

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

2022

Jarkko Ylikoski

# PIENKERROSTALON TIETOMALLINTAMINEN

– Asuinkerrostalon rakennemallinnus

Tekla Structures -ohjelmalla

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

2022 | 41 sivua

Jarkko Ylikoski

## Pienkerrostalon tietomallintaminen

– Asuinkerrostalon rakennemallinnus Tekla Structures -ohjelmalla

Työn tavoitteena oli tutkia ja esitellä betonielementtikerrostalon tietomallinnusprosessia Tekla Structures -ohjelmalla. Samalla pohditaan, kuinka tarkasti tietomallia on kannattaa lähteä mallintamaan, jotta se palvelisi rakennushankkeen muita osapuolia monipuolisesti ja edistäisi hankkeen onnistumista.

Opinnäytetyössä tarkastellaan yleisiä tietomallivaatimuksia pääasiassa rakennesuunnittelijan näkökulmasta. Myös tietomallinnuksesta saatavia hyötyjä käsitellään rakennuksen koko elinkaaren aikana asiakkaan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden perspektiivistä.

Työn tuloksena syntyi katsaus Tekla Structures -ohjelmalla mallinnukseen ja sen eri mallinnustyökalujen käyttöön sekä esiteltiin mallin hyödyntämistä rakennesuunnitelmien laatimisessa. Kaikkia rakennesuunnitelmia ei kannata tehdä pelkästään Teklan avulla, vaan esimerkiksi detaljikuvat ovat helpompi tehdä vielä esimerkiksi Autocadilla. Tietomalliohjelmien käyttäminen hankaloituu, mitä tarkemmin malleja mallinnetaan. Rakenteiden geometrian mallinnus riittää hyvin siihen, että urakan muut osapuolet saavat tarvittavat lähtötiedot omiin hankintoihinsa ja suunnittelutehtäviinsä.

Asiasanat:

BIM, tietomallinnus, asuinkerrostalo

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Civil and Construction Engineering

2022 | 41

Jarkko Ylikoski

## Building information modelling of a small block of flats

- Structural modelling of a residential building with Tekla Structures

The purpose of this Thesis was to study and showcase BIM process of a concrete element apartment house using Tekla Structures program. Alongside that Thesis discuss about how great level of detailing is reasonable to do.

The study covers common BIM requirements mainly in perspective of the structural engineer. Benefits of BIM modelling are addressed in the whole life cycle of building in view of the client, constructor and designer.

The result of the thesis is an overview of BIM modelling using Tekla Structures. It showcases Tekla's designing tools and how it was utilized to create structural plans. CAD based modelling remains useful alongside BIM programs because they are not developed enough to complete all structural designing. BIM modelling is time consuming and does not support enough features for detail designing. Other parties of the contract receive enough initial data for their own designing work from a geometric BIM model.

Keywords:

BIM, building information modelling, residential building

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet</b>	<b>7</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>8</b>
<b>2 Tietomallintaminen eli BIM</b>	<b>9</b>
<b>3 Yleiset tietomallivaatimukset</b>	<b>11</b>
3.1 Mallitekniset vaatimukset	11
3.2 Rakennesuunnittelu	12
3.3 Laadunvarmistus	16
<b>4 BEC</b>	<b>18</b>
<b>5 Mallinnuksen hyödyt</b>	<b>19</b>
5.1 Urakoitsijoille	19
5.2 Suunnittelijalle	20
5.3 Rakennuksen käyttäjälle ja ylläpidolle	21
<b>6 Mallinnusohjelmat</b>	<b>23</b>
6.1 Tekla Structures	23
6.2 Revit	23
6.3 Proplib	23
6.4 Microsoft HoloLens	24
<b>7 RTC Vahanen Turku Oy ja tietomallinnus</b>	<b>25</b>
7.1 Nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät	25
<b>8 Referenssikohteen mallinnus</b>	<b>26</b>
8.1 Referenssit ja moduuliverkot	27
8.2 Perustukset	28
8.3 Alapohja	29
8.4 Seinät	31
8.5 Välipohjat	33
8.6 Vesikatto	35

8.7 Muut rakenneosat	36
8.8 Yleisiä huomioita Teklalla mallinnettaessa	37
<b>9 Pohdinta</b>	<b>39</b>
<b>Lähteet</b>	<b>41</b>

## **Kuvat**

Kuva 1. Helsingin Kalasataman Kaupunkiympäristötalon tietomalli (Parma Consolis 2020).	10
Kuva 2. Rakennuksen runkovaiheen aikataulun esittäminen värikoodein (RT 10-11078, 2012, 5).	20
Kuva 3. Kiinteistönpidon toiminnot ja tietomallien potentiaaliset hyödyntämiskohteet (RT 10-11077, 2012, 3).	21
Kuva 4. HoloLensien avulla tietomalli voidaan heijastaa hologrammina (Rakennuslehti 2019)	24
Kuva 5. 3D-näkymä koko rakennuksen tietomallista.	26
Kuva 6. Grid-työkalun näkymä.	27
Kuva 7. Jatkuvan anturan asetusten näkymä.	28
Kuva 8. Perustukset -taso tietomallissa.	29
Kuva 9. Maanvarainen alapohja mallissa.	29
Kuva 10. Floor Layout -työkalun näkymä.	30
Kuva 11. Direct modification tilassa laatan keski- ja kulmapisteet näkyvät sinisinä neliöinä tai palloina.	31
Kuva 12. Wall Layout -työkalun näkymä.	32
Kuva 13. Sandwich -elementteihin mallinnettiin elementtisaumat.	33
Kuva 14. Ontelolaatat tietomallissa.	34
Kuva 15. Ontelolaatan asetukset.	35
Kuva 16. Vesikattoon mallinnettiin kattotuolien sijainti ja ulkomuodot.	36
Kuva 17. Parvekkeisiin mallinnettiin vain teräsrunko.	37

## Taulukot

Taulukko 1. Taulukko 1. Mallinnustarkkuustasot (RT 10-11209, 2012, 2)	15
Taulukko 2. Rakennemallin tarkastuslomake (RT 10-11071, 2012, 13)	17

## Käytetyt lyhenteet

BEC	kehityshankkeen hankenimi, jossa luotiin ohjeistukset betonirakenteiseen elementtisuunnitteluun
BIM	rakennuksen tietomalli, building information model
CAD	koneavusteinen suunnittelu, Computer aided design
COBIM	laaja-alalaisen tietomallinnuksen kehityshankkeen hankenimi, joka tulee sanoista Common BIM
GUID-tunniste	rakenneosan yksilöllinen tunniste koodi, Globally unique identifier
IFC	rakennusten mallinnuksessa käytetty tuotetietojen siirron kansainvälinen standardi, Industry Foundation Classes
MRL	maankäyttö- ja rakennuslaki
VR	virtuaalinen todellisuus, virtual reality
VSS	väestönsuoja

# 1 Johdanto

Tietomallintaminen on tärkeä osa nykypäivän rakennusprojekteja ja sitä vaaditaankin lähes aina uudiskohteita suunniteltaessa. Tietomalli on digitaalisessa muodossa esitetty 3D-malli rakennuksesta, mikä sisältää visuaalisen ulkomuodon lisäksi rakenteen attribuutteja, kuten materiaali- ja sijaintitiedot rakenteesta. Myös tietomallinnuksen lisääntyessä ovat suunnitteluohjelmat lisääntyneet ja niiden käytön osaaminen on tullut valttikortiksi monille suunnittelualan työntekijöille.

Opinnäytetyön mallinnusvaihe tehtiin osana RTC Vahanen Turku Oy:n suunnitteluprojektia. RTC Vahanen Turku Oy on kiinteistö- ja rakennusalan konsulttikumppani, joka toimii Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueella. Työssä tullaan esittelemään kohteen mallinnusta Tekla Structures -mallinnusohjelmalla ja samalla tutustutaan Teklan mallinnustyökaluihin.

Jotta tietomallinnuksesta on saatu toimiva työkalu eri suunnittelutoimistojen ja ryhmien välillä, on mallinnukseen tarvittu ohjeita ja säännöksiä. Työssä käsitellään yleisiä tietomallivaatimuksia, jotka Senaattikiinteistöt on laatinut vuonna 2012. Keskeisimpinä tarkastelunkohteina ovat ne vaatimukset, jotka koskevat rakennesuunnittelijaa. Koska tietomallinnus on kehittynyt koko ajan ja sitä hyödynnetään yhä enemmän, niin viime vuosina eri rakennusalan toimijat ovat huomanneet nykyisten ohjeiden ja vaatimusten olevan hieman vanhanaikaisia nykypäivän tarpeisiin. Hyvin todennäköistä on, että nämä vuoden 2012 ohjeet päivittyvät lähivuosina.

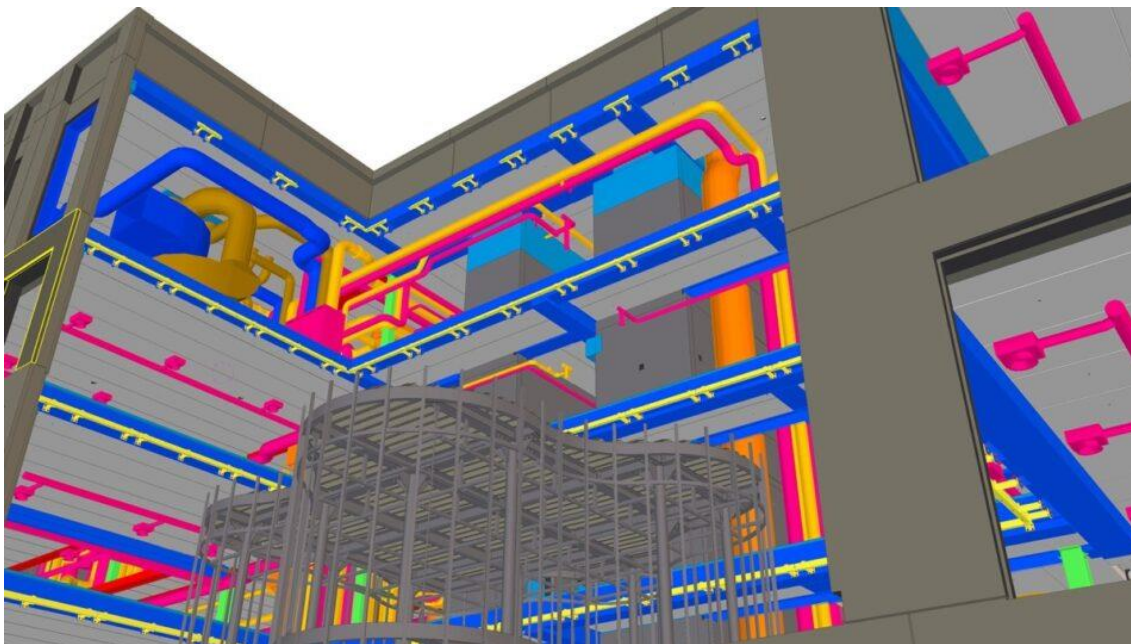
Tietomallinnus on tullut aikaisemman suunnittelutyön lisäksi vierelle, joten se lisää samalla suunnittelijan työmäärää. Opinnäytetyössä pohditaankin, kuinka tarkalla tasolla tietomallinnusta kannattaa suorittaa, jotta se olisi suunnittelussa järkevää ajallisesti. Työssä esitellään myös tietomallinnukseen käytettäviä ohjelmistoja ja laitteita sekä kuvataan tietomallinnuksessa havaitut hyödyt rakennuksen koko elinkaaren aikana.

## 2 Tietomallintaminen eli BIM

Tietomallissa rakennelma esitetään digitaalisessa muodossa kolmiulotteisesti sen ominaisuustietojen kanssa. Malli on tarkoitettu toimimaan suunnittelun apuvälineenä koko rakennelman elinkaaren ajan aina suunnittelusta toteutukseen sekä sen ylläpitoon ja purkamiseen. Tietomallinnuksesta käytetään usein kansainvälistä lyhennettä BIM, joka tulee englannin kielestä building information modeling. (Väylävirasto 2020; Autodesk 2022a.)

Tietomallia ei pidä ajatella pelkkänä 3D-mallina, josta saadaan vaan rakennuksen geometriset muodot ja visuaalinen ulkonäkö kolmiulotteisesti. Tietomalli tarjoaa paljon enemmän informaatiota rakennuksesta, kuten rakenne-, sijainti-, määrä- ja ominaisuustietoja. (Tekla 2022)

Tietomallintaminen on lisääntynyt paljon viime vuosina ja nykypäivänä lähes jokaisesta uudiskohteesta tehdään jonkinlainen tietomalli, ja uudessa tulevassa Maankäyttö- ja rakennuslaissa tullaan vaatimaan kohteiden tietomallinnusta. MRL on ympäristöministeriön asettama laki, joka on tullut voimaan vuonna 2000. Se käsittelee rakentamista ja alueiden käyttöä. Tietomallintaminen on siis nykypäivää ja se tulee lisääntymään tulevaisuudessa. Tietomallit ovat helpottaneet koko rakennuksen prosessin aikataulutusta, riskianalyyysien tekemistä ja eri osapuolten yhteistoimintaa. Kuvassa 1 on esimerkki tietomallista. (Tekla 2022a) (Ympäristöministeriö 2022.)



Kuva 1. Helsingin Kalasataman Kaupunkiympäristötalon tietomalli (Parma Consolis 2020).

### 3 Yleiset tietomallivaatimukset

Tietomallinnuksen käyttö on lisääntynyt nopeasti viime vuosina. Tämän takia Senaatti-kiinteistöt on laatinut vuonna 2007 tietomallivaatimukset yhdenmukaistamaan tietomalleja eri suunnittelutoimistojen välillä. Ohjeita lähdettiin päivittämään COBIM-hankkeena, jotta ohjeet vastaisivat paremmin tietomallintamisen tämänpäiväisiä tarpeita. COBIM-hankkeeseen osallistui kiinteistön omistajia, rakennuttajia, rakennusliikkeitä ja ohjelmistotaloja. Näiden mukana oli myös Vahanen Yhtiöt. Hankkeen tuloksena valmistui 14-osainen julkaisusarja Yleiset tietomallivaatimukset 2012, josta käytetään lyhennystä YTV2012. Ohjeita päivitettiin tilaajaorganisaatioiden käyttökokemusten ja aikaisempien ohjeiden pohjalta. Nyt ohjeet alkavat olla taas hieman vanhentuneita tietomallinnuksen kehittyessä. Tämän takia on käynnistetty COBIM2020-hanke, jolle etsitään rahoittajia. Todennäköisesti Yleiset tietomallivaatimukset 2012 tulee päivittämään uuteen versioon tulevaisuudessa COBIM2020-hankkeen tuloksena. Tässä luvussa tutustutaan Yleiset tietomallivaatimukset 2012-ohjeisiin ja perehdytään tarkemmin rakennesuunnittelijoille suunnattuihin ohjeistuksiin. (buildingSMART 2022; Rakennustieto 2022; buildinSMART 2021)

#### 3.1 Mallitekniset vaatimukset

Julkisissa hankkeissa mallinnusohjelmien käyttöä on rajattu sen verran, että ne pitää olla IFC 2x3-sertifioituja. Käytännössä kaikki yleisimmät mallinnusohjelmat sisältyvät tähän kategoriaan. Suunnittelijoiden tulee tarjouksissaan ilmoittaa projektin aikana käyttämänsä mallinnusohjelman versio sekä sen tukema IFC-tiedostomuoto. Työn aikana mallien jakamisesta sovitaan projektikohtaisesti, mutta projektin päätyttyä kaikki mallit tulee luovuttaa työn vaatimassa laajuudessa, mallinnusohjelman käyttämässä tiedostomuodossa sekä IFC-muodossa. (RT 10-11066, 2012, 2–3.)

Projekteissa määritetään yhtenäinen koordinaatisto muiden suunnitteluosapuolien kanssa, jota käytetään koko projektin ajan. Tietomallin korkeusasemat tulee kuitenkin määrittää kunnan korkeusjärjestelmässä todelliseen korkeusasemaansa. (RT 10-11066, 2012, 3.) Mallin mittatarkkuus riippuu paljon siitä, missä vaiheessa projektia ollaan. Esimerkiksi yleissuunnitteluvaiheessa riittää paljon yksinkertaisempi malli, sillä on todennäköisempää, että kohteeseen tulee muutoksia. Toteutus suunnitteluvaiheessa mittatarkkuuden tulee olla jo huomattavasti tarkempaa.

Itse objektien mallintamisessa tulee käyttää mallinnusohjelman siihen tarkoittamaa työkalua. Käytännössä pilarit tulee mallintaa pilarityökalulla ja seinät seinätyökalulla. Tämä lisää esimerkiksi mallista saatavan määrälaskelman paikkansapitävyyttä. Jos ohjelma ei tarjoa oikeanlaista mallinnustyökalua, käytetään silloin sopivinta työkalua. Tällöin käytetty mallinnustapa pitää dokumentoida tietomalliselostukseen. Yleensä vaatimuksena suunnittelualoille on, että kohteet mallinnetaan kerroksittain. Tilaaja ja käyttäjä käsittelevät tiloja kerroksittain samoin kuin työmaalla käsitellään suunnitelmia kerroksittain. Joskus kuitenkin kerroksittain suunnittelusta halutaan poiketa, mikäli se on kohteen mallinnuksen kannalta järkevämpää. (RT 10-11066, 2012, 4–5.)

Tietomalleihin lisätään liitteenä tietomalliselostus. Selostus sisältää kultakin suunnittelualalta kuvauksen mallin sisällöstä, mallinnustavoista sekä mahdolliset poikkeamat yleisistä vaatimuksista ja mallinnustavoista. Selostuksen on siis tarkoitus helpottaa muita osapuolia tulkitsemaan mallin valmiusastetta, käytettyjä rakennusosien nimeämistapoja ja rakennusosien mallinnustarkkuutta. (RT 10-11066, 2012, 4.)

### 3.2 Rakennesuunnittelu

Vaatus on, että rakennesuunnittelija mallintaa kaikki kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet rakennemalliin sekä määrittelee, mitkä rakennetyypit tulostetaan 2D-piirustuksina. Lisäksi mallinnetaan sellaiset rakennustuotteet,

jotka vaikuttavat muiden suunnittelijoiden suunnitelmiin niiden sijainnin tai kokonsa takia, esimerkiksi palosuojalevyt. Tätä tarkempaa mallinnusta ei yleensä tarvita. (RT 10-11070, 2012, 2.)

Kohde mallinnetaan kerroksittain tai lohkoissa ennalta määritetyssä koordinaatistossa. Rakennemalliin määritetään kerros- tai lohkotiedot, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi määräluettelossa, tarkastuksissa ja visualisoinnissa. Rakenneosan jatkuessa useampaan kerrokseen, mallinnetaan se alimpaan kerrokseen, johon se ylettyy. Mallinnusohjelmien rakennusosien numerointi perustuu GUID- tunnisteluihin, jotka ohjelma määrittää automaattisesti. GUID- tunnisteen säilymisen kannalta jo mallinnettuja rakenneosia on tarkoitus muokata poistamatta niitä välillä. Tunnisteen lisäksi rakenneosat nimetään loogisesti niiden määrälaskentaa ja logistiikkaa varten. Mallissa rakenneosat ovat usein suunnittelun aikana eri valmiusasteissa. Jotta mallitietoa voidaan hyödyntää tehokkaasti, tulee rakenneosien valmiusasteen selvittää tietomalliselostuksesta. Mallin laadunvarmistuksesta vastaa rakennesuunnittelija itse yrityksen laatujärjestelmän mukaisesti. Rakennesuunnittelijan on varmistuttava, että rakennemalli sisältää vain rakennesuunnittelijan mallintamia objekteja. (RT 10-11070, 2012, 2–3.)

Projekti voidaan jakaa neljään eri osaan rakennesuunnittelijan mallinnuksen osalta; ehdotussuunnitteluvaihe, yleissuunnitteluvaihe, hankintoja palveleva suunnitteluvaihe ja toteutussuunnitteluvaihe. Siirryttäessä aina seuraavaan vaiheeseen myös mallinnuksen tarkkuus paranee. Eri vaiheiden mallinnustarkkuus määritetään ennen vaiheen aloitusta. (RT 10-11070, 2012, 3–8.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija arvioi arkkitehdin esittämien vaihtoehtojen toteutettavuutta. Mitään varsinaisia mallinnusvaatimuksia ei vielä tässä vaiheessa tarvita, vaan rakennesuunnittelija voi mallintaa sopimuksen mukaan erilaisia runkovaihtoehtoja kustannuksen määrittämisen tukemiseksi. Mallinnustarkkuus noudattaa yleissuunnitteluvaihetta. (RT 10-11070, 2012, 4.)

Yleissuunnitteluvaiheessa valittua ehdotussuunnitelmaa muokataan toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Tässä vaiheessa rakenneosat mallinetaan perusgeometrialtaan ja sijainniltaan oikein. Yleissuunnitelma voi toimia lähtötietona rakennesuunnittelijan lujuuslaskelmille sekä alustavana pohjana määrä- ja kustannuslaskennoille. Tässä vaiheessa tarkastellaan myös talotekniikan ja kantavien rakenteiden yhteensopivuutta. Yleissuunnitelmavaiheesta olevasta mallista saadaan seuraavat tulosteet:

- perustuksien mittapiirustus
- alapohjan mittapiirustus
- tasojen mittapiirustus
- yleisleikkauspiirustukset. (RT 10-11070, 2012, 4.)

Hankintoja palvelevassa suunnittelussa mallia työstetään hankintakyselyjen edellyttämälle tasolle, jolloin tarvittavat tarjouspyyntöasiakirjat voidaan laatia kohteeseen tehtävien materiaalien hankintoihin. Tässä vaiheessa mallinetaan kohteen tavanomaiset rakennemallit, kuten tyyppielementit. Tyyppielementeissä esitetään rakenneosan valutarvikkeet ja raudoitukset. Hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheesta olevasta mallista saadaan seuraavat tulosteet:

- paaluluettelo
- paalupiirustus
- perustuksien mittapiirustus
- anturoiden ja muiden perustuksien tyyppipiirustukset
- alapohjan mittapiirustus
- tasojen mittapiirustukset
- yleisleikkauspiirustukset
- elementtikaaviot
- VSS-mittapiirustus
- mallielementtipiirustukset
- mallikokoonpanopiirustukset
- teräsrakenteiden määrä- ja massaluettelo. (RT 10-11070, 2012, 5.)

Hankintoja palvelevassa suunnittelussa kohteen mallinnustarkkuus olisi hyvä määrittää, jos siitä ei ole vielä sovittu. Mallinnustarkkuustasot (taulukko 1) määräytyvät tietomallin hyödyntämisen mukaan.

Taulukko 1. Mallinnustarkkuustasot (RT 10-11209, 2012, 2).

*Taulukko 1. Purettavien ja säilytettävien rakennusosien mallinnusperiaatteet.*

Mallinnuksen tarkkuustaso	Mallinnuksen tarkkuustason kuvaus
1	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein.
2	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden kokonaismäärät selviävät mallista. Rakenteet elementoidaan.
3	Mallinnetaan tyyppielementit ja tyyppipaikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liittokseen (liittopilareihin myös raudoitteet). Muut osat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen.
4	Mallinnetaan elementit ja paikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanot mallinnetaan konepajatasolle (liittopilareihin myös raudoitteet). Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan.

Toteutussuunnitelmavaiheessa rakennemallin mallinnuksen tarkkuus on projektikohtaista ja rakennesuunnittelija mallintaa rakenteet tehtyjen sopimusten mukaisilla tarkkuusasteilla. Toteutussuunnitelmista pystytään tuottamaan määrälaskenta, esittämään rakentamisaikataulu sekä asennussuunnitelmat. Toteutussuunnitelmavaiheessa olevasta mallista saadaan seuraavat tulosteet:

- paalutuksen toteutumapiirustus
- perustuksen mittapiirustus
- VSS-mittapiirustus
- paikallavalujen rakenteiden mittapiirustukset.
- perustuksen raudoituspiirustus
- VSS-raudoituspiirustus
- paikallavalurakenteiden raudoituspiirustukset
- paikallavalurakenteiden raudoitusluettelot. (RT 10-11070, 2012, 8.)

### 3.3 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksen tarkoitus on parantaa rakennuksesta tuotettavien tietomallipohjaisten suunnitelmien laatua. Keskeiset päämäärät ovat suunnittelijan omien suunnitelmien laadun parantaminen, eri osapuolien välinen tiedonsiirron helpottuminen ja koko suunnitteluprosessin optimoiminen. (RT 10-11071, 2012, 2.)

Tietomallien laadunvarmistus on suunnittelijan omalla vastuulla ja hän tarkastaa mallit yrityksen omien laatujärjestelmän mukaisesti. Suunnittelijan laadunvarmistusprosessi on jatkuvaa toimintaa mallinnuksen edetessä ja mallia pitää tarkastaa säännöllisesti. Suunnittelijan vastuulla on myös informoida projektin muita suunnittelijoita tekemistään muutoksista (RT 10-11071, 2012, 4.) Taulukossa 2 havainnollistuu rakennesuunnittelijan rakennemallin laadunvarmistusprosessin helpottamiseksi on tehty tarkastuslomake (RT 10-11071, 2012, 13).

Taulukko 2. Rakennemallin tarkastuslomake (RT 10-11071, 2012, 13).

Paikka:	
Aika:	
Tarkastaja:	
Kohde:	
Versio:	
Version päiväys:	

	Kunnossa	Puutteita	Ei relevanttiä	Kommentit
<b>Rakennemallin tarkastuslomake</b>				
Tietomalliselostus				
Mallit sovittuina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Koordinaatisto on sovitun mukainen				
Mallia kohden on (pääsääntöisesti) yksi rakennus				
Kerrokset on määritetty				
Rakennusosat on määritelty kerroksittain				
Rakennusosat on numeroitu yksilöllisesti				
Sovitut/vaativuuden mukaiset rakennusosat on mallinnettu (Osa 5 -				
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla				
Rakenteet on nimetty sovitulla tavalla				
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia				
Mallissa ei ole merkittäviä rakennusosien välisiä leikkauksia				
Rakenne- ja arkkitehtimallin rakenteet vastaavat toisiaan				
Rakenne- ja arkkitehtimallin aukot ovat vastaavilla kohdilla				
Rakenteet ovat tuettuja				
Kantaviin rakenteisiin on siirretty TATE-suunnittelijoiden varaukset				

Allekirjoitus:

## 4 BEC

BEC-projektissa Betoniteollisuus, Tekla Oyj ja rakennesuunnittelijat ovat yhdessä luoneet ohjeen betonirakenteisen elementtisuunnittelun 3D-mallintamiseen, tietomallinnukseen ja tiedonsiirtoon. Ohjeen tarkoitus on luoda yhteiset mallit betonielementtien tietomallinnukselle, joita jokaisen rakennusalan mallintavien konsulttien pitäisi noudattaa. Ohjeita seuraamalla eri suunnittelijoiden ja toimistojen mallit pysyvät samankaltaisina. Ohjeesta löytyy muun muassa neuvoja elementtien mallintamiseen Tekla Structures -ohjelmalla. Ohjeet on luotu tarkentamaan YTV2012-ohjeistusta betonielementtimallinnuksessa. Ohjeissa tarkastellaan ensin yleisiä vaatimuksia, jonka jälkeen esitetään tarkennettu ohje Tekla Structures -ohjelman käytöstä. (Betoniteollisuus ry 2016, 4.)

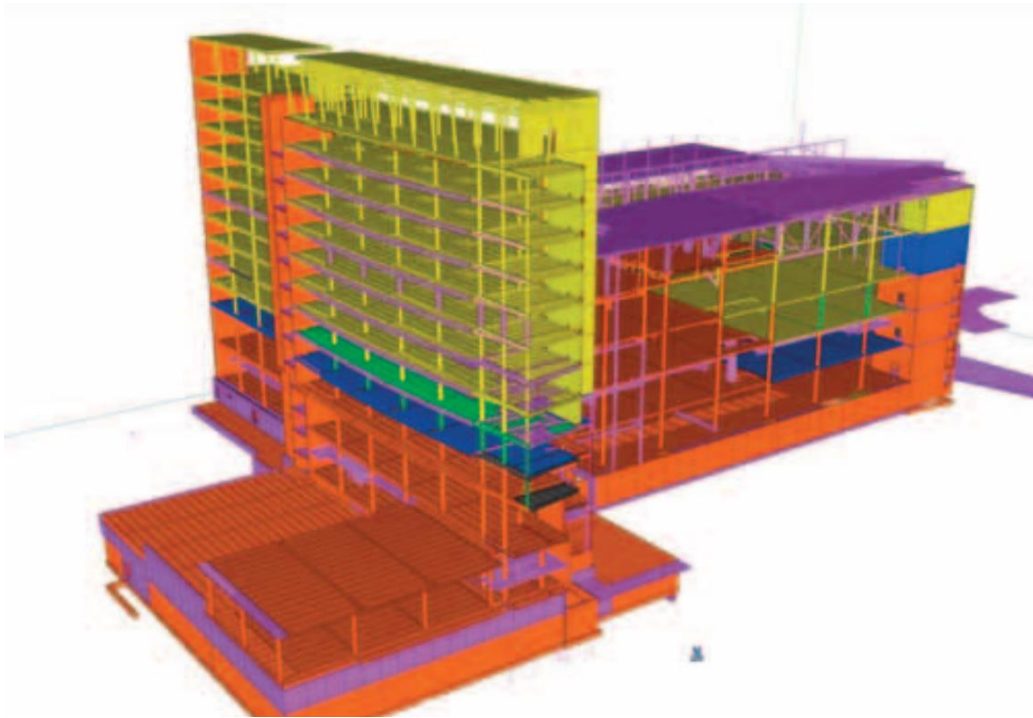
Elementtisuunnittelu.fi sivustolle on koottu ohjeet betonielementtirakentamisesta, jota ylläpitää Betoniteollisuus ry. Sivustolta löytyy oleelliset tiedot ja ohjeet betonielementtirakenteisiin asuinkerrostalo-, toimisto- ja hallirakennuksiin. Ohjeet on suunnattu rakennesuunnittelijalle, arkkitehdille, urakoitsijalle ja rakennuttajalle. (Elementtisuunnittelu 2022)

## 5 Mallinnuksen hyödyt

Tietomallin elinkaari alkaa aina rakennuksen suunnittelusta ja jatkuu sen käytön loppuun asti. Elinkaaren eri vaiheissa tietomallia hyödynnetään myös eri tavoilla. Seuravaksi tutustutaan tietomallin käyttökohteisiin ja sen tarjoamiin hyötyihin urakoitsijan, suunnittelijan sekä käytön ja ylläpidon näkökulmasta.

### 5.1 Urakoitsijoille

Urakoitsijat pystyvät hyödyntämään tietomalleja monella tapaa projektin valmistelu- ja rakentamisvaiheissa riippuen tietomallin mallinnustarkkuudesta. Valmisteluvaiheessa tietomalliin tutustuminen helpottaa urakoitsijoiden perehtymistä kohteeseen ja sen suunnitelmiin. Tarkan tietomallin avulla myös määrien laskeminen onnistuu tarjouslaskentavaiheessa. Kohteen rakentamisvaiheessa tietomallia voidaan käyttää viestinnän tukena urakan eri osapuolten välillä. Tietomalliin voidaan lisätä työmaan aikataulut 4D-mallina sekä lisäämällä malliin jo valmistuneet työt (kuva 2). Näin aikataulua pystytään seuraamaan entistä tarkemmin ja tulevien viikkojen aikataulut helpottuu. Tietomallin tarjoama havainnollistavuus on yksi merkityksellinen etu, mikä malleista saadaan työmaalle. (RT 10-11078, 2012, 2–5)



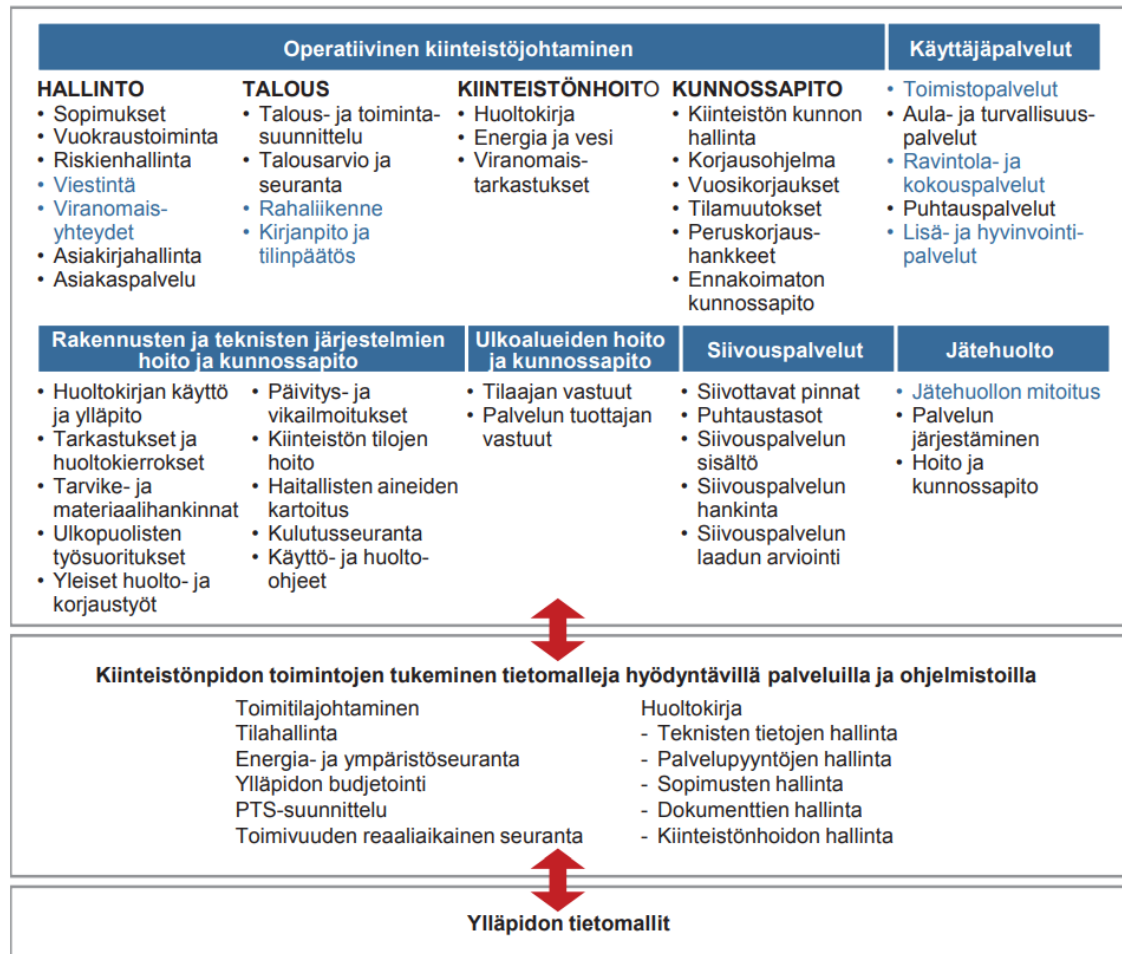
Kuva 2. Rakennuksen runkovaiheen aikataulun esittäminen värikoodein (RT 10-11078, 2012, 5).

## 5.2 Suunnittelijalle

Suunnittelijoille tietomallit antavat mahdollisuuden saumattomampaan yhteistyöhön suunnitelmia laatiessa. Esimerkiksi rakennemallien ja talotekniikan yhdistäminen samaan malliin helpottaa mahdollisten törmäyskohtien havaitsemista. Esimerkkikohteessa tietomallin tarkastelun tuloksena huomattiin ylempien kerroksien kantavien väliseinien tukeutuvan aukon päälle. Tämä oli helppo havaita suoraan tietomallista, jonka seurauksena aukkoihin lisättiin teräspalkit, joihin väliseinille tulevat voimat saatiin siirrettyä. Tietomallia muokattaessa, siitä saatavat tulosteet päivittyvät automaattisesti. Tämä helpottaa dokumentoinnin ajan tasalla pitämistä.

### 5.3 Rakennuksen käyttäjälle ja ylläpidolle

Tietomallien hyödyntäminen on toistaiseksi ollut vielä vähäistä rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Oikeastaan tietomallien mahdollistamia hyötyjä etsitään ja kokeillaan vielä jatkuvissa määrin. Kuvassa 3 on esitetty potentiaalisia tietomallien hyödyntämiskohteita. (RT 10-11077, 2012, 2.)



Kuva 3. Kiinteistönpidon toiminnot ja tietomallien potentiaaliset hyödyntämiskohteet (RT 10-11077, 2012, 3).

Tietomalleja on tällä hetkellä testattu ja hyödynnetty muun muassa rakennusten energia- ja ympäristövaikutuksen seurannassa, toimitilajohtamisessa, tilahallinnassa ja huoltokirjan hallinnassa. (RT 10-11077, 2012, 2).

Korjausrakentamisessa voidaan käyttää suunnittelun apuvälineenä tietomalleja. Edellytyksenä on tietenkin mallin paikkansapitävyys sekä mallinnustarkkuuden riittävyys. Riittävien lähtötietojen saamiseksi tulisi rakennusaikaisista tietomalleista löytyä materiaali- ja tuotetietoja. (RT 10-11077, 2012, 4.)

## 6 Mallinnusohjelmat

Seuraavaksi esitellään muutamia yleisesti rakennusalalla käytettäviä mallinnusohjelmia, mallintamisessa helpottavia tuotekirjastoja sekä tietomallin havainnollistamisvälineitä. Yksi esiteltyistä ohjelmista on Tekla Structures, jolla myös opinnäytetyön referenssikohde mallinnettiin.

### 6.1 Tekla Structures

Tekla structures ohjelman kehittäjä on yhdysvaltalainen ohjelmistoyritys Trimble Solutions Oy. Trimble Solutions Oy osti suomalaisen Tekla Oy:n vuonna 2011.

Tekla Structures mallinnusohjelmistolla pystyy luomaan tarkkoja tietomalleja rakennuskohteista ja ohjelma on suunnattu pääasiassa betoni- ja teräsrakenteiden mallintamiseen. Teklalla tehdyistä malleista saadaan suoraan leikkauspiirrokset, pohjapiirrokset, detaljit, 3D-näkymät ja määräluettelot. (Tekla 2022b.)

### 6.2 Revit

Revit on Autodeskin julkaisema tietomalliohjelmisto. Ohjelmiston avulla pystytään mallintamaan rakennesuunnittelun, talotekniikan ja rakennussuunnittelun tietomallit. Malleista voidaan julkaista suoraan leikkauspiirrokset, pohjapiirrokset, detaljit, 3D-näkymät ja määräluettelot. (Autodesk 2022b)

### 6.3 Prodlib

Prodlib hyödyllinen sovellus CADin käyttäjille. Prodlib tarjoaa usean eri rakennustarvikevalmistajan tuotekirjastot CAD- sekä tietomalleina. Lisäksi tuotekirjastoista löytyy dokumentteja suunnittelun avuksi. Valmiit CAD- ja tietomallit nopeuttavat ja yhdenmukaistavat mallinnusta. (ProdLib 2022)

## 6.4 Microsoft HoloLens

HoloLensit ovat VR- teknologiaan perustuva lisätyn todellisuuden laite, jossa on käytännössä tietokone sisällä käyttöjärjestelmineen. Trimble on lähtenyt kehittämään lasien käyttömahdollisuuksia, ja Trimble Connect -pilvipalvelun avulla tietomallit on mahdollista heijastaa hologrammina mille tahansa pinnalle sijainnista riippumatta. HoloLensit on oiva työkalu laadunvarmistuksessa, sillä valmista rakennetta voidaan verrata suunnitelmiin asettamalla hologrammi suoraan rakenteen päälle. Lasien käyttöä on havainnollistettu kuvassa 4. (Rakennuslehti 2019)



Kuva 4. HoloLensien avulla tietomalli voidaan heijastaa hologrammina (Rakennuslehti 2019)

## 7 RTC Vahanen Turku Oy ja tietomallinnus

RTC Vahanen Turku Oy on vuonna 1997 perustettu kiinteistö- ja rakennusalan konsulttikumppani. RTC Vahanen Turku Oy on osa Vahanen-yhtiötä ja toimii Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueella. RTC Vahanen Turku Oy:n toimipisteet sijaitsevat Turussa ja Porissa ja asiantuntijaosaamista löytyy asuinkerrostalojen, liikekiinteistöjen ja julkisten rakennusten rakentamisesta sekä ylläpitopalveluista. (Vahanen 2022.)

AFRY Oy osti koko Vahanen-yhtiöt kaikkine toimipisteineen 2021. Tällä hetkellä RTC Vahanen Turku Oy:llä on käynnissä vaiheittain integroituminen kohti AFRYä ja tulevaisuudessa Vahanen nimi häviää kokonaan pois.

Tässä luvussa tutustutaan RTC Vahanen Turku Oy:n nykytilanteeseen tietomallinnuksen suhteen. Lisäksi tarkastellaan yrityksen tulevaisuuden tavoitteita tietomallinnuksen saralla.

### 7.1 Nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät

RTC Vahanen Turku Oy hyödyntää tietomallinnusta uudiskohteissa. Jokaisesta uudiskohteesta tehdään YTV2012 mallinnustason 2 mukainen geometriamalli. Muutamissa yksittäisissä kohteissa on kokeiltu myös elementtimallinnusta, mutta tätä ei ole otettu käyttöön laajemmin. Elementtien mallinnus ei ole vielä kaikissa kohteissa ollut tarpeellista. Tulevaisuudessa myös elementtien osalta painopiste siirtyy mallintamiseen.

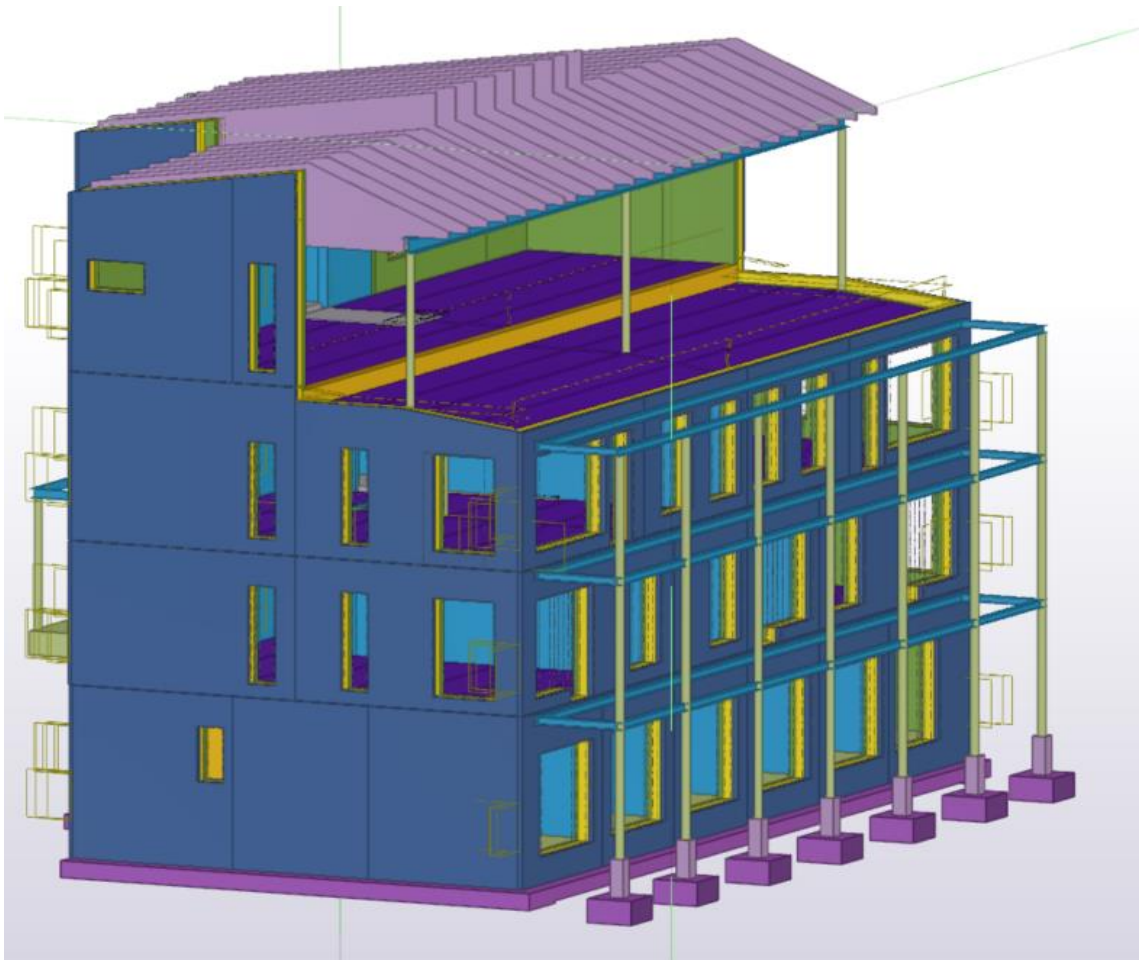
Korjausrakentamisen kohteissa asiakas toivoo harvemmin tietomallinnusta ja siksi, sitä on hyödynnetty toistaiseksi melko vähän korjauskohteissa. Kaikissa korjauskohteissa tietomallinnus ei ole taloudellisesti kannattavaa.

Tulevaisuudessa RTC Vahanen Turku Oy tulee laajentamaan tietomallinnusta myös elementtisuunnitteluun, sekä myös suuriin korjauskohteisiin, joissa mallintaminen tuo lisäarvoa suunnitteluun.

## 8 Referenssikohteen mallinnus

Seuraavaksi opinnäytetyössä tarkastellaan referenssikohteen mallinnusprosessia Tekla Structures -ohjelmistolla. Lisäksi on tarkoitus esitellä kohteeseen käytettyjä ohjelmiston työkaluja.

Mallinnettava kohde on 4-kerroksinen (3 asuinkerrosta + kellari) betonielementtirakenteinen pienasuinkerrostalo (kuva 5). Kohdetta lähdettiin mallintamaan valmiiden arkkitehtisuunnitelmien sekä erikseen suunniteltujen rakennesuunnitelmien pohjalta. Kohteen mallinnustarkkuustaso oli YTV2012 määritelmien mukaisesti 2. Tämä tarkoittaa sitä, että kohde mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että mallista voidaan laskea rakenteiden kokonaismäärät. Lisäksi rakenteet myös elementoidaan.



Kuva 5. 3D-näkymä koko rakennuksen tietomallista.

Aikaisempi oma käyttökokemus Teklan käyttöliittymästä painottui teräsrakenteiden mallinnukseen. Betonirakenteiden editointi ja mallinnus eroaa hieman teräsrakenteiden muokkaamisesta, joten projektissa pääsi opettelemaan uusien työkalujen käyttämistä, vaikka peruskäyttöliittymä oli tuttu. Teklaan oli asennettu valmiiksi RTC Vahanan Turku Oy:n toimintaympäristö, joka vähentää itse ohjelman asetusten muokkaamista ennen jokaisen projektin alkua.

### 8.1 Referenssit ja moduuliverkot

Malliin luodaan aluksi moduuliverkko jokaiselle kerrostaolle niiden oikeaan korkeusasemaansa. Moduuliverkon lisäämisessä ja muokkaamisessa käytettiin grid-työkalua, joka näkyy kuvassa 6. Gridin saa paikoilleen, kun moduulilinjoille annettiin arvot x-, y- ja z-suunnissa.



Kuva 6. Grid-työkalun näkymä.

Referenssien tuomiseen Teklalla on Reference model -työkalu. Referensseinä mallinnuksessa käytettiin arkkitehdin dwg-tasokuvia sekä koko rakennuksesta tehtyä arkkitehdin IFC-tiedostoa. Referensseille annettiin sijaintiedot, jotta ne asettuivat mallissa omille paikoilleen.

## 8.2 Perustukset

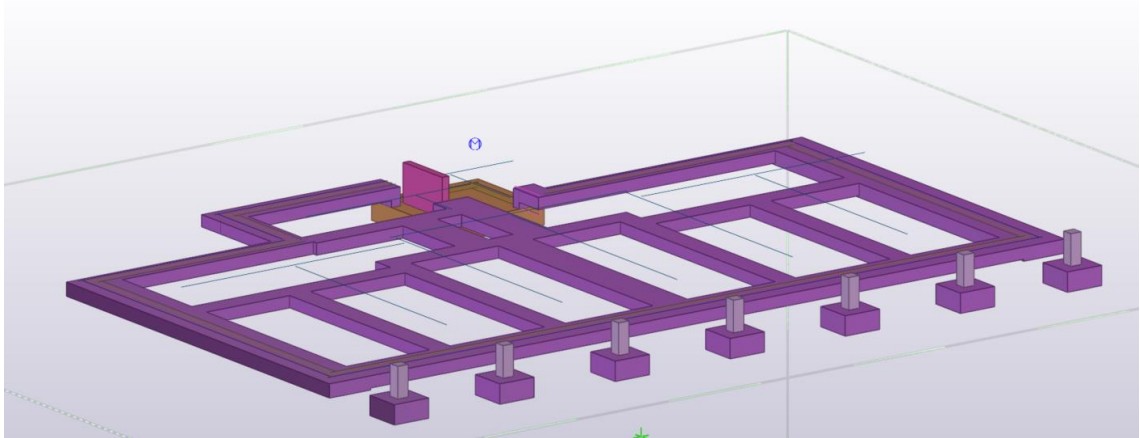
Rakennus perustettiin maanvaraisesti anturaperustuksille. Teklassa on kaksi työkalua anturoiden mallintamiseen. Toisella tehdään jatkuvia anturoita ja toisella pilarianturoita. Kohde perustettiin jatkuvien anturoiden päälle rakennesuunnittelijan mitoitusperusteella.

Strip footing -työkalu on tarkoitettu jatkuvien anturoiden mallintamiseen (kuva 7). Anturoille annettiin korkeus- ja leveystiedot sekä kerrostieto, joka tässä tapauksessa oli perustukset. Nimeäminen, luokittelu ja numerointi määriteltiin Vahasen oman mallinnusohjeen mukaisesti. Anturat mallinnettiin kellarikerroksen pohjatasolla määrittäen niille etäisyys z-suunnassa tasosta. Tässä tapauksessa anturat olivat 600 mm kellarin pohjatasoa alempana, joten anturoiden offset määriteltiin -600 mm pohjatasoon nähden. Kuvassa 8 havaitaan valmiiksi mallinnetut perustukset tietomallissa.

The screenshot shows the 'Strip footing (1 selected)' configuration window. It is divided into several sections:

- General:** Name: JATKUVA-ANTURA; Profile: 350\*1200; Material: Concrete\_Undefined; Class: 301.
- Position:** On plane: Middle (225.00 mm); Rotation: Top (0.00000); At depth: Behind (30.00 mm).
- End offset:** Start and End offsets for Dx, Dy, and Dz are all set to 0.00 mm.
- Cast unit:** Cast unit numbering: PV-JA (1); Cast unit: Cast in place; Pour phase: 0.

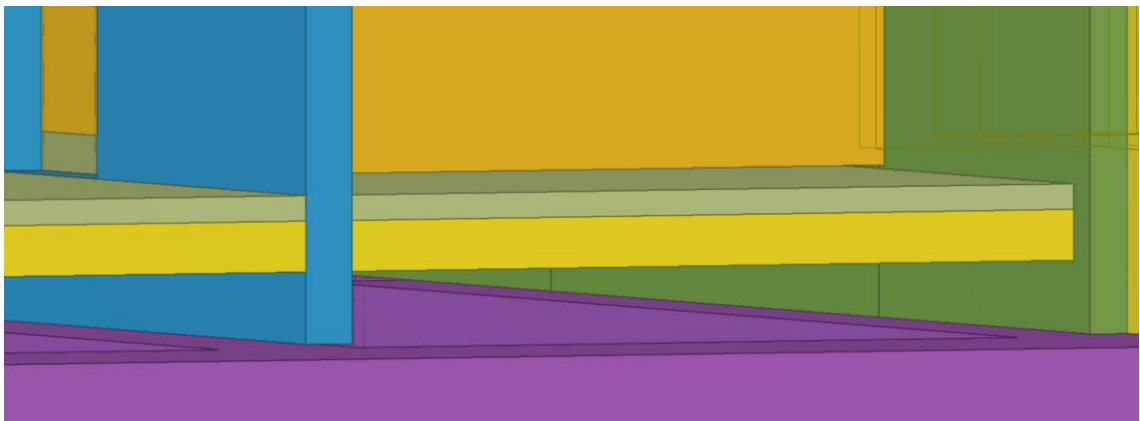
Kuva 7. Jatkuvan anturan asetusten näkymä.



Kuva 8. Perustukset -taso tietomallissa.

### 8.3 Alapohja

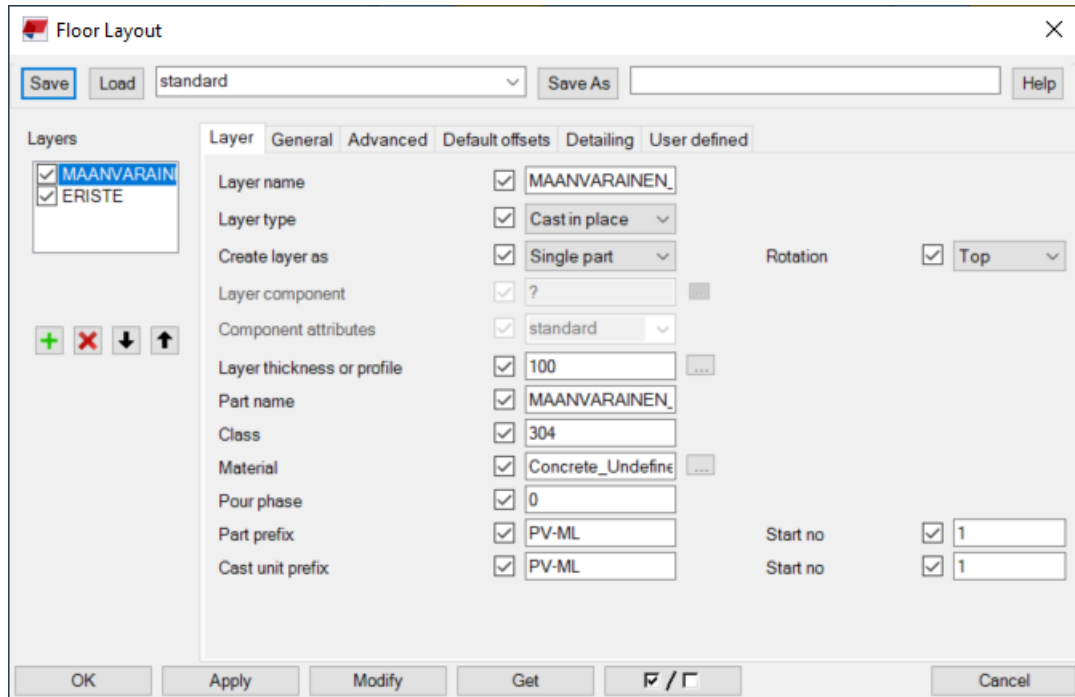
Kerrostalossa alapohja oli paikalla valettava, ei kantava maanvarainen betonilaatta. Alapohjien mallintamiseen kannattaa käyttää Floor Layout -työkalua, jotta alapohjan eristys ja betonivalu pysyy yhtenä kokoonpanona. Näin ollen laatan muokkaaminen on helpompaa ja nopeampaa jälkikäteen. Kuvassa 8 nähdään, miten maanvaraisen laatan rakennekerrokset erottuvat toisistaan.



Kuva 9. Maanvarainen alapohja mallissa.

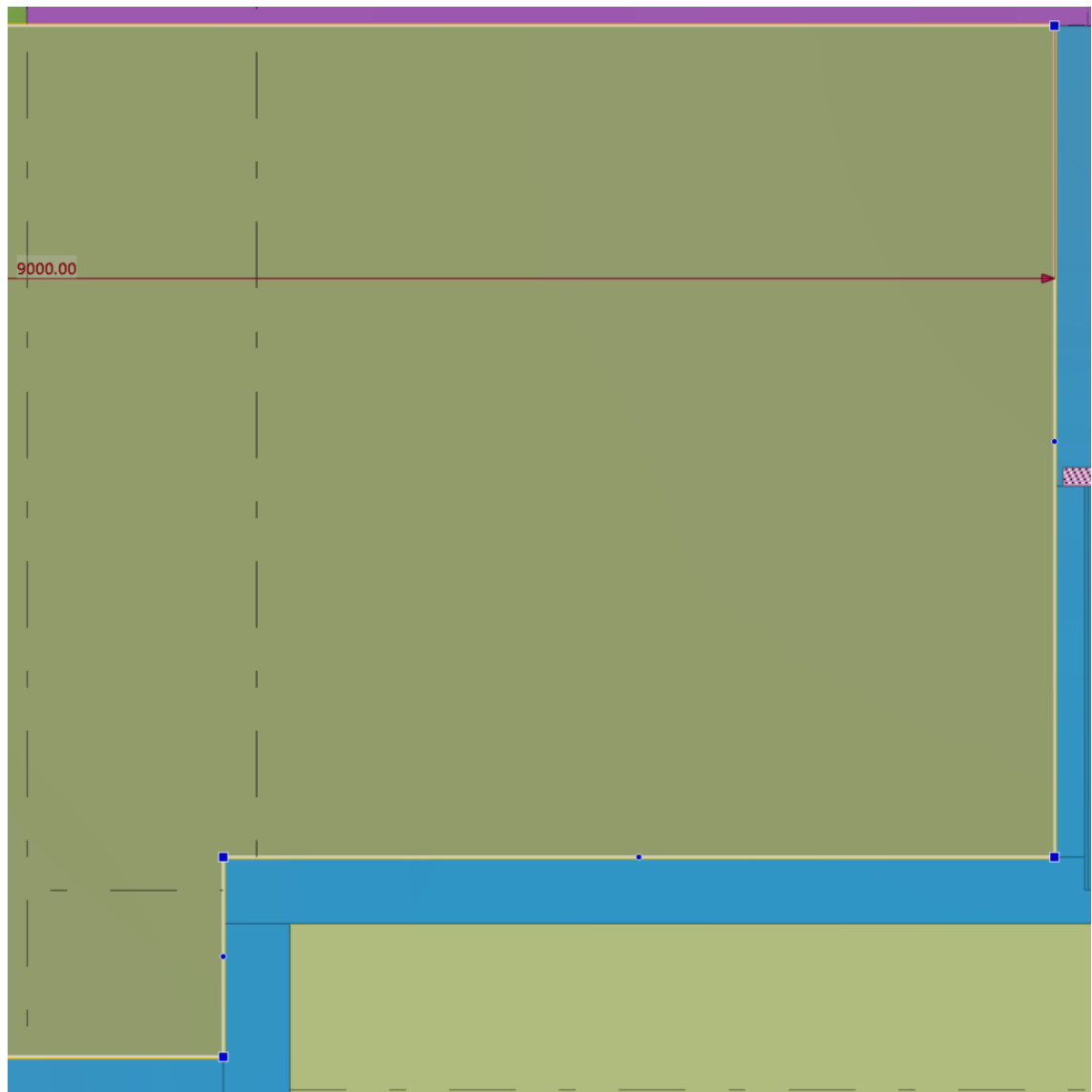
Floor Layout -työkalussa maanvaraisen betonilaatan ja eristekerrokset muokataan erikseen. Molemmille kerroksille annettiin erikseen kerrospaksuudet ja kerrostiedot sekä määritettiin Vahasen ohjeiden mukaan kerroksien

nimeäminen, luokittelu ja numerointi. Kun laatan kerrokset oli määritelty, mallinnettiin laatta kellarikerroksen pohjatasossa paikoilleen määrittäen laatan nurkkapisteet hiiren cursorilla. Kuva 10 havainnollistaa, mitä kaikkia asetuksia voi Floor Layout -työkalussa muokata.



Kuva 10. Floor Layout -työkalun näkymä.

Mikäli laatan nurkkapisteitä haluaa muokata jälkikäteen, kannattaa pitää useasti Direct Modification -tilaa päällä. Näin nurkkien siirtäminen onnistuu suoraan nappaamalla nurkasta kiinni ja siirtämällä se haluttuun paikkaan. Mikäli laatan muotoa haluaa muokata lisäämällä uusia nurkkapisteitä, onnistuu se esimerkiksi liikuttamalla laatan reunan keskipisteen solmukohtaa uuteen paikkaan. Laatan solmukohtia on havainnollistettu kuvassa 11. Näin ollen, kun keskipistettä siirtää, luo Tekla kaksi uutta keskipistettä ja muuttaa siirretyn keskipisteen uudeksi nurkkapisteeksi.

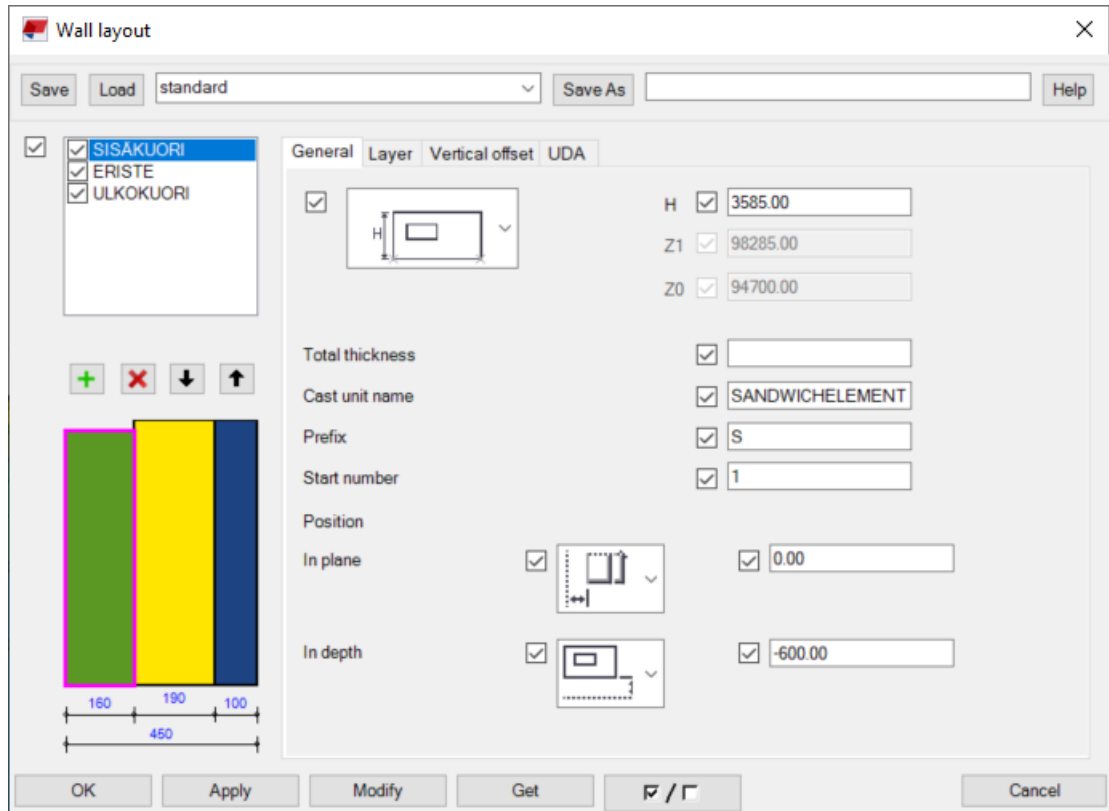


Kuva 11. Direct modification tilassa laatan keski- ja kulmapisteet näkyvät sinisinä neliöinä tai palloina.

#### 8.4 Seinät

Kerrostalon ulkoseinät mallinnettiin sandwich elementteinä. Tähän käytettiin Wall Layout -työkalua (kuva 12). Ensimmäiseksi määriteltiin koko elementin korkeus ja nimettiin se. Sandwichelementin kuorikerrosten ja eristeen paksuudet määritettiin erikseen sekä nimettiin samalla tavalla kuin muutkin rakennuksen osat eli Vahasen omien ohjeiden mukaan. Myös jokaiseen kerrokseen annettiin kerrostiedot. Jotta rakenne toimi kokoonpanona halutulla tavalla, määritettiin

jokaisen kerroksen kerrostyyppi (structure/insulation) ja lisättiin rakennekerrokset valuyksikköön ja eristekerros lisättiin kokoonpanoon osakokoonpanona. Ulkoseinät mallinnettiin jokaiseen kerrokseen erikseen valitsemalla seinän sisänurkkapisteet.



Kuva 12. Wall Layout -työkalun näkymä.

Huomioitavaa on se, että seinien nurkkapisteet tulee valita myötöpäivään menevässä järjestyksessä, jotta seinän sisä- ja ulkokuori asettuvat oikein. Kun ulkoseinät saatiin mallinnettua koko sivun mittaisina elementteinä, pilkottiin ne oikeaan kokoonsa seinäelementin muokkaustyökalun avulla. Kuvassa 13 ovat näkyvissä muokkaustyökalulla asetetut elementtijaot. Työkalu tulee käyttöön Direct Modification -tilassa.

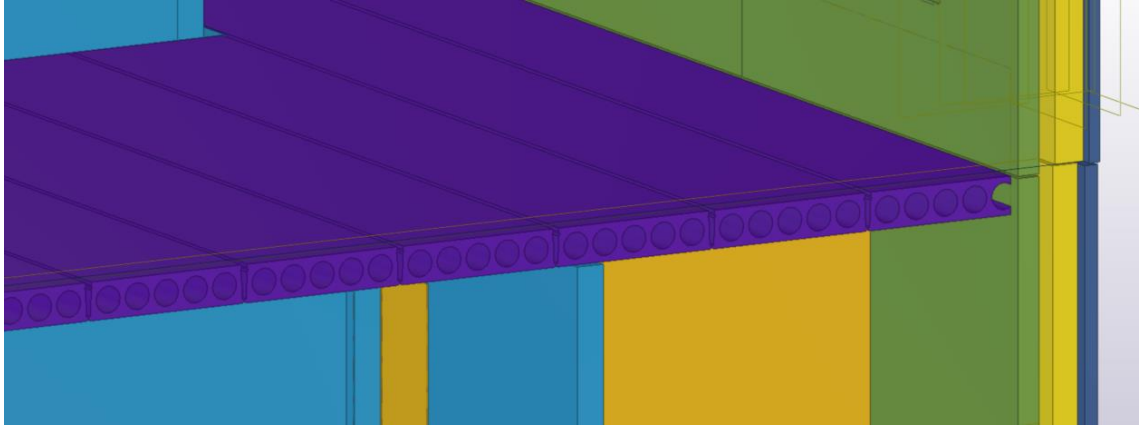


Kuva 13. Sandwich -elementteihin mallinnettiin elementtisaumat.

Kantavat väliseinät mallinnettiin yksinkertaisemmalla panel-työkalulla. Panel-työkalulla seinän tietojen muokkaaminen on nopeampaa. Väliseinille annettiin samalla tavalla kerrostiedot, kuin muihinkin rakenneosiin. Nimeäminen tapahtui Vahasen ohjeiden mukaan. Seinille annettiin korkeus ja syvyysmitat ja sen jälkeen ne mallinnettiin kerroksittain oikeille paikoilleen antamalla seinille alku- ja loppupiste.

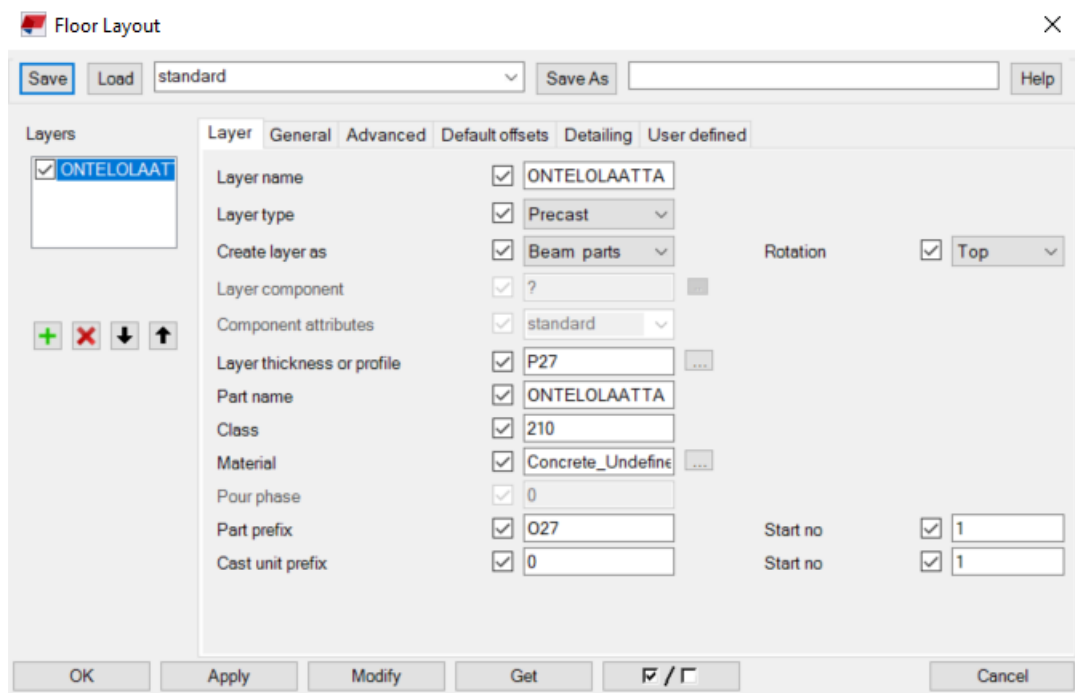
### 8.5 Välipohjat

Kerrostalon asuintilan välipohjiin tulivat ontelolaatat, joiden päälle tuli paikallavalukerros. Välipohjista mallinnettiin vain ontelolaatat (kuva15).



Kuva 14. Ontelolaatat tietomallissa.

Ontelolaatat mallinnettiin Floor Layout -työkalulla (kuva 14). Ontelolaatalle annettiin myös kaikki perustiedot (kerrostiedot, nimeäminen, numerointi, luokittelu). Jotta lattiasta tulisi ontelolaatasto, valittiin kerrostyypiksi esivalettu, kerroksen esittämistavaksi palkisto ja ontelolaataston profiili, joka tässä kohteessa oli O27. Laatatot mallinnetaan samalla tavalla kuin alapohjan laatta eli valitaan jokainen nurkkapiste. Tosin laatastoja mallinnettaessa ontelolaattojen onteloiden suunta määrittyy kahden ensimmäisen nurkkapisteen valinnan suuntaisesti.

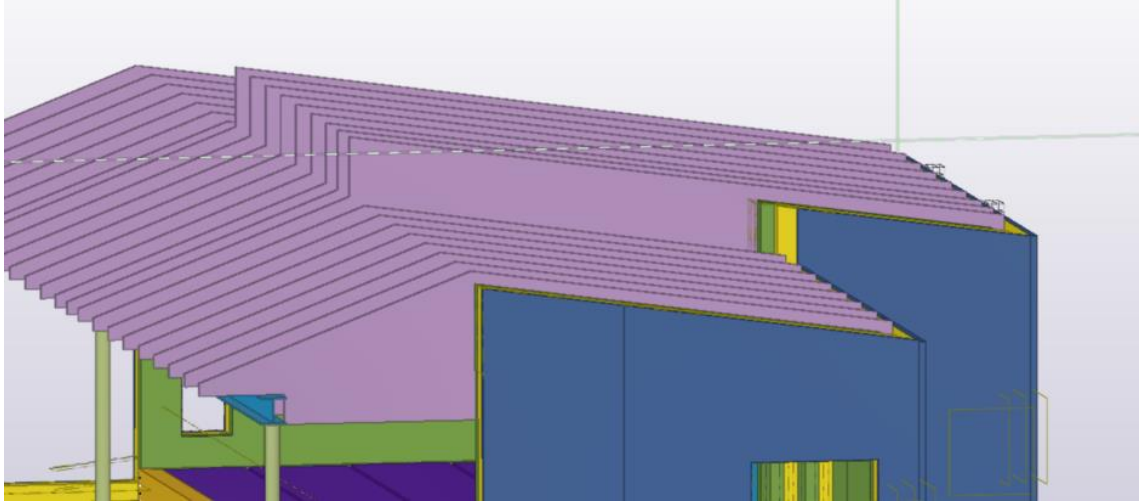


Kuva 15. Ontelolaatan asetukset.

Porrashuoneen välitasolaatat ovat massiivilaattaelementtejä. Niiden mallintamiseen käytettiin Slab -työkalua, joka on yksinkertaisempi käyttää verrattaessa Floor Layout -työkaluun. Slabillä riittää, että nimeää laatan ja antaa sille paksuuden, jonka jälkeen mallinnus tapahtui nurkkapisteet valitsemalla.

## 8.6 Vesikatto

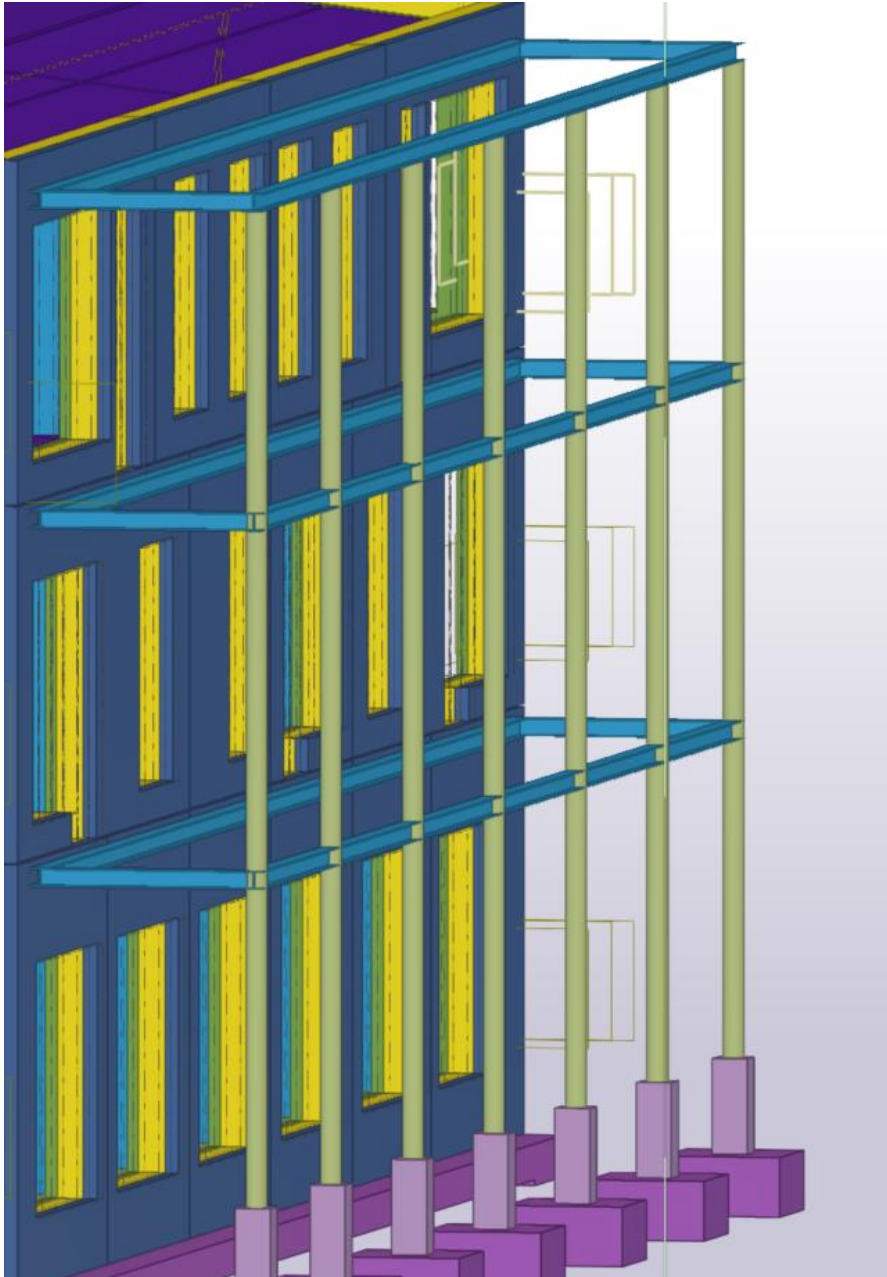
Kerrostalon vesikaton naulalevyristikoiden suunnittelu tulee ristikoiden toimittajalta, joten itse tietomalliin mallinnettiin niiden sijainti ja ulkomuodot. Ristikot mallinnettiin panel-työkalun avulla ja leikattiin oikeaan muotoon cut-toiminnolla. Ristikoiden jako oli 900 mm koko vesikaton leveydellä, joten ristikot saatiin helpoiten jaoteltua tasaisesti array-toiminnolla. Tässä riittää vain määrittellä objektien jako, jaon suunta ja kuinka monta objektia halutaan monistaa peräkkäin. Vesikattoon tuli peltikate, mutta tätä ei mallinnettu ollenkaan tietomalliin. Kuvasta 16 havaitaan, miten kattotuolit asettuvat rakennuksen vesikattorakenteissa.



Kuva 16. Vesikattoon mallinnettiin kattotuolien sijainti ja ulkomuodot.

### 8.7 Muut rakenneosat

Rakennemalliin lisättiin myös portaat, porraskäytävän ulko-oven katos sekä asuntojen teräsparvekkeiden raamit. Betonielementtiportaitten toimittaja ei ollut tiedossa vielä mallinnusvaiheessa, joten portaat mallinnettiin Ruduksen porraselementtityökalulla. Tässä määriteltiin portaitten leveys, etenemä ja nousu. Katos ja parvekkeet mallinnettiin teräsosista (kuva 17). Näiden mallintamiseen käytettiin Teklan omia teräsosien pilari- ja palkkityökaluja.



Kuva 17. Parvekkeisiin mallinnettiin vain teräsrunko.

#### 8.8 Yleisiä huomioita Teklalla mallinnettaessa

Teklan kanssa mallinnus on käyttöliittymää opetellessa erittäin hidasta. Kun ohjelman eri työkalut ja asetukset tulevat tutuiksi, Tekla suoriutuu monipuolisesti erilaisten rakenneosien mallintamisesta.

Rakenneosia mallinnettaessa kannattaa kiinnittää huomiota siihen, että rakenneosaan lisää kaikki tiedot ja asetukset oikein heti ensimmäistä osaa mallinnettaessa. Näin tiedot ja asetukset pysyvät automaattisesti oikeina seuraavia samanlaisia rakenneosia mallinnettaessa. Jälkeenpäin jokaiseen osaan erikseen rakenneosatietojen ja asetusten lisääminen on hidasta.

Mallia muokattaessa pitää olla tarkkana, että oikeat asetukset ja valinnat ovat päällä. Muuten Tekla ei ymmärrä komentoja oikein ja halutulla tavalla. Teklassa on usein useampi työkalu, joilla päästään samanlaiseen lopputulokseen, mutta monesti yksi työkalu tai toimintatapa on käytettävyydeltään helpoin ja nopein. Näissä tilanteissa kannattaa kysyä neuvoa kokeneemmalta mallintajalta tai kokeilla eri työkaluja itse ja valita näistä se itselleen sopivin vaihtoehto.

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli mallinnusprosessin esittelemisen lisäksi arvioida, kuinka tarkasti tietomallia kannattaa mallintaa Tekla Structures -ohjelmistolla. Mallinnus on tullut aikaisemman rakennesuunnittelun vierelle lisäksi, joten se myös kuormittaa rakennesuunnittelijoita ajallisesti enemmän. Mitä tarkemmalla tasolla mallin tekee, sitä enemmän mallia voidaan käyttää hyödyksi tulosteiden saamiseksi.

Kyseisessä kohteessa Teklan omalla piirtämistyökalulla muokattiin kohteen runkoleikkaus ja tasopiirustukset jokaisesta kerroksesta sekä perustuksista. Ihan suoraan Teklan luomat piirustukset eivät olleet julkaisukelpoisia, vaan niitä piti muokata jonkin verran. Tasokuvissa sai olla tarkkana, miltä alueelta Tekla piirtää rakenteet kuvaan, jotta niissä näkyisivät vain halutut osat. Tekla myös lisää usein liikaa informaatiota kuviin, jotka pitää sitten erikseen poistaa.

Hyvä ominaisuus piirtotyökalussa on se, että kohde ottaa suoraan mallista informaatiota, eikä esimerkiksi laatan paksuutta tarvitse erikseen kirjoittaa, vaan se tulee automaattisesti oikein. Toisen tasokuvan muokkaaminen on jo selvästi nopeampaa, kun lähes kaikki asetukset pystytään kopioimaan ensimmäisestä kuvasta. Runkoleikkausta jouduttiin muokkaamaan vielä Autocadilla jonkin verran, ja Teklasta saatu pohja toimi käytännössä referenssinä, mihin tehtiin tarvittavat lisäykset Autocadilla. Aivan mutkatonta Teklasta tuodun referenssin muokkaaminen ei ole, sillä viivalayerit saattavat näkyä oudosti Autocadissa riippuen siitä, miten ne on mallinettu Teklaan.

Käytännössä mitään detaljikuvia ei Teklan mallista otettu, koska kohteen mallinnustarkkuus ei tähän riittänyt. Ne tehtiin kaikki Autocadilla, koska Autocadin viivanpiirtotyökalut ovat paljon monipuolisemmat ja nopeammat käyttää. Vahasen omat mallidetaljit dwg-muodossa ovat niin laajat, että niitä kannattaa käyttää hyödyksi. Kohteen elementtisuunnittelu ei kuulunut Vahasen suunnitteluosa-alueeseen, joten sekin tehdään todennäköisesti kokonaan Autocadilla.

Tällä hetkellä Teklan rakennemalleja ei siis kannata lähteä mallintamaan detaljitasolla, koska se on yleensä nopeampaa ja mutkattomampaa Autocadilla. Mallinnustason tarkentuessa se vei myös enemmän aikaa mallinukseen ja vaatii parempaa ohjelmisto-osaamista rakennesuunnittelijalta. Ohjelmistot eivät myöskään ole kehittyneet sille tasolle, että niistä löytyisi esimerkiksi kaikkia tarvittavia kiinnitysosia.

Mallinnustarkkuustaso kannattaa usein miettiä kohdekohtaisesti, ja siihen vaikuttavat urakan muiden osapuolien toiveet ja sopimukset mallinnustarkkuudesta. Malli kannattaa tehdä kuitenkin niin, että esimerkiksi talotekniikan suunnittelu pystytään lisäämään malliin ja mahdolliset törmäyskohdat voidaan havaita. Malli toimii hyvänä havainnollistamisvälineenä ja siitä saadaan helposti tasokuvat ja runkoleikkaukset ilman sen enempää muokkaamista. Oikeastaan geometriamalli riittää usein siihen, että muut suunnitteluosapuolet saavat tarvittavat lähtötiedot tarkempaan suunnitteluun.

## Lähteet

Autodesk 2022a. BIM. Viitattu 18.05.2022  
<https://www.autodesk.com/industry/aec/bim>

Autodesk 2022b. Yleiskatsaus. Viitattu 12.05.2022  
<https://www.autodesk.fi/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Betoniteollisuus ry. 2016. Elementtisuunnittelun mallinnusohje, versio 1.09.

buildingSMART 2021. YTV2020 Yleiset tietomallivaatimukset, COBIM2020 Common BIM Requirements. Viitattu 18.05.2022 <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2020/12/YTV2020-julkilausuma-paivitetty-29.1.2021.pdf>

buildingSMART 2022. Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Viitattu 18.05.2022 <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>

Elementtisuunnittelu 2022. Tietoa sivustosta. Viitattu 11.05.2022  
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/tietoa-sivustosta>

Parma Consolis 2020. Kaupunkiympäristötalo voitti Tekla BIM Awards 2020 -kilpailun. Viitattu 07.05.2022 <https://parma.fi/kaupunkiymparistotalo-voitti-tekla-bim-awards-2020-kilpailun/>

Prodlib 2022. About. Viitattu 12.05.2022 <https://www.prodlib.com/about>

Rakennuslehti 2019. Tietomallit tulevat virtuaali- ja lisätyn todellisuuden laseihin. Viitattu 12.05.2022 <https://www.rakennuslehti.fi/2019/01/tietomallit-tulevat-virtuaali-ja-lisatyn-todellisuuden-laseihin/>

Rakennustieto 2022. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osat 1-14. Viitattu 18.05.2022 <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/yleiset-tietomallivaatimukset-2012-osat-1-14-/2741418>

RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto.

RT 10-11070. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto.

RT 10-11077. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 12. Tietomallienhyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto.

RT 10-11078.2012.Yleiset tietomallivaatimukset 2012,Osa 13. Tietomallienhyödyntäminen rakentamisessa. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto.

RT 10-11209, 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 5. Tilaajan ohje. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto.

Tekla 2022a. Mitä on BIM? Viitattu 19.05.2022  
<https://www.tekla.com/fi/ajankohtaista/artikkelit/mit%C3%A4-on-bim>

Tekla 2022b. Tekla Structures. Viitattu 12.05.2022  
<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Vahanen 2022. Turku. Viitattu Viitattu 18.05.2022  
<https://vahanen.com/fi/toimipisteet/turku/>

Väylävirasto 2020. Mikä on tietomalli? Viitattu 07.05.2022  
<https://vayla.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli->

Ympäristöministeriö 2022. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 08.06.2022  
<https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>