



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# MALLINNUSVAIHEEN SEURANTARAPORTTI

Tietomallipohjainen rakennesuunnitteluprosessi

TEKIJÄ: Miika Juntunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Miika Juntunen	
Työn nimi Mallinnusvaiheen seurantaraportti, tietomallipohjainen rakennesuunnittelu	
Päiväys 21.04.2016	Sivumäärä/Liitteet 36/28
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela, lehtori Harry Dunkel	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sweco Rakennetekniikka Oy, Matti Juusela BIM-tekniologiapäällikkö ja Atte Leppänen Tulosityksikön johtaja	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoite oli kehittää Tekla Structuresin Organizerin kanssa toimiva raportointipohja suunnitteluvaiheen seurantaan. Tietomallin osat on mahdollista listata joko niiden tunnus- tai nimitiedon perusteella. Rakennesuunnitteluprosessia haluttiin seurata kappaleitasolla ja tiedon kirjaamiseen oli kehitetty sopivia työkaluja. Kirjattua tietoa haluttiin hyödyntää mahdollisimman yksinkertaisesti ja helposti luettavassa muodossa siten, että se palvelee sekä asiakkaan tarpeita että sisäistä projektinseurainta.</p> <p>Lähtökohtana opinnäytetyölle oli Tekla Structuresin oletusraporttipohja, johon tutustumalla huomattiin kehitystyöhön vaikuttavat tekijät. Työ toteutettiin Microsoft Excelin sisäisellä VBA-ohjelmointityökalulla ja kirjoitetusta koodista pyrittiin tekemään monikäyttöinen jatkokehitystä ajatellen. Raporttipohjan kehitystyön aikana luotiin käyttöä ja arkistointia helpottavia toimintoja, joilla tuotettu raportti saadaan liitettyä esimerkiksi sähköpostin liitteeksi.</p> <p>Työn tuloksena saatu raporttipohja on helppokäyttöinen tapa eritellä rakennuksen suunnitteluvaihetta lohko- ja kerrostasolla. Kahdessa eri ikkunassa käyttäjä voi vertailla eri statusten osuuksia kokonaiskappalemäärästä, sekä esikatsella asiakkaalle lähetettävää tulostetta. Raporttipohjassa käytetty koodi jaettiin moduuleihin, joita on helppo hyödyntää raporttipohjan jatkokehityksessä. Opinnäytetyön kaksi viimeistä liitettä ovat salattuja. Toinen sisältää otteita opinnäytetyössä kirjoitetusta koodista ja toinen on raporttipohjan pikaohje yrityksen käyttöön. Työn tulokset palvelevat avointa suunnitteluprosessia, sillä asiakas saa todellista mallinnusvaihetta kuvaavat tiedot.</p>	
Avainsanat Tekla Structures, mallinnusvaihe, suunnitteluvaihe, Status, VBA, Scrum	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Miika Juntunen			
Title of Thesis Report Template for Modeling Phase Review on Structural BIM-Model			
Date	21 of March, 2016	Pages/Appendices	36/28
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Lecturer and Mr. Harry Dunkel, Lecturer			
Client Organisation /Partners Sweco Structures Ltd, Mr. Matti Juusela, BIM-Technology Manager and Mr. Atte Leppänen, Business Unit Director			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to develop an Excel template for project review purposes that supports reporting from Tekla Structures Organizer. Building blocks wanted to be listed by using their Prefix or Name properties. During this thesis structural design process was reviewed on cast unit and part levels. The company already has tools for writing the status information. The data written with these tools needed to be processed into a more readable and simple form. The outcome of this thesis will serve customer needs and also enhance internal project review process inside the company.</p> <p>Tekla Structures has a template for reporting that was used for finding the key points that have an effect on the development process. The main tool during the development process of this thesis was Microsoft Excel's internal VBA coding tool. The code inside the template was made as generic as possible so that it can be used easily during further development. Other features for saving and sending the document were made so that the report can be sent easily via email as an attachment file by one click of a button.</p> <p>The result of this thesis is a report template that is easy and fast to use. The template groups and organizes the data on section and floor levels. On two different windows the user can see a preview of the printable file and also see the amount of blocks in different design stages. The code that was written inside the template was divided into modules that can be used separately for further development purposes. The results support open collaboration with customers because the report is an up-to-date document from the ongoing design phase.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Tekla Structures, modeling phase, design phase, Status, VBA, Scrum</p>			

## ESIPUHE

Tämä insinööri työ toteutettiin *Sweco Rakennetekniikka Oy:n* toimeksiantona. Työssä haluttiin kehittää mallinnusvaiheen ajantasaiseen raportointiin sopiva työkalu, jolla suunnittelun todellinen tilanne voidaan raportoida myös työn tilaajalle ja muille projektin osapuolille. Tietomallipohjaisen suunnittelun raportoinnin toivotaan osaltaan parantavan avointa suunnitteluprosessia. Esimerkiksi elementti- tehtaot ovat kiinnostuneita piirustusten valmiusasteesta, sillä se vaikuttaa tehtaon omaan työsuunnitteluun. Aihe oli kaiken kaikkiaan mielenkiintoinen ja työn aikana päästiin tutustumaan myös koko suunnitteluprosessiin, sekä yrityksen käyttämiin projektinhallintamenetelmiin.

Työn ohjaajina toimivat Sweco Rakennetekniikka Oy:stä BIM-kehityspäällikkö Matti Juusela, sekä Tulosyksikön johtaja Atte Leppänen. Kiitän eritoten yritystä sekä työn ohjaajia mielenkiintoisesta aiheesta ja poikkeuksellisen asiantuntevasta ohjauksesta työn aikana. Haluan osaltani kiittää työn testaajia, sekä muuta yrityksen henkilöstöä jotka ovat osoittaneet mielenkiintoa insinööri työtäni kohtaan. Käyttäjien kommentit ja kokemus aiheesta ovat osaltaan ohjanneet työtä lopputulokseensa. Kiitos myös ohjaaville opettajille lehtori Viljo Kuuselalle ja Harry Dunkelille kommenteista ja ohjauksesta työn aikana. Kiitän työn ohjaajia, toimistopäällikkö Ari Nivaa, suunnittelunavustaja Saara Imbergiä ja Rakennusliike U. Lipsasen kehitysinsinööri Jörg Hansmannia tämän työn loppuraportin lukemisesta sekä asiantuntevasta ja rohkaisevasta palautteesta työn loppuvaiheessa.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni tuesta koko insinööritutkinnon aikana.

Rovaniemellä huhtikuussa 2016

Miika Juntunen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Työn tausta ja tavoitteet .....	7
1.2	Opinnäytetyön tilaaja .....	8
1.3	Käsitteet.....	9
2	TYÖN TAUSTAT JA LÄHTÖKOHDAT .....	11
2.1	Lähtökohdat ja tavoitteet .....	11
2.2	Rakennesuunnittelu .....	11
2.2.1	Tietomallipohjainen suunnittelu.....	12
2.2.2	Ketterä rakennesuunnittelu.....	14
2.3	Suunnitteluvaiheen seuranta.....	16
2.3.1	Suunnitteluvaiheet ja -aikataulu .....	16
2.3.2	Perinteinen suunnitteluvaiheen seuranta eli arvioon perustuva menetelmä .....	17
2.3.3	Tietomallipohjainen suunnitteluvaiheen seuranta .....	18
2.4	Ohjelmistotuotanto .....	19
3	KEHITYSTYÖSSÄ KÄYTETYT TYÖKALUT .....	20
3.1	Tekla Structures.....	20
3.2	Organizer .....	21
3.3	Microsoft Excel .....	22
3.4	Visual Basic ja Excel-ohjelmointi .....	22
4	RAPORTTIPOHJAN KEHITYSPROSESSIN KUVAUS.....	24
4.1	Raporttipohjan suunnitteluvaihe.....	24
4.2	Raporttipohjan kehitysvaihe.....	25
4.2.1	Raporttipohjan toimintaperiaate .....	26
4.2.2	Koodi esimerkki.....	29
4.3	Raporttipohjan testaus .....	33
4.4	Käyttö- ja ylläpitovaihe.....	33
5	TULOKSET JA POHDINTA.....	34
5.1	Tavoitteiden näkökulmasta .....	34
5.2	Jatkokehitys .....	35
	LÄHTEET .....	36
	LIITE 1 .....	38

LIITE 2.....	44
LIITE 3.....	45
LIITE 4.....	57
LIITE 5.....	60

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Tietomallintaminen on jatkuvasti kasvava suunnittelumenetelmä rakennusten suunnittelussa ja monissa projekteissa suunnittelu halutaan toteuttaa yksinomaan tietomallipohjaisesti. Suunnitteluun voi osallistua yhtäaikaisesti useita suunnittelijoita ja prosessin aikana tietomalliin kirjataan suuri määrä rakentamisprosessia palvelevaa dataa. Suurissa projekteissa projektinhallintamenetelmät ovat keskeisessä osassa kokonaisuuden oikea-aikaisen ja tehokkaan onnistumisen kannalta. Tietomallit mahdollistavat muun muassa eri alojen suunnitelmien tehokkaan ja visuaalisen yhteensovittamisen, sekä erilaiset laskelmat määrätiedosta rakenteiden lujuuslaskentaan. Malleihin voidaan lisätä myös käyttäjän määrittämiä ominaisuuksia esimerkiksi tuotetietoja, joiden avulla tietomallin osia ja kokonaisuuksia voidaan luokitella.

Tietomalliavusteisessa suunnitteluprosessissa projektin etenemistä on mahdollista seurata kappaleatasolla, kun eri rakenneosista muodostuvalle kokoonpanolle on mahdollista määrittää kappalekohtainen suunnitteluvaihetieto. Tämä tarkoittaa esimerkiksi yksittäisen betonielementin suunnitteluvaihetietoa. *Tekla Structures* on rakennesuunnitteluohjelmisto, jossa suunniteltavien rakenneosien vaihe eli statustieto voidaan kirjata kokoonpanokohtaisesti eli osista muodostuvalle kokonaisuudelle esimerkiksi betonielementille. Ohjelma sisältää *Organizer* nimisen työkalun, jolla mallin osia voidaan luokitella niiden ominaisuuksien perusteella. *Organizerissa* ryhmitelystä datasta ei ole kuitenkaan suoraan mahdollista tuottaa visuaalisia diagrammeja ja kaikilla päätteillä luettavia dokumentteja, mutta luokiteltu tieto siirtyy *Excel*-pohjaan.

Opinnäytetyössä päädyttiin käyttämään *Microsoft Excelin* sisäistä ohjelmointityökalua, jolla tiedonkäsittely voidaan automatisoida käyttäen *Visual Basic* koodia. Excelissä on valmiiksi suurien tietokokonaisuuksien hallintaan sopivia työkaluja, jotka tukevat suoraan tiedoista piirrettäviä diagrammeja. *Organizerista Exceliin* vietävä tieto päätettiin ryhmitellä kerros- ja lohkoatasolla siten, että lopputulos on helppolukuinen ja nopea tapa suunnitteluvaiheen seuraamiseen myös rakennuksen osien välillä. Lopputuloksena halutaan tuottaa helppolukuiset dokumentit, joissa meneillään oleva suunnitteluvaihe on esitetty ajantasaisesti ja yksinkertaisesti. Raportoinnin tulee olla nopeaa, jotta projektin etenemisen kannalta epäolennaisiin työvaiheisiin ei tuhlaannu aikaa. Kehitystyön tärkeimmät tavoitteet ovat:

- Meneillään olevan mallinnusvaiheen luotettava laskenta ja visuaalisesti helppolukuiset kokonaisvaihedigrammit
- Geneerisyys eli sopivuus jatkokehitykseen ja myös muihin käyttötarkoituksiin
- Helppokäyttöisyys ja tarvittavien dokumenttien nopea sekä tarpeeksi yksinkertainen tuottaminen

## 1.2 Opinnäytetyön tilaaja

Opinnäytetyön tilaaja on *Sweco Rakennetekniikka Oy*, joka on osa ruotsalaista *Sweco*-konsernia. *Sweco* toimii usealla tekniikan alalla ja hyödyntää laaja-alaista osaamistaan myös eri toimialojen välistä projektiyhteistyötä käyttäen. *Rakennetekniikka Oy* on alansa edelläkävijä sekä selkeä markkinojohtaja Suomessa. Kotisivuillaan *Sweco*-konserni listaa arvoikseen uteliaisuuden, sitoutuneisuuden ja vastuullisuuden. Yrityksen liikeidea on luoda kestäväää arvoa asiakkailleen ja yhteiskunnalle tuottamalla korkeatasoisia asiantuntijapalveluita. Suoraviivainen liiketoimintamalli perustuu asiakaslähtöisyyteen. Osaaminen, kokemus ja luovuus tukevat asiakkaiden liiketoimintaa. (Sweco Finland, visio, missio ja arvot 2016)



KUVA 1. Sweco-konsernin toiminta-alueet (Sweco esittelymateriaali, 2016)



### 1.3 Käsitteet

Agile	Ketterät suunnittelutavat
Alasvetovalikko	Taulukko jossa rivit avautuvat napista
Assembly	Kokoonpano, osien kokonaisuus
BEC2012	Elementtisuunnittelun mallinnusohje
Elementtisuunnittelu	Valmisosarungon suunnittelu
Filter	Suodatin, esimerkiksi tietojen suodattaminen
Funktio	Olioiden välinen riippuvuussuhde
IFC	Industry Foundation Classes, rakennusalan standardi tietomallien tiedonsiirtoon
Import	Tuonti esimerkiksi ohjelmaan
KSE2013	Yleiset konsulttisopimusehdot 2013
Lukumuuttuja	Muuttuja, johon voidaan tallentaa numeerinen tieto
Makro	Ohjattu toiminto ohjelman sisällä
Merkkijono	Peräkkäisten merkkien joukko, joita on montaa tyyppiä
Message box	Oletusviestikenttä, johon ohjelmoinnissa voidaan viitata
Model Sharing	Tekla Structures mallin jakaminen pilvipalvelussa. Ollut käytössä versiosta 21.0
Moduuli (Module)	Ohjelmoinnissa ohjelman toiminnallinen osio
Muuttuja	Tallennuspaikka eri tyyppiselle tiedolle koodin sisällä
Object Browser	Organizerin tietoja käsittelevä ikkuna
Olio-ohjelmointi	Ohjelmassa julkisten valmiiden osien kutsumiseen perustuvaa ohjelmointia
Open API	Tekla Structuresin avoin ohjelmointirajapinta
Organizer	Tekla Structuresin sisäinen työkalu mallin tietojen hallintaan
Outlook	Microsoftin sähköpostisovellus
Part	Osa, esimerkiksi yksittäinen pilari tietomallissa
Prefix	Numerointitunnuksen alkuosa esim P
Property	Kappaleen tai tiedon ominaisuus

Property template	Esiasetettu pohja, jonka perusteella Object Brower käsittelee tiedot
Rakenneosa	Rakennuksen rakenneosa, joka on osa rakennesuunnittelua
Refaktorointi	Koodin osien siistiminen ja uudelleenjärjestely
Status	Asian tila prosessissa esimerkiksi suunnitteluvaihe
Sub-Assembly	Alakokoonpano, esimerkiksi kiinnityslevy
Tekla Structures 21.0	Työssä käytetty Tekla Structuresin versio, myöhemmin työssä myös TS
Tekla ympäristö	TS:n kansio, johon on tallennettu yrityskohtaiset asetukset ja työkalut
Tietomalli (BIM)	Rakennuksen koko elinkaarta palveleva visuaalisesti tarkka tietopankki
Tuotetietomalli	Tietomalli, joka sisältää tiedot rakennuksessa käytettävistä tuotteista. Elementtisuunnittelussa tietomallia on aiemmin sanottu tuotetietomalliksi
User Form	Käyttöikkuna, jolla voidaan ohjata esimerkiksi työkirjan toimintaa siihen linkitetyn koodin avulla
Valutunnus	Tunnus, jolla paikallavaluosa on numeroitu
Workbook	Työkirja
Worksheet	Työkirjan välilehti
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

## 2 TYÖN TAUSTAT JA LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Suurten suunnitteluhankkeiden tehokas toteuttaminen vaatii suunnittelun vaihetiedon helppoa saatavuutta ja edistyneitä projektinhallintamenetelmiä. Uudet ja alati kehittyvät suunnittelutavat ovat osaltaan edistäneet projektinhallintaa, mutta raportointiin käytetty aika halutaan pitää minimissään, jotta työntekijät voivat keskittyä projektin etenemisen kannalta merkityksellisiin asioihin. Projektin etenemisen seuranta haluttiin kehittää sekä sisäisestä tarpeesta että asiakkaiden toiveesta. Ajantasainen työn raportointi parantaa avointa tiedonjakoa ja asiakas voi luottaa saamansa tiedon oikeellisuuteen. Työn tuloksena saatavan raporttipohjan on tarkoitus olla nopea ja helppokäyttöinen työkalu projektia hallinnoiville henkilöille. Sillä saadaan tuotettua ajantasaiset ja helposti luettavat dokumentit meneillään olevasta mallinnusvaiheesta suoraan asiakkaalle sekä sisäiseen seurantaan.

### 2.2 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelu käsittää rakennuksen rakenneteknisten ratkaisujen esimerkiksi kantavan rungon suunnittelun. Rakennesuunnittelun vastualueet ja tehtävät määritellään suunnittelusopimuksessa projektikohtaisesti. Vaatimukset rakennesuunnittelulle ja vastuukysymykset on määritetty maankäyttö- ja rakennuslaissa. Määrätyn suunnittelutehtävän mukaan rakennesuunnittelijan tulee tarkastaa valitun rakennejärjestelmän tai suunnitteluosan soveltuvuus käyttökohteeseen sekä sen vaikutukset muihin suunnittelualoihin. Rakennesuunnittelija tuottaa piirustusten lisäksi muita rakentamiseen liittyviä dokumentteja ja voi esimerkiksi hyväksyä asennussuunnitelmia ja niin edelleen. Rakenteiden tulee täyttää EU:n rakennustuotedirektiivin tärkeimmät vaatimukset, jotka ovat

- mekaaninen kantokyky ja vakavuus
- terveellisyys, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys
- äänen ja melun eristävyys
- energiataloudellisuus ja käyttömukavuus
- palonkestävyys.

(Teollinen valmisosarakentaminen, Betonteollisuus Ry)

*”Rakennesuunnittelijan on mahdollista toimia myös elementtisuunnittelijana, ja suorittaa elementtisuunnittelu mukaan lukien rakennesuunnittelu kokonaisuudessaan ilman erillistä elementtisuunnittelijaa. Elementtisuunnittelu voidaan kuitenkin jakaa, ja yleensä myös jaetaan, suunnittelutehtäviin rakennesuunnittelijan ja elementtisuunnittelijan välillä. Suunnittelun apuna käytetään usein myös suunnitteluavustajia tai rakennuspiirtäjiä.”* (Leppämäki, 2014)

## 2.2.1 Tietomallipohjainen suunnittelu

Nykyisessä suunnitteluprosessissa tietomallintaminen on noussut johtavaksi suunnittelutavaksi. Tietomallin käyttö perustuu visuaalisesti tarkasteltavaan kolmiulotteiseen malliin, joka sisältää rakennuksen koko elinkaaren aikaiset tuote-, määrä- ja ominaisuustiedot. Jos tietomalliin liitetään aikataulu tai sitä hyödynnetään aikataulun laatimisessa, puhutaan niin sanotuista 4D-malleista. Kun käytetään mallin määrätietoa ja sitä hyödynnetään esimerkiksi kustannuslaskennassa, voidaan käyttää termiä 5D-malli tai kustannustietomalli. Rakennuksen elinkaarihankkeiden osalta malliin kerätään myös rakentamisen jälkeisiä tietoja, jotka palvelevat muun muassa huoltotoimenpiteitä.

Kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana.

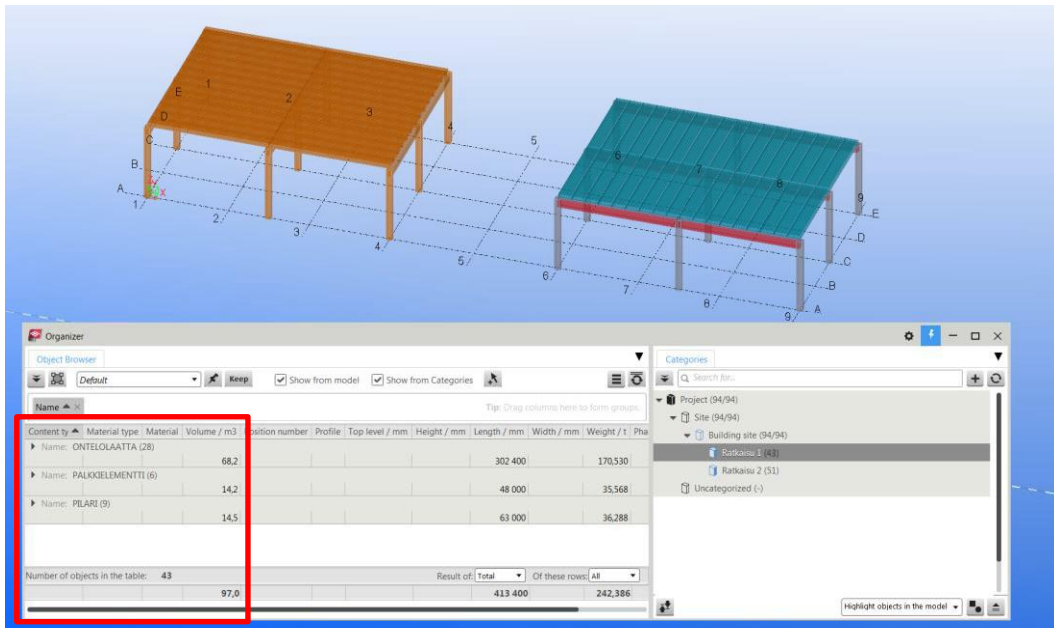
Tietomallit mahdollistavat muun muassa

- investointipäätösten tuki vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia
- energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysit ratkaisujen vertailua, suunnittelua ja ylläpidon tavoiteseuranta varten
- suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen
- laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantamisen ja suunnitteluprosessin tehostamisen
- rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa.

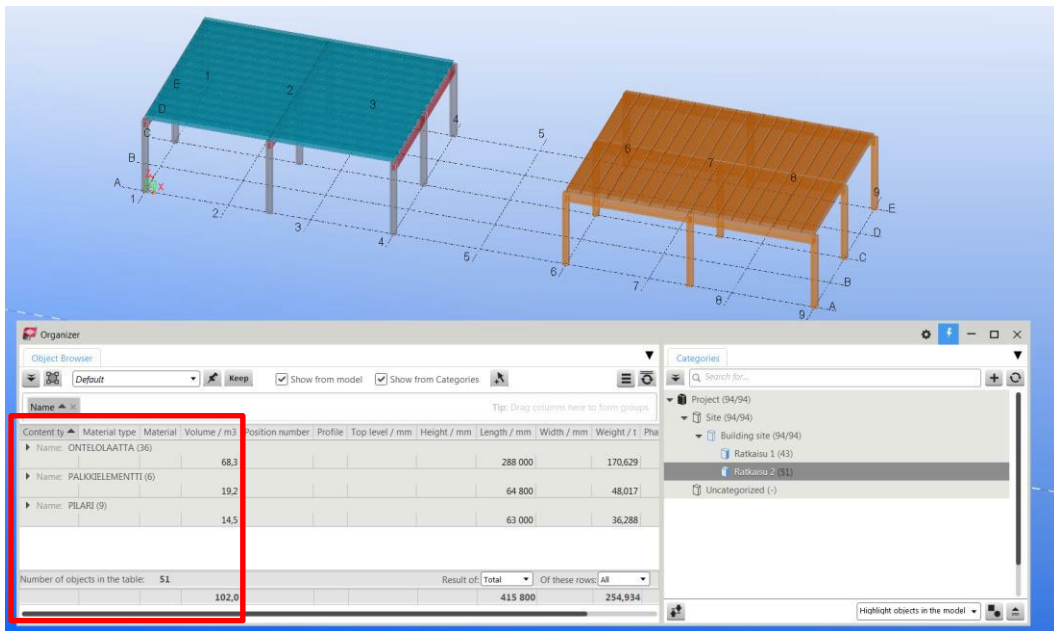
(Yleiset tietomallivaatimukset, osa 1)

Rakennesuunnittelussa tietomallintamalla voidaan tuottaa rakennuksen rungosta kaikki oleelliset tuoteosat ja rakenteet sisältävä rakennuksen runkomalli. Mallin mitta- ja mallinnustarkkuus vaihtelevat eri suunnitteluvaiheissa ja niistä on koottu ohjeet Yleisiin tietomallivaatimukseen. Elementtisuunnittelun tarpeisiin on laadittu BEC 2012 ohje, jossa on määritetty alakohtaisia suunnitteluohjeita. BEC-ohjeessa on kerrottu muun muassa elementtikohtaiset mallinnustyökalut, tiedot jotka rakennesoilta on pystyttävä raportoimaan sekä käytettävä raportti. Nykyisten tietomallinnusohjelmien yhteensopivuuden minimivaatimus on tukea yleisesti käytössä olevaa IFC-standardia, joka mahdollistaa muun muassa eri suunnittelualueiden tietomallien yhteensovittamisen. Yleisin käytössä oleva IFC-formaatti on 2x3.

Tietomallintaminen tehostaa koko suunnitteluprosessia, sillä usein toistuvia työvaiheita on mahdollista automatisoida. Sen ansiosta mallintamiseen ja detaloituihin käytettyä aikaa saadaan pienennettyä oleellisesti. Useiden osien yhtäikainen detaloituihin tarkoitukseen tehdyllä työkalulla ja esiasetusten perusteella vähentää selvästi rakennesoilta tehtävien kokoonpanopiirustusten muokkaamiseen käytettyä aikaa. Tietomallissa rakennesuunnittelijan on helppoa verrata eri rakenneratkaisuja, sillä tiedot käytetyistä materiaalmääristä ovat reaaliaikaiset mallinnetun ratkaisun kanssa. Menekin nopea vertaaminen hyödyttää koko rakennusprojektia, koska suunnittelijan on helppo tarkastaa ja ottaa kantaa eri rakenneratkaisuiden kustannuksiin. Vertailusta on esitetty esimerkki kuvissa 2 ja 3.



KUVA 2. Kahden erilaisen suunnitteluratkaisun materiaalimenekin ja kappalemäärien vertailu Tekla Organizerissa. Moduulilinjojen A-E suuntainen laatasto. (Juntunen, 2016).



KUVA 3. Kahden erilaisen suunnitteluratkaisun materiaalimenekin ja kappalemäärien vertailu Tekla Organizerissa. Moduulilinjojen 6-9 suuntainen laatasto. (Juntunen, 2016).

## 2.2.2 Ketterä rakennesuunnittelu

Sweco on kehittänyt omaan toimintaansa sovellettuja projektinhallinta työkaluja, joista uusin on ketterä rakennesuunnittelu. Menetelmä perustuu Scrum-nimiseen ketterässä ohjelmistokehityksessä käytettävään projektinhallinnan viitekehykseen, mutta sovelletun toimintatapansa takia siitä käytetään Scrumin sijasta nimeä ketterä rakennesuunnittelu. Tämä opinnäytetyö on tehty tukemaan myös ketterää rakennesuunnitteluprosessia. Työn tuloksena saatavalla raporttipohjalla on mahdollista tarkastella suunnittelun etenemistä esimerkiksi viikoittain (sprintti-tasolla), siten että seuraavien viikkojen työmäärää on helppo arvioida rakenneosien kappalemäärän ja valitun mallinnusvaiheen perusteella. Raporttipohjalla voidaan seurata sekä suunnittelun kokonaisvaihetta että valitun alueen tai rakenneosien suunnitteluvaihetta.

*”Scrum ei ota kantaa matalan tason insinöörikäytäntöihin, vaan se keskittyy ennen kaikkea projektin vaiheistamiseen ja seurantaan. Se tarjoaa vaihtoehdoisen mallin, jolla projektia ohjataan. Scrumin periaatteet ja ideologia opettavat tiimiä suunnittelemaan, arvioimaan ja kehittämään omaa työtään ja toimintatapojaan, ymmärtämään läpinäkyvyyden ja avoimemman kommunikoinnin ansiosta projektin tapahtumia kokonaisvaltaisemmin sekä sitoutumaan omaan työhön ja yhteiseen tavoitteeseen. Scrum käsittää ideologian lisäksi tarkasti määriteltyjä ”seremonioita”, erilaisia iteratiivisia scrumin tapahtumia, joiden tarkoitus on lisätä läpinäkyvyyttä ja mahdollistaa muutoksiin reagoiminen. Tarkasti määritellyt, aikarajatut ja rutiininomaiset tapahtumat luovat säännöllisyyttä ja vähentävät muiden kuin scrum-palavereiden tarvetta.”* (Ketterä rakennesuunnittelu. Jaatinen, 2016)

*”Scrum hyödyntää iteratiivis-inkrementaalista (toistavaa ja lisäävää) lähestymistapaa ennustettavuuden optimoimiseen ja riskien kontrolloimiseen. Empiirisellä prosessinhallinnalla on kolme tukijalkaa: läpinäkyvyys, tarkastelu ja sopeuttaminen.”* (The Scrum Guide, 2013) Toistava ja lisäävä lähestyminen tarkoittaa koko projektiryhmän kattavaa tehtävienhallintaa. Tehtäviä lisätään ja tehtävävaiheita toistetaan interaktiivisesti koko suunnitteluprosessin ajan. Ketterässä rakennesuunnittelussa suunnittelija päivittää omien tehtäviensä tilan, jonka jälkeen esimerkiksi tarkastajat saavat ilmoituksen tehtävän tilanmuutoksesta. Tehtäviä voivat olla esimerkiksi yksittäisen lohkon anturoiden mallinnus ja raudoitus tai esimerkiksi suunnitteluvaiheenmukainen piirustus. Scrumin tuloksia seurataan Backloggeilla. Project Backlog on toimeksiannon tehtäväjono ja Sprint backlog on valitun sprintin tehtäväjono. Jos tehtävää ei suoriteta sprintin aikana, se siirtyy automaattisesti seuraavaan sprinttiin.



KUVA 4. Opinnäytetyön tekijän JIRA Kanban board eli sprintin tehtäväjono. (Juntunen, 2016)

Sweco käyttää Ketterän rakennesuunnittelun tukena *Atlassian Jira* sekä *Confluence*. *Jira* on tehtävienhallintaohjelmisto, jolla tehtäviä voidaan jakaa ja hallinnoida projektin sisällä. *Jirassa* jokainen suunnittelija osallistuu tehtävienhallintaan ja projektin työvaiheiden suunnitteluun. *Confluence* toimii työkaluna sisällön ja tiedon tuottamiseen, sekä sen jakamiseen. Ohjelmassa voidaan jakaa esimerkiksi palaverimuistioita tai projektin muita dokumentteja. *Jira* ja *Confluence* toimivat keskenään saumattomasti. *Confluence*-tiedostosta voidaan luoda tehtävä *Jiraan* tai *Jira* tehtävään voidaan linkittää *Confluence*-sivu, josta tehtävässä tarvittava tieto löytyy.

Scrumin tärkeimpiä termejä on sprintti, eli enintään kuukauden mittainen tai sitä lyhyempi aikaraja, jonka sisällä annetut tehtävät sitoudutaan suorittamaan. Esimerkiksi viikon kestävässä sprintissä jokainen tekijä sitoutuu suorittamaan annetut tehtävät meneillään olevan sprintin eli työviikon aikana. Scrum-tiimi eli suunnittelutiimi pitää scrum-palavereja ennalta sovituin välein, esimerkiksi viikko- tai päivätasolla. Palaverin maksimipituus on rajattu scrumin määritelmässä. Jokainen tiimin jäsen vastaa vain kolmeen kysymykseen, jotka ovat:

1. Mitä teit edellisen palaverin jälkeen?
2. Mitä aiot tehdä seuraavaan palaveriin mennessä?
3. Mitkä tekijät estävät tai hidastavat saavuttamasta tavoitetta?

Kysymyksiin vastaamisen lisäksi muuta keskustelua ei sallita ja scrum master vastaa palaverin nopeasta etenemisestä. Scrum tukee erityisesti ihmisten erilaisia työtapoja ja itsenäisen työn tehokasta suorittamista. Kaikki tehtävät ovat julkisia, joten kommunikointi projektiryhmän sisällä on läpinäkyvää. Tulosten vertailu- ja tarkastuskelpoisuuden kannalta on tärkeää, että projektiryhmällä on käytössä yhteinen sanasto sekä "valmiin määritelmä". Opinnäytetyön pohdintaosassa haluttiin miettiä työn tuloksena saatavan raporttipohjan käyttömahdollisuuksia ketterän suunnitteluprosessin tukena.



Kuva 5, Tehokkuus (Dilbert, 2004)

## 2.3 Suunnitteluvaiheen seuranta

### 2.3.1 Suunnitteluvaiheet ja -aikataulu

Rakennesuunnitteluprosessi on jaettu tehtäväkokonaisuuksiin Rakennesuunnittelun tehtäväluettelon (RT 10-11128, RAK12) mukaisesti. Siinä kerrotaan yleisimmät rakennesuunnittelussa toistuvat tehtävät eri suunnitteluvaiheissa. Asiakirja sisältää myös useita projekteissa erikseen sovittavia suunnitellutehtäviä, joista osa koskee vain korjaus- tai erityissuunnittelua. Hankekohtaisesti täytetty tehtäväluettelo tulee liittää osaksi suunnittelusopimusta jokaisessa projektissa. Hankkeen päävaiheet eli tehtäväkokonaisuudet ja niistä saatavat tulokset on esitetty kyseisen tehtäväluettelon etusivulla.

<b>HANKKEEN TEHTÄVÄKOKONAIUUDET</b>	
<p><b>Tarveselvityksessä</b> perustellaan tilahankinnan tarpeellisuus tai olemassa olevan tilan muutostarve, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset, tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan eri ratkaisujen edullisuus.</p> <p>&gt; Hankepääätös</p>	<p><b>Rakennuslupatehtävissä</b> selvitetään hankkeen edellyttämät lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttävyyys sekä laaditaan lupahakemus tarvittavine asiakirjoineen.</p> <p>&gt; Rakennuslupa</p>
<p><b>Hankesuunnittelussa</b> asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka muodostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Valmisteluun kuuluu tarvittavien selvitysten teettäminen ja toteutusmuodon alustava määrittäminen.</p> <p>&gt; Investointipääätös</p>	<p><b>Toteutussuunnittelussa</b> yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Toteutussuunnitteluun sisältyy tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu.</p> <p>&gt; Hyväksytyt toteutussuunnitelmat</p>
<p><b>Suunnittelun valmistelussa</b> organisoidaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset.</p> <p>&gt; Suunnittelupääätös (Suunnittelun käynnistäminen)</p>	<p><b>Rakentamisen valmistelussa</b> organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset.</p> <p>&gt; Rakentamispääätös</p>
<p><b>Ehdotussuunnittelussa</b> laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi.</p> <p>&gt; Valittu ehdotussuunnitelma</p>	<p><b>Rakentamisessa</b> varmistetaan sopimuksen mukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa.</p> <p>&gt; Vastaanottopääätös</p>
<p><b>Yleissuunnittelussa</b> ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelma kohdistuu sekä rakennuksen kiinteään perusosaan että muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun. Yleissuunnitelma voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuksi.</p> <p>&gt; Hyväksytyt yleissuunnitelma ja pääpiirustukset</p>	<p><b>Käyttöönotossa</b> varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus.</p> <p>&gt; Rakennuksen käyttöön ottaminen</p>
	<p><b>Takuuajana</b> seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuaian säädot, pidetään tarvittavat tarkastukset ja korjataan mahdolliset puutteet.</p>

KUVA 6. Hankkeen tehtäväkokonaisuudet (RT 10-11128, RAK12. Sivun 1)

Suunnitteluvaiheet ja niiden seurannan tarkkuus vaihtelevat eri hankkeiden välillä. Suunnittelutyön tilaajan kannattaa määrittää projektin kannalta tärkeimmät työvaiheet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Suunnittelu-aikataulun tarkkuustaso määrittää oleellisesti projektin seuranta. Suunnittelijan olisi syytä informoida työn tilaajaa esimerkiksi viikoittain suunnittelun etenemisestä ja verrata etenemää suunnittelu-aikataulun vaiheisiin. Suunnittelun seurantaan ei kuitenkaan ole yksiselitteistä ohjetta, vaan raportointi ja välitavoitteet vaihtelevat projektien välillä. Suunnitteluvaiheen ajantasainen ja toistuva raportointi asiakkaalle tukee avointa suunnitteluprosessia.

Konsulttitoiminnan yleisissä sopimusehdoissa (KSE 2013) kohdassa 7.1 sanotaan:

”Tilaajan tulee aikataulua varten ilmoittaa työn alkamisajankohta sekä huolehtia siitä, että työn suorittamista varten riittävän yksilöity ja toteuttamiskelpoinen aikataulu laaditaan ajallaan. Sopijapuolten hyväksytyä yhteisesti tehtävän suoritusta varten aikataulun on työ suoritettava sitä noudattaen.”



Sopimusehdoissa ei kuitenkaan suoraan puhuta siitä, millä aikavälillä projektin etenemistä raportoidaan. Ajantasaisella suunnitteluvaiheen raportoinnilla voidaan kuitenkin perustella aikataulun muutoksia, jotka työn tilaaja voi hyväksyä. Jatkuva raportointi tuottaa myös dokumentteja, joista on mahdollista nähdä suunnittelun eteneminen projektin aiemmissa vaiheissa.

Tietomallissa suunnitteluvaiheet määritellään mallin tarkkuustason mukaan. Yleisissä tietomallivaatimuksissa 2012 on määritelty mallin tarkkuustasot seuraaville suunnitteluvaiheille (Koonti YTV 2012, osasta 5 rakennesuunnittelu)

- (vaatimusmalli)
- (ehdotussuunnittelu)
- yleissuunnittelu
- hankintoja palveleva suunnittelu
- toteutus suunnittelu.

Edellä mainituista vaiheista vasta yleissuunnitteluvaiheessa laaditaan YTV:n mukaan niin sanottu raakamalli, joka palvelee myöhempää suunnittelua. Raakamallilla voidaan kuitenkin esitellä eri suunnitteluratkaisuja jo aiemmassa vaiheessa, mutta yleissuunnittelussa mallista tehdään rakennuksen kattava. Jokaisessa vaiheessa mallin tarkkuustasot on kerrottu rakenneosittain. Erityisistä vaiheista tai yleisestä kaavasta poikkeavasta suunnittelusta sovitaan projektikohtaisesti. Projektikohtaiset vaiheet ja mallinnustarkkuus on listattu YTV:n osassa 5 (Rakennesuunnittelu), Liitteessä 1: Rakennemallin tietosisältö. Se löytyy myös tämän insinööriyön liitteestä 1.

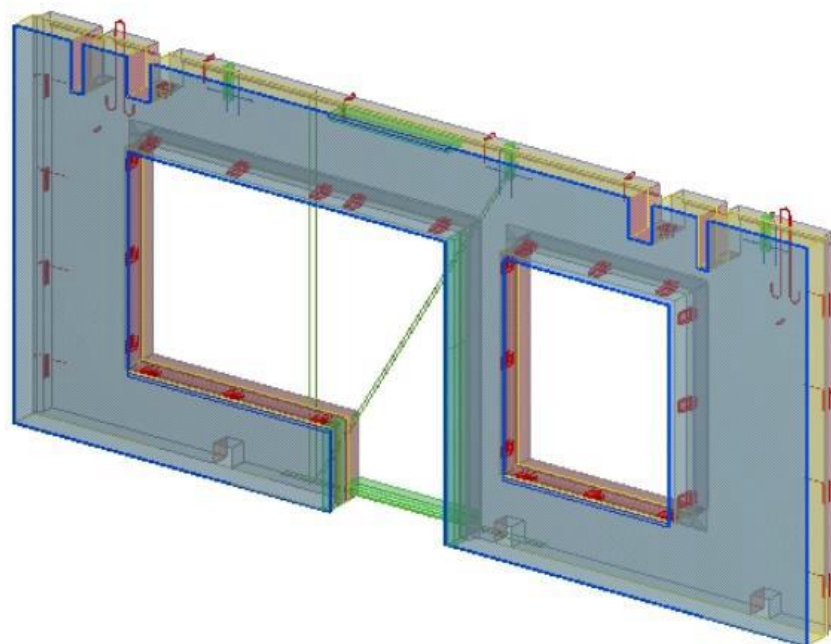
### 2.3.2 Perinteinen suunnitteluvaiheen seuranta eli arvioon perustuva menetelmä

Perinteisesti suunnitteluvaihetta on seurattu kohteen suunnittelijan arvioon perustuen ja esimerkiksi kirjaamalla arvioituja rakenneosien valmiusasteita Excel-taulukkoon. Elementtisuunnittelussa kappalemäärien kirjaaminen on aikaa vievää, eikä useinkaan vastaa eksaktisti projektin todellista tilannetta. Suurissa projekteissa tilanteen kartoittaminen on edellyttänyt useiden suunnittelijoiden työn arvioimista ja kartoittamista, koska jokaisen rakennusosan paras etenemätieto on kohteen suunnittelijalla itsellään. Uudet projektinhallintamenetelmät painottavat erityisesti tiedon helppoa saatavuutta ja avointa projektinseurantaa. Perinteisillä menetelmillä projektin tilannetta on lähes mahdollista arvioida tarkasti tai tähän työhön kulutetun ajan osuus kasvaa usein kohtuuttoman suureksi. Perinteisistä menetelmistä ollaan nykyään siirtymässä kohti tarkkaa kappalemääriin tai pienempiin kokonaisuuksiin perustuvaa valmiusasteen laskentaa. Suunnitteluprosessissa tuotetaan myös paljon erilaisia suunnitteluasiakirjoja, joita ei tuoteta piirustuksista tai tietomallista. Tässä työssä on kehitetty työkaluja nimenomaan projektin mallinnusvaiheen seurannan tueksi.

### 2.3.3 Tietomallipohjainen suunnitteluvaiheen seuranta

Tietomallipohjainen suunnittelu auttaa todellisen tilanteen raportointia, koska tilannetiedon päivittäminen hoidetaan koko projektin kattavassa tietomallissa. Jokainen suunnittelija huolehtii oman vastualueensa tilannetiedon päivittämisestä tietomalliin. Suunnittelustatuksen päivittäminen on jokaisen suunnittelijan velvollisuus, jonka ansiosta suunnittelun eteneminen välittyy myös projektinhallinnasta vastaaville tahoille.

*Tekla Structuresissa* tietomallipohjainen suunnitteluvaiheen seuranta perustuu mallin osakokonaisuuksille eli kokoonpanoille kirjattavaan tilannetietoon, josta käytetään yleisesti nimeä statustieto. Tämä tieto voidaan kirjata kokoonpanon UDA-kenttiin eli käyttäjän määrittämiin kokoonpanon ominaisuuksiin. Esimerkki osakokoonpanosta on esitetty kuvassa 7. Statuksen kirjaamiseen on tehty työkaluja, joilla projektikohtaisesti sovittavat suunnitteluvaiheet voidaan kirjata usealle kokoonpanolle yhtäaikaisesti. Projektin alussa määritettäviä vaiheita käyttäen vältetään ylimääräisten ja keskenään erilaisten statusten kirjaamiselta. Tällöin samat suunnitteluvaiheet ovat kaikilla osapuolilla käytössä ja toistuvat koko suunnitteluprosessin ajan muuttumattomina. UDA-tietoihin kirjattu suunnitteluvaihetieto voidaan lukea *Tekla Structuresissa* esimerkiksi *Organizer*-työkalulla, jolla rakenneosien ryhmittely on nopeaa. Ryhmittelyä nopeuttavat *Organizeriin* valmiiksi tehdyt kategoriat, joissa tiedot listataan haluttujen hakuehtojen perusteella. *Organizer* hakee kokoonpanojen tiedot riveittäin ja sarakkeet ovat kokoonpanolta haettavia ominaisuuksia esimerkiksi pituus, paino, elementtitunnus ja niin edelleen. Tietomallipohjainen suunnitteluvaiheen seuranta on tarkka mallin koosta riippumatta koska se perustuu suunniteltavien rakenneosien kappalemäärään. Ajantasainen tieto projektin tilanteesta on kaikkien saatavilla, mikä lisää koko suunnitteluprosessin avoimuutta. Suurissa malleissa raportointi voidaan hoitaa tarvittaessa alueittain, jolloin esimerkiksi pienemmän projektiryhmän vastualueelta tehtävä raportti on hyvä indikaattori työn etenemisestä.



KUVA 7, Elementin runko- ja tuotesista muodostuva kokoonpano (BEC2012-ohje, 2012)

Rakennesuunnittelussa elementtisuunnittelu voi olla eriytetty suunnittelun osa-alue, joten raportointi vain halutuilta rakenneosilta on tärkeää. *Tekla Structuresissa* raportti esimerkiksi elementtiosilta on mahdollista toteuttaa valitsemalla osat niiden materiaalityypin mukaan. Kun elementtikategoria on valittu, voidaan valita raportointiin sopiva pohja jossa UDA-kentän tiedot on esitetty. *Object Browserissa* tiedot on mahdollista kategorioida listattujen ominaisuuksien perusteella. Esimerkiksi elementtien lohko- ja kerrostieto voivat olla hyödyllinen tapa luokitella valittuja osia vielä elementtivalinnan jälkeen.

Ajantasainen tieto ja toistuva raportointi on hyödyllinen tapa arvioida ja seurata työn etenemistä myös ketteriä suunnittelutapoja käytettäessä. Viikkotasolle suunniteltujen sprinttien seuraaminen onnistuu mallista tehtävällä tilanneraportilla. Esimerkiksi yhden lohkon mallinnusasteet ovat nopeasti koottavissa ja verrattavissa asetettuihin suunnittelutavoitteisiin. Jäljellä olevan työmäärän nopea arviointi kappalemäärien perusteella auttaa tulevien sprinttien suunnittelussa.

## 2.4 Ohjelmistotuotanto

Ohjelmistotuotantoprosessi on yleisesti monivaiheinen peräkkäisten suoritteiden summa. Suoritteiden oikea-aikainen koordinointi ja vaiheiden suunnittelu on olennaista lopputuloksen onnistumisen kannalta. Suoritteella voidaan tarkoittaa esimerkiksi ohjelman osan tai toiminnallisuuden suunnittelua tai toteutusta. Suorite palvelee lopullista tulosta tai tulevia työvaiheita. Ohjelmistosuunnitteluun on useita eri toimintamalleja. Kaikki toimintamallit eivät tue välttämättä sellaisenaan kohdeorganisaation tehokasta toimintaa. Toimintamallin valinta riippuu usein suunniteltavan ohjelmiston käyttökohteesta. Tuottaviin ja kustannustehokkaisiin ohjelmiin voidaan valita hyvinkin kevyet suunnittelumenetelmät niiden muutokseen reagoitavuuden takia. Suurta toimintavarmuutta haettaessa voi olla käytössä huomattavasti raskaampi prosessi, jolla taataan tarkemmat työtavat.

Ohjelmistotuotanto jaetaan rakennusprosessin tapaan selkeisiin työvaiheisiin suunnittelun ja kehityksen kautta käyttöön ja ylläpitoon. Rakennusprosessin tapaisesti ohjelmistotuotanto alkaa vaatimusanalyysillä, joka on verrattavissa rakennusprosessin tarveselvitysvaiheeseen. Suunnittelu- ja toteutusvaiheiden lomassa molemmissa prosesseissa katselmoidaan, testataan ja tarkastetaan välitavoitteiden tuloksia. Käyttöönottovaihetta edeltää ohjelman ja rakennuksen kohdalla testaus, tarkastus ja käytettävyyden arviointi. Ylläpitovaiheessa rakennusta huolletaan ja ohjelmistoa voidaan päivittää esimerkiksi versioiden muuttuessa. Elinkaaren lopulla sekä rakennuksesta että ohjelmistosta voidaan ottaa hyödyllisiä osia talteen myöhempää käyttöä varten. Kummankin prosessin jätteosat ovat kuitenkin yleensä vanhentuneita ja mahdollisesti huonokuntoisia, joten niiden uudelleenkäyttö ei välttämättä ole enää kannattavaa. Tällöin vanhat osat poistetaan käytöstä, rakennus puretaan ja ohjelmiston ylläpito lopetetaan. Molempien korjaustarpeen tai käytöstä poiston taustalla on huonon tehokkuuden aiheuttama tarve uuden kehittämiseen tai rakentamiseen. Opinnäytetyön kehitysprosessissa pyrittiin noudattamaan normaalin ohjelmistotuotannon vaiheita.

## 3 KEHITYSTYÖSSÄ KÄYTETYT TYÖKALUT

### 3.1 Tekla Structures

*Tekla Structures* on yleisesti käytetty rakennesuunnittelu- ja tietomallinnusohjelmisto. Sitä käytetään muun muassa asuin- ja liikerakennusten, offshore- ja teollisuusrakenteiden, sekä siltojen mallintamiseen. Ohjelmisto mahdollistaa visuaalisen ja yksityiskohtaisen tiedon tuottamisen, mittatiedosta tuotesatietoon saakka. TS sisältää myös *OpenAPI*-ohjelmointirajapinnan, joka mahdollistaa muun muassa liitännän muihin ohjelmistoihin ja erilaisten työkalujen joustavan kehityksen ohjelmiston käytön tueksi.

Keskeisimmät hyödyt (Tekla 2016)

- yhteistyö ja liitynnät muihin ohjelmistoihin
- kaikkien materiaalien mallinnus
- kaikenkokoisten ja monimutkaistenkin rakenteiden mallinnus
- tarkat, toteutuskelpoiset mallit
- tiedonkulku suunnittelusta ja detaljoinnista aina työmaalle saakka.

Ohjelmisto mahdollistaa myös useiden suunnittelijoiden ja muiden rakennusprosessin osapuolten yhtäaikaisen työskentelyn ja tiedon jakamisen. TS sisältää erilaisia työkaluja raudoitusten mallintamisesta, valukatkojen ja muiden työtekniisten asioiden suunnitteluun. Yhtäaikainen työskentely onnistuu joko vanhemmalla Multi User- tai versiossa 21.0 julkaistulla Model Sharing -toiminnolla. Suurissa projekteissa tilanneseuranta ja tiedon jakaminen ovat isossa osassa lopputuloksen onnistumisen kannalta. TS sisältää hyviä työkaluja myös projektinhallintaan ja työnsuunnitteluun.

Suunnittelussa ohjelma toimii objekti-, osa- ja kokoonpanotasolla, joita voidaan mallintaa työkaluilla eli komponenteilla. Objektit voivat olla erilaisia tuoteosia, kuten valutarvikkeita. Osalla eli Partilla tarkoitetaan yksittäistä rakenneosaa, johon kokoonpanossa liitetään muita Partteja tai objekteja. Kokoonpanossa rakenneosat on liitetty yhteen pääosaan esimerkiksi alakokoonpanoina, jolloin pääosa määrittää rakenteen tyypin. Esimerkiksi sandwich-elementeissä rakenteen pääosana toimii BEC-ohjeen mukaisesti rakenteen sisäkuori. Elementin valutarvikkeet kuten kiinnityslevyt, nostolenkit ja niin edelleen, liittyvät kokoonpanoon sub-assemblynä eli alakokoonpanoina. Kokoonpanoille ja osille voidaan tallentaa UDA-tietoja eli käyttäjän määrittämiä ominaisuuksia. Kokoonpanossa tällaisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi suunniteltu käyttöikä, paloluokka, muotistanostolujuus ja tässä työssä käsiteltävä suunnitteluvaihe. Näiden tietojen käyttäminen helpottaa osien seuranta ja niiden luokitte-  
telua koko rakentamisprosessin ajan. UDA-tiedon kirjaamiseen kehitetyt työkalut nopeuttavat suunnitteluvaiheessa tiedon kirjaamista. TS:ssa mallinnustyökaluille on mahdollista tallentaa esitallennet-  
tuja asetuksia käytettävään ympäristöön tai projektikohtaisesti mikä edelleen nopeuttaa mallinnus-  
prosessia, sillä ne ovat ladattavissa jokaisen suunnittelijan käyttöön. Esiasetuksilla voidaan määrittää mallinnettavalle kappaleelle tyypillinen profiili ja tuotetiedot, elementtitunnus ja niin edelleen.

## 3.2 Organizer

*Tekla Structures* sisältää *Organizer*-nimisen työkalun, jolla voidaan ryhmitellä tietomallin osia niiden ominaisuuksien perusteella. Oletuksena TS tarjoaa kategoriat Precast- ja Cast in Place, joilla saadaan ryhmiteltyä mallin elementti- ja paikallavalu osat. Ominaisuudet tai attribuutit voidaan listata eri osatyypeittäin esimerkiksi Part- (osa) ja Assembly (kokoonpano) tasoilla. *Organizerissa* voidaan luoda automaationa myös alakategorioita osien ominaisuuksien perusteella. Tällaisia ominaisuuksia voivat olla muun muassa osan tai kokoonpanon Prefix, profiili, tilavuus, pituus tai korkoasema.

*Organizerissa* on kaksi pääikkunaa, joissa tietoja ryhmitellään erityyppisesti. Categories-ikkunassa tietojen ryhmittely perustuu filter-tyyppiseen tietojen suodattamiseen tai alueelliseen valintaan. Alueellisen valinnan hierarkia etenee loogisesti projektitasolta lohko- ja kerrostasolle asti. Se määritellään yleensä esimerkiksi rakennuksen moduulilinjojen mukaisesti. Filter-valinnalla luodaan kategoriat suodattamalla vain halutut mallin osat kategoriaan, minkä jälkeen kategoria voi sisältää automatisoidun alakategorian. Kategoria voi edetä esimerkiksi paikallavalu, nimi, tilavuus. Tällainen kategoria mahdollistaa mm. paikallavaluanturoiden tarkastelun betonimäärän perusteella, mikä helpottaa mm. valutyön ja betonitilausten suunnittelua työmaalla. Toinen *Organizerin* ikkunoista on Object Browser, jossa mallin tiedot listataan taulukkomaisesti esiasetettujen ominaisuus (properties) -filterien perusteella. Käyttäjän on mahdollista käyttää valmiita property-valintoja tai luoda omia laskentakaavoja erilaisten tietojen listaamiseksi mallista. Kaavaan perustuva tieto voi olla esimerkiksi liittopilarin valutilavuuden laskeminen kokoonpanon pääosan pituuden ja profiilin muuttuessa. Filteri voidaan toteuttaa esimerkiksi kokoonpanolta haettavien kahden erityyppisen tilavuuden erotuksena.

Object Browserissa tiedot on taulukoitu rivi-sarake periaatteella ja tiedot on mahdollista viedä helposti Excel-raporttipohjaan. Jos Object Browserissa on käytetty ryhmittelyä eli grouping valintaa, siirtyy myös tämä tieto Exceliin. Grouping-valintaa voidaan käyttää myös categories-ikkunassa yksittäisen kategorian alakategorioiden luomisessa. Organizer on ajantasainen ja tarkka mallin osien ryhmittely- ja tiedonkeräystyökalu. Se sisältää myös visuaalisen puolen sillä jokaisen kategorian sisältämät osat on mahdollista valita tai korostaa tietomallista. Suunnittelussa Organizeria voidaan hyödyntää mallintamisen lisäksi muun muassa eri suunnitteluratkaisujen vertailussa materiaalimenekin suhteen. Vertailusta on esitetty esimerkki tämän työn kuvissa 2 ja 3. Reaaliaikaisesti päivitettävä määrätieto auttaa kokonaisuusmenekien arvioinnissa, mutta mahdollistaa myös urakoitsijan työsuunnittelun todellisilla määrillä. Organizer on hyödyllinen työkalu koko rakennusprosessin ajaksi, koska sillä voidaan valita juuri halutut rakenneosat ja tarkastella niitä yhtenä kokonaisuutena.

### 3.3 Microsoft Excel

*Microsoft Excel* on soluihin perustuva taulukkolaskentaohjelma, jota käytetään useilla eri toimialoilla sekä yksityisessä käytössä. Ohjelma mahdollistaa tietojen ryhmittelyn ja käsittelyn myös suurina määrinä. Tietojen käyttöön ja laskentaan voidaan asettaa ehtoja tai funktioita. Sisäisten funktioiden lisäksi käyttäjä voi kehittää omia funktioita ja makroja, joilla tehostetaan taulukoiden käyttöä. *Excel* sopii sellaisenaan tiedon visuaaliseen esittämiseen ohjelmasta löytyvien diagrammien ja kuvaajien ansiosta. Kuvaajat kuten piirakka- tai pylväsdiagrammit voidaan tuottaa valitsemalla haluttu tieto- ja selitealue, jonka jälkeen valitaan haluttu diagrammi ja sen tyyli tarvittavine selitekenttineen.

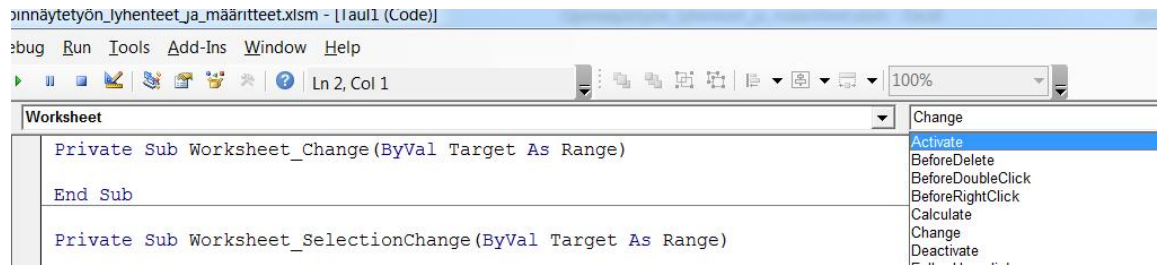
Rakennustekniikassa *Exceliä* on hyödynnetty vuosien ajan muun muassa toistuvien rakennelaskelmien työkaluna ja mitoitustyökalujen kehittämisessä. Yksinkertaisilla ehtolauseilla on helppo tehdä erilaisia työkirjoja, joilla laskentaa saadaan nopeutettua ja jotka voidaan tallentaa myöhempää käyttöä varten. Käyttömukavuutta ja -varmuutta parantaa myös työkirjan osien suojaaminen, mikä estää vahingossa tapahtuvien muutosten tekeminen.

Mikäli *Excelin* oletustyökalut eivät sovi haluttuun tarkoitukseen, voi käyttäjä tehdä toimintoja eli makroja tai kokonaisen ohjelman työkirjan sisälle. Ohjelmalle voidaan tehdä ohjauspainikkeita tai käyttöikkunoita, joilla voidaan esimerkiksi ketjuttaa työkirjan ohjaustoimintoja. *Excelin* ohjelmoiminen tapahtuu esimerkiksi ohjelman sisäisessä *Visual Basic* editorissa, jolla ohjelmointi toteutetaan oliotyypillisesti. Valmiiden ohjelman osien kutsuminen onnistuu, kun makrot on ohjelmoitu julkisesti toimiviksi. *Excel* sisältää valmiita objekteja, joihin tietoa voidaan tallentaa ja kutsua ohjelman eri vaiheissa. Kokonaisuutena *Excel* on tietojenkäsittelyohjelma, jolla voidaan tehdä erilaisia laskenta- ja tiedonkäsittelypohjia monenlaisten käyttäjien tarpeisiin. *Excel* on mahdollista linkittää myös muiden ohjelmien tietokantoihin, mikä mahdollistaa mm. TS:n mallinnustyökalujen kanssa toimivat *Excel*-laskentasovellukset esimerkiksi liitosten mitoittamiseen.

### 3.4 Visual Basic ja Excel-ohjelmointi

Visual Basic on Microsoftin kehittämä BASIC-sukuinen, nykyisin olioita tukeva ohjelmointikieli, jota on käytetty 90-luvun alkupuolelta alkaen. Nykyisellä Visual Basic .NET-kielillä voidaan tehdä Windowsissa toimivia pienoishelmia ja käyttöikkunoita. Visual Basic for Applications on Microsoftin ohjelmistojen sisällä toimiva ohjelmointikieli, joka ohjaa isäntäohjelman toimintaa erilaisin funktioin ja toiminnoin. VBA-ohjelmointi voi tarkoittaa helpoimmillaan esimerkiksi *Excelissä* yksittäisen makron, vaikkapa toistuvan toimenpiteen nauhoittamista. Toisaalta koodi voidaan kirjoittaa alusta loppuun itse, jolloin siitä saadaan usein karsittua ylimääräisiä vaiheita ja toiminto saadaan suoritettua mahdollisesti tehokkaammin kuin nauhoitetulla makrolla.

Toistuvat työvaiheet tai esimerkiksi työkirjan avaamisen aikana tapahtuvat toiminnot on mahdollista ohjelmoida automaattisiksi ilman erillistä makron käynnistämistä. Esimerkiksi Excelin VB työkalu sisältää valmiit alasetteet, jotka kirjoittavat valmiin funktion, jota ohjelma tukee esimerkiksi avautuessaan. Esimerkki on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Esiasetetut toiminnot VBA –editorissa. (Juntunen, 2016)

Objektit ovat Excel-ohjelmoinnin perusta, koska Excelin toiminnot kohdistuvat objekteihin. Objekteja ovat esimerkiksi Workbook (työkirja), Worksheet (laskentataulukko) ja Range (solualue).

Excelin ohjaaminen VBA:n avulla on pääasiassa

- objektien valitsemista ja niihin viittaamista (esimerkiksi solualueen valitseminen)
- objekteihin liittyvien menetelmien käyttämistä (esimerkiksi solualueen sisällön tyhjentäminen)
- objektien ominaisuuksien lukemista ja asettamista (esimerkiksi solualueen taustaväriin asettaminen).

(Taanila, 2013)

## 4 RAPORTTIPOHJAN KEHITYSPROSESSIN KUVAUS

### 4.1 Raporttipohjan suunnitteluvaihe

Opinnäytetyössä oli tavoitteena suunnitella Status-tiedon ryhmittelyyn sopiva raporttipohja. Työn suunnitteluvaihe aloitettiin tutustumalla *Tekla Structuresin* Suomi-ympäristön oletusraporttipohjaan ja huomattiin että ohjelman *Organizer*-työkalu tuo mallin tiedot *Exceliin* ensimmäiselle vapaalle riville. Näinollen ulkoasuun tehtävät muutokset olivat helposti toteutettavissa. Suunnitteluvaiheessa nauhoitettiin erilaisia testimakroja, jotka myöhemmin korvattiin itsekirjoitetulla koodilla. Ohjelmointiin tutustuminen ja erilaisten vaihtoehtojen tutkiminen veivät suunnitteluvaiheessa eniten aikaa. Kehitysvaiheesta palattiin useasti myös suunnitteluun, koska työlle ei ollut selkeää toteutussuunnitelmaa, vaan eri vaihtoehtoja työn toteuttamiseksi tutkittiin sen tekemisen aikana.

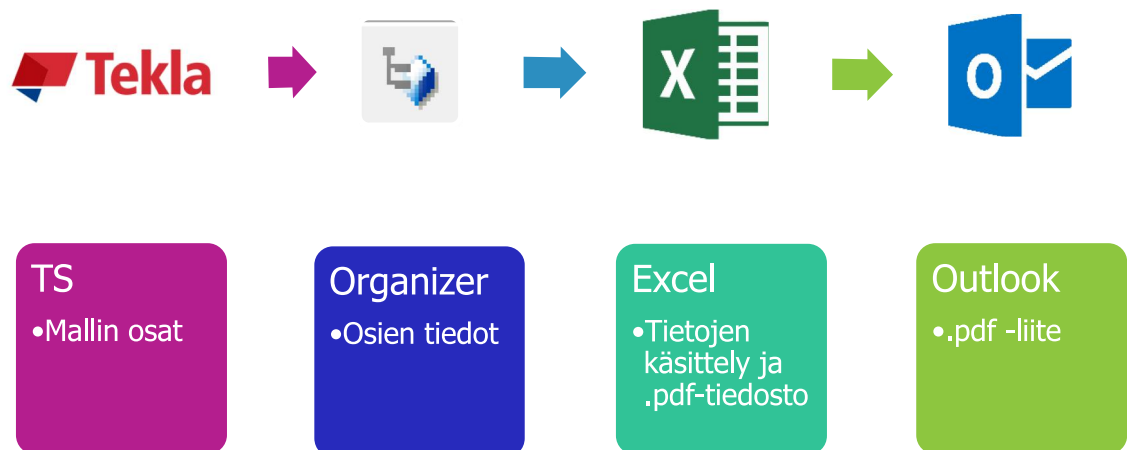
Raportointi *Excelistä* päätettiin toteuttaa käyttämällä useampaa välilehteä eli Worksheet-objektia. Työn alussa tutustuttiin *Excelin* Pivot-toimintoon, jonka todettiin olevan käyttökelpoinen ja tarkka tapa tuotujen tietojen tehokkaaseen laskentaan. *Organizerista* tuotavat tiedot käyttävät sarakeotsikoina Object Browserin Property templatelle määriteltyjä sarakkeiden nimiä. Yrityksellä oli esiasetetut pohjat, joita käytettiin mallin tietojen luokittelussa *Organizerissa*. Valmiita pohjia muokattiin, jotta raporttipohjan toiminta saatiin varmistettua myös muuttuvissa tilanteissa. Pivot-taulukko tunnistaa tyhjet arvot, joten puutteellisesti mallissa kirjatut tiedot eivät vaikuta raporttipohjan toimintaan. Taulukot tukevat suoraan *Excel*-diagrammeja, mikä osoittautui tärkeäksi lopputuloksen kannalta. Työn lopussa testattiin käyttäjän määrittelemää raporttia, jossa käyttäjä pystyi itse valitsemaan Pivot-taulukoinnissa käytetyt ehdot. Tämä toiminnallisuus jätettiin kuitenkin jatkokehitysvaiheeseen.

Suunnitteluvaiheen edetessä huomattiin, että raporttipohjan on tuettava muuttuvia merkkijonoja ja erilaisia mallinnustottumuksia. Yhtä oikeaa "valmis"-statusta ei ole vaan merkkijono vaihtelee projektien välillä. Työn kannalta oleellista oli tiedon järjestelmällinen etsiminen ja kaikkien mahdollisten vaihtoehtojen listaaminen prosessin aikana. Käytettyjen statusten lisäksi muuttuvat Prefixit ja lohkojako johtivat pivot taulukoinnin käyttöön. Raporttipohjasta haluttiin tehdä helppo ja nopea käyttää. *Excelin* avaamisen jälkeen raportti haluttiin tallentaa nopeasti .pdf-tiedostoksi ja liittää sähköpostiin ilman ylimääräisiä työvaiheita. Tiedonsiirto on esitetty kuviossa 1.

Suunnitteluvaiheessa suurimmat lopputulokseen vaikuttavat huomiot olivat seuraavat:

- Tiedot siirtyvät *Organizerista* ensimmäiselle tyhjälle riville.
- Pivot-taulukko on käyttökelpoinen työkalu tietojen laskennassa.
  - Taulukot tukevat myös diagrammeja.
- Raporttipohjan pitää olla vaivaton ja helppo käyttää.
  - Tiedosto pitää pystyä tallentamaan nopeasti verkkolevylle ja sähköpostin liitteeksi.
- Käyttäjän on valittava raportointiin käytettävä status, koska merkkijonot muuttuvat projektien välillä
- Pivot-taulukointiin on mahdollista rakentaa koodi, jossa voidaan valita taulukoinnin ehdot





KUVIO 1. Raportoinnin prosessikaavio (Juntunen, 2016)

#### 4.2 Raporttipohjan kehitysvaihe

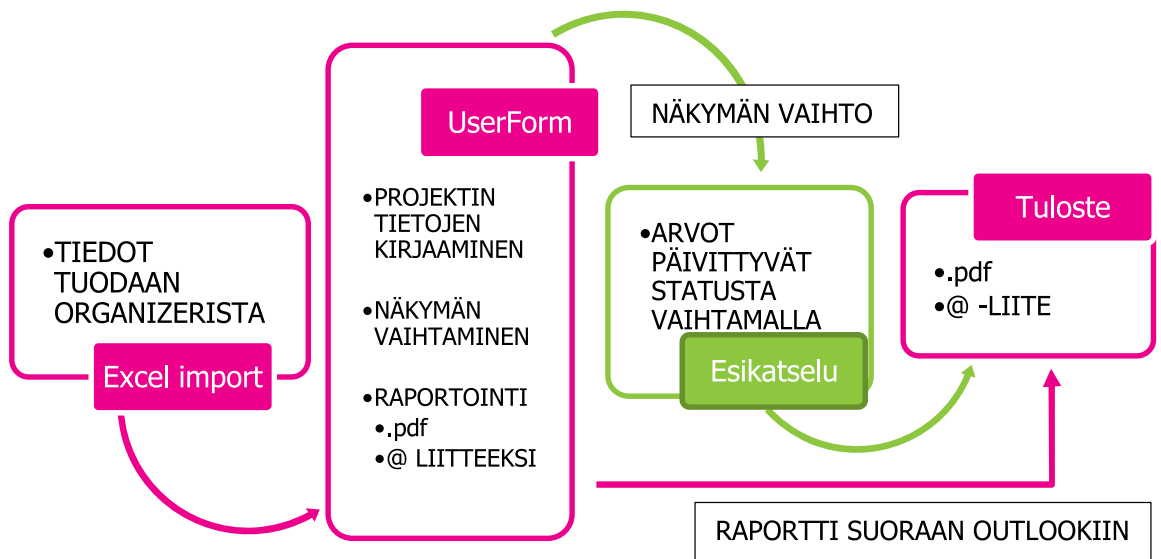
Käyttäjän valintaan perustuvan raportoinnin ansiosta pohjaa voidaan käyttää myös muuttuneiden tai valitussa vaiheessa olevien osien laskemiseen. Raporttipohjalla on mahdollista esimerkiksi verrata lohkoittain muuttuneiden osien lukumäärää lohkon kokonaismäärään, mistä voi olla hyötyä kun halutaan raportoida suunnittelussa lisätyön määrää.

Kehitysvaiheessa huomattiin, että Pivot-makrossa kannattaa käyttää ehtoa, joka estää sen toimimisen useampaan kertaan virheilmoitusten välttämiseksi. Ehtona käytettiin Workbook-objektille tallennettavaa Boolean-muuttujaa eli ehto-muuttujaa, joka saa pivot-taulukon luonnin yhteydessä arvon TOSI. Pivot-makron alkuun kirjoitettiin ehtolause, jossa se ohitettiin, mikäli taulukko oli jo kertaalleen tehty eli edellä mainitun muuttujan arvo oli TOSI. Kehitysvaiheen työtä nopeuttivat tekijän omat työmakrot eli niin sanotut Reset-toiminnot, joilla työkirjassa muutetut tiedot voitiin palauttaa alkutilanteeseen. Reset-makroilla pystyttiin myös suorittamaan tietyt automaattiset ohjelman osat, kuten valittavan alueen rajojen eli maksimiarvojen uudelleen tallettaminen työkirjaan mikä nopeutti uusien toimintojen testausta. Ohjelman debug-toiminnon pysäyttäminen johtaa kaikkien arvojen nollaamiseen.


Työn jatkokehityksen kannalta oli oleellista, että koodissa määritellään ohjelman virhekoodit. Tässä työssä virhekoodit kirjoitettiin message box-viesteinä, joissa viesti kohdentaa virheen johonkin tiettyyn ohjelman osaan. Mikäli virhe on niin sanotusti fataali ohjelman toimimisen kannalta, raportti pyydetään luomaan uudelleen. Virheilmoituksen yhteydessä pyydetään laittamaan sähköpostia valikon ylänurkasta löytyvien ohjeiden mukaisesti. Eräs työssä käytetty virheilmoitus on "Virhe sähköpostiliitteen luomisessa. Yritä uudelleen. Jos ongelma ei poistu, ota yhteyttä tukeen sähköpostitse valikon yläreunan kysymysmerkki painikkeesta löytyvien ohjeiden mukaisesti".

#### 4.2.1 Raporttipohjan toimintaperiaate

Työssä päätettiin käyttää useiden eri sivuilta löytyvien ohjauspainikkeiden sijasta koko *Excel*-pohjaa ohjaavaa User Formia, josta myös raportointi hoidetaan. *Exceliin* haluttiin tehdä toiminnallisuus, jolla eri statusien prosenttiosuuksia voidaan tarkastella nopeasti vain statusta vaihtamalla. Tämä toiminto päätettiin hoitaa erillisellä Worksheetillä, joka saadaan näkyviin näkymää vaihtamalla. Tässä erillisessä näkymässä statusta vaihtamalla prosenttiosuudet lasketaan uudelleen periaatteella valittu status suhteessa kappaleiden kokonaisuuteen. Worksheetin tiedoista voidaan luoda pdf-tiedosto suoraan tai sen esikatselun jälkeen, joka voidaan myös yhtäaikaisesti liittää sähköpostiin. Esimerkkiraportit löytyvät tämän työn liitteestä 3.



KUVIO 2. Raporttipohjan toiminta *Excelissä* (Juntunen, 2016)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
	<b>SWECO</b> 						MALLIN TIEDOT											
1	TOIMISTON VALINTA			VALIKKO														
2	Project name:						Project number:			Revision, date: 13.4.2016			Author: Juntunen Miika					

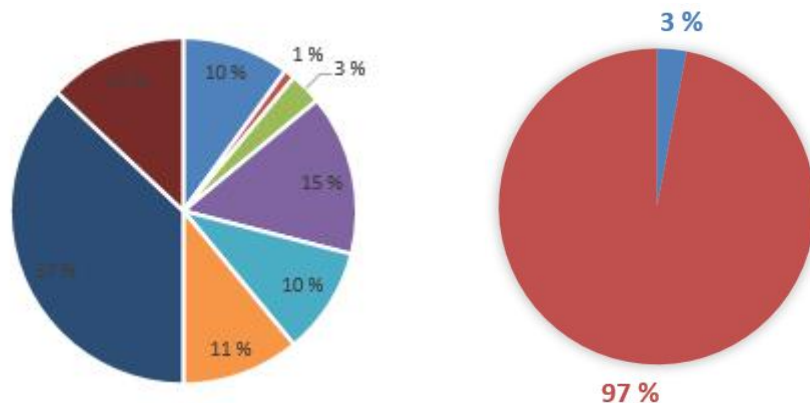
KUVA 9. Työkirjan etusivun yläpalkki (Juntunen, 2016)

Mallin tiedot tuodaan työkirjan ensimmäiselle sivulle. Toimiston valinta alavetovalikko muuttaa lopullisessa raportissa näkyviä osoitetietoja ja revisio päivä, sekä käyttäjän nimi haetaan automaattisesti työkirjan avaamisen yhteydessä. Kaikki raportoinnissa käytettävät perustiedot näkyvät etusivulla. Valikko-nappi avaa raporttipohjan toimintaa ohjaavan User Form valikon. User Form on koodissa nimetty Sweco-valikoksi (KUVA 10). Sen etusivulle on tehty käyttöä opastavia "help"-nappeja, joita klikkaamalla käyttäjälle avautuu viestilaatikko ohjeineen. Ylänurkan kysymysmerkki-kuvake avaa message boxiin yhteystiedot raporttipohjan toiminnan ohjeistamiseksi ja toimintavirheiden raportoimiseksi.



KUVA 10, Työkirjan käyttöä ohjaava User Form eli Sweco-valikko (Juntunen, 2016)

User formissa on kolme alasvetovalikkoa. Ylin niistä sisältää esiasetettuna kaksi vaihtoehtoa: "Prefixin perusteella" ja "Nimen perusteella". Valinnan muuttaminen vaikuttaa Pivot taulukon luomisessa käytettävään ominaisuuteen. Mallin tiedot voidaan siis listata kahdella tavalla joko niiden tunnuksen eli Prefixin perusteella tai nimen perusteella. Valinnan tarkoituksena on että käyttäjä pystyy tarkastelemaan osatunnuksen lisäksi suurempia osakokonaisuuksia esimerkiksi anturat, kaikki sandwich elementit, sokkelit ja niin edelleen. Vain ensimmäinen valikko sisältää esiasetuksia ja muissa tiedot haetaan projektikohtaisesti. Toinen alasvetovalikko eli näkymävalinta, listaa kaikki työkirjasta löytyvät välilehdet eli worksheetit. Valinnan muuttaminen vaihtaa välittömästi avoinna olevan välilehden eli erillisiä napin painalluksia ei tarvitse tehdä. Välilehdet listataan niiden nimen perusteella ja myös uudet käyttäjän luomat worksheetit listautuvat valikkoon. Huomion arvoista kuitenkin on, että koodiin on kirjoitettu osia työkirjan välilehtien järjestysnumeron perusteella, mikä nopeuttaa raskaiden koodin osien suorittamista. **Tästä syystä uudet välilehdet on siirrettävä työkirjan loppuun.** Näkymiä on Workbookilla oletuksena kolme ja valintaa vaihtamalla etusivulta päästään esikatseluun sekä tulosteelle. Esikatseluikkunassa piirretään myös diagrammi kaikista statuksista (KUVIO 3) joita projektissa on käytetty, mutta sitä ei siirretä oletuksena tulosteelle.



KUVIOT 3 ja 4. Esimerkit piirakkadiagrammeista. Vasemmanpuoleisessa kaikki statukset ja oikealla valittu vaihe suhteessa muihin mallinusvaiheisiin. (Juntunen, 2016)

Valmis status alasetoivalikon tiedot perustuvat *Exceliin* tuotuihin statustietoihin. Ohjelma etsii kaikki työkirjalle tuodut statuksen siten, että myös tyhjä kenttä on vaihtoehto. Valittu status määrää raportille siirtyvän ja piirakkadiagrammin piirtämiseen käytetyn statuksen (KUVIO 4). Tyhjä-valinnalla voidaan listata kaikki ne mallin osat joihin statustietoa ei ole kirjattu. Projektin perustietojen kirjaamiseksi tehtiin erilliset tekstilaatikot, joista tieto siirtyy ensimmäisen Worksheetin soluihin käyttäjän nähtäville. Soluista tieto haetaan lopullisen raportin otsikoksi. Valikon alareunassa on kolme nappia, joista OK:n painaminen tarkastaa että projektin tiedot on kirjattu. Mitään toimintoa ei aloiteta ennen tietojen kirjaamista. Samat varoitukset toistetaan myös, mikäli käyttäjä vaihtaa näkymää tai yrittää luoda tulosteen eli lopullisen raportin. Cancel-napilla käyttäjä pääsee takaisin etusivulle ilman pakotettua tietojen kirjaamista.

Jos projektin tiedot kirjataan suoraan worksheetillä, siirtyvät ne myös Sweco-valikon tekstilaatikkoon. "Päivitä/Näytä tuloste"-nappi toteuttaa ketjutetusti toiminnot, joiden lopputuloksena Pivot-tilukko luodaan valittujen ehtojen perusteella ja raportin etusivulle kopioidaan valitun statuksen kappalemäärään perustuva piirakkadiagrammi. Piirakkadiagrammin lisäksi Pivot-tilukon tiedoista piirretään jokaiselle riville "prosenttipalkki", josta etenemistä voidaan tarkastella lohko-, kerros- ja osatasolla. Esimerkit luotavista raporteista on esitetty liitteessä 3. Raporttipohja on tehty käyttäen makroja, joten mikäli tiedosto tallennetaan normaalina työkirjana, poistuvat siitä kaikki VB-projektin toiminnot. Tallennusvaiheessa *Excel* kuitenkin pyytää käyttäjää huomioimaan tallennusmuodon, joten raporttipohja osattaneen tallentaa makroja tukevana työkirjana.

Pivot-tilukon luomiseen käytetystä koodista tehtiin geneerinen siten, että raporttipohjassa käytetty koodi on mahdollista käydä muokkaamassa haluttuun käyttötarkoitukseen sopivaksi. Pivot tilukon luomisessa annetaan käytettävä hierarkia löydetyille otsikkoriveille. Koska tämä toiminto on koodissa erillisenä osana, se on helppo löytää ja muuttaa tarpeen vaatiessa. Esimerkki on esitetty kuvassa 11.

```
.PivotFields("Prefix").Orientation = xlDataField  
.PivotFields("Status").Orientation = xlRowField
```

KUVA 11. Esimerkki Pivot-tilukossa käytettävästä jaottelusta koodin osana. (Juntunen, 2016)

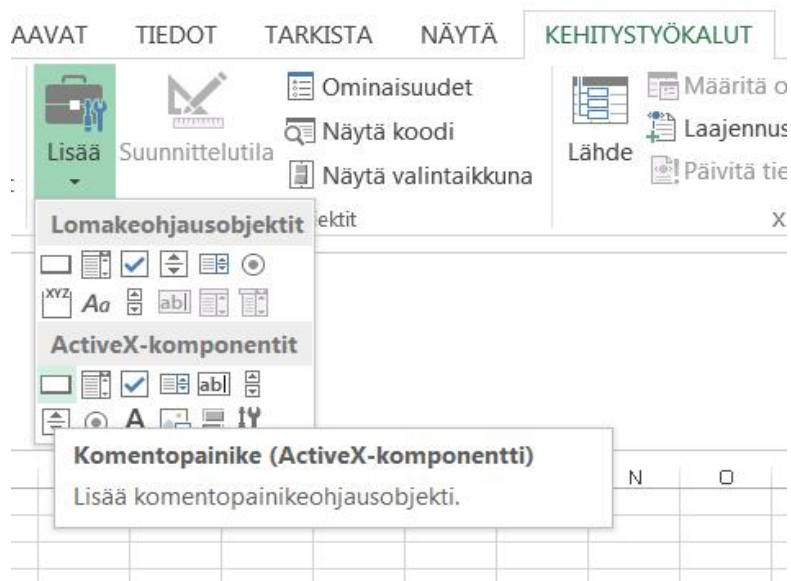
## 4.2.2 Koodi esimerkki

Työssä ohjelmoitu työkirja toimii olio-periaatteella eli komennot toimivat erillisinä ohjelman osina, joita kutsutaan tarvittaessa. Ohjelman osia ovat muun muassa export-toiminnot *Outlookiin* ja .pdf-tiedostoksi, käyttäjän tietojen hakeminen, valitun statuksen etsiminen, pivot taulukointi valituilla arvoilla ja niin edelleen.

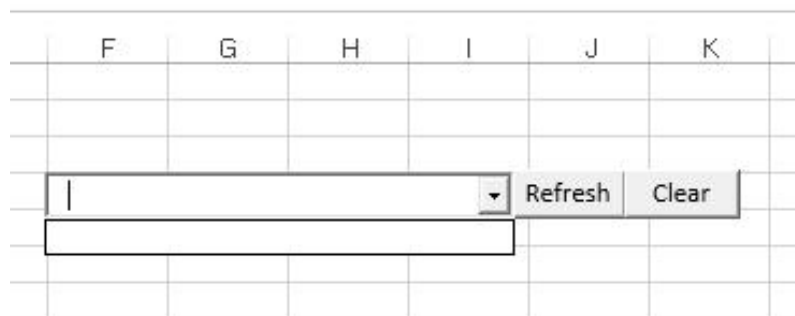
Tässä työn osassa on esitetty tietojen hakeminen *Excelin* comboboxiin työn ulkopuolisen esimerkin avulla. Esimerkissä on haettu tämän raportin käsitteet comboboxiin käyttäen objektimuuttujaa. Esimerkki on käsitelty kuvissa 12-16.

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4			Open API	
5			Assembly	
6			BEC2012	
7			Elementtisuunnittelu	
8			Filter	
9			Funktio	
10			Lukumuuttuja	
11			Makro	
12			Merkkijono	
13			Model Sharing	
14			Muuttuja	
15			Olio-ohjelmointi	
16			Organizer	
17			Part	
18			Prefix	
19			Refaktorointi	
20			Status	
21			Sub-Assembly	
22			Tekla Structures 21.0	
23			Tietomalli (BIM)	
24			Tuotetietomalli	
25			Valutunnus	
26			User Form	
27			Worksheet	
28			Workbook	
29			Outlook	
30			Message box	
31			Moduuli (Module)	
32			Alasvetovalikko	
33			IFC	
34			Rakenneosä	
35			Tekla ympäristö	
36			KSE2013	
37			YTV2012	
38			Agile	
39			Import	
40			Property template	
41			Property	
42			Object Browser	
43				

KUVA 12. Käsiteltävä alue. (Juntunen, 2016)



KUVA 13. Luodaan halutut painikkeet ja alasvetovalikko kehitystyökalut Ribbonista. (Juntunen, 2016)



KUVA 14. Painikkeet ja alasvetovalikko luotu. Tyhjä Combobox. Clear -nappiin sidotaan oma erillinen makro. (Juntunen, 2016)

```

Sub Painike2_Napsauta()

Dim text As String      'Solun sisältö
Dim maxrow As Integer  'maxrivi jossa solu tyhjä
Dim r As Long          'r = käytössä oleva rivi

c = 3                  'Sarake kirjataan esimerkissä
                      'manuaalisesti. Sarake = 3
r = 0                  'Set
maxrow = 4
text = "Something"    'text on jotain muuta kuin blank

'Etsitään max rivi
Do Until text = ""
    maxrow = maxrow + 1
    text = Cells(maxrow, c)
Loop
'Maxrow saa arvokseen ensimmäisen tyhjän rivin
'numeron esim. maxrow = 15

Dim ws As Worksheet
Dim rCell As Range
r = 4                  'Ensimmäinen rivi, jolla tekstiä
Set ws = Sheets(1)    'Mikä Worksheet käytössä

'Clear toiminto
Sheets(1).ComboBox1.Clear

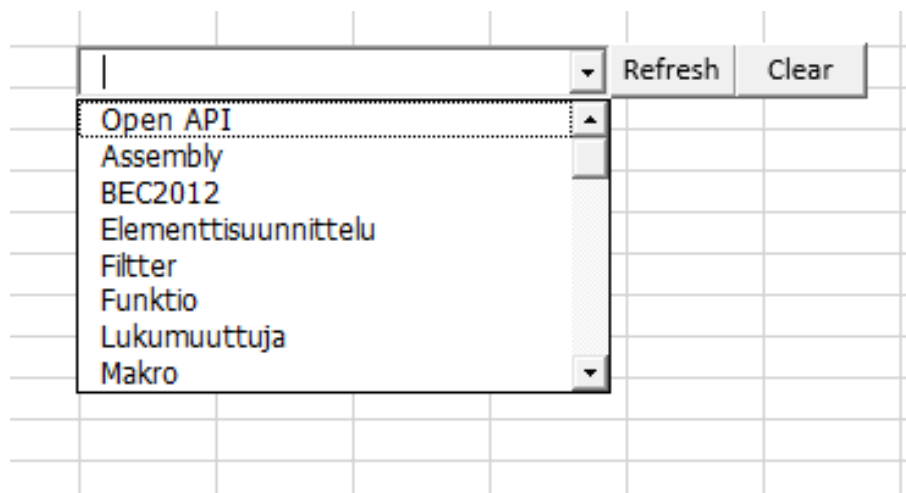
'Luodaan objekti
With CreateObject("Scripting.Dictionary")
    For Each rCell In ws.Range(ws.Cells(r, c), ws.Cells(maxrow, c))
        If Not .exists(rCell.Value) Then 'Jos ei löydy objektilta
            .Add rCell.Value, Nothing    'lisää arvo objektiin
        End If
    Next rCell                'Seuraava solu

    'With voimassa, tulosta objektiin
    Sheets(1).ComboBox1.List = .keys
End With
Sheets(1).ComboBox1.ListIndex = 1    'Eka arvo näkymään

End Sub

```

KUVA 15, Refresh-napissa oleva koodi, joka huomioi, jos sarakkeeseen lisätään tietoja (Juntunen, 2016)



KUVA 16. Tekstiä sisältävän alueen tiedot siirtyvät Comboboxiin. (Juntunen, 2016)

Edellä esitetyn esimerkin tapaisesti on voitu käsitellä kaikkia löytyviä merkkijonoja, siten että tiedonkäsittely on varmaa eikä tietoja jää valikon ulkopuolelle. Jos painikkeessa oleva koodi olisi kirjattu erillisen Modulen alle *Excel/issa*, se olisi voitu kutsua nappiin call-toiminnolla. Toiminnon kutsuminen on helpoin tapa hallita eri makrojen perättäistä suorittamista. Erilaiset työkirjan objekteihin tallennettavat arvot ovat tehostaneet ohjaustoimintojen käyttöä. Worksheetille on voitu tallentaa esimerkiksi sen avaamisen yhteydessä tapahtuva maksimiarvojen etsiminen tai jonkin tietyn merkkijonon paikantaminen sivulle siirtyvistä tiedoista.

Ohjelmoinnissa käytetään erityyppisiä muuttujia ja niitä muuttavia, yhdistäviä tai asettavia toimintoja. Erityyppiset muuttujat voivat sisältää erimittaisia tai tyyppisiä tietoja. Esimerkiksi Integer on 2-tavuinen kokonaisluku määrättyllä arvovälillä (kuva 17), kun taas String voi sisältää kymmenen tavua sekä merkkijonon. Stringin pituus voi olla 0-2 miljardia merkkiä. Suuria tietokokonaisuuksia käsitellessä ohjelmoinnissa voi tulla vastaan yksittäisen muuttujan muistikapasiteetin loppuminen. Myös väärän muuttujatyypin valinta voi aiheuttaa virheen. Merkkijonomuuttujan sisältämä luku voidaan muuntaa lukumuuttujaksi ja päinvastoin. Ohjelmoinnissa on hyödyllistä käyttää myös totuusarvo muuttujia. Tällaiseen muuttujaan voidaan tallentaa jonkin ehdon, tapahtuman tai toiminnon oikeellisuus tasolla TOSI-EPÄTOSI. Boolean-muuttujaa käyttämällä voidaan esimerkiksi estää jonkin toiminnon suorittaminen useampaan kertaan, kun toiminnon lopussa muuttuja saa arvon TOSI ja toiminnon suorittaminen edellyttää arvoa EPÄTOSI.

Tietotyyppi	Muistitilan tarve	Arvoalue
Boolean	2 tavua	True tai False
Byte	1 tavu	0 – 255
Integer	2 tavua	Kokonaisluku välillä -32.768 – 32.767
Long	4 tavua	Kokonaisluku välillä -2.147.483.648 – 2.147.483.647
Double	8 tavua	-1,79769313486232E308 – -4,94065645841247E-324 4,94065645841247E-324 – 1,79769313486232E308
Currency	8 tavua	-922.337.203.685.477,5807 – 922.337.203.685.477,5807
Date	8 tavua	Tammikuun 1. vuonna 0100 – Joulukuun 31. vuonna 9999
Object	4 tavua	Mikä tahansa objekti
String (pituus voi vaihdella)	10 tavua + merkkijono	0 – noin 2 miljardia merkkiä
String (kiinteä pituus)	merkkijonon pituus	1 – noin 65.400 merkkiä
Variant	16 tavua tai enemmän	Jos muuttujan tyyppiä ei määritellä, niin se on Variant

KUVA 17. (Taanila, 2013)



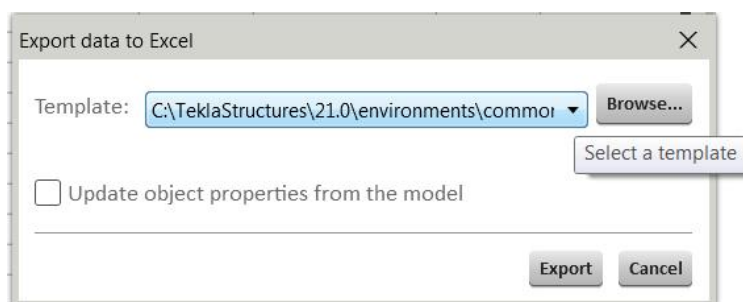
### 4.3 Raporttipohjan testaus

Raporttipohjan testauksesta on työn aikana vastannut opinnäytetyön tekijä yhdessä työn ohjaajan ja yrityksen BIM-kehityksestä vastaavien henkilöiden kanssa. Testauksessa on käytetty suurimpana projektina yli 30 000 kokoonpanoa sisältävää mallia, jossa on päästy testaamaan raporttipohjan soveltuvuutta lohkojen ja kerrosten erittelyyn. Testaus on ollut tärkeä osa työtä, sillä se on auttanut ongelmakohtien ja huomioitavien muuttujien löytämisessä.

Lopullinen testaus suoritetaan aluksi valitulla käyttäjäryhmällä, jonka jälkeen raporttipohjan käyttö esitellään suuremmalle joukolle ohjelman käyttäjiä. Testausvaiheessa käyttäjiä pyydetään raportoimaan mahdollisista ongelmista. Raporttipohjan käyttöliittymässä on help-nappi, josta avautuvat kehittäjien yhteystiedot. Raporttipohja testattiin ennen julkaisua ja sen toiminnasta kasattiin testauspöytäkirja, joka on tämän työn liitteessä 2.

### 4.4 Käyttö- ja ylläpitovaihe

Työn tuloksena valmistunut raportointipohja on tehty projektin etenemisestä kiinnostuneiden suunnittelijoiden ja projektihallinnon käyttöön. Se tulee olemaan käytössä Suomen laajuisesti, sillä raportointipohja jaetaan yrityksen Tekla Structures ympäristökansiossa. Ympäristökansiossa jaettu raporttipohja voidaan ilman erillistä browse-toimintoa valita alasvetovalikosta (KUVA 18) kaikkien yrityksen ympäristöä käyttävien käyttäjien tietokoneilta. Raportoinnin jatkokehityksessä tehtävät päivitykset hoidetaan yrityksen ympäristökansion kautta, jolloin päivitys tapahtuu järjestelmässä automaattisesti.



KUVA 18, Raportin valinta. (Juntunen, 2016)

## 5 TULOKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli että tuloksena saatava raporttipohja on helppokäyttöinen työkalu, jolla tietomallin tilanne saadaan kartoitettua luotettavassa ja nopeasti luettavassa muodossa. Raporttipohja todettiin toimivaksi työkaluksi, jota toivotaan hyödynnettävän mahdollisimman monissa projekteissa. Työkalulla dokumenttien tuottaminen on nopeaa, eikä suunnittelija tai projektipäällikkö hukkaa turhaan aikaa ylimääräisiin työvaiheisiin.

Viimeisin tieto meneillään olevasta mallinnusvaiheesta on tietomallissa, joten tilanteen etenemistä voidaan seurata helposti esimerkiksi viikoittaisella raportilla. Ketterässä rakennesuunnittelussa prosessi jaetaan yleensä viikon mittaisiin työjaksoihin eli sprintteihin. Viikoittaisella raportilla voidaan siis kartoittaa sprintin todellista etenemää. Seuranta kuitenkin edellyttää, että kohteen suunnittelijat ovat aktiivisia tiedon kirjaamisessa tietomalliin.

Mallinnusprosessin todellista tilannetta kuvaava raportti voidaan liittää myös Confluenceen. Koska Confluence toimii yhdessä tehtävienhallintaan käytettävän Jiran kanssa, voidaan raportti esimerkiksi liittää Jira tehtävään, jolloin se toimii lähtötietona tulevan viikon sprinttiin. Suunnittelijalle merkatun tehtävän aineistosta löytyvästä raportista, voidaan tarkastaa oman vastualueen rakenneosien suunnitteluaste ennen työn aloitusta. Yksittäisen suunnittelijan vastuulla voi olla esimerkiksi A-lohkon sokkielementit, jolloin raportista nähdään kuinka monta prosenttia kyseisistä elementeistä on jo mallinnettu.

Alueittainen raporttipohjan käyttö voi auttaa työryhmän tai yhden suunnittelijan sprintin seuraamista. Suunnittelija voi itse kirjoittaa projektinnimen perään lohkotiedon jolta raportti on tehty, jolloin se toimii "tositteena" aikataulun mukaisesta mallinnustilanteesta. Työn lopussa tehtävä raportti on hyödyllinen työkalu myös muutostilanteessa, kun muuttuneiden osien kappalemäärä saadaan laskettua suhteessa mallin kaikkiin rakenneosiin.

### 5.1 Tavoitteiden näkökulmasta

Työn tekemiselle asetettiin alussa kolme tärkeintä tavoitetta. Tavoitteet olivat helppokäyttöisyys, geneerisyys ja toimivuus. Raporttipohja on kaiken kaikkiaan helppokäyttöinen. Siitä olisi haluttu tehdä vieläkin automaattisempi, mutta suunnitteluvaiheessa esille nousseet rajoitteet huomioon ottaen tavoitteeseen päästiin. Geneerisyys pyrittiin huomioimaan jokaisessa kehitysvaiheessa siten, että koodi on helposti muokattavissa. Toisaalta automatiikan vähäisyys palvelee geneerisyys tavoitetta, koska raportointiin voidaan lisätä uusia pohjia eri tarkoituksiin. Jos raportti tuotettaisiin ilman minkäänlaista käyttäjän valintaa, jouduttaisiin tekemään uusi raporttipohja kaikkiin käyttötarkoituksiin. Kolmas työn tavoite eli toimivuus saavutettiin, sillä raporttipohja toimi lopputestauksessa oletetulla tavalla. Laskenta on tarkka ja luotettava.

## 5.2 Jatkokehitys

Tuloksena saatu raporttipohja on käyttökelpoinen väline ja lähde jatkokehittäessä *Excel* raportointia. Siinä käytetyt toiminnot ovat helposti kopioitavissa myös uusiin työkirjoihin. Esimerkiksi .pdf -tiedoston tallentamisessa käytettävä moduuli sopii sellaisenaan minkä tahansa avoimen näkymän tallentamiseen. Raporttipohjan koodiin on kirjoitettu selitteitä, jotka helpottavat toisen henkilön kirjoittaman koodin ymmärtämistä. Eri vaiheet on myös erotettu tekstillä esimerkiksi "End of getting user information", jonka jälkeen alkaa saman koodinpätkän seuraava vaihe esimerkiksi "Start .pdf export". Kirjoitettua koodia voi siis helpommin hyödyntää myös muissa projekteissa koska se on dokumentoitu jokaisessa vaiheessa. Dokumentointi osaltaan liittyy myös avoimeen ohjelmistokehitykseen, sillä kuka tahansa voi perehtyä nopeasti raporttipohjan toimintaan.

Jatkossa koko raportointiprosessista voisi saada automaattisemman. Nykyisen raporttipohjan tarpeeksi laajan testauksen jälkeen aletaan hahmottaa uudet kehitystarpeet sekä työn sopivuus käyttötarkoitukseensa. Myöhemmässä vaiheessa User Formista voidaan toivon mukaan luopua *Excelissä* kokonaan ja kaikki tiedonkäsittely tapahtuu jopa *Excelin* ulkopuolella. Automaattisesti päivittyvät piirakkadiagrammit toimisivat hyvänä työkaluna vaikkapa Organizerin sisällä. Mikäli *Excel*-raportista päästään ja raportit tuotetaan suunnitteluohjelman sisällä, poistuu yksi työvaihe käytännössä kokonaan.

Tulevaisuudessa voitaisiin kehittää keinoja joilla tietomallissa muuttuva status vaikuttaisi suoraan projektinhallintajärjestelmässä oleviin tehtäviin. Tietomalli voisi olla suoraan linkitetty tehtävään esimerkiksi alue valinnalla. Kun kaikki alueen osat saavat statuksen valmis, automaatio voisi huolehtia mallinnusvaiheen muuttamisesta myös tietomallin ulkopuolella. Automaatio lyhentäisi entisestään suunnittelijan työvaiheenseurantaan käyttämää aikaa. Kaikki tiedon kirjaaminen tapahtuisi samassa suunnitteluympäristössä ja rakenneosittain tietomallissa.

## LÄHTEET

Sweco Finland. Visio, missio ja arvot, 2016. [Viitattu 04.01.2016]

Saatavissa: <http://www.sweco.fi/fi/Finland/Sweco-Suomessa/Visio-missio-arvot-ja-toimintatapa>

Sweco esittelymateriaali, 2016. Power Point esitys, [Sweco verkkomateriaali]

[Kuva lainattu 2016-02-19], verkkomateriaali ei julkisesti saatavilla internetissä.

Teollinen valmisosarakentaminen, Betoniteollisuus Ry. [Viitattu 2016-02-19]

Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen>.

Leppämäki Harri. Metropolia AMK, 2014. Elementtisuunnitteluprosessi ja suunnittelujärjestelmä [Viitattu 2016-02-20]

Saatavissa: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73743/elementt.pdf?sequence=1>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Building Smart Finland [Osat 1 ja 5] [Viitattu 2016-03-01]

Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>

Jaatinen Niina. Ketterä rakennesuunnittelu. [Sweco verkkomateriaali] [Viitattu 2016-03-11]

Ei saatavilla internetissä.

The Scrum Guide, 2013. Scrumin määritelmä ja pelisäännöt. [verkkojulkaisu] [Viitattu 2016-03-08]

Saatavissa: <https://scrumwell.files.wordpress.com/2014/03/scrum-guide-2013-fi-v1-1.pdf>

Scott Adams. Dilbert-sarjakuva tehokkuudesta. [Kuva lainattu 2016-03-20]

Saatavissa: <http://dilbert.com/strip/2004-08-26>

RT 10-11128, RAK12. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo. [Viitattu 2016-03-01]

Saatavissa: <https://www.rakennustietokauppa.fi/rt-10-11128-rakennesuunnittelun-tehtavaluettelo-rak12/109263/dp?nosto=recommended>

BEC 2012-ohje, Elementtisuunnittelun mallinnusohje. [Viitattu 2016-03-12]

Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23891/BEC%202012-Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje.pdf>

Tekla 2016 Tekla Structures tuote-esittely. [verkkojulkaisu] [Viitattu 2016-02-19]

Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Taanila Aki. Haaga-Helia, 2013 [Excel VBA-ohjelmointi]. [Viitattu 2016-02-19]

Saatavissa: <http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/vba/vba.pdf>

RT 13-11143. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot, KSE2013. [Viitattu 2016-03-03]

Saatavissa: <https://www.rakennustietokauppa.fi/rt-13-11143-konsulttitoiminnan-yleiset-sopimusehdot-kse-2013/111133/dp>

Ketteryys haltuun: Scrum pähkinänkuoressa. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 2016-03-03]

Saatavissa: <http://www.meteoriitti.com/2013/06/06/ketteryys-haltuun-scrum-pahkinankuoressa/>

LIITE 1

RAKENNEMALLIN TIETOSISÄLTÖ

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

**Yleissuunnittelu**

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	(x)	
	Anturat	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Perusmaurit	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 määrin 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
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	
Muit tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	(x)	
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)	

## Hankintoja palveleva suunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalut mallinnetaan suunnitelun mukaisesti oikeaan paikkaan ja pintaan.
	Anturat	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tyypianturat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen.</li> <li>Muu anturat mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
	Perusmaurit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspilarit	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tyypiperuspilarit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen.</li> <li>Muu peruspilarit mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
	Peruspalkit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Alapohjakanaalit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset alapohjat	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Runko	VSS	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Kantavat seinät	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Runko	Pilarit	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja vahutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavahurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> <li>Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen (liittopilareihin myös raudoitteet)</li> </ul>
	Palkit	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja vahutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavahurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> <li>Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen</li> </ul>
	Väliohjat	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen ja vahutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavahurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
	Yläohja	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen ja vahutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavahurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
	Erityiset runkorakenteet	(x)	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Julkisivut	Ulkoseinät	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja vahutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavahurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
		(x)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kevyiden julkisivurakenteiden mallintaminen päätetään hankekohtaisesti - voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinä objektina määrien takia</li> <li>Julkisivuelementtien pintakäsittelyiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti</li> </ul>
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	



Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Ulkkotasot	Parvekkeet	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit ja paikallavahurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
	Katokset	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset ulkkotasot	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Vesikatot	Vesikattorakenteet	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	x	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen.</li> <li>Muu elementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.</li> </ul>
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)	

## Toteutussuunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteutuksen mukaan
	Anturat	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.	
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeineen.
		(x)	Paikallavahuraoitteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Alapohjakanaalit	x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeineen.
		(x)	Paikallavahuraoitteet
	Erityiset alapohjat	x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeineen.
		(x)	Paikallavahuraoitteet
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Runko	VSS	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
	Kantavat seinät	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Pilarit	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen ja valutarvikkeineen.
		(x)	Paikallavahuraoitteet
		(x)	Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Palkit	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
		(x)	Paikallavahuraoitteet
(x)		Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	

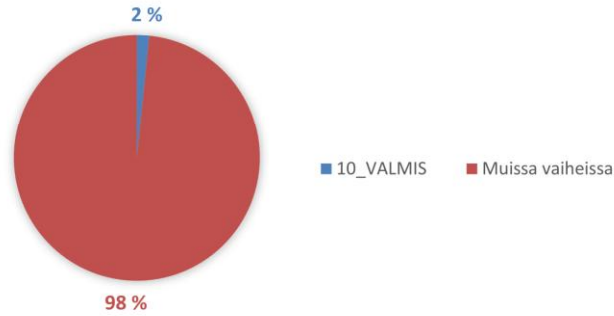
Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus	
Runko	Väliohjat	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraidoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Yläohja	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraidoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
		Erityiset runkorakenteet	(x)	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
Julkisivut	Ulkoseinät	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraidoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
		Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraidoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
		Katokset	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti
		Erityiset ulkotasot	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Räystäsrakenteet	(x)		
	Lasikattorakenteet	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim. palonsuojalevyt	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.	
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)		

## LIITE 2

## TESTAUSPÖYTÄKIRJA

RAPORTTIPOHJAN TOIMINTA		
Tehtävä	Tapahtuma	Tulos
Tietojen tuominen Organizerista	Tiedot tuodaan ensimmäiselle vapaalle riville	Odotettu
Toimiston valinta	Osoitetiedot vaihtuvat etusivulla ja tulosteella	Odotettu
Valikko napin painaminen	Sweco valikko avataan	Odotettu
Sweco valikon avaaminen	Alasvetovalikot täyttyvät	Odotettu
Projektin tietojen kirjaaminen	Näkyvät etusivulla ja tulosteella	Odotettu
Yläkulman info napin painaminen	Yhteystiedot tukeen avautuvat	Odotettu
Muut info napit	Valintakohtainen ohje avautuu	Odotettu
Näkymän vaihtaminen	Näkymä vaihtuu välilehtien välillä	Odotettu
Valmis status vaihtaminen	Muuttaa prosentteja ja diagrammia 2:lla välilehdellä	Odotettu
Päivitä/Näytä tuloste	Valitut tiedot siirtyvät tulosteelle	Odotettu
OK-nappi	Tarkastaa projektin tiedot. Piilottaa valikon, jos kirjattu.	Odotettu
Cancel	Piilottaa valikon	Odotettu
Tuloste ikkunan .pdf-nappi	Kysyy tallennuspolun. Tallentaa .pdf tiedoston	Odotettu
Tuloste ikkunan Liitä @-nappi	Toistaa .pdf prosessin ja liittää sähköpostiin oletusteksteineen	Odotettu
Valikko napin painaminen muissa välilehdissä	Avaa Sweco valikon	Odotettu

## 0123456789 - ESIMERKKIPROJEKTI



## Määrät

	10_VALMIS	Kaikki yhteensä	
Lohko A	53	1036	5,1%
1. krs	20	273	7,3%
HARKKOSEINÄ	0	86	
LAATTAELEMENTTI	0	9	
ONTELOLAATTA	0	25	
PARVEKELAATTA	1	1	100,0%
PARVEKEPILARI	1	20	5,0%
PETRA	0	4	
PUURAKSEINÄ	0	2	
SANDWICH-ELEMENTTI	18	18	100,0%
SISÄKUORIELEMENTTI	0	2	
SOKKELIPALKKI	0	3	
TEKNIKKASEINÄ	0	27	
TIILISEINÄ	0	6	
TL27	0	5	
VÄLISEINÄ	0	65	
2. krs	2	97	2,1%
HARKKOSEINÄ	0	12	
LAATTAELEMENTTI	0	4	
ONTELOLAATTA	0	25	
PARVEKELAATTA	1	1	100,0%
PARVEKEPILARI	1	1	100,0%
SANDWICH-ELEMENTTI	0	36	
TEKNIKKASEINÄ	0	2	
TL27	0	5	
VÄLISEINÄ	0	11	
3. krs	2	61	3,3%
HARKKOSEINÄ	0	12	
LAATTAELEMENTTI	0	4	
ONTELOLAATTA	0	25	

PARVEKELAATTA	1	1	100,0%
PARVEKEPILARI	1	1	100,0%
TEKNIKKASEINÄ	0	2	
TL27	0	5	
VÄLISEINÄ	0	11	
4. krs	1	84	1,2%
HARKKOSEINÄ	0	14	
LAATTAELEMENTTI	0	5	
ONTELOLAATTA	0	34	
PARVEKEKATTOLAATTA	0	1	
PARVEKEPILARI	1	1	100,0%
SANDWICH-ELEMENTTI	0	16	
TEKNIKKASEINÄ	0	2	
VÄLISEINÄ	0	11	
5. krs	0	74	
SANDWICH-ELEMENTTI	0	27	
SISÄKUORI	0	10	
TERÄSTUKI	0	37	
Alapohja	28	447	6,3%
KAIVUN_YP	0	21	
LAATTA	0	2	
LAATTAELEMENTTI	0	10	
ONTELOLAATTA	0	265	
PARVEKEKATTOLAATTA	0	10	
PARVEKELAATTA	1	49	2,0%
PARVEKEPILARI	1	3	
ROUTAERISTE	0	2	
SA3	0	1	
SA4	0	1	
SALAOJAKAIVO	0	6	
SOKKELIELEMENTTI	13	13	100,0%
SOKKELIPALKKI	13	28	46,4%
TL27	0	26	
TL27_120	0	1	
TL27_ERISTETTY	0	8	
TL27_R120	0	1	
VOID	0		
Lohko B	55	833	6,6%
1. krs	10	78	12,8%
ERISTE	0	3	
HARKKOSEINÄ	0	1	
HISSIKUILU	0	1	
JULKISIVUTIILI	0	3	
LAATTAELEMENTTI	0	1	
ONTELOLAATTA	0	21	
PARVEKEKAIDE	0	3	
PARVEKELAATTA	0	3	
PUURAKSEINÄ	0	1	
SANDWICH-ELEMENTTI	10	10	100,0%
TEKNIKKASEINÄ	0	4	
TIILISEINÄ	0	11	

TL27	0	3	
TL27_R120	0	1	
VÄLISEINÄ	0	12	
2. krs	4	237	1,7%
ERISTE	0	1	
HARKKOSEINÄ	0	9	
HISSIKUILU	0	1	
JULKISIVUTIILI	0	35	
LAATTAELEMENTTI	0	1	
LÄMMÖNERISTE	0	70	
ONTELOLAATTA	0	21	
PARVEKELAATTA	0	3	
PARVEKEPIELI	2	2	100,0%
PARVEKEPILARI	2	2	100,0%
SANDWICH-ELEMENTTI	0	20	
SISÄKUORIELEMENTTI	0	51	
TEKNIKKASEINÄ	0	4	
TL27	0	4	
VÄLISEINÄ	0	13	
3. krs	4	71	5,6%
ERISTE	0	1	
HARKKOSEINÄ	0	9	
HISSIKUILU	0	1	
JULKISIVUTIILI	0	2	
LAATTAELEMENTTI	0	1	
LÄMMÖNERISTE	0	4	
ONTELOLAATTA	0	21	
PARVEKELAATTA	0	3	
PARVEKEPIELI	2	2	100,0%
PARVEKEPILARI	2	2	100,0%
SISÄKUORIELEMENTTI	0	4	
TEKNIKKASEINÄ	0	4	
TL27	0	4	
VÄLISEINÄ	0	13	
4. krs	4	71	5,6%
ERISTE	0	1	
HARKKOSEINÄ	0	9	
HISSIKUILU	0	1	
JULKISIVUTIILI	0	2	
LAATTAELEMENTTI	0	1	
LÄMMÖNERISTE	0	4	
ONTELOLAATTA	0	21	
PARVEKELAATTA	0	3	
PARVEKEPIELI	2	2	100,0%
PARVEKEPILARI	2	2	100,0%
SISÄKUORIELEMENTTI	0	4	
TEKNIKKASEINÄ	0	4	
TL27	0	4	
VÄLISEINÄ	0	13	
5. krs	4	72	5,6%
HARKKOSEINÄ	0	9	

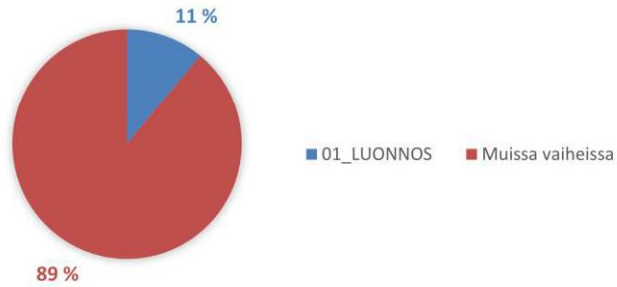
HISSIKUILU	0	1	
JULKISIVUTIILI	0	2	
LAATTAELEMENTTI	0	1	
LÄMMÖNERISTE	0	4	
ONTELOLAATTA	0	21	
PARVEKELAATTA	0	4	
PARVEKEPIELI	2	2	100,0%
PARVEKEPILARI	2	4	50,0%
SANDWICH-ELEMENTTI	0	2	
SISÄKUORIELEMENTTI	0	4	
TEKNIKKASEINÄ	0	3	
TL27	0	4	
VÄLISEINÄ	0	11	
6. krs	1	90	1,1%
HARKKOSEINÄ	0	9	
HISSIKUILU	0	1	
JULKISIVUTIILI	0	2	
LAATTAELEMENTTI	0	2	
LÄMMÖNERISTE	0	4	
ONTELOLAATTA	0	36	
PARVEKEKATTOLAATTA	0	4	
PARVEKEPIELI	0	2	
PARVEKEPILARI	1	4	25,0%
SANDWICH-ELEMENTTI	0	7	
SISÄKUORIELEMENTTI	0	4	
TEKNIKKASEINÄ	0	3	
VÄLISEINÄ	0	12	
7. krs	0	97	
ERISTE	0	27	
IV-KONEHUONE	0	2	
JULKISIVUTIILI	0	10	
KATOS	0	1	
LÄMMÖNERISTE	0	14	
SANDWICH-ELEMENTTI	0	9	
SISÄKUORIELEMENTTI	0	13	
TERÄSTUKI	0	21	
Alapohja	28	117	23,9%
HA-200	0	1	
KAIVUN_YP	0	16	
LAATTAELEMENTTI	0	3	
ONTELOLAATTA	0	32	
PARVEKEPIELI	1	27	3,7%
PARVEKEPILARI	3	5	60,0%
SA1	0	1	
SALAOJAKAIVO	0	3	
SOKKELIELEMENTTI	9	11	81,8%
SOKKELIPALKKI	15	18	83,3%
(tyhjä)	0	4803	
(tyhjä)	0	4803	
ANTURA	0	78	
CONTOUR_PLATE	0	28	



ERISTE	0	6
HARKKOSEINÄ	0	34
HISSINKATTOLAATTA	0	4
HISSINPOHJALAATTA	0	4
HORMI	0	15
IKKUNA	0	530
JULKISIVUPANELI	0	34
JULKISIVUTIILI	0	79
JÄLKIVALU	0	74
JÄNNEBETONIPALKKI	0	1
KAIVU	0	4
KAIVUN_YP	0	4
KERROSTASOLAATTA	0	96
KERROSTASOLAATTA_ERIS	0	17
KEVYTVÄLISEINÄ	0	285
kiilaparveke	0	25
KL150x150 - TAIVUTETT	0	13
KOHDISTUSPILARI	0	2
KUORIELEMENTTI	0	26
LAATTA	0	1
LAATTAELEMENTTI	0	6
LASISEINA	0	36
LEPOTASOLAATTA	0	14
LEVY	0	1
MURSKEPATJA	0	2
ONTELOLAATTA	0	261
ONTELOLAATTA_R	0	731
PA1	0	1
PALKKI	0	5
PARVEKEKATTO	0	20
PARVEKELAATTA	0	90
PARVEKEOVI	0	93
PARVEKEPIELI	0	99
PARVEKEPILARI	0	74
PD	0	16
PERUSPILARI	0	1
PESUHUONEENSEINÄ	0	308
PETRA-265-1600	0	1
PIELIELEMENTTI	0	43
PILARI	0	7
PILARIANTURA	0	10
PINTARAKENTEET	0	1
POISTUMISLATTIA	0	2
PORRASELEMENTTI	0	58
RANSK_PARVEKEOVI	0	44
SA1	0	1
SALAOJAKAIVO	0	2
SALAOJAPUTKI	0	10
SALAOJAPÄÄTY	0	20
SANDWICH-ELEMENTTI	0	5
SEPELITÄYTTÖ	0	2

SISÄKUORI	0	86	
SISÄKUORI+ERISTE	0	121	
SOKKELIELEMENTTI	0	63	
SORTUMALAATTA	0	2	
SW-ELEMENTTI	0	397	
SW-ELEMENTTI_SP	0	1	
TEKNIKKALAATTA	0	148	
TEKNIKKASEINÄ	0	94	
TIILILEUKA	0	2	
ULKO-OVI	0	48	
ULOKEPARVEKEKATTO	0	1	
ULOKEPARVEKELAATTA	0	1	
VSS_KATTO	0	2	
VSS_LATTIA	0	2	
VSS_SEINÄ	0	4	
VSS_SEINÄ_ERISTETTY	0	1	
VSS_SISÄKUORI_ERISTE	0	1	
VSS_SOKKELI	0	5	
VSS_SOKKELI_ERISTETTY	0	2	
VSS_YP_ERISTEET	0	1	
VÄLISEINÄ	0	423	
VÄLISEINÄNOSTO	0	68	
YP_ERISTEET	0	6	
(tyhjä)	0		
Kaikki yhteensä	108	6672	1,6%

0123456789 - ESIMERKKIPROJEKTI



Määrät

	01_LUONNOS	Kaikki yhteensä	
Lohko A	265	1036	25,6%
1. krs	48	273	17,6%
AKx		3	
CL		1	
CP		1	
CPx		19	
EB_PETRA		4	
Lx	4	9	44,4%
M-HS		72	
M-TS		20	
Ox	25	25	100,0%
PUURAK	2	2	100,0%
S1		17	
S3		1	
SKx		2	
TLx	5	5	100,0%
TSx	2	27	7,4%
Vx	10	65	15,4%
2. krs	47	97	48,5%
CL		1	
CP		1	
Lx	4	4	100,0%
M-HS		12	
Ox	25	25	100,0%
S1		24	
S3		12	
TLx	5	5	100,0%
TSx	2	2	100,0%
Vx	11	11	100,0%

3. krs	47	61	77,0%
CL		1	
CP		1	
Lx	4	4	100,0%
M-HS		12	
Ox	25	25	100,0%
TLx	5	5	100,0%
TSx	2	2	100,0%
Vx	11	11	100,0%
4. krs	69	84	82,1%
CP		1	
CXx		1	
Lx	4	5	80,0%
M-HS	2	14	14,3%
Ox	34	34	100,0%
S1x	12	12	100,0%
S3x	4	4	100,0%
TSx	2	2	100,0%
Vx	11	11	100,0%
5. krs	54	74	73,0%
S1x	13	31	41,9%
S3x	4	6	66,7%
T1	33	33	100,0%
T2	4	4	100,0%
Alapohja		447	
AK		13	
AKx		15	
AS1		3	
AS3		10	
CL		1	
CLx		48	
CP		1	
CPx		2	
CXx		10	
KAIVU		21	
Lx		10	
Ox		265	
PV-L		2	
PV-SA		2	
RER		2	
SALAOJAKAIVO		6	
TLx		36	
(tyhjä)			
Lohko B	455	833	54,6%
1. krs	67	78	85,9%
CLx	2	3	66,7%
ER	3	3	100,0%
HKx	1	1	100,0%
Lx	1	1	100,0%
M-TS	12	12	100,0%
M-TS1	3	3	100,0%

Ox	21	21	100,0%
PUURAK	1	1	100,0%
S1		3	
S2		5	
S4		2	
TLx	4	4	100,0%
TSx	4	4	100,0%
Vx	12	12	100,0%
Zx	3	3	100,0%
2. krs	64	237	27,0%
CLx	2	3	66,7%
CP		2	
ER	1	1	100,0%
HKx	1	1	100,0%
LER	4	70	5,7%
Lx	1	1	100,0%
M		2	
M-HS	9	9	100,0%
M-TS1	2	35	5,7%
Ox	21	21	100,0%
S1		20	
SK	1	1	100,0%
SKx	3	50	6,0%
TLx	4	4	100,0%
TSx	3	4	75,0%
Vx	12	13	92,3%
3. krs	65	71	91,5%
CLx	3	3	100,0%
CP		2	
ER	1	1	100,0%
HKx	1	1	100,0%
LER	4	4	100,0%
Lx	1	1	100,0%
M		2	
M-HS	9	9	100,0%
M-TS1	2	2	100,0%
Ox	21	21	100,0%
SKx	4	4	100,0%
TLx	4	4	100,0%
TSx	3	4	75,0%
Vx	12	13	92,3%
4. krs	65	71	91,5%
CLx	3	3	100,0%
CP		2	
ER	1	1	100,0%
HKx	1	1	100,0%
LER	4	4	100,0%
Lx	1	1	100,0%
M		2	
M-HS	9	9	100,0%
M-TS1	2	2	100,0%

Ox	21	21	100,0%
SKx	4	4	100,0%
TLx	4	4	100,0%
TSx	3	4	75,0%
Vx	12	13	92,3%
5. krs	67	72	93,1%
CLx	4	4	100,0%
CP		2	
CPx	2	2	100,0%
HKx	1	1	100,0%
LER	4	4	100,0%
Lx	1	1	100,0%
M		2	
M-HS	9	9	100,0%
M-TS1	2	2	100,0%
Ox	21	21	100,0%
S1x	2	2	100,0%
SKx	4	4	100,0%
TLx	4	4	100,0%
TSx	3	3	100,0%
Vx	10	11	90,9%
6. krs	79	90	87,8%
CP		1	
CPx	3	3	100,0%
CXx	4	4	100,0%
HKx	1	1	100,0%
LER	4	4	100,0%
Lx	2	2	100,0%
M-HS	9	9	100,0%
M-TS1	2	2	100,0%
Mx	2	2	100,0%
Ox	28	36	77,8%
S1x	7	7	100,0%
SKx	4	4	100,0%
TSx	3	3	100,0%
Vx	10	12	83,3%
7. krs	47	97	48,5%
ERISTE		27	
IV-KONEHUONE	1	2	50,0%
KATOS		1	
LER	4	14	28,6%
M-TS1	5	10	50,0%
S1x	9	9	100,0%
SKx	7	13	53,8%
T1	21	21	100,0%
Alapohja	1	117	0,9%
AK		15	
AKx		3	
AS1		3	
AS1x		1	
AS2		4	

AS3		1	
AS3x		1	
AS4		1	
CP		3	
CPx		2	
HKAx	1	1	100,0%
KAIVU		16	
Lx		3	
Mx		27	
Ox		32	
PV-SA		1	
SALAOJAKAIVO		3	
(tyhjä)	16	4803	0,3%
(tyhjä)	16	4803	0,3%
KE		9	
A2		2	
AS_440_GSI		10	
AS_440_HPv		10	
AS_440_HTH		22	
AS_440_MSI		3	
AS_520_HTH		18	
AS2x		12	
AS3x		6	
ASSEMBLY		28	
CL		90	
CLU		1	
CP		74	
CX		20	
CXU		1	
EB_KL150x150		13	
EB_PD		16	
ER		6	
ER1		6	
ER2		1	
HORMI		15	
IKK		520	
ILJA		5	
JK		2	
KAIVU		4	
KE_100_GSI		1	
KE2x		2	
KEx	10	12	83,3%
KOHDISTUSPILARI		2	
L		2	
L1		4	
L2		114	
L3		11	
LER		2	
LS1		36	
LS2		35	
Lx		6	

M		99	
M4x		41	
M-HS1		34	
MR		8	
M-TS1		79	
Mx		2	
O		990	
Ox		2	
P		6	
PETRA		1	
PO		137	
POIST_L		4	
PR	1	1	100,0%
PV-A		89	
PV-KA		4	
PV-L		75	
PV-PP		1	
P-VS1		308	
P-VS2		285	
PV-SA	1	1	100,0%
S1		14	
S1x		57	
S2		384	
S2x		1	
S3x		14	
SALAOJAKAIVO		2	
SALAOJAPUTKI		10	
SALAOJAPÄÄTY		20	
SB		5	
SC		2	
SK1		121	
SKx		1	
T		58	
TL		148	
TS		93	
UO		57	
V1		379	
V2		33	
V3		68	
VSS_AS	1	2	50,0%
VSS_K		1	
VSS_L	2	3	66,7%
VSS_S	1	1	100,0%
VSS-AS		5	
VSS-S		5	
Vx		6	
xx		25	
(tyhjä)			
Kaikki yhteensä	736	6672	11,0%