



CHALMERS



Applikation vid tidsättning av arbetsmoment

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

CARL-AXEL BERGSTRAND
CLAES MOBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Examensarbete 2015:13
Göteborg, Sverige 2015

EXAMENSARBETE 2015:13

Applikation vid tidsättning av arbetsmoment

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

CARL-AXEL BERGSTRAND

CLAES MOBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2015

Applikation vid tidsättning av arbetsmoment
Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

CARL-AXEL BERGSTRAND

CLAES MOBERG

© CARL AXEL BERGSTRAND OCH CLAES MOBERG, 2015

Examensarbete 2015:13 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2015

Institutionen för bygg och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Illustration över multiplattformlösning för byggsektorn (Egen bild, 2014).

Chalmers reproservice
Göteborg 2015

Applikation vid tidsättning av arbetsmoment

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

CARL-AXEL BERGSTRAND

CLAES MOBERG

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

En väl genomförd tidplanering av byggprocessen är en förutsättning för ett ekonomiskt och kvalitativt hållbart byggande. I dagsläget genomförs tidplaneringen ofta analogt i en process där de enskilda yrkesarbetarna sällan eller aldrig har något inflytande. Det leder till minskad förståelse för tidplanerna hos de som ska utföra arbetsuppgifterna samt outnyttjad yrkeskompetens vid tidsättningsprocessen.

Därför har ett koncept, Virtuella Produktionsplanering, framtagits där de olika yrkesarbetarna med sin samlade erfarenhet ges möjlighet till såväl inflytande över tidsättningsprocessen som ökad kunskap och förståelse för densamma. I dagsläget är det oftast kalkylatorer som med hjälp av 2D-ritningar och enhetstider tidsätter aktiviteter. Virtuella Produktionsplanering innebär att tidsättningen sker i form av en workshop, där aktiviteter representeras av BIM-objekt i en BIM-modell och tidsätts utav bland annat representanter från olika yrkesgrupper. Processen sker med hjälp av en applikation.

Utvecklingen utav en sådan applikation kan ske genom att den utformas som en webbapplikation med JavaScript som källkod. En applikation som stöd vid tidsättning måste klara av snabb och smidig hantering av stora mängder data, varför NoSQL-databasen CouchDB föreslås som ett alternativ. För optimal uppbyggnad av ett smidigt och flexibelt system, föreslås implementering av ett Model View Controller-system där databasen nås via en molntjänst.

Den virtuella byggnadsmodellen – BIM-modellen – föreslås vara samordnad enligt BSABs byggdelslista i syfte att ta fram en lättolkad ritningsstandard och lätthanterlig kategorisering av de aktiviteter som ska tidsättas. Vedertagna enhetstider föreslås knytas till respektive aktivitet/byggdel i databasen, där den föreslås representera aktivitetens nettostarttid. Denna starttid föreslås sedan kunna korrigeras med hjälp utav applikationen under den Virtuella Produktionsplaneringsworkshopen, i en process där själva tidsättningen sker.

Framtiden för en applikation som ett verktyg för tidsättning löper parallellt med Virtuella Produktionsplanering som koncept och beror på om det konceptet vinner mark eller inte. I dagsläget återstår vidare studier inom området.

Nyckelord: BIM, Applikation, Tidsättning, Medarbetarinflytande

Application for time scheduling of work activities

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

CARL-AXEL BERGSTRAND

CLAES MOBERG

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

A well-implemented scheduling of the construction process is a prerequisite for an economically and qualitatively sustainable construction. In the current situation, scheduling is often a process on which the craftsmen rarely have any influence. This leads to a reduced understanding of the timetables among the craftsmen at the construction site and the disadvantage of not exploiting their professional skills at the process of scheduling.

Therefore, a concept, Virtual Production Planning, has been introduced in which the various craftsmen involved in the construction project, with their overall experience, is given the opportunity to have their say in the scheduling process, as well as increasing their knowledge and understanding over the construction's time plans. In the current situation, it's usually calculation engineers who are doing the time estimation for different activities, using 2D designs and drive times from special databases. The concept of Virtual Production Planning means that the process of scheduling activities, takes the form of a workshop where activities are represented by BIM objects in a BIM model. The time-setting itself is partly done by representatives from various professional groups and the process takes place via an application. The development of such an application can be done by designing it as a web application, based on a JavaScript source. It's crucial that the application is capable of handling large amounts of data; therefore the NoSQL-database CouchDB is suggested as a reasonable alternative for this job. For an optimal development of a light and flexible system, the implementation of a Model View Controller system where the database is accessed via a cloud service is proposed.

The Building Information Model is proposed to be coordinated according to BSAB (a Swedish construction standard) in order to make it easier for others to interpret the model and gather information from it. Established drive times are linked to different parts of the model (activities) via the database, and those drive times makes up the default time set for each activity. These default times are then to be adjusted via the application, during the process of the Virtual Production Planning-workshop, which then is the actual process of time-setting.

The future of an application as a tool for time setting runs parallel to the Virtual Production as a concept and depends largely on whether the concept we'll be a winner or not. As of today, further research within the field is necessary.

Key words: BIM, application, Time Setting, Influence of Employees

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Metod	2
2 TIDSÄTTNING	3
2.1 Nulägesanalys av metoder för tidsättning	3
2.2 Tidsättning med hjälp av mängder och enhetstider	3
2.2.1 Mängdavtagning	3
2.2.2 Definition av en enhetstid	3
2.2.3 Enhetstider från fackliga organisationer	3
2.3 Medarbetarinflytande i tidsättningsprocessen	4
2.3.1 Medarbetarinflytande enligt Lean	4
2.3.2 Last Planner	4
2.3.3 Tidigare undersökningar angående medarbetarinflytande	4
3 INTERVJUER ANGÅENDE TIDSÄTTNING AV AKTIVITETER	6
3.1 Arbetsplatsbesök	6
3.2 Telefonintervjuer	6
4 STRUKTURPLANERINGSWORKSHOP	9
4.1 Definition av strukturplaneringsworkshop	9
4.2 Utförande av en strukturplaneringsworkshop	9
5 BIM	10
5.1 Introduktion till BIM	10
5.2 BIM-modellen som informationsbärare	10
5.3 Autodesk Revit	10
6 APPLIKATIONENS UPPBYGGNAD	12
6.1 Applikation	12
6.1.1 Begreppet applikation	12

6.1.2	En applikations byggstenar	12
6.1.3	En VPP-Applikations innehåll och koppling till Revit	13
6.1.4	MVC-system	13
6.1.5	Cloud	13
6.2	Databaser	14
6.2.1	Definition	14
6.2.2	NoSQL	14
6.2.3	CouchDB	15
7	BSAB-SYSTEMET	16
7.1	Vad är BSAB-systemet?	16
7.2	Byggdelsindelning	16
7.3	BSAB-systemet integrerat med BIM	17
8	RESULTAT	18
8.1	Tidsättning av aktiviteter och arbetsmoment idag	18
8.2	Förslag till utformning utav en applikation	18
9	DISKUSSION OCH ANALYS	21
9.1	Förslag på vidare studier inom konceptet VPP	22
10	SLUTSATS	24
11	REFERENSER	25
	LITTERÄRA KÄLLOR	25
	ELEKTRONISKA KÄLLOR	26

Förord

Detta examensarbete, som del av högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör vid Chalmers tekniska högskola, har genomfört vid institutionen för Bygg- och miljöteknik, avdelningen för Construction Management.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som hjälpt oss på vägen i detta arbete. Ett extra tack till våra handledare: Mikael Johansson, Mattias Roupé, Mikael Viklund Tallgren från institutionen för Bygg- och miljöteknik vid Chalmers tekniska högskola samt Roger Andersson, planeringsingenjör på Peab.

Vidare vill vi tacka personer som vi har haft äran att intervjua.

Göteborg 2015

Carl-Axel Bergstrand och Claes Moberg

1 Inledning

I detta inledande kapitel redovisas bakgrunden till ämnesvalet, syftet med examensarbetet samt de avgränsningar som gjorts. Vidare redovisas hur arbetet genomförts och hur resultatet av denna rapport disponerats.

1.1 Bakgrund

Släpande tidplaner får ofta många negativa konsekvenser för ett byggprojekt. Brister och otydlighet i kommunikation på såväl byggarbetsplatserna som i projekteringen, pekas ibland ut som en bidragande orsak till detta. Det skapar en förvirring bland yrkesarbetarna angående när och hur vissa arbetsmoment skall utföras (Dahlberg & Gidlund, 2012). Även kvaliteten på bygghandlingarna påverkar förloppet och effektiviteten av byggprocessen (Tornberg, 2012). Därför är det viktigt att alla involverade i ett byggprojekt har en förståelse för tidplanerna, kan tolka dessa och inser vikten av att tidplanen följs.

Inom byggbranschen fastställs ofta tidplaner med hjälp av uttagna mängder som multipliceras med empiriskt framställda enhetstider (Révai, 2011). Denna metod resulterar inte bara i en schablonmässigt framtagen tidplan som inte nödvändigtvis speglar det verkliga scenariot, processen bidrar även till få blir involverade vid framtagandet av tidplanerna, vilket skapar utrymme för otydlighet och misstolkningar bland de som sedan ska arbeta efter dessa.

Vid ett sammanträde på Chalmers tekniska högskola under hösten 2013 med planeringsingenjören Roger Andersson från Peab, framtofs ett förslaget till detta examensarbete. Förslaget bygger på ett tillvaratagande av yrkesarbetarnas samlade erfarenhet vid tidsättningen av olika arbetsmoment, genom att låta representanter från upphandlade entreprenader delta i en så kallad strukturplaneringsworkshop. Processen antas öka förståelsen för tidplanens utformning bland berörd personal (Roupé et. al. 2014).

BIM-modellen som tas fram i projekteringen har en central roll i denna strukturplaneringsworkshop, som med stöd av digitala hjälpmedel kallas Virtuellt Produktionsplanering. BIM-modellen delas upp efter respektive byggdel och ersätter på så sätt det tidigare systemet med post-it-lappar som representerar aktiviteter. Förslag på en prototyp på digital applikation som fungerar som en länk mellan BIM-modellen och personen/a som tidsätter aktiviteten, tas fram i detta arbete.

Resultatet av ovan nämnda workshop mynnar ut i en tidplan. Denna tidplan grundas på kompetens och erfarenhet direkt från produktionen. Dessutom ämnar den överbygga otydligheter och kommunikationsmissar redan i planeringsstadiet, vilket borde minska risken för att samma problem uppstår i produktionsstadiet. I förlängningen antas det leda till ökad förståelse och benägenhet för att tidplanerna hålls.

1.2 Syfte

Att föreslå en rimlig utformning utav en prototyp till en applikation för tidsättning av aktiviteter i en digital strukturplaneringsworkshop, VPP.

Arbetet ämnar besvara följande frågeställning:

1. Hur tidsätts aktiviteter och arbetsmoment idag?
2. Hur kan en applikation utformas för att stödja tidsättningsprocessen i en strukturplaneringsworkshop?
 - 2.1. Vilka funktioner bör en sådan applikation innehålla?

1.3 Avgränsningar

Inom projektering och styrning i byggbranschen finns flera olika dimensioner att ta hänsyn till; exempelvis ekonomi, miljö, kvalitet, tid och så vidare. Samtliga av dessa parametrar är viktiga komponenter i ett byggprojekt men med hänsyn till arbetets omfattning, begränsas det till att enbart beakta tidsaspekten i planeringsarbetet.

Målet med arbetet är att ta fram en prototyp för ett verktyg som i teorin skulle kunna användas i en strukturplaneringsworkshop. Detta verktyg är en applikation, till vilken data från BIM-programmet Autodesk Revit kan laddas ned, ändras och laddas tillbaka till Revit. De data som avhandlas i det här arbetet, begränsas till att avse tidåtgången för diverse byggrelaterade arbetsmoment.

1.4 Metod

Under arbetets tidiga skede var syftet att ta fram en prototyp till en applikation som skulle kunna användas för tidsättning av byggdelar i en 4D BIM-modell. På grund av omfattningen, ändrades emellertid syftet till att ta fram den principiella uppbyggnaden för en dylik applikation samt göra de kompletterande efterforskningar inom området som är formulerade i frågeställningsform under rubriken Syfte.

Tillvägagångssättet för detta arbete är att med hjälp av litteraturstudier ta fram den grundläggande information som besvarar rapportens frågeställning. Exempelvis används tekniska rapporter och tidigare examensarbeten inom det relevanta området. Ytterligare genomförs intervjuer, där fackkunniga intervjuobjekt som i olika grad arbetar med tidsättning inom byggbranschen hörs. Intervjuobjekten fördelas på olika företag, målet är att hitta personer med likvärdig bakgrund och erfarenhet, men som jobbar på företag med skilda arbetssätt. Anledningen till detta är att jämförelsen av deras rutiner skall bli så rättvis som möjligt, men att applikationen skall vara anpassningsbar för olika rutiner. Även telefonintervjuer görs i syfte att ta reda på tidsättningsrutiner i olika företag och discipliner inom byggsektorn. De företag som intervjuades var Skanska, Peab, NCC Construction, NCC Roads, Veidekke och RO-Gruppen.

Såväl litteraturstudien som intervjumaterialet ligger till grund för att utveckla prototypen för ett applikationsverktyg för digital tidsättning. Förkunskap inom programmering finns för att skapa en molnbaserad applikation för telefon, surfplatta och dator. Studien kommer att ge förslag på en lämplig utformning av en sådan applikation.

2 Tidsättning

2.1 Nulägesanalys av metoder för tidsättning

Tidsättning av olika aktiviteter inom byggbranschen ligger idag ofta på kalkylingenjörens bord (Svanberg & Öqvist, 2004). Denna tidsätter projektet dels med hjälp utav avtagna mängder utifrån de bygghandlingar som framtagits i anbudsskedet och dels med hjälp av tidigare framtagna enhetstider, se avsnitt 2.2.1.

Vid en intervjustudie som genomfördes utav Martin Lockner (2006) påpekar samtliga intervjuobjekt att kalkylen för projektet är styrande och ofta ligger till grund som underlag för framtagandet av produktionstidplanerna. Vissa intervjuobjekt i studien påpekade även att tidplanen kunde komma att ändras om platschefen valde att driva produktionen på ett annat sätt än det sätt kalkylingenjören först tänkt sig.

2.2 Tidsättning med hjälp av mängder och enhetstider

2.2.1 Mängdavgtagning

Mängdavgtagning eller mängdning, innebär att de mängder material som krävs för hela eller delar av ett byggprojekt uppskattas utifrån de bygghandlingar som finns tillgängliga. Mängden anges ofta i kg, löpmeter, m^2 , m^3 , styck osv. Bygghandlingarna varifrån mängderna tas, kan vara pappersritningar, digitala 2D- och 3D-ritningar eller BIM-modeller.

2.2.2 Definition av en enhetstid

En enhetstid är ett medelvärde av den tid det tar för en person att utföra en viss enhet (exempelvis m^2 , kg och så vidare) av ett visst arbete (Révai, 2011). Enhetstider fastställs empiriskt och en enhetstid beräknas genom att dividera den åtgångna tiden med arbetsmängden. Vanligtvis anges enhetstider i persontimmar, ptim.

Exempel på framtagning utav en enhetstid:

En person skall måla 100 m^2 innervägg. Från arbetets start till arbetets slut, har det tiden 4 timmar uppmätts. Enhetstiden för personen blir $4 \text{ persontimmar}/100 \text{ m}^2 = 0.04 \text{ persontimmar}/\text{m}^2$ eller $0.04 \text{ ptim}/\text{m}^2$.

Enhetstiderna är teoretiska och avser den tid under vilket själva arbetet fortgår. För en mer verklighetstrogen tidsbedömning, bör de yttre faktorer som kan komma att påverka arbetet (förflyttningar, väntetider, arbetsplatsens placering etc.) avvägas beroende på förutsättningarna vid den aktuella byggarbetsplatsen. Resursmängd är en viktig faktor som påverkar tidåtgången. I teorin halveras exempelvis den totala tidåtgången för ett arbetsmoment vid en fördubbling av arbetskraften. I verkligheten är det emellertid flera andra faktorer som avgör den totala tidåtgången.

2.2.3 Enhetstider från fackliga organisationer

De flesta fackliga organisationer inom byggbranschen har sina egna respektive rekommendationer på tidåtgång för olika arbetsmoment. Ett exempel är Nybyggnadslistan 1999, där Sveriges Byggindustrier och Byggnads listar rekommenderade tider för arbetsmoment vid nybyggnation (Sveriges Byggindustrier, 2014). Vidare specificeras de villkor som skall uppfyllas för att enhetstiden ska gälla. Andra discipliners fackliga organisationer, exempelvis Elektrikerförbundet, har motsvarande listor för rekommenderad tidåtgång vid givna förutsättningar och utförande för deras respektive arbeten.

2.3 Medarbetarinflytande i tidsättningsprocessen

2.3.1 Medarbetarinflytande enligt Lean

Lean är en produktionsstrategi som bygger på att sträva efter att eliminera resursslöseri i produktionsprocessen – det vill säga avknoppa alla processer i produktionen som inte tillför direkt värde till slutresultatet (Dahlberg, 2012). Begreppet slöseri innefattar enligt Lean inte bara ”materiellt slöseri” utan det räknas även ”medarbetarnas outnyttjade kreativitet” (Göransson & Hultkvist, 2013). Det finns viktiga skillnader mellan industriell serietillverkning (för vilket Lean-konceptet ursprungligen togs fram) och byggnadsproduktion. I fallet byggnadsproduktion, varierar ofta förutsättningarna och det tillkommer ibland ändringar av slutprodukten ofta under produktionens gång, vilket skapar behov för en mer flexibel och löpande planering. En metod för att involvera medarbetarna i denna löpande planering, är Last Planner.

2.3.2 Last Planner

Last Planner är ett planeringssystem sprunget ur Lean-filosofin (Toolanen, 2008). Konceptet Last Planner bygger på veckovis detaljplanering i mycket nära samråd med de yrkesgrupper som är involverade i själva utförandet av arbetsmomenten. Last Planner ses som ett effektivt planeringsverktyg för såväl övergripande- som för detaljfrågor (Svanberg & Öqvist, 2004). Verktyget tillämpas kontinuerligt i byggproduktionen och en ”planeringsperiod” löper cirka 2-5 veckor från och med det aktuella planeringsmötet.

I sin rapport skriver Bengt Toolanen (2008) att den principiella skillnaden mellan Last Planner och traditionell planering är att där traditionell planering fokuserar på vilka arbetsmoment som bör göras, fokuserar Last Planner på de arbetsmoment som ska göras. Vidare belyser Toolanen att dessa aktiviteter som ska göras, måste vara såväl startklara (”kan göras”) som aktuella i tidplanen (”bör göras”). Enbart aktiviteter som uppfyller dessa krav prioriteras vid Last Planner.

När en aktivitet har statusen ”kan göras”, får den enbart starta då samtliga kriterier för dess genomförbarhet är uppfyllda. Exempel på kriterier på vad som ska uppfyllas är enligt Toolanen:

- ett tydligt ritningsunderlag,
- resurser och kompetens,
- bakomvarande arbeten i tidplanen färdiga (eller tillräckligt färdiga) och väl utförda för att det nuvarande arbetsmomentet på ett säkert sätt ska kunna påbörjas, samt
- god arbetsmiljö med hänseende till arbetsytans karaktär och yttre faktorer, såsom klimat.

2.3.3 Tidigare undersökningar angående medarbetarinflytande

Svanberg och Öqvist presenterade i sin rapport (2004) resultatet av en enkätundersökning som gjordes hos en mindre byggtreprenör i Norrland. I undersökningen framkom att 94,4 % utav yrkesarbetarna ansåg att de stött på problem i produktionen som kunnat undvikas ifall de fått vara delaktiga vid tidsättningsprocessen.

Vidare ansåg 83,3 % av de tillfrågade yrkesarbetarna att de inte var tillfreds med den dåvarande planeringen. Intresse av att delta i planeringen fanns bland 77,8 % av yrkesarbetarna och då helst i redan ett tidigt stadium.

3 Intervjuer angående tidsättning av aktiviteter

Detta kapitel presenterar resultatet av en intervjustudie som genomfördes i samband med denna rapport. Intervjustudien skedde i form av arbetsplatsbesök och telefonintervjuer.

3.1 Arbetsplatsbesök

Arbetsplatsbesök gjordes hos tre byggtreprenörer av varierande storlek i Göteborgsregionen, varvid ostrukturerade intervjuer med arbetare och tjänstemän gjordes. Syftet var att ta reda på vad yrkesarbetarna och tjänstemännen där ansåg om medarbetarinflytande i tidsättningsprocessen och hur det kunde öka deras förståelse för byggprojektet som helhet och därmed minska antalet problem och missuppfattningar i produktionen.

Resultatet blev att merparten av de tillfrågade tjänstemännen ansåg att medarbetarinflytande i tidsättningsprocessen kunde vara positivt, samt att det kan bidra till att den enskilda medarbetaren får en utökad bild över projektet som helhet. De yrkesarbetare som tillfrågades i samband med arbetsplatsbesöken, var överlag positivt inställda till att använda sin yrkeskunskap i projekteringen. En tjänsteman ansåg att medarbetarinflytande var oviktigt och att yrkesarbetarna ska fokusera på sina respektive arbetsmoment och inte på tidplanering eller projektet som helhet.

Tidsättningen hos byggtreprenörerna skedde vanligtvis med hjälp utav ritningsunderlag i 2D samt enhetstider. Enhetstidernas ursprung varierade från byggfackliga listor till på egen hand framtagna enhetstider.

3.2 Telefonintervjuer

Semistrukturerade telefonintervjuer gjordes med sex stycken kalkylatorer och kalkylchefer på sammanlagt fem olika byggföretag av varierande storlek. Två av intervjuobjekten är verksamma inom anläggning, resten inom husbyggnad. De aktuella företagen var Skanska, Peab, NCC Construction, NCC Roads, Veidekke och RO-Gruppen.

Anledningen till att kalkylatorer och kalkylchefer valdes för telefonintervjustudien, beror dels på att det i litteraturstudien framkommit att tidsättning av aktiviteter ofta tillfaller kalkylatorn samt dels på rekommendation av en avdelningschef för husbyggnadssektorn på en större byggtreprenör i Mellansverige.

Syftet med telefonintervjustudien var tillskansning utav information kring hur företagen tidsätter aktiviteter i dagsläget samt att ta reda vilken typ av information en applikation som stöd vid Virtuella Produktionsplanering behöver kunna hantera. Intervjumaterialet presenteras nedan:

Samtliga intervjuobjekt använder sig utav enhetstider och mängdavgagningsmaterial främst i form av ritningar som underlag vid tidsättning. Byggtreprenörernas enhetstider kommer i de flesta fall från vedertagna källor som Tidslista Bygg och Ny- och Ombyggnadslistorna. Två av intervjuobjekten (varav en på bygg och en på anläggningssidan) hävdar att de använder sig utav kalkylprogrammet MAP, som bygger på Ny- och Ombyggnadslistorna, är ett bra stöd vid mängdavgagning. Förekomsten av databaser med färdiga ”recept” på utförande och innehåll av vissa

arbetsmoment, nämns även under intervjuerna. Vidare nämns även vikten av erfarenhet för att kunna göra någorlunda bra rimlighetsbedömningar, av hälften av intervjuobjekten.

Intervjuerna visade att mängder multiplicerat med enhetstider är det huvudsakliga receptet på framställande av nettotider för olika arbetsmoment. De nettotidplaner som dessa är resultatet av denna tidsättning är på intet sätt realistisk utan tiderna justeras sedan beroende på faktorer som arbetsplatsens geometri och huruvida det rör sig om ny- eller ombyggnad.

I det sistnämnda fallet finns ofta flertalet okända parametrar att ta hänsyn till – exempelvis är det inte alltid självklart hur en yttervägg ser ut i genomskärning om byggnaden är gammal och fullständiga handlingar saknas. För att kunna tidsätta arbetsmoment, behövs konkret kvantitativ information om vad som ska tidsättas och om möjligt information om monteringslösningar och så vidare. Fysiska hinder och trånga sektioner ("flaskhalsar") och eventuella beställarkrav blir ofta dimensionerande.

Ett av intervjuobjekten på anläggningssidan påpekade att tidsättning är enklare vid husbyggnadsprojekt, eftersom dessa präglas av återkommande förutsättningar – exempelvis återkommande planritningar för flera våningsplan medan anläggningssidan ofta präglas av skiftande geotekniska förutsättningar. Två av intervjuobjekten nämnde även att mängdavgagningsarbetet ofta läggs på konsultbolag på grund av tidsbrist på de egna kalkylavdelningarna.

Det framkom att underlaget för mängdavgagnings oftast är utskrivna 2D-ritningar och att ritningsunderlag är att föredra framför tekniska beskrivningar, då dessa inte alltid anger korrekt information. BIM eller 3D-modeller används sällan eller aldrig som mängdavgagningsunderlag. Ett av intervjuobjekten kände inte till BIM. Ett annat intervjuobjekt avfärdade 3D-modeller som ett praktiskt tillämpbart verktyg.

Hur tidskrävande tidsättningsprocessen är, beror på arbetsmomentets komplexitet och tidigare erfarenhet kring tidsättning av liknande arbetsmoment enligt de flesta intervjuade. Ett av intervjuobjekten påpekade att vid tidsättning av aktiviteter med BIM-modeller som underlag, kan processen ofta bli långdragen då BIM-modellerna inte sällan behöver "en hel del handpåläggning" för att fungera som mängdavgagningsunderlag. Ofta är informationen i modellerna inkomplett och/eller är modellerna svårtolkade, enligt intervjuobjektets erfarenhet.

Bland de problem som kan uppstå vid tidsättning av aktiviteter nämns bland annat skalfel på mängdavgagningsunderlaget, tolkningsproblematik, att beskrivningar och ritningar inte hänger ihop, diffusa beskrivningar/ritningar, sent inkommande handlingar, svårighet att specificera alla delmoment som tillkommer vid ett arbetsmoment och i fallet BIM – att objekt är visualiserade med fel verktyg och att mängderna inte stämmer. Det framkom även att ett standardiserat användningssätt för BIM, likt den branschpraxis som finns vid framtagandet av 2D-ritningar, skulle kunna underlätta BIM-hantering och minska felen och tolkningsproblematiken i modellerna.

Den information rörande tidsättning av aktiviteter som ansågs svårast att ta fram, nämndes bland annat ombyggnadsprojekt där fullständiga handlingar ibland saknas.

Även information kring de logiska kopplingarna mellan aktiviteterna nämndes av ett intervjuobjekt som svårt. Ett intervjuobjekt poängterade sambandet mellan kalkylatorns erfarenhet och svårighetsgraden för en rimlig bedömning av en aktivitets tidåtgång.

De flesta intervjuobjekten tidsätter aktiviteter utifrån såväl information hämtad från interna databaser och kalkylsystem, som från tidigare erfarenheter. Samtliga intervjuobjekt var överens om att enhetstiderna i de allra flesta fall behöver korrigeras utifrån faktorer som arbetets komplexitet, dess läge, resurs- och materialtillgång och så vidare.

Konsultation med yrkesarbetare och utnyttjande av deras erfarenheter förekommer i de flesta fall sällan eller aldrig vid den övergripande planeringen. Ett intervjuobjekt påstod att det förekom att de kunde konsultera med en ledande montör vid komplexa arbetsmoment redan i anbudsskedet. Ett annat påstod att konsultation med yrkespersonal förekom i övergripande planering, men först då jobbet var kontrakterat. Däremot under löpande planering i produktionen, är det vanligare att yrkesarbetarna får komma till tals.

4 Strukturplaneringsworkshop

4.1 Definition av strukturplaneringsworkshop

En strukturplaneringsworkshop är ett planeringsmöte, där representanter från olika yrkeskategorier träffas och genom en gemensam workshop, tar fram material till vad som skall mynna ut i en produktionstidplan. Närvarande är även projekt- och projekteringsledare.

Syftet med workshopen är delvis att erhålla en ökad tillförlitlighet till tidplanerna genom att utnyttja yrkesarbetarnas kunskap och erfarenhet, och delvis öka yrkesarbetarnas förståelse och medvetenhet för dess uppbyggnad och komplexitet.

De olika yrkeskategoriernas representation på workshopen sker lämpligen via en lagbas vilken i sin tur vidareförmedlar informationen vidare till arbetarna (Roupé, M et. al, 2014). På så sätt tillåts yrkesarbetarna vara delaktiga i planeringsarbetet, vilket antas minska missförstånd och tolkningsproblematik gentemot tidplanerna under det aktuella projektets gång.

4.2 Utförande av en strukturplaneringsworkshop

I rapporten *Virtuell Produktionsplanering med hjälp av BIM och Visualisering* (Roupé et. al., 2014) beskrivs det principiella förloppet utav en strukturplaneringsworkshop, där en sådan i samarbete med Peab har studerats. Nedan följer en kort sammanfattning av densamma:

Det första som görs är att bygghandlingarna bryts ner i zoner, vars omfattning (antal och indelning) beror på projektets omfattning och komplexitet. En zon kan exempelvis vara ett helt eller en del utav ett våningsplan. Syftet med zonindelningarna är att bryta ner projektet i mer lätthanterliga bitar.

För varje zon, tas en egen strukturplan fram med hjälp utav en whiteboard och post-it-lappar. Varje post-it-lapp representerar en aktivitet, där information om dess namn, läge, varaktighet och resursbehov ska framgå. Vidare följer nätplaneringsprocess där tid- och resurssättning, logiska kopplingar mellan aktiviteter och milstolpar tas fram. Strukturplanerna ”konsolideras” genom att post-it-lapparna överförs med givna logiska kopplingar till stora pappersark, under översyn av en workshopledare. Dessa strukturplaner ligger sedan till grund för framtagandet av en översiktsplan för hela projektet.

Åskådliggörande och uppskattning utav arbetets omfattning och komplexitet ska vid en VPP¹-integrerad strukturplaneringsworkshop ske med hjälp utav en BIM-modell över den aktuella zonen. BIM-modellen modereras utav en särskild BIM-ansvarig, vilken hanterar bland annat navigering i modellen. Tidplanen är ämnad att visualiseras som en 4D CAD-modell, där tidsättning av de olika aktiviteterna i BIM-modellen görs via en VPP-applikation, vars principiella uppbyggnad föreslås i denna rapport.

¹ Virtuell Produktionsplanering

5 BIM

5.1 Introduktion till BIM

BIM är en förkortning utav Building Information Model och är en virtuell byggnadsmodell, till vilken information och data relaterad till modellen kan lagras och samordnas (Gustafsson, 2006). I BIM-modellen har varje komponent ett eget ID till vilket information om den aktuella komponenten knyts.

BIM som koncept bygger bland annat på att det som tidigare projekterats analogt eller digitalt i 2D, nu till stor del ska göras digitalt i 3D, vilket ställer andra krav på projektörerna än tidigare (Gustafsson, 2006). De behöver bland annat veta hur man arbetar med 3D-modellen och hur man hämtar relevant information ur den.

En fördel med BIM-användande är att modellen tillåter informationsdelning över yrkeskategorigränserna. Arkitekter, konstruktörer och projektörer kan genom att arbeta i samma BIM-modell, enkelt dela lösningsidéer och få en överskådlig bild över projektet (Sweco, 2014). Genom att addera tidsdimensionen (4D) till modellen, tillåts simulering utav byggnationen och eventuella krockar och fel i processen kan upptäckas digitalt i förväg, istället för att dylika misstag görs i produktionen.

5.2 BIM-modellen som informationsbärare

En av de viktigaste funktionerna i BIM och det som skiljer BIM från renodlad 3D CAD, är möjligheten att knyta information till och mellan olika objekt i BIM-modellen (Fokus I, 2014). Det vill säga framtagandet av en ”smart” modell i vilken information kring de olika objekten, dess egenskaper (attribut) och relationer till varandra integreras. I många BIM-miljöer har objekten ofta ett förprogrammerat ”beteende”, där exempelvis ett dörrobjekt enbart kan placeras på vad objektet ”känner av” är ett väggobjekt och automatiskt skär ett hål motsvarande dörrens storlek i väggobjektet där dörren placeras.

I BIM-sammanhang arbetas det ofta med objektkataloger, där ett bibliotek utav olika objekttyper (väggar, dörrar, fönster etc.) tas fram. På installationssidan där projekteringsprogrammet MagiCad är vanligt förekommande, finns utförliga produktkataloger med objekt lämpade för MagiCad. Dessa kataloger där objektdata och objektens egenskaper ingår, tillhandahålls utav leverantörerna som ett led i marknadsföringsprocessen utav deras produkter. Motsvarande arbetssätt hos leverantörerna gällande BIM-objekt, finns inte i samma utsträckning på byggsidan i dagsläget utan ofta ligger det på BIM-projektörens ansvar att ta fram anpassade objekt för den aktuella modellen.

5.3 Autodesk Revit

Revit revolutionerade begreppet Building Information Modeling vid lanseringen av mjukvarans första version år 2000. Detta genom användandet av en visuell plattform för skapandet av parametriska objektskomponenter med möjlighet att lägga till den fjärde dimensionen av CAD; tidsaspekten. Entreprenaderna gavs då möjlighet att skapa tidsscheman för byggprocessen. (Style of Design, 2012)

Företaget och programmet köptes år 2002 upp av företaget Autodesk och går sedermera under namnet Autodesk Revit. Ett av de tidigaste projekten som använde mjukvaran var Freedom Tower (senare kallat One World Trade Center). Förbättrad koordination och effektivitet var signifikant för byggprocessen tack vare programvarans funktionalitet att visa och integrera arkitekter, ingenjörer och byggarbetare. (Style of Design, 2012)

Autodesk Revit är i dagsläget en av de mest utspridda BIM-produkterna inom branschen. Autodesk har sedan dess början sålt över tolv miljoner produktlicenser (inkluderar även annan mjukvara företaget utvecklar) och Revits funktionalitet med att ladda upp modeller i molnbaserad miljö växer med 22 % per månad. (Newton, 2012)

Autodesk Revit 2014 innehåller flera funktioner av intresse för detta arbete, vilket tillsammans med dess ledande roll inom branschen ligger till grund för valet av programvara. Ett urval av Autodesk Revit 2014:s funktioner:

Revit Server

Möjliggör samarbete mellan projektgruppen (oavsett geografisk placering) i samma modell via WAN (Wide Area Network).

Fullständig associativitet

Modellinformation i programvaran samlas på ett ställe som uppdateras för hela modellen vid ändringar.

Parametriska objektkomponenter

Även kallat familjer. Basen för diverse komponenter i modellen. Exempelvis fönster, dörrar, ventilation och lös inredning.

Autodesk Exchange

Möjlighet till ett större urval av komponenter och innehåll i programvaran, såsom det tillägg som utvecklas i detta arbete.

Gränssnitt mot externa databaser

Gränssnitt mellan programvaran och ODBC-kompatibla databaser (tredjepartsprogram).

(Autodesk Inc., 2014)

6 Applikationens uppbyggnad

6.1 Applikation

6.1.1 Begreppet applikation

Begreppet applikation är ett samlingsnamn för en typ av mjukvara till plattformar, exempelvis ett datorprogram till en dator. En mobilapplikation, vilket i vardagligt tal ofta benämns ”applikation” eller ”app”, är en mjukvara som är speciellt anpassad för mobila plattformar, det vill säga telefoner och surfplattor. Anpassningen görs eftersom mobila plattformars operativsystem, funktionalitet och användningsområden ofta skiljer sig från traditionellt, stationärt datoranvändande (Larsson, 2014).

6.1.2 En applikations byggstenar

Några vanliga operativsystem för olika mobila plattformar är iOS (Apple), Android (Google), Symbian och Windows Mobile (Microsoft), där nuvarande utvecklare står inom parentes (Axelsson & Cederberg, 2011). Olika plattformar och operativsystem, har olika påverkan på val utav det programmeringsspråk som används vid uppbyggnad av den aktuella applikationen. Några vanliga programmeringsspråk är exempelvis Java och C++, där det förstnämnda ofta används bland annat vid Android-applikationer och det sistnämnda är vanligt vid bland annat iOS-applikationer.

6.1.2.1 Webbaserad applikation

Det finns två huvudsakliga typer av applikationer: nativeapplikationer och webbapplikationer. Den största skillnaden mellan de olika applikationstyperna, är att nativeapplikationen installeras direkt på enheten och kan köras utan webbuppkoppling medan webbapplikationen är i stort sett en webbsida som är anpassad för att visas på mobila enheter. Webbapplikationen sparas som ett bokmärke på plattformens skrivbord och i praktiken märks sällan någon mellan en webbapplikation och en nativeapplikation (Dpn, 2012).

Fördelen med webbapplikationer är att de är relativt enkla att utveckla och kan enkelt laddas från de flesta enheter. En nackdel kan vara att prestandan, jämfört med en ”vanlig” nativeapplikation, kan bli lidande då informationen ständigt måste hämtas och uppdateras mot en extern server (Elicit, 2014). En annan nackdel är att webbapplikationer inte fungerar i miljöer där åtkomst till internet saknas.

6.1.2.2 JavaScript

JavaScript är ett skriptspråk som är ett av de mest populära språken för webbprogrammering (Andersson, 2014). Ett skriptspråk är ett tolkat programspråk som i fallet JavaScript tolkas av webbläsaren vilket innebär att JavaScript kan köras på de flesta plattformar, oberoende av operativsystem.

Webbutveckling med JavaScript underlättas i dagsläget med hjälp utav de Open Source-bibliotek som finns tillgängliga.

Begreppet ”Open Source” kan översättas till ”Fri Källkod” och innebär att källkoden till en uppsjö utav JavaScript-funktioner kan hämtas och användas av vem som helst, helt gratis. På så sätt sparas tid och resurser i webbutvecklingsprocessen då

programmeraren slipper ”återuppfinna hjulet” utan kan enkelt hämta hem stora delar av en webbapplikations funktioner (Andersson, 2014).

6.1.2.3 PhoneGap

PhoneGap är en Open Source-produkt som används som ramverk vid utvecklandet av webbapplikationer för mobila enheter. Inom ramarna för PhoneGap tillåts applikationsutveckling med typiska webbutvecklingspråk såsom HTML, CSS och JavaScript. Med hjälp utav PhoneGap, blir resultatet något som liknar en nativeapplikation fast med webbutvecklingskod och har webbapplikationens fördel att kunna köras på de flesta mobila enheter (PhoneGap, 2015).

6.1.2.4 Framework

Framework (översatt ramverk) är en sorts standardmall som kan användas vid utveckling av webbapplikationer. Inom webbutveckling med JavaScript används olika ramverk och dess kodbibliotek för att underlätta annars komplicerad programmering och för att fungera som ett verktyg vid utveckling av applikationer (Lundgren, 2012).

Ett ramverk tillhandahåller en kodbas med en webbapplikations grundläggande förutsättningar, varpå utvecklaren kan ändra lägga till, ta bort och redigera koden i ramverket för att uppfylla applikationens koncept. Några kända ramverk inom JavaScript-utveckling är Angular.js, Backbone.js och Ember.js.

6.1.3 En VPP-Applikations innehåll och koppling till Revit

I rapporten *Virtuell Produktionsplanering med hjälp av BIM och visualisering* (Roupe et. al. 2014) föreslås att en applikation som stöd vid en VPP-integrerad strukturplaneringsworkshop ska kunna hantera data angående tids- och resurssättning samt visa objektet och ge information kring mängden arbete.

Informationen som hanteras i applikationen föreslås kunna kopplas till BIM-modellen som används vid workshopen via en VPP-server. Visualisering av aktuella BIM-objekt i applikationen föreslås ske via en Chalmersutvecklad BIM-viewer.

6.1.4 MVC-system

Ett MVC-system (där MVC står för Model-View-Controller), är en metod för att bygga upp ett datasystem. MVC är ett gammalt och välkänt designmönster som bygger på att ett eller flera dataobjekt (Model) separeras från användargränssnittet/vyn (View) som är den visuella representationen av objektet eller objekten. Det görs med hjälp av en så kallad Controller som är länken mellan användaren och systemet (Coding Horror, 2008). Denna separation av data och dess visualisering, möjliggör att data i Model kan ändras utan att påverka View.

6.1.5 Cloud

Cloud är en förkortning utav Cloud Computing för vilket den svenska benämningen är molntjänst. Det är en tjänst som förmedlas via internet, där användaren kommer åt och kan använda ett program eller ett lagringsutrymme som tillhandhålls av en extern aktör. Bland fördelarna med att lagra information via molntjänster tillskrivs ofta att informationen alltid är åtkomlig där det finns internetanslutning och att kunden som behöver lagra data, inte nödvändigtvis behöver utnyttja egna serverresurser för detta. Bland nackdelarna nämns ofta säkerhetsaspekten, det vill säga hur känsligt molnet är för externa hot (Hermansson, 2014).

6.2 Databaser

6.2.1 Definition

En databas är en bas för systematisk ordning utav information (data). Databaser sträcker sig längre tillbaka i tiden än själva datorerna i sig och då främst i form utav fysiska arkiv för datalagring. Vad som hände i och med datorernas intåg under 1900-talet var att informationslagringsprocessen tilläts automatiseras och digitaliseras.

Ett databashanteringssystem, är ett system av en eller flera databaser som är kopplad till en mjukvara vilken har förmågan att kommunicera med databaserna (Fredriksson, 2014). Databassystemet underlättar hantering och lagring av data från databaserna.

6.2.2 NoSQL

SQL står för Structured Query Language (vilket fritt kan översättas till ”strukturerat frågespråk”) är ett standardiserat kommunikationsspråk till så kallade relationsdatabaser (Fredriksson, 2014). En relationsdatabas är en datalagringsform där data lagras i tabellform och med hjälp utav SQL-språket, kan operatören ”fråga” databasen om var data finns och om logiska kopplingar mellan olika data.

NoSQL-databaser (Not only SQL) är databaser som inte använder sig utav SQL-kommunikation som relationsdatabaser. Som fördel med NoSQL-användande nämns ofta databasernas kapacitet att lagra stora och ostrukturerade mängder data (Gustavsson, 2014).

Eftersom NoSQL är en icke-relationsdatabas och det därmed inte finns någon struktur i hur data är lagrad, innebär det att varje enskilt objekt förblir ett enskilt objekt i databasen. Det kan då också ha ett eget format som inte är beroende av det format andra objekt eller andra objekt av samma typ har. Fördelen med detta blir att enbart den information som är aktuell lagras i objektet. Databasen kommer på så sätt även att bli snabbare och mer flexibel än en relationsdatabas. Med andra ord blir den skalbar för stora datamängder.

En analogi för detta skulle kunna vara vanliga A4-papper med information. Detta antas vara objektet. Ett objekt kan t.ex. vara en användare.

Relationsdatabas	Objekt av samma typ innehåller samma parametrar även om parametrarna är tomma. Dessa sorteras sedan i mappar som sedan prydligt sätts in i pärmar, som i sin tur hamnar på rätt bokhyllerad i rätt bokhylla.
NoSQL-databas	Objekt innehåller enbart nödvändig information. Objekt av samma typ kan alltså innehålla olika parametrar efter behov. Alla objekt (alla typer) kastas sedan i en korg.

En praktisk jämförelse blir alltså:

NoSQL-databas (JSON):

Dokument

```
ID001 = {  
  typ: "användare"  
  namn: "John Doe",  
  epost: "john.doe@email.com",  
  losenord: "hjkaskk73bdsYSDbs",  
  yrkesgrupp: "murare"  
}
```

Relationsdatabas:

TABELL: "användare"

ID	Fornamn	...	Yrkesgrupp
001	John	...	15
002

=

+

TABELL: "yrkesgrupp"

ID	yrkesgrupp
014	...
015	Murare

(Couchbase, 2014)

6.2.3 CouchDB

Apache CouchDB är en NoSQL-databas som använder JSON-struktur för datalagring och JavaScript för att anropa kommandon. Dataadministration sker via användargränssnittet kallat Futon som är en HTML-baserad API (Brown, 2012).

Varje databas byggs upp av enskilda dokument med sin egen struktur. Dokumenten använder revisionsinformation, vilket gör det möjligt att hantera offline-förändringar i data mellan användarenheten och databasens server, vid t.ex. begränsad internetuppkoppling (Anderson et. al., 2010).

6.2.3.1 JSON

JSON står för JavaScript Object Notation och är ett lätthanterat datautbytesformat. Formatet struktureras som ett namn i par med värde. Strukturen för värden kan byggas upp av variabler, vektorer, listor, sekvenser och samlingsvärden (JSON, 2008).

7 BSAB-systemet

7.1 Vad är BSAB-systemet?

BSAB-systemet är ett klassificeringssystem som sedan 1976 tillhandahålls av Svensk Byggtjänst AB, vilka även tillhandahåller AMA (Allmän Material- och Arbetsbeskrivning) (Fokus I, 2013). Systemet som består utav tabeller av bland annat byggdelar och byggdeltypen, har som syfte att standardisera olika processer inom byggbranschen – från projektering till förvaltning. Syftet med standardiseringen är att olika aktörer inom olika byggdelskategorier (exempelvis el, VVS etc.) lättare ska kunna kommunicera och förstå varandra.

På AB Svensk Byggtjänsts hemsida (2014) formuleras det som: ”BSAB-systemet är till för att alla inom byggsektorn ska kunna tala samma språk”. Således är förhoppningen att minska frekvensen onödiga och kostsamma misstag i byggprocesserna genom att förbättra och standardisera informationsflödet mellan de olika disciplinerna.

7.2 Byggdelsindelning

Den senaste revisionen av BSAB, BSAB 96 är baserad på standarden SS-ISO 12006-2, vilken utgör rekommendationer till utformning av klassificeringssystem mot bygg- och anläggningssidan (Fokus I, 2013). Praktiskt innebär det att benämningarna av de olika kategorierna i BSAB 96 följer denna standard och rubrikerna i AMA är ”kodade” enligt BSAB-systemet. Fokus i denna rapport kommer att ligga på kategorin Byggdelar (BD) och Byggdeltypen (BDT), till vilka aktivitetstiden kopplas. En byggdeltyp är en byggdeltyp som är väsentlig för byggnadens funktionalitet, exempelvis ventilationssystem. En byggdeltyp är en byggdeltyp med en specificerad teknisk lösning, exempelvis ventilationssystem med FTX-lösning.

BSAB:s system för byggdelsindelning (också benämnt ”byggdelskoder”), är en tabell där de olika byggdelarna får en ID-kod, beroende på byggdeltens klassifikation. Nedan följer en tabell utav de huvudsakliga byggdelsgrupperna i BSAB 96 (Ekholm, 2001).

0. Sammansatta byggdelar och installationssystem.
1. Undergrund, underbyggnad, skyddande lager i mark, grundkonstruktioner och stödkonstruktioner.
2. Bärverk.
3. Överbyggnader och anläggningskompletteringar.
4. Rumsbildande byggdelar, huskompletteringar, ytskikt och rumskompletteringar.
5. VA-, VVS-, kyl- och processmediesystem.
6. El- och telesystem.
7. Transportsystem m.m.
8. Styr- och övervakningssystem.

9 Övriga byggdelar och installationssystem.

Samtliga byggdelskoder i BSAB-systemet är fördelade på ovanstående huvudkategorier och tanken är att dessa skall representera samtliga objekt som ingår i den byggda miljön (Fokus I, 2013).

Ett exempel på hur byggdelslistan kategoriskt är uppbyggd, ges för framtagandet av byggdelskoden för ”grundkonstruktioner för hus – platsgjuten betong” nedan:

1. Undergrund, underbyggnad, skyddande lager i mark, grundkonstruktioner och stödkonstruktioner.
--

15. Grundkonstruktioner.

15.S. Grundkonstruktioner för hus

15.S./11. Grundkonstruktioner - platsgjuten betong
--

Koder med snedstreck som 15. S./11. avser byggdelstyper (BDT) och ingår i byggdelslistan (Ekholm, 2001). Till skillnad från allmän uppfattning, sorteras byggdelar utifrån deras funktion och inte utifrån deras uppbyggnad (Fokus I, 2014). En byggdel ha flera olika funktioner, exempelvis kan en ytterväggdel vara såväl bärande som klimatavskärmande.

7.3 BSAB-systemet integrerat med BIM

En fördel med att ”märka” de olika objekten i en BIM-modell enligt BSAB-systemet, är att på så vis skapas en standard för hur BIM-modellen är uppbyggd och automatisk informationshämtning, däribland mängdavgivning underlättas (Fokus I, 2014). Mängdavgivning som i sin tur underlättar tidsättningsprocessen utav olika aktiviteter.

Det faktum att BSAB klassificerar byggdelar efter deras egenskaper kan göra det komplicerat att strukturera BIM-objekt efter BSAB-koder. Detta då exempelvis en vägg med samma konstruktionsmässiga uppbyggnad, får olika BSAB-koder beroende på om väggen i BIM-modellen bestäms vara lastbärande eller inte. I BSAB 96 följer emellertid en definition av varje byggdels egenskaper med den aktuella byggdelen, för att minska risken för val utav felaktig byggdelskod.

8 Resultat

8.1 Tidsättning av aktiviteter och arbetsmoment idag

Det övergripande tidsättningsarbetet av ett byggprojekt görs idag av kalkylatorerna och som grund för projekttidplanen ligger oftast anbuds-kalkylen. För att kunna tidsätta en enskild aktivitet, krävs kännedom om den mängd arbete som ska utföras (till exempel montering utav 20 fönster) och en uppfattning om hur lång tid ett arbetsmoment tar. Information kring arbetsmängden tas huvudsakligen utifrån 2D-underlag och information kring tidåtgången tas utifrån såväl databaser med enhetstider (exempelvis Nybyggnadslistan eller interna databaser) kombinerat med tidigare erfarenheter från tidsättning utav liknande arbetsmoment.

De flesta tjänstemän och arbetare tycks ha en positiv inställning till medarbetarinflytande och delaktighet i tidsättningsprocessen och tror att det kan minska problemen på byggarbetsplatserna. Dock tillämpas medarbetarinflytande sällan eller aldrig i projektens tidiga skeden i dagsläget. Emellertid konsulteras yrkespersonalen i högre grad under produktionens gång, i den så kallade löpande planeringen. Denna planering påminner om Last Planner i den mening att problemen som avser att lösas ligger i en nära tidshorisont.

Tidsättning med BIM-stöd förekommer oftast vid pilotprojekt i dagsläget. BIM-modeller tas ofta fram men används sällan som tidsättningsunderlag på grund av praktiska svårigheter som ofullständiga mängder och felaktigt ritade modeller. Tidspressen på kalkylatorerna gör att det inte finns tid för den handpåläggning som krävs på många utav modellerna, varvid eventuella tidsvinster med BIM som mängdavgagningsunderlag går om intet. Införandet av ett standardiserat arbetssätt med BIM föreslås som lösningsförslag på problematiken med modellerna.

De flesta enhetstider som används vid tidsättning av aktiviteter behöver anpassas efter de omständigheter kring vilket arbetsmomentet ska utföras. Att slaviskt använda sig av enhetstider genererar enbart orealistiska nettotidplaner. Ofta är det kvaliteten på tidsättningsunderlaget och kalkylatorns erfarenhet som avgör hur realistisk tidsättningen blir.

8.2 Förslag till utformning utav en applikation

I litteraturstudien framkom det att vid en strukturplaneringworkshop, ska det för varje aktivitet som skall tidsättas framgå dess namn, läge och tids- och resursmängd. Denna information kan lagras som variabler i en databas. En applikation som är kapabel att hantera dessa variabler, kan utvecklas på oändligt många sätt. Nedan följer ett förslag på en principiell arbetsgång för att på ett tids- och kostnadseffektivt sätt ta fram en applikation som klarar av att hantera aktivitetsnamn, läge och tid- och resursmängd.

Applikationen bör utvecklas som en webbapplikation. På så vis blir den körbar på samtliga mobila och stationära enheter med tillgång till webbläsare. Som utvecklingsspråk, föreslås scriptspråket JavaScript utifrån att det tolkas av webbläsaren, det är ett stort programmeringsspråk varför källkoden blir relativt enkel

att sätta sig in i och arbeta med för externa utvecklare. Dessutom öppnas möjligheter för användandet utav befintliga ramverk och funktioner från öppna källkodsbibliotek, vilket inte bara förenklar utvecklingsarbetet utan även sparar tid och resurser. Gratistjänsten PhoneGap rekommenderas att använda då applikationen mer får karaktären av en nativeapplikation fastän den är utvecklad som en webbapplikation.

De data som ska lagras och hanteras via applikationen, styrs av vad som efterfrågas vid strukturplaneringsworkshop (namn, läge, tid- och resursmängd), BIM-hantering och branschpraxis vid tidsättning av aktiviteter.

För byggdelarna/objekten i BIM-modellen föreslås en lättigenkännlig struktur såsom uppdelning enligt BSAB-systemet. På grund av BSAB 96 stundtals komplexa uppbyggnad, krävs att BIM-modellen byggs upp och hanteras av BIM-samordnare som har god kännedom om BSAB. Utifrån intervjustudien framkom även vikten utav en vedertagen ritningsstandard för BIM i den svenska byggbranschen, varför det optimala vore framtagandet utvecklandet av en sådan, möjligen med det redan vedertagna BSAB-systemet som grund.

Intervjustudien visade även att BIM-användande hos många byggtreprenörer i dagsläget inte är vanligt förekommande – särskilt inte som underlag för mängdavgivning och tidsättning på kalkylavdelningarna. Erfarenhet av BIM kan således antas vara ännu mindre vanligt förekommande bland arbetare i produktionen. Vidare framkom att yrkesarbetarna sällan eller aldrig är delaktiga i vid tidsättning av olika aktiviteter. Således kan strukturplaneringsworkshop och Virtuella Produktionsplanering antas befinna sig på pilotstadiet, vilket gör en exakt bedömning om en VPP-applikations optimala utformning i dagsläget blir svår. Följande antaganden görs dock:

Applikationen bör vara enkel i sin utformning och mycket användarvänlig. I Virtuella Produktionsplanering ska applikationen ersätta den funktion post-it-lapparna har vid strukturplaneringsworkshop, det vill säga kunna hantera information kring objektets namn, läge, tid- och resursmängd. Utöver det bör en visuell representation av den/de byggdelar som ska tidsättas, kunna hanteras av applikationen. Enligt rapporten *Virtuell Produktionsplanering med hjälp av BIM och visualisering* (Roupé et. al. 2014), kan visualiseringen ske genom en Chalmersutvecklad BIM-viewer.

Informationshanteringen i applikationen sker genom att information lagras i databaser på en extern server, som applikationen sedan ständigt uppdateras mot. Servern bör nås genom en clouddtjänst, för att säkra flexibilitet och ständig tillgänglighet. Som databas, föreslås NoSQL-alternativet CouchDB. Denna databas anses vara ett bra alternativ då den är snabb, flexibel och skalbar för stora datamängder och ostrukturerad datalagring, vilket anses vara nödvändig karakteristik för VPP-applikationens databas. Vidare föreslås en uppbyggnad av hela datasystemet för VPP som ett MVC-system. Fördelen med MVC är en separation av informationen i databasen och informationen som visas på skärmen. Därmed kan information i databasen ändras, utan att den visuella representationen av samma information automatiskt ändras i samma ögonblick, utan det sker först då den skickas av ”Controllern” från Model till View.

För en applikation som ska fungera som tidssättningsverktyg vid Virtuella Produktionsplanering, görs bedömningen att följande funktioner i applikationen är nödvändiga:

1. En visuell representation av objekt (arbetsmoment) som ska tidsättas. Detta med hänvisning till konceptet för Virtuella Produktionsplanering som bygger på särplockning (av ej tidsatta byggdelar) och hopbyggnad (av tidsatta byggdelar) i den BIM-modell av det byggprojekt som ska tidsättas under planeringsworkshopen.
2. Ett verktyg för att kunna hantera data kring tidåtgång för olika arbetsmoment. Tiddata hanteras lämpligen som en variabel i JavaScript och lagras i CouchDB, där aktuell tiddata kopplas till aktuell byggdel. Utifrån intervjustudien framkom att enhetstider för olika arbetsmoment sällan lämnas därhän utan ofta justeras, varpå ett verktyg i form av en korrektionsfaktor för tidsjustering föreslås.

Vidare föreslås att enhetstider enligt de olika disciplinernas praxis (Nybyggnadslistan etc.) läggs in i systemet som en "defaulttid" för varje arbetsmoment, snarare än att ett arbetsmoment tidsätts utifrån en "nolltid". Denna "defaulttid" utgår från en vedertagen enhetstid vid lägsta möjliga resursmängd för respektive arbetsmoment.

Defaulttiden kan sedan justeras med en korrektionsfaktor. Det vill säga att den kan ökas eller minskas utifrån faktorer såsom arbetsmomentets komplexitetsgrad, tillgänglighet för utförande, tillgängliga resurs- och materialmängder, känd tidigare erfarenhet hos arbetsstyrkan och så vidare. Det är således under själva justeringen av enhetstiden som tidsättningen av det aktuella arbetsmomentet sker och justeringen görs, bedöms och diskuteras utav deltagarna på den virtuella produktionsplaneringsworkshopen – det vill säga representanter från arbetsstyrkan och tjänstemän som planeringsingenjörer och kalkylatorer.

För hantering av enhetstiderna ("defaulttiderna") för de olika arbetsmomenten föreslås samma person/er som byggt upp BIM-modellen med hänseende till denne/as eller deras kännedom om modellen och dess sammansättning. Tiderna kopplas till rätt byggdel via objekt-ID (vilka föreslås vara organiserade enligt BSAB:s byggdelskoder) och hanteras av databasen så rätt tid kopplas till rätt byggdel. För hantering av BIM-modellen under workshopen föreslås även samma person/er som byggt upp den.

3. En funktion som möjliggör utförande och lagring av skriftliga kommentarer knutna till respektive arbetsmoment. Dessa anses kunna överbrygga missförstånd samt ge kompletterade information angående tidval och motivera/ge förslag på alternativa lösningar. Kompletterande kommentarer anses dessutom kunna underlätta vid framställandet av produktionstidplanerna och underlätta granskning av materialet som produceras vid den virtuella produktionsplaneringsworkshopen.

9 Diskussion och analys

Till att börja med kan det konstateras att införandet av Virtuell Produktionsplanering som koncept skulle revolutionera byggbranschen och dess praxis kring tidsättning av aktiviteter i jämförelse med hur det ser ut i dagsläget. Virtuell Produktionsplanering och VPP-applikationen som stöd vid denna tidsättningsmetod kommer att behandlas som ett koncept på prototypstadiet i detta kapitel. Detta med hänseende till att VPP inte har någon känd praktisk tillämpning i dagsläget annat än som pilotstudie.

Bland fördelarna med VPP, tror vi att medarbetarinflytandet och tillvaratagandet av yrkesarbetarnas samlade kompetens kan ha flertalet positiva effekter. Dels kan VPP leda till att tidplanerna bli mer realistiska eftersom såväl yrkesmän som tjänstemän ges möjlighet att granska och diskutera materialet, vilket ger ytterligare en dimension än om enbart en tjänsteman tidsätter arbetsmomentet. Vidare tror vi VPP kan öka yrkesarbetarnas förståelse för materialet samt främja yrkesstolthet och engagemang bland nämnda grupp. Dels kan andra lösningsmetoder än de exempelvis Nybyggnadslistan föreslår, föreslås. VPP bör ses som en innovativ tankesmedja, ett forum där det praktiska tänkandet möter det teoretiska och där nya, innovativa lösningar föds. Applikationen är oljan i maskineriet som skall underlätta denna process.

Syftet med denna rapport var emellertid inte att utvärdera VPP-konceptet som helhet, utan fokus ligger på själva applikationen, för vilken ambitionen är att den ska bli ett smidigt verktyg som praktiskt underlättar VPP-workshopen. Vi tror att den utformning av applikationen som ett stöd till VPP som föreslås i rapporten är att föredra utav följande anledningar:

1. Användarvänlighet bör vara av högsta prioritet. Då BIM-användning, vilket applikationen förutsätter, inte är ett vanligt förekommande inslag i många byggarets vardag, krävs en enkel och logisk applikation för att på ett smidigt sätt komma in i VPP. En enkel och tydlig layout, utan en massa ”onödig” information och funktioner. Applikationen ska kunna tidsätta aktiviteter, inget annat, varför extrafunktioner som inte främjar syftet ej bör implementeras.
2. Det faktum att varje arbetsmoment inte tidsätts utifrån en ”nolltid”, tror vi är en förutsättning för att VPP-workshopen ska kunna fortlöpa på ett smidigt sätt. Eftersom de redan inlagda ”starttiderna/defaulttiderna” – vedertagna enhetstider för respektive arbetsmoment vid minsta möjliga resursmängd – behöver justering med hänseende till faktorer som arbetsmomentets komplexitet och åtkomlighet, utgör denna justering av starttiderna själva tidsättningsarbetet.

Tidsjusteringsverktyget i applikationen bör vara enkelt i dess utformning.

Korrektionsfaktorn som justerar starttiden från dess defaultläge, kan utformas på flera möjliga sätt. Vi tror på en visuell lösning, där man med hjälp av touch-teknik (eller vid stationärt datoranvändande, muspekare) kan höja/sänka tiden med ett reglage som visuellt är representerat på skärmen.

Resursmängden per arbetsmoment påverkar ofta tidåtgången nedåt vid rimlig resurssättning för ett visst arbetsmoment. Ett verktyg för resurssättning bör

finnas och således påverka starttiden för arbetsmomentet på så vis att den divideras med den för arbetsmomentet valda resursmängden. Därefter justeras enhetstiden efter arbetets komplexitet, enligt ovan nämnda princip.

Rimlighetsantaganden angående vald resursmängd och tidpåslag (eller avdrag) för varje aktivitet, blir sedan underlag för diskussion på VPP-workshopen.

Den ovan föreslagna utformningen motiveras med att vi tror den är relativt lätthanterlig och praktiskt tillämpbar.

Att utveckla applikationen som en webbapplikation, anser vi är ett enkelt och smidigt sätt att ta fram en applikation som är kompatibel för olika enheter. På så sätt fås en funktionsduglig applikation till en minimal kostnad. Det finns naturligtvis oändligt många lösningar för hur en applikation kan utformas men med hänseende till utvecklingstid och ekonomi, ansågs en JavaScript-uppbyggd webbapplikation som en rimlig lösning. Eftersom applikationens funktionalitet står i centrum, kan standardramverk och funktioner enkelt hämtas hem från öppna källkodsbibliotek med JavaScript-koder.

Bland nackdelarna med hantera tidsättning av aktiviteter med hjälp utav en applikation, tror vi att en generell ovana vid arbete med hjälp av digitala verktyg kan skapa en inlärningströskel. I övrigt anser vi VPP-applikationen kan bli ett smidigt alternativ till de post-it-lappar som används under den ”analoga” strukturplaneringsworkshopen. En klar fördel med VPP jämfört med strukturplaneringsworkshop, är att vid VPP visualiseras resultatet med hjälp av BIM medan vid strukturplaneringsworkshop blir outputen ofta en renskriven tidplan. Applikationen tror vi kan bidra till att deltagarna under VPP-workshopen känner sig delaktiga i uppbyggnaden av den visuella modellen, vilket inte minst bland yrkesarbetarna, tros leda till ökat engagemang för byggprojektet som helhet, ökad yrkesstolthet i och med det kompetensutnyttjande VPP innebär och framför allt, ökad förståelse för bygghandlingar och tidplaner.

Den visuella representationen av byggdelen som ska tidsättas, kan i applikationen vara avskalad för enkel och snabb hantering. Vi dra slutsatsen att en av de stora fördelarna att använda en NoSQL-databas för applikationen är dess struktur liknar hur Revit formaterar sina data för de olika BIM-objekten. Valet av NoSQL-databasen CouchDB baseras i sin tur på dess kapacitet att hantera stor mängd data, samt kommandohantering via JavaScript. Att förlägga databasen till en molnserver, anser vi är ett smidigt och praktiskt sätt att göra den tillgänglig för VPP-workshopar på olika platser, utan att behöva ta med onödigt mycket hårdvara.

Systemet för kommunikation mellan Applikation-Användare-BIM tror vi bäst byggs upp enligt MVC-principen där ändringar i databasen (tidsättning i applikationen) skickas upp till BIM-modellen först efter att användaren gett sitt medgivande. Det tror vi kan minska belastningen på BIM-modellen som då inte behöver ständig uppdatering och blir undviker därmed att bli trög och svårarbetad.

9.1 Förslag på vidare studier inom konceptet VPP

Utveckling av applikationen går hand i hand med utvecklingen av VPP som koncept och eftersom VPP i dagsläget befinner sig på utvecklingsstadiet, bör en

grundläggande prototyp av VPP-applikationen initialt utformas enligt de förslag som framkommit i denna rapport, för att sedan utvecklas som en integrerad del av VPP. Genom så kallad ”trial and error”-metodik, där VPP-scenariot spelas upp av applikationsutvecklare och andra involverade i projektet, kan tidiga barnsjukdomar, buggar och ineffektiva systemlösningar uppenbara sig. På så vis, genom att testköra applikationen i fiktiva VPP-scenarion, kan applikationen och systemet ständigt förbättras till dess att de håller den kvalitet som krävs för VPP ute i fält. Buggar och förslag på förbättringar dokumenteras och åtgärdas löpande.

Vi tror att den bästa och mest realistiska lösningen är att VPP (och därmed VPP-applikationen) utvecklas av en tvärvetenskaplig grupp med insyn, kunskap och företagskontakter inom såväl bygg- som IT-fältet. Lämpligen har forskningen stöd av en inom branschen etablerad intresseorganisation, exempelvis SBUF. Forskningsgruppens optimala sammansättning tror vi består utav en mix av akademiker och yrkesverksamma individer från de båda fälten, med gedigen kunskap och intresse för BIM, husbyggnad och programmering.

Vidare tror vi ytterligare utveckling krävs, där VPP används i planeringen i ett riktigt byggprojekt. Detta är lämpligen ett pilotprojekt där extra tid och resurser medvetet är avsatta till tidplaneringen, då det i intervjuerna ofta påvisades om den befintliga tidsbristen och arbetsbördan på kalkylavdelningarna. Det mest sannolika tror vi är att ett sådant pilotprojekt drivs av en större byggtreprenör i samarbete med exempelvis SBUF. Omfattande intervjustudier bör göras med ”piloterna” (inte minst yrkespersonalen) som bör ligga till grund för konceptet VPP och VPP-applikationens framtida utveckling. Om utfallet blir positivt, kan forskning och utveckling inom VPP fortgå i andra projekt och ifall det tillkommer vinster och mervärden med VPP som överträffar traditionell tidplanering, kan VPP och VPP-applikationen bli ett vedertaget framtida koncept inom tidplanering.

10 Slutsats

Tidplanering inom byggbranschen dagsläget görs ofta av kalkylatorer där projektets anbudssumma sätter ramarna för hur lång byggtiden tillåts bli. Tidplaneringen sker med uttagna mängder från vad som oftast är 2D-handlingar, vilka i sin tur multipliceras med enhetstider. Dessa enhetstider kan vara sammanställda inom det egna bolaget eller hämtade från exempelvis Nybyggnadslistan. Tiderna korrigeras i princip alltid utefter externa omständigheter. I tidsättningsprocessen förekommer i dagsläget vare sig BIM eller utnyttjande av kompetensen hos yrkesarbetarna i någon större utsträckning.

En applikation som stöd vid Virtuellt Produktionsplanering ska uppfylla kraven på att kunna hantera data gällande aktivitetens namn, läge, varaktighet och resurslängd. Den ska även klara av att hantera visuell representation av byggdelen/aktiviteten som ska tidsättas.

En sådan applikation kan byggas upp som en webbapplikation för att enkelt göra den kompatibel för olika plattformar. Med JavaScript som utvecklingspråk, öppnas möjligheter för användande utav ett antal befintliga produktbibliotek och ramverk, vilket underlättar för dess utveckling. BIM-samordning bör göras innan VPP-workshopen varvid byggdelarna i BIM-modellen samordnas enligt BSAB:s byggdelslista dit även enhetstiderna för varje byggdel knyts. Tidsättningen i applikationen, sker för varje byggdel med hjälp av ett verktyg där den inlagda enhetstiden kan korrigeras upp eller ner.

För hantering av information knuten mellan BIM-modellen och applikationen, kan NoSQL-databasen CouchDB användas. Med hjälp av en datalagring via en molntjänst, blir databasens åtkomst flexibel. Användandet av MVC som systemlösning vid VPP kan bidra till att informationsflödet mellan applikationen, användaren och BIM-modellen sker på ett smidigt sätt med minimala driftstörningar.

För vidare studier rekommenderas ett brett undersökningsunderlag, där fiktiva VPP-scenarion sätts upp av tvärvetenskapliga forskargrupper. Möjlighet att långsiktigt kunna pilottesta färdig mjukvara och följa upp med ständig utveckling och förbättring rekommenderas för att VPP (och därmed VPP-applikationen) ska kunna bli ett alternativ till traditionell tidplanering.

11 Referenser

Litterära källor

- Andersson, C. (2014) *En jämförelsestudie av JavaScript-bibliotek med fokus på mjukvarukvalitet*. Umeå: Umeå universitet. (Examensarbete inom Kandidatprogrammet för datavetenskap.)
- Axelsson, J & Cederberg, J. (2011) *Från webb till app - En studie i hur interaktions- och grafisk design påverkas i utvecklingen från webbplats till mobilapplikation*. Stockholm: Södertörns högskola. (Kandidatuppsats vid institutionen för medier och IT).
- Brown, MC. (2012) *Getting Started with CouchDB: Extreme Scalability at Your Fingertips*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Dahlberg, S. & Gidlund, C. (2012) *Orsaker till förseningar i byggbranschen*. Stockholm: Kungliga tekniska högskolan. (Examensarbete vid institutionen för Byggteknik och Design).
- Ekholm, A. (2001) *BSAB och klassifikation för produktmodellering och design*. Lund: Lunds tekniska högskola. (Teknisk rapport).
- Fredriksson, M. (2014) *Integrering av BIM och GIS med spatiala databaser*. Lund: Lunds tekniska högskola. (Examensarbete vid institutionen för Naturgeografi och Ekosystemvetenskap).
- Fokus I (2013). *Slutrapport Fokus I – BIM med BSAB*. Stockholm: NCC, Svensk Byggtjänst och SBUF. (Teknisk rapport).
- Gustafsson, T. (2006) *Tillämpningar och möjligheter med BIM inom byggbranschen*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan. (Examensarbete i datalogi vid programmet för datateknik).
- Gustavsson, J. (2014) *Jämförelse av relationsdatabaser och NOSQL-databaser*. Skövde: Högskolan i Skövde. (Examensarbete inom huvudområdet datalogi).
- Göransson, C. & Hultkvist, L. (2013) *Process för erfarenhetsåterföring vid ombyggnad och renovering*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. (Examensarbete vid institutionen för bygg- och miljöteknik).
- Hermansson, A. (2014) *Analys av molntjänster utefter prestanda, säkerhet och integritet*. Skövde: Högskolan i Skövde. (Examensarbete inom huvudområdet datalogi).
- Larsson, A. (2014) *ByggLet Mobil – Android applikation för byggbranschen*. Karlstad: Karlstads universitet. (Examensarbete vid Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap).

- Lockner, M. (2006) *Vad är produktivitet och hur kan den mätas i byggbranschen?* Luleå: Luleå tekniska universitet. (Examensarbete vid institutionen för Samhällsbyggnad).
- Lundgren, V. (2012) *Jämförelse av JavaScript-ramverk för stora, dynamiska webbapplikationer.* Gävle: Högskolan i Gävle. (Examensarbete vid Akademin för teknik och miljö).
- Petterson, T. (2013) *Planering och styrning av byggproduktion med visuell metodik.* Malmö: Malmö högskola. (Examensarbete vid institutionen för Teknik och samhälle).
- Révai, E. (2011) *Byggstyrning.* Fjärde upplagan. Stockholm: Liber.
- Roupé, M., Viklund Tallgren, M., Johansson, M., & Andersson, R. (2014). *Virtuell produktionsplanering med BIM och visualisering.* Chalmers University of Technology.
- Svanberg, L. & Öqvist, R. (2004) *Samverkan i projektplanering med stöd från yrkesarbetarna.* Luleå: Luleå tekniska högskola. (Examensarbete vid institutionen för Samhällsbyggnad).
- Toolanen, B. (2008) *Innovationsprojekt Flotab – applikation av Last Planner för effektivare samverkan i byggprocessen.* Luleå: Luleå tekniska universitet. (Teknisk Rapport vid institutionen för Samhällsbyggnad).
- Tornberg, H. (2012) *Kommunikation, uppföljning och tidsplanering inom detaljprojekteringen.* Jönköping: Tekniska högskolan i Jönköping. (Examensarbete vid institutionen för Byggt teknik).

Elektroniska källor

- AB Svensk Byggtjänst. *BSAB – För bättre kommunikation.*
<http://bsab.byggtjanst.se/bsab/om> (2014-12-04)
- Anderson, J.C., Lehnardt, J. & Slater, N. (2010) *CouchDB: The Definitive Guide.* CouchDB.org. <http://guide.couchdb.org/editions/1/en/formats.html>. (2015-01-30).
- Autodesk Inc. (2014) *Byggnadsdesignfunktioner | Revit-Family | Autodesk.*
<http://www.autodesk.se/products/revit-family/features/architectural-design/all/list-view> (2014-12-01).
- Coding Horror (2008) *Understanding Model-View-Controller.*
<http://blog.codinghorror.com/understanding-model-view-controller/> (2015-01-04)
- Couchbase (2014) *What is NoSQL Database & Why NoSQL.* Couchbase.
<http://www.couchbase.com/why-nosql/nosql-database> (2014-05-23)
- Dpn (2012) *Vad är skillnaden mellan webbapp och vanlig app?*
<http://www.dpn.se/nyheter/appar/> (2015-01-03)
- Elicit (2014) *Mobila applikationer.* <http://www.elicit.se/vara-tjanster/mobila-appar/> (2014-12-20)

JSON. (2008) <http://www.json.org/>. (2015-01-30).

Newton, R. (2012) *Autodesk 2012 by the numbers*.

<http://gfxspeak.com/2012/03/29/autodesk-2012-by-the-numbers/> (2014-12-03).

PhoneGap (2015) *Easily create apps using the web technologies you know and love:*

HTML, CSS and JavaScript. <http://www.phonegap.com> (2015-01-03)

Style of Design (2012) *A Brief History of BIM/Michael S. Bergin*.

<http://www.styleofdesign.com/architecture/a-brief-history-of-bim-michael-s-bergin/>
(2014-12-02).

Sveriges Bygginindustrier (1999) *Nybyggnadslistan 1999*. <http://publikationer.bygg.org/>
(2014-11-25).

Sweco (2010) *BIM – Ett smartare sätt att jobba*.

<http://www.sweco.se/sv/Sweden/Losningar/Byggnader/BIM/> (2014-11-26).

Tammik, J. (2013) *Room Editor Project Overview and CouchDB Configuration. The Building Coder*. <http://thebuildingcoder.typepad.com/blog/2013/04/room-editor-project-overview-and-couchdb-configuration.html> (2014-05-23)