, kerrosmäärä sekä lohkomäärä. Harjoituksessa käyttäjää opastetaan nimeämään phaset manuaalisesti, sillä näin hän sisäistää phasejen sisällön paremmin ja lisäksi myös siksi, koska yrityksessä on jo olemaassa ohjeistus phasejen luomisohjelman käyttöön.

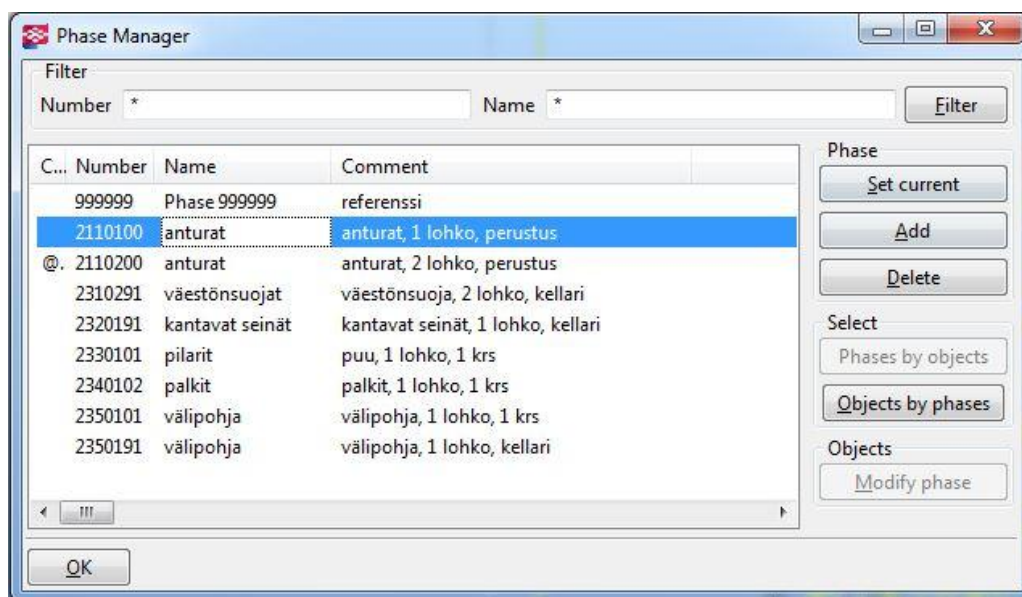
Käyttäjää opastetaan avaamaan "phase manager" valitsemalla ylävalikosta "tools > phase manager" tai painamalla näppäimistöä Ctrl + H. "Phase manager" -ikkunassa käyttäjän tulee tehdä referenssikuville oma phase, 999999, jonka kommentiksi laitetaan referenssi (kuva 16). Samaan tyyliin häntä opastetaan luomaan muut tarvittavat phaset:

"Alapohjalle ja anturoille tee kaksi phasea kellarin lohkojen mukaan (eritellään kellarissa näin väestönsuoja)

nimi	numero	kommentti
anturat	2110100	anturat, 1. lohko, perustus
anturat	2110200	anturat, 2. lohko, perustus

Kellarikerrokselle tee kolme phasea

kantavat seinät	2320191	kantavat seinät, 1. lohko, kellari
väestön suoja	2310291	väestönsuoja, 2. lohko, kellari
välipohjat	2350191	välipohja, 1. lohko, kellari"

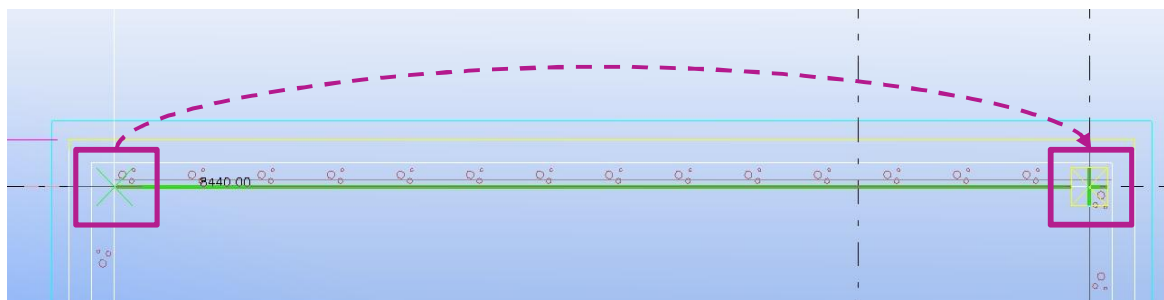


KUVA 16. Phase manager -ikkuna (Kantosalo 2015)

### 6.3.7 Anturoiden mallintaminen

Seuraavaksi käyttäjän tavoite on mallintaa kerrostalon nauha-anturat. Harjoituskohteeseen tulee tyypillisiä nauha-anturoita kantavien seinälinjojen alle. Anturat tulee mallintaa *Teklan* "Strip Footing" -työkalulla. Ennen kuin käyttäjä alkaa mallintaa, opastetaan häntä muuttamaan käytössä oleva phase oikeaksi, 2110200 (anturat, lohko 1, perustukset). Tämä tapahtuu "phase managerissa" kaksoisklikkaamalla haluttua phasea tai painamalla "set current". Tämän jälkeen tulee käyttäjän asettaa yrityksen numerointiohjeen mukainen nimi, class ja prefix-tunnus nauha-anturatyökalun kenttiin. Lisäksi opastetaan myös oikeat "position" -välilehden arvot, jotta anturat mallintuvat oikealle tasolle ja oikeaan linjaan.

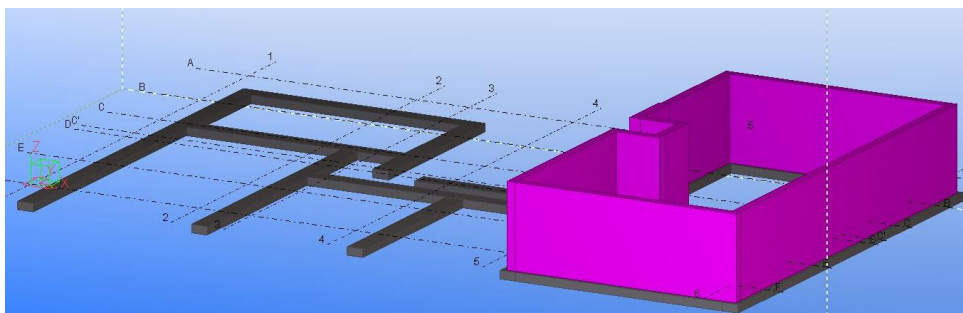
Rakennneosat pyritään mallintamaan aina tasokuvassa myötäpäivään ja vasemmalta oikealle. Pilarit mallinnetaan alhaalta ylös. Mallinnussuunta vaikuttaa muun muassa myöhemmin siihen, miten päin esimerkiksi elementtitunnukset tulevat piirustuksissa. Anturoiden mallintamisessa tärkeää on, että kukin nauha-anturan osa mallinnetaan vain kahden pisteen avulla, vaikka jatkuva mallinnuskin nurkien yli, useammalla pisteellä, olisi mahdollista. Tämä siksi, että jatkossa muokkaaminen ja raudoitusten ja valutarvikkeiden lisääminen on helpompaa, esimerkiksi silloin, kun yksittäisen osan linjaus muuttuu. Kuvan 17 mukaisesti käyttäjä mallintaa anturat valiten alku- ja päätepisteet referenssikuvan kellariseinän sisänurkista.



KUVA 17. Anturan mallintaminen (Kantosalo 2015)

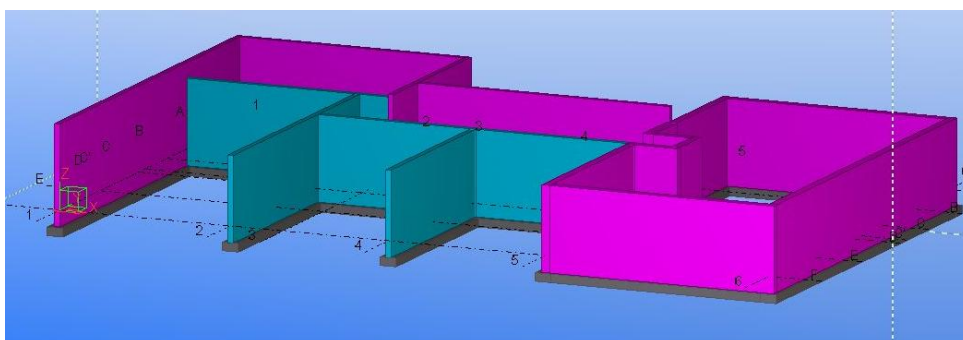
### 6.3.8 Kellarin seinien mallintaminen

Seuraavana käyttäjän tavoite on mallintaa kellarikerroksen paikallavalurakenteiset väestönsuojanseinät sekä muut kantavat seinät. *Tekla Structures*:ssa betoniset seinät on hyvä mallintaa käyttäen seinämallinnustyökalua "Create concrete panel". Aluksi käyttäjää neuvotaan vaihtamaan aktiivinen phase oikeaksi, joka tässä tapauksessa on väestönsuojan seinille 2310291 (väestönsuoja, 2 lohko, kellari). Sekä väestönsuojan seinät että sen yläpuolinen välipohja mallinnetaan samalle phaselle, jolloin kaikki väestönsuojan edellyttämät massiiviset betonirakenteet löytyvät saman phasen alta yhtenä kokonaisuutena. Tämän jälkeen asetetaan työkaluun yrityksen numerointiohjeen mukainen nimi, class sekä prefix-tunnus. Lisäksi tarkastetaan ja mitataan leikkausreferenssikuvasta seinän geometrian tieto ja syötetään se työkaluun. Tässä tapauksessa väestönsuojan seinän geometria eli poikkileikkaus on 3100\*300 (seinän korkeus \* seinän paksuus). Tämän jälkeen käyttäjä voi mallintaa väestönsuojan seinät myötäpäivään valiten seinän alku- ja päätepisteet referenssikuvan seinän sisänurkasta.



KUVA 18. Väestönsuojan seinät mallinnettuna (Kantosalo 2015)

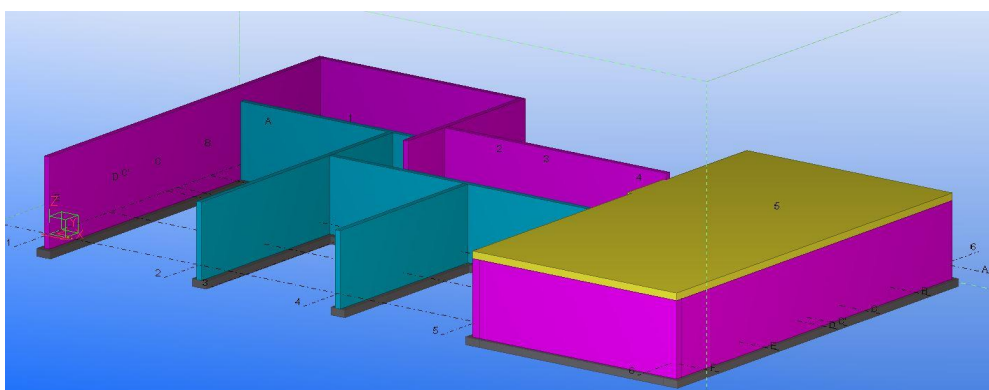
Kellarikerroksen muut kantavat seinät käyttäjä mallintaa samaan tapaan phaselle 2320191 (Kantavat seinät, 1 lohko, kellari). Hänen tulee vain muuttaa seinän poikkileikkaus sekä numerointiohjeen mukaiset tiedot oikeiksi. Kuvissa 18 ja 19 on esitetty kellarikerroksen seinät mallinnettuna.



KUVA 19. Kellarin seinät mallinnettuna (Kantosalo 2015)

### 6.3.9 VSS välipohjalaatan mallintaminen

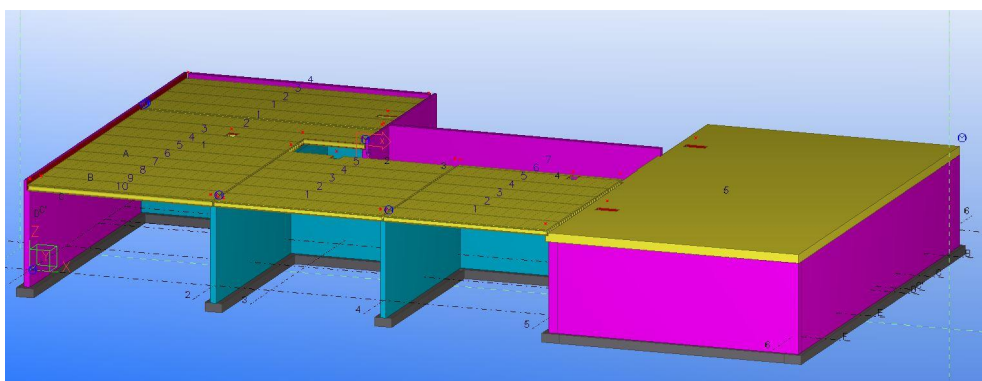
Seuraavaksi käyttäjän on tavoite mallintaa väestönsuojan yläpuolinen massiivisen välipohjalaatta. Betoninen laatta mallinnetaan "Create concrete slab" -työkalulla. Laatta mallinnetaan väestönsuojan seinien kanssa samalle phaselle, 2310291 (väestönsuoja, 2 lohko, kellari). Laatan paksuudeksi asetetaan 300 mm ja nimi, class sekä prefix-tunnukset asetetaan yrityksen numerointiohjeen mukaisiksi. Laatta mallinnetaan tasonäkymässä valitsemalla sen nurkkapisteet, jonka jälkeen valinta hyväksytään painamalla hiiren rullaa. Kuvassa 20 näkyy väestönsuojan välipohja mallinnettuna.



KUVA 20. Väestönsuojan yläpuoleinen välipohjalaatta mallinnettuna (Kantosalo 2015)

### 6.3.10 Ontelolaataston mallintaminen

Seuraavaksi käyttäjän tavoite on mallintaa välipohjan ontelolaatasto pohjakerroksen ja ensimmäisen kerroksen väliin. Harjoituskohteen välipohjan ontelolaatat on luonnosteltu 200 mm korkeina ja niiden päälle on suunniteltu 200 mm korkea teräsrankarakenteinen asennuslattia. Ontelolaataston mallintamiseen on useita eri vaihtoehtoja. Laatat voidaan mallintaa esimerkiksi *Teklan* palkkityökalulla, jolloin osan profiili-kohtaan valittaisiin käytettävän ontelolaatan profiili ja mallinnettaisiin kukin laatta alku ja loppupisteen avulla. Tällöin jokainen erillinen laatta tulisi mallintaa erikseen. Huonona puolen yksittäin mallinnetuissa laatoissa on esimerkiksi se, että mallissa reikiä tehtäessä reikäkomponentti on sidottava yhteen yksittäiseen komponenttiin, tässä tapauksessa laattaan, jolloin laatan siirtyessä myös reikä siirtyy. Myös, mikäli yksittäinen laatta poistetaan, saattaa tässä tapauksessa myös mahdollinen siihen kytketty reikäkin poistua. Toinen vaihtoehto ontelolaataston mallintamiseen on käyttää siihen tarkoitukseen tehtyä laatastotyökalua. Yrityksellä on käytössä laataston mallintamiseen kehitetty työkalu, jonka käytöstä on toteutuksessa erillinen opinnäytetyönä tehtävä ohjeistus. Tästä syystä tässä ohjeistuksessa ei tarkemmin puututa ontelolaataston mallintamiseen. Ohjeeseen linkitetään ontelolaataston mallinnusohjeen valmistuttua linkki kyseisestä ohjeesta, jolloin käyttäjä pääsee käsiksi kyseisessä vaiheessa erilliseen ohjeeseen. Kuvassa 21 on esitetty harjoitusmalli, kun kellari-kerroksen välipohjan ontelolaatat ovat mallinnettuna.



KUVA 21. Ontelolaatasto mallinnettuna (Kantosalo 2015)

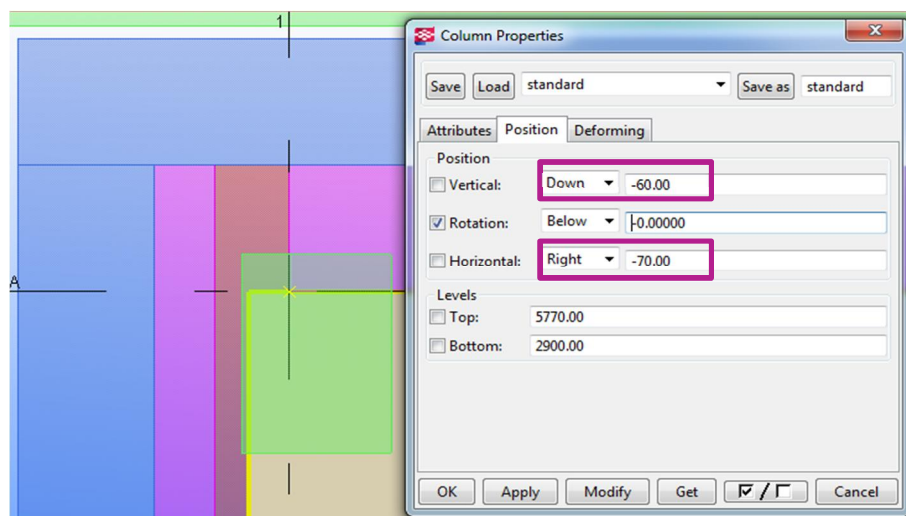
### 6.3.11 Liimapuupilarien mallintaminen

Seuraavassa vaiheessa käyttäjän tavoite on mallintaa ensimmäiseen kerrokseen kantavan rungon liimapuupilarit. Mallinnettavan harjoituskohteen liimapuupilarit on luonnosteltu olemaan kokoa 220\*315 (h\*b). Liimapuiden mallinnukseen ei ole *Teklassa* erillistä työkalua, mutta vaihtoehtoja näiden puuosien mallinnukseen on kuitenkin olemassa muutama. Liimapuupilarit on mahdollista mallintaa käyttäen betonipilari tai teräspilari työkalua. Suositeltavampaa on kuitenkin käyttää teräspilari työkalua, sillä betonipilari työkalussa oleva "Cast unit" -välilehti, jossa määritellään esimerkiksi onko pilari elementti vai paikallavaluna toteutettava, on puupilarin mallinnuksessa turha ja aiheuttaa harhaan johtavia määrityksiä. Lisäksi yrityksen sisällä on kehitteillä työkalu pelkästään puuosien mallinnusta varten, mutta kyseisen työkalun ominaisuudet eivät ole vielä riittävän monipuoliset, jotta sitä voitaisiin käyttää varsinaisesti missään kohteessa. Kyseisellä työkalulla mallinnettuun puosaan ei

ole esimerkiksi vielä mahdollista luoda liitoksia, eikä tehdä kappaleessa kiinni pysyvää leikkauskappaletta.

Mallinnusohjeessa liimapuupilarien mallinnus ohjeistetaan käyttämällä teräspilarin mallinnus "Create column" -työkalua. Aluksi käyttäjää muistutetaan jälleen muuttamaan aktiiviseksi oikea phase, joka on tässä tapauksessa 2330101 (pilarit, 1 lohko, 1 kerros). Tämän jälkeen tulee työkaluun asettaa oikeat yrityksen numerointiohjeen mukaiset nimi, class, ja prefix-tunnukset. Lisäksi tärkeää on muuttaa pilarin poikkileikkauksen tyyppi oikeaksi, 220\*315 (h\*b), suorakaiteeksi sekä valita pilarin materiaaliksi oikea liimapuu. Tässä tapauksessa liimapuuksi valitaan GL32c.

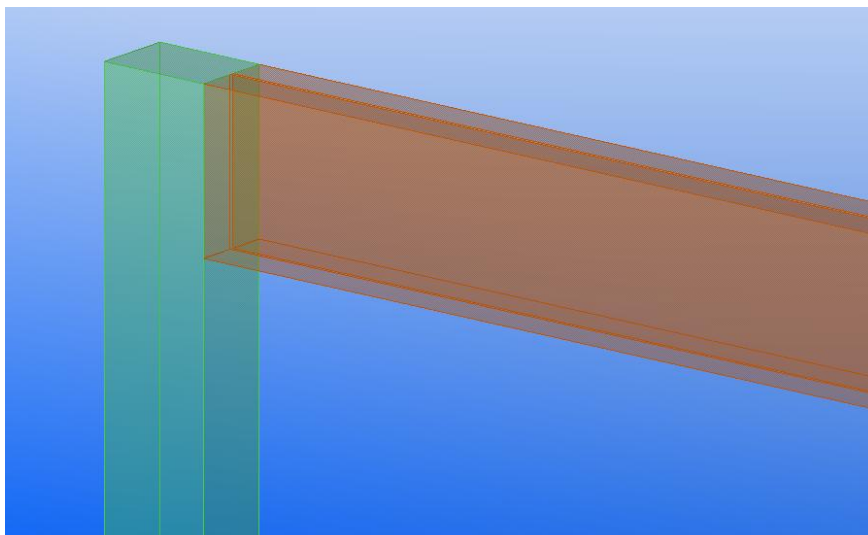
Pilarin mallinnuksessa "create column" -työkalulla tulee huomioida, että pilari mallinnetaan yhden pisteen avulla, joka valitaan tasokuvasta. Pilarin pituus määritellään todellisten korkoasemien perusteella pilarin ominaisuusikkunassa. Pilarien mallinnuspisteiden olisi hyvä olla sidottuna moduulilinjoihin tai niiden risteyskohtiin, koska mikäli pilarin poikkileikkaus muuttuu jossain vaiheessa, on moduulijastossa paikallaan pysyvällä pisteellä määritelty pilarin kasvamis-/pienenemissuunta. Tällöin muutoksen aiheuttama lisätyömäärä sekä virheiden mahdollisuus pienenee. Esimerkkikohteessa pilarit ovat ulkoseinälinjalla 70mm moduulilinjän ulkopuolella talon pituussuunnassa sekä 60 mm leveysuunnassa. Tämä aiheuttaa esimerkkikohteessa sen, että jotta pilarin mallinnuspiste olisi moduulilinjassa, on pilarin "position" -välilehden arvoja muutettava (kuva 22).



KUVA 22. Pilarin "position" -välilehti (Kantosalo 2015)

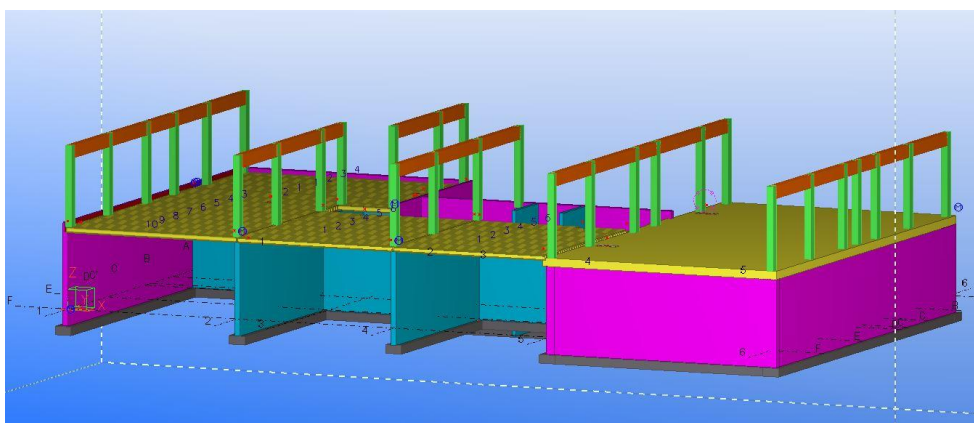
### 6.3.12 Liimapuupalkkien mallintaminen

Seuraavassa vaiheessa käyttäjän tavoite on mallintaa harjoituskohteen liimapuupalkit. Kohteeseen suunnitellussa rakenteessa kaksi poikkileikkaukseltaan 450\*105 (h\*b), GL32C lujuuksista liimapuupalkkia tukeutuu liimapuupilarien kylkeen (kuva 23). Liimapuupalkkien mallintamiseen on pilarien tavoin muutama vaihtoehto. Palkit on mahdollista mallintaa niin betonipalkki-, teräspalkki- kuin yrityksen omalla puuosatyökalullakin, mutta käyttöön soveltuu niinkään parhaiten *Teklan* teräspalkki-, "create beam" -työkalu.



KUVA 23. Liimapuupilarin ja -palkkien liitoskohta yleissuunnitteluvaiheessa (Kantosalo 2015)

Palkkien mallinnuksessa tärkeää on muuttaa työkalun tietoihin oikeat yrityksen numerointiohjeen mukaiset nimi, class, ja prefix-tunnukset. Palkit tulee mallintaa siten, että palkin mallinnuspiste sijaitsee pilarin keskilinjalla. Koska harjoitusmallissa on kaksi palkkia rinnakkain on palkkien position välilehden arvot asetettava siten, että molempien mallinnuspisteet ovat samassa kohdassa. Mallinnuspiste pysyy myös samana kun mallinnetaan ensin esimerkiksi vain vasemmanpuoleiset palkit, jonka jälkeen peilataan ne "copy special > mirror" -työkalulla pilarin keskilinjan suhteen. Peilaaminen *Teklassa* on melko konstikasta, sillä peilauksen onnistumiseen vaikuttaa myös käytössä oleva "work plane" eli työskentelytaso. Aktiivisena on oltava sen suuntainen työskentelytaso, jolta kaksi peilauslinjan valintapistettä otetaan. Kuvassa 24 on esitetty harjoitusmalli, kun ensimmäisen kerroksen pilarit ovat mallinnettuna.

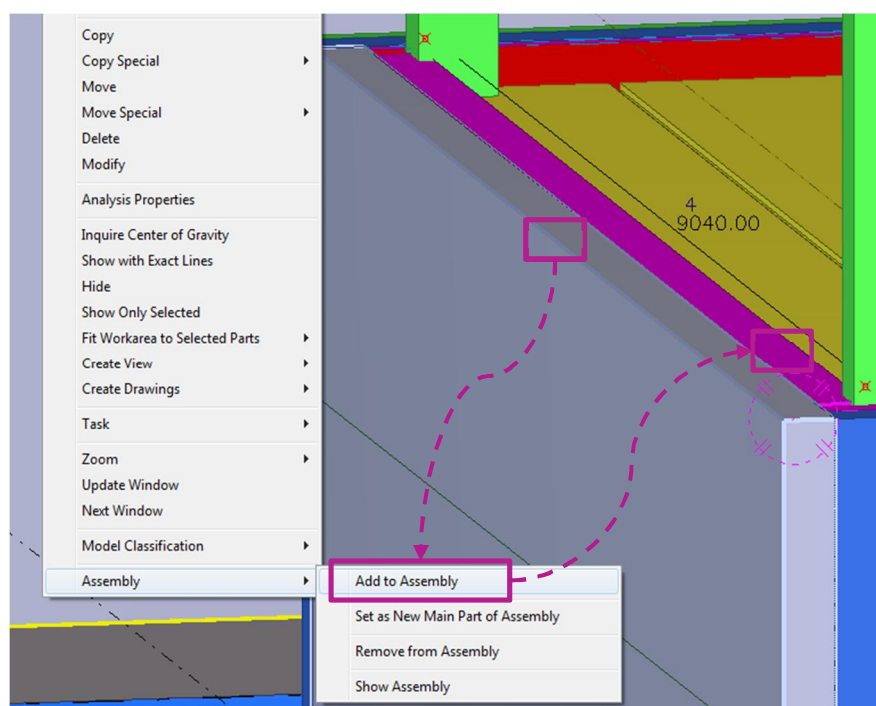


KUVA 24. Liimapuupalkit mallinnettuna (Kantosalo 2015)

### 6.3.13 Kellarin seinän eristeet

Seuraavaksi ohjeessa opastetaan kellarinkerroksen seinien EPS-eristeiden mallintaminen. Eristeet ohjeistetaan mallintamaan "Create concrete panel" -työkalulla, kellarin kerroksen ulkoseinien phaseille. Käyttäjää opastetaan asettamaan yrityksen numerointiohjeen mukaiset nimi, materiaali, class ja prefix tunnukset sekä eristeiden poikkileikkauksen mitat. Eristeet mallinnetaan valiten mallinnuspisteet kantavan ulkoseinän sisäkuoren ulkopinnasta myötöpäivään kiertäen.

Mallinnuksen jälkeen eristeet voidaan liittää pääosaan eli seinän betoniseen sisäkuoreen. Tämä tapahtuu valitsemalla eristeiden ja valitsemalla hiiren oikean korvan takaa "add to assembly" ja valitsemalla kyseisen seinän sisäkuoren (kuva 25). Eristeiden liittäminen ei kyseisessä kohteessa olisi tarpeellista mutta esimerkkinä kokoonpanon luominen on hyvä tarkastella.

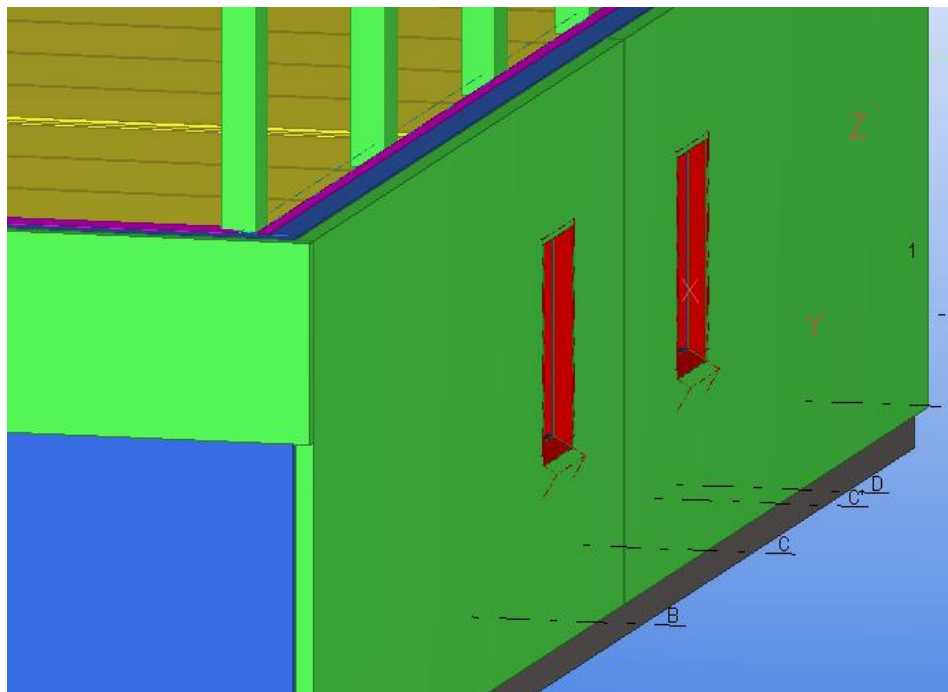


Kuva 25. Eristeen liittäminen sisäkuoreen (Kantosalo 2015)

### 6.3.14 Kuorielementit

Viimeisenä mallinnettavana osana käyttäjälle opastetaan kellarinseinien kuorielementit. Kuorielementit mallinnetaan niinkään "Create concrete panel" -työkalulla ja eristeiden tapaan myös kellarin kantavien seinien phaseille. Käyttäjän tulee asettaa yrityksen numerointiohjeen mukaiset nimi, class ja prefix -tunnukset sekä asettaa leikkausten ja julkisivujen mukainen poikkileikkaus. Kohteessa kuorielementtien poikkileikkaus vaihtelee riippuen rakennuksen sivusta. Elementin alapinnan korko vaihtelee toteutuvan maanpinnan koron mukaan yleisesti siten, että yksittäisen elementin pienin mitta maanpinnan alapuolella on vähintään 300 mm, samoin myös elementin paksuus vaihtelee rakennuksen sivuilla, ja määräytyy todellisuudessa elementin pituuden mukaan. Käyttäjää opastetaan mallintamaan kuorielementit myötöpäivään valiten mallinnuspisteet aiemmin mallinnetun EPS eristeiden

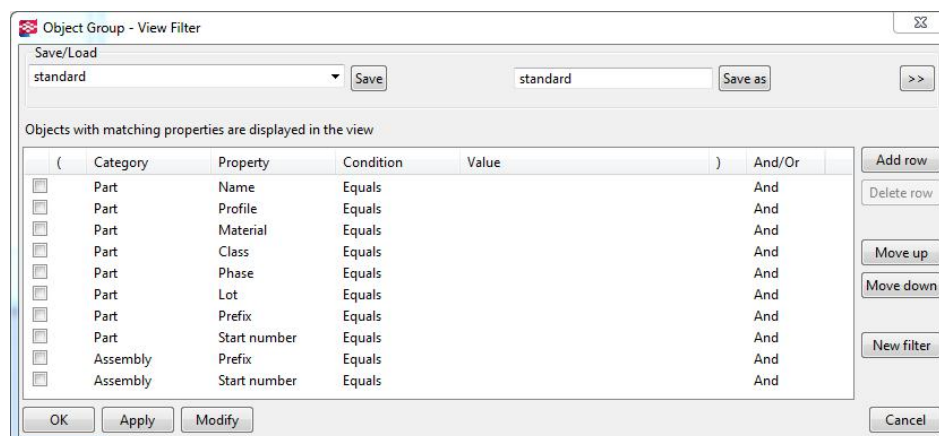
ulkonurkista sekä jakamaan rakennuksen päädyn pitkän seinän elementti kahtia jättämällä väliin 25 mm sauman. Kuorielementin ja eristeen väliin jäävä asennusvara asetetaan kappaleen "position" -välilehdellä "position > in plane" -arvoa säätämällä. Mallinuskosteessa kappaleiden väliin asetettiin 20 mm rako. Kuorielementtejä on esitetty mallinnettuna kuvassa 26.



KUVA 26. Kuorielementit mallinnettuna (Kantosalo 2015)

### 6.3.15 Näkymän objektien filterointi

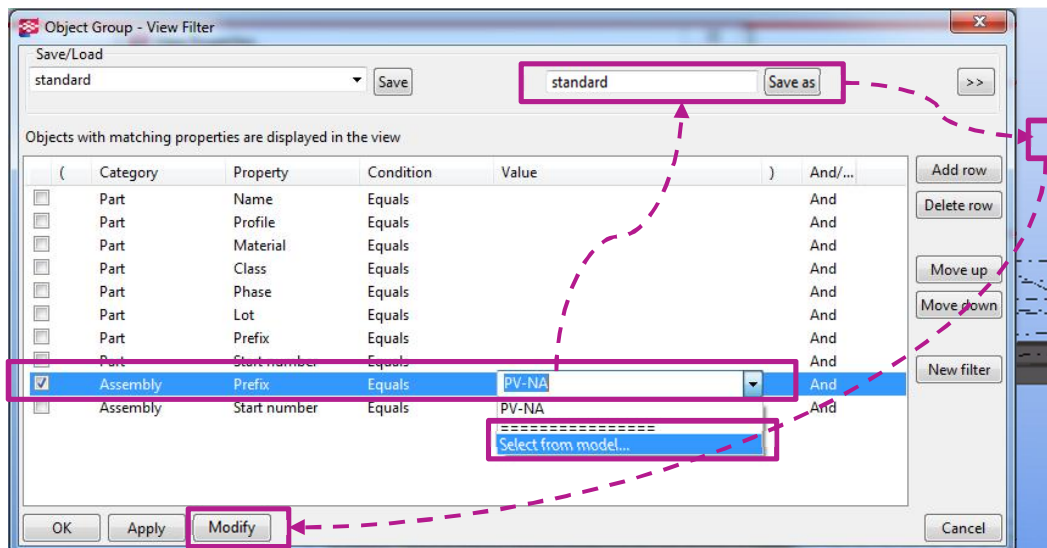
Mallissa on mahdollista ja usein jopa lähes välttämätöntä saada esimerkiksi 3d-näkymässä näkyviin vain tietyt osat, komponentit tai kokoonpanot. Seuraavassa käyttäjälle opastetaan näkymän filterointi. Filterointi tapahtuu kullekin näkymälle sen "view properties > object group" -valikon takaa (kuva 27).



Kuva 27. Filterointi-ikkuna (Kantosalo 2015)

Käyttäjälle opastetaan aluksi filteroimaan 3d -näkymään näkyviin pelkästään nauha-anturat. Tämä tapahtuu muun muassa siten, että kirjoitetaan "view filter" -ikkunassa "Assembly > Prefix > Equals"

-riville, "value" -kenttään PV-NA, joka on nauha-anturoiden yhteinen "prefix" -tunnus, jonka jälkeen valitaan näkymä aktiiviseksi ja painetaan "modify" -painiketta (kuva 28). Filterointi asetukset on myös mahdollista tallentaa nimellä, mikäli samaa filteriä tarvitsee käyttää useammin. Näkyviin filte- roitavan objektityypin tiedot on mahdollista valita mallista myös klikkaamalla, valitsemalla "value" - kentässä "Select from model...".



Kuva 28. Anturafilterin asettaminen (Kantosalo 2015)

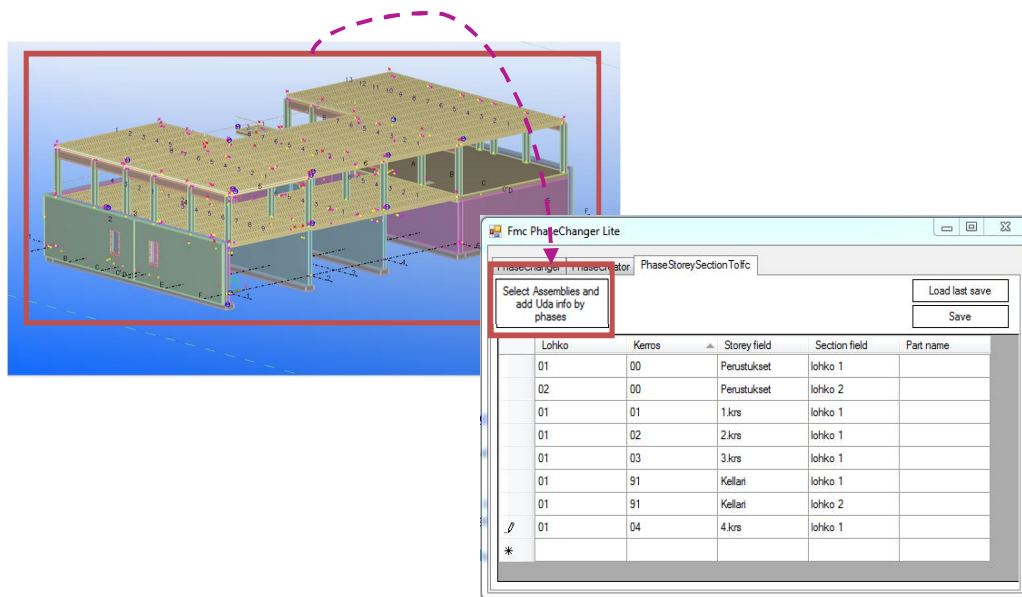
Seuraavaksi käyttäjän tulee filteröimällä tarkastaa, että kaikki osat on mallinnettu oikeille faseille. Osien on tärkeä sijaita oikeilla faseilla sillä esimerkiksi kun mallista otetaan ulos IFC-tiedostoa, määräytyy osien kerros- ja lohkotieto phasen mukaan. Phasen mukaan filterointi tapahtuu syöttämällä "view filter" -ikkunan "part > phase > value" -kenttään vuorollaan eri osien phasen numeron ja valitsemalla modify, jolloin voidaan tarkastaa, että kyseisellä phasella on vain sille kuuluvia objek- teja.

### 6.3.16 IFC-tietojen muokkaus

Seuraavaksi käyttäjälle opastetaan kuinka muutetaan kappaleiden IFC lohko- ja kerrostieto vastaa- maan phase nimikkeistön mukaisia tietoja. IFC-tiedoilla tarkoitetaan tietoja, jotka siirtyvät mallista geometrian mukana, kun mallista tehdään IFC-tiedosto. Lohko- ja kerrostieto ovat tärkeitä IFC:ssä, sillä niiden avulla voidaan osien näkyvyyksiä säädellä jatkossa. IFC lohko- ja kerrostiedon pystyy syöttämään kullekin osalle manuaalisesti käsin osan "properties > user defined attributes > IFC" - välilehdellä tai yrityksen tähän tarkoitukseen kehitetyllä ohjelmalla. IFC-välilehdellä tulee myös mää- rittää manuaalisesti osan IFC-rakenneosatyyppi, mikäli osa on mallinnettu eri työkalulla. Tästä esi- merkkinä mainittakoon tilanne, jossa seinä on mallinnettu palkkityökalulla.

IFC:n lohko ja kerrostieto ohjeistetaan käyttämällä yrityksen omaa "phase"-ohjelmaa, jolla pystyy muuttamaan myös IFC-tiedot phaseja vastaaviksi. Ohjelmassa käyttäjän tulee määritellä rivit kaikille erillisille lohkoille eri kerroksissa phasen neljän viimeisen numeron mukaan ja syöttää IFC:n lohko- ja kerrostieto kenttiin tulevat tekstit. Tämän jälkeen käyttäjä valitsee kokoonpanovalinnalla kuvan 29

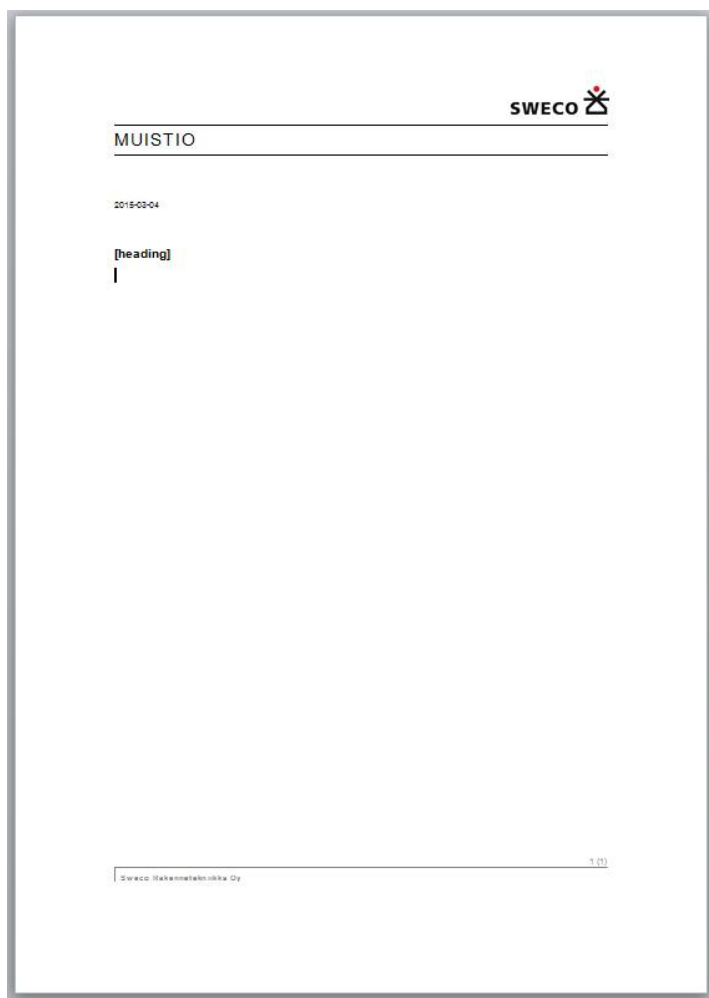
mukaisesti koko mallin 3d-näkymässä, jonka jälkeen hän valitsee ohjelmasta "Select Assemblies and add Uda info by phases". Näin lohko ja kerrostiedot ovat määrittäneet pahsejen mukaisiksi osien IFC tietoihin.



KUVA 29. IFC lohko- ja kerrostiedon määrittäminen (Kantosalo 2015)

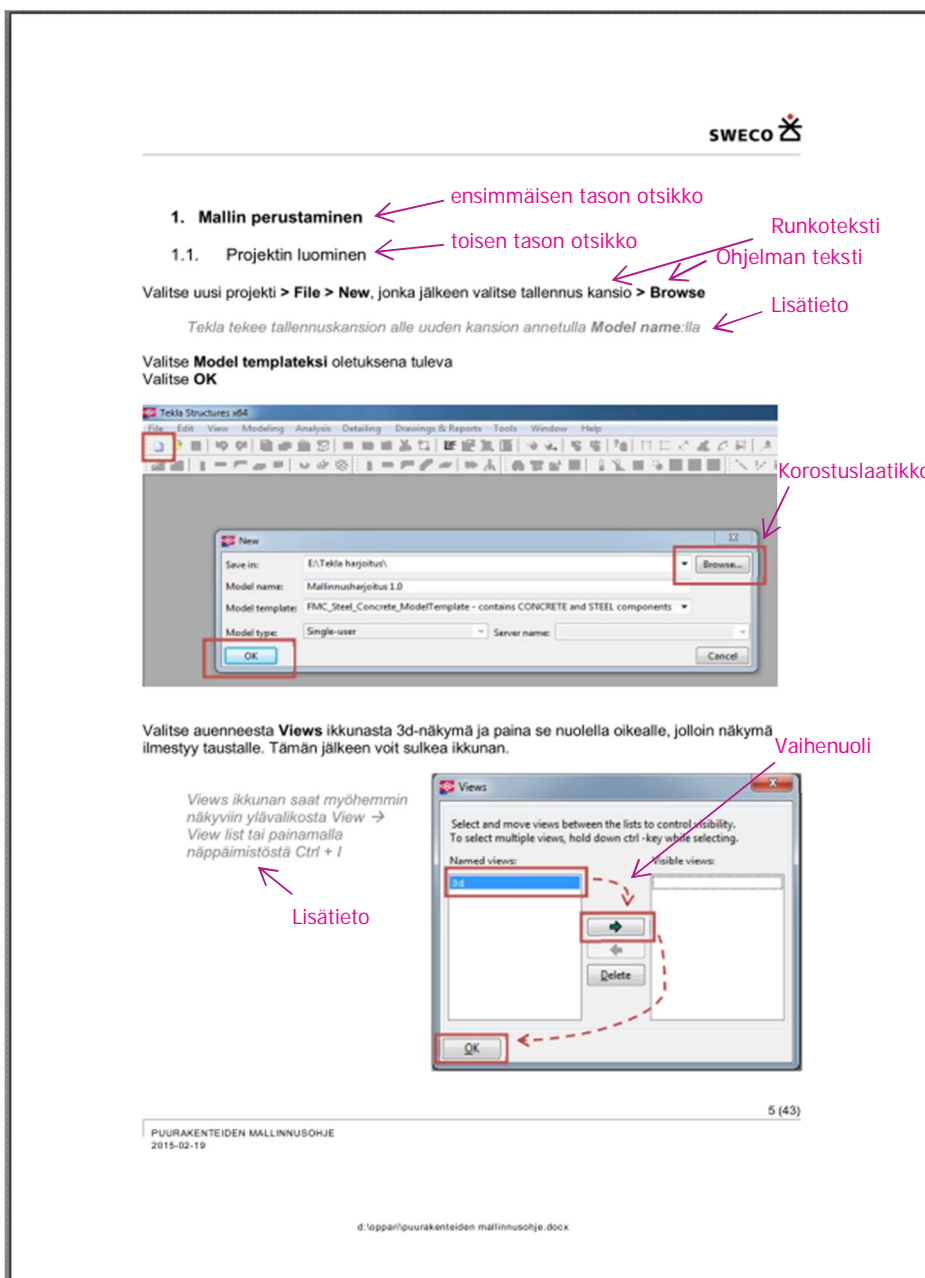
#### 6.4 Ulkoasun määrittäminen

Käyttöohjeen ulkoasulla on suuri merkitys ohjeen luettavuuteen ja tiedon sisäistettävyyteen. Lisäksi ulkoasu vaikuttaa suurelta osin ohjeen käyttäjälle antamaan ensivaikutelmaan. Tuotettavan mallinnusohjeen ulkoasun tyyliä ei ohjeen laadinnassa tarvinnut keksiä tyhjästä. Tyypillisesti, suuren yritysten imagon mukaisesti, mallinnusohjeeseen löytyi Swecon dokumenttipohjajärjestelmästä, SOTS:ista, soveltuva dokumenttipohja, johon ohje istutettaisiin. Dokumenttipohjassa oli valmiiksi määritetyt yrityksen imagon mukaiset kirjasintyypit otsikoille ja erityyppisille teksteille. Lisäksi myös ylä- ja alatunnisteet logoilla varustettuna ja oikeat rivi- ja merkkipäliasetukset oli määritetty. Dokumenttipohjan kansilehden sivupohja on esitetty kuvassa 30.



KUVA 30. Sweco muistiopohja (Sweco 2015)

Mallinusohteessa etusivu eroaa muista sivuista isommalla logolla sivun eri reunassa sekä erilaisella nimikeotsikon kirjasintyyllillä ja rajauksella. Mallinusohteeseen seuraavilla sivuilla olevat saateteksti, sisällysluettelo sekä termistö ennen varsinaisia ohjeistuskappaleita, ovat ulkoasultaan tyyppillisiä ja niissä on käytetty runkotekstin kanssa samaa kirjasintyyppiä. Ohjeen runkoteksti on kirjasintyylliltään asiakirjalle ominaista väriltään mustaa Arial-fonttia, jonka fonttikoko on 10 pistettä. Runkotekstin sisällä käytettiin lihaovintia erottamaan tietokoneohjelman painikkeita, valikoita sekä ikkunoita kuvaavat tekstit muusta tekstistä. Ohjeen ensimmäisen tason otsikot ovat samaa Arial-fonttia, mutta kooltaan isompia, 11 pistettä. Lisäksi ensimmäisen tason otsikot ovat lihavoitu. Toisen tason otsikot puolestaan ovat fontiltaan ja kooltaan myös Arial ja 11 pistettä, mutta eivät lihavoituna. Lisäksi mallinusohteessa käytettiin lisätietoja selittäviin teksteihin samaa Arial-fonttia kooltaan myös 10 pistettä, mutta kursivoituna ja väriltään harmaana, jolloin teksti selvästi eroaa muusta tekstistä. Lisäksi lisätieto tekstit ovat sisennettyinä suhteessa muihin ohjeistuksen tekstipalstoihin. Tekstityylit ovat kuvattuna kuvassa 31.



KUVA 31. Ohjeen tekstityylit ja korostukset (Kantosalo 2015)

Lisäksi mallinnusohjeessa on käytetty runsaasti näytönkaappauskuvia havainnollistamistarkoitukseen. Kuvien sijoittelu vaihtelee ohjeessa riippuen tekstipalstoista ja niiden sisällöstä. Mikäli oli tarvetta sijoittaa kuva lisätiedon kanssa samalle sivulle, saatettiin kuva rajata sivun oikeaan reunaan ja tehdä kavennettu tekstipalsta sen vasemmalle puolelle (kuva 31). Lisäksi kuviin lisättiin ohjelman painikkeita tai tehtävien vaiheiden järjestystä kuvaavia korostuslaatikoita ja nuolia. Kuvissa pyrittiin esittämään vain mallinnuksen vaiheen kannalta oleelliset tiedot sekä pitämään kuvien sisältö selkeänä.

## 6.5 Käyttäjän valmiudet ja motivointi

Kun käyttäjä saa ohjeen käteensä, hän ei välttämättä siinä vaiheessa vielä tiedä ohjeistettavasta tuotteesta tai aiheesta yhtään mitään. Sen lisäksi, että ohjeen sisältö on suunniteltu hyvin, ja että se kattaa kaiken tavallisen maallikon tarvitseman tiedon, on ohjeistuksen kielen ja puhuttelutavan oltava sellainen, että käyttäjän mielenkiinto säilyy. Lisäksi heti ohjeen kansilehden ja saatetekstin tulisi kutsua käyttäjä tutustumaan ohjeeseen ja selvittää ohjeen tarkoitus. Mikäli käyttäjän mielenkiinto ei pysy ohjeessa, hän saataa helposti oikoa ohjeen lukemisessa, silmäillä sen läpi keskittymättä tai pahimmassa tapauksessa jättää käyttöohjeen kokonaan lukematta.

Hyvän käyttöohjeen tulisi siis motivoida ja aktivoida lukija, jotta tämä kävisi luonnostaan keskittyneesti ohjeen läpi ja sisäistäisi tiedon. Tästä syystä tuotettu mallinnusohje on oivallinen, koska ohjeen käyttäjä pysyy oman harjoitusmallinuksensa kautta aktiivisena, jolloin uuden oppimiselle saadaan luotua ihanteellinen tilanne. Nykäsen (2002, 51) mukaan, ohjetta kirjoitettaessa tulee käyttää suoria käskymuotoja sekä puhutella lukijaa. Lisäksi hän kirjoittaa, että on tärkeää kirjoittaa toimintaohje myönteisessä sävyssä. Tällä tarkoitetaan, että kerrotaan mielummin, mitä pitää tai kannattaa tehdä, kuin mitä ei saisi tai kannattaisi.

## 6.6 Ohjeen testaus, loppukehitys ja käyttöönotto

Ennen kuin mallinnusohje otetaan virallisesti käyttöön, on se hyvä testata huolella. Ohjeen testaamisessa pitää olla mukana sen lopulliseen käyttäjäkuntaan kuuluvia tai heihin rinnastettavia henkilöitä. Ohjeen laatijan tai sisällön tuottajan tekemä tarkastus ohjeelle ei riitä, sillä tuotettu käyttöohje on heille tullut niin tutuksi, etteivät he itse huomaa mahdollisia puutteita. (Nykänen 2002, 51). Ohjeen testaamisessa voi Nykäsen (2002, 51) mukaan apuna käyttää seuraavan kaltaista tarkastuslistaa:

- Antaako ohje käyttäjälle varmasti riittävät tiedot?
- Pitävätkö kaikki ohjeen tiedot varmaasti paikkansa?
- Kattaako ohje käytön kaikki vaiheet?
- Eteneekö ohje loogisesti?
- Onko jäsenitys tehty käyttäjän näkökulmasta?
- Löytääkö käyttäjä tarvitsemansa detaljit nopeasti ja helposti?
- Onko ohjeen kieli ymmärrettävää ja helpotajuista, maallikonkin ymmärrettävissä?
- Onko kuvitus havainnollista ja riittävää? Eteneekö se tekstin mukaisesti? Onko kuvituksen ja tekstin välillä ristiriitoja?
- Onko ohje painoasultaan riittävän selkeä ja helppolukuinen? Onko tekstin kirjainkoko riittävän suuri ja kuvituksen kontrasti sopiva? Erottavatko kuvien olennaiset yksityiskohdat helposti?
- Tunnistaako käyttäjä, mitkä osat ohjeesta ovat suosituksia, mitkä varoituksia tai kieltoja ja mitkä mahdollisesti vain lisätietoja?

- Onko ohje ulkonaisesti sellainen, että se sopii käyttötilanteeseen? Mahtuuko se esimerkiksi taskuun, kestäkö kovakouraistakin käsittelyä?  
(Nykänen 2002, 51)

Ennen varsinaista testausvaihetta ohjetta kommentoi yrityksen sisällä kaksi *Tekla Structures* -ohjelmiston pääkäyttäjää/tukihenkilöä. Heidän kommenttien perusteella ohjeeseen tehtiin pieniä muutoksia ja tarkennuksia, jotka liittyivät muun muassa ohjeistuksessa esitettävien asioiden järjestykseen, referenssukuvien oikeaoppiseen tuomiseen ja kuvien ja tekstin virheettömään yhteensovittamiseen. Kommentit olivat erittäin kattavia ja niiden pohjalta saatiin korjattua mahdolliset asiavirheet sekä parannettua ohjeen toimivuutta käyttäjän näkökulmasta.

Mallinnusohje testattiin kahdella henkilöllä yrityksessä. Ohjeen testaajat valittiin heidän *Tekla Structures* -ohjelmiston käyttökokemuksensa perusteella. Testiin valittiin yksi henkilö, jolla ei juuri ollut aiempaa käyttökokemusta ohjelmistosta sekä toinen henkilö, jolla oli jo aiempaa työkokemusta ohjelman parissa. Testaukselle varattiin aikaa yhdestä työpäivästä kahteen henkilöä kohti. *Tekla Structures* -ohjelman versio, jolle alkuperäinen ohje tuotettiin, oli 19.0.8, joten ohjeen testaus suoritettiin tällä versiolla. Keväällä 2015 tuli ohjelmistosta käyttöön myös uusi versio 20.1, johon ohjeistusta tuli hiukan muuttaa liittyen yrityksen omien mallinnustyökalujen nimiin. Muilta osin mallinnusohje oli yhteensopiva uudemman ohjelmistoversion kanssa.

Ohje sai kiitosta testauksessa aloittelevalta *Tekla*-käyttäjältä. Hänen mukaansa kokonaisuus oli helppo lukea ja ymmärtää. Kuvat selkeyttivät eri vaiheita ja ohje eteni hänen mielestään loogisesti. Käyttäjä sai tuotettua mallin ohjeen mukaisesti ja koki, että tarvittavat tiedot kävivät ilmi ohjeesta. Lisäksi hän piti hyvänä asiana ohjeeseen lisättyjä vinkkejä, joiden avulla mallinnus helpottuu myöhemmässä vaiheessa ja jotka selvittävät, miksi jokin vaihe kannattaa tehdä tietyllä tavalla.

Mallinnusohje otettiin käyttöön PDF-formaatissa ja harjoituksen tekemiseen tarvittavat arkkitehdin pohjakuva dwg-tiedostot liitettiin samaan hakemistoon, josta ohje löytyy. Tällöin käyttäjä voi halutessaan tulostaa ohjeen paperille ja kopioida dwg kuvat tietokoneelleen harjoituksen tekemistä varten. Mallinnusohje tallennettiin liitteineen yrityksen verkkolevylle, josta se on kaikkien työntekijöiden saatavilla. Ohje linkitettäisiin myöhemmin yrityksen omaan *Tekla Structures* -käyttöliittymän työkaluriviin/ikkunaan, josta tulee löytymään kaikki tarvittavat ohjeet sekä työkalut Sweco Rakennetekniikan sisällä.

## 7 POHDINTA JA KEHITYSIDEAT

Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa toimiva mallinnusohjekokonaisuus. Mallinnusohjeen avulla haluttiin yhtenäistää eri toimipisteiden mallinnuskäytäntöjä Sweco Rakennetekniikan sisällä. Lisäksi hyvällä ohjeistuksella uudet mallinnusta aloittavat työntekijät pystyvät omatoimisesti pääsemään sisään *Tekla Structures* -ohjelmiston käyttöön ja yrityksen mallinnuskäytäntöihin.

Työn lopputuloksena tuotettiin mallinnusohje, joka käsittelee sovitussa laajuudessa esimerkin mukaisen kohteen mallinnuksen ohjeistamisen. Ohje ottaa hyvin huomioon aloittelevan mallintajan nollatason, eikä yliarvioi hänen tietotaitojaan. Ohjeen loppukehityksellä ja testauksella varmistettiin se, että lopullinen ohjeistus on käyttäjälle hyödyllinen ja toimiva työkalu, jolla hän pääsee alkuun mallinnuksessa *Tekla Structures* -ohjelmistolla. Mallinnusohje sai testauksessa koekäyttäjiltä kiitosta ja he onnistuivat mallinnuksessa hyvin ohjeen avulla tavoitteiden mukaisesti. Tuotettu mallinnusohje toimii hyvin aloittelevan mallintajan ohjeevana harjoitustyönä sekä myös jatkossa oppaana muiden mallinnuskohteiden tekemisessä.

Tuotetulle mallinnusohjeelle on olemassa lukuisia jatkokehitystarpeita ja mahdollisuuksia, joihin ei tässä opinnäytetyössä paneuduttu. Esimerkiksi liimapuisen pilari-palkkirakenteen liitosten toteuttaminen ja niiden mallintaminen *Teklan* custom componentina olisi laaja mutta aiheellinen jatkotoimenpide liittyen puisiin pilari-palkkirakenteisiin. Puurakenteisiin liittyen, myös yrityksen sisällä kehitettyjen rankarakenteisten puuelementtiseiniä mallinnustyökalujen käytön ohjeistus, sekä puisten välipohjarakenteiden mallintamisen ohjeistus tulisivat tarpeeseen tulevaisuudessa. Myös puuosista tuotettavien piirrustusten laatimisen ohjeistus sekä piirustusohjelmien toteuttaminen olisivat jatkossa aiheellisia kehitystarpeita, joihin panostamalla voitaisiin tehostaa ja parantaa työssä oppimista, työn laatua ja samalla lyhentää projektien kestoa.

Tietomallinnuksen, ohjelmistojen ja niiden työkalujen jatkuvasti kehittyessä ja muuttuessa on tärkeää, että niiden ohjeistuksia pyrittäisiin ylläpitämään ja kehittämään entistä tehokkaammin. Myös mallinnuskäytännöissä tapahtuvat muutokset on tulevaisuudessa tärkeää päivittää ohjeisiin ja saatata samalla työntekijöiden tietoisuuteen, jotta uudet työkäytännöt olisivat mahdollisimman tehokkaasti ajan tasalla kaikissa yrityksen eri toimipisteissä. Koska mallinnusta on mahdollista tehdä monella tavalla ja rakenteita on mahdollista mallintaa useilla eri työkaluilla, on tärkeää, että työntekijöillä on selvät ohjeet, millä työkaluilla ja kuinka mallinnus tulee käytännössä toteuttaa. Mikäli jokainen työntekijä mallintaisi aina omalla parhaaksi katsomallaan tavalla, tiimeissä työskentely vaikeutuu ja hidastuu, koska toinen saman mallin käyttäjä joutuu aina aluksi selvittämään, millätavoin jokin kohta on mallinnettu. Toisinaan voi olla myös mahdollista, että sama aikaisemmin mallinnettu rakenne pitää mallintaa uudestaan käyttäen eri työkalua, mikäli olemassa olevaa rakennetta ei ole mahdollista varustaa tai raudoittaa käytettävissä olevilla komponenteilla. Tällöin kulutetaan turhaan arvokasta työaikaa ja työntekijän energiaa. Tämänkin takia hyvien yhteisten toimintatapojen ja ohjeiden olemassaololle jakehittämiselle on olemassa todellinen tarve, johon keskittymällä koko mallinnustyön tehokkuutta voidaan parantaa.

## LÄHTEET

- BuildingSMART.fi [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-03-10] Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/>  
Polku: Buildingsmart.fi. Standardit.
- Elementtisuunnittelu.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-03-03] Saatavissa :  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/> Polku: Elementtisuunnittelu.fi. Suunnitteluprosessi. Mallintava suunnittelu.
- FREESE, Simo, PENTTILÄ, Hannu ja RAJALA, Marko. 2007. Arvorakennusten korjauhankkeet ja tuotemallintaminen. Teknillinen korkeakoulu. ArkIT-informaatiotekniikka. Tutkimus. [viitattu 2015-03-03]. Saatavissa:  
[http://arkit.tkk.fi/senaatti/images/Arvorakennusten\\_korjaushankkeet\\_ja\\_tuotemallintaminen.pdf](http://arkit.tkk.fi/senaatti/images/Arvorakennusten_korjaushankkeet_ja_tuotemallintaminen.pdf)
- KAJAKINA-LAPPALAINEN, Ekaterina 2012. Käyttäjryhmälle räätälöidyn käyttöohjeen luominen: Ylöjärven koulujen Plone-sisällönhallintajärjestelmä. Tampereen yliopisto. Kieli-, käännös- ja kirjallisuustieteiden yksikkö. Pro Gradu-tutkielma. [viitattu 2015-02-18]. Saatavissa:  
<http://urn.fi/urn:nbn:fi:uta-1-22824>
- KORPELA, Jukka 2012-12-18. Ohjeen kirjoittaminen [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-02-11]. Saatavissa: <https://www.cs.tut.fi/~jkorpela/kirj/7.7.html>
- LAHTELA, Tero 2013. Liimapuurungon periaate [luonnosesite]. Lappeenranta: Insinööritoimisto Lah-tela.
- NOVICK David ja WARD Karen. 2015. Why Don't People Read the Manual? [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-02-18]. Saatavissa: <http://www.cs.utep.edu/novick/papers/why.sigdoc06.pdf>
- NYKÄNEN, Olli. 2002. Toimivaa tekstiä - Opas tekniikasta kirjoittavalle. Helsinki: Painotalo Miktor
- OHJE RAPORTOINTIPOHJAN KÄYTTÄMISEEN JA VIITTEIDEN MERKITSEMISEEN 2012. [Verkkoai-  
neisto]. Sijainti: Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulun Moodle [verkko-oppimisympäristö]. Thesis –  
opinnäytetyö -kurssi.
- PEAB OY 2014. Asuinkerrostalo Julkula. Arkkitehtiluonnokset. [CAD-piirustus]
- Puinfo.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-02-16] Saatavissa: <http://www.puinfo.fi/> Polku: puin-  
fo.fi. Puutieto. Puurakentaminen. Puurakentaminen ja ekologinen kestävyys.
- Puumera.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-03-12] Saatavissa: <http://www.puumera.fi/>
- STVY = Suomen teknisen viestinnän yhdistys 2015. Mitä on tekninen viestintä? [verkkoaineisto].  
[Viitattu 2015-02-18]. Saatavissa: <http://stvy.fi/node/8>
- Sweco 2015. Yleistietoa Sweco Finlandista [sisäinen tiedote]. Sijainti: Sweco [intranet]. Inside  
Sweco. Tietoa Swecosta. Business areas. Sweco Finland. Sweco Finland lyhyesti.
- Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Matalaenergia- ja passiivitalojen rakentei-  
den ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita. [verkkoaineisto].2012 [Viitattu 2015-02-16]. Saata-  
vissa: <http://www.tut.fi/idcprod/groups/public/@l912/@web/@p/documents/liit/p034351.pdf>

Tekla.com [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-02-23] Saatavissa: <http://tekla.com/fi> Polku: Tekla.com. Tietoa Teklasta. Lyhyesti.

Tekla.com [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-02-23] Saatavissa: <http://tekla.com/fi> Polku: Tekla.com. Tietoa Teklasta. Building & Construction.

Tekla.com. Puumera Kivistö. Euroopan suurin puinen asuinkerrostalo. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-03-12]. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/bim-awards-2014/bimmodel8-fi.html>

Versowood. Puukerrostalon hybridirakenteet. [Verkkoaineisto]. [viitattu 2015-03-04]. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puupaiva-2010-seminaariaineisto/puukerrostalon-hybridirakenteet-kopra-pekka.pdf>

YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET 2012. OSA 1. YLEINEN OSUUS. RT 10-11066. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2014-02-09] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11070.html.stx>

YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET 2012. OSA 5. RAKENNESUUNNITTELU. RT 10-11070. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2014-02-09] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11066.html.stx>

## LIITTEET

Liitetiedostot ovat luottamuksellisia, eikä niitä julkaista.