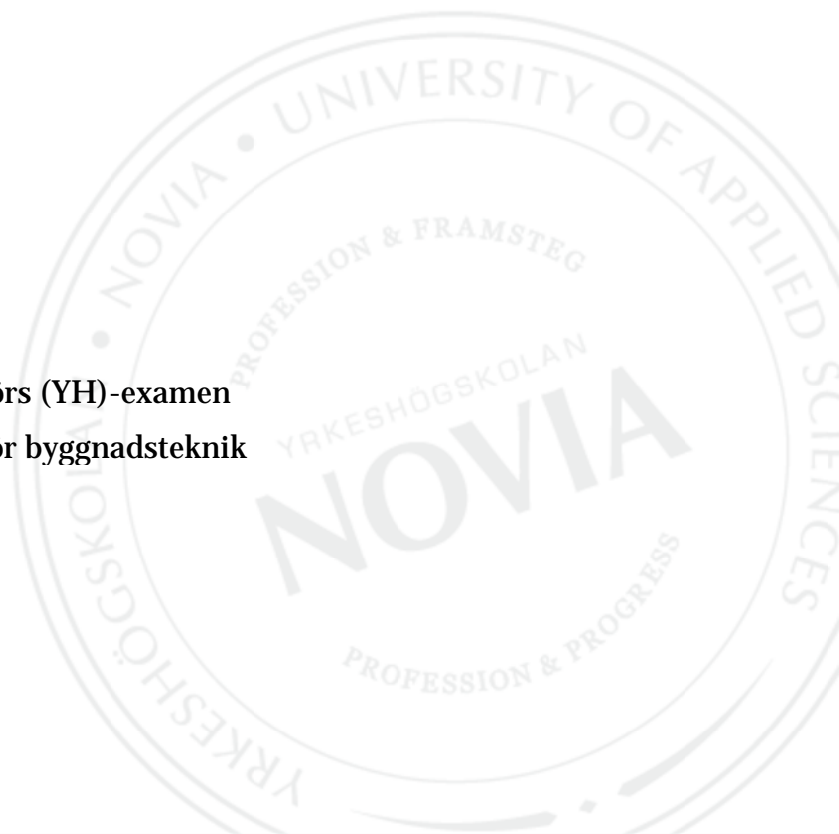


# **Implementering av 3D-design och BIM-hantering**

Martin Westerlund

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik  
Vasa 2015



## EXAMENSARBETE

Författare: Martin Westerlund  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Byggnadskonstruktion  
Handledare: Leif Östman

Titel: *Implementering av 3D-design och BIM-hantering*

---

Datum 14.04.2015

Sidantal 43

Bilagor 4

---

### Abstrakt

Detta examensarbete utfördes åt Polyplan Ingenjörbyrå i Vasa. Syftet med detta examensarbete var att hjälpa företaget att framta hjälpmedel och rutiner för företagets implementeringsprocess av 3D-modellering och BIM-baserad planering. Förfarandet inom detta område var för företaget relativt okänt och man ville få fram verktyg för att på ett enhetligt sätt kunna utveckla verksamheten.

Arbetet består av två huvuddelar, varav den första var att ta fram ritningsmallar och liknande i programvaran för att kunna inleda det fysiska arbetet. Följande del var att utarbeta en användarmanual för modelleringsförfarandet på företaget. Detta gjordes för att på ett enklare sätt åskådliggöra kraven på modelleringens utförande i dess olika faser. Manualen grundar sig i huvudsak på finskspråkiga Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 som utarbetats av bland annat Senatsfastigheter. YTV2012 definierar kraven för BIM-baserad planering av offentliga byggnader och kan därför ses som en god grund för att utveckla den verksamhet företaget idkar i dagsläget.

Textdelen består i huvudsak av en redogörelse för vilka regler och tillvägagångssätt som beskrivs i YTV2012 och som samtidigt är grunden för den företagsspecifika manualen som utarbetats. För att få fördjupning i själva modellerandet utarbetades slutligen en BIM-modell i Autodesk Revit. Syftet med modellen var att den skulle utföras enligt alla krav som anges i YTV2012 så den kan fungera som visuellt exempel vid oklarheter angående utförandekrav.

---

Språk: svenska

Nyckelord: BIM, modellering, YTV2012, modelleringsregler

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Martin Westerlund  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu  
Ohjaajat: Leif Östman

Nimike: *3D-suunnittelun ja tietomallinnuksen toteuttaminen*

---

Päivämäärä 14.04.2015

Sivumäärä 43

Liitteet 4

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Insinööritoimisto Polyplanille, joka on rakennusalan arkkitehtuuri- ja insinööritoimisto Vaasan alueella. Tarkoituksena oli auttaa yritystä nopeuttamaan sekä helpottamaan tietomallinnussuunnitteluprosessin toteuttamista. Tietomallisuunnittelun menettely oli tähän mennessä melko tuntematon ja yritys halusi kehittää apuvälineitä tähän prosessiin.

Työ koostuu kahdesta pääosasta, josta ensimmäinen oli piirustus pohjien ja vastaavien mallien valmistelu, jotta fyysinen työ voi alkaa. Seuraava osa oli käyttäjämanuaalin muodostaminen yritykselle. Tämä manuaali toimisi apuvälineenä suunnitteluprosessissa, jotta tietomallinnuksen säännöt ja vaatimukset voidaan havainnollistaa paremmin suunnittelun eri vaiheissa. Manuaali perustuu pääasiassa julkaisuun Yleiset tietomallivaatimukset 2012 joka on pääosin Senaatti-kiinteistöjen kehittämä. YTV2012 määrittelee julkisten rakennusten rakentamisen vaatimukset ja on tällöin hyvä lähtökohta yrityksen tietomallien laatimisessa, kun julkinen sektori on yritykselle suuri liikeala.

Tekstiosa on pääosin kuvaus YTV2012:n säännöistä ja vaatimuksista, ja toimii myös manuaalin perusteena. Lopuksi loin tietomallin Autodesk Revit -ohjelmistolla jotta saisin visuaalisen esimerkin siitä, miltä tietomallin pitäisi näyttää ja miten se pitäisi käyttäytyä kun noudatetaan YTV2012:n sääntöjä ja vaatimuksia.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: Tietomalli, Mallinnus, YTV2012, Mallinnussäännöt

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Martin Westerlund  
Degree Programme: Construction Engineering, Vaasa  
Specialization: Structural Design  
Supervisors: Leif Östman

Title: *Implementation of 3D-design and BIM-handling*

---

Date 14.04.2015

Number of pages 43

Appendices 4

---

### Summary

This Bachelor's thesis was made for Oy Polyplan Ab, an engineering bureau in Vaasa, Finland. The company's major business areas are architectural- and structural planning. The goal with this thesis was to help the company develop new routines and tools to make the implementation process of 3D modeling and BIM-based planning smoother.

The work consists of two major parts, of which the first part was to develop drawing templates and similar tools to facilitate the initial work. The following part was to create a company-specific user's guide to support the actual BIM-modeling at the company. The user's guide would also help to better illustrate the rules and requirements of the modeling in different phases of the planning process. The theory which the user's guide is based on originates mainly from the Finnish Common BIM Requirements 2012. COBIM2012 is mainly developed by Senaattikiinteistöt and is created to set a standard for BIM-based planning and building of public buildings in Finland. The COBIM2012 was seen as a natural point to start from, because one of the company's major business areas is in the public sector.

The textual part of this thesis consists mainly of a description of which rules and guidelines are given in COBIM2012. These also act as base in the user's guide created for the company. Finally a BIM model was created in Autodesk Revit to act as a visual example showing how the model should be executed when following the rules and guidelines given in COBIM2012.

---

Language: Swedish

Key words: BIM, Modeling, COBIM2012

---

## Terminologi

Här presenteras centrala begrepp som förekommer regelbundet i arbetet. Detta för att läsaren ska kunna relatera till vad hen läser.

**BIM** – *Building Information Model / Modelling*. BIM kan sammanfattas som en process som handlar om att skapa och använda en intelligent 3D-modell utifrån vilken man planerar projekt, men även informera och förmedla projektbeslut. Då man talar om BIM inom byggnadsbranschen menar man i första hand tredimensionell planering av byggnadsobjektet. Denna process underlättar samarbete mellan olika planeringsgrenar såsom bygg, el och VVS. Detta möjliggör även kollisionskontroller och ökat samarbete tidigt i planeringsprocessen. (BIM: Building Information Modeling. Autodesk.)

**IFC** – *Industry Foundation Classes*. IFC är en gemensam definition av datastruktur för BIM-modeller. Med IFC menar man ofta även öppen dataflyttningsform (ifc-data) med vilken modeller kan överföras mellan olika programvaror utan att vara beroende av att alla parter använder samma programvara, t.ex. om man överför en Revit-modell till Teklas programvara. (buildingSMART Finland)

**CAD** – *Computer Aided Design*. Datorbaserad planering. CAD-planering varit praxis inom de flesta grenar av teknisk planering sedan 1990-talet. Den väntas på sikt fasas ut av BIM-planering som kan ses som följande naturliga steg i den tekniska utvecklingen i planeringsprogramvaror.

**2D** – Förkortning av tvådimensionell. Det rumspektiv där längd och bredd uppfattas. Traditionella pappersritningar är tvådimensionella och består i allmänhet av en plan ritningsvy av utvalt område som skrivs ut på ritningspapper.

**3D** – Förkortning av tredimensionell. Rumspektiv där längd, bredd och djup uppfattas. Planering i 3D skapar en bättre förståelse för hur det slutliga resultatet kommer att se ut då detta bättre överensstämmer med verkligheten än 2D-ritningar.

**Revit** – Modelleringsmjukvara för BIM-baserad planering. Programmet levereras av amerikanska Autodesk som även är leverantör av branschledande Cad-programvara.

**Ritningsmall** – Underlag för ritningar som skapas i planeringsprogramvaran. De flesta företag använder sig av ritningsmallar då man framställer ritningar. Dessa mallar används för att spara tid genom att automatisera rutinmässigt arbete och även för att skapa enhetlighet i ritningarnas utseende.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>1</b>
1.1	Företaget .....	1
1.2	Nuläge .....	2
1.3	Översikt av innehåll .....	2
<b>2</b>	<b>Bakgrund .....</b>	<b>3</b>
2.1	Metodik .....	3
2.2	Huvudmålen med BIM-modellering .....	5
2.3	Datastruktur .....	6
2.4	Skillnader mellan BIM och konventionell planering .....	6
2.5	Standardisering och regelverk .....	7
2.5.1	Globala läget .....	7
2.5.2	Läget i Finland .....	7
2.5.3	YTV 2012 .....	8
<b>3</b>	<b>Grunder för standardiserad BIM-process .....</b>	<b>9</b>
3.1	Allmänt .....	10
3.2	Programvara .....	10
3.3	Måttenheter, måtnoggrannhet och koordinatsystem .....	11
3.4	Hantering av programverktyg .....	13
3.5	Byggnaders indelning i våningar och block .....	14
3.6	Modellbeskrivning .....	15
3.7	Publicering av modell .....	16
3.8	BIM-koordinator .....	17
<b>4</b>	<b>Kartläggning av utgångsläge .....</b>	<b>18</b>
4.1	Tomt och omgivning .....	18
4.2	Krav på mätningar och mätutrustning .....	19
4.2.1	Nivå 1 - Laseravståndsmätningar och befintliga ritningar .....	19
4.2.2	Nivå 2 - Takymetermätningar .....	19
4.2.3	Nivå 3 - Laserskanning .....	20

4.3	Krav på undersökningar, förklaringar och inventeringar.....	20
4.3.1	Nivå 1 - Rumsbeteckningar och delars allmänna typbeskrivning .....	20
4.3.2	Nivå 2 - Inventering av utrymmen och delars typbeskrivning .....	21
4.3.3	Nivå 3 - Byggnadens historie- och undersökningsdata .....	21
<b>5</b>	<b>Modellering av utgångsläge.....</b>	<b>22</b>
5.1	Tomt och omgivning.....	23
5.2	Inventeringsmodellens noggrannhetsnivå.....	23
<b>6</b>	<b>Modelleringskrav i projektets olika faser .....</b>	<b>24</b>
6.1	Modellens noggrannhetsnivå .....	25
6.1.1	Nivå 1 - Utrymmesmodell .....	26
6.1.2	Nivå 2 - Byggnadsdelsmodell .....	26
6.1.3	Nivå 3 - Detaljerad byggnadsdelsmodell.....	26
<b>7</b>	<b>Kvalitetssäkring.....</b>	<b>27</b>
7.1	Kvalitetssäkringsprocessen ur beställarens synpunkt .....	28
7.2	Kvalitetssäkringsprocessen ur planerarens synpunkt .....	28
7.3	Organisering av kvalitetssäkringen.....	29
7.4	Granskningspunkter och deras innehåll .....	30
7.4.1	Granskning som utförs av planeraren.....	30
7.4.2	Granskning som utförs av planeringsgruppen.....	31
7.4.3	Granskning som utförs av beställaren .....	32
7.5	Metoder för granskning av modell.....	33
7.6	Modeller som granskas .....	33
7.7	Ansvar.....	35
<b>8</b>	<b>Samarbete inom projekt .....</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>Användarguiden.....</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>Sammanfattning och diskussion .....</b>	<b>41</b>
	<b>Källförteckning .....</b>	<b>43</b>

## **Bilagor**

Bilaga 1	Exempel på modellbeskrivning
Bilaga 2	Inventeringsmodellering - Detaljnivåer
Bilaga 3	Granskningsblanketter för olika modeller
Bilaga 4	Användarguide Revit ARK 2015, Oy Polyplan Ab (Sekretessbelagd i enlighet med rutin GQAP26, Novia beslut 07/15)



# 1 Inledning

Detta examensarbete på yrkeshögskolenivå (Bc) är utfört åt Oy Polyplan Ab i Vasa. Idén till arbetet växte stegvis fram under sommaren 2014 då jag sommarjobbade som arkitekt-/konstruktionsplanerare på företaget. Under hösten fortsatte jag på företaget genom att utföra min företagsförlagda utbildning (FFU) där. Under diskussionerna framkom det att man på företaget redan under en tid övervägt att ta steget från att nästan uteslutande arbeta i 2D till att även modellera i 3D, men att implementeringen av detta arbetssätt haltat och tidvis stagnerat bl.a. på grund av tidsbrist. Slutligen konstaterades att en nystart gällande detta bör fås till stånd för att nu införa 3D modellering på allvar inom företaget.

Min roll i detta projekt har varit bland annat att ta fram företagsspecifika ritningsmallar, skapa ett gemensamt grundbibliotek för programkomponenter och att i samråd med företagets representanter skapa en företagsspecifik användarguide för att underlätta användningen av programvaran. Denna rapport består i huvudsak av att presentera teorin som använts som utgångspunkt för detta utvecklingsarbete i företaget. Att få ta del av denna utvecklingsprocess har varit väldigt intressant och givande inför framtida utmaningar inom området. Mitt personliga intresse av 3D-modellering väcktes redan under tidigt 2000-tal då dataspelet The Sims kom ut på marknaden. Detta var förstås innan begrepp som "BIM" hade myntats eller jag hade tagit steget in i byggnadsbranschen. Man kan ändå konstatera att i tankesätten och hanteringen av dessa två kan skönjas en hel del likheter.

## 1.1 Företaget

Oy Polyplan Ab är ett Vasaföretag, grundat år 1969. Företaget har ända sedan starten utfört arkitekt- och konstruktionsplanering samt skött projektledningsuppdrag. Företagets uppdragsgivare har under åren varit allt från företag, byggnadsfirmor, industrier och privatpersoner till städer, kommuner, banker, affärsverk, försäkringsbolag och staten. Som handledare på företaget har fungerat Petri Naapanki(BI) och Roland Björkqvist (VD).

## 1.2 Nuläge

På företaget använder man sig i dagsläget i huvudsak av AutoCad vid uppförande av ritningar och andra likvärdiga byggnadsdokument. Detta har då främst skett i 2D. Man har på företaget under en tid planerat att delvis övergå från AutoCad till Revit för att i närmaste framtiden också modellera i 3D. Detta för att modernisera och utveckla verksamheten samt förbättra samarbetet med andra planeringsgrenar. Då man först började planera att införskaffa BIM-programvara studerade man program från olika leverantörer. Att direkt övergå till Revit var ingen självklarhet. Efter att ha jämfört olika program tillgängliga på marknaden valde man Revit som är Autodesk's BIM-programvara. Detta sågs som en naturlig fortsättning eftersom även AutoCad hör till Autodesk's programpalette. Att inom företaget ha kunskaper och möjlighet att genomföra projekt som BIM-process antas inom några år vara avgörande ifall man vill delta i planering av större projekt, då allt fler aktörer inom branschen riktar in sig på denna typ av arbetsprocess.

## 1.3 Översikt av innehåll

Det första som behandlas i arbetet är bakgrunden till ämnet och hur BIM-baserad planering skiljer sig från den konventionella planeringsprocessen. Som följande tas standardisering och regelverk upp, såväl globalt som nationellt. I tredje kapitlet går jag djupare in på arbetssätt och metodik som rekommenderas för ett enhetligt modelleringsförfarande. Efter att ha inlett med en del teoretisk bakgrund och fakta har jag fortsatt till kartläggning och modellering av utgångsläge, som är en central del av planeringen vid sanerings- och ombyggnadsprojekt. Eftersom saneringssidan i dagsläget omsätter mer än nyproduktionen ansåg jag att en utredning av detta är av yttersta vikt. Kapitel sex handlar om vilka krav som ställs på modelleringen under projektets olika faser gällande noggrannhet och utförande. Kvalitetssäkring anses i YTV2012 vara en väldigt central del av modelleringsprocessen och har därför tillägnats därpå följande kapitel. Kapitel åtta har jag valt att kalla samarbete inom projekt. Här har jag undersökt hur BIM-implementeringen framskrider hos andra parter inom byggnadsprocessen utöver planeringsbyråerna. Detta har gjorts genom att intervjua arbetsledare och tjänstemän på några företag inom byggnadsbranschen i Vasa-området.

Den sista konkreta punkten i arbetet är en beskrivning av hur jag gått till väga när jag tagit fram användarguiden åt Polyplan. Arbetet avslutas med kapitlet ”Sammanfattning och diskussion” där jag går igenom hur arbetet gått, och problem som uppstått. I detta kapitel har jag även reflekterat över framtida utveckling gällande standarder och regelverk inom området och vad den egentliga nyttan med examensarbetet varit.

## **2 Bakgrund**

BIM modellering härstammar ursprungligen ur ett initiativ att förbättra byggnadsprocessen som helhet. De senaste tio åren har detta område utvecklats explosionsartat och utvecklingen kommer antagligen inte stanna av i första taget. BIM-baserade arbetsprocesser kan ses som ett ypperligt verktyg för att uppnå en s.k. ”Lean-process” där man strävar efter att minimera onödigt arbete och avfall samtidigt som man ökar värdet av den fysiska produkten ur kundens ögon. Studier har visat att en övergång från konventionellt planeringsförfarande till BIM-baserad planering ger direkta fördelar och ökar förutsättningar för en mera ingående nivå av Lean-tänkande. Detta möjliggörs genom att gemensam planering i modellform ger bättre insyn för alla i projektet inblandade parter samtidigt som risken för misstag och felaktigheter minskar, något som direkt kan ses som kostnadsbesparande under planeringsprocessen. (Dave B., Koskela L., Kiviniemi A., Owen, R. & Tzortzopoulos, P., 2013, s. 1-10), (Roupé M., Viklund-Tallgren M., Johansson M. & Andersson R., 2014, s. 6).

### **2.1 Metodik**

Arbetsprocessen inleddes med litteraturstudier. Under detta skede fördjupade jag mig med de för projektet väsentliga delarna av finskspråkiga Yleiset Tietomallivaatimukset. Detta gjordes för att bättre få förståelse för vilka krav som ställs på BIM-modellering vid planering av offentliga byggnader. För att få ett mer vetenskapligt perspektiv av ämnet valde jag även att studera verk som Arto Kiviniemi varit med och tagit fram. Kiviniemi är professor i digital arkitektonisk design och anses vara en av de ledande experterna inom BIM-området.

Tack vare Kiviniemi har man i Finland i ett tidigt skede gått in för BIM-baserade programvaror, något som banat väg för utvecklingen av ledande modelleringsprogramvaror som Tekla Structures.

Det praktiska arbetet inleddes på Polyplan med en grundkurs i modelleringsprogrammet Autodesk Revit. Skolningen hölls av Petteri Höstman från företaget Arksystems som är en certifierad samarbetspartner med Autodesk. Skolningen ordnades för att förbättra den grundläggande förståelsen för programvaran och tillämpningen av denna.

Själva utvecklingsarbetet utfördes i två etapper, varav den första bestod av att ta fram ritningsmallar och liknande i själva programvaran. Etapp två utfördes genom att utforma en manual åt företaget. Manualens innehåll bestämdes i samråd med kontaktpersonerna på företaget. Manualens första del består av en stödjande funktion som består av anvisningar för hantering och anpassning av mjukvaran. Detta gjordes för att man i inledningskedet ska kunna ta vardagligt stöd av detta vid modelleringen. Anvisningarna grundar sig dels på anteckningar gjorda under det tidigare nämnda kurstillfället. Då jag utarbetade anvisningarna kom jag till att skriftliga anvisningar är osmidiga och lätt kan feltolkas. Då personalstyrkan på företaget består av både finsk- och svenskspråkiga ansåg jag att det var viktigt att skapa material som skulle vara till nytta oberoende arbetspråk. Detta problem löstes genom att utöver skriftliga anvisningar också använda Windows-applikationen Problem Steps Recorder. Applikationen möjliggör inspelning av aktivitet på datorn som sedan kan sparas som en fil innehållande bildspel över aktiviteten. Genom att använda mig av detta fick jag samtidigt användarguiden att fungera lika bra på såväl svenska som finska, något jag ser som en stor fördel.

Vidare innehåller manualen anvisningar om modelleringskrav och kvalitetssäkring. Dessa punkter är baserade på YTV2012 och beskrivs mera ingående i kapitel 3-7 i denna text. Efter att manualen färdigställts testades den på en ur personalen på Polyplan för att erhålla synpunkter och förbättringsförslag. För att ytterligare visualisera modelleringsprocessen och för att personligen fördjupa mig i programvaran framtogs en inventeringsmodell av en tidigare konventionellt planerad fastighet. Modelleringen utfördes i Revit, då detta är programvaran som skall komma att användas på företaget.

Som sista punkt i arbetet valde jag att undersöka hurdana erfarenheter och synpunkter av BIM som finns hos några av företagets samarbetspartners. För att få en bättre överblick av hur BIM-baserade arbetssätt har fått fotfäste inom byggnadsbranschen i Vasaregionen intervjuades en platschef från ett för orten typiskt byggnadsföretag och en VD för ett annat lokalt byggföretag specialiserat på saneringar.

## 2.2 Huvudmålen med BIM-modellering

Målet med att planera och bygga fastigheter och byggnader stödda av en BIM-modell är att höja kvaliteten, effektiviteten och säkerheten kring projektet. En BIM-modell ska samtidigt även stödja utvecklingen av hållbart byggande och fungera som underlag för såväl planerings- och byggprocessen som för upprätthållandet och stödandet av byggnadens hela livscykel. Användandet av BIM-modeller gynnar byggnaden under hela dess livscykel, direkt från planeringens början, genom byggprocessen och även senare under byggnadens brukstid. (RT 10-992).

*Användande av BIM-modeller möjliggör och underlättar följande processer:*

- Stöd vid investeringsbeslut genom att lättare klargöra tekniska lösningar, funktioner och kostnader.
- Energi-, miljö- och livscykelanalyser, och utredning av hur dessa påverkas genom val av olika lösningar och alternativ.
- Visuella analyseringsmöjligheter i större omfattning än tidigare.
- Förbättrande av kvalitetssäkring, överföring av data mellan planeringsgrenar och effektivisering av planeringsprocessen som helhet.
- Möjlighet att under bruk och underhåll av byggnader bättre utnyttja data från planeringsskedet genom att projektspecifikt sträva efter tyngdpunkter och mål med modelleringen.
- Fungera som stöd under beslutsprocesser.
- Göra olika berörda parter införstådda med projektet.
- Höja kvaliteten på såväl byggnadsprocessen som den slutliga produkten.
- Förbättra säkerheten under både byggnadsprocessen och byggnadens fortsatta livscykel genom bättre och noggrannare planering. (YTV2012 Osa 2, 5).

## 2.3 Datastruktur

Inom byggnadsbranschen har man vanligtvis många parter som samarbetar inom ett projekt och strävar efter en lyckad gemensam slutprodukt. Denna typ av intensivt samarbete kräver mycket av mjukvaran som jobbet utförs i och kompatibiliteten mellan dessa. Traditionellt har alla planeringsdiscipliner använt egna program som i sin tur genererat datafiler av många olika format. Redan i början av 1990-talet insåg man att detta i framtiden kommer att resultera i samarbetssvårigheter och bekymmer. År 1994 inledde man arbetet med att skapa förutsättningar för en öppnare datastruktur och ett gemensamt dataformat som kom att kallas IFC (Industry Foundation Classes). Trots att detta varit tillgängligt i nästan 20 år har implementeringsnivån av denna teknik hittills varit väldigt låg. Övergången till detta format ses som något som ytterligare kan revolutionera BIM-planering och lyfta det till helt nya nivåer med avseende på samarbete, något som är väldigt centralt då man är flera parter som gemensamt arbetar med samma projekt.

(Laakso M & Kiviniemi A, 2012, s. 1), (Thein V., 2011, s. 1-3).

## 2.4 Skillnader mellan BIM och konventionell planering

Den största skillnaden mellan en BIM-baserad planeringsprocess och en traditionell planeringsprocess är i första hand mängden material, såväl elektroniskt som fysiskt som behövs i processen och som cirkulerar mellan projektets berörda parter och planeringsgrenar. Vid planering med konventionell CAD-programvara kan mängden dwg-filer och motsvarande vid större projekt växa sig stor, samtidigt som även mängden pappersutskrifter i form av ritningar och andra snarlika dokument är omfattande. Med hjälp av en BIM-baserad planeringsprocess är det meningen att detta skall gå att lösa smidigare genom att endast arbeta i en BIM-modell som alla berörda parter har tillgång till på sätt eller annat, t.ex. genom en gemensam projektservr eller molntjänst. Detta möjliggör att alla har tillgång till det senast uppdaterade materialet genast och inte behöver förlita sig till utdaterade pappersritningar t.ex. vid material- och kostnadsberäkningar. Genom att ha en gemensam modell som alla parter använder och som kontinuerligt uppdateras uppstår inte problem med att ritningar inte överensstämmer på grund av revisioner och liknande. Detta minskar risken för felande länkar i planeringskedjan.

(Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL.)

## 2.5 Standardisering och regelverk

BIM-programvaror förekommer idag i ganska stor utsträckning och i flera olika varianter. Efter att branschen i några år nu stegvis vant sig med denna typ av arbetsredskap har man kommit till en punkt där själva modelleringen inte är någon oklarhet för branschfolket, men eftersom det är frågan om ett helt nytt förfaringssätt inom planering har man nu insett att standardisering inom ämnet behövs på grund av den diversitet som finns bland aktörerna.

### 2.5.1 Globala läget

I USA, varifrån BIM-processtänket har uppkommit, har man utarbetat The National BIM Standard-US. Även i Sverige avancerar man nu forcerat inom BIM-baserad planering och även där efterlyser man standardiserade förfaringssätt för BIM-processer, något som även är på väg i Finland.

### 2.5.2 Läget i Finland

Som ofta i sådana här sammanhang är det de större aktörerna inom branschen som drar igång och skapar egna standardiseringsförfaranden varefter dessa läggs som grund för hela branschens standardförfarande, detta gäller även i detta fall. Senatsfastigheter, som är ett statligt affärsverk underställt finansministeriet och därmed även finska staten, är en av de största aktörerna inom fastighetssektorn i Finland. Senatsfastigheter som både innehar och bygger stora byggnader, har redan i ett tidigt skede infört BIM i sina krav på planeringsprocesser på deras projekt och kan därför ses som föregångare inom BIM i Finland. På Senatsfastigheter började man så tidigt som 2001 med att prova metoden i några pilotprojekt, som man sedan utvärderade och studerade för att få underlag för standardisering. Utifrån detta valde man att kräva IFC-standardiserade BIM-modeller vid planering av deras projekt. År 2007 publicerade man den första versionen av något som kan ses som standardförfarande. Efter att den första versionen publicerats startade man år 2011 tillsammans med flertalet aktörer inom branschen, såväl planerings- som byggföretag upp COBIM-projektet – Common BIM Requirements. (Rakennuksen Tietomallinnus).

Syftet med projektet var att tillfredsställa det standardiseringsbehov som uppstått av den snabba och fortgående utvecklingen inom området. Projektet slutfördes år 2012, varefter man publicerade den uppdaterade versionen av standarden, numera kallad Common BIM Requirements 2012 eller på finska; YTV 2012, Yleiset Tietomallivaatimukset 2012. Denna samling av anvisningar är det närmaste man kan komma en BIM-standard i Finland och är i och med detta ett viktigt verktyg i detta examensarbete, vars syfte är att skapa ett standardiserat tänkande och handlande i BIM-processen genast från första början.

### 2.5.3 YTV 2012

I YTV 2012 går igenom minimikrav på nivån av modellens utförande. Minimikraven som framställs skall följas i alla byggprojekt, där denna typ av standardisering är i bruk. Utöver minimikraven som anges kan man vid behov även höja grundkraven inom vissa områden projektspecifikt.

I inledningen av YTV2012 står det skrivet att varje delaktig part i projektet skall, förutom delen som handlar om ens eget planeringsområde även göra sig införstådd med åtminstone den allmänna delen (del 1) och delen gällande kvalitetssäkring (del 6). Projektledningen och de som är delaktiga i ledning och styrning av projektet är dock skyldiga att studera samtliga punkter i YTV2012 som en helhet. (YTV2012, Osa 1).

**YTV 2012 består av 14 delar enligt följande:**

1. **Yleinen osuus**  
(Allmän del)
2. **Lähtötilanteen mallinnus**  
(Utgångslägets modellering)
3. **Arkkitehtisuunnittelu**  
(Arkitektplanering)
4. **Talotekninen suunnittelu**  
(Husteknisk planering)
5. **Rakennesuunnittelu**  
(Konstruktionsplanering)
6. **Laadunvarmistus**  
(Kvalitetssäkring)
7. **Määrälaskenta**  
(Mängdberäkning)



8. **Mallien käyttö havainnollistamisessa**  
(Modellens användning för visualisering)
9. **Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä**  
(Modellens användning för analys av husteknik)
10. **Energia-analyysit**  
(Energi-analyser)
11. **Tietomallipohjaisen projektin johtaminen**  
(BIM-baserad projektledning)
12. **Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana**  
(BIM-modellens användbarhet vid bruk och underhåll av byggnad)
13. **Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa**  
(BIM-modellens användbarhet under byggprocessen)
14. **Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa**  
(BIM-modellens användbarhet för byggnadstillsynen)

### 3 Grunder för standardiserad BIM-process

Detta arbete är en del av ett projekt som i huvudsak handlar om att få igång en fungerande BIM-process på företaget. I och med detta har jag valt att lägga tyngdpunkten i de tre första delarna av YTV2012 som behandlar BIM-processen allmänt, modellering av utgångsläge och arkitektplanering. Dessa punkter kan ses som de mest grundläggande och som man grundligt bör ha studerat för att lyckas genomföra en planeringsprocess enligt BIM-metodik. Varefter arbetet och utvecklingen gällande detta inom företaget framskrider kan det vara på sin plats att ytterligare fördjupa sig med flera områden inom YTV2012, såsom mängdberäkning och BIM-baserad projektledning. För att inte göra projektet för övermäktigt direkt från början så har det beslutats att ta en del i gången.

Eftersom det i YTV2012 uttryckligen står skrivet att samtliga parter bör bekanta sig med kapitlet gällande kvalitetssäkring behandlas även detta. Slutligen studeras kapitlet gällande visualisering ytligt, detta för att en visualisering av planeringsobjektet ofta blir aktuellt i något skede av planeringen då man jobbar enligt BIM-process.

### 3.1 Allmänt

Detta kapitel handlar om att klargöra kraven gällande kvalitet, utseende och utförande som ställs i YTV2012, eftersom dessa krav används som grundpelare i den företagsspecifika manual som utarbetats. Denna manual är även programspecifikt kopplad till Revit-programvaran, då denna skall komma att användas på företaget inom den närmaste framtiden.

Följande punkter som går igenom är inte företagsspecifika eller programspecifika utan tillämpning att dessa krav gäller för samtliga aktörer och programvaror inom planeringsbranschen i Finland. Genomgång av detta krävs då avsaknad av svenska dokument inom detta är ett faktum inom branschen och dessa typer av dokument kan i allmänhet upplevas som tunga eller svåra att läsa.

### 3.2 Programvara

I offentliga projekt i allmänhet bör användas program som har minst IFC 2x3 certifiering. Projektspecifikt kan det dock ställas särskilda krav gällande IFC version eller annan för projektet behövlig specialegenskap på programvaran. IFC certifieringen är av stor vikt då denna möjliggör mera utpräglat och programöverskridande arbete än tidigare. (YTV2012 Osa 1, 6).

De vanligaste programvarorna på den finska marknaden idag är för arkitektplanering ArchiCad (Graphisoft) och Revit (Autodesk). Inom konstruktionsplanering används Tekla Structures i stor utsträckning. FEM-program (Analysprogram som bygger på finita elementmetoden) finns att fås från flera leverantörer. Bland programvaror som lämpar sig för t.ex. byggherre och övervakare kan nämnas Solibri Model Checker. Samtliga nämnda programvaror har erhållit IFC-certifiering som behövs för att uppfylla tidigare nämnda krav.

(<http://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/>)

### 3.3 Måttenheter, måttnoggrannhet och koordinatsystem

I ett projekt strävar man alltid efter att definiera projektets koordinatsystem så att hela projektområdet befinner sig på den positiva delen av koordinatsystemet och att dess origo befinner sig i närheten av byggnaden som planeras. Användning av kommunens koordinatsystem rekommenderas inte, då BIM-modellens verkliga läge och avstånd till origo kan orsaka problem i flertalet planeringsprogramvaror. Negativa koordinattal är i dagens läge inte något stort problem då programvarorna som används har utvecklats betydligt de senaste åren. I och med detta är det möjligt att placera origo så, att det planerade området delas i positiva och negativa koordinater. Detta skapar dock en riskfaktor då man kan ta fel på punkter på olika sidor om origo, med samma siffor men olika förtecken.

*Projektkoordinatsystemets placering* i förhållande till kommunens koordinatsystem bör dokumenteras med hjälp av minst två fixpunkter. Dessa fixpunkters koordinater definieras i både x- och y-led i såväl projektets interna koordinatsystem som i kommunens officiella koordinatsystem. Ett alternativt sätt att definiera projektets verkliga placering är att med hjälp av en fixpunkt och vektorer fixera byggnaders läge. Denna metod kan dock, framför allt på stora avstånd ses som mer otillförlitlig och skapar större avvikelser än den tidigare nämnda metoden. För att sedan konvertera koordinaterna från det projektspecifika koordinatsystemet till kommunens officiella koordinatsystem används Helmert–Transformation. Bestämning av vilket koordinatsystem som används bestäms senast då skapandet av utrymmesmodellen inleds. Efter detta bör möjliga ändringar i koordinatsystem meddelas och godkännas av samtliga planeringsdiscipliner inom projektet samt av projektchefen. Eventuella ändringar bör även dokumenteras på planeringsmöten.

*Tomtens modellering* utförs i samma koordinatsystem som byggnaden modelleras i. Med tomtens modellering menas byggnadsplatsens omgivning, såsom gårdsplan, växtlighet, trafik- och områdesbyggnation. Detta krav kan dock bortses vid sådana fall då exceptionellt omfattande infrabyggnationer ingår i projektet.

(YTV2012 Osa 1, 7).

*Höjdläget* på BIM-modellen anges alltid som verklig höjd över havet enligt kommunens officiella höjdsystem. Detta ställs in vid start av nytt projekt och behöver därför inte transformeras om i senare skede.

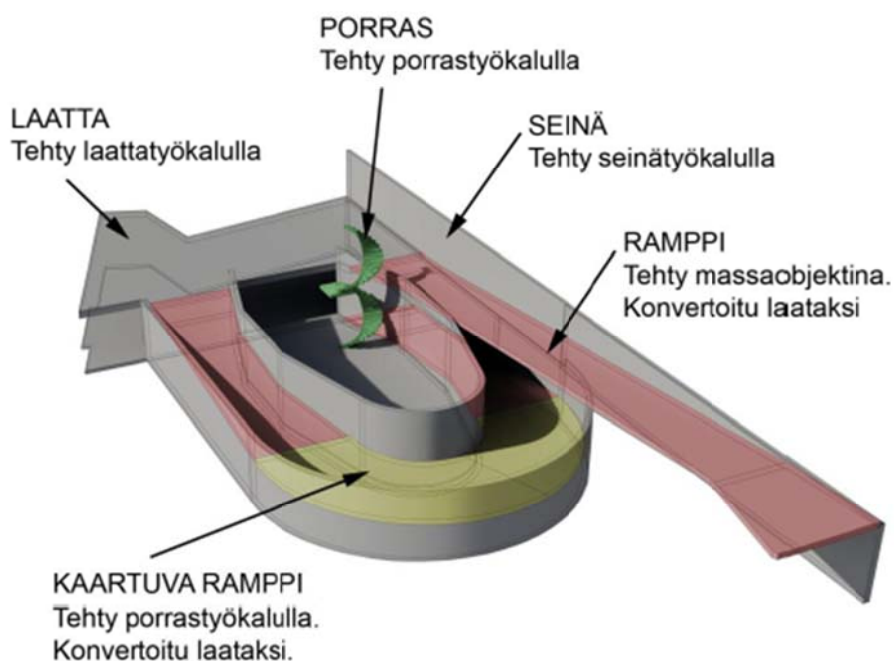
*Måttenhet* som alltid används vid modellering av byggnader är jämna millimeter. Under modelleringens första skeden, innan byggnadsdelsmodellen är det tillåtet att använda anslutningsmått medan man senare bör använda verkliga mått. Detta betyder att man i arkitektmodellen inte behöver planera in monteringsmåner runt t.ex. dörr- och fönsterhål utan nominella mått kan användas som mått på dessa typer av byggnadsdelar.

För att klargöra nominella mått ytterligare kan nämnas att mått på dörrar och fönster i allmänhet anges som modulmått där en modul (1M) = 100mm. En vanligt förekommande mellandörr får således beteckningen 9 x 21 M som teoretiskt motsvarar 900 x 2100 mm. Detta mått som anges är den teoretiska storleken på öppningen som krävs för att dörren eller fönstret skall kunna monteras i öppningen. Karmens yttermått är dock i verkligheten mindre än detta (i detta fall 890 x 2090mm) för att man på ett smidigt sätt skall erhålla tillräcklig monterings- och isoleringsmån i öppningen. ([http://www.jeld-wen.fi/ohjeet/mitoitus/sisaovien\\_mitat/](http://www.jeld-wen.fi/ohjeet/mitoitus/sisaovien_mitat/))

Vid modellering av byggnadsdelsmodellen bör verkliga mått användas på samtliga objekt och nominella anslutningsmått är inte i detta skede längre tillåtet. Värt att komma ihåg är att alla måttnoggrannheter och måttavvikelser noggrant dokumenteras samtidigt som den gemensamma policyn på projektnivå bestäms i ett tidigt skede och meddelas samtliga berörda parter. Man bör även tänka på att ju noggrannare den tidigare modellen är utförd desto större nytta har man av den vid nästa skede av modelleringen då noggrannhetsnivån höjs ytterligare. (YTV2012 Osa 1, 7).

### 3.4 Hantering av programverktyg

Vid modellering är det av yttersta vikt att man använder programvarans för ändamålen specifika verktyg. Detta gäller i alla skeden av modelleringsprocessen och inverkar stort på modellens slutliga kvalitet. Med detta menas att man t.ex. modellerar väggar med verktyg som är avsett för modellering av väggar, golv utförs med golv-verktyg och så vidare. Byggnadsdelar som inte har egna specifikt för delen uttänkta programverktyg modelleras på bästa tänkbara sätt med de verktyg som finns till hands, varefter denna avvikelse noggrant dokumenteras i den modellbeskrivning som alltid skapas åt varje projekt och som medföljer modellen ifall denna skickas vidare till annan part. Ett exempel på detta kan vara om man skapar ett objekt som fritt massaobjekt och därefter konverterar det till en annan typ av objekt. På bilden nedan ses exempel på hur detta har tillämpats i praktiken. (YTV2012 Osa 1, 8).



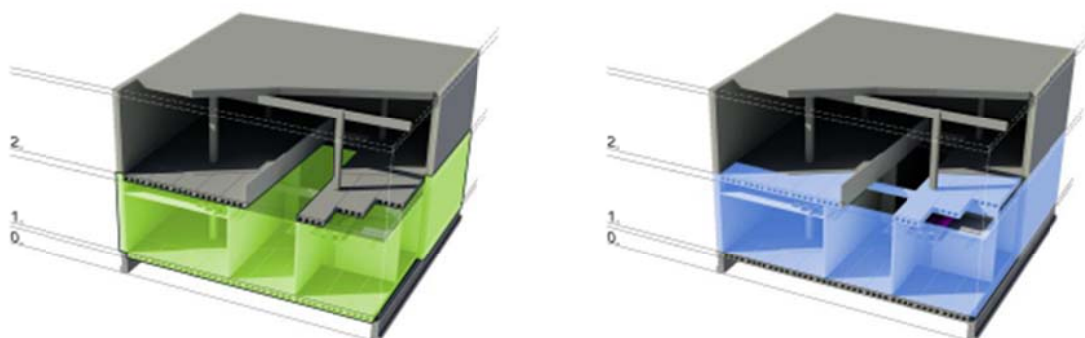
Figur 1: Förtydligande av verktygsanvändning (YTV 2012, Osa 1, 8).

### 3.5 Byggnaders indelning i våningar och block

Standardkraven är att samtliga planeringsdiscipliner modellerar byggnaden våningsvis fastän modelleringsprogramvarorna även stöder andra sätt att modellera. Detta grundar sig i att analyser som kan göras i modellen oftast utförs våningsvis och att även byggnadens användare och användningsändamål ofta fördelas våningsvis. Projektspecifikt kan avvikelser i detta tolereras ifall man finner att genomförandet gynnas på sätt eller annat av detta.

Varje enskild byggnad bör av praktiska skäl modelleras som en självständig modell. Vid behov kan en byggnad delas upp i flera block som sedan delas upp mellan projektgruppens medlemmar. Vid uppdelning bör dock även en sammanställd modell av byggnaden skapas i såväl IFC-format som i programmets ursprungliga format, s.k. ursprungsformat.

Modellering av hustekniken sker oftast på grund av praktiska orsaker våningsvis och delas upp därefter. Trots att man väljer att inte modellera hela byggnaden som en helhet bör det ändå skapas sådan datastruktur så att våningsvisa kontroller kan utföras. Ifall detta inte efterföljs, eller om programmet som används har interna begränsningar kan byggnadens olika våningar delas upp som skilda datafiler. Ifall man handlar enligt denna princip bör man tillämpa följande arbetsstruktur:



Figur 2: Förtydligande av byggnaders indelning (YTV2012 Osa 1, 9).

I arkitektmodellen (figur 2, till vänster) struktureras byggnaden våningsvis så att till den aktuella våningen hör golvbjälklaget och eventuellt nedsänkta tak. Till våningen dock inte ovanliggande bjälklag.

Arkitekten behöver inte modellera grundkonstruktioner, men sockelkonstruktioner bör alltid modelleras åtminstone till den del som befinner sig ovan marknivå. Översta bjälklaget och vattentakskonstruktioner modelleras i arkitektmodellen alltid som egna våningar. Vattentakets utrustning och tillbehör modelleras ej om inte detta har specifikt överenskommit.

I konstruktionsmodellen (figur 2, till höger) struktureras våningarna så, att den överliggande våningens vågräta konstruktioner, d.v.s. de konstruktioner som den aktuella våningens vertikala bärkonstruktioner bär upp, hör till den underliggande våningen. Nedre bjälklag hör tillsammans med grundkonstruktionerna till ett eget våningsplan. Till den översta våningen hör även vattentakskonstruktioner. I konstruktionsmodellen visas även sådana ytbehandlingar som påverkar byggnadens stabilitet och bärighet, såsom brandskyddsfärger, brandisoleringar och liknande. (YTV2012 Osa 1, 8).

### **3.6 Modellbeskrivning**

Modellbeskrivningen är en tydlig beskrivning av modellens innehåll. Denna beskriver vilka principer och krav man efterföljt vid framställning av modellen och ifall avvikelser och specialarrangemang kan hittas i modellen. Modellbeskrivningen har även som uppgift att berätta syftet med modellen, för vilket ändamål den är publicerad och vilken noggrannhetsnivå som använts vid utförandet. Med hjälp av modellbeskrivningen kan andra parter än den part som utfört modelleringen ta del av modellen, studera hur långt arbetet är framskridet och även studera byggnadsdelar och – system man valt att använda vid planeringen av byggnaden. (YTV2012 Osa 1, 9).

Modellbeskrivningen uppdateras alltid när modellen publiceras åt en annan part eller för ett nytt ändamål. Detta gäller till exempel vid publicering till annan i projektet delaktig part för utarbetande av arbetsritningar eller som underlag för kostnadskalkyl.

Modellbeskrivningen kan ses som ett hjälpmedel av största vikt då denna underlättar fortsatt användning av modellen i följande steg av planeringen. Exempel på utformning av modellbeskrivning kan ses i bilaga 1. (YTV2012 Osa 1, 9).

**Modellbeskrivningen bör innehålla åtminstone följande saker:**

- Tillvägagångssätt vid måttagning, noggrannhet och tidpunkt
- Avvikelse från måttspecifikationer
- Utgångsdatats ursprung
- Programvara som använts vid modellering
- Koordinatsystem, fixpunkter och våningsuppgifter
- Namngivning av data och byggnadsdelar
- I modellen använda nivåer
- Avvikelse från de givna modelleringsprinciperna
- Granskningsblankett för utgångsdata-modellen (bilaga 2)
- Material erhållet med andra mätningar

(YTV2012 Osa 2, 9), (YTV2012, Osa 2, Liite 2).

### **3.7 Publicering av modell**

Vid projektets officiella publiceringstidpunkter, såsom vid bygglov eller vid offertberäkningar fungerar BIM-modellen och dess tillhörande objekt som verktyg för beslutsfattande. I en renodlad BIM-baserad planeringsprocess kan man inte skilja på övriga planer och BIM-modellen, då dessa bör vara publiceringsdugliga samtidigt. Man strävar alltid efter att alla dokument som berör projektet i första hand har sitt ursprung i BIM-modellen. Modellen publiceras samtidigt som övriga dokument, alternativt publiceras modellen innan eventuella dokument publiceras. Detta ger möjligheten att dra nytta av modellen under fortsättningen av planeringen och inte begränsas till dokumentationen. Detta är viktigt att notera i projektets tidtabell. Ifall tidtabellen definieras på traditionellt sätt endast enligt publiceringsdatumet för dokumentationen är det lätt hänt att noggrannare granskningar och analyser av modellen faller bort. Detta i sin tur medför att en stor del av modellens huvudsakliga uppgift och värde går förlorat. (YTV2012 Osa 1, 10).



**Publicering av modellen bör följa dessa steg för att löpa smidigt:**

- Publiceringsdatum bestäms, utifrån detta startar ofta även projektplaneringen.
- Efter att datum bestämts görs allt material publiceringsdugligt. Detta material bör åtminstone innehålla följande: BIM-modellen, modellbeskrivningen och byggnadsbeskrivningen.
- Innan publicering kontrolleras modellen så att dess kvalitetsnivå följer de givna kriterierna som anges i YTV 2012, osa 6. Det är av yttersta vikt att vad som anges i dokument och vad som finns i modellen överensstämmer
- Slutligen publiceras allt material till exempel på projektbank där berörda parter kan nå materialet.

(YTV2012 Osa 1, 10).

**3.8 BIM-koordinator**

Varje projekt som genomförs i form av BIM-process bör ha en utnämnd BIM-koordinator. BIM-koordinatören kan vara huvudplaneraren eller någon av huvudplaneraren utsedd person. BIM-koordinatörens uppgifter är snarlika huvudplanerarens och överlappar även dennes uppgifter, varför denna roll kan axlas av huvudplaneraren. BIM-koordinatören kan dock fungera som teknisk stödperson i BIM-processen och kan därför med fördel väljas till någon annan än huvudplaneraren ifall denne ej besitter tillräcklig kunskap inom området. (YTV2012 Osa 1, 10, 18).

I mindre projekt såsom projektering av egnahemshus och övriga privata projekt är det inte nödvändigt att ha för projektet en utsedd koordinator men vid planering av offentliga byggnader är det YTV2012 som dikterar kraven angående detta. Projekt inom offentliga sektorn är vanligtvis stora både till fysisk storlek och till budget, något som gör att kraven på BIM-koordinatören givetvis är avsevärt högre än då det gäller mindre privata projekt.

## **4 Kartläggning av utgångsläge**

Modellering av tomt och befintlig byggnation på denna bör i samband med planering av nybyggnation eller tillbyggnation inventeras och dokumenteras på ett tillförlitligt sätt. Gamla ritningar och dokument tillhörande befintlig byggnation och tomt kan ofta vara bristfälliga och uppdateras lättast och mest ändamålsenligt genom att på plats utföra mätningar och visuella inspektioner. Resultaten av dessa undersökningar fungerar som kompletterande tillägg till den befintliga dokumentationen. (YTV2012 Osa 2, 6).

Ifall noggrannhetsnivån för projektet är exceptionellt hög eller på annat sätt krävande kan kartläggningen av utgångsläget kräva expertis av inom området specialiserad konsult. Ett sådant fall kan vara då behov av laserscanning eller takymetermätningar blir aktuella.

### **4.1 Tomt och omgivning**

Minimikravet på tomtens modellering är att den åtminstone bör vara genomförd som en triangulerad ytmodell. Med detta menas att en tredimensionell yta skapas, detta med ganska enkla medel och programmens egna verktyg. Gällande övriga objekt och detaljer bestäms detta projektvis och definieras i projektets startskede. Enligt rekommendationer bör även tomtmodellen även innehålla befintliga byggnader i tomtens närmiljö och även gatuområden bör modelleras i ändamålsenlig utsträckning. Tomtens modell kan med fördel även innehålla rågränser och andra juridiskt eller tekniskt viktiga punkter såsom brunnar, kabeldikens dragningar och liknande. (YTV2012 Osa 2, 7).

Vid behov utförs markundersökning före planeringen påbörjas. Genom tolkning av resultaten från markundersökningen tas en geoteknisk modell av tomten fram. Denna används som grund för konstaterande av markens geotekniska bärighet och vid planering av åtgärder för att förbättra detta, såsom vid pålning och markstabilisering.

## **4.2 Krav på mätningar och mätutrustning**

Kvalitén på utgångsdata som behövs för projektet varierar beroende på projektets omfattning och art. Bestämmande av tillvägagångssätt, noggrannhetsnivå och arbetsfördelning görs alltid projektspecifikt och delas sedan upp mellan projektets olika parter så som man kommer överens. Tanken med inventeringsmodelleringen är att den på bästa möjliga sätt skall vara för projektet ändamålsenlig och uppfylla alla krav som ställs.

Mätningar som görs inför uppgörande av inventeringsmodell klassificeras beroende på vilket utförandesätt som använts och vilka instrument som använts. Klassificeringssystemet består av tre noggrannhetsnivåer, varav klass 1 är den mest otillförlitliga och klass 3 är den noggrannaste nivån.

(YTV2012 Osa 2, 7).

### **4.2.1 Nivå 1 - Laseravståndsmätningar och befintliga ritningar**

I små projekt kan man med hjälp av en laseravståndsmätare utföra kontrollmätningar relativt snabbt och billigt. Detta innebär att man med hjälp av befintliga ritningar och laseravståndsmätaren kontrollerar att byggnadens utförande överensstämmer med ritningarna. Vid större projekt kan dock denna metod inte anses som tillförlitlig då man med hjälp av detta verktyg inte kan skapa geometriskt tillförlitliga inventeringsmodeller då stora osäkerheter anses uppkomma vid mätningar. Mätningresultaten är inte sammankopplade och kan inte med tillräckligt exakthet insättas i ett koordinatsystem. Mätningar med laseravståndsmätare anses endast lämpa sig för mindre kontrollmätningar och vid jämförelser mellan verklighet och originalritningar. (YTV2012 Osa 2, 9).

### **4.2.2 Nivå 2 - Takymetermätningar**

Mätningar som utförs med takymeterinstrument kan anses som betydligt mera tillförlitliga än mätningar utförda med laseravståndsmätare. Takymetermätningar möjliggör mätningar av flera mätpunkter i samma koordinatsystem, något som höjer mätresultatens noggrannhet avsevärt. Takymetermätningar lämpar sig utmärkt för kartläggning av gårdsområden och som komplettering till laserskanning.

Takymetermätningar lämpar sig även vid uppmätningar av objekt där inte så många mätpunkter behövs och en laserskanning vore onödigt noggrann och skapa stora mängder data som sannolikt inte är till större nytta utan kommer att vara mer i vägen än till hjälp vid senare modellering. Mätningarnas avvikelser är med denna metod i allmänhet under 5 mm. (YTV2012 Osa 2, 10).

### **4.2.3 Nivå 3 - Laserskanning**

Laserskanning utförs då man elektroniskt vill återskapa synliga ytor och konturer. Med denna metod får man vid korrekt utförda mätningar en noggrannhetsnivå på  $\pm 10$ mm. Mätresultaten får man redogjorda i form av punktmoln som ofta går att importera direkt in i planeringsprogramvaran. Metoden används ofta vid dokumentering av byggnads- och kulturhistoriskt viktiga byggnader såsom kyrkor och andra likartade byggnader där vikten av att bevara detaljer och ursprung är stor. (YTV2012 Osa 2, 10).

## **4.3 Krav på undersökningar, förklaringar och inventeringar**

Beroende på hur omfattande man valt att inventeringsmodellen skall utföras bör även dokumenteringen av byggnadens delar och konstruktioner indelas i tre olika nivåer. Dessa nivåer berättar hur noga dokumentering som gjorts över byggnaden. Nivå 1 är den som kräver minsta arbetsprestationer och noggrannhet, nivå 3 är den grundligaste. Denna information som tas fram här är menad att senare finnas i inventeringsmodellen.

(YTV2012 Osa 2, 11).

### **4.3.1 Nivå 1 - Rumsbeteckningar och delars allmänna typbeskrivning**

Nivå 1 består av minimikraven som inventeringsmodellen bör innehålla. Nivå 1 innebär att inventeringsmodellen innehåller rumsbeteckningar och allmän typbestämning av befintliga konstruktioners uppbyggnad. Byggnadsdelarna benämns ofta enligt allmänna principer vid angivelse av konstruktionstyp. Exempelvis en befintlig yttervägg av typ 1 betecknas VUS01., av finskans ”VanhaUlkoSeinä” och sist ordningsnummer.

Befintlig bärande mellanvägg betecknas VVSK01, av finskans ”VanhaVäliSeinäKantava”, direkt översatt ”GammalMellanVäggBärande”. Eftersom arbetspråket inom byggnadsbranschen i allmänhet är finska så har jag valt att hålla mig till finska beteckningar. Detta skapar en bättre konsensus och misstolkningar kan i högre grad undvikas. Beteckningar av denna typ bör alltid ses som minimikrav på noggrannhetsnivån gällande inventeringsmodellen.

(YTV2012 Osa 2, 11).

### **4.3.2 Nivå 2 - Inventering av utrymmen och delars typbeskrivning**

Nivå 2 innehåller förutom allt som nämndes i föregående punkt även mera noggranna rumsbeskrivningar. Byggnadsdelarnas typbeskrivning görs noggrannare och benämns enligt nuvarande gällande planeringsprinciper och – paragrafer. För att på bästa vis uppnå klarhet gällande olika typer av konstruktioner och undvika missförstånd bör alltid eftersträvas att använda typbeteckningar enligt TALO2000, detta då programvarorna i allmänhet använder sig av detta indelningssystem idag.

(YTV2012 Osa 2, 11).

### **4.3.3 Nivå 3 - Byggnadens historie- och undersökningsdata**

Nivå 3 är den mest noggranna nivån och innehåller förutom vad som nämns i två föregående punkter även utredningar av byggnadshistorisk karaktär, noggrann dokumentering från inventeringsprocessen och undersökningar av mera speciella egenskaper som byggnaden har. Under detta faller t.ex. konditionsgranskningsdata, kartläggningar och förekomster av farliga ämnen och liknande. Vilken information som kan anses relevant och därmed bör tas med i inventeringsmodellen bestäms alltid projektspecifikt. (YTV2012 Osa 2, 12).

## 5 Modellering av utgångsläge

De huvudsakliga kraven vid modelleringen av utgångsläget beror i högsta grad på tomtens framtida användningsändamål och byggnation, och därmed vidare modellering av vad som komma skall. Benämningen på tomtmodellen varierar beroende på ifall det är fråga om nyproduktion eller ett sanerings-/tillbyggnadsprojekt. Vid nybyggnad betecknas tomtmodellen endast som "tomtmodell". Ifall det på tomten finns befintlig byggnation betecknas tomtmodellen som "inventeringsmodell". Vid saneringsprojekt krävs att man har både en tomtmodell och en skild inventeringsmodell, medan det vid nyproduktion endast krävs en tomtmodell. Inventeringsmodelleringen baseras på mätningar och undersökningar som gjorts på plats och ställe. Dessa mätningar och undersökningar är av yttersta vikt vid tillägg- eller ombyggnadsprojekt och kan i hög grad anses komplettera befintliga ritningar och fungera som substitut för bristfällig tidigare dokumentation. Ursprunget på data som samlats in, hur mätningar utförs och liknande bör tydligt komma fram i modellbeskrivningens dokumentation. (YTV2012 Osa 2, 12).

Vid utförande av inventeringsmodell bör ändamålsenlig noggrannhetsnivå användas. Viktigt att komma ihåg är att ju noggrannare utgångsmodellen är desto större möjligheter har man att senare utnyttja modellen på fler sätt. Dock bör inte onödigt mycket arbete läggas på detaljer och finslipningar som inte kommer att vara nödvändiga i senare skeden av projektet, då detta avsevärt påverkar arbetsmängden och därmed även kostnaden för planeringen. Modelleringen som helhet indelas i tre huvudsakliga noggrannhetsnivåer som redovisas noggrannare i kapitel 6.

Vid själva modelleringen är det viktigt att byggnadsdelar modelleras med rätta verktyg; väggar modelleras med väggvertyg, plattor med plattverktyg och så vidare. Detta för att på enklaste sätt uppnå konsensus i modellen och undvika oklarheter i byggnadens struktur redan från första början. Genom att så långt det är möjligt följa programmets egna funktioner för byggnadsdelar ökar man även kompatibiliteten och risker för komplikationer vid öppning av modellen i andra programvaror minskar drastiskt. Eventuella avvikelser i detta förfarande skall grundligt och tydligt dokumenteras i modellbeskrivningen. (YTV2012 Osa 2, 12).

## 5.1 Tomt och omgivning

Vid modellering av tomt och de runt byggnaden omgivande områdena gäller, precis som vid modellering av andra typer av objekt gäller att man alltid använder programmets färdiga funktioner för att skapa objekt. Detta innebär att en stödmur modelleras med väggverktyg, en trappa med trappverktyg och så vidare. Denna metod bör följas för att objekten så gott det går skall bibehålla sina geometriska egenskaper, positioner och konstruktionstyper vid konvertering till IFC-format. Konverteringsegenskaperna är viktiga att bibehålla då konvertering blir aktuellt genast då modellen skall öppnas i annan typ av programvara än den som modellen skapats i. Tomt och områdesdelar modelleras alltid på en egen våning. Detta möjliggör en smidigare hantering av dessa områden som en skild enhet och möjlighet att avgränsa modellen på ett mera ändamålsenligt sätt. Byggnader och andra liknande objekt såsom gatuområden bör även modelleras så att de kan hanteras som skilda fristående enheter. (YTV2012 Osa 2, 12).

## 5.2 Inventeringsmodellens noggrannhetsnivå

Gamla byggnader är i allra flesta fall på sätt eller annat sneda, krokiga, böjda eller på andra sätt geometriskt ofullständiga jämfört med teorin. Att sträva efter en absolut noggrannhet vid skapande av inventeringsmodellen är inte ändamålsenligt då detta skulle vara ytterst tidskrävande och i de flesta fall helt onödigt. Därför har man bestämt tillåtna avvikelser som allmänt kan anses vara inom rimliga toleransgränser.

Tillåtna måttavvikelser vid inventeringsmodellering:

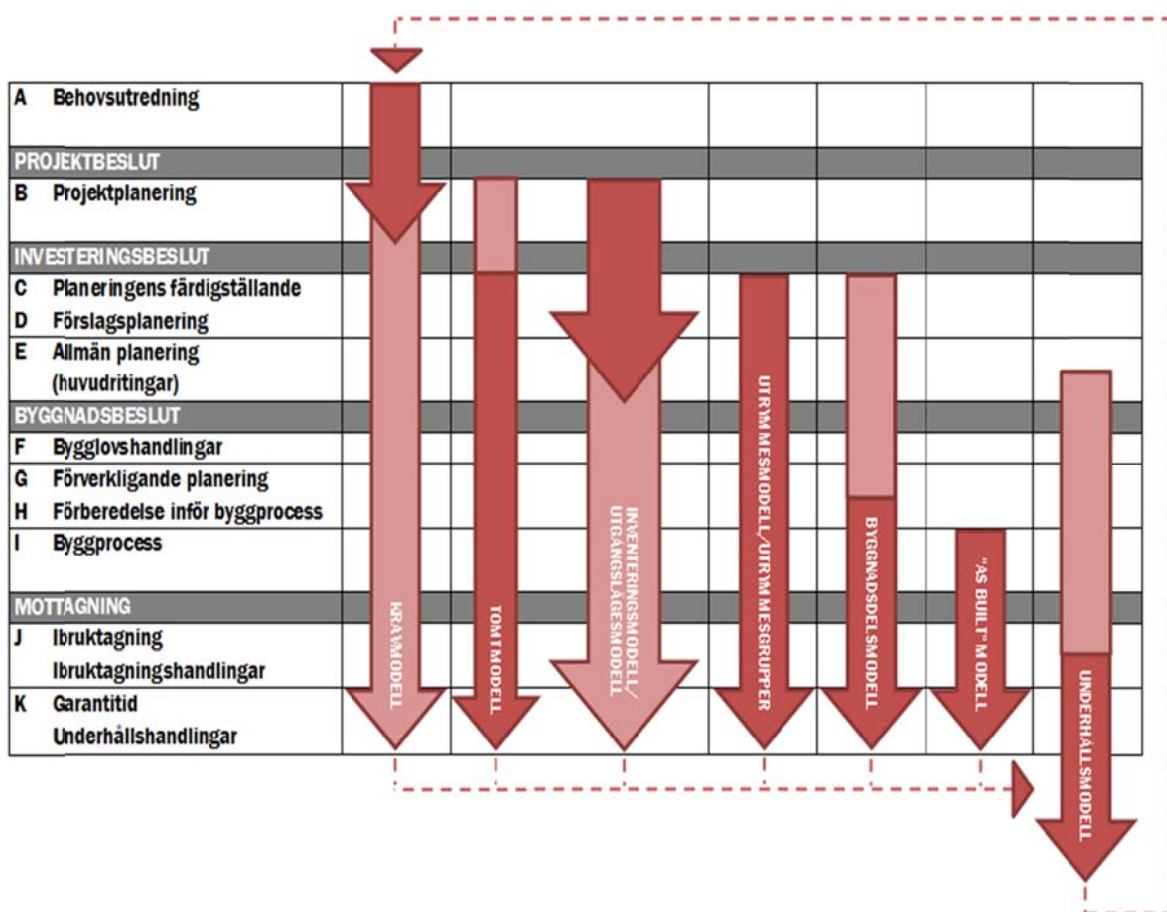
- Byggnadens hörnpunkter: 10 mm
- Ytor, såsom väggar och plattor: 25 mm
- Gamla oregelbundna konstruktioner, t.ex. vattentakskonstruktioner: 50 mm

Tillåtna måttavvikelser bör dock alltid bestämmas och klargöras projektspecifikt då detta inte kan efterföljas i alla tänkbara fall. Man kan även låta måttnoggrannheten variera mellan olika byggnadsdelar ifall detta är för projektet ändamålsenligt. I byggnadshistoriskt värdefulla byggnader rekommenderas måttavvikelser på högst 5 mm.

Beroende på i vilket skede av planeringsprocessen man befinner sig i är det skäl att överväga hur mycket arbete det faktiskt är värt att lägga ner på modellen och dess kvalitet. I de tidigaste skedena av planeringen kanske det räcker med att dra upp riktlinjer för byggnadens storlek och utseende i stort.

I detta skede bör man inte modellera så noggrant och därmed lägga ner onödig tid och även resurser, då stora variationer och ändringar ännu med stor sannolikhet kommer att ske. Varefter planeringen framskrider är det ändamålsenligt att höja på kvalitén, detaljnivån och innehållet i modellen. I följande kapitel redovisas noggrannare de tre nivåer som framtagits i YTV2012 och bör användas som praxis.

## 6 Modelleringskrav i projektets olika faser



Figur 3. BIM-struktur under planeringsprocessen (YTV2012, osa 3, s.10)

Modifierad och översatt (Westerlund M., 2015).



Vid projektets början kan det hända att man inte alls behöver ta fram någon modell. I detta skede kan det räcka att ta fram vilka grundkrav beställaren har gällande storlek, funktion och design och sammanställa dessa fakta i tabellform eller liknande. När man sedan påbörjar den faktiska modelleringen har man redan en del fakta att tillgå och kan därmed minska mängden onödigt arbete i modelleringskedet. Eftersom sanerings- och tillbyggnadsprojekt av byggnader idag är en betydande del av all byggverksamhet som utförs valde jag att noga gå igenom hur man går till väga när man har en redan befintlig byggnad att ta hänsyn till. Detta har visat sig orsaka en del huvudbry och är ofta betydligt mer invecklat än att bygga nytt då man får börja från ”rent bord”.

Utarbetandet av inventeringsmodellen hör även under området arkitektplanering men jag har ändå valt att separera detta steg i planeringen från den övriga planeringsprocessen för att lättare åskådliggöra tillvägagångssättet vid utarbetande av denna typ av modell.

Det som tidigare nämnts angående koordinatsystem, byggnaders indelning i våningar och block, användning av programverktyg och noggrannhetsnivåer är de mest centrala punkterna i YTV2012 gällande modellens utförande. Anvisningarna gäller för modelleringsprocessen som helhet, oberoende ifall det är frågan om en inventeringsmodell för vidareutveckling av befintlig byggnation eller en arkitektmodell av ett nyproduktionsobjekt.

## **6.1 Modellens noggrannhetsnivå**

Modelleringen sker, som tidigare nämnts, i olika steg som kan kallas noggrannhetsnivåer. Dessa nivåer beskriver den allmänna noggrannhetsnivån på detaljer och utförande i modellen och lämpar sig för olika steg i planeringsprocessen. I startskedet av planeringen utarbetas inledningsvis endast en utrymmesmodell. Denna utvecklas senare till en byggnadsdelsmodell som är mera detaljerad och har högre krav på noggrannhet. Detta görs för att inte lägga onödigt stora resurser på planeringen i ett alltför tidigt skede då egenskaper och krav på byggnadsobjektet snabbt kan komma att ändras.

(YTV2012 Osa 3, 7).

### **6.1.1 Nivå 1 - Utrymmesmodell**

Utrymmesmodellen är den första modell som skapas. I denna modell bestäms endast storleken på ytor och volymer. Detaljnivån är väldigt låg och modellen är endast riktgivande. Modellen görs upp i planeringens startskede och kan ses som en inledande skiss över projektet. Detta görs för att skapa sig en bild av utrymmens storlekar och placering. Till utsidan sett kan man i denna modell endast skönja konturerna av byggnaden. Se bilaga 2, sida 1. (YTV2012 Osa 2, 14).

### **6.1.2 Nivå 2 - Byggnadsdelsmodell**

Byggnadsdelsmodellen är betydligt mera noggrant utförd och mera detaljerad än utrymmesmodellen. Denna utförandenivå kan ses som standardnivå för inventeringsmodellen ifall inte andra projektspecifika krav ställts. Modellen skall hålla en sådan nivå att den är duglig för framtagande av huvudritningar för projektet och tydligt klargöra för olika konstruktioners uppbyggnad. En modell av kvalitetsnivå 2 behövs senast då projektplaneringsstadiet når sitt slutskede och den mera ingående förslags- och allmänna planeringen inleds och övriga planeringsgrenar kopplas in.

Se bilaga 2, sida 2. (YTV2012 Osa 2, 15, 18).

### **6.1.3 Nivå 3 - Detaljerad byggnadsdelsmodell**

Detaljnivå 3 är den mest noggranna nivån. Vid modellering på denna nivå lägger man ytterligare mer tyngdpunkt på detaljer och estetisk utformning av byggnaden. Då nivå 2 anses som standardnivå är denna noggrannhetsnivå sällan använd, endast i undantagsfall som t.ex. vid renoveringar och ombyggnationer av skyddade byggnader och liknande fall.

Se bilaga 2, sida 3. (YTV2012 Osa 2, 16).

## 7 Kvalitetssäkring

Huvudmålet med en strukturerad kvalitetssäkringsprocess är att genomgående sträva efter att förbättra kvaliteten på hela byggnadsprocessen. Genom att på ett inarbetat tillvägagångssätt granska utfört arbete i projektets alla skeden erhåller man högre effektivitet och ett bättre slutresultat. En BIM-baserad planeringsprocess skapar nya möjligheter för samarbete gällande kollisionskontroller och liknande disciplinöverskridande verksamhet. Med en gemensam byggnadsmodell skapas större öppenhet för samtliga parter delaktiga i projektet samtidigt som man får fler kritiska ögon som kan granska och upptäcka fel och brister redan i ett tidigare skede än vad som varit möjligt under tidigare konventionella planeringsprocesser. (YTV2012, osa 6, 2). Detta kapitel behandlar hur kvalitetssäkringen rekommenderas att utföras enligt YTV2012.

Då man granskar modelleringen utgår man från att alltid granska såväl ursprungsmodellen som finns i det dataformat som arkitektplaneringen utförts i, men även en IFC-version av modellen ska granskas för att säkerställa att kvaliteten uppfylls vid överföring av modellen till andra programvaror än arkitektens. Enligt YTV2012, osa 6 är det av större vikt att granska hur modellen ser ut i IFC-format då detta högst antagligen är den modellen som de övriga parterna i projektet kommer att ta del av vid egen planering, såsom konstruktionsplanering samt vid el- och VVS-planering. Under en konventionell planeringsprocess har man konstaterat att ungefär 5-10% av det totala planeringsmaterialet granskas systematiskt. Detta är väldigt låga siffror som direkt kan anses vara underliggande orsak till en hel del planeringsfel som uppstår i ett byggnadsprojekt. Genom att granska en komplett BIM-modell i IFC-format räknar man med att kunna höja dessa 5-10% till 40-60%. IFC-modeller och deras innehåll granskas i huvudsak utgående från tre huvudpunkter som är följande (YTV2012, osa 6, 3):

- **Tekniskt innehåll i modellen**, d.v.s. är modellen skapad i lämplig programvara.
- **Modellens innehåll av nödvändig data**, d.v.s. innehåller modellen tillräckligt med fakta och uppgifter om modellen och den planeringsdisciplin som utövats i modellen.
- **Den sammanlagda kvalitetsnivån i modellen**. Detta innebär granskning av komponenters funktion och komparabilitet samt olika typer av kollisionskontroller och övriga granskningar. (YTV2012, osa 6, 3).

## **7.1 Kvalitetssäkringsprocessen ur beställarens synpunkt**

För beställaren handlar kvalitetssäkringen i huvudsak om att kunna följa upp hur projektet framskrider och kontrollera att det uppfyller alla krav som fastställts i projektets början. Kvalitetsgranskning är inte på något vis någonting nytt inom byggnadsprojekt utan har varit allmän praxis även under konventionella planeringsprocesser. Granskningen och uppföljningen av kvaliteten har emellertid varit något som varit mycket tidskrävande och krävt stor omsorg från beställarens synvinkel, speciellt då ändringar förekommit under projektets gång. Följaktligen har detta ofta lett till situationer då problem framkommit, problem som skjutits framåt ända tills man nått ett kritiskt skede då problemen måste lösas för att projektet skall kunna fortgå. Den största nackdelen med detta handlingsätt har varit att problemen följer med från planeringsskedet ut till själva byggnadsskedet och senare måste lösas mitt i byggnadsarbetet. Detta i sin tur har ofta lett till panikartade sista-minuten-lösningar och omförhandlingar som resulterat i tilläggskostnader och förseningar i projektens tidtabeller. Genom att beställaren får tillgång till en tredimensionell modell kan fel och brister tidigare upptäckas och åtgärdas förrän problemet når byggplatsen.(YTV2012, osa 6, 4).

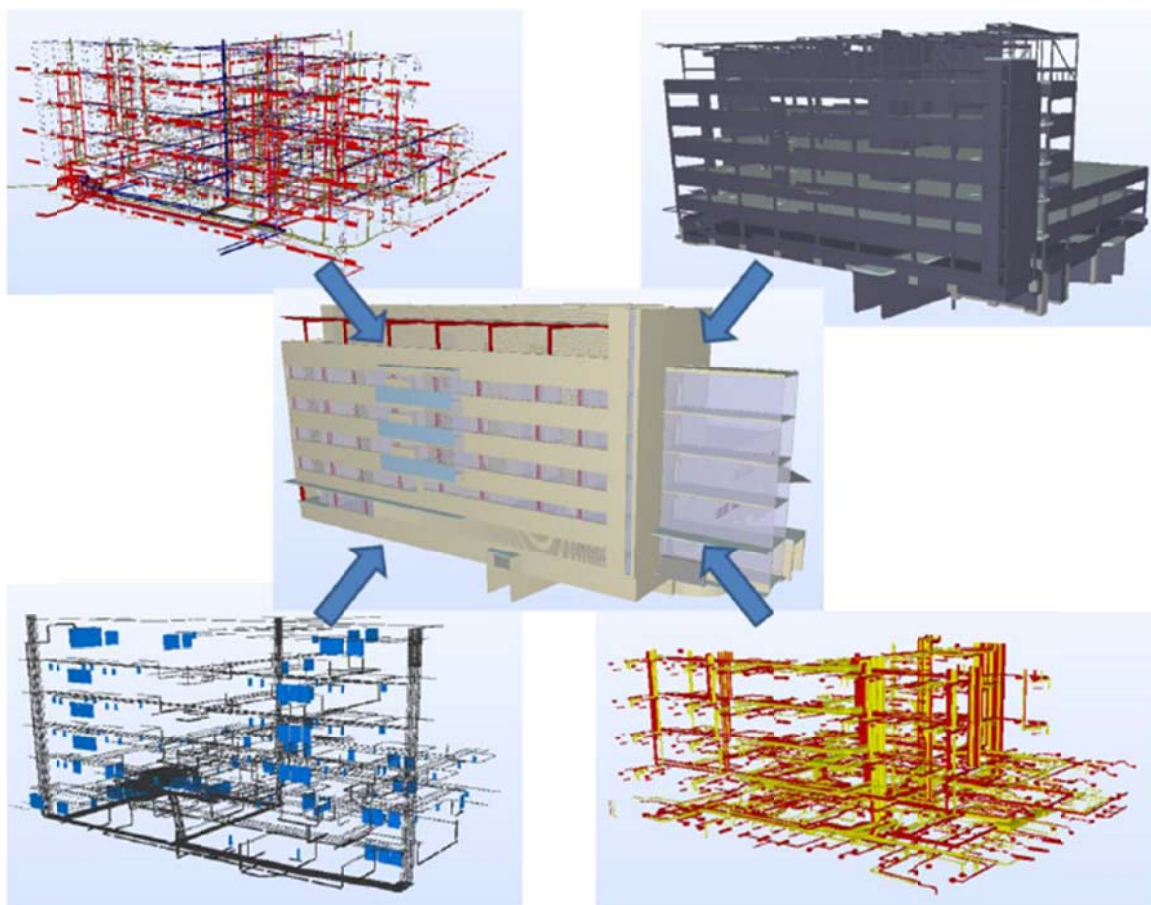
## **7.2 Kvalitetssäkringsprocessen ur planerarens synpunkt**

Ur planerarens synpunkt är det viktigt att man tänker sig modelleringen som en naturlig del av den ordinära planeringsprocessen. Planeraren är ansvarig för planeringens utförande och kvalitet och därmed även ansvarig för BIM-modellens innehåll. Värt att nämna är även planerarens ansvar för ordinära planeringsdokument och förekomsten av dessa, då dessa även förekommer i en BIM-baserad planeringsprocess. BIM-modell är i dagsläget ännu bara ett redskap för att underlätta samarbete och insyn i planeringen och kommer troligtvis inte inom den närmast framtiden att ersätta samtliga dokument som behövs för att genomföra ett byggnadsprojekt.

(YTV2012, osa 6, 4).

### 7.3 Organisering av kvalitetssäkringen

Man rekommenderar i YTV2012, osa 6, s. 5, att planeringsmöten ordnas så att man med hjälp av BIM-modellen på ett överskådligt sätt kan kontrollera att projektet framskrider som planerat. Tillvägagångssätt för detta kan bestämmas projektspecifikt men man strävar alltid efter att samtliga parter inom projektet före mötet lämnar in sina modeller såväl i ursprungs- som i IFC-format. Modellerna lämnas in i det utförande som den för tillfället befinner sig i och med förklaringar om i vilket stadie planeringen inom det egna området är och hur långt färdig modellen är. Då detta material lämnas in före planeringsmötet kan man innan mötet skapa en sammansatt modell av projektets olika planeringsdiscipliner och deras egna modeller. Detta innebär att man sätter ihop en visuellt granskningsbar modell bestående av arkitektmodellen, konstruktionsmodellen och modellen som innehåller den planerade hustekniken. Samtliga parter granskar alltid sina egna modeller före dem levereras till planeringsmötet. Se figur nedan för visuellt exempel.



Figur 4. Sammansättning av olika planeringsområdets delmodeller. (YTV2012, osa 6, 6).

## 7.4 Granskningspunkter och deras innehåll

Kvalitetsgranskningsprocessen är en omfattande och komplex uppgift som består av planerarens egen kvalitetsgranskning, planeringsgruppens interna granskningar och granskningar som utförs av beställaren eller dennes representant. Granskningsprocessen kan delas upp i tre huvuduppgifter som fördelas på dessa tre parter. Uppdelningen av dessa uppgifter mellan parterna kan ses nedan.

	A	B	C
Planeraren (egen genomgång)	●	●	●
Planeringsgruppen kvalitetsgranskning		●	●
Beställarens kvalitetsgranskning			●

<b>A</b>	Regelbundet
<b>B</b>	Vid planeringsmöten
<b>C</b>	Vid givna granskningspunkter

Figur 5. Granskningspunkter som bör utföras. (YTV2012, osa 6, 8).

(Modifierad och översatt, Westerlund M, 2015).

Planerarens interna granskning sker helt och hållet på eget ansvar och detta tillvägagångssätt bör endast ses som en rekommendation. Ifall man använder sig av någon annan typ av tillvägagångssätt bör dock detta meddelas åt övriga parter i projektet och godkännas av beställaren. Granskningspunkterna bestäms projektspecifikt i samråd med beställaren. (YTV2012, osa 6, 8).

### 7.4.1 Granskning som utförs av planeraren

Som planerare bör man komma ihåg att planeringen sett ur ett större perspektiv underlättas av att alltid lägga mycket vikt vid kvaliteten och utförandet av modellen. Detta ger planeraren en rutin i granskningen och skapar goda vanor att alltid kontrollera kvaliteten vid givna tidpunkter. Planeraren besitter alltid en nyckelposition i planeringskedjan och bär i sista hand alltid personligt ansvar för sitt arbete.

Kraven för granskningspunkterna tidpunkt bestäms som tidigare nämndes alltid projektspecifikt. Det finns dock tillvägagångssätt som kan rekommenderas som standard. I YTV2012, osa 6, s. 8-9 finns följande punkter som planeraren rekommenderas följa:

- Planeraren uppgift är att se till att utgångsmodellen granskas med hjälp av programmets egna verktyg. Möjliga fel och brister åtgärdas i modellen. På detta sätt åtgärdas ofta vanliga problem som kan orsaka bekymmer vid konvertering av modellen till IFC-format.
- Som följande steg skapas en IFC-modell av utgångsmodellen. Denna granskas för att säkerställa att alla erforderliga komponenter konverterats till detta format. Samtidigt kontrolleras att inga onödiga eller oanvända komponenter kommit med.
- Det är rekommendabelt att någon annan planerare än den som skapat ursprungsmodellen granskar IFC-modellen. Alternativt kan en person specialiserad på kvalitetsgranskningen göra denna granskning. Detta är ändå saker som bestäms internt inom planeringsföretaget.
- Ifall fel eller brister konstateras i IFC-modellen bör korrigeringsarna göras i ursprungsmodellen varefter en ny IFC-modell skapas.
- Vid utförd granskning av IFC-modellen bifogas en rapport över konstaterade fel och brister. Rapporten sparas på en lämplig plats som t.ex. på projektbanken tillsammans med den granskade modellen. Rapporten kan baseras på granskningsblanketter enligt YTV2012, osa 6, s.20-25. (Se bilaga 3)
- Förutom detta görs även alltid en modellbeskrivning som på ett tydligt sätt klargör modellens struktur och granskning som blivit utförd på denna. Vad som bör framkomma i modellbeskrivningen behandlades mera ingående i kapitel 3.6 i denna text.

#### **7.4.2 Granskning som utförs av planeringsgruppen**

Planeringsgruppens roll i kvalitetssäkringsprocessen är att sammanställa de granskade modellerna från projektets olika planeringsdiscipliner och att rapportera om ändringar åt alla parter som berörs. Planeringsgruppen kan ledas av t.ex. huvudplaneraren eller av denne utsedd BIM-koordinator. Värt att påpeka är att till gruppens uppgifter hör inte att åtgärda fel, utan att meddela felen vidare åt den part där felet uppstått.

**Typiska uppgifter som kan skötas av planeringsgruppen är följande:**

- Sammanställa IFC-modeller från olika planeringsgrenar.
- Säkerställa att samtliga planeringsgrenars modeller är av samma versioner och att dessa modeller befinner sig i varandra motsvarande planeringsskeden. Dessa kontroller och tillvägagångssätten vid dessa bör bokföras och sparas på ett för projektet ändamålsenligt sätt.
- Kontrollera modellbeskrivningarnas riktighet och överensstämmande.
- Säkerställa att modellerna placeras rätt sinsemellan då dessa sammanfogas.
- Genomföra kontroll av att arkitektmodellens och konstruktionsmodellens geometri överensstämmer för att säkerställa att bärande konstruktioner och öppningar i konstruktionerna överensstämmer.
- Genomföra kollisionsskontroll mellan arkitektmodellen och TATE-modellen (=modellen för husteknik, från finskans Talotekniikka).
- Genomföra kollisionsskontroll mellan konstruktionsmodellen för att säkerställa att planerade genomföringar och håltagningar kommer på rätt plats.
- Eventuella brister åtgärdas inte utan meddelas åt berörda planerare som sedan åtgärdar problemen varefter den åtgärdade modellen genomgår samma kvalitetsgranskningsprocess på nytt.
- Slutligen kontrolleras att de dokument som uppgjort på basis av modellerna överensstämmer och är klara för användning. Denna kontroll bör göras åtminstone alltid innan dokumenten skall överföras till projektbanken.  
(YTV2012, osa 6, 9-10).

**7.4.3 Granskning som utförs av beställaren**

Beställaren bör få planering av god kvalitet. Ifall kvaliteten på det planerade materialet håller låg kvalitetsnivå ökar risken för byggfel och förseningar. Beställaren kan utföra sin del av kvalitetsgranskningen själv, eller vid behov anställa specialiserad konsult som utför granskningen. Beställaren åtgärdar inga eventuella fel som uppdagas utan meddelar om dessa till planeringsgruppen, eller i undantagsfall direkt till den berörda planeraren. Granskningen kan utföras i diverse olika program som lämpar sig för ändamålet men som uppfyller samma IFC-certifiering som planeringsprogramvarorna som används i projektet. (YTV2012, osa 6, 10).



## 7.5 Metoder för granskning av modell

Granskning av modellen kan grovt indelas i två typer av granskningar, varav den första metoden är den simplare och kortfattat innebär visuell granskning. Denna metod innebär följaktligen att man granskar modellen visuellt i programvaran. Detta tillvägagångssätt är väldigt simpelt men kan ofta då man studerar den tredimensionella modellen avslöja grova missar som inte uppenbaras i den plana vyn som man arbetat i.

Följande metod som tillämpas är analys. Denna metod är mera ingående och noggrann än den visuella granskningen och kräver för ändamålet anpassad programvara. Granskning genom analys kräver ändå en viss vana av programmen som används, då dessa ofta inte meddelar om något är fel eller rätt utan meddelar bara avvikelser som kan behöva noggrannare inspektion. (YTV2012, osa 6, 12)

## 7.6 Modeller som granskas

Att konvertera modeller till IFC-format kan ses som kärnan i hela kvalitetsgranskningsprocessen, då detta möjliggör hantering av modellerna oberoende av vilket program som används. Följande modeller rekommenderas att konverteras till IFC-format och granskas som sådant:

- Utgångslägesmodell
- Utrymmesmodell
- Byggnadsdelsmodell (såväl ARK- som RAK-modell)
- Modell för husteknik (TATE)
- Sammanslagen modell

Utgångsläget för att hålla en god kvalitetsnivå för planeringen är att dessa modeller alltid utförs enligt givna kvalitetskrav. I granskningsprocessen kontrolleras därmed även att noggrannhetsnivåerna som angivits för varje modell och modelleringskedje efterföljts. (YTV2012, osa 6, 13). Som följande presenteras minimikrav för vad som bör granskas för varje modell och modelleringskedje.

***Utgångslägesmodell:***

Följande bör åtminstone kontrolleras vid granskning av utgångslägesmodellen:

- Utrymmen och zoner överensstämmer till såväl namn som ytstorlek.  
Görs genom att kontrollera utrymmesförteckningar som skapats i modellen.
- Samma sak kontrolleras även visuellt genom att t.ex. använda olika visualiseringsfärger för olika utrymmestyper och – zoner.
- Kontroll av att utrymmen inte på något sätt skär varandra varken vertikalt eller horisontellt.

***Utrymmesmodell:***

Följande bör åtminstone kontrolleras vid granskning av utrymmesmodellen:

- Utrymmen och zoner överensstämmer till såväl namn som ytstorlek.
- Våningars bruttoytor jämförs med den totala beräknade ytan. Ifall stora variationer förekommer kontrolleras vad som orsakar dessa.
- Utrymmen kontrolleras visuellt, på samma sätt som vid kontroll av utgångslägesmodell.

***Byggnadsdelsmodell:***

Följande bör åtminstone kontrolleras vid granskning av byggnadsdelsmodellen:

- Samtliga komponenter bör vara skapade med ändamålsenliga verktyg.  
Detta är av yttersta vikt för att säkerställa att modellens alla delar och komponenter bibehåller sina egenskaper även vid konvertering till IFC-format.
- Ifall objekt eller komponenter skapats på andra sätt än vad som anvisas bör detta på ett tydligt sätt framkomma i modellbeskrivningen.
- Utrymmenas gränser bör kontrolleras så att ytornas storlek överensstämmer.
- Komponenter och objekt kontrolleras så att inga överskridningar sker, t.ex. så att inte två väggar inte går in i varandra eller att dubletter förekommer på varandra.

***Modell för husteknik:***

Modellen som innehåller elektriska installationer, rörledningar och annan tänkbar teknik går under detta namn. Ofta kan det vara så att detta är flera olika modeller, en för varje planeringsdisciplin. Modellerna bör förstås granskas var och en för sig, detta tas dock inte upp i detta arbete. Ifall man vill veta mer om detta område kan man studera YTV2012, del 4. Då modellerna var för sig är granskade sammanställs dessa för kollisionsskontroll. Detta görs för att det är tämligen ordinärt att dessa kan ha planerats på samma ställen och kollisioner kan förekomma. (YTV2012, osa 6, 16, 17).

***Sammanlaggen modell:***

Skapandet av en sammanslagen modell som innehåller alla planeringsdiscipliner kan ses som det slutliga steget i kvalitetssäkringen. Detta görs för att i ett tidigt skede få klarhet i hur alla komponenter som planerats passar ihop med varandra och undvika kollisioner i arbetsskedet som kan få stora negativa och kostsamma följder. I allmänhet hör det till huvudplaneraren eller någon av denne utsedd person att ansvara för sammansättning av den slutliga modellen och kontrollen av denna. Modellen sammansätts i IFC-format för att på bästa sätt vara kompatibel med alla berörda parters programvaror. Man bör ändå tänka på att eventuella fel som upptäcks alltid bör åtgärdas i den modell varifrån problemet härstammar.(YTV2012, osa 6, 17).

**7.7 Ansvar**

Samtliga planerare involverade i projektet är ansvariga för sina egna framtagna modeller och deras riktighet och noggrannhet. För kvalitetssäkringsprocessen bör alltid en ansvarig person utses ur projektgruppen. För denna person bör alltid även en ersättare utses. Detta kan ske projektvis. Ansvarspersonen kan lämpligen vara huvudplaneraren eller en av beställaren inhyrd specialkonsult. Även varje planeringsföretag som är delaktigt i projektet bör ha en internt utsedd person som ansvarar för företagets kvalitetssäkring.

Vid varje utförd granskning bör en granskningsblankett fyllas i. Blanketten innehåller fakta om modellen, vad som granskats och eventuella påpekanden. Granskningsblanketter bifogas till modellen som granskats och skall finnas till påseende på projektbanken. Se bilaga 3 (YTV2012, osa 6, 18)

## 8 Samarbete inom projekt

Något som ständigt kommer upp då man studerar ämnet BIM är samarbete mellan olika parter inom projekt och möjligheter att förbättra detta genom att frångå konventionell planering och produktion. Möjligheter till gränsöverskridande samarbete målas upp som något som föds naturligt i och med BIM-processen. Då man studerar de stora aktörerna inom bl.a. byggnadsbranschen får man ganska snabbt en känsla av att BIM-tänket är ett redan djupt rotat begrepp och arbetssätt som används i så gott som alla projekt som genomförs. Alla vet att de stora aktörerna alltid har mer tid och resurser att satsa på utveckling av nya metoder och arbetssätt, att studera de stora företagen kan därför anses ge en felaktig bild av hur utvecklingen faktiskt framskrider inom branschen som helhet.

För att få bättre inblick i hur utvecklingen inom BIM-förfarande framskrider och hur utbrett detta är i Vasaregionen i dagsläget valde jag att intervjua två personer från två typiska Vasaföretag inom byggnadsbranschen. I intervjun behandlades begreppet BIM och dess användning inom byggnadsproduktionen i dagsläget. Samtidigt diskuterades även möjligheter till utveckling av framför allt samarbete mellan planering och produktion inom byggnadsbranschen. Personerna och företagen som intervjuades valdes avsiktligt till att enbart omfatta produktionen, då det verkar som om detta är den traditionellt mest konservativa delen av byggnadskedjan. Planeringsföretagen har i allmänhet verkat mera införstådda med nya tillvägagångssätt, såsom 3D-planering och liknande.

Enligt Tom Rabb (personlig kommunikation, 9.2.2015), verkställande direktör på Vasa Byggnadsreparation, har BIM-baserade projekt inte förekommit i någon avsevärd utsträckning i regionen hittills. Företaget är verksamt i huvudsak inom sanerings- och renoveringssektorn och detta menar Rabb kan vara orsaken till att man ännu i dagsläget inte haft någon större kontakt med BIM-projekt.

Rabb misstänker att man nog på de större företagens nyproduktionsobjekt använder sig av BIM, men att det inte hittills varit aktuellt inom saneringsområdet på grund av bristfälligt planeringsmaterial och liknande orsaker. Rabb, som personligen har erfarenhet av 3D-modellering från sin tid på Wärtsilä ser tydliga fördelar med att samordna planeringen i en BIM-modell. Kollisionskontroller är något av det som han efterlyser allra mest, då detta är något som ställer till med en hel del bekymmer i dagsläget, speciellt mellan VVS- och el-dragningar som kolliderar på arbetsplatsen på grund av dålig planering eller bristande samarbete.

Huvudplanerarna kunde enligt Rabb ta mera ansvar gällande kollisionskontroller under planeringen än de gör i dagsläget, då dessa typer av problem kunde lösas betydligt smidigare och enklare på "ritbordet" än på arbetsplatsen. Man får känslan av att problemen gällande kollisioner av olika slag är mera regel än undantag och något som kostar mycket i såväl förlorad arbetstid som nerver hos arbetare och arbetsledning. Rabb anser det väldigt märkligt att samarbetet mellan olika planeringsgrenar fungerar så dåligt trots att de flesta planeringsföretag i dagsläget skulle ha möjligheter att samordna planeringen genom nya och bättre programvaror.

En grundförutsättning för att BIM-planering skall fungera optimalt inom ett byggnadsprojekt är att varje projekt har en egen projektbank som fungerar som kommunikationsnav för hela projektet och därmed även för BIM-modelleringen. Detta vore i dagsläget inget större problem att verkställa enligt Rabb, som berättar att ca 30 % av företagets projekt i dagsläget styrs via projektbank. Man bör dock komma ihåg att det alltid är beställaren som bestämmer vilken typ av kommunikationskanaler som skall användas inom projektet och att användande av projektbank inte lämpar sig för alltför små projekt. Ett annat problem är också att en hel del beställare, såsom husbolag och privatpersoner inte besitter tillräcklig kunskap inom projektstyrning och anser det för kostsamt att anställa konsult inom området för att säkerställa kompetensen från beställarens sida.

Arbets säkerheten är alltid ett aktuellt ämne inom byggnadsbranschen, något som även kan implementeras i BIM-modellen. Inom VTT har man forskat i hur man kunde använda sig av BIM-planeringen för att på ett bättre sätt kunna planera arbets säkerheten enligt hur byggnadsprocessen framskrider.

Forskningen har publicerats i en rapport: "Tietomalli ja työmaan turvallisuus" 2009. Sulankivi K., Mäkelä T. & Kiviniemi M., VTT Tutkimus ja kehitys, Tammerfors. Tom Rabb anser att en mera detaljerad planering av arbetssäkerheten kunde vara positivt då det skulle ge bättre underlag för offertberäkningar och samtidigt driva samtliga entreprenörer att följa arbetssäkerheten på det sätt som avsetts i den ursprungliga planeringen. Detta skulle i sin tur kunna leda till att oseriösa aktörer som ofta inte är så noga gällande arbetssäkerheten skulle tvingas till att höja sin säkerhet då denna skulle vara färdigplanerad från beställarens sida.

Något som enligt Rabb är ett vanligt problem idag är att planerarna inte besöker byggarbetsplatsen i tillräcklig mån, något som direkt orsakar problem med ritningar som inte stämmer överens med verkligheten och som inte är uppdaterade. Problemen är ofta av simpel karaktär och skulle enkelt ha kunnat undvikas ifall planeraren besökt arbetsplatsen. Även uppdatering av ritningarna efter att projekten avslutas är något som det ofta slarvas med. Att uppgöra ordentliga "as-built"-ritningar anser Rabb är något det borde satsas mera på i dagsläget för att enklare undvika onödiga fel och missar vid framtida projekt. Detta är även något som förhoppningsvis kan förbättras i och med BIM-planeringens utveckling.

Tomas Ollil, platschef på byggföretaget Tom Knip i Vasa säger att man inom företaget inte har någon egentlig erfarenhet av BIM-förfarande utan hittills arbetat enligt traditionella metoder. I några projekt har han dock fått vissa urklipp ur konstruktörens BIM-modell då något varit oklart, detta för att konstruktören enklare kunnat förklara hur arbetsmomenten är tänkt att genomföras. Ollil menar att utveckling och tillämpning av BIM-baserad projektstyrning antagligen kommer att förbättra och utveckla samarbetet inom produktionen i framtiden. Den största utmaningen är enligt Ollil att byggnadsproduktionen historiskt varit väldigt konservativ och att utvecklingen gått sakta framåt, något som han inte tror kommer att ändra i första taget. (Personlig kommunikation, 16.2.2015).

Planering av arbetssäkerheten genom en BIM-modell verkar enligt Ollil som en intressant tanke då detta möjligen kunde ge en bättre överblick över projektet och dess olika faromoment och risker. Ollil är inne på samma linje gällande arbetssäkerheten som Rabb, nämligen att det vore enklare att åskådliggöra arbetssäkerhetens omfattning och kostnader redan från början ifall beställaren planerat detta innan projektet inleds.

## 9 Användarguiden

Användarguiden som tagits fram åt Polyplan är tänkt att fungera både som tekniskt stöd och som vägledning gällande modellkrav, modelleringsprocess och allmän kvalitet som eftersträvas vid modelleringsförfarande inom företaget. Innehållet och upplägget av guiden diskuterades med handledarna i några omgångar innan den slutliga versionen fastslogs. Användarguiden är uppdelad i fyra kapitel. Innehållet i dessa kapitel presenteras i den ordning som de förekommer i guiden.

### 1 – Hantering och anpassning av program

Detta kapitel är tänkt att fungera som tekniskt stöd för den dagliga användningen av programvaran. Kapitlet är uppbyggt punktvis och indelat i underkapitel som innehåller varandra likartade ämnen. Varje anvisning beskrivs till vänster i textform samtidigt som det till höger finns en knapp som öppnar en stillbildssekvens som är inspelad med Windows Problem Steps Recorder. Inspelningen har gjorts för att på ett mera pedagogiskt sätt förklara funktionen och tillvägagångssättet.

I kapitlet behandlas först start och inställning av programvaran, detta för att få rätt användarinställningar och start-template. Följande som går igenom är hantering av olika konstruktionstyper och modifiering av dessa. Efter detta går igenom samma procedur för hantering av objekt och komponenter. Skärningar och vyer kommer som följande och behandlar hantering och skapande av dessa. I detta kapitel finner man även anvisningar för hur man använder de mallar jag tagit fram och hur dessa kan anpassas ytterligare för optimerad användning. Följande är rumstyper och beskrivningar som behandlar precis vad som förstås av dess rubrik. De sista underkapitlen i denna del behandlar importering och exportering av material i såväl dwg-form som i IFC-form. Även utskrift och plottning av ritningar tas upp i denna punkt. Med stöd av vad som presenterats i detta kapitel är det tänkt att den dagliga verksamheten skall kunna framskrida utan större hinder.

## **2 – Modellering under olika skeden**

Detta kapitel är baserat på de krav och anvisningar som framställs i YTV2012. Kapitlet är en förenklad förklaring över vilka krav som gäller för modelleringen beroende på i vilket skede av planeringsprocessen man befinner sig i. För att inte behöva använda sig av två språk har hänvisningar till YTV2012 använts som källor. Detta underlättar även för de anställda på företaget som vill veta mer än vad som nämns i själva användarguiden.

## **3 – Kvalitetssäkring**

Kvalitetssäkringen framhålls i YTV2012 som en väldigt väsentlig del av hela BIM-processen och har därför tillägnats ett eget kapitel i användarguiden. Eftersom det i YTV2012 ofta förekommer onödigt byråkratiskt språk och långa formuleringar ansågs att detta bör klargöras bättre och tydligare, vilket gjorts i detta kapitel. Här förklaras stegvis när man utför kvalitetskontroller och på vilket sätt dessa är tänkta att utföras. Innehållet följer ganska långt vad som presenteras i kapitel 7 i denna text.

## **4 – Framtagning av inventeringsmodell**

I användarguidens sista del presenteras inventeringsmodellen som skapats. Inventeringsmodellen är en modell av en redan befintlig affärsbyggnad och som i framtiden kan tänkas bli aktuell att bygga ut på något av de ställen där denna finns. Genom att man vid planering av eventuell utbyggnad redan har en framarbetad inventeringsmodell att utgå från, får man en hel del arbete på köpet. I kapitlet går igenom modelleringsprocessen och hur modellen är uppbyggd. Detta är tänkt att bättre visualisera det tänkta tillvägagångssättet som bör användas vid modellering inom företaget. Slutligen presenteras vilka ritningar och övriga bilagor som framtagits ur modellen och även på vilket sätt dessa framtagits. Även en modellbeskrivning finns bifogad till modellen. Modellbeskrivningen är framtagen enligt anvisningar i YTV2012 och beskriver modellens struktur, detaljnivå och avvikelser.



## 10 Sammanfattning och diskussion

Avsikten med detta kapitel är att reflektera över examensarbetet som helhet och formulera en kort och lättöverskådlig sammanfattning av arbetet. Kapitlet innehåller även en reflektion över nyttan med själva arbetet och en utblick över vad framtiden kan tänkas föra med sig.

Då jag åtog mig arbetet var jag inte överhuvudtaget insatt i programvaran Revit och hade aldrig hört talas om uttryck som YTV2012 eller IFC-format. Detta är förstås något som jag nu anser mig ha bra under kontroll. Programvaran i sig själv var inte speciellt svår att förstå sig på efter att man varit på grundläggande kurs. Flitigt antecknande under kursens gång resulterade även i väldigt mycket användbart material som senare kunde läggas in i användarguiden.

Den pedagogiska aspekten i arbetet var inte något som man alls tänkt på förrän jag påbörjade utarbetandet av användarguiden. Vid något tillfälle insåg jag då att det skulle krävas ett mer avancerat anvisningssystem för att få guiden att fungera oberoende av vilket språk man arbetar på. Detta anser jag löstes på ett enkelt och bra sätt genom att tillämpa Windows Problem Steps Recorder. Detta gjorde även anvisningarna mera visuellt tilltalande och lättare att förstå än textförklaringen.

Nyttan med examensarbetet kan återspeglas på flera olika sätt. För det första har företaget direkt daglig nytta av användarguiden vid modelleringsarbete. Med hjälp av användarguiden kommer antagligen starten av modelleringsarbetet att underlättas betydligt. Trots att samtliga ur personalen förr eller senare kommer att genomgå någon typ av utbildning i programvaran så kommer användarguiden att fungera som stöd och uppslagsverk vid dagligt arbete då man hunnit glömma vad som gått igenom på skolningstillfällena. Detta kan ses som en klar effektivitetshöjande faktor för företaget. Genom att grundligt studera YTV2012 man personligen fått en grundligare förståelse över hur BIM-förfarande skall genomföras i verkligheten och vilka krav som ställs på planeringen vid deltagande av offentliga projekt. Genom att utarbeta ritningsmallar och även skapa en inventeringsmodell till ett verkligt projekt har man dessutom fått en bättre inblick i själva programvaran och dess användning.

BIM-processen som helhet är ett ganska krävande åtagande som kräver fördjupning och sakkunskap inom området, såväl på företags- som på personnivå. Något som antagligen kommer att aktualiseras inom kort på företaget är att utse en ansvarig BIM-koordinator som kan leda BIM-projekten i framtiden. Att axla rollen som koordinator innebär att man bör sätta sig in i kvalitetssäkring och granskningsrutiner ytterligare.

Hur BIM-planering utvecklas i framtiden är svårt att förutspå, dock kan man med ganska stor säkerhet tänka sig att modelleringen antar betydligt mer komplicerade former och att möjligheterna för samordning mellan olika aktörer kommer att öka betydligt i framtiden. Framförallt inom produktionen kan man tänka sig att BIM-hanteringen kommer att utvecklas enormt de kommande åren. Denna utveckling kommer troligen att ske genom att man på själva byggarbetsplatsen i framtiden kan ta del av modellerna i realtid med hjälp av olika hjälpmedel. Redan i dagsläget finns olika typer av öppna programvaror som t.ex. Solibri Model Checker som stöder modeller i IFC-format och som möjliggör granskning av modellerna i princip var som helst och av vem som helst. Nyckeln till framgång gällande samarbete mellan alla parter är att även i fortsättningen satsa på att utveckla IFC-konverteringen för att på detta sätt framarbete ett gemensamt filformat som kan användas av alla och som inte är beroende av vilken programvara man använder.

Standardiseringen inom BIM-området har nog ännu inte riktigt kommit till den punkt som alla skulle önska. YTV2012 kan i dagsläget ses som ett mycket bra styrverktyg för att få samtliga aktörer på marknaden att arbeta enligt gemensamma principer och detta kommer nog antagligen att styra branschen i rätt riktning de kommande åren. Man kan med lätthet konstatera att det finns en del saker att önska ännu vad gäller tydligheten och tolkningsfriheten i YTV2012. Detta kommer dock antagligen att åtgärdas inom de närmaste åren.

Slutligen kan man fråga sig hur mycket omtanke och arbete det är värt att lägga ner på att förkovra sig i YTV2012 ifall allting ändras eller skrotas inom några år. Det är förstås självklart att YTV kommer att ändras på något sätt men ifall det någon gång fastställs en officiell standard är jag ganska säker på att den kommer att bygga på det material som finns idag. Man måste helt enkelt börja någonstans för att komma framåt.

## Källförteckning

BIM: Building Information Modeling. Autodesk. [Online]  
<http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling> [hämtat 4.12.2014]

Certified Software. BuildingSMART. [Online]  
<http://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/>

Dave B., Koskela L., Kiviniemi A., Owen R. & Tzortzopoulos P., 2013,  
*Implementing Lean in construction: Lean construction and BIM*. London: CIRIA

Laakso M., Kiviniemi A., 2012, *The IFC standard – A review of history, development and standardization*. [Online] [http://itcon.org/data/works/att/2012\\_9.content.01913.pdf](http://itcon.org/data/works/att/2012_9.content.01913.pdf)  
 [hämtat 31.1.2015]

Rakennuksen Tietomallinnus (BIM) [Online]  
<http://www.senaatti.fi/rakennuttaminen/rakennuttamisen-ohjeet/rakennuksen-tietomallinnuksen-%28bim%29-ohje>

Roupé M., Viklund-Tallgren M., Johansson M. & Andersson R., 2014,  
*Virtuell produktionsplanering med hjälp av BIM och visualisering*.  
 Göteborg: Chalmers Tekniska högskola

RT 10 – 992 Tietomallinnettava rakennushanke 2010.  
 Helsingfors: Rakennustieto. [hämtat: 4.12.2014]

Standardit. BuildingSMART Finland. [Online]  
<http://www.buildingsmart.fi/5>

Thein V., 2011, *Industry Foundation Classes (IFC): BIM interoperability through a vendor-independent file format. A Bentley white paper*. [Online]  
[http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/bentley\\_institute/White\\_paper\\_IFC.pdf](http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/bentley_institute/White_paper_IFC.pdf)  
 [hämtat 16.3.2015]

Tietomallinnus. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL. [Online]  
<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html> [hämtat 4.12.2014]

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012. Osa 1 – Yleinen osuus.  
 Building SMART Finland. [Online] <http://www.buildingsmart.fi/8> [hämtat: 14.11.2014].

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012. Osa 2 – Lähtötilanteen mallinnus.  
 Building SMART Finland. [Online] <http://www.buildingsmart.fi/8> [hämtat: 14.11.2014].

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012. Osa 3 – Arkkitehtisuunnittelu.  
 Building SMART Finland. [Online] <http://www.buildingsmart.fi/8> [hämtat: 14.11.2014].

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012. Osa 6 – Laadunvarmistus.  
 Building SMART Finland. [Online] <http://www.buildingsmart.fi/8> [hämtat: 14.11.2014].

<b>Tietomalliselostus / Modellbeskrivning</b>	
Havainnollistuskuva kohteesta Visualiseringsbild av projektet	[Bör alltid finnas med]
Suunnittelukohde Planeringsprojekt	
Suunnitteluvaihe Planeringsskede	
Tietomalliselostuksen päiväys Modellbeskrivningens datering	
Muutospäiväys Ändringsdatering	
Yritys Företag	
Tietomalliyhteyshenkilö BIM-kontaktperson / koordinator	
Yhteyshenkilön sähköpostiosoite Kontaktpersonens e-postadress	
Kohteen vastuuhenkilö Ansvarsperson för projektet	
Kohteen projektipäällikkö Projektchef	
Käytettävät ohjelmistot Använda programvaror	
Lisätietoja, huomioita yms. Tiläggsinfo, anmärkningar	
<b>Mittauksen kuvaus / Redogörelse av mätningar</b>	
Mittausmenetelmä Mätningssmetod	
Mittaustarkkuus Måttnoggrannhet	
Mittausajankohta Datum för mätning	xx.xx.2015
Poikkeamat mittausmäärittelystä Avvikelser gällande mätning	1. 2.
Mitta-aineiston toimitusmuoto Mätningmaterialets form	- -
Muuta huomioitavaa Övriga anmärkningar	

(YTV2012, Osa 2, Liite 2, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015).

Mallinnuksen kuvaus / Redogörelse av modellering	
Mallinnuksen mittayksikkö Måttenhet vid modellering	mm
Koordinatisto Koordinatsystem	Projektkoordinaatiston kuvaus Beskrivning av projektets koordinatsystem
Korkeusjärjestelmä Höjdsystem	xx korkeusjärjestelmän mukaisessa todellisessa korkeusasemassa xx höjdsystem använt. Verkliga höjder enligt xx höjdsystem
Origo Origo	Kuvaus origon sijainnista Beskrivning av projektorigo
Siirtokoordinatit Flyttkoordinater	Vastinpisteet projektkoordinaatiston muunnosta varten Fixpunkter för förflyttning inom projektkoordinatsystem
Kerrosten korkeusasemat Våningars höjdlägen	1. kerros + 5.00 2. kerros + 8.00
Lähtötietojen alkuperä Utgångsdatats ursprung	Lähtötietojen alkuperän kuvaus Beskrivning av utgångsdatats ursprung
Mallin tarkkuus Modellens noggrannhet	Yleiset Tietomallivaatimuksien, Osan 2, Liitteen 1 mukainen Enligt YTV2012, Osa 2, Bilaga 1
Poikkeukset tarkkuustasosta Avvikelser gällande noggrannhet	1. 2.
Tiedostojen nimeämisperiaatteet Namngivning av data	
Rakennusosien nimeämisperia. Namngivning av byggnadsdelar	
Käytetty tasojärjestelmä Använda nivåsystem	
Mallin tietosisältö Modellerns datainnehåll	Yleisen Tietomallivaatimuksien Osan 2, Liitteen 1 mukainen Enligt YTV2012, Osa 2, Bilaga 1
Poikkeamat malli.käytännöstä Avvikelser från modellering	1. 2.
Muuta huomioitavaa Övriga anmärkningar	

(YTV2012, Osa 2, Liite 2, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015).

## Inventeringsmodellering – Detaljnivå 1

### Nivå 1 - Utrymmesmodell

<b>Byggnadsdel</b>	Krav som gäller
<b>Utrymmen</b>	
<b>Rumsytor</b>	Modelleras, till utrymmena kopplas rumsbeteckningar och angivna inventeringsdata
<b>11 Områdesdelar - Tomtens modell</b>	
<b>3D-ytmodell och växtlighet som bör bevaras</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>12 Byggnadsdelar</b>	
<b>1241 Ytterväggar</b>	Modelleras utan detaljer
<b>1242 Fönster</b>	Modelleras utan detaljer
<b>1243 Ytterdörrar</b>	Modelleras utan detaljer
<b>1263 Vattentak</b>	Modelleras
<b>122 Nedre bjälklag</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>123 Stomme</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>125 Utvändiga ytor</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>13 Utrymmesdelar</b>	
<b>1336 Sanitetsutrustning</b>	Bestäms projektspecifikt

(YTV2012, Osa 2, s.14, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)

## Inventeringsmodellering – Detaljnivå 2

### Nivå 2 - Byggnadsdelsmodell

Byggnadsdel	Krav som gäller
<b>Utrymmen</b>	
<b>Rumsytor</b>	Modelleras, till utrymmena kopplas rumsbeteckningar och angivna inventeringsdata
<b>11 Områdesdelar - Tomtens modell</b>	
<b>3D-ytmodell</b>	Modelleras
<b>Växtlighet som bör bevaras</b>	Modelleras
<b>115 Områdeskonstruktioner</b>	Modelleras
<b>12 Byggnadsdelar</b>	
<b>1221 Nedre bjälklagsplattor</b>	Modelleras, synliga delar
<b>123 Stomme</b>	Modelleras, synliga delar utan detaljer
<b>1241 Ytterväggar</b>	Modelleras utan detaljer
<b>1242 Fönster</b>	Modelleras med karm och båge
<b>1243 Ytterdörrar</b>	Modelleras med karm
<b>125 Ytor utomhus</b>	Modelleras
<b>1261 Vattentakskonstruktioner</b>	Modelleras med förenklade detaljer
<b>1263 Vattentak</b>	Modelleras
<b>1265 Glastakskonstruktioner</b>	Modelleras
<b>1266 Takfönster och -luckor</b>	Modelleras
<b>1222 Kanaler i nedre bjälklag</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>13 Utrymmesdelar</b>	
<b>131 Utrymmens avgränsande delar</b>	Modelleras utan detaljer
<b>1323 Innertakskonstruktioner</b>	Modelleras utan detaljer
<b>1331 Fast inredning</b>	Modelleras genom att reservera utrymme
<b>1336 Sanitetsutrustning</b>	Modelleras genom att reservera utrymme
<b>1342 Eldstäder och rökkanaler</b>	Modelleras , synliga delar utomhus

(YTV2012, Osa 2, s.15, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)

## Inventeringsmodellering – Detaljnivå 3

### Nivå 3 - Detaljerad byggnadsdelsmodell

Byggnadsdel	Krav som gäller
<b>Utrymmen</b>	
<b>Rumsytor</b>	Modelleras, till utrymmena kopplas rumsbeteckningar och angivna inventeringsdata
<b>11 Områdesdelar - Tomtens modell</b>	
<b>3D-ytmodell</b>	Modelleras
<b>113 Beläggningar</b>	Modelleras
<b>114 Områdesutrustning</b>	Modelleras
<b>115 Områdeskonstruktioner</b>	Modelleras
<b>12 Byggnadsdelar</b>	
<b>1221 Nedre bjälklagsplattor</b>	Modelleras, synliga delar
<b>123 Stomme</b>	Modelleras med detaljer
<b>1241 Ytterväggar</b>	Modelleras med detaljer och utsmyckningar
<b>1242 Fönster</b>	Modelleras med karm och båge
<b>1243 Ytterdörrar</b>	Modelleras med karm
<b>1244 Fasadutrustning</b>	Modelleras
<b>125 Ytor utomhus</b>	Modelleras
<b>1261 Vattentakskonstruktioner</b>	Modelleras, toleranser projektspecifikt
<b>1262 Takfotskonstruktioner</b>	Modelleras
<b>1263 Vattentak</b>	Modelleras
<b>1264 Vattentakets utrustning</b>	Modelleras
<b>1265 Glastakskonstruktioner</b>	Modelleras
<b>1266 Takfönster och -luckor</b>	Modelleras
<b>1222 Kanaler i nedre bjälklag</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>13 Utrymmesdelar</b>	
<b>131 Utrymmens avgränsande delar</b>	Modelleras med detaljer
<b>132 Utrymmens ytor</b>	Modelleras med detaljer
<b>133 Utrymmens utrustning</b>	Modelleras genom att reservera utrymme
<b>1341 Vårdytor, åtkomstutrustning</b>	Modelleras
<b>1342 Eldstäder och rökkanaler</b>	Modelleras, synliga delar utomhus
<b>2 Teknikdelar</b>	
<b>21 Rördelar</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>22 Ventilationsdelar</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>23 Elektriska delar</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>25 Anordningar, allmänt</b>	Bestäms projektspecifikt
<b>2511 Hissar</b>	Hisschaktets måttsättning och modellering

(YTV2012, Osa 2, s.16-17, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)



<b>Granskningsblankett för BIM-modell</b>				
Paikka / Plats:				
Aika / Tid:				
Tarkastaja / Granskare:				
Kohde / Projekt:				
Versio / Version:				
Version päiväys / Datum:				
Tarkastuslomake / Granskningsblankett:	<b>LÄHTÖTIETOMALLI / UTGÅNGSMODELL</b>			
	I skick / Kunnossa	Brister finns / Puutteita	Ej relevant / Ei relevantti	Kommentit / Kommentar:
Tietomalliselostus / Modellbeskrivning				
Mallit sovittuina tiedostoformaateina/ Modeller finns i behövlige format (IFC ja muut sovitut)				
Mittaustulokset vastaavat mitattua rakennusta / Mätresultat motsvarar måtten på byggnader				
Malli vastaa mittausdokumenteja (pistokoe) / Modellen motsvarar mätdokument (stickprov)				
Koordinaatisto on sovitun mukainen / Koordinatsystem enligt överenskommelse				
Sovittuja kuvatasoja on käytetty / Överenskomna bildplan används				
Kerrokset on määritetty / Våningar definierade				
Sovitut tilat ja rakennusosat on mallitettu / Överenskomna utr. och byggn.delar modellerade				
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla / Byggnadsdelar modellerade med rätta verktyg				
Sovittuja rakennusosatyyppejä on käytetty / Överenskomna byggnadsdelstyper använda				
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia / Modellen innehåller inte överflödiga byggnadsdelar				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia/ Modellen innehåller ej inkapslingar eller dubletter				
Ei merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia / Inga väsentliga komponenter mellan skärningar				
Tilat, seinät, pilarit kattavat kerroksittain bruttoalan / Ytor, väggar, pelare räknas in våningsvis i bruttoytan				
Tilojen korkeus mallinnusvaatimusten mukainen / Utrymmens höjd enligt modelleringskrav				
Tilat kohtaavat ympäröivät seinät ja muut objektit / Utrymmen avgränsas av väggar och likartade objekt				
Tiloja ei ole päällekkäin / Utrymmen överskrider inte varandra				
Sovitunmukaisia tilatunnisteita on käytetty / Ändamålsenliga utrymmesbeskrivningar används				
Allekirjoitus / Underskrift				

(YTV2012, Osa 6, s. 20, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)

<b>Granskningsblankett för BIM-modell</b>				
Paikka / Plats:				
Aika / Tid:				
Tarkastaja / Granskare:				
Kohde / Projekt:				
Versio / Version:				
Version päiväys / Datum:				
Tarkastuslomake / Granskningsblankett:	<b>ARKKITEHTIMALLI / ARKITEKTMODELL</b>			
	I skick / Kunnossa	Brister finns / Puutteita	Ej relevant / Ei relevantti	Kommentit / Kommentar:
Tietomalliselostus / Modellbeskrivning				
Mallit sovittuina tiedostomuotoina/ Modeller finns i behövliga format (IFC ja muut sovitut)				
Sovittuja kuvatasoja on käytetty / Överenskomna bildplan använda				
Koordinaatisto on sovitun mukainen / Kordinatsystem enligt överenskommelse				
Kerrokset on määritetty / Våningar definierade				
Rakennusosat ja tilat on määritelty kerroksittain / Byggn.delar & utrymmen definierade våningsvis				
Sovitut tilat ja rakennusosat on mallitettu / Överenskomna utrymmen & byggn.delar modellerade				
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla / Byggnadsdelar modellerade med rätta verktyg				
Sovittuja rakennusosatyyppejä on käytetty / Överenskomna byggnadsdelstyper använda				
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia / Modellen innehåller inte överflödiga byggnadsdelar				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia/ Modellen innehåller ej inkapslingar eller dubletter				
Ei merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia / Inga väsentliga komponenter mellan skärningar				
Bruttoala- ja muut laajutta kuvaavat komp. mallinnetu/ Br.yta & övriga utmärkande/omfattande komponenter				
Laaj. kuvaavien komp. nimet/tyypit sovitun mukaiset / Utmärkande/omfattande komponenter enl. överensk.				
Sovitusmukaisia tilatunnisteita on käytetty / Ändamålsenliga utrymmesbeskrivningar används				
Huonetilat vastaavat tilaohjelmaa / Rumsytor motsvarar utrymmesplanering				
Tilat, seinät, pilarit kattavat kerroksittain bruttoalan / Ytor, väggar, pelare räknas in våningsvis i bruttoytan				
Tilavaraukset talotekniikalle on tehty / Utrymmesreservation åt husteknik				
Tilojen korkeus on mallinnusvaatimusten mukainen / Utrymmens höjder enl. modelleringskrav				
Tilat kohtaavat ympäröivät seinät ja muut komp. / Utrymmen begränsas av väggar och liknande komp.				
Tiloja ei ole päällekkäin / Utrymmen överskrider inte varandra				
<b>Allekirjoitus / Underskrift</b>				

(YTV2012, Osa 6, s. 21, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)

<b>Granskningsblankett för BIM-modell</b>				
Paikka / Plats:				
Aika / Tid:				
Tarkastaja / Granskare:				
Kohde / Projekt:				
Versio / Version:				
Version päiväys / Datum:				
Tarkastuslomake / Granskningsblankett:	RAKENNEMALLI / KONSTRUKTIOSMODELL			
	I skick / Kunnossa	Brister finns / Puutteita	Ej relevant / Ei relevantti	Kommentit / Kommentar:
Tietomalliselostus / Modellbeskrivning				
Mallit sovittuina tiedostoformaateina/ Modeller finns i behövlige format (IFC ja muut sovitut)				
Koordinaatisto on sovitun mukainen / Kordinatsystem enligt överenskommelse				
Mallia kohden on pääsääntöisesti yksi rakennus Modell består i huvudsak av en byggnad				
Kerrokset on määritetty / Våningar definierade				
Rakennusosat on määritelty kerroksittain / Byggnadsdelar definierade våningsvis				
Rakennusosat on numeroitu yksilöllisesti / Byggnadsdelar individuellt numrerade				
Sovitut/vaatimusten mukaiset rakennusosat mallinn. Överenskomna byggnadsdelar modellerade				
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla / Byggnadsdelar modellerade med rätta verktyg				
Rakenteet on nimetty sovitulla tavalla Konstruktioner namngivna enl. överenskommelse				
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia / Modellen innehåller inte överflödiga byggnadsdelar				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia/ Modellen innehåller ej inkapslingar eller dubletter				
Ei merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia / Inga väsentliga komponenter mellan skärningar				
RAK- ja ARK-mallin rakenteet vastaavat toisiaan / RAK- & ARK-modellernas konstruktioner matchar				
RAK- ja ARK-mallin aukot ovat vastaavilla kohdilla / Öppningars placeringar i modeller överensstämmer				
Rakenteet ovat tuettuja Konstruktionerna är stödda				
Kantaviin rakenteisiin on siirretty TATE-suunnittelijoiden varaukset Bärande konstruktioner innehåller utrymmes- reservationer för planerad husteknik				
Allekirjoitus / Underskrift				

(YTV2012, Osa 6, s. 24, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)

<b>Granskningsblankett för BIM-modell</b>				
Paikka / Plats:				
Aika / Tid:				
Tarkastaja / Granskare:				
Kohde / Projekt:				
Versio / Version:				
Version päiväys / Datum:				
Tarkastuslomake / Granskningsblankett:	YHDISTETTY MALLI / SAMMANSATT MODELL			
	I skick / Kunnossa	Brister finns / Puutteita	Ej relevant / Ei relevantti	Kommentit / Kommentar:
Sovitut tietomallit ovat käytettävissä Överenskomna modeller finns till förfogande				
Malleista on toisiaan vastaavat versiot Modellerna motsvarar varandra i version				
Mallit ovat kohdistettu oikein keskenään Modellerna är korrekt insatta i varandra				
TATE mahtuu pystykuiluihin ilman törmäyksiä Hustekniken ryms i stående schakt utan kollisioner				
TATE mahtuu vaakareiteille ilman törmäyksiä Hustekniken ryms i liggande schakt utan kollisioner				
TATE-järjestelmillä ei ole keskinäisiä leikkauksia Hustekniksystem har inga interna avbrott				
Alaslasketut katot suhteessa TATE:an ovat kunnossa Nedsänkta tak i korrekt förhållande till hustekniken				
TATE ei törmää pilareiden kanssa Hustekniken kolliderar inte med pelare				
TATE ei törmää palkkien kanssa Hustekniken kolliderar inte med balkar				
TATE ei törmää muiden rakenteiden kanssa Hustekniken kolliderar inte med andra konstruktioner				
Laatoissa on aukot pystykuilujen kohdalla I plattor finns öppningar där stående schakt kommer				
RAK ja ARK-mallin rakenteet vastaavat toisiaan RAK- & ARK-modellernas konstruktioner matchar				
RAK- ja ARK-mallin aukot ovat vastaavilla kohdilla Öppningars placeringar i modeller övernsstämmer				
<b>Allekirjoitus / Underskrift</b>				

(YTV2012, Osa 6, s. 25, Modifierad och översatt, Westerlund M., 2015)