

Framtagning av BIM-objekt för byggsystemleverantörer

Undertaksystem från Ecophon



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygghälsa/Projekteringsmetodik**

Examensarbete:
Petra Hansson
Mia Lindros

© Copyright Petra Hansson, Mia Lindros

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2012

Sammanfattning

Bakgrund

BIM, Building Information Modelling, är ett relativt nytt sätt att arbeta med projektering och informationssamordning inom byggsektorn. Efterhand som allt högre krav ställs på produktinformation och informationssamordning krävs det att materialproducenter kan tillgodose behovet av BIM-objekt och modellering i 3D. Ecophon är ett byggmaterialföretag som producerar och levererar undertaksystem och ljudabsorbenter.

Problemformulering och frågeställning

Vad ställer användarna för krav och vilka behov har de på BIM-objekt över undertaksystem, samt hur kan ett sådant objekt vara utformat för att uppfylla dessa krav?

Syfte och målsättning

Syftet med arbetet är att genomföra en utredning för att ta reda på hur marknaden runt BIM-objekt ser ut, vilka objekttegenskaper på undertak som är viktiga vid modellering och BIM-användning.

Målsättningen är att kartlägga byggprocessen med avseende på undertak, samt hur hanteringen av de olika informationsmängderna i processen ser ut. Kartläggningen kommer att ligga till grund för framtagning av ett exempel på ett BIM-objekt föreställandes ett undertaksystem.

Omfattning och begränsningar

Examensarbetet avgränsas till Tyréns och Ecophons intressen, samt byggkomponenten undertak. Undersökningen av behovet av BIM-objekt är koncentrerad till den svenska marknaden.

Metod och genomförande

Arbetsmetoden grundar sig i litteraturstudier, marknadsundersökningar, studier av befintliga produktbibliotek, test av befintliga BIM-objekt, intervjuer med aktörer som arbetar i byggprocessens olika skeden, samt modellering i 3D-program.

Genom litteraturstudier och intervjuer fastställs hur processen för undertak ser ut. Processchema skapas för att illustrera processen kring undertak, samt hur de tillhörande informationsmängderna hanteras i BIM.

Resultat

Ett exempel på ett BIM-objekt för undertak tas fram i Revit Architecture utifrån den information som är insamlad genom litteraturstudier, intervjuer och

marknadsundersökning. BIM-objektet innehåller information och egenskaper som har framkommit som viktiga hos målgruppen. Objektets funktioner är utvalda utifrån vad som är möjligt att genomföra med dagens teknik och den utveckling som har nåtts inom BIM i nuläget.

Analys och diskussion

Ett BIM-objekt över undertaksystem bör vara relativt enkelt uppbyggt samt endast innehålla parametrar och egenskaper som är ytterst nödvändiga för att inte tynga ner modellen och projekteringsarbetet. Tanken med BIM är att så många informationsmängder som möjligt ska vara kopplade till en och samma informationsmodell för att minimera risken för eventuella fel i processen.

Slutsats

Ett BIM-objekt bör endast innehålla absolut nödvändiga egenskaper och parametrar. BIM-objektet ska vara utformat som ett grafiskt mönster i form av ett rutnät som visar undertaksplattornas storlek och placering. En viktig del är att integrera informationsmängder som används under förvaltningsskedet till BIM-objektet.

Egenskaper som användarna har behov av och som ska finnas tillgängliga i BIM-objektet är bland annat information om produktnamn, tillverkare, brandklass och ljudisolering.

BIM-objektet ska vara skapat som en projektfil för programmet Revit Architecture, eftersom det är den vanligaste programvaran för modellering idag.

Nyckelord: BIM, BIM-objekt, Building Information Modelling, undertak, CAD-bibliotek, projektering

Abstract

Background

BIM, Building Information Modelling, is a relatively new approach to work with building design and information management within the building industry. As higher demands are placed on product information and information management, manufacturers of building materials have to meet the need for BIM objects and 3D modeling. Ecophon is a supplier of sound absorbing ceilings and wall absorber systems.

Problem specification and research question

What are the user's demands and needs for a BIM object of a suspended ceiling system, and how can such an object be designed to meet these requirements?

Purpose and aims

The purpose is to conduct a survey to find out how the market for BIM objects look like, and find out which properties related to ceilings that are important when working with 3D modeling and BIM.

The goal is to identify the building process in terms of ceilings and how the use of the various amounts of information looks like. The survey will form the basis for the development of an example of a BIM object for a suspended ceiling system.

Scope and limitations

The thesis is limited to Tyréns' and Ecophon's interests, and the building component ceiling. The Swedish market is in focus during the investigation of the need for BIM objects.

Method and implementation

The method involves literature studies, market research and studies of existing product libraries and BIM objects. The method also consists of interviews with actors involved in the building process and 3D modeling.

The building process for suspended ceiling is determined through literature studies and interviews. Various process schemes are created to illustrate the building process around ceilings, and how the related information can be handled with help from BIM.

Results

An example of a BIM object representing a ceiling system is developed in the software Revit Architecture, based on the information that has been collected through the literature study, interviews and market research.

The BIM object contains information and properties that has been found as important among the target group. Based on what is possible to accomplish with current technology and development within BIM, the object functions are selected.

Analysis and discussion

A BIM object representing a ceiling system should have a relatively simple structure and only contain parameters and properties that are utterly necessary. The concept of BIM includes that as much information as possible should be linked to a virtual model, which reduces the risk of possible errors in the process.

Conclusion

A BIM object should only contain essential features and parameters. The BIM object should be designed as a graphic pattern in the shape of a grid, to display the size and location of the ceiling tiles. An important part is to integrate the data that can be used during the facility management to the BIM object.

The users require that parameters containing information about the product name, manufacturer, fire ratings and sound insulation should be available in the BIM object.

The BIM object should be created as a project file for the program Revit Architecture, as it is the most common software that is used for modeling today.

Keywords: BIM, BIM objects, Building Information Modelling, suspended ceilings, CAD library, building design

Förord

Detta examensarbete omfattar 22,5 högskolepoäng. Arbetet har genomförts i nära samarbete med Tyréns och Ecophon som har gett oss nödvändig handledning i projektet. Vi vill framföra ett tack till vår handledare Martin Hooper från avdelningen för Projekteringsmetodik på LTH. Till sist vill vi även tacka de som har gjort det möjligt att genomföra examensarbetet, nämligen alla personer som har ställt upp på intervjuer och fört värdefulla diskussioner tillsammans med oss. Arbetets alla olika moment är utförda av oss tillsammans.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	iii
Abstract	v
Förord	vii
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemformulering	1
1.3 Syfte och målsättning	2
1.4 Frågeställning	2
1.5 Avgränsningar	2
2 Metod	3
2.1 Insamling av data	3
2.1.1 Litteraturstudier	3
2.1.2 Marknadsundersökning	3
2.1.3 Utkast till processschema.....	4
2.1.4 Intervjuer	4
2.2 Analys	6
2.2.1 Utvärdering av data	6
2.2.2 Framtagning av processschema	6
2.2.3 Framtagning av processschema BIM	6
2.3 Hypotes	6
2.4 Framtagning av BIM-objekt	6
2.5 Resultat	7
2.6 Slutlig analys och diskussion	7
2.7 Slutsats	7
2.8 Förslag till fortsatt arbete	7
3 Insamling av data	8
3.1 Litteraturstudier	8
3.1.1 Byggprocessen.....	8
3.1.2 Industrialisering av byggprocessen	9
3.1.3 Revit Architecture	10
3.2 Marknadsundersökning	11
3.2.1 Ecophons hemsida och CAD-bibliotek.....	12
3.2.2 Undertak- och materialleverantörer	15
3.3 Utkast till processschema	19
3.4 Intervjuer	21
3.4.1 BIM-objektsutvecklare	21
3.4.2 Arkitekter och byggnadsingenjörer	23
3.4.3 Akustiker	26
3.4.4 Brandingenjörer.....	27
3.4.5 Undertaksentreprenör.....	28

3.4.6 Projektledare.....	28
4 Analys	33
4.1 Utvärdering av data	33
4.1.1 Val av programvara.....	33
4.1.2 CAD-bibliotek och hemsida.....	33
4.1.3 Filhantering	34
4.1.4 Objektets grafiska utformning.....	35
4.1.5 Objektets egenskaper	36
4.2 Framtagning av processschema	37
4.3 Framtagning av processschema BIM.....	45
5 Hypotes.....	51
5.1 Kravställning.....	51
5.2 Formulering av hypotes	52
6 Framtagning av BIM-objekt	53
7 Resultat.....	54
7.1 Schema över BIM-objektets egenskaper genom de olika skedena.....	57
8 Slutlig analys och diskussion	59
9 Slutsats	63
10 Förslag till fortsatt arbete	64
11 Referenser	65
11.1 Källor	65
11.2 Figurer	66
11.3 Intervjuer	67
12 Bilagor	68

1 Inledning

1.1 Bakgrund

BIM, Building Information Modelling, är ett relativt nytt sätt att arbeta med projektering och informationssamordning inom byggsektorn.

Med hjälp av BIM kan man producera, kommunicera information och utföra analysen gällande byggnadsmodeller. En byggnadsmodell består av:

- Bygghälsor som består av intelligenta objekt.
- Komponenter med data som beskriver hur komponenterna uppför sig.
- Konsistent data vilket innebär att ändringar och uppdateringar sker i alla de vyer som komponenten visas i.
- Koordinerad data vilket innebär att alla vyer i modellen är koordinerade.

(Eastman et al. 2008)

Inom BIM används oftast en objektsmodell i 3D över en byggnad, där givna egenskaper kan appliceras på de ingående objekten. 3D-modellen kopplas samman med övrig informationshantering till byggprocessen, till exempel räknas tid och kostnad som de fjärde och femte dimensionerna. Tanken med BIM är att hela byggprocessen, från start ända in i förvaltningen, ska ingå i informationshanteringen (Tyréns, 2012).

Ecophon är ett företag som levererar ljudabsorberande undertak och väggabsorbenter och ingår i koncernen Saint-Gobain. (Ecophon 1, 2012).

Ecophon har idag ett CAD-bibliotek på sin hemsida som innehåller ritningar över 2D-detaljer på undertakslösningar, dessa ritningar är möjliga att ladda ner i ett antal varierande filformat.

1.2 Problemformulering

Efterhand som allt högre krav ställs på produktinformation och informationssamordning krävs det att materialproducenter kan tillgodose behovet av BIM-objekt. Många leverantörer har tidigare endast tillhandahållit 2D-ritningar men måste nu anpassa sig efter beställarnas och projektörernas krav gällande 3D-modellering och BIM-hantering. Att som materialleverantör erbjuda sina intressenter BIM-verktyg är ett nytt slagkraftigt sätt att konkurrera om kunder och intressenter. Ecophon vill utveckla sitt befintliga CAD-bibliotek genom att erbjuda sina intressenter nedladdningsbara BIM-objekt för användning vid projektering.

Ecophon vill att flera utav de egenskaper som finns på undertaksystemen även ska finnas på BIM-objekten och vara lättillgängliga för arkitekten vid modellering och projektering. Det är även viktigt att det ska finnas en typ av intelligens i BIM-objekten, till exempel att det ska vara fördefinierat vilket det kortast möjliga avståndet mellan underkant bjälklag och undertaket är.

1.3 Syfte och målsättning

Syftet med arbetet är att genomföra en utredning där väsentlig information och data tas fram. Utredningen syftar bland annat till att ta reda på vilka objekt som redan finns ute på marknaden och hur de används, samt vilka objektsegenskaper på undertak som är viktiga vid modellering och BIM-användning. Arbetet utreder hur objektsegenskaperna och BIM-användningen ser ut genom byggprocessens olika skeden.

Målsättningen är att kartlägga byggprocessen kring undertak, samt hur informationshanteringen av de olika informationsmängderna ser ut. Denna kartläggning ligger till grund för framtagningen av ett exempel på ett BIM-objekt föreställandes ett undertaksystem.

1.4 Frågeställning

Vad ställer användarna för krav och vilka behov har de på BIM-objekt över undertaksystem, samt hur kan ett sådant objekt vara utformat för att uppfylla dessa krav?

1.5 Avgränsningar

Examensarbetet avgränsas till Tyréns och Ecophons intressen. Undersökningen av behovet av BIM-objekt är koncentrerad till den svenska marknaden.

Detta examensarbete är avgränsat kring hur BIM används idag och behandlar inte i någon större utsträckning hur utvecklingen av BIM kan komma att ge fler potentiella lösningar. Ett idealt BIM-projekt innebär att alla informationsdelar i ett projekt omfattas av BIM-hantering, så ser inte verkligheten ut ännu.

Kartläggningen av byggprocessen är begränsad till att endast avse undertak. Därför utesluts vissa delar av byggprocessen där undertak inte involveras eller behandlas.

2 Metod

Arbetet består av följande delar:

- Insamling av data
- Analys
- Hypotes
- Framtagning av BIM-objekt
- Resultat
- Slutlig analys och diskussion
- Slutsats
- Förslag till fortsatt arbete

2.1 Insamling av data

Examensarbetet består delvis av en utforskande studie där undersökningar av hur marknaden gällande BIM-objekt från materialleverantörer ser ut idag, vilka behov som finns när det gäller leverantörsbestämda BIM-objekt och hur processen kring undertak ser ut.

2.1.1 Litteraturstudier

För att få en fördjupning kring kopplingen mellan BIM och byggmaterial används faktaböcker med information om de olika användningsområden som finns inom BIM. För att förbättra kunskaperna om programvaran Revit Architecture studeras litteratur och manualer särskilt skrivna för programmets användning.

Tillverkningsindustrin är ett exempel på ett område där stor framgång har nåtts inom utvecklingen av objektsmodellering och informationshantering av leverantörsspecifika produkter. Inför utvecklingen av BIM inom byggsektorn är tillverkningsindustrin en intressant faktakälla. Artiklar och rapporter som berör tillverkningsindustrins utveckling och möjligheterna att applicera det på BIM studeras därför.

För att få en djupare förståelse kring byggprocessen, vilka skeden som berör undertak och vilken information som behövs rörande undertak, studeras faktaböcker som behandlar byggprocessen.

2.1.2 Marknadsundersökning

För att få en uppfattning om vad som erbjuds av byggmaterialleverantörer gällande BIM-objekt genomförs en undersökning av olika leverantörers hemsidor och dess tillhörande CAD-bibliotek.

Två huvudgrupper undersöks; undertaksleverantörer och övriga byggmaterialleverantörer. Undertaksleverantörerna är främst utvalda utifrån förslag från Ecophon. Genom sökningar på utvalda nyckelord i sökmotorn www.google.se hittas fler undertaksleverantörer, de nyckelord som används vid sökningar är:

- Undertak
- Undertaksleverantör
- Akustikplattor
- Ljudabsorbenter
- Undertak + CAD
- Undertak + Revit Architecture

Övriga byggmaterialleverantörer väljs ut genom att generera sökningar på www.google.se kring följande nyckelord:

- Byggmaterial + CAD
- Byggmaterial + Revit Architecture
- CAD-bibliotek
- CAD-bibliotek + Revit Architecture
- CAD-bibliotek + 3D

Inför undersökningarna tas en checklista fram som specificerar vad som ska undersökas på leverantörernas hemsidor, se bilaga 1. Det läggs främst fokus på att undersöka företagens CAD-bibliotek och de objekt eller ritningar som finns tillgängliga för nedladdning. I de fall då nedladdningsbara filer finns att tillgå på hemsidorna laddas dessa filer ner för att testas i de aktuella datorprogrammen.

2.1.3 Utkast till processschema

Inför kommande intervjuer tas ett utkast över ett processschema fram med hjälp av resurspersoner från Tyréns och litteraturstudien. Processschema visar en kartläggning över hur undertak behandlas i byggprocessen samt vilka informationsmängder som tillhör de olika skedena.

Under intervjuerna förs diskussioner med utgångspunkt från processschema för att få reda på hur väl det framtagna schema stämmer överens med intervjupersonernas bild av byggprocessen kring undertak. Processschema revideras och utvecklas sedan utifrån de åsikter som framkommer under intervjuerna.

2.1.4 Intervjuer

Intervjuer genomförs med olika aktörer inom byggbranschen. Intervjuernas syfte är att diskutera användningen av BIM-objekt tillsammans med kunniga

aktörer samt att få en inblick i hur byggprocessen ser ut med avseende på undertak.

För att få möjlighet att diskutera kring de huvudområden som varje enskild aktör arbetar inom utförs en kombination av halvstrukturerade intervjuer och öppna intervjuer. Frågor är framtagna för att ligga som grund för intervjuerna för att vidare diskussion ska uppstå, se bilagor 2-7. Alla intervjuer som genomförs kan beskrivas som kvalitativa (Höst et al, 2006).

Intervjuer genomförs med arkitekter, byggnadsingenjörer, projektledare, en leverantör av BIM-objekt, akustiker, brandkonsulter samt en undertaksentreprenör.

Arkitekter och byggnadsingenjörer

Intervjuer genomförs med tre arkitekter och två byggnadsingenjörer som arbetar på fyra olika arkitektkontor. Företagen väljs ut utifrån en kundlista från Ecophon och efter rekommendationer från handledare på Tyréns. De personer som intervjuas arbetar eller har arbetat med undertaksprojektering.

Projektledare

Projektledarna väljs ut genom rekommendationer från Tyréns. Intervjuer genomförs med tre personer som alla arbetar eller har arbetat inom projektledning och har en koppling till det pågående byggprojektet av det nationella laboratoriet MAX IV i Lund. Byggherre för projektet MAX IV är Peab och Wihlborgs som har bildat bolaget ML4 för detta specifika ändamål, hyresgästen är Lunds Universitet (Wihlborgs, 2012).

Leverantör av BIM-objekt

Leverantören av BIM-objekt väljs ut genom rekommendationer från handledare på LTH. Företaget som intervjuas har som affärsidé att ta fram BIM-objekt till tillverkare av inredning och byggnadsmaterial. Personerna som intervjuas har lång erfarenhet av att skapa BIM-objekt för tillverkningsindustrin inom bygg- och inredningsbranschen.

Akustiker och brandkonsulter

Genom rekommendationer från resurspersoner på Tyréns väljs akustiker och brandingenjörer ut för intervjuer.

Undertaksentreprenör

Undertaksentreprenören som väljs ut för intervju är ett företag som använder sig av Ecophons produkter och system. Företaget väljs ut i samråd med Ecophon och Tyréns. Entreprenören är en av de ledande på marknaden och använder sig även av andra undertaksleverantörers produkter.

2.2 Analys

Analys av den insamlade informationen från litteraturstudier, marknadsundersökningar och intervjuer genomförs. Utifrån analyserna revideras processschemat gällande undertak, samt att det tas fram ytterligare ett processschema som visar hur informationsmängderna kan kopplas till BIM.

2.2.1 Utvärdering av data

För att kunna sammanställa och använda den information som samlas in under det föregående arbetet utförs en utvärdering. Information, åsikter och fakta som tidigare har tagits upp i rapporten analyseras. För- och nackdelar tas fram och ställs mot varandra, åsikter och fakta vägs in. De åsikter som flera intervjuade personer uttalat sig om tas i extra beaktning.

2.2.2 Framtagning av processschema

Det schema som tas fram inför intervjukedet revideras och uppdateras efter den information och åsikter som framkommer under intervjuerna.

Processschemat tas fram för att få en verklighetsbaserad bild av vilken information som behövs kring undertak och när i byggprocessen som informationen behövs. Schemat visar på hur byggprocessen ser ut, med avseende på undertak och de informationsmängder som skapas och används. Dessutom kartläggs vilka aktörer som använder sig av informationsmängderna.

2.2.3 Framtagning av processschema BIM

Utifrån utvärderingen av data utvecklas det tidigare framtagna processschemat genom att undersöka var i processen som BIM kan användas. Ett processschema som visar på vilka möjligheter som i nuläget finns inom BIM skapas. BIM-processschemat skapas utifrån förutsättningen att BIM används från start i projektet.

2.3 Hypotes

Utifrån analysen och det framtagna processschemat över hur BIM används sammanställs en kravlista. Listan innehåller krav på egenskaper, utseende och andra funktioner som direkt går att koppla till BIM-objektet som tas fram. Utifrån kravlistan formuleras det en hypotes.

2.4 Framtagning av BIM-objekt

Genom modellering i Revit Architecture tas ett BIM-objekt av ett undertakssystem från Ecophon fram utifrån kravlistan som är ställd. Som

underlag och hjälp i modelleringen används litteratur, fakta från internet och resurspersoner från Tyréns. Vid framtagandet ses också närmre på liknande BIM-objekt som erbjuds ute på marknaden. BIM-objektet modelleras stegvis och olika alternativ till lösningar testas.

2.5 Resultat

BIM-objektets grafiska utseende och ingående egenskaper samt parametrar presenteras med text och bilder. Ett schema över vilka egenskaper som används i de olika byggskedena förtydligar presentationen av BIM-objektet.

2.6 Slutlig analys och diskussion

I analysen förs en diskussion kring vilka egenskaper på BIM-objektet som väger tyngst. Analysen belyser även eventuella konflikter som uppstår vid informationshanteringen.

2.7 Slutsats

Slutsatsen svarar på den frågeställning och de problemformuleringar som är ställda.

2.8 Förslag till fortsatt arbete

Genom att ge förslag på fortsatt arbete ges det möjlighet att utveckla det framtagna BIM-objektet ytterligare. Detta för att kunna gå vidare och erbjuda hela Ecophons undertaksortiment som BIM-objekt.

3 Insamling av data

Insamling av data sker genom litteraturstudier, marknadsundersökningar och intervjuer.

3.1 Litteraturstudier

Litteraturstudien som genomförs består av tre huvudsakliga områden: byggprocessen, industrialisering av byggprocessen och Revit Architecture. Dessa områden studeras för att ge en bra grund inför arbetet med att ta fram ett BIM-objekt.

3.1.1 Byggprocessen

Byggprocessen kan i de flesta fall delas in i fyra övergripande skeden: programskede, projekteringsskede, byggskede och förvaltningsskede. Dessa fyra skeden kan i sin tur delas upp i ytterligare underliggande delar och aktiviteter (Nordstrand, 2008).

Programskede

I programskedet preciseras och fastställs byggherrens olika krav och önskemål om byggnaden. De förutsättningar och villkor som senare kan komma att påverka projekteringen och produktionen utreds och kartläggs. Programskedet består av utrednings- och programarbete. Utredningsarbetet består av olika typer av analyser och utredningar som är vidareutvecklade från en tidigare genomförd förstudie. Materialet som tas fram under förstudien fördjupas, breddas och kompletteras. Utredningsarbetet sammanställs och sammanfattas i dokumentform under programarbetet (Nordstrand, 2008).

Projekteringsskede

I projekteringsskedet sker framtagandet av en virtuell byggnad som ska uppfylla byggherrens alla krav och önskemål från byggnadsprogrammet. Byggnaden redovisas genom olika handlingar bestående av ritningar och beskrivningar. Byggnaden ska under byggskedet kunna uppföras med handlingarna som underlag och instruktioner (Nordstrand, 2008).

Projekteringsskedet består av systemutformning och detaljutformning. Först fastställs byggnadens gestaltliga utformning med utgångspunkt ur byggnadsprogrammet. Därefter genomförs systemutformningen, som bland annat består av framtagning av byggnadens bärande konstruktions- och installationssystem. Resultatet redovisas på systemhandlingar som utgörs av ritningar och beskrivningar. Slutligen genomförs detaljutformningen, som fastställer hur byggnaden verkligen kommer att vara utformad. Arbetet från

detaljutformningen redovisas i beskrivningar och ritningar i form av bygghandlingar (Nordstrand, 2008).

Byggskede

Byggskedet består av två delar, produktion och överlämnande. I produktionen byggs själva byggnaden efter de bygghandlingar som tidigare skapats i detaljutformningen. I överlämnandet lämnas entreprenaden över till beställaren genom ett antal olika aktiviteter. Förutom en färdig byggnad ska även relationshandlingar, kvalitetsdokument, samt drift- och underhållsinstruktioner ingå i överlämnandet (Nordstrand, 2008).

Förvaltning

Förvaltningsskedet inleds när den färdiga byggnaden lämnats över till byggherren och är det längsta skedet under en byggnads livstid. Det tekniska förvaltningsskedet består av drift, underhåll och ändringar. Drift är en del av förvaltningen som bland annat innefattar byggnadens försörjning med vatten, elektricitet och underhåll. Underhåll i form av reparationer och utbyte av olika komponenter är en viktig del för att bevara byggnadens tekniska funktioner och ekonomiska värde. Ändringar innebär om- eller tillbyggnad av fastigheten (Nordstrand, 2008).

3.1.2 Industrialisering av byggprocessen

ICT står för Information and Communication Technology och är ett arbetssätt som ska underlätta delning och tillgänglighet av information. Detta med hjälp av exempelvis olika hårdvaror eller mjukvaror. Inom byggbranschen kan tekniken användas inom 3D-visualisering, informationsteknik och BIM (Forbes & Ahmed, 2011).

ICT kan användas dels för att beskriva produkter, men också för att integrera processer. Att arbeta med objektorienterad ICT har inom tillverkningsindustrin visat sig vara väldigt effektivt. Processerna för utveckling, produktion och material stöds genom arbetssättet inom ICT (Ekholm & Molnár, 2009).

Jämfört med tillverkningsindustrin har byggsektorn haft en betydligt svagare utveckling inom områdena produktivitet och kvalitet. Byggbranschen har traditionellt sätt alltid haft ett starkt fokus på enskilda projekt. I det synsättet är utvecklingen av produkten och processen skild från det faktiska byggprojektet. Detta innebär sämre kontinuitet i produktutveckling och produktion, som vidare leder till låg produktivitet och kvalitetsproblem. Att arbeta med modern ICT-teknik för att industrialisera byggprocessen är en möjlighet som kan göra byggandet mer effektivt (Ekholm, 2009).

3.1.3 Revit Architecture

Revit Architecture är ett program som används vid 3D-modellering och BIM-användning. Vid modellering av BIM-objekt i Revit presenteras informationen från en och samma 3D-modell i varje ritning, 2D- och 3D-vy. Vid ändring i 3D-modellen i en viss vy slår denna ändring igenom på alla vyer.

Några utav de filformat som är knutna till Revit Architecture är:

- Rvt – *Revit Project File*
- Rte – *Revit Template File*
- Rfa – *Revit Family File*

(AutoDesk 1, 2010)

Familjer i Revit Architecture

En familj i Revit Architecture är en samling av objekt, till exempel olika grupper av dörrar, fönster eller väggar. Objekten inom en familj har liknande uppsättningar av parametrar, snarlikt grafiskt utseende och används på samma sätt i programmet (Goldberg, 2011).

I Revit Architecture kallas de olika varianter av objekt som en familj består av för *types*. De *types* som finns inom en familj kan ha olika värden på sina parametrar, men uppsättningen av parametrar är alltid samma. De parametrar som har samma värde för alla *types* i en familj kallas för *type parameters*. De parametervärden som är unika för en enskild *type* kallas för *instance parameters* (Goldberg, 2011).

Systemfamiljer, komponentfamiljer och *in place families* är de olika sorters familjer som finns i Revit Architecture. Systemfamiljer är komponenter som till exempel väggar, måttsättningar och tak. De har alla fördefinierade parametrar och ett grafiskt utseende. En systemfamilj är inbyggd i programmet vilket innebär att familjerna är till viss del låsta och det finns mindre möjligheter att redigera egenskaper och grafik. Komponentfamiljer är vanliga symboler och komponenter som används vid 3D-modellering av byggnader, exempelvis objekt som dörrar, fönster och möbler. *In place families* är en sorts komponentfamilj som är specifik för det projekt som själva familjen skapas i. (AutoDesk 2, 2009)

Modellering av undertak

Modelleringens första steg är oftast att skapa ett enkelt undertak utan för många parametrar, som sedan går att använda i flera olika projekt. När det kommer till undertakets material är den viktigaste biten ur grafisk synpunkt själva ytskiktet. Ytskiktet är det som syns i renderingar och de tredimensionella vyerna. Alla undertaks ingående material har unika egenskaper som går att koppla till undertaket som modelleras. Det kan vara

information eller parametrar som har med hållbarhet, termiska egenskaper och ljudisolering att göra. Även om informationen inte behövs i projekteringsstadiet finns möjlighet att använda informationen senare i processen under exempelvis förvaltningsskedet (Weygant, 2011).

Parametrar som adderas till BIM-objektet ska antingen läggas in som parametrar kopplade direkt till taksystemet eller som parametrar på de ingående materialen på undertaket. Det är viktigt att göra en avvägning kring om det är nödvändigt att viss information och parametrar läggs in, det kan göra mer skada än nytta om fel val av parametrar görs. När parametrar adderas till ett sorts undertakssystem i Revit Architecture läggs samma information in under alla övriga undertak som finns i programmet, det går inte att välja att endast en undertakstyp ska innehålla vissa parametrar. På så sätt kan oönskad information hamna på fel ställe i modellen och problem kan uppstå när informationen ska användas. Problemet kan undvikas genom att istället addera parametrarna direkt till material eller att länka informationen till webbplatser och databaser. Brandklass, ljuddämpning, area och omkrets är exempel på attribut som hör till själva undertakssystemet. Tjocklek, hållfasthet och färg är exempel på attribut som hör till undertaksmaterialet (Weygant, 2011).

När parametrar till ett BIM-objekt ska väljas ut är det viktigt att ta i beaktning om informationen verkligen är relevant. Om en parameter endast är informativ och inte tillför något som kan användas i en analys av modellen är den oftast överflödig. Ett alternativ till att lägga in informationen direkt i BIM-objektet är att istället länka till en webbsida eller ett dokument i en databas (Weygant, 2011).

Drafting views i Revit Architecture används för att bland annat att visa 2D-detaljritningar som inte direkt är förknippade med själva 3D-modellen som helhet. Det kan vara 2D-bilder på exempelvis genomskärningar eller detaljlösningar. I *drafting views* kan verktyget kallat *Detail Line Tool* användas för att rita upp önskade 2D-detaljer och lösningar (AutoDesk 1, 2010).

3.2 Marknadsundersökning

Undersökningar på internet av undertaksleverantörers och byggmaterialleverantörers hemsidor genomförs och sammanställs för att skapa en bild över hur utbudet av BIM-objekt och CAD-bibliotek ser ut. Undersökningen sammanfattas med generella kommentarer utifrån granskningen av leverantörernas hemsidor. Nedan listas företagen som ingår i undersökningen tillsammans med tillhörande källhänvisning:

Undertaksleverantör

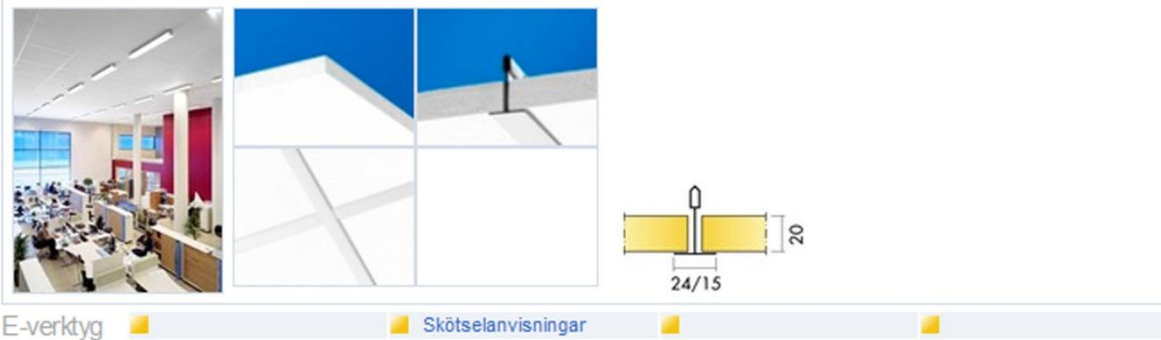
- Ecophon
- Armstrong (Armstrong, 2012)
- Gyptone (Gryptone 1, 2012)
- Knauf Danoline (Knauf Danoline, 2012)
- Rockfon (Rockfon, 2012)
- USG (USG, 2012)

Byggmaterialleverantör

- Cembrit (Cembrit, 2012)
- Hilti (Hilti, 2012)
- Lindab (Lindab, 2012)
- Moelven (Moelven, 2012)
- Sapa (Sapa, 2012)

3.2.1 Ecophons hemsida och CAD-bibliotek

På Ecophons hemsida finns undertak och väggabsorbenter ordnade i ett register, där finns det möjlighet att få fram information och egenskaper om enskilda produkter. Under varje produkt finns fakta om till exempel montering, tekniska egenskaper, skötsel och akustiska egenskaper. Enkla bilder finns även tillgängliga och beskrivning av produktens olika mått finns listade i en tabell. Det är möjligt att se produkten i en 3D-vy med hjälp av ett plug-in program i webbläsaren, där det går att rotera och zooma in på detaljnivå. Under varje enskild produkt finns filer i formatet dwg tillgängliga för nedladdning (Ecophon 2, 2012).



System- och produktbeskrivning

Montering

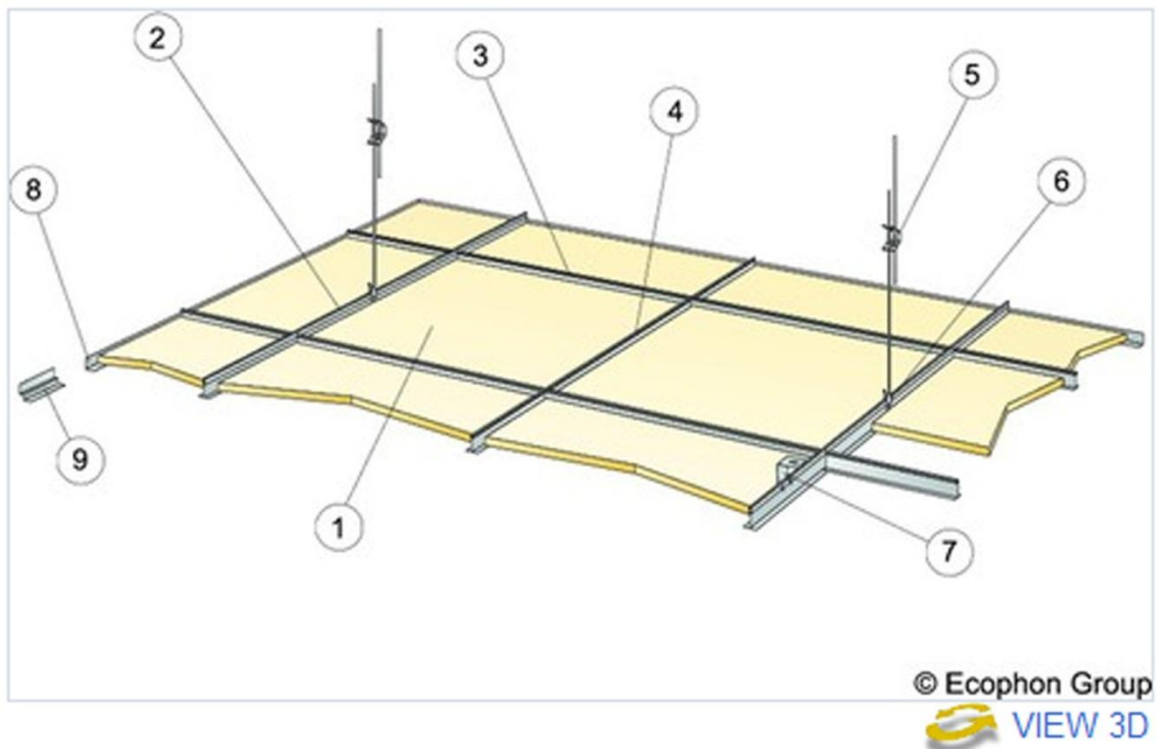
Akustik

Tekniska egenskaper

Systemöversikt

	Format c, mm						
	600x600	1200x600	1200x1200	XL 1600x600	XL 1800x600	XL 2000x600	XL 2400x600
T15	•	•	•				
T24	•	•	•	•	•	•	•
Tjocklek	20	20	20	20	20	20	20
	M01	M01	M01	M16 M46	M16 M46	M16 M46	M16 M46

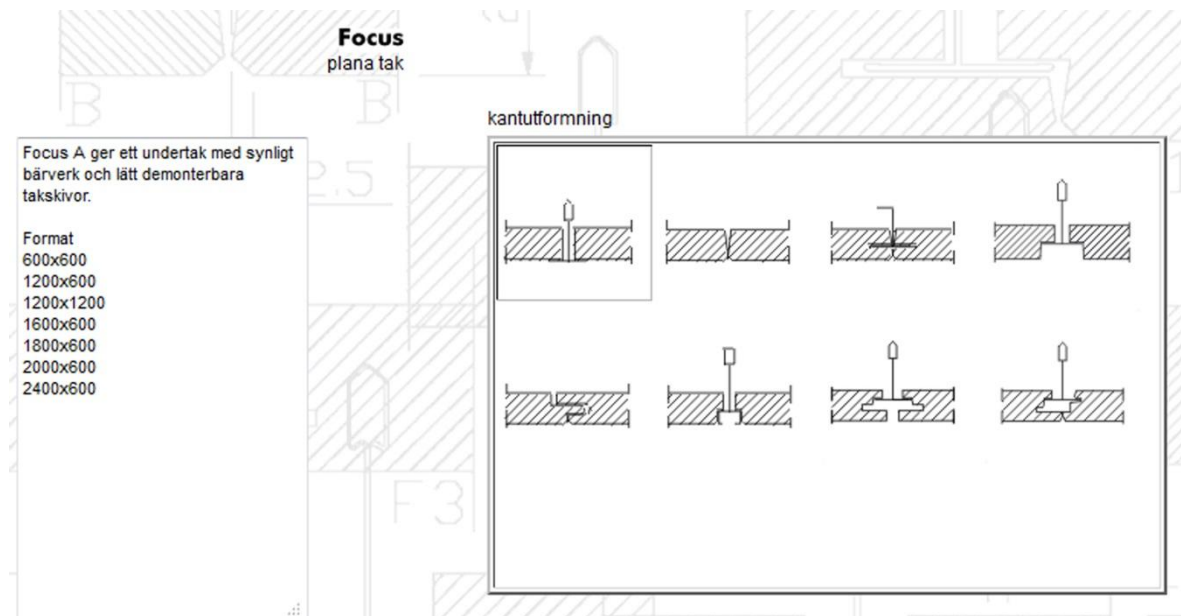
Figur 1: Information om undertakssystemet Focus A (Ecophon 4, 2012).



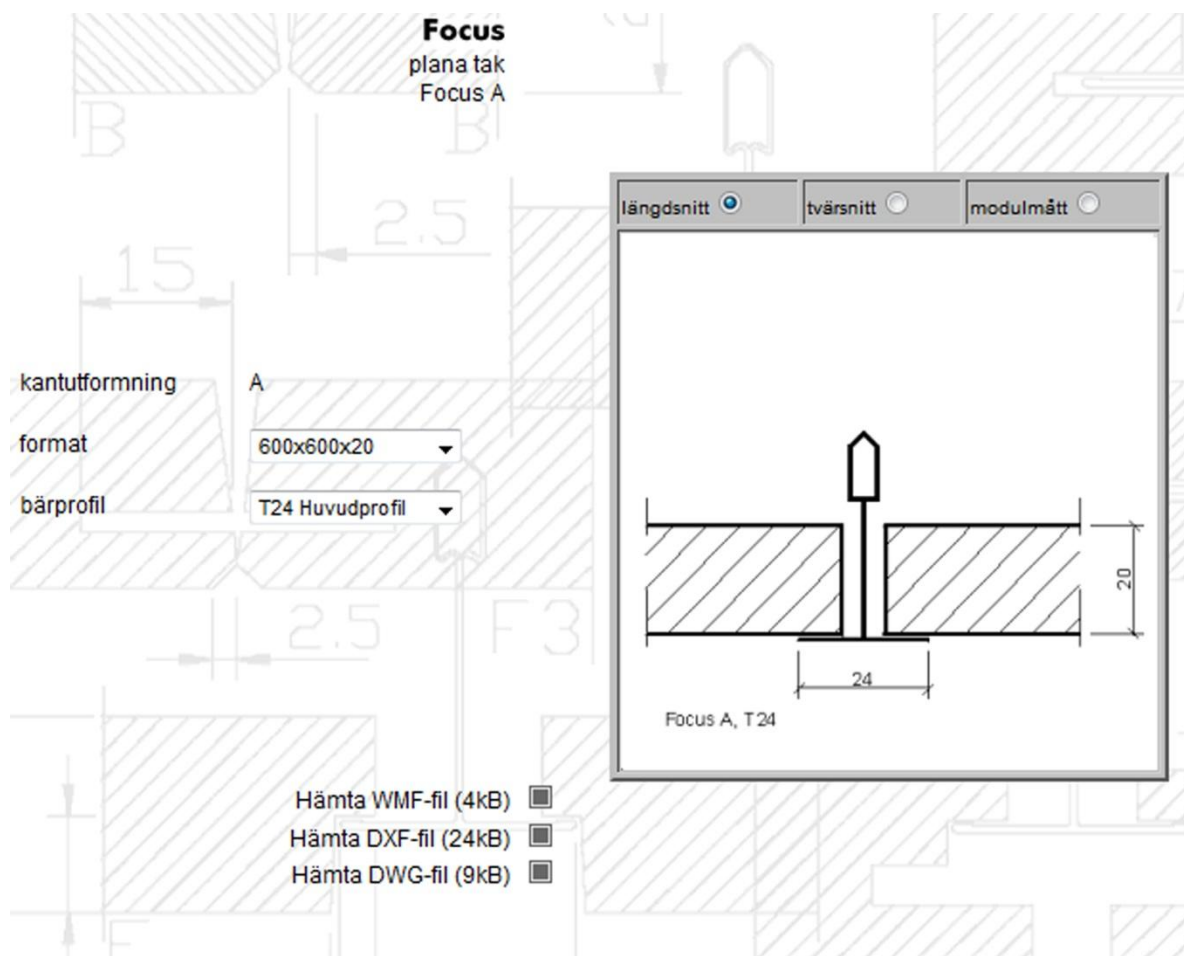
© Ecophon Group
VIEW 3D

Figur 2: Montering av Focus A (Ecophon 5, 2012).

På hemsidan finns verktyget ”CAD support – ritningshjälp”, som är ett CAD-bibliotek där alla produkter finns tillgängliga för nedladdning i formatet dwg. För att få fram ritningarna i biblioteket utförs val av till exempel kantutformning på plattan eller bärprofil, för att slutligen kunna ladda hem ritningarna. Det är möjligt att välja om ritningen ska visa längdsnitt, tvärsnitt eller modulmått. Filerna som laddas hem genom hemsidan eller CAD-biblioteket är detaljritningar, alla med filformatet dwg. Ritningarna visar bland annat olika mått, infästningar och profiler (Ecophon 3, 2012).



Figur 3: Undertakssystemet Focus olika kantutformningar som finns att välja mellan i Ecophons CAD-bibliotek (Ecophon 6, 2012).



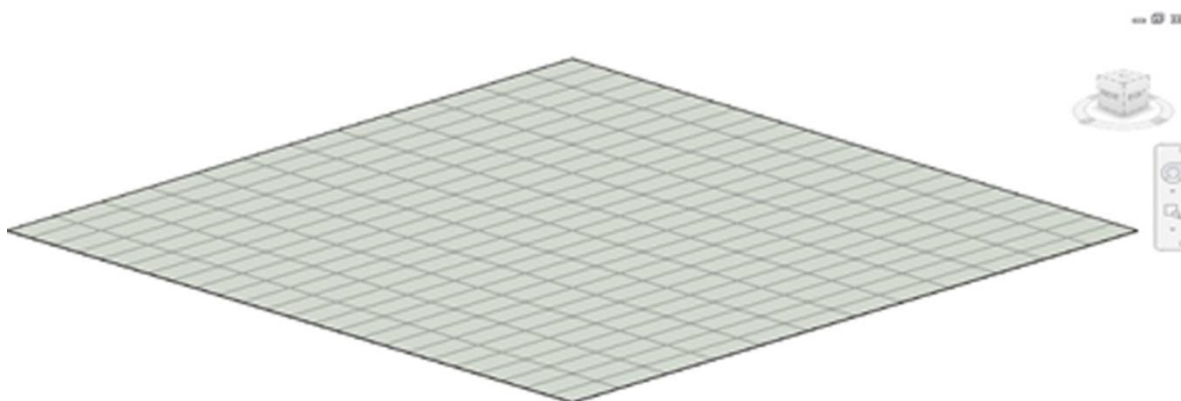
Figur 4: Kantutformning på Focus A (Ecophon 7, 2012).

3.2.2 Undertak- och materialleverantörer

Via sina hemsidor erbjuder de flesta företagen detaljerad information om sina produkter. De flesta hemsidor som undersöks är ordnade i någon form av struktur efter de produkter som företaget säljer. Under varje produkt går det hos de flesta av företagen att hitta vidare produktinformation. Information som finns att tillgå är exempelvis dimensioner, vikt, brandklass, ljuseffektivitet, design och montering. Ett par företag erbjuder färdiga och nedladdningsbara produktblad med information i pdf-format.

Majoriteten av företagen som undersöks har i någon form ett CAD-bibliotek på sin hemsida. Navigerings- och filtreringsmöjligheterna i biblioteken varierar väldigt och alla bibliotek är uppbyggda på olika sätt. I CAD-biblioteken finns oftast 2D-ritningar på detaljlösningar, infästningar och genomförningar tillgängliga för nedladdning. Oftast är 2D-ritningarna i dwg-format. De flesta av dessa ritningar innehåller måttsättningar, dimensioner och förklaringar.

Några utav företagen som undersöks erbjuder BIM-objekt för nedladdning. Dessa BIM-objekt är skapade för antingen Revit Architecture, AutoCAD Architecture eller SketchUp. Vanligast är filer i rvt-format till Revit Architecture. Två av företagen i undersökningen har sina BIM-objekt tillgängliga via en extern portal för BIM-objekt, istället för via ett eget CAD-bibliotek. Några BIM-objekt som föreställer undertak är utformade som enkla rutnät som går att dra ut över ett rum uppbyggt av väggar i Revit Architecture.



Figur 5: Ett av undertaken i Revit Architecture från marknadsundersökningen.

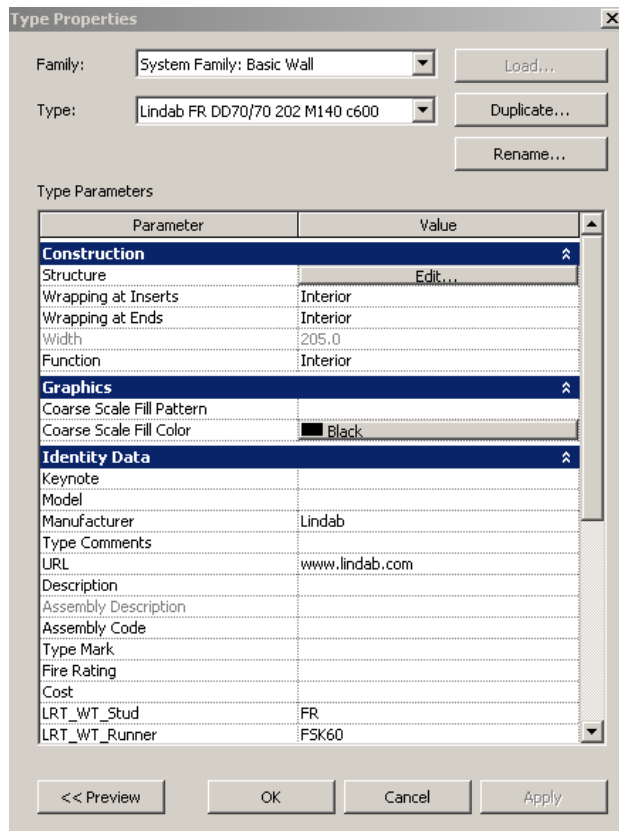
Oftast görs ett val av önskad produkt på leverantörens hemsida genom att välja bland olika egenskaper i menyer, produkten laddas sedan ner som ett BIM-objekt i en projektfil. Några utav de projektfiler som laddas ner för undersökningen innehåller fler produkttyper än de som valts på hemsidan för nedladdning. Det innebär att valet av produkt måste utföras två gånger, både på hemsidan och sedan i Revit Architecture.

Ett av företagen i undersökningen har valt att använda ett produktbibliotek som en add-in till Revit Architecture. De har dessutom skapat möjligheten att installera ett verktyg som används för att modellera företagets produkter, även detta verktyg installeras som en add-in.

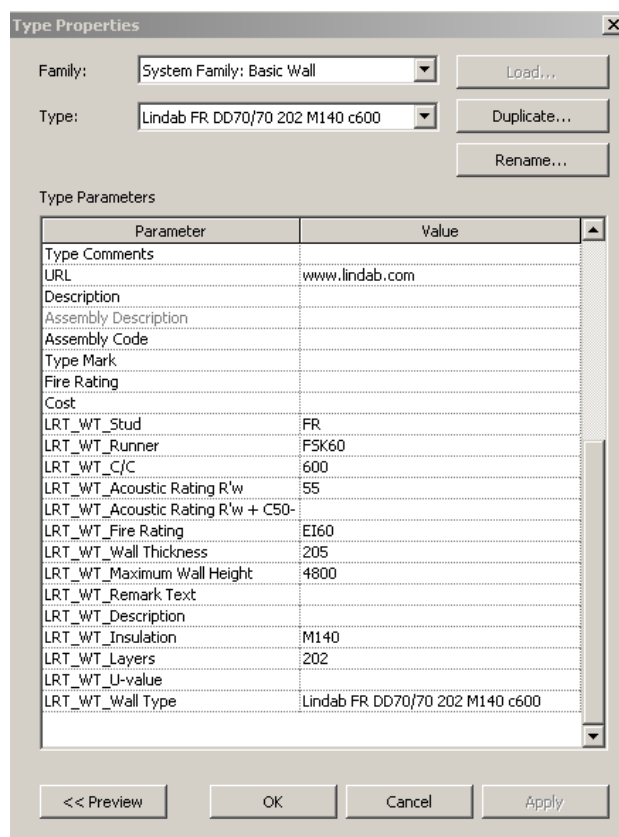


Figur 6: Verktögsfält tillhörande LindabRevitTools 2012, en add-in från Lindab.

Många av BIM-objekten som undersöks innehåller både Revit Architectures standard parametrar samt unika parametrar som företagen själva lagt in. En del har valt att addera ett prefix framför de parametrar som de själva lagt till så att dessa parametrar lättare ska gå att urskilja från standardparametrarna.



Figur 7: Exempel på nya parametrar som lagts in på ett BIM-objekt som ingår i marknadsundersökningen.



Figur 8: Exempel på nya parametrar som lagts in på ett BIM-objekt som ingår i marknadsundersökningen.

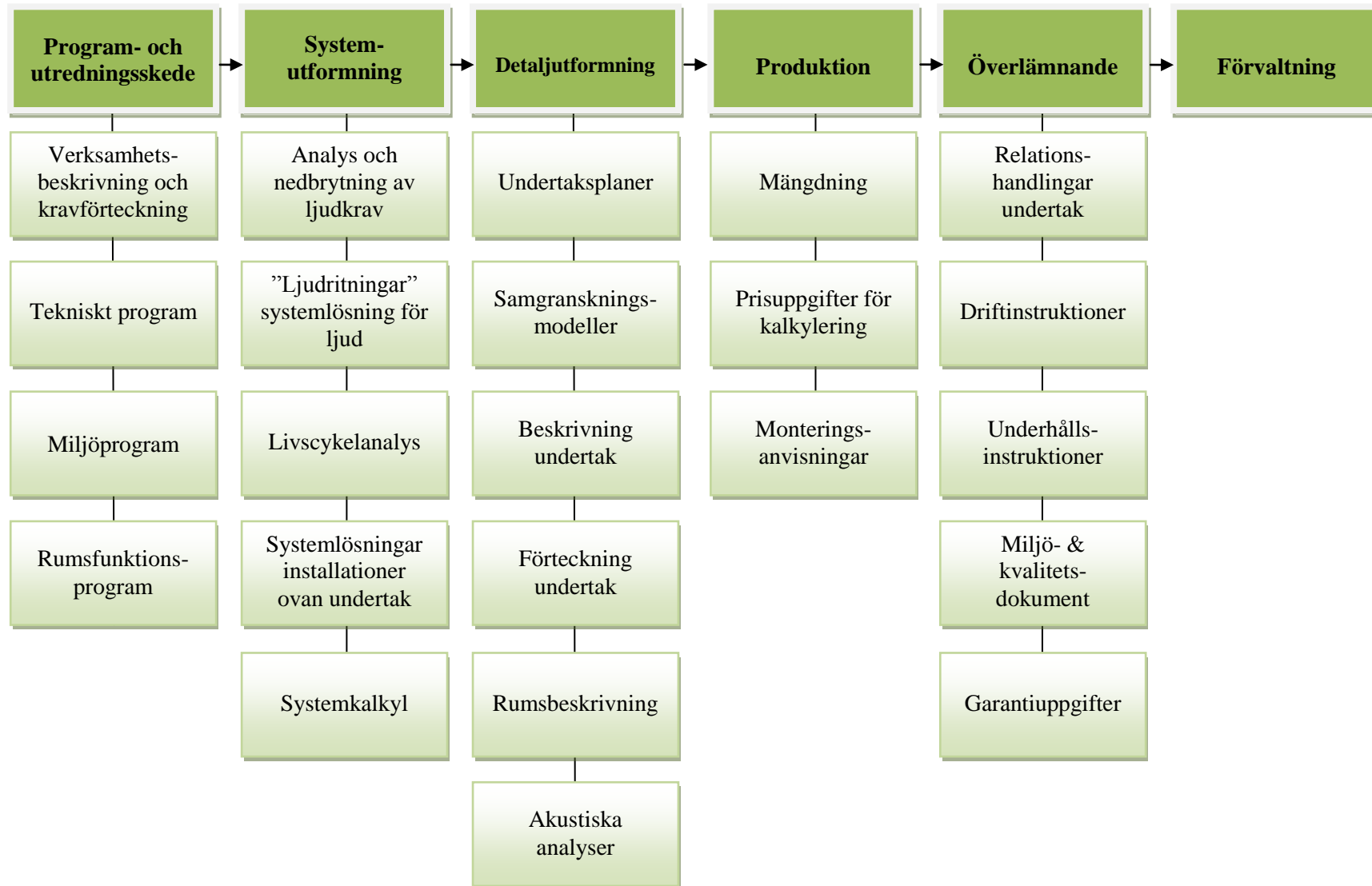
På två av de hemsidor som undersöks finns möjligheten att se produkten i 3D med hjälp av ett plug-in program i webbläsaren. I 3D-vyn kan produkten roteras och zoomas in på detaljnivå.



Figur 9: 3D-illustration av en undertaksplatta (Gyptone 1, 2012).

3.3 Utkast till processchema

Utkastet till processchemat tas fram som ett diskussionsunderlag inför intervjuerna. Schemat visar en kartläggning över hur undertak behandlas i byggprocessen och vilka informationsmängder som tillhör vilket skede. Processchemat revideras och utvecklas senare efter de åsikter som framkommer under intervjuerna. Den tidigare genomförda litteraturstudien kring byggprocessen ligger till grund för processchemats uppbyggnad.



Figur 10: Ett första utkast till ett processschema över undertak i byggprocessens olika skeden.

3.4 Intervjuer

Intervjuer genomförs med en leverantör av BIM-objekt, arkitekter, byggnadsingenjörer, projektledare, akustiker, brandkonsulter samt en undertaksentreprenör. Alla intervjufrågor finns tillgängliga i bilagorna 2-7 och intervjutillfällena finns listade i referenskapitlet.

3.4.1 BIM-objektsutvecklare

En intervju med ett företag som utvecklar BIM-objekt genomförs för att undersöka hur en process för framtagandet av BIM-objekt kan se ut. I intervjun diskuteras företagets syn på BIM, arbetsprocessen kring framtagning av ett BIM-objekt och hur utvecklingen i branschen ser ut. Två personer från företaget medverkar i intervjun.

Synen på BIM

Företaget har som affärsidé att ta fram och utveckla BIM-objekt som kan användas av aktörer inom AEC-industrin, som består av arkitekter, ingenjörer och konstruktörer. Företaget säljer webblösningar och mjukvara, men tillhandahåller även sina kunder hjälp med att skapa och publicera färdiga BIM-objekt på internet. För företaget handlar begreppet BIM till största delen om ren information. BIM är intelligent information som ska stödja de processer som redan finns i byggbranschen. BIM har enligt företaget genom åren utvecklats till att handla om databasorienterade modeller och intelligenta objekt.

Arbetsprocessen bakom ett BIM-objekt

Företagets arbetsprocess går ut på att först göra en noggrann undersökning kring kunden och deras produkt. Detta för att kunna skapa BIM-objekt som tillgodoser kraven från både leverantörens och brukarens sida.

Arbetsprocessen går ut på att ta reda på vilka egenskaper och specifikationer som är unika för den enskilda produkten. Produktens unika och fördelaktiga egenskaper kommer sedan att belysas i det BIM-objekt som tas fram. Under arbetsgången kartläggs även produkttillverkarens företag genom att deras säljmarknad och olika avdelningar granskas. Denna process är ett utvecklingsarbete som görs för att i slutändan kunna ta fram ett unikt BIM-objekt som är rätt anpassat för sitt syfte.

När det gäller den grafiska biten kan tillvägagångssättet att modellera ett BIM-objekt variera eftersom varje produktleverantör har olika typer av informationsmaterial att tillhandahålla. Några produktleverantörer kan ha specifika ritningar och produktkataloger som används vid utgångsläget, medan andra endast har den fysiska produkten. Att skapa ett BIM-objekt är en lång process som tar tid.

Företaget anser att internet är en viktig del när det gäller att nå ut med BIM-objekten. De menar att google-metoden är ett bra sätt att göra BIM tillgängligt på nätet, alla BIM-objekt ska vara sökbara i sökmotorer. Möjligheten att använda sökmotorn för att hitta ett önskat BIM-objekt är ett viktigt led i utvecklingen. Företaget har använt sig av metoden genom att göra en HTML-baserad portal, där alla objekt de hittills har skapat finns tillgängliga för nedladdning. Företagets kunder har även möjligheten att ha ett eget bibliotek med filer på sina egna hemsidor. De egenskaper och specifik data som varje produkt innehåller läggs in på portalen under respektive fält. Dessa fält är sedan länkade direkt till BIM-objekten, vilket gör att det är lätt att uppdatera informationen på portalens hemsida och automatiskt få en uppdatering i Revit Architecture eller ArchiCAD. Alla objekt som finns i portalen har därför ett unikt nummer, detta för att det ska vara möjligt att se vilken version av BIM-objektet som är aktuellt.

Personerna som intervjuas säger sig uppskatta att ungefär hälften av Sveriges arkitekter använder sig av Revit Architecture och den andra hälften av ArchiCAD. Genom att kräva att användare av BIM-objekten måste registrera sig på det intervjuade företags hemsida har företaget möjlighet att samla in statistik över vilka filer som laddas ner flest gånger.

Utveckling av BIM-objekt

Företaget använder sig av QR- och EAN-koder, Quick Response och European Article Number, för att göra informationen om produkterna på portalen mer lättillgänglig. Tekniken går ut på att koden skannas av från det verkliga objektet i byggnaden och på så sätt blir informationen tillgänglig direkt via exempelvis en smart phone. Den här tekniken är tänkt att underlätta för förvaltare vid renoveringar och underhåll. Förvaltaren kan då skanna av koden och få tillgång till digital information om den specifika produkten. Enligt de intervjuade från företaget blir förvaltningsskedet ofta bortglömt i dagens BIM-process. De menar att det i nuläget inte finns tillräckligt utvecklade program som är anpassade för att kunna använda BIM-modeller i förvaltningsskedet. Det är ett glapp mellan det stora användningsområdet vad gäller BIM i projekteringsprocessen till användningsmöjligheterna inom förvaltningsskedet.

Företaget ser just nu på möjligheten att addera ytterligare parametrar med information till deras BIM-objekt. Egenskaper som innehåller information kring CO₂-avtryck och återvinning är något som de anser ligger rätt till i tiden. Genom att addera information på BIM-objekten angående miljöegenskaper blir produkterna mer attraktiva för användarna.

3.4.2 Arkitekter och byggnadsingenjörer

Genom intervjuer med tre arkitekter och två byggnadsingenjörer förs diskussioner kring hur ett eventuellt BIM-objekt skulle kunna vara utformat på bästa möjliga sätt. Diskussionerna behandlar vilka egenskaper, funktioner och grafiska utseenden som ett BIM-objekt över ett undertaksystem bör ha. I intervjuerna tas även frågor om användningen av CAD-bibliotek, modellering i 3D och val av programvaror upp.

CAD-bibliotek

Många av de intervjuade använder Ecophons CAD-bibliotek med 2D-ritningar som finns att tillgå idag. Arkitekter använder oftast biblioteket för att se närmare på hur olika kantavslutningar och typlösningar ser ut. En del använder sig även av CAD-bibliotek från andra materialleverantörer eller möbeltillverkare. Ecophon har mycket att vinna på att erbjuda nedladdningsbara BIM-objekt, menar en av de intervjuade arkitekterna. Det är något att konkurrera med, då arkitektkontor idag kan välja bort vissa möbeltillverkare om de inte har sina produkter tillgängliga som BIM-objekt. Ett kontor har valt att inte använda sig av någon materialtillverkares 3D-bibliotek, eftersom många objekt innehåller information som inte är av intresse för en arkitekt. Ett annat arkitektkontor använder sig bara av nedladdningsbara BIM-objekt som de själva kvalitetsgranskat. Detta görs för att försäkra att objekten eller familjerna är uppbyggda på rätt sätt och att de inte innehåller för mycket information som kan tynga ner en modell. Samma arkitektkontor tycker att hanteringen av familjer i Revit Architecture är en komplex fråga. I ett projekt genereras hela tiden nya familjer och objekt, det är viktigt att kunna samla all information och göra den överskådlig på ett lätt sätt. Majoriteten av de intervjuade säger sig vara intresserade och anser sig ha nytta av ett 3D-bibliotek från Ecophon.

En åsikt som framkommer är att ett eventuellt 3D-bibliotek blir mer attraktivt om det innehåller generiska objekt som arkitekter kan ha nytta av när de modellerar undertak i Revit Architecture. Objekten kan exempelvis vara enklare armaturer, sprinklers och don, som inte är från något bestämt fabrikat eller innehåller någon specifik information. Ett CAD-bibliotek med sådana objekt kan vara till hjälp och underlätta när ett undertak modelleras i 3D. Flera av de intervjuade arkitekterna nämner att det skulle locka arkitekter till att använda Ecophons produkter ännu mer om de också blev erbjudna dessa enkla och generiska objekt.

Istället för att använda sig av ett internetbaserat CAD-bibliotek kan ett add-in program installeras i Revit Architecture. Ett par av arkitekterna som intervjuas tycker att det skulle vara en bra och smidig lösning att använda sig av. Genom add-in programmet kan tillgång fås till alla BIM-objekt, som annars enskilt

behöver laddas hem från internet. Andra av de intervjuade tycker dock att lösningen med ett CAD-bibliotek på internet är betydligt bättre. De menar att ett add-in program tar stor plats, särskilt om arkitekterna skulle behöva ha ett unikt program från många olika leverantörer. Det är ohållbart att arbeta med en add-in från varje leverantör som används. En arkitekt säger att om en add-in från Ecophon installeras i Revit Architecture och det senare i projektet bestäms att inte använda just deras undertak, så kommer programmet att vara installerat i onödan.

En annan åsikt som framkommer är att ett arkitektkontor inte kan låsa sig för mycket till specifika leverantörer genom just add-in program. Arkitekten från intervjun anser att en add-in bör finnas för en viss funktion i Revit Architecture, inte för att använda objekt från en specifik leverantör. Arkitekterna nämner att en add-in förmodligen passar bättre för projektörer som ritar direkt för en totalentreprenad eftersom de oftast skriver ramavtal med specifika produktleverantörer.

Objektets egenskaper

Majoriteten av de intervjuade är av åsikten att ett BIM-objekt inte bör innehålla för mycket information utan istället vara uppbyggt på ett så enkelt sätt som möjligt. Många anser att en materialtillverkare inte bör lägga till egna parametrar med specifika egenskaper på sina BIM-objekt. Eventuella nya parametrar kan lätt blandas ihop med de som redan finns inlagda i Revit Architecture, eftersom de ofta har snarlika namn. En arkitekt menar att istället för att lägga in nya parametrar, är det bättre om de specifika egenskaperna för ett objekt läggs in under de ordinarie parametrar som redan finns i Revit Architecture.

Många av de intervjuade tycker att det är viktigt att parametrarna till ett BIM-objekt inte ska vara för produktinriktade. Detta eftersom arkitekter i ett tidigt skede oftast inte kan styra de faktiska valen av material och produkter. Om nya parametrar med specifik information adderas till en familj i Revit Architecture, så kan parametrarna märkas ut med en ändelse eller ett prefix. Det gör att parametrarna enklare går att urskilja från Revit Architectures egna originalparametrar.

Genom intervjuerna framkommer det att ljudklass och brandklass är de egenskaper som främst behöver vara knutet till ett BIM-objekt. En av arkitekterna nämner att det är bra att kunna få ut efterklangstiden i ett rum genom modellen, baserat på materialval och ytskikt. På så sätt kan arkitekten själv laborera med val av material eller ytskikt på både tak, golv och väggar.

En del av de intervjuade efterlyser textparametrar som är kopplade till BIM-

objektet i Revit Architecture. Genom att lägga in textparametrar slipper arkitekten arbetet med att skriva beskrivningstexter och föreskrifter. Som det ser ut idag är det många arkitekter som tvingas skriva in stora mängder data och text manuellt. En av byggnadsingenjörerna berättar att det finns möjligheter att koppla ihop textparametrar med BIM-objektet genom att använda sig av databaser, istället för att lägga in informationen direkt i Revit Architecture. På så sätt tynger inte textparametrarna ner modellen, eftersom de ligger i ett annat program.

Objektets utseende och funktion

En genomgående åsikt som framkommer genom intervjuerna är att ett BIM-objekt ska vara så enkelt som möjligt ur en grafisk synpunkt. Utseendemässigt behöver objektet inte innehålla för mycket detaljer, utan det är bättre att det istället är så generellt och enkelt som möjligt. Majoriteten föredrar att arbeta i 2D när det kommer till illustreringar av detaljer och detaljlösningar. Ett par av de intervjuade pratar om möjligheten att själv kunna styra den grafiska detaljeringsgraden i Revit Architecture. Detta för att en låg detaljeringsgrad passar bättre i vissa vyer, medan det ibland behövs mer grafiska miljö- eller rumsbilder som är rika på detaljer. Arkitekter kan ha stor nytta av funktionen, exempelvis för att kunna visa kunder eller beställare hur ett undertak verkligen kommer att se ut i ett visst rum. Det är viktigt att möjligheten till att kunna skapa detaljerade miljöbilder inte tynger ned modellen. I renderade miljöbilder är det viktigt att kunna se vilken kulör undertaket har och hur stora takplattorna är.

I en intervju framkommer åsikten att textparametrar är att föredra framför grafiska parametrar. Med det menas att en text om vad det exempelvis är för typ av takplatta står utskrivnen på en ritning, istället för att det visas grafiskt. Några arkitekter tycker att BIM-objekt över undertak bör innehålla littereringstext. Littereringen skulle underlätta mycket när en undertaksplan ska ritas upp eftersom littereringstext enkelt kan sättas ut på ritningen.

En arkitekt menar att det skulle vara bra om information kring demonterbara undertak kom med ett BIM-objekt. Om en bit av ett undertak är demonterbart så tar det upp extra med utrymme, i och med att taket ska kunna öppnas upp. Det skulle kunna vara en stor fördel om information kring hur mycket extra utrymmen som behövs till ett undertak fanns med i ett BIM-objekt. Två av arkitekterna önskar också att det ska kunna gå att välja avslutningsprofiler och kantprofiler i BIM-objektet vid modellering.

Merparten av de intervjuade säger att de skulle ha nytta av att ha 2D-detaljer integrerade i en 3D-modell. Många föreslår att de ritningar som idag finns att tillgå i dwg-format på Ecophons hemsida ska kunna läggas in som detaljer till

en familj i Revit Architecture. Idag är det många arkitektkontor som har en detaljbank där detaljritningarna hämtas från, om detaljerna istället finns att tillgå i en 3D-modell så effektiviserar ritningsarbetet. En arkitekt berättar att när projektering av ventilationskanaler görs så är det en stor fördel att veta hur kantavslutningarna på undertaket ser ut, speciellt om det är nivåskillnader i taket.

Vid diskussion kring om eventuella upphängningsanordningar bör ritas in i BIM-objektet går åsikterna isär hos de intervjuade arkitekterna. Några tycker att det vore bra att få med undertakets olika upphängningsanordningar. Detta för att kunna genomföra en kollisionskontroll, då det ofta händer att upphängningsanordningarna krockar med dragningen av ventilations- eller sprinklersystemet. En annan åsikt som framkommer är att upphängningsanordningarna inte alls behövs i ett BIM-objekt. Detta eftersom samgranskning med kollisionskontroller och de upphängningsanordningar som hör till undertaket behövs oftast inte göras. Det enda som behöver kontrolleras är vad som ligger ovanför primärbalken, så att inget krockar med den.

Programvaror

Alla intervjuade är överens om att Revit Architecture är programvaran att föredra för modellering av undertak i 3D. Nästan alla som intervjuas använder sig av Revit Architecture idag när de projekterar. De arkitektkontor som ännu inte använder sig av Revit Architecture har planer på, eller håller på att gå över till programmet. Många upplever att Revit Architecture är den programvara som är mest utvecklad när det handlar om att arbeta med BIM. En stor fördel är också att programvaran fungerar bra ihop med filer i dwg-format, eftersom många inblandade konsulter oftast fortfarande ritar i AutoDesks 2D-program.

3.4.3 Akustiker

Intervju med två akustiker genomförs för att kartlägga hur akustiker arbetar. I intervjuerna diskuteras hur akustiker samarbetar med arkitekter, hur stort inflytande en akustiker har på ett projekt och var i byggprocessen en akustiker är inblandad.

Akustikerna arbetar bland annat med att ta fram vilka ljudklasser som ska gälla i en byggnad och vilken mängd ljudabsorbenter som behövs för att uppnå ljudkraven. De anger vilken ljudklass som ska gälla i varje rum och vilken placering av absorbenterna som passar bäst. Akustikern upprättar en ljudstandard med specifika riktvärden, till exempel hur många absorbenter som behövs i rummen för att uppnå riktvärdena. Ljudstandarden för en byggnad ska tas fram redan i ett tidigt skede, sedan skrivs riktvärdena in i ett

dokument som används under resterande del av projektet. Oftast är det en beställare som behöver hjälp med ljudkraven i en byggnad av en akustiker, men i andra fall kan det vara en arkitekt som behöver expertishjälp. Ibland kan en akustiker även kopplas in vid renoveringar eller ombyggnader, exempelvis om en skola behöver anpassa sina befintliga lokaler för hörselskadade barn. Det händer ofta att de akustiska bitarna i ett projekt påbörjas för sent i byggprocessen, menar en akustiker. Det kan exempelvis vara en byggnad som inte fungerar som önskat ur en akustisk synpunkt, därför kopplas en akustiker in för att ändra på något i byggnadens utformning. En akustiker kan egentligen finnas med i alla skeden i byggprocessen, men vid mindre projekt brukar de kopplas in vid projekteringsskedet.

Akustikerna projekterar i 3D när de ska ta fram komplexa lösningar och utformningar på ljudabsorbenter. De får oftast detaljerade modeller eller ritningar direkt från konstruktörer. Dessa ritningar eller modeller lämnad över i dwg-format som akustikern sedan skalar av så att de blir mindre detaljerade. Om filen innehåller en 2D-modell öppnas den i SketchUp och görs om till 3D. Efter det kan akustikern öppna filen i sitt ljudprogram, Odeon, där det finns en SketchUp plugin. Odeon är ett simuleringsprogram för akustiker, där byggdelar kläs i olika akustiska egenskaper.

3.4.4 Brandingenjörer

Brandingenjörer kommer i sitt arbete i kontakt med undertaksystem eftersom undertak är en komponent som används vid brandskyddsprojektering i till exempel allmänna utrymmen. På undertak fästs det oftast produkter i form av sprinklers och brandvarnare.

De två brandingenjörer som intervjuas berättar att deras inblandning i projektering av undertak inte är så stor. Deras arbetsuppgifter går ut på att ta fram de brandkrav som ska ställas på en byggnad eller ett specifikt rum. En brandingenjör ska även upprätta en brandskyddsdokumentation som gärna ska tas fram i ett så tidigt skede som möjligt, helst i projekteringsskedet. Brandskyddsdokumentationen finns sedan med i förfrågningsunderlaget och i produktionsskedet. I brandingenjörens arbete kan även ingå att assistera projektledaren vid valet av undertaksleverantör. Under byggtiden gör brandingenjören även inspektioner för att säkerhetsställa att materialen som används stämmer överens med de tidigare kraven som har ställts.

Brandingenjörernas krav på ett undertak är att det ska ha en viss brandklass, klara av en viss temperatur och sitta uppe ett visst antal minuter vid en eventuell brand. Den information som en brandingenjör vill ha knuten till ett BIM-objekt är materialegenskaper, genomsläpplighet, egenskaper vid ett NT-fire test samt information om eventuella upphängningsanordningar.

3.4.5 Undertaksentreprenör

Genom en intervju med en undertaksentreprenör diskuteras hur deras arbetsprocess ser ut. Frågor kring hur digitalisering och BIM-hantering skulle kunna underlätta i arbetet behandlas också.

Undertaksentreprenörens kunder består till största delen av byggföretag som Skanska och NCC, men även skolor och kommuner ingår i deras kundkrets. I entreprenörens erbjudande av tjänster ingår främst montering, men de kan även bli ombedda att komma med förslag till lösningar när ett nytt innertak ska monteras. I intervjun framgick att undertaksentreprenören oftast inte använder sig av ritningar eller modeller i 3D. 2D-ritningar används för att visa hur nya detaljlösningar ser ut, eller om detaljer behöver visas för en kund. Entreprenören får även handlingar digitalt från sina kunder i 2D-format. Dock kan det i komplicerade fall och undantag vara nödvändigt att få ritningar i 3D, som exempel nämns en mässhall som har lutande undertak i tre olika nivåer.

Undertaksentreprenören menar att användningen av kollisionskontroller mellan undertaksplattorna och de bakomliggande installationerna skulle kunna underlätta mycket för att visa hur mycket plats ett undertak verkligen tar upp. Det är ofta som problem uppstår med att ett för litet utrymme på höjden har lämnats till undertaket. När det gäller kollisionskontroller för att se var infästningar av taket krockar med andra installationer, menar entreprenören att det inte behövs. Sådana krockar löses oftast ute på plats utan att det innebär för stora problem.

3.4.6 Projektledare

Genom intervjuer med tre personer som bland annat arbetar eller har arbetat inom projektledning diskuteras hur processen runt undertak ser ut. Dessutom förs diskussion kring hur projektering av undertak går till, hur användningen av BIM ser ut samt eventuella problem som kan uppstå under byggprocessen.

Processen kring undertak

Under intervjuerna förs diskussioner i syfte att kartlägga var i byggprocessen undertak finns med samt på vilket sätt undertak behandlas i de olika delprocesserna. Som underlag för diskussionerna används processschemat figur 10.

I program- och utredningsskedet är hanteringen av undertak relativt liten. I programskedet utförs det undersökningar av vad byggnaden ska användas till. Det tas fram en kravställning kring byggnaden och genom utredningsarbete fastställs det vilka krav som ska ställas på undertaken. Oftast är det lagkraven och tillgänglighetskraven som ligger till grund för kraven som ställs.

I programskedet skapas bland annat miljöprogrammet som sedan löper genom hela byggprocessen som en röd tråd. Miljöprogrammet styr valen av material, system, produktion och inköp. Byggherren har ett stort inflytande över vilka ytskikt som kan användas vid produktionen av byggnaden genom att reglera valet av byggmaterial i miljöprogrammet. Byggherren har möjlighet att bestämma i miljöprogrammet att vissa typer av fabrikat inte får användas vid produktionen, till exempel på grund av erfarenhet av tidigare kvalitetsproblem av ett specifikt fabrikat. Arkitekten lämnar förslag på material i sin projektering, men miljöprogrammet är den nyckel som styr det slutgiltiga valet.

I systemutformningen tas det fram analyser över hur systemen kan tillgodose de ljudkrav som är ställda, krav fastställs angående höjdnivåer på installationerna samt hygienkrav på undertaket. Det tas bland annat hänsyn till om de installationer som ska ligga ovanför undertaket kräver mycket underhåll, eftersom detta ställer stora krav på att demonteringen av undertaket är lätthanterlig.

Inom vissa projekt utförs modelleringen i 3D redan under systemutformningen. Vid sådana fall skapas samgranskningsmodeller för kollisionsskontroller av systemen under systemutformningskedet.

I detaljutformningen är projekteringen av undertaksplaner en viktig del. Ibland behandlas undertaksplaner redan i systemutformningen eftersom undertakssystem är väldigt styrande för vilken typ av överliggande installationer som väljs. I detaljutformningen väljer arkitekten kant och bärverk samt tittar på vilka undertakstyper som passar med tanke på systemen som ska ligga ovanför undertaket. Akustikern konsulteras i detaljutformningen och anpassar undertakslösningen tillsammans med arkitekten efter de ljudkrav, installationer och utformning som är tänkt.

Förteckning över undertak skapas under detaljutformningen, arkitekten försöker oftast hålla förteckningen relativt fabrikatsneutral för att inte låsa sig till en viss leverantör. Arkitekten kan dock göra ett val att beskriva en produkt exakt efter en specifik leverantörs produkttegenskaper, eller nämna en specifik leverantör och sedan skriva ”eller likvärdigt”, ett ytterligare alternativ är att arkitekten beskriver undertaken helt i generella termer. Arkitekten listar endast det som anses vara viktigt, till exempel att undertaket har ett visst utseende och har en viss ljudprestanda. Det finns mindre intresse av hur upphängningen av taksystemet utförs, därför beskrivs inte det i förteckningen.

I produktionen utförs det arbete som är angivet i bygghandlingarna. Har det inte angetts några specifika och styrande egenskaper på byggmaterialet

innebär det att entreprenören får helt och hållet avgöra vilken typ av leverantör som de köper av.

I förvaltningsskedet uppkommer det bland annat situationer då undertaket måste öppnas upp för att sköta underhållet av de installationer som sitter ovanför undertaket. Är det en byggnad som innehåller installationssystem som kräver stort underhåll är det viktigt att undertaket är lätt att öppna upp. Har ett avancerat undertakssystem valts blir det större tidsåtgång och kostnader vid eventuellt underhållsarbete av de bakomliggande systemen.

Projektering och BIM

I ett tidigt skede av projektet bestäms det vilka programvaror som ska användas vid projekteringen av byggnaden. Det görs genom att fastställa vilken syn aktörerna i projektet har på BIM och genom att inventera vilken typ av programvara som varje konsult använder. Oftast ställs det krav på att programvarorna ska vara väl kompatibla med varandra mellan de olika teknikområdena. Utifrån dessa val skrivs en CAD-rutin som ska följas genom hela projektet.

Ett viktigt led i att fastställa CAD-rutinen och hur BIM ska användas är att redan i ett tidigt skede ta hänsyn till hur förvaltningsinformationen ska hanteras. Det måste tidigt fastställas vilken typ av information som ska finnas med i överlämnandet till förvaltningsskedet. Projektledarna anser att det är viktigt med BIM-tänket även i förvaltningen och att informationsmodellerna bör användas i förvaltningen vid till exempel ombyggnad. Information om tillverkare, drift och underhåll är sådant som genom BIM-objektet kan användas i förvaltningsskedet. Det är även viktigt att kunna använda informationsmodellerna för att ta fram volymerna och areorna i byggnaden som ska ligga till grund för upphandling av drift och underhåll. En av de intervjuade projektledarna nämner att det är vanligt att informationsmodellen används som en relationshandling eftersom mycket information finns tillgängligt direkt i modellen.

Vid diskussion kring relationshandlingar av undertaksplaner går åsikterna isär hos de intervjuade projektledarna. En utav dem tycker att relationshandlingar på undertak är väldigt viktigt, handlingarna visar på vilken höjd undertaket ligger, vilka installationer som sitter bakom samt hur undertaket ser ut. En annan av intervjupersonerna anser att det är väldigt ovanligt med undertaksplaner som relationshandlingar eftersom den linjering som undertaksplattorna följer oftast inte bibehålls vid eventuell ombyggnad. Han anser att undertakssystem som omfattas av en ombyggnad oftast blir helt utbytt då det är svårt att få rätt på linjeringen efter nedmontering. Eventuellt underlag för relationsritningar samlas in relativt sent i produktionsskedet och oftast

rättas bygghandlingarna ute i produktionen med en rödpenna på en pappersritning, sedan lämnas det vidare till en projektör som lägger in revideringarna i modellen.

Vid intervjuerna diskuteras möjligheten att utföra kollisionskontroller vid 3D-modellering. Projektledarna anser att det är en positiv utveckling att kollisionskontroller mellan de ingående systemen i en byggnad och de bärande konstruktionerna kan användas i BIM-arbetet. Dock anser de att fördelarna med BIM och kollisionskontroller måste vägas mot projektets storlek, i ett mindre projekt lönar det sig oftast inte att projektera i 3D och utföra kollisionskontroller då detta innebär större tidsåtgång och högre kostnader.

Vid kollisionskontroller ritas undertaket in i modellen för att bland annat se till att det finns utrymme för de bakomliggande installationerna. Vid diskussion kring om det hade varit en bra möjlighet att rita in pendlar och upphängningsanordningar i 3D-modellen för att kontrollera om dessa kolliderar med systemen anser en utav de intervjuade projektledarna att det är ett onödigt arbete. Han tycker att det oftast inte är användbart i praktiken eftersom eventuella krockar mellan installationer och undertaksupphängningar löses ute på plats i produktionen. Projektledaren anser att det skulle bli dyrare att lägga tid på att rita in pendlar i en 3D-modell än att utföra arbetet som ett ad-hoc arbete ute i produktionen. Ad-hoc innebär att arbetet utförs direkt på plats för det specifika ändamål som är valt.

En utav projektledarna berättar under intervjuens gång att det är viktigt att endast ha absolut nödvändig information angående ett undertakssystem i informationsmodellen. Information kring undertak som bör redovisas i en 3D-modell är undertakets placering, undertakstyp, installationerna bakom, höjd på undertaket, akustiska egenskaper och brandegenskaper. Dessutom är det bra att lägga in information i 3D-modellen angående om undertakssystemet består av A- kant, E-kant eller ett dolt bärverk.

Problem och utmaningar

Bristfällig kostnadsmedvetenhet hos projektörerna är ett problem som kan uppstå redan i systemutformningen. Som projektör och arkitekt är det viktigt att vara medveten om vilka konsekvenser materialvalen kan få i produktionen. Det är viktigt att det finns en medvetenhet hos projektören och arkitekten angående hur ett undertakssystem hanteras i produktionen och i förvaltningsskedet. Vissa typer av installationer kräver ett lätthanterligt undertakssystem som är enkelt att demontera vid eventuella justeringar. Det innebär att ett undertakssystem som är svårhanterligt vid demontering genererar höga kostnader i förvaltningsskedet. Informationen kring detta måste finnas lättillgänglig för projektören och arkitekten redan i ett tidigt skede.

Ett sätt att öka kostnadsmedvetenheten är att återkopplingen från produktionen och förvaltningen förbättras, informationshanteringen måste bli bättre. Dock är det svårt att få en naturlig återkoppling av den här typen av information eftersom demontering av ett undertak sker oftast långt efter att ett projekt är avslutat, de ursprungliga informationskanalerna finns då inte kvar. I en livscykelanalys är det viktigt att ta hänsyn till att det är i förvaltningsskedet som en stor del av en byggnads livskostnad ligger, all val som görs under projektets gång slår igenom i förvaltningen, varför en återkoppling från förvaltningsskedet är extra viktigt att försöka få till.

Kommunikationen är en stor utmaning i ett projekt. Ett sätt att underlätta kommunikationen och informationshanteringen är att använda en projektdatabas där alla konsulter och inblandade aktörer lägger upp sina dokument. Databasen är oftast indelad efter de olika skedena inom byggprocessen och används genom hela projektet.

4 Analys

Insamlad data sammanställs och analyseras. Utifrån det material som samlats in utvecklas det tidigare utkastet av processschemat över undertak.

Processschemat revideras utifrån de åsikter som framkommer i intervjuerna.

Ytterligare ett processschema som behandlar förekomsten av BIM i de olika skedena och kopplingen till de tillhörande informationsmängderna tas fram.

4.1 Utvärdering av data

En utvärdering av data görs för att kunna sammanställa och använda all information som har samlats in under litteraturstudier, marknadsundersökning och intervjuer. Information, åsikter och fakta som tidigare har tagits upp i rapporten analyseras och utvecklas. För- och nackdelar tas upp och ställs mot varandra, åsikter och fakta vägs in. De åsikter som flera av de intervjuade personerna uttalat sig om tas i extra beaktning. Åsikter som inte tycks vara genomförbara eller som bara enstaka aktörer framfört väger inte lika tungt.

4.1.1 Val av programvara

Genom de intervjuer som genomförs framkommer det att främst AutoDesk Revit Architecture är den ledande programvaran för arkitekter inom BIM och 3D-modellering. Många anser att Revit Architecture är den mest utvecklade programvaran för modellering inom BIM och programmet är väl kompatibelt med andra typer av projekteringsprogram. Dessutom anser de personer som intervjuats att det är AutoDesk som är den största leverantören av projekteringsprogramvaror och det är därför ett självklart val att välja Revit Architecture som 3D-modelleringsprogram.

4.1.2 CAD-bibliotek och hemsida

Undersökningen av materialleverantörernas hemsidor och CAD-bibliotek visar att det är vanligast att ett CAD-bibliotek ligger som en portal på materialleverantörens hemsida där användaren har möjlighet att ladda ner enstaka filer eller samlingsfiler tillhörande ett antal produkter ur deras sortiment. Det finns även materialleverantörer som tillhandahåller en add-in som installeras i Revit Architecture, CAD-biblioteket finns då tillgängligt direkt i programmet Revit Architecture.

Nackdelen med att installera en add-in till Revit Architecture är att många arkitekter som projekterar vill ha möjligheten att välja produkter från alla leverantörer som finns på marknaden. Att installera en add-in med en produktkatalog för varje potentiell fabrikant gör att det snabbt blir ohanterbart och oöverskådligt i Revit Architecture. För en projektör som arbetar för till

exempel en totalentreprenör är det dock en bra funktion att ha möjlighet att installera en add-in för en specifik materialleverantörs varor, då det i totalentreprenader oftast skrivs ramavtal med specifika fabrikanter.

Det finns exempel på materialleverantörer vars hemsida och portal guidar användaren igenom olika val för att kunna bestämma och välja en slutgiltig slutprodukt. När användaren laddar ner den valda produkten som ett BIM-objekt i en fil till Revit Architecture och öppnar filen i programmet visar det sig ofta att filen innehåller fler BIM-objekt över produkter än just den specifikt valda produkten. På så vis måste valen av produkttegenskaper återigen utföras i Revit Architecture för att få den specifika produkt som användaren är ute efter. Detta genererar mycket extra arbete.

Arkitekterna anser att det hade varit en klar fördel om Ecophon kunde tillhandahålla generiska objekt på sin hemsida. Objekten som efterfrågas är avbildningar av till exempel sprinklers, armaturer, don och brandvarnare. Möjligheten att hämta generiska objekt på Ecophons hemsida skulle generera fler besökare från arkitektsektorn, vilket i sin tur kan leda till att fler arkitekter indirekt blir påverkade till att föreskriva Ecophons produkter.

4.1.3 Filhantering

Eftersom undertak tillhör systemfamiljer i Revit Architecture är det inte möjligt att skapa en ny familj på samma sätt som en komponentfamilj, det är därför inte heller möjligt att ladda in en undertaksfamilj i Revit Architecture som en vanlig komponentfamilj. Många materialleverantörer har löst detta genom att användarna får ladda ner en projektfil eller en mallfil innehållandes programmerade systemfamiljer, denna fil öppnas i Revit Architecture som ett eget projekt eller en projektmall. För att föra över BIM-objekten till det specifika projekt som används vid projekteringen bör användarna använda en funktion i Revit Architecture kallad *Manage – Transfer Project Standards*.

Undertakssystemen från Ecophon är indelade i produktkategorier och dessa har i sin tur undertaksplattor i olika storlekar. För att kunna presentera alla produkterna och undertaksplattornas storlek på ett bra sätt bör varje sådan produkt vara en egen familjetyp i Revit Architecture.

Genom de genomförda intervjuerna framkommer det att flera arkitekter och projektörer anser att det hade underlättat för deras arbete om eventuella 2D-detaljritningar på undertaken funnits med i samma fil som BIM-objekten. I Revit Architecture finns det möjlighet att lägga in detaljer i 2D. Det innebär att alla 2D-detaljritningar som arkitekten kan använda vid sin framställning av ritningar är samlade i samma modell-fil som BIM-objekten, vilket är

ytterligare ett viktigt steg i arbetet inom BIM, nämligen att ha all information samlad på ett och samma ställe.

Revit Architecture-filen bör innehålla föreskriftstexter som används på bygghandlingar som är kopplade till varje enskild undertaksfamilj. Detta sätt skulle underlätta för arkitekten eller projektören vid eventuellt redigeringsarbete eftersom texten som är kopplad till ett undertak uppdateras automatiskt på alla de ritningar där den kopplade texten förekommer. Detta minimerar risken för eventuella slarvfel och motstridiga föreskriftstexter kan undvikas. Några åsikter framkom om att littereringstext hade varit en fördel att ha med i BIM-objektet. Dock har flera arkitektföretag helt olika littereringssystem vilket gör det svårt att genomföra.

Genom att använda länkar och kopplingar till databaser mellan textfiler och BIM-objekt är det möjligt att koppla flera dokument direkt till 3d-modellen. Till exempel teknisk beskrivning, driftinstruktioner och monteringsanvisningar. Databashantering gör det även möjligt att koppla dokument så som rumsfunktionsprogram och rumsbeskrivning till 3D-modellen.

4.1.4 Objektets grafiska utformning

I många av de intervjuer som har genomförts framkommer åsikten om att ett BIM-objekt bör vara utformat på ett så enkelt sätt som möjligt. Utseendemässigt bör objektet inte innehålla för mycket detaljer, utan det är bättre att det istället är så generellt och enkelt utformat som möjligt. Rent grafiskt skulle ett undertak i princip kunna se ut som ett enkelt rutnät med en viss tjocklek. Åsikter som genomgående förs fram i intervjuerna handlar om att ett objekt bör vara uppbyggt på ett grafiskt enkelt sätt. Om objektets utseende är för detaljerat och avancerat tar det upp för mycket plats och tynger ner 3D-modellen.

Verktyget för att rita upp undertak skulle kunna bestå av ett enkelt rutnät som dras ut över ett rum. Eftersom arkitekter ritat undertaksplaner där takets rutnät presenteras är detta verktyg användbart för dem. Rutnätet behöver kunna anpassa sig efter rummets storlek, så att plattorna längst ut i kanterna blir lika stora på alla sidor för att undvika ojämnt avslut mot väggen.

Det som även framkommer är att undertakets detaljer och infästningar fortfarande ritas i 2D, därför är det inte nödvändigt att ha detaljer i 3D. Som tidigare nämnts kan färdiga 2D-detaljer finnas tillgängliga i Revit Architecture-filen, detta för att underlätta för arkitekterna i deras arbete. Att låta detaljlösningar som till exempel kantavslut och bärverk presenteras som 2D-ritningar innebär att storleken på filen blir mindre än om varje detalj skulle

presenteras i 3D.

Synpunkterna kring den grafiska utformningen när det gäller undertakets upphängningsanordningar går i sär. Genom att addera upphängningsanordningar till ett eventuellt BIM-objekt, fås möjligheten att utföra granskande kollisionskontroller. Genom kollisionskontroller skulle information fås kring var någonstans takets upphängningar krockar med övriga installationer. Det händer ofta att upphängningen måste flyttas, exempelvis på grund av att det inte passar ihop med dragning av ventilationen. I intervjuerna med projektledarna framkommer det att kollisionskontroller mellan undertakets upphängningar och ovanliggande system oftast inte är användbara i praktiken. Det är nämligen först ute på plats i produktionen som problem gällande krockar mellan upphängningar och installationer löses. I en av intervjuerna sägs det att kostnaden att utföra allt projekteringsarbete med upphängningspendlarna förmodligen skulle bli högre än att faktiskt ta hand om problemet ute i produktionen.

Att själv kunna anpassa och styra detaljeringsgraden av objektet är en annan grafisk möjlighet som diskuteras i intervjuerna. Detta för att en låg detaljeringsgrad passar bättre i vissa vyer, medan det ibland behövs mer grafiska miljö- eller rumsbilder som är rika på detaljer. Ett fördelaktigt alternativ hade kunnat vara att det fanns tre olika detaljeringsgrader att välja mellan. Möjligheten att kunna se vilken kulör undertaket har i detaljerade miljöbilder är något som arkitekterna är intresserade av.

För att undvika problem när det gäller att bestämma vilken höjd undertaket ska sitta på för att vara möjligt att demontera vid eventuellt underhållsarbete, bör BIM-objektet innehålla information om minsta möjliga avstånd mellan undertaket och ovanliggande komponenter.

4.1.5 Objektets egenskaper

Genom intervjuerna framkommer åsikter kring vilka egenskaper som bör vara knutna till ett undertak vid BIM-användning. Information om ljudklass, brandklass, färg och tillverkningsmaterial är sådant som efterfrågas och behövs. Det framgår att arkitekterna inte är särskilt intresserade av tekniska egenskaper, utan mer av sådant som har med det visuella att göra. De vill exempelvis ha möjligheten att själva kunna välja kantavslutningar och profiler till sina undertaksplattor.

Annan information som kan behövas är undertaksplattans namn och tillverkare. I många av intervjuerna sägs det också att det kan vara en fördel med en hyperlänk direkt till tillverkarens hemsida. På så sätt skulle ytterligare

information kring undertaksplattan vara tillgänglig via internet, utan att ta upp plats i själva modellen.

Brandkonsulterna behöver främst ha information kring brandklass, NT-fire test och genomsläpplighet i BIM-objektet.

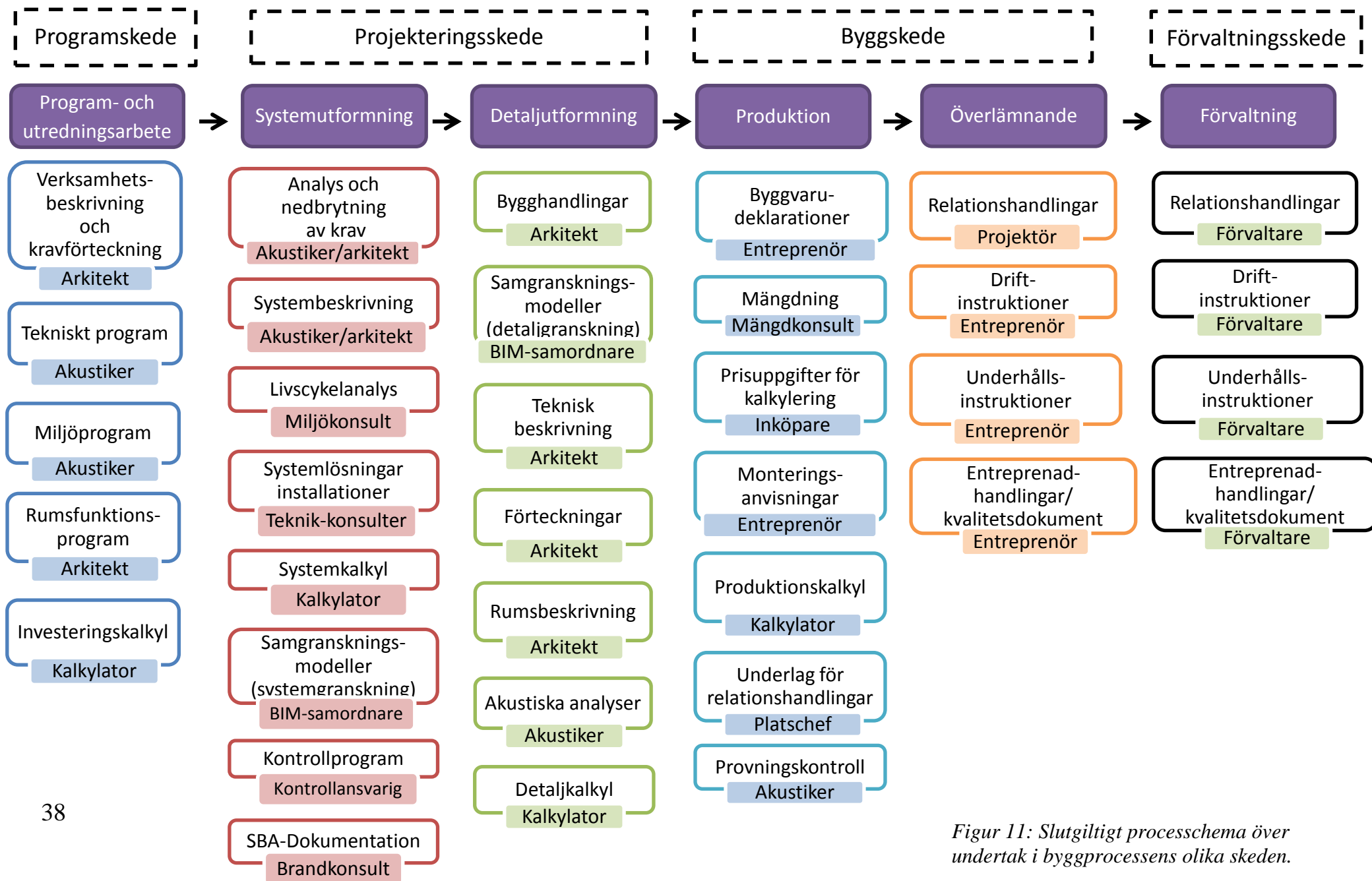
4.2 Framtagning av processschema

Det tidigare framtagna utkastet till processschema utvecklas och revideras med hjälp av den insamlade och utvärderade datan. Utkastet till processschemat har fungerat som diskussionsunderlag i de tidigare genomförda intervjuerna. Processschemat revideras och uppdateras med hjälp av de åsikter och den fakten som framkommit under intervjuerna. Den analyserande utvärderingen av data från litteraturstudien och de genomförda intervjuerna ligger till grund för revideringen av utkastet till processschemat.

Processschemat är indelat efter byggprocessens utseende med programskede, projekteringsskede, byggskede och förvaltningsskede. Under respektive skede finns underkategorier som visar hur arbetet ytterligare delas upp. I processschemat fastställs vilka informationsmängder som berör undertak, samt vilken aktör som använder sig av och ansvarar för informationen. Handlingarna i ett byggprojekt utvecklas genom de olika skeden som byggprocessen består av.

Processschemat bidrar till en förståelse för var i byggprocessen som de olika informationsmängderna används och skapas. Det är viktigt att bilden som en byggmaterialleverantör har stämmer överens med verkligheten för att ha möjligheten att erbjuda rätt typ av information vid rätt tidpunkt till intressenterna.

Nedan följer en bild över processschemat, figur 11, samt tillhörande tabeller med förklaringar av de olika informationsmängderna. Förklaringarna i tabellerna 1-6 är tolkningar utifrån litteraturstudien och fakta som framkommit genom intervjuerna.



Figur 11: Slutgiltigt processchema över undertak i byggprocessens olika skeden.

Tabell 1: Visar förklaringar av informationspaket och vem som är ansvarig för informationen under program- och utredningsarbete.

Program- och utredningsarbete avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	Förklaring
Verksamhetsbeskrivning och kravförteckning	Arkitekt	Information om vad byggnaden ska användas till tas fram och en analys av den aktuella verksamheten görs på detaljnivå. Tekniska- och miljömässiga krav ställs på till exempel undertak.
Tekniskt program	Akustiker	Tekniskt program är en kartläggning av vilka och hur stora lokaler som behövs för verksamheten. Tekniska funktionskrav ställs på lokalerna, exempelvis ljudefterklang i rummen. Följer BVL (Byggnadsverkslagen) och BBR (Boverkets byggregler), samt ligger till grund för byggdelsbeskrivning.
Miljöprogram	Akustiker	Miljöprogrammet är en beskrivning av de miljö- och energikrav som ska råda i byggnaden. Det är byggherrens miljöpolicy som ligger till grund för de olika kraven som ställs. Programmet struktureras efter olika miljöfaktorer, bland annat ljud i innemiljö och utemiljö. Miljöprogrammet följer med genom hela byggprocessen och ligger till grund för val av exempelvis det material som undertaksplattorna är tillverkade av.
Rumsfunktionsprogram	Arkitekt	Rumsfunktionsprogram är en beskrivning av vad respektive rum i verksamheten ska ha för funktion och vad det kommer att användas till. Programmet ligger till grund för rumsbeskrivning och beskrivning av undertak.
Investeringskalkyl	Kalkylator	Investeringskalkyl är en grov kalkyl som ska beskriva i stora drag ungefär hur mycket hela projektet kommer att kosta. Preliminära kostnader tas med, baserade på hur omfattande systemet med undertak och ljudabsorbenter i byggnaden behöver vara.

Tabell 2: Visar förklaringar av informationspaket och vem som är ansvarig för informationen under systemutformning.

Systemutformning avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	Förklaring
Analys och nedbrytning av krav	Akustiker/arkitekt	Vid analys och nedbrytning granskas de akustiska kraven från utredningsarbetet närmare.
Systembeskrivning	Akustiker/arkitekt	Det är ljudkraven från programskedet som ligger till grund för hur systembeskrivningar för ljud behöver se ut och hur omfattande de behöver vara. Systemlösningar för ljud bör fastställas innan detaljutformningen ska tas fram.
Livscykelanalys	Material-leverantör	Livscykelanalys är en helhetsbild av hur stor den totala miljöpåverkan är under produktens livstid. Analysen ser närmare på undertakets tillverkningsprocess, användning, möjlighet att återvinnas och vilka transporsträckor som krävs.
Systemlösningar installationer	Teknik-konsulter	En analys av de olika installationssystemen görs så att de uppfyller kraven från programskedet. Byggherrens krav i programskedet på temperatur och ventilation är avgörande för hur omfattande systemen behöver vara. Undertaket anpassas sedan så att systemen får plats.
Systemkalkyl	Kalkylator	Systemkalkyl är en sammanställning av alla kostnader i systemskedet. Ungefärliga kostnader för undertaket baserat på antalet kvadratmeter tas med i kalkylen.
Samgranskningsmodeller (systemgranskning)	Projektör	Övergripande granskning så att alla ingående system fungerar ihop utan inbördes kollisioner och krockar med omgivande konstruktioner.
Kontrollprogram	Kontrollansvarig	Kontrollprogrammet ska säkerhetsställa att de miljökrav som tidigare bestämts kring ljud och akustik verkligen följs.
SBA-dokumentation	Brandkonsult	SBA-dokumentation är beskrivningar av det systematiska brandskyddsarbete som görs i projektet, exempelvis dokumentationer över undertak och dess ingående komponenter ur brandskyddssynpunkt.

Tabell 3: Visar förklaringar av informationspaket och vem som är ansvarig för informationen under detaljutformning.

Detaljutförning avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	Förklaring
Bygghandlingar	Arkitekt	Undertaksplaner är planritningar som illustrerar undertakets utformning och ruttmönster. På planerna syns var sprinklers, armaturer och brandlarm är utplacerade.
Samgranskningsmodeller (Detaljgranskning)	Projektör	Samgranskningsmodeller används för kontroll så att till exempel undertak och installationer inte krockar. I detaljutformningen sker granskningen av systemen på detaljnivå.
Teknisk beskrivning	Arkitekt	Beskrivningar till undertak innehåller generell information om kvaliteter, toleranser, arbetsutföranden och prisbildande faktorer. AMA-systemet är underlag för beskrivningarna, som ingår i den tekniska beskrivningen.
Förteckningar	Arkitekt	Förteckning är en lista över alla typer av undertaksplattor som används i byggnaden. För varje enhet specificeras exempelvis dimensioner, kvalitet och antal. Dessa uppgifter är preliminära och fabriksneutrala.
Rumsbeskrivning	Arkitekt	I rumsbeskrivningen framgår ytbeklädnader, ytbehandlingar samt utrustning för väggar, tak och golv för ett enskilt rum. I rumsbeskrivningen står det vad det är för typ av undertak som ska vara i ett specifikt rum.
Analyser	Akustiker	Akustiska analyser är oftast egenkontroller för att kontrollera att de akustiska kraven som tidigare ställts är uppfyllda. Till exempel kan valet av en specifik typ av undertak göra att kravet på ljudklass från systemskedet uppfylls.
Detaljkalkyl	Kalkylator	Detaljkalkyl är en form av anbuds-kalkyl som ska ligga till grund för en anbudsgivning. Beställaren upprättar kalkylen som sedan kommer ligga till grund för entreprenörens prislämnande. Preliminära prisuppgifter för den valda typen av undertak tas med i kalkylen.

Tabell4: Visar förklaringar av informationspaket och vem som är ansvarig för informationen under produktionsskedet.

Produktion avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	Förklaring
Mängdning	Inköpare	De mängder byggmaterial och utrustning som används i projektet tas ut. Mängdning av undertak kan även utföras redan under detaljutformningsskedet.
Prisuppgifter för kalkylering	Inköpare	Kostnadsunderlag från undertaksleverantören begärs in för att sedan kunna användas i en kalkyl.
Monteringsanvisningar	Entreprenör	Monteringsanvisningarna tillhandahålls av byggmaterialleverantören. En tillverkare av undertak tillhandahåller monteringsanvisningar till sina kunder.
Produktionskalkyl	Kalkylator	Entreprenören gör om anbudskalkylen till en produktionskalkyl. Kalkylen tar hänsyn till produktionsmetodval, inköp och leverantörer. Kostad för undertaket och montering av taket tas med.
Underlag för relationshandlingar	Platschef	Underlag för relationshandlingar är till exempel en undertaksplan som blivit reviderad efter hur byggnaden verkligen har byggts.
Byggvarudeklarationer	Projektör	Byggvarudeklarationer är hjälpmedel vid val av byggnadsmaterial ur miljösynpunkt. De visar vad materialet som undertaksplattorna är tillverkade av innehåller. Byggvarudeklarationerna tillhandahålls från materialleverantörerna.
Provningskontroll	Akustiker	Mätningar och provningar av byggnadens akustiska egenskaper genomförs när byggnaden nästan är helt färdigställd.

Tabell 5: Visar förklaringar av informationspaket och vem som är ansvarig för informationen under överlämnande.

Överlämnande avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	Förklaring
Relationshandlingar	Projektör	En relationshandling visar hur den verkliga utformningen av byggnaden blev efter det att bygget färdigställts. En relationshandling över ett undertak är en undertaksplan som innehåller exakta placeringar av till exempel don, armaturer och brandlarm.
Driftinstruktioner	Entreprenör	Driftinstruktioner innehåller föreskrifter kring hur byggnadsmaterialet tas om hand för att få så lång livstid på materialet som möjligt. Informationen handlar bland annat om hur rengöring av takplattorna utförs på rätt sätt.
Underhållsinstruktioner	Entreprenör	Underhållsinstruktioner är anvisningar och beskrivningar om hur reparationer på byggnaden och dess komponenter ska utföras. Anvisningarna kan handla om hur ett eventuellt byte av en undertaksskiva eller armatur ska gå till.
Entreprenadhandlingar/Kvalitetsdokument	Entreprenör	Entreprenadhandlingar och kvalitetsdokument behövs för att senare kunna förvalta byggnaden. Handlingarna och dokumenten består av KMA-plan, garantiuppgifter, leverantörsförteckning och besiktningsprotokoll. Bland dokumenten finns information om garantiuppgifter för undertaket samt vem det är som har tillverkat och levererat taket.

Tabell 6: Visar förklaringar av informationspaket och vem som är ansvarig för informationen under förvaltningskedet.

Förvaltning avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	Förklaring
Relationshandlingar	Förvaltare	En relationshandling visar hur den verkliga utformningen av byggnaden blev efter det att bygget färdigställts. En relationshandling över ett undertak är en undertaksplan som innehåller exakta placeringar av till exempel don, armaturer och brandlarm.
Driftinstruktioner	Förvaltare	Driftinstruktioner innehåller föreskrifter kring hur byggnadsmaterialet tas om hand för att få så lång livstid på materialet som möjligt. Informationen handlar bland annat om hur rengöring av takplattorna utförs på rätt sätt.
Underhållsinstruktioner	Förvaltare	Underhållsinstruktioner är anvisningar och beskrivningar om hur reparationer på byggnaden och dess komponenter ska utföras. Anvisningarna kan handla om hur ett eventuellt byte av en undertaksskiva eller armatur ska gå till.
Entreprenadhandlingar/Kvalitetsdokument	Förvaltare	Entreprenadhandlingar och kvalitetsdokument behövs för att senare kunna förvalta byggnaden. Handlingarna och dokumenten består av KMA-plan, garantiuppgifter, leverantörsförteckning och besiktningsprotokoll. Bland dokumenten finns information om garantiuppgifter för undertaket samt vem det är som har tillverkat och levererat taket.

4.3 Framtagning av processschema BIM

Utifrån analysen utvecklas det tidigare framtagna processschemat genom att undersöka var i processen BIM förekommer. Ett processschema som behandlar vilka möjligheter som finns idag inom BIM skapas. BIM-processschemat är skapat utifrån förutsättningen att 3D-modellering används från start i projektet.

Genom den tidigare kartläggningen skapades en bild över var någonstans i byggprocessen som undertak förekommer och vilka informationsmängder som används. Det är i hanteringen av dessa informationsmängder som ett BIM-objekt ska användas.

Nedan följer en bild av processschemat, figur 12, följt av tabellerna 7-12 med tillhörande förklaringar. De rutor som är markerade i färgen orange är de informationsmängder som bedöms ha en koppling till BIM-hantering.

Tabell 7: Visar förklaringar av hur informationsmängden kan användas i BIM och vem som är ansvarig för informationen under program- och utredningsarbete.

Program- och utredningsarbete avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	BIM-användning
Rumsfunktionsprogram	Arkitekt	Möjlighet finns att använda en webbaserad rumsdatabas som t.ex. RUDA från Tyréns. RUDA möjliggör koppling mellan rummens areor i modellen och rumsfunktionsprogrammet.

Tabell 8: Visar förklaringar av hur informationsmängden kan användas i BIM och vem som är ansvarig för informationen under systemutformning.

Systemutformning avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	BIM-användning
Systemkalkyl	Kalkylator	Modellbaserad kalkylering kopplar modellen till kostnaden. Möjlighet finns att hämta information om mängder från modellen och föra dem vidare till ett kalkylprogram.
Samgranskningsmodeller (systemgranskning)	Projektör	Kollisionskontroller mellan systemen utförs med hjälp av till exempel programvarorna Navis från AutoDesk eller Solibri från Graphisoft. Samgranskningen kontrollerar så att exempelvis avståndet mellan undertak och bjälklag är tillräckligt stort.

Tabell 9: Visar förklaringar av hur informationsmängden kan användas i BIM och vem som är ansvarig för informationen under detaljutformning.

Detaljutformning avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	BIM-användning
Bygghandlingar	Arkitekt	Modellering i 3D med hjälp av BIM-objekt över undertaksystem. Beskrivningar till ritningen kan finnas kopplade till modellen genom separata textfiler. Ur modellen genereras ritningar, t.ex. undertaksplaner.
Samgranskningsmodeller (detaljgranskning)	Projektör	Kollisionskontroller mellan systemet och konstruktionen utförs med hjälp av till exempel programvarorna Navis från AutoDesk eller Solibri från Graphisoft.
Teknisk beskrivning	Arkitekt	Koppling mellan BIM-objektens AMA-kod och en AMA-portal genererar en tekniskbeskrivning.
Förteckningar	Arkitekt	En förteckning över alla typer av undertak som används i projekteringen genereras ur modellen.
Rumsbeskrivning	Arkitekt	Möjlighet finns att använda en webbaserad rumsdatabas som t.ex. RUDA från Tyréns. RUDA gör det möjligt att koppla rummen i modellen till en rumsbeskrivning.
Akustiska analyser	Akustiker	Simuleringsprogrammet Odeon används för rumsakustiska ljudanalyser. Det är främst värden kring den geometriska utformningen av rummet och ingående byggnadsdelar som matas in. Akustiska egenskaper kan sedan kopplas till geometrin.
Detalj kalkyl	Kalkylator	Modellbaserad kalkylering kopplar modellen till kostnaderna. Information om mängder hämtas från modellen och förs vidare in i ett kalkylprogram.

Tabell 10: Visar förklaringar av hur informationsmängden kan användas i BIM och vem som är ansvarig för informationen under produktionsskede.

Produktion avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	BIM-användning
Mängdning	Inköpare	Möjlighet att få ut mängderna direkt ur informationsmodellen.
Prisuppgifter för kalkylering	Inköpare	Möjlighet att hämta prisuppgifter ur en eller flera digitala databaser.
Produktionskalkyl	Kalkylator	Modellbaserad kalkylering kopplar modellen till kostnaden. Information om mängder hämtas från modellen och förs vidare in i ett kalkylprogram. Kallas ofta 5D då kostnaden ses som den femte dimensionen.
Monteringsanvisningar	Entreprenör	Monteringsanvisningarna är möjliga att tillhandahållas som filmer som visar monteringsstekniken.

Tabell 11: Visar förklaringar av hur informationsmängden kan användas i BIM och vem som är ansvarig för informationen under överlämningskedet.

Överlämnande avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	BIM-användning
Relationshandlingar	Projektör	Relationshandlingarna finns tillgängliga i en 3D-modell.

Tabell 12: Visar förklaringar av hur informationsmängden kan användas i BIM och vem som är ansvarig för informationen under förvaltningsskedet.

Förvaltning avseende undertak		
Informationspaket	Ansvar	BIM-användning
Relationshandlingar	Förvaltare	Relationshandlingarna finns tillgängliga i en 3D-modell.
Driftinstruktioner	Förvaltare	Dokumenterna finns tillgängliga genom en databas som upprättats för förvaltning av byggnaden, exempelvis kan RUDA vara en tilläggsapplikation som komplement till databashantering.
Underhållsinstruktioner		
Entreprenadhandlingar/ kvalitetsdokument		
Rumsdatabaser		

5 Hypotes

Inför framtagning av ett exempel på ett BIM-objekt för ett av Ecophons undertakssystem ställs en hypotes upp tillsammans med en kravställning över vad objektet ska innehålla för typer av egenskaper och hur utformningen av den grafiska delen ska se ut. Kravställningen skapas utifrån analysen som genomförts samt processschemat över BIM.

5.1 Kravställning

- En mallfil i rte-format innehållandes ett BIM-objekt över ett sorts undertak ska skapas.
- Alla 2D-detaljritningar tillhörande detta undertakssystem ska finnas tillgängliga i filen.
- I objektet ska undertakssystemets olika typer av plattstorlekar finnas tillgängliga som val.
- BIM-objektet ska se ut som ett rutnät, anpassat efter undertaksplattornas verkliga storlek. Rutnätet ska kunna anpassa sig efter rummets storlek, så att plattorna längst ut mot väggarna blir lika stora på alla sidor.
- Det ska gå att ställa in detaljeringsgraden på objektet i tre olika nivåer. I den detaljrikaste nivån ska renderingar av verklighetstroga miljöbilder gå att ta fram, exempelvis ska grafiska delar så som profiler och kulör visas.
- Egenskaper som ska finnas kopplade till objektet är brandklass, ljudklass, produktnamn, produktnummer, fabrikör och färg.
- En hyperlänk med information om produkten från tillverkaren ska även finnas tillgänglig.
- Under objektets egenskaper ska det gå att välja mellan de olika kantavslutningarna som tillhör produkten.
- Höjden från undertaket upp till bjälklaget ska vara anpassad och låst till ett minimumvärde. Det ska ändå vara möjligt att skriva in önskad höjd, om den är större än det minsta värdet.
- Föreskrifter om undertakstypen till bygghandlingar ska finnas att tillgå i objektet.
- Länkar till databaser ska vara möjliga att klicka på för att få fram tillhörande underhålls- och driftinstruktioner samt byggvarudeklarationer.

5.2 Formulering av hypotes

Ett BIM-objekt av ett undertaksystem från Ecophon för användning i Revit Architecture ska uppfylla kravställningen som är framtagen i föregående stycke. Objektet ska vara möjligt att använda vid projektering av byggnader.

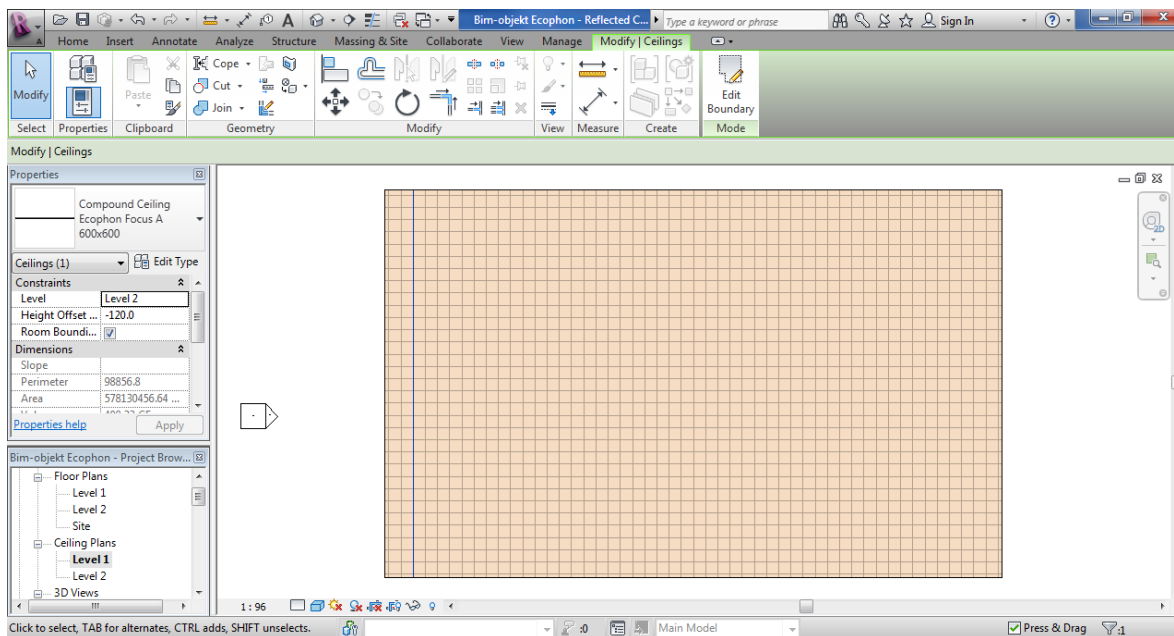
6 Framtagning av BIM-objekt

BIM-objektet tas fram med den tidigare kravställningen som underlag. Resurspersoner på Tyréns, litteratur och internet används som hjälpmedel vid modellering och framtagande.

Ur Ecophons sortiment väljs undertaket Focus A ut till att modelleras upp som ett BIM-objekt i Revit Architecture. Valet faller på Focus A eftersom den sortens undertak är vanligast och används mest, då det är ett system som är anpassat för plana tak. Focus A finns i sju olika storlekar och i det framtagna BIM-objektet skapas möjligheten till att kunna välja storlek genom olika types. BIM-objektet sparas som en mallfil med filformatet rte. De olika 2D-ritningar som finns över exempelvis detaljlösningar och genomförningar ritas in i vyn Drafting views. Detaljerna som hör till Focus A läggs in i mallfilen genom att en importerad dwg-ritning ritas av med hjälp av Revit Architectures ritverktyg *Annotate - detail*. Sedan raderas dwg-filen och kvar finns en detaljritning i Revit Architectures eget format.

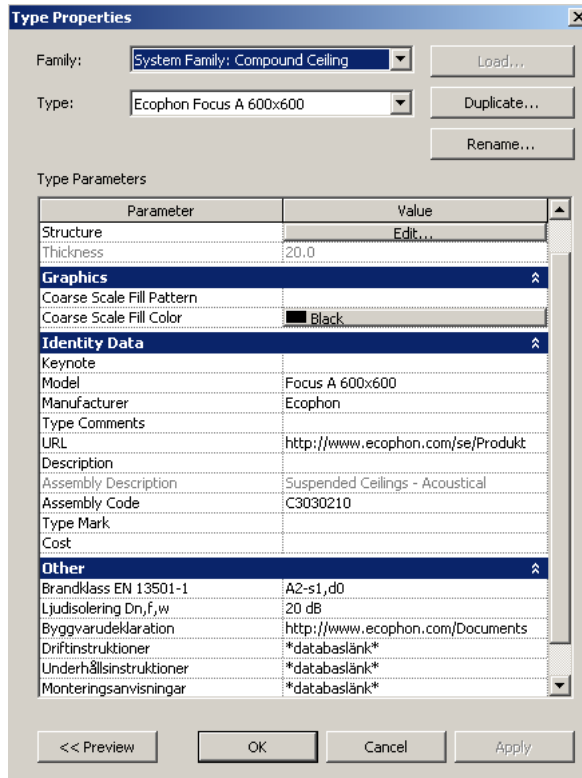
7 Resultat

Det framtagna undertaket i Revit Architecture används genom att ett rutnät som symboliserar takets plattor dras ut över ett rum.



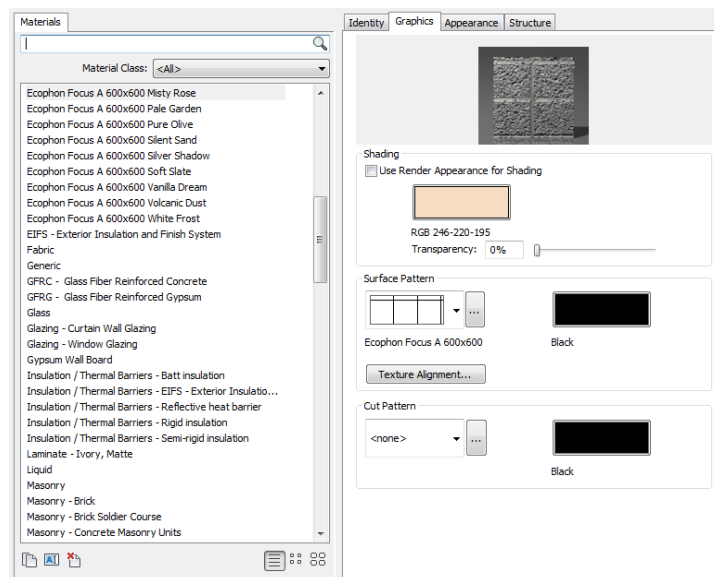
Figur 13: Det framtagna BIM-objektet för undertakssystemet Focus A i Revit Architecture.

Under objektets olika typer finns sju storlekar på takplattorna att välja mellan. Under varje type finns det information om produktnamn, tillverkare, brandklass och ljudisolering. Det finns en URL-länk till Ecophons hemsida, om mer detaljerad information kring produkten skulle behövas. En URL-länk till byggvarudeklarationer finns även tillgänglig. Under varje type finns möjligheten att länka till databaser med information om drift, underhåll och montering. Användaren ges möjlighet att själv lägga in länkar till databaser.



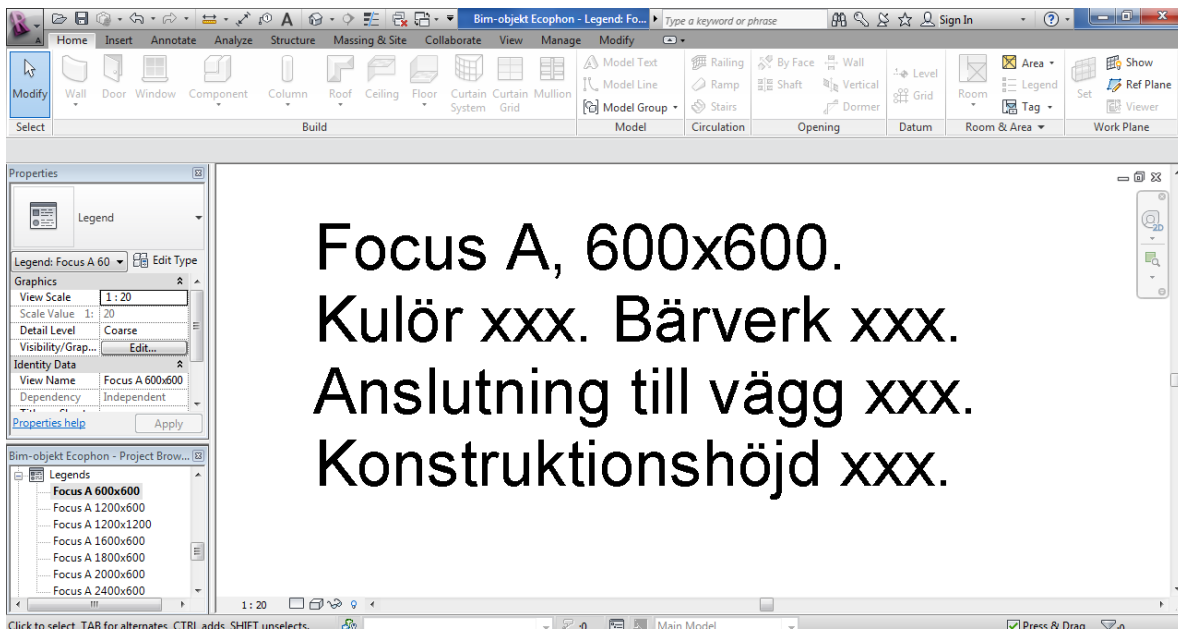
Figur 14: Dialogruta i Revit Architecture över egenskaper och parametrar på BIM-objektet.

Möjligheten finns att själv ställa in färgen på undertaket efter de nio färger som erbjuds på Focus A.



Figur 15: Dialogruta i Revit Architecture där färg på Focus A väljs.

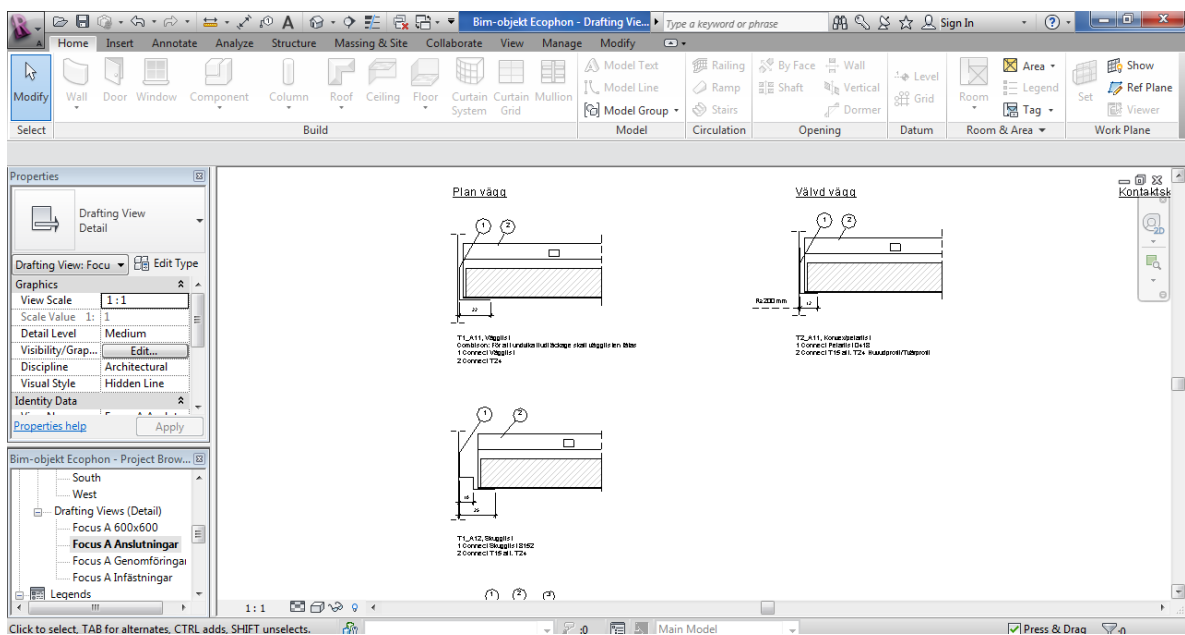
Under legends finns en föreskriftstext till varje plattstorlek innehållandes information om produktnamn, storlek, kulör, bärverk, anslutning till vägg och konstruktionshöjd.



Figur 16: Föreskriftstexter till Focus A, 600x600.

Objektets konstruktionshöjd är inställd till att vara 120 millimeter ner från bjälklaget, vilket är den minsta möjliga höjden om taket ska gå att demontera. Det är dock möjligt att manuellt ändra höjden och anpassa efter till exempel installationsutrymmets höjd.

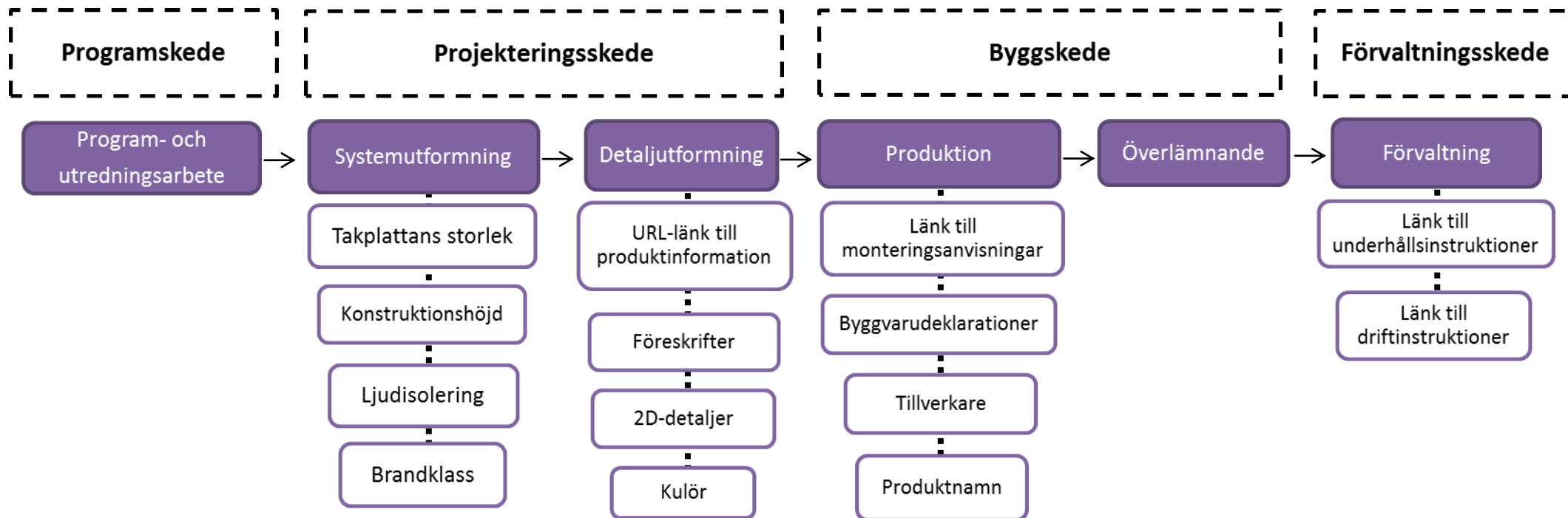
I vyn *Drafting views* ligger alla detaljer tillhörande Focus A som 2D-ritningar i Revit Architecture-format. Ritningarna visar på olika sorters detaljlösningar, genomförningar, infästningar och anslutningar till vägg.



Figur 17: Några av de 2D-detallerna som finns tillgängliga i en av BIM-objektets vyer.

7.1 Schema över BIM-objektets egenskaper genom de olika skedena

Nedan visas en sammanställning över när i byggprocessens olika skeden som egenskaper applicerade på BIM-objektet används.



8 Slutlig analys och diskussion

BIM-objektet som är framtaget för Ecophons undertaksystem Focus A uppfyller de krav som är ställda i hypotesens kravställning i den utsträckning som är möjlig. Genom intervjuerna har det kommit fram olika förslag på vad ett BIM-objekt av ett undertaksystem bör innehålla för typer av parametrar och egenskaper. Dock är vissa av förslagen inte möjliga att applicera på ett BIM-objekt skapat som en systemfamilj i Revit Architecture som det ser ut idag. Det har varit tvunget att utesluta bland annat kraven på möjligheten till olika detaljeringsnivåer, val av kantavslut, val av profiler, akustiska analyser av ytskikt samt grafisk överensstämmande ytskikt.

I det processchema som är framtaget för kopplingen mellan undertak och BIM finns det fler informations delar än de som är upptagna i kravställningen på BIM-objektet, detta eftersom det inte är möjligt att applicera allt som har en koppling till BIM på ett objekt i Revit Architecture. I en perfekt BIM-värld hade det dessutom varit möjligt att använda alla informationsmängder i en BIM-samordning, tekniken och utvecklingen på marknaden har dock inte nått så långt idag.

En tydlig åsikt som har framkommit under intervjuerna är att ett BIM-objekt ska innehålla så lite information som möjligt, det är viktigt att objektet är väldigt enkelt för att minimera risken att projekteringen blir för tung att hantera. Endast den information som är nödvändig och som används för dess rätta syfte ska appliceras på BIM-objektet. I intervjuerna med arkitekter och projektörer har det framkommit många åsikter om vad som ska finnas med i ett BIM-objekt för undertaksystem, det har dock varit tvunget att göra en avvägning av vilka egenskaper och funktioner som faktiskt ska appliceras på objektet då intervjupersonerna även har uttryckt att det ska vara ett enkelt uppbyggt objekt. En filtrering av åsikterna har därför gjorts för att endast ta med de egenskaper som är viktigast enligt aktörerna.

Enligt undersökningarna som utförts av befintliga CAD-bibliotek hos materialleverantörer visar det på att det är stor skillnad mellan de olika leverantörerna på hur deras BIM-objekt är uppbyggda både grafiskt och vilka typer av parametrar som är kopplade till objekten. Enligt intervjuerna med användare av CAD-bibliotek framkom det att ett bibliotek som installeras som en add-in i Revit Architecture och som kräver stort engagemang från användaren, ofta innebär att de väljer att inte använda verktygen över huvud taget. Det ska vara relativt enkelt att använda sig av BIM-objekten och inte kräva för mycket av användaren. Dessutom är det många arkitekter som inte har möjligheten att installera en add-in för varje potentiell produktfabrikant då detta skulle bli ohållbart i längden med tanke på hur många fabrikanter det

finns på marknaden som tillhandahåller olika varutyper inom olika varugrupper.

Det är viktigt för användarna att det är lättillgänglig information som tillhandahålls av materialleverantörerna. Undersökningen av befintliga CAD-bibliotek och hemsidor visade att det finns flera olika vägar att gå för att guida användaren genom de val som görs inför bestämmandet av en slutprodukt. Ecophons nuvarande uppbyggnad av deras CAD-bibliotek är en bra grund för att kunna addera nedladdningsbara BIM-objekt. Det är viktigt att användaren får möjligheten att på ett enkelt sätt göra ett produktval på hemsidan för att sedan kunna ladda ner ett BIM-objekt över det slutgiltiga valet av undertakssystem. Vissa funktioner och egenskaper så som kulör är dock nödvändigt att välja direkt i Revit Architecture eftersom detta är sådana typer av egenskaper som kan ändras under projekterings gång.

Det kan uppstå en krock mellan vad en materialleverantör anser att ett potentiellt BIM-objekt borde innehålla för typer av egenskaper och information och vad användaren anser sig behöva för information. Eftersom det är användaren som i slutändan bestämmer om de vill använda ett fabrikantskopplat BIM-objekt eller inte, har det vid framtagningen av BIM-objektet främst tagits hänsyn till de önskemål och åsikter som potentiella användare lagt fram.

Eftersom ett undertak är en systemfamilj som är låst i Revit Architecture har det varit tvunget att göra avkall på vissa av de funktioner som varit önskvärda från början. Det hade funnits en möjlighet att göra ett undertakssystem som en komponentfamilj i Revit Architecture med hjälp av Family-editor, men det hade lett till att användaren inte hade kunnat använda Ecophons undertakssystem som en vanlig undertaksfamilj och därför inte haft möjligheten att använda undertaksverktygen i Revit Architecture.

Genom att ha kartlagt hur processen kring undertak ser ut har flera väsentliga delar som kan vara möjliga att koppla till BIM fångats upp. Den breda uppsamlingen av åsikter från aktörer inom byggbranschen kopplade till undertak har genererat en tillförlitlig överblick över var i processen undertak förekommer, vilka problem som kan uppstå samt hur detta kan lösas med hjälp av BIM. En stor del av BIM är koncentrerat till projekteringskedet men genom kartläggningen av undertaksprocessen har det framkommit att eventuell användning av BIM i fler skeden kan vara till stor nytta. Diskussioner med projektledare visade på att det är viktigt att använda BIM ända in i förvaltningskedet eftersom ett undertakssystem ofta är en bygnadsdel som demonteras och förändras vid till exempel renovering av byggnaden.

Vissa parametrar på 3D-objektet är satta till en fixerad storlek eller värde. Det innebär att problemet som projektledarna nämnde angående att det finns arkitekter som inte är tillräckligt medvetna om hur ett undertak faktiskt fungerar ute i produktionen och förvaltningen blir minimerat. Minsta möjliga höjd mellan undertaket och bjälklaget ovanför är i Revit Architecture satt till den höjd som krävs för att plattorna ska kunna demonteras vid eventuellt underhållsarbete, vilket förhoppningsvis ger arkitekten en insikt i att det är lämpligt att inte minska avståndet mellan bjälklaget och undertaket.

Genom att ha lagt in detaljritningar i 2D och även föreskriftstexter blir kopplingen till BIM ännu starkare än om detta skulle importeras från ett annat CAD-program, så som AutoCAD. Alla eventuella ändringar på 2D-ritningar och i föreskriftstexter görs direkt i projektet i Revit Architecture, vilket innebär att ändringarna slår igenom på alla de ställen där ritningarna och texterna förekommer. Det minimerar risken betydligt för fel som genereras av oklar information.

Alla intervjuade är överens om att det är viktigt att modellen inte är för grafiskt detaljerad för att undvika stora filer och modeller som är svårmanövrerade. Många av arkitekterna nämnde dessutom att de oftast projekterar detaljer i 2D som ett komplement till 3D-modellering. Därför är det ett bra sätt att integrera 2D-ritningar i BIM-modellen. Detaljritningarna visar bland annat de kantavslut som finns att välja på för de olika undertakssystemen varvid det inte är nödvändigt att visa kantavslutningar på BIM-objektet.

Önskemål från de intervjuade arkitekterna angående möjlighet att kunna välja mellan olika detaljeringsnivåer på BIM-objektet i Revit Architecture gick inte att uppfylla. Främst nämnde arkitekterna att de ville ha möjligheten att släcka och tända den grafiska detaljeringsnivån på profiler och bärverk. BIM-objektet som är framtaget för Ecophons undertakssystem är skapat som en systemfamilj för undertak och möjliggör inte någon grafisk framställning av bärverk, utan visar endast ett rutnät över var profilerna är dragna i undertakssystemet. Tyvärr är inte Revit Architectures verktyg för undertaksfamiljer lika utvecklat som det är för *curtain walls* där det ges mycket större möjlighet att ställa in bärverkets grafiska utseende och dess egenskaper. Ett sätt att komma runt problemet med svårigheterna kring bärverkets detaljeringsgrad och grafiska framställning är att skapa bärverket som en egen komponentfamilj. Dock innebär det i så fall att ett undertakssystem skulle vara uppbyggt av fler än en familj vilket gör att det är svårare att hantera modelleringen vid till exempel ändringsarbete.

På de miljöbilder som är möjliga att rendera i Revit kommer undertaksplattornas verkliga kulör, mönster och struktur att synas. Det är fullt tillräckligt för att arkitekterna ska kunna ta fram verklighetstroga miljöbilder. Profilerna som syns i renderingarna är inte fullt överensstämmande med den verkliga utformningen eftersom det inte finns någon möjlighet att hantera ett bärverk på ett undertak i Revit Architecture.



Figur 19: Bild av rendering i Revit Architecture med Ecophons undertak Focus A.

9 Slutsats

Genom intervjuer och framtagning av processcheman har information tagits fram som legat till grund för hur ett BIM-objekt ska vara utformat för att uppfylla de krav och behov som ställs.

Ett BIM-objekt över ett undertakssystem behöver vara enkelt uppbyggt och endast innehålla parametrar och egenskaper som är ytterst nödvändiga. Detta för att inte tynga ner modelleringen och för att användarna inte vill ha för många nya parametrar inlagda. Egenskaper som användarna har behov av och som ska finnas tillgängliga i BIM-objektet är bland annat information om produktnamn, tillverkare, brandklass och ljudisolering.

BIM-objektet är utformat som ett enkelt rutnät som symboliserar undertaksplattornas storlek. Det finns krav på att 2D-ritningar över detaljer och föreskriftstexter ska finnas tillgängliga i mallfilen. Objektet behöver vara enkelt för brukarna att använda vid modellering och ska finnas tillgängligt för nedladdning via ett CAD-bibliotek på internet.

Genom arbetets kartläggning av undertaksprocessen framkommer att eventuell användning av BIM i förvaltningsskedet skulle kunna vara till stor nytta. Därför behöver möjlighet finnas att i BIM-objektet länka till databaser med information om drift, underhåll och montering.

BIM-objektet ska vara skapat som en projektfil för programmet Revit Architecture, eftersom det är den vanligaste programvaran för modellering idag. Undertak är en låst systemfamilj i Revit Architecture vilket innebär att alla krav, som i rapporten visats sig vara önskvärda, inte kommer att kunna uppfyllas.

10 Förslag till fortsatt arbete

Under de intervjuer som har genomförts med arkitekter och övriga aktörer har det främst förts diskussioner kring hur användarnas tankar och idéer kring BIM-objekt av undertak hade kunnat fungera och vilka typer av funktioner som det ska uppfylla.

Första steget i det fortsatta arbetet är att ta fram en fullständig pilot av Focus A. Till piloten utvecklas generiska objekt. En vidare workshop med arkitekter möjliggör diskussioner kring piloten och de funktioner samt behov som finns. Utveckling av BIM-objektet genomförs, vilket leder till att modellering av Ecophons resterande undertakssystem kan utföras. I samband med detta arbete utvecklas också CAD-biblioteket för att BIM-objekten ska bli tillgängliga för nedladdning.

11 Referenser

11.1 Källor

AutoDesk 1, Inc. (2010). *Revit Architecture 2011 User's Guide* (Elektronisk). Autodesk. Tillgänglig:
http://images.autodesk.com/adsk/files/revit_architecture_2011_user_guide_en.pdf [2012-05-08]

AutoDesk 2, Inc. (2009). *Revit Architecture 2010 Families Guide* (Elektronisk). Autodesk. Tillgänglig:
http://images.autodesk.com/adsk/files/rac_families_guide_documents_m.zip [2012-05-08]

Armstrong. *Flooring, ceiling and cabinet products by Armstrong*. Tillgänglig:
<http://www.armstrong.com/> [2012-02-27]

Cembrit. *Fasad; byggmaterial till robust byggande*. Tillgänglig:
<http://www.cembrit.se/> [2012-02-27]

Eastman, C. & Teicholz, P. & Sacks, R. & Liston, K. (2008). *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractor*. Hoboken, N.J. Wiley.

Ecophon 1. *Om Ecophon*. Tillgänglig:
<http://www.ecophon.com/se/Toppmeny-hoger-Toolbar-container/Om-Ecophon/> [2012-03-12]

Ecophon 2. *Focus A*. Tillgänglig:
<http://www.ecophon.com/se/Produkter/Focus/Focus-A/> [2012-05-03]

Ecophon 3. *Ecophon CADsupport*. Tillgänglig:
<http://applications.ecophon.com/intro.asp?sLang=SW> [2012-05-03]

Ekholm, A. & Molnár, M. (2009) ICT development strategies for industrialization of the building sector. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 14, s. 429-444.

Forbes, L. H. & Ahmed, S. M. (2011). *Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices* (Elektronisk). USA. CRC Press.
Tillgänglig: Google Books. [2012-05-09]

Goldberg, H. E. (2011) *Revit Architecture 2011 A comprehensive guide*. USA. Prentice Hall.

Gyptone 1. *Gyptone hem*. Tillgänglig: <http://www.gyptone.se/> [2012-02-27]

Hilti. *Hilti online*. Tillgänglig: <http://www.hilti.se/holse/> [2012-02-27]

Höst, M. & Regnell, B. & Runeson, P.(2006). *Att genomföra examensarbete*. Lund. Studentlitteratur.

Knauf Danoline. *Acoustic ceilings and walls*. Tillgänglig: <http://en.danoline.com/> (Elektronisk) [2012-02-27]

Lindab. *Om home på lindab.se*. Tillgänglig: <http://www.lindab.com/se/pro/Pages/default.aspx?redirectToProOrHome=true&i=252> [2012-02-27]

Movelven. *Forside - Moelven*. Tillgänglig: <http://www.moelven.com/se/> [2012-02-27]

Nordstrand, U. (2000). *Byggprocessen*. 3 uppl. Stockholm. Liber.

Rockfon. *Rockfon Sverige*. Tillgänglig: <http://www.rockfon.se/> [2012-02-27]

Sapa. *Aluminium profiles, extrusions, building systems and heat transfer strip*. Tillgänglig: <http://www.sapagroup.com/> [2012-02-27]

Tyréns. *BIM på Tyréns*. Tillgänglig: <http://www.tyrens.se/Tjanster/Projektledning/BIM/> [2012-03-12]

USG. *USG corporation*. Tillgänglig: <http://www.usg.com/index.html> [2012-03-12]

Weygant, Robert S. (2011). *BIM content development : standards, strategies, and best practices*. Hoboken, N.J. Wiley.

Wihlborgs. *MAX IV*. Tillgänglig: <http://www.wihlborgs.se/Projekt/Pagaende-Projekt/MAX-IV/> [2012-05-03]

11.2 Figurer

Ecophon 4. *Focus A*. Tillgänglig: <http://www.ecophon.com/se/Produkter/Focus/Focus-A/> [2012-05-14]

Ecophon 5. *Montering Focus A*. Tillgänglig:
http://www.ecophon.com/PIM/25924_450_.jpg [2012-05-14]

Ecophon 6. *CAD-bibliotek, kantutformning Focus*. Tillgänglig:
<http://applications.ecophon.com/prval.asp?id=1> [2012-05-14]

Ecophon 7. *CAD-bibliotek, kantutformning Focus A*. Tillgänglig:
<http://applications.ecophon.com/kant.asp?id=1> [2012-05-14]

Gyptone 2. *3D produktvisning, grundmönster*. Tillgänglig:
http://www.gyptone.se/inspiration/3d+produktvisning/grundmönster?Line_4
[2012-05-14]

11.3 Intervjuer

Informant 1. Akustiker. Tyréns. 2012-03-09

Informant 2. Akustiker. Tyréns. 2012-04-02

Informant 3. Arkitekt. BIMobject. 2012-02-16

Informant 4. Arkitekt. FOJAB. 2012-03-02

Informant 5. Arkitekt. Tengbom. 2012-03-13

Informant 6. Arkitekt. White Arkitekter. 2012-03-22

Informant 7. BIM-ansvarig, byggnadsingenjör. NP Arkitekter. 2012-03-16

Informant 8. Brandingenjör. Tyréns. 2012-03-07

Informant 9. Brandingenjör. Tyréns. 2012-03-07

Informant 10. Byggnadsingenjör. FOJAB. 2012-02-22

Informant 11. Byggprojektsamordnare. MAX-lab. 2012-03-23

Informant 12. Projekteringsledare. Peab. 2012-03-14

Informant 13. Projektledare. ML4. 2012-03-13

Informant 14. VD. BIMobject. 2012-02-16

12 Bilagor

Bilaga 1: Formulär till marknadsundersökning

Företagsnamn	CAD-bibliotek	Filformat	Kommentarer
			Hemsida
			CAD-bibliotek
			BIM-objekt
			Övrigt

Bilaga 2: Intervjufrågor till BIM-objektsutvecklare

1. Vad är BIM för er? Hur ser utvecklingen inom BIM ut?
2. Är det många företag som visar efterfrågan på BIM-objekt, ökar efterfrågan?
3. Berätta om hur processen av framtagande av BIM-objekt ser ut? Från den första kundkontakten till att objekten är färdigställda.
4. Vilka programvaror arbetar ni med? Hur har ni valt ut dessa?
5. Till vilken programvara märker ni störst efterfrågan på BIM-objekt?
6. Hur kommer ni i kontakt med produktleverantörerna?
7. Har ni något exempel på ett projekt ni har arbetat med?
8. Läger ni in alla objekt som ni skapat i portalen på er hemsida?
9. Hjälper ni även till med att skapa externa CAD-bibliotek, till exempel hela portaler på kundernas hemsidor?
10. Vem tillverkar BIM-objekten?
11. Egenskaper på BIM-objekt:
 - a. Hur väljer ni ut vilka egenskaper som objekten ska ha? Om de företag som beställer objekten inte har tillräcklig kunskap kring hur processen går till och vilka egenskaper som bör finnas med, hjälper ni till med utredningen av detta då? Hur?
 - b. Följer alla egenskaper på ett BIM-objekt med genom hela användningsprocessen? En arkitekt är exempelvis oftast inte intresserad av samma egenskaper och specifikationer som en förvaltare.

Bilaga 3: Intervjufrågor till arkitekter

1. Hur ser arbetsprocessen ut för en arkitekt?
2. Vad är BIM för er?
3. Hur ritas ni idag? Ritar ni något i 3D?
4. Om inte, kommer ni att börja med det? Vad är det som gör att ni inte ritas i 3D idag?
5. Vilka programvaror använder ni?
6. Vad är det som styr valet av programvara?
7. Vad finns det för nackdelar med ert nuvarande arbetssätt?
8. Har ni upplevt något problem med informationsflöden i era projekt? Är det exempelvis någon speciell information som ofta saknas?
9. Vad finns det för fördelar med ert nuvarande arbetssätt gentemot att projektera i 2D?
10. Upplever ni att det finns svårigheter i kommunikationen och hanteringen av filer, främst om det är olika filformat?
11. Upplever ni att det ofta är stor skillnad på den vision som ni haft från början gentemot det färdiga resultatet?
12. Titta på utkastet till processschemat, stämmer det överens med ert arbetssätt och er bild av processen?
13. Ritar ni undertaksplaner?
14. Är det ni arkitekter som i första hand är ansvariga för projektering av undertak? Arbetar ni tillsammans med akustiker?
15. I vilket skede ritas ni in Ecophons produkter?
16. Använder ni Ecophons befintliga CAD-bibliotek med 2D-ritningar?
17. Hur illustrerar ni undertak? På vilka ritningar och vyer syns undertaket?
18. Bestämmer ni att ni ska använda Ecophons produkter redan vid ett tidigt skede, eller använder ni termen ”eller likvärdigt”?
19. Är det ni som arkitekter som har sista ordet angående vilka produkter som ska användas?
20. Om ni använder Ecophons 2D-bibliotek, har ni några kommentarer angående utformningen och innehållet i biblioteket?
21. Om Ecophons produkter inte används i slutändan, ritas ni om ritningen helt med andra produkter, eller använder ni Ecophons 2D-detaljer men med viss modifikation?
22. Om ni ritas i 3D idag, hur löser ni modellerandet av undertak? Använder ni generiska objekt som ni sedan modellerar om?
23. Skulle ni ha användning för ett 3D-bibliotek?
24. Använder ni andra produktleverantörers CAD-bibliotek? Vilka?
25. Har ni några funderingar över hur ett eventuellt 3D-bibliotek skulle kunna vara utformat och uppbyggt?

26. Hur hade ni helst sett att valet av egenskaper till BIM-objekten hade gjorts? Genom att klicka sig fram i biblioteket eller genom att göra valen i ritprogrammet?
27. Vilka typer av egenskaper eller information behöver objekten innehålla?

Bilaga 4: Intervjufrågor till akustiker

1. Hur arbetar ni tillsammans med arkitekter och projektörer?
2. Vilka skeden av byggprocessen är ni inblandade i?
3. Projekterar ni? Vem lämnas era handlingar vidare till?
4. Modellerar ni i 3D? Vilka programvaror använder ni?
5. Hur använder ni er av BIM? Är det ett vanligt inslag i ert arbete och de projekt ni genomför?
6. Hur fungerar er programvara för 3D-modellering?
7. Vem har sista ordet vid utformningen av akustiktak?
8. Vid modellering, hämtar ni givna värden från befintliga byggmaterial eller beräknar ni ljudnivåer och liknande utan befintliga byggmaterial?
9. Får ni förfrågningar från arkitekter eller byggherrar angående vilka akustiska byggmaterial och materialproducenter som bör användas vid utformning av innertak?
10. Vilka egenskaper på ett undertak behöver ni? Är det endast ljudklasser och ingående material på takplattan?

Bilaga 5: Intervjufrågor till brandingenjörer

1. Berätta kortfattat om hur en brandingenjör arbetar?
 2. Hur arbetar ni tillsammans med arkitekter och projektörer?
 3. Vilket skede av byggprocessen är ni inblandade i?
 4. Projekterar ni? Vem lämnas era handlingar vidare till?
 5. Modellerar ni i 3D? Vilka programvaror använder ni?
 6. Använder ni BIM i ert arbete?
1. Vad för information skulle en brandingenjör behöva ha knutet till ett

Bilaga 6: Intervjufrågor till undertaksentreprenör

1. Vad är det för typ av företag som främst köper in era tjänster?
2. Vad för typ av tjänster erbjuder ni?
3. Använder ni undertakstillverkarnas monteringsanvisningar?
4. Hur mycket av era handlingar får ni i digital form?
5. Hade det varit till fördel för er om handlingarna hade varit mer digitaliserade?
6. Vad är det för sorts av dokument som ni använder i ert arbete?
Tillhandahåller ni exempelvis drift- eller underhållsinstruktioner?
7. Hur ser er kontakt ut med Ecophon? Brukar ni vända er till dem för att få information? I så fall om vad?
8. Hur burkar problemet med att undertakets upphängningsanordningar krockar med dragning av andra installationer lösas? Löses dessa problem ute på plats?
9. Hade det varit en fördel om problemen med krockar redan lösts vid projekteringen genom kollisionskontroller?
10. Hur noga måste ni följa undertaksplanerna?
11. Finns det något problem kring informationsflödet runt undertak, hur tror du att det hade kunnat förbättras? Skulle digitala lösningar kunna vara ett hjälpmedel?

Bilaga 7: Intervjufrågor till projektledare, MAX IV

Frågor om processen

Vi för en diskussion kring vårt första utkast till processschema med hjälp av följande punkter.

- **Stämmer utkastet till processschemat?**
 - *Hur ser processen ut idag?*
- **Hur ser hanteringen ut av de ingående informationsmängderna?**
 - *Finns det tillgängligt i en databas?*
 - *Vilka dokument finns med hela vägen?*
- **Vem har hand om dessa olika delar?**
 - *Vem upprättat dokumentet?*
 - *Vem ansvarar för att dokumentet förs vidare till rätt person?*
- **Vilka problem dyker upp i processen?**
 - *Kommunikation*
 - *Informationshantering*
 - *Tid*
 - *Kostnad*
- **Hur kan detta förändras?**
 - *Några konkreta exempel som ni stött på i ert arbete?*

Frågor om MAX IV

1. Hur arbetar ni med BIM inom MAX IV?
2. Projekterar ni MAX IV i 3D?
3. Vad använder ni för programvaror?
4. Föredrar ni att få ritningarna presenterade för er som en 3D-modell framför att titta på traditionella 2D-ritningar?
5. Använder ni BIM i förvaltningsskedet? Vad finns det för fördelar med att använda BIM i förvaltningen?
6. Vilka olika sorters krav ställer ni på byggnaden och dess utformning?
7. På vilket sätt specificerar ni era krav? På vilket sätt sker kommunikationen?
8. Hur mycket insyn och bestämmanderätt har ni i valet av byggmaterial?
9. Gör ni aktiva val och ställer krav på byggentreprenören vad gäller materialleverantör?
10. Hur samarbetar ni med arkitekten när det gäller val av byggmaterial?
11. Hur går upphandlingen av byggmaterial till?
12. Om ni väljer ett annat material än vad arkitekten har föreskrivit, är det ni som ändrar i handlingarna då?