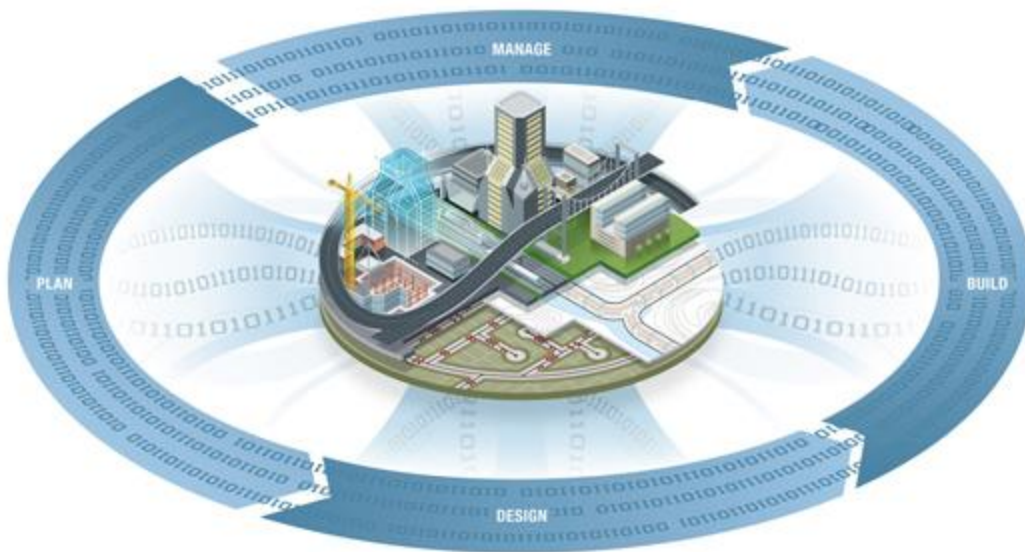


CHALMERS



Uppfyller BIM förväntningarna som arbetsmetod för broprojekt?

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ADAM FISCHER, EVAN PLEIL

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Konstruktionsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2012
Examensarbete 2012:115

EXAMENSARBETE 2012:115

Uppfyller BIM förväntningarna som arbetsmetod för broprojekt?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

ADAM FISCHER, EVAN PLEIL

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Konstruktionsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2012

Uppfyller BIM förväntningarna som arbetsmetod för broprojekt?

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ADAM FISCHER, EVAN PLEIL

© ADAM FISCHER, EVAN PLEIL, 2012

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2012:115

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

Figur försättsblad: www.varisys.com/vs2007/bldgdessuites.html

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2012

Uppfyller BIM förväntningarna som arbetsmetod för broprojekt?

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

ADAM FISCHER, EVAN PLEIL
Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Konstruktionsteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Syftet med detta projekt var att identifiera behov och användningsområden med Building Information Modeling (BIM) för konsultföretaget Inhouse Tech verksamma inom infrastruktur, samt för deras beställare och om det är lönsamt att byta arbetsmetod från den som finns idag.

Som ett första steg behövdes användningsområden och behov för entreprenörerna utifrån användningen av BIM tas fram. Det gjordes genom kontakt med utvalda personer från ett antal företag per telefon. Den BIM-programvara som sedan användes var Tekla Structures och med detta program modellerades en bro som tidigare konstruerats av Inhouse Tech. Den färdiga modellen visades upp för samma målgrupp som tidigare förts telefonintervjuer med samt konstruktörer verksamma inom Inhouse Tech för att de skulle få en bättre grund för att uttala sig om användningen av BIM.

Efter att modellen blivit utvärderad var sammanfattningsvis de flesta entreprenörer och konstruktörer positiva. Entreprenörerna såg stora möjligheter att med hjälp av BIM minska tiden samt risken för fel vid vissa arbetsmoment. De var även positiva då ett byte av arbetsmetod inte påverkade sättet att arbeta på lika mycket som för konstruktörerna. Därför råder det en viss tveksamhet på konstruktörssidan som också kan ha att göra med att det är de som har det yttersta ansvaret för att materialet ska bli riktigt. Dock såg även konstruktörerna möjligheter med att effektivisera arbetsmoment med hjälp av BIM.

Slutsatsen är att fördelen med användningen av BIM för Inhouse Tech idag inte är tillräckligt stor för att man ska genomföra ett byte av arbetsmetod. Detta beror på olika faktorer men främst på att man i dagsläget redan är väldigt effektiva och så länge det inte kommer något krav på BIM från beställarna finns det ingen anledning att byta arbetsmetod. Även om det finns användningsområden och moment som kan effektiviseras med BIM är det i dagsläget ingen som är villig att betala för de merkostnader som tekniken innebär. Detta beror på Trafikverket som i slutändan är de som betalar för projektet och som kan ställa krav på utförandet.

Nyckelord: Arbetsmetod, Behov, BIM, Effektivitet, Information, Infrastruktur, Produktion, Projektering.

Does BIM meet the expectations as a working approach for a bridge building project?

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

ADAM FISCHER, EVAN PLEIL

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The objective of this project was to find the necessity requirements and areas of use with working in Building Information Modeling (BIM) for the consulting firm Inhouse Tech which does infrastructure design and development. Furthermore, the purpose was to find out if switching from the company's present working methods to BIM would be a viable change for the company as well as for their clients.

In order to better understand and know which needs and areas of use the contractors required, a selected group of people from a number of companies was chosen and interviewed via telephone so that the advantages BIM software could be applied. The BIM software that was used in this study was Tekla Structures. A bridge, which had been constructed earlier by Inhouse Tech, was modeled with this software. The finished model was then shown to the same people that were interviewed on the telephone, as well as construction workers active within Inhouse Tech, so as to get a better understanding of their opinions regarding the use of BIM.

The conclusion of this study was that the advantages of BIM for Inhouse Tech today are not beneficial enough for Inhouse Tech to significantly change their working method. The reasons for this depends on different factors, but mainly because today they already are very efficient and as long as their contractors do not require BIM there is no really good reason for them to switch working method. Even if they can see the usefulness and efficiency of some steps using BIM, no one is prepared to pay for the extra costs that implementing the new technology will bring. Finally, this depends on Trafikverket (Federal Traffic Authority of Sweden) since they are the ones who provide funding for the projects and also make demands on the execution.

Key words: BIM, Design Process, Efficiency, Information, Infrastructure, Needs, Production

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Precisering av frågeställning	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Metod	2
2 FAKTA BAKGRUND BIM	3
2.1 Arbetsgång i 2D	3
2.2 BIM	4
2.3 Nyttjande av BIM idag	6
2.4 BIM i framtiden - Urban strategy	12
2.5 BIM och Juridik	14
3 ARBETSGÅNG FÖR INFRASTRUKTURPROJEKT	15
3.1 Utförandeentreprenad	15
3.2 Utförandeentreprenad med konstruktionsansvar	15
3.3 Totalentreprenad	15
3.4 Arbetsgång konsult	16
4 BEHOV	17
4.1 Behov Inhouse Tech	17
4.2 Behov Inhouse Techs kunder	18
5 MODELLERING	20
5.1 Tekla Structures	20
6 INVENTERING AV ANVÄNDANDE	26
6.1 Inventering av användande hos Inhouse Tech	26
6.1.1 Hur är inställningen till BIM	26
6.1.2 Vad är nyttan med BIM i arbetsprocessen?	26
6.2 Inventering av användande hos Entreprenörer	28
CHALMERS Bygg- och miljöteknik, Examensarbete 2012:115	III

6.2.1	Hur är inställningen till BIM	28
6.2.2	Vad är nyttan med BIM i arbetsprocessen?	28
7	ANALYS	31
8	SLUTSATS & REKOMMENDATIONER	35
8.1	Är det motiverat att byta till BIM?	36
8.2	Fortsatta studier	36
9	REFERENSER	37
10	BILAGOR	41
10.1	Intervjuer med entreprenörer	41
10.2	Intervjuer med Inhouse Tech	51
10.3	Avtal för digitala leveranser 2010	56

Förord

Detta examensarbete har varit förlagt på konsultföretaget Inhouse Tech Infra Göteborg AB och uppkom i och med deras intresse av användningen av BIM. Arbetet skedde på deras kontor där hjälp och idéer bollades mot de anställda på företaget. Vi vill därför tacka alla för den tid och hjälp vi fått, framförallt vår handledare Max Fredriksson. Vidare vill vi även tacka Tekla för kursen ”*Basic steel training*” som vi fick medverka i samt all support vi fått under projektets gång. Slutligen så vill vi tacka vår examinator Rasmus Rempling för den handledning som vi fått under projektet.

Göteborg juni 2012

Adam Fischer

Evan Pleil

Beteckningar

2D	Två dimensioner
3D	Tre dimensioner
4D	Tid
5D	Pengar
6D	Livscykelperspektiv
ABK	Allmänna Bestämmelser för Konsultuppdrag
CAD	Computer-Aided Design
BIM	Building Information Modeling
DWG	Drawing
FRB	Fiberbetong
FRP	Fiberförstärkta Polymeren
GIS	Geographic Information System
IFC	Industry Foundation Classes
TNO	Netherlands Organization for Applied Scientific Research
VVS	Värme, Ventilation och Sanitet

1 Inledning

Idag står byggbranschen inför en utmaning då det handlar om att anamma nya informationshanteringsmetoder. En utmaning som branschen måste ta på sig för att kunna effektivisera kommunikationen och tidsåtgången för projekt och därmed ta utvecklingen framåt.

Idag är BIM, Building Information Modeling ett uttryck som är vanligt inom byggbranschen och som kan ses som ett försök att föra effektiviteten inom byggindustrin framåt. BIM är kortfattat programvara som lagrar och visar information i olika konstruktioner och kombinerar både 2D och 3D i stora databaser för att ge en intelligent och informativ modell av ett projekt. Denna intelligenta modell kan även tillfredsställa andra behov såsom mängdning, kommunikation mellan olika aktörer, kontroll av krockar och framställning av ritningar.

Inhouse Tech är ett företag som jobbar med att beräkna och dimensionera konstruktioner inom infrastruktur. Idag jobbar Inhouse Tech enbart med 2D-ritningar och detta kan ibland vara ett problem då det kommer till armeringsritningar. Vid komplicerade broar och brodelar kan dessa ritningar vara svårlästa och kräva mycket erfarenhet för att förstå informationen. Genom att arbeta med BIM-program skulle till exempel Inhouse Techs framtagning och arbete med 2D-ritningar kunna effektiviseras men också visualiseringen av armeringen skulle bli lättare att förstå då vyer och snitt i 3D är möjligt att få ut, något som också skulle underlätta arbetet för Inhouse Techs kunder. Kan detta på ett smidigt och tidseffektivt sätt uppnås med hjälp av BIM-program så skulle arbetet för Inhouse Tech och deras kunder bli effektivare.

1.1 Syfte

Syftet med projektet var att inventera olika användningsområden som konsultföretaget Inhouse Tech, verksamma inom infrastruktur skulle ha nytta av vid användning utav BIM. Då även beställarna kan dra nytta utav användning av BIM så inventerades också deras användningsområden. Därefter kan inställningen till BIM analyseras utifrån de givna resultaten och slutligen motivera BIM som en eventuell arbetsmetod.

1.2 Precisering av frågeställning

- Vad är nyttan med BIM i arbetsprocessen?
- Hur är inställningen till BIM?
- Är det motiverat att byta till BIM?

1.3 Avgränsningar

Projektet bearbetar Autodesk Autocad och BIM-programmet Tekla Structures där Tekla Structures är det program som kommer utvärderas. Möjligheten att använda och jämföra med andra BIM-program finns men detta behandlas inte i projektet, likaså

kommer inte andra element än armerad betong att visualiseras. Andra verktyg som Tekla Structures kan behandla såsom hållfastighetsberäkningar kommer inte att användas.

1.4 Metod

Den programvara som valts att testas utifrån Inhouse Techs intressen av att arbeta med BIM är Tekla Structures. Denna programvara valdes i samråd med Mikael Viklund Tallgren, Forskningsingenjör på Chalmers Tekniska Högskola där han föredrog Tekla Structures och då även för att Tekla har kontor i Västerås och således kunde erbjuda kurser för att enklare kunna börja modelleringen i programvaran. Då denna programvara var ny för oss var det en fördel då vi kunde få en bra bild av hur lång tid det tar för att lära sig en ny programvara. Hade vi istället använt oss av Autodesk Revit Structure som kan åstadkomma liknande resultat som Tekla Structures så hade vår förkunskap gett oss fördelar vid modelleringen och då även gett oss en bild av att användningen av programvaran är smidigare än vad det eventuellt skulle vara vid en övergång av arbetsmetod.

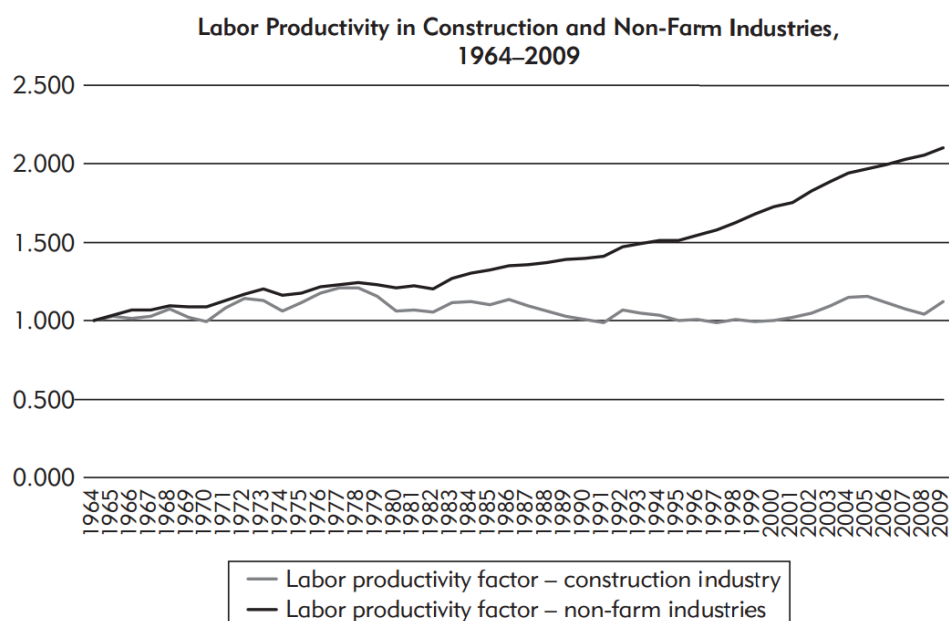
Den bro som valts att modelleras upp för att sedan användas vid intervjuerna tillhör den enklare standardtypen av broar där geometrin inte är så komplex. Detta val gjordes dels för att den färdiga modellen skulle bli lättare att utvärdera i och med att denna typ är vanligare inom Inhouse Techs arbete, dels för att en svårare bro hade kunnat innebära stora problem med modelleringen och mer resultera i programinlärning från vår del för att nå slutliga önskade resultat med modellen.

För att få en bild av vilka kundernas behov är som kan tillgodoses av BIM så har ett antal intervjuer utförts, både per telefon och via möten med nyckelpersoner inom produktionen för de företag som är beställare hos Inhouse Tech. Personerna som medverkat i intervjuerna valdes på grund av den anledningen att de är kontaktpersoner till Inhouse Tech och arbetar dagligen med många av de verktyg och användningsområden som undersökts vilket gör deras åsikter viktiga för att utvärdera nyttan med BIM för både konstruktörerna (Inhouse Tech) och entreprenörerna (NCC, Svevia, Peab, Skanska och Veidekke) samt beställaren (Trafikverket).

Detta metodval leder till att åsikterna och tankarna kring BIM blir personliga och kanske inte representerar deras företags åsikter i helhet. Att kontakten valdes att tas över telefon i de fall då behov skulle granskas var för att intervjuerna var relativt korta. Denna muntliga kontakt som nu har utbyts räcker för att få en bild och då skulle fullvärdiga intervjuer kanske bli överflödiga. De intervjuer som skedde via möten med konstruktörerna och entreprenörerna var befogade då en BIM skulle visas upp så att personerna som svarade på frågorna skulle få sig en bättre bild av hur tekniken ser ut och hur den kan tillämpas i verkligheten, detta hade inte varit möjligt via telefonintervjuer och hade inte gett det önskade utfallet som krävs för att resultatet skulle bli trovärdigt.

2 Fakta bakgrund BIM

Enligt Lutz & Gabrielsson har byggsektorn länge haft en lägre produktivitet jämfört med andra industrier vilket redovisas i figur 1, detta kan till en viss del bero på den statiska konkurrensen inom sektorn. Med detta menas att köparna på marknaden inte har kunnat skapa ett tryck på företagen att utveckla sig och komma med innovativa lösningar vilket innebär att byggföretagen kan använda samma teknik för att skapa sina produkter. En svårighet för de företag som trots allt vill införa ny teknik är att det oftast blir dyrt och därmed blir de mindre konkurrenskraftiga. För att byggsektorn ska kunna öka sin produktivitet så måste det löna sig för företag att tillämpa en ny teknik och på så sätt sätta press på konkurrenterna (Se Lutz & Gabrielsson, 2002).



Figur 1 Arbetskrafts produktivitet inom bygg och andra industrier (förutom jordbruk).

Inom byggsektorn nämns oftast BIM som kan ses som ett begrepp för ett nytt arbetssätt och ett steg i riktningen mot en produktivare industri. Även fast BIM nämns mer och mer finns det ett problem då många företag har inställningen att vänta och se för att få bevis på att det är något att satsa på¹.

2.1 Arbetsgång i 2D

Eastman med flera menar att den vanligaste arbetsgången idag är att arbeta i 2D där kommunikationen sker via pappersbaserade ritningsmaterial. Att arbeta med denna metod funkar idag bra men kan ha sina nackdelar vid till exempel överföring av information mellan olika aktörer inom projektet. Eventuella fel och brister i information i ritningsmaterial kan leda till missförstånd mellan aktörer och det i sin tur kan försena och öka kostnaderna för projektet. Just informationsdelningen inom

¹ <http://www.solibri.com/building-information-modeling/what-is-bim.html>

projekt har försökt att förbättras bland annat genom att smidigt kunna dela ritningar och dokument på gemensamma webbsidor och genom användning av 3D-CAD-verktyg. Detta har lett till att tid har sparats in men fel och missförstånd är fortfarande vanligt och därmed kvarstår många problem som kan förbättras. Ett annat problem med 2D-kommunikation är att det tidigt i projekteringen är svårt att fort få fram information angående till exempel kostnad eller konstruktionslösningar. När denna information väl presenteras kan det vara svårt och kostsamt att ändra vissa behövliga lösningar (Se Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011).

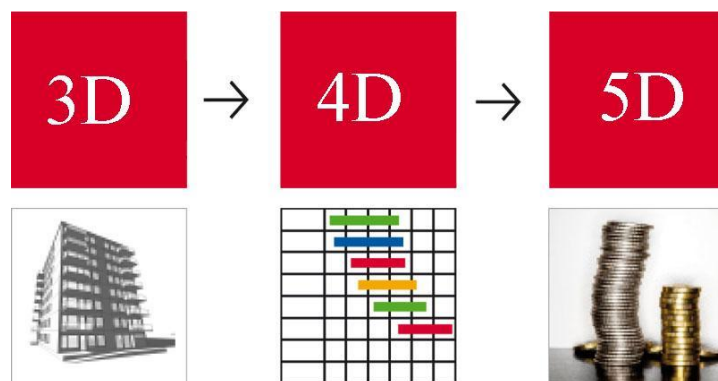
2.2 BIM

Enligt Edgar med flera är BIM, Building Information Modeling en arbetsmetod där informationen i ett projekt från olika aktörer så som arkitekter och konstruktörer samlas i en 3D-modell där varje komponent har sina specifika egenskaper vilket gör modellen till något mycket mer än bara det visuella (Se Edgar m.fl., 2007). Weygant hävdar att förutom att en vägg bara är en vägg så vet den även hur den ska reagera med andra komponenter till exempel att den yta där ett fönster ska vara ska försvinna från väggkomponenten. Dessa ”smarta” komponenter kan spara tid då man till exempel inte behöver rita olika komponenter som ser likadana ut men består av olika material, då kan man istället gå in i komponenten och bara ändra materialet (Se Weygant, 2011).

Edgar med flera säger att det tillgängliga informationsflödet inom modellen mellan olika aktörer gör det lätt att kolla till exempel krockar av olika delar i projektet varpå man kan ändra det redan i projekteringsstadiet. Tanken med BIM är att informationen ska kunna användas under hela vägen från projekteringsstadiet, vid konstruktionen, i produktionen och till sist i förvaltningen för att få maximal användning av informationen (Se Edgar m.fl., 2007).

3D, 4D och 5D

I dagens byggbransch är 2D-CAD den vanligaste metoden för att producera ritningar men är enligt McCuen inte alltid tillräcklig för att förmedla den information som krävs i ett byggprojekt. För att all nödvändig information skall vara mer begriplig i en ritning behövs 3D (Geometri i tre dimensioner), 4D (Tid) och 5D (kostnad) något som inkluderas i begreppet BIM, se figur 2 (Se McCuen, 2008).



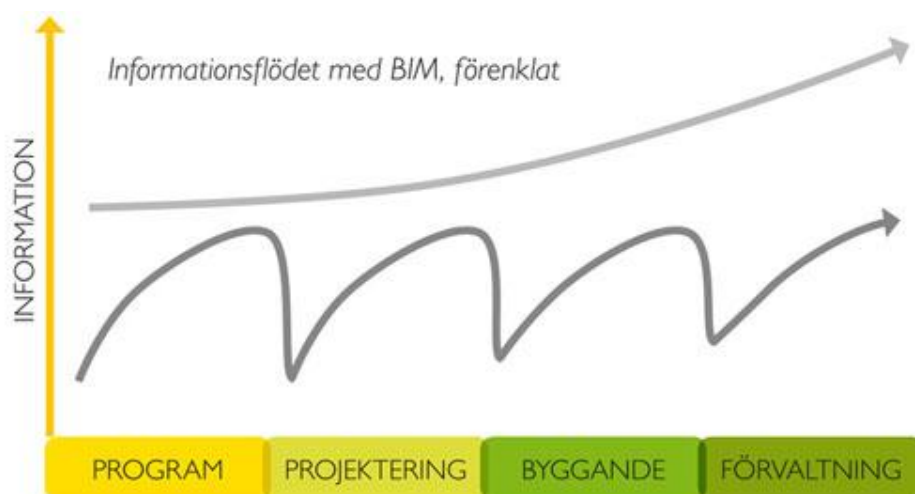
Figur 2 3D (Geometri i tre dimensioner), 4D (Tid) och 5D (kostnad).

Kim med flera hävdar att det med 3D är möjligt att få en övergripande bild av konstruktionen och hur saker och ting förhåller sig till varandra medans 4D ger information om hur mycket tid olika byggnadsmoment kommer kräva. Slutligen är det 5D som delger hur mycket olika konstruktionsdelar kommer kosta. Utifrån dessa data kan det skapas 3D-modeller med möjlighet att få ut tidsplaner och kostnadskalkyler (Kim m.fl., 2008).

Skillnaden mellan 3D och BIM

Eastman med flera menar att den konservativa 2D och 3D-CAD som används idag består av enkla geometrier det vill säga vanliga linjer i olika plan men intelligentare än att dela in dessa linjer i olika tjocklekar och färger så kallade lager blir inte 2D och 3D-CAD. Det är här BIM skiljer sig genom att den gör om enkla geometrier till objekt där varje objekt innehåller information som till exempel dimensioner, material, brandklass, kostnad och så vidare vilket ger modellen en ”intelligens” som konventionella tekniker saknar.

Denna ”intelligens” kommer av de tidigare nämnda 4D och 5D som om de kombineras skapar 6D (livscykelperspektiv) vilket gör BIM till en teknik som kan användas genom en byggnads livscykel det vill säga i projektering, produktion och förvaltning för att ge den nödvändiga informationen som krävs för att optimera arbetsprocessen från start till stopp, se figur 3 (Se Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011).



Figur 3 Livscykel med BIM visar hur informationsflödet förändras.

Filformat

DWG

I dagens CAD-baserade verksamheter är det filformatet DWG som används som standard filformat för export och import mellan olika CAD-program. Filformatet är framtaget av företaget Interact CAD, numera känt som Autodesk och har varit det format som använts mest inom byggsektorn i mer än 30 år och möjliggjort en arbetsgång där informationsflöden överförs utan komplikationer mellan olika CAD-program.

IFC

Allteftersom företag börjar använda BIM i större utsträckning blir enligt Brewster behovet av ett standard filformat allt mer påtagligt för att exporter och importer mellan olika program ska fungera på ett smidigt sätt då ett standardformat skulle ge företag möjlighet att jobba i olika program utan att det uppstår problem i produktionen (se Brewster, 2011).

Idag finns det en sådan standard under utveckling, IFC (Industry Foundation Classes) som är ett filformat som är leverantörsoberoende och hanterar information i en BIM. Det betyder att IFC inte bara är kapabel att överföra den visuella modellen med korrekta dimensioner utan överför även storlek, form, struktur, finish, brandklassning med mera, alltså discipliner som alla ger en insikt i en konstruktion under hela dess livscykel.

Filformatet används idag av många företag för export och import och är kompatibelt med de flesta BIM-program på marknaden men är än så länge ingen erkänd standard i industrin. Förhoppningarna om en standard är höga och det är bara en tidsfråga innan BIM får en erkänd standard i klass med DWG ².

2.3 Nyttjande av BIM idag

Eastman med flera påstår att användningen av BIM kan variera ifrån att man huvudsakligen bara tar fram 2D-ritningar från modellen till att det används i hela projektet likt arbetsgången för Crusell bron i Helsingfors, se kapitlet *BIM i företag*. I ett sådant projekt börjar arkitekterna att skapa modellen utifrån den tänkta designen. Konstruktörerna kan sedan fixa till de bärande konstruktionerna och detaljerna varpå ytterligare aktörer kan tillföra information till modellen (Se Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011). Verma med flera menar att just för broindustrin är denna arbetsmetod ny om man jämför med till exempel husindustrin där arbete med BIM är allt vanligare. Faktum är att broindustrin är en av de sista stora industrierna att börja gå över till denna arbetsmetod (Se Verma, Siewert, Beckmann, 2006). Enligt Eastman med flera är en anledning till att broprojekt har det svårare att anpassa sig till BIM jämfört med till exempel husprojekt de komplexa konstruktioner som en del broar har. Crusell bron var en av de första broar där en BIM användes genom hela projektet för till exempel tillverkning och avstämning med hjälp av laserscanning. Dock krävdes det annan programvara än Tekla Structures där modellen huvudsakligen togs fram för att komplettera modellens svåra detaljer. Detta gav stora erfarenheter inom programvarorna för alla inblandade och Tekla som var support för projektet såg nya möjligheter och kunde utveckla programmet utefter dessa behov (Se Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011).

² <http://buildingsmart.com/standards/ifc>

BIM i företag

Strängbetong

Strängbetong är ett svenskt företag med cirka 1200 anställda som ingår i den internationella koncernen Consolis och de omsätter varje år omkring två miljarder kronor.

Strängbetong har arbetat med BIM sedan 2007 och det tog dem två år att implementera verktyget i deras produktion. Trots den långa tiden implementeringen tog yrkar utvecklingsingenjörer på företaget att det enkelt går att använda tekniken på komplexa projekt som med konventionella metoder hade varit mycket tidskrävande och komplicerade. Även designkvaliteten har fått ett lyft i projekt där 3D och 4D använts på så sätt att ingenjören fått en bättre insikt i det enskilda projektet och möjlighet att upptäcka små problem som om de hade lämnats obemärkta snabbt hade utvecklats till betydligt större problem längre fram. Modellerna är väldigt effektiva vid upphandlingar då de ger kunden en möjlighet att bättre förstå magnituden av projektet och Strängbetong använder idag BIM till försäljning, projekt och produktion (Se tekla.com/se, 2012).

WSP

BIM och 3D är ett förhållandevis nytt sätt för WSP och dess konstruktörer att projektera på menar Johan Carlsson och har på grund av detta en del problem som man fortfarande inte löst på ett bra sätt.

Fortsatt påstår han att en stor fördel med BIM är möjligheten att kunna ta ut noggranna mängder av de ingående materialen i ett tidigt skede i upphandlingsprocessen vilket ger en minskad kostnad för entreprenaden. Vanligtvis när en konstruktiv förändring genomförs i ett projekt kan det vara svårt att visa denna förändring med dagens 2D-ritningar, här är 3D-projektering ett kraftfullt verktyg där förändringar snabbt kan uppdateras och skickas mellan beställare, arkitekt och konstruktör och med multi-user som är ett verktyg som vissa BIM-program stöder kan flera parter sitta och arbeta i samma modell samtidigt vilket gör att alla alltid har tillgång till de senaste förändringarna och uppdateringarna.

De Flesta 3D-programmen som finns idag kan läsa modellfiler från andra program med hjälp av IFC-format vilket är av stort värde då många underentreprenörer använder sig av olika mjukvaror för att skapa och läsa modellerna som används. Om filer kan exporteras och importeras felfritt och smidigt mellan till exempel VVS, El och arkitekt främjar det kommunikationen avsevärt i projekt med många inblandade parter.

Att det går att importera DWG-filer direkt in i BIM-program för att användas som referensunderlag till 3D-modellen tycker konstruktörer på WSP är bra då det gör att modellen lättare blir konstruktionsmässigt korrekt och kan användas i mer än bara visuell vinning så som i hållfasthetsberäkningar, den går sedan att exportera till olika kalkylerings- och tidsplaneringsprogram för att få ut mängder, priser och tidsplaner på projektet.

Den virtuella modellen öppnar även dörrarna för kontroll av kollisioner mellan olika byggelement som underentreprenörerna kan nyttja i projekteringsstadiet för att lösa

problem mellan olika installationer och förhindrar att problemet som annars hade uppdragats på själva bygget kan lösas redan i projekteringsstadiet (Se Carlsson 2004).

Enligt Adam Röing, konstruktör på WSP så är utmaningen i projekt som sker mellan två företag lokaliserade i två olika delar av världen den språkliga kommunikationen. I de fall där parterna inte har möjligheten att träffas fysiskt tycker Adam att BIM är en smidig lösning på hur kommunikationen kan förbättras. Det går enkelt att gå in i modellen och få ut mängder och information på ett flertal olika språk och projektörer som varit medverkande i sådana exempel tycker att kommunikationen underlättats drastiskt med hjälp av BIM (se Röing, 2012).

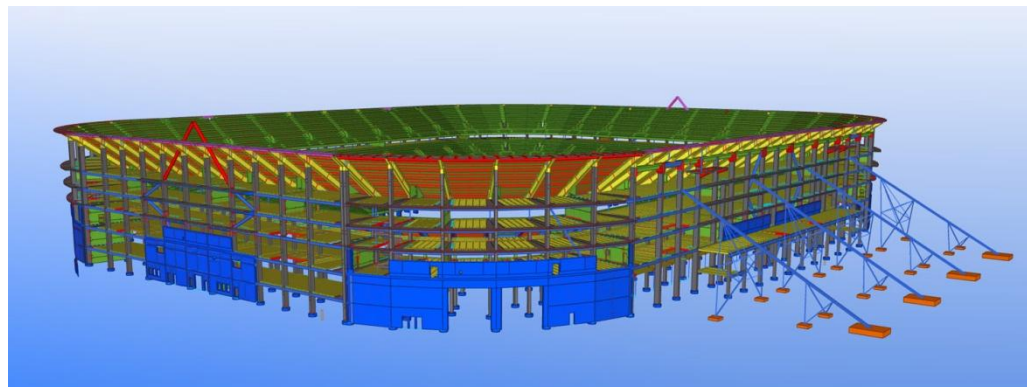
Trots de stora fördelarna med BIM tycker WSP's konstruktörer enligt Johan Carlsson att det finns ett par negativa sidor med tekniken. I dagens 2D-ritningar ritas alla typer av element så som betong, glas, trä, stål och så vidare in i ritningen, detta är fortfarande ett problem med BIM då många mjukvaror har specialiserat sig på en typ av material eller arbetsområde vilket gör att det blir nödvändigt att exportera och importera modellen mellan olika programvaror för att kunna modellera en vis typ av material eller inom ett visst område. Detta skulle kunna undvikas om mjukvaran blev bredare inom fler områden och material. En annan nackdel med BIM är att det ännu inte finns någon erkänd standard som funkar med precis alla program på marknaden vilket är ett problem då det inte ska spela någon roll vilken mjukvara som projektören väljer att modellera i. IFC är dock ett steg i rätt riktning då det är läsbart för de flest BIM-baserade program på marknaden men mjukvaruutvecklarna måste komma överens om en standard som ska gälla på marknaden för kommunikationen ska bli felfri vid export och import (Se Carlsson, 2004).

BIM i projekt

Nationalarenan i Solna

National arenan i Solna är Sveriges nya nationalarena för fotboll med en publikkapacitet på 50 000 vid idrottsevenemang och 65 000 vid konserter. Projektet är ett samarbete mellan arenabolaget i Solna och Peab, kontraktsumman uppgår till 2,2 miljarder kronor och arenan planeras vara färdig 2012.

För att underlätta produktionen av arenan arbetade tolv konstruktörer från Strängbetongs Örebro- och Herrljungakontor med att modellera upp en BIM i Tekla Structures enligt figur 4.



Figur 4 *BIM av Nationalarenan i Solna skapad i Tekla Structures av Strängbetong.*

För projektet finns det 150 referensmodeller, se kapitel 5.2 för mer information, och 1500 ritningar är hittills skapade med hjälp av modellen som med sina 416 000 delar, 371 000 armeringsstänger och 1 000 000 objekt endast har en filstorlek på 150 MB vilket är relativt litet för ett så massivt projekt. Trots den avancerade geometrin som arenan utgjorde påträffades anmärkningsvärt få fel ute på byggarbetsplatsen och genomförandet anses vara lyckat än så länge³.

Crusell bron

Som en del av att utveckla den gamla, västra delen av hamnen i Helsingfors så bestämde Helsingfors stad att det skulle byggas en snedkabelbro som skulle stå klar i slutet av 2010. Projektet påbörjades 2001 och då användes 3D Studio Max, en programvara från Autodesk där man kan göra 3D-modeller och animationer, för att ta fram en modell att visa på designtävlingen. Efter ett uppehåll på fyra år på grund av finansiella problem återupptogs projektet hösten 2008 och då bestämdes det att modellen även skulle användas under projekteringen. Med hjälp av BIM-teknologier skulle man då bland annat ta fram information för tillverkning av stålbalkar och armering, övervaka och kontrollera fabrikstillverkade komponenter, kontrollera kvalitén med hjälp av laserscanning och planeringen. Detta bestämdes på grund av att den design som bron hade krävde hög noggrannhet på alla komponenter men också för det höga antalet komponenter. Då detta var ett nytt arbetssätt för Skanska som hade ansvar för konstruktionen men också för övriga parter så krävdes det mycket support från Tekla för att använda programvaran Tekla Structures på bästa möjliga sätt genom design- och konstruktionsfasen.

En viktig del i projektet var synkroniseringen av modellen där detta projekt var det första broprojektet att använda sig av Teklas server för kommunikation mellan olika aktörer. Ute på bygget där Skanska arbetade hade en ingenjör ansvar för att uppdatera modellen och att sedan förmedla informationen. Först var arbetslagen ute på bygget skeptiska till vad modellen skulle användas till och om den verkligen skulle komma till nytta men under projektets gång visade sig att modellen var huvudkällan för att få information om dimensioner, visualisering av delar, tillvägagångssätt, formsättning och så vidare.

För planeringen användes programvaran Vico Control där scheman upprättades och modellen användes för visualisering. Detta importerades senare in i Tekla Structures där man delade upp modellen i delar för att mer noggrant planera schemat utifrån arbetsyta, arbetsordning, mängder och annan information från modellen. Denna modell var även till nytta för det företag som tillverkade alla stålkomponenter då de kunde planera sin produktion och leveranser utefter projektets planering.

Vid modelleringen av armering krävdes det mycket tid på grund av de komplexa geometrierna där inte vanlig standardarmering kunde användas. Med hjälp av armeringen i modellen kunde många krockar upptäckas och den uppdaterade informationen kunde sedan användas för tillverkningen och bockningen av järnen. Företaget som skulle lägga armeringen hade ingen person med kunskap om programvaran för att hantera modellen. Då 2D-ritningarna som WSP hade fått ur modellen ibland var otillräckliga och då konstruktionen var komplex så behövde armerarna hjälp utifrån modellen för att få en bra bild på hur det skulle se ut.

³ <http://www.tekla.com/se/solutions/references/Pages/Strangbetong-ab-sverige.aspx>

Under projektet användes en laserscanner som scannade av det nybebyggda området och med hjälp av dessa fotografier kunde koordinaterna jämföras med modellen och på så sätt kunde man kontrollera bygget under projektets gång för att slutligen gör en slutkontroll när bygget var klart (Se Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011).

Förvaltning

Brad Hardin påstår att byggbranschen idag har stort fokus på design och konstruktion i förhållande till underhåll där stora kostnader ligger och möjligheterna att göra konstruktioner mer energieffektiva och underhålla dem på bästa möjliga sätt blir allt mer avgörande i dagen ekonomi (Se Hardin, 2009). Enligt Louise Sabol ställer detta högre krav på förvaltarna att ta till vara på informationen från konstruktions och designstadiet för att på så sätt optimera en konstruktions livslängd, energiförbrukning och underhållskostnader (Se Sabol, 2012).

Broar i förvaltningen

Trafikverket delar in alla broar i olika livslängdsklasser, se figur 5, där teknisk livslängd definieras som ”tid under vilket byggnadsverket uppfyller avsedd funktion med normalt underhåll” (Se TRVK Bro 11, 2012).

Klass	Livslängd (år)
L20	40
L50	80
L100	120

Figur 5 Tekniska livslängdsklasser.

Klatter & Van Noortwijk säger att konstruktioner så som broar har en hög investeringskostnad och en lång livstid och även fast underhållskostnader endast motsvarar 1 % av investeringskostnaden per år så kan broar klassade i TLK120 ha en underhållskostnad lika stor som investeringskostnaden eller större. En undersökning som gjorts av Netherlands Ministry of Transport visar att betongbroar i det Holländska vägnätet kostar i genomsnitt cirka 100 000 kronor per bro och år vilket leder till stora kostnader då broarna har långa driftstider se figur 6 (se Klatter & Van Noortwijk, 2012).

Konstruktionstyp	Antal (st)	Överbyggnads area (m ²)	Total årlig underhållnads kostnad (mkr)
Betong broar	3 131	3 319 002	342
Stål broar (fixerade)	88	301 997	65
Rörliga broar	43	347 876	92
Tunnlar	14	475 228	120
Akvedukter	7	86 491	9
Totalt	3 283	4 530 594	628

Figur 6 Årlig underhållskostnad för respektive konstruktionstyp i det Holländska vägnätet.

BIM i förvaltningen

Idag är förvaltning med hjälp av BIM vanligare för husprojekt då BIM har slagit igenom mer i den branschen än på brosidan men många användningsområden där hus tillämpar BIM ger en glimt av hur tekniken skulle kunna tillämpas inom en bro och infrastruktursektorn.

Enligt Brad Hardin använde sig byggbranschen förr endast av CAD-filer som referens för drift av anläggningen vilket resulterade i att ritningarna var tvungna att anpassas och uppdateras med information för att ge fastighetsskötarna det informationsunderlag som krävs. Det för att effektivt kunna underhålla byggnaden och effektivisera dess energiförbrukning. Med hjälp av BIM kan denna information fås direkt från ett design- och produktionsstadium där varje byggdel i modellen innehåller nödvändig information för förvaltningsprocessen.

Det finns även stora möjligheter att vid rivning av en byggnad ta till vara på material med minimal investering av tid och naturresurser för återanvändning i nya konstruktioner. Genom att använda en BIM där varje byggdel innehåller information kan man skicka ett utdrag med delar, tillverkare, kvantiteter, och instruktioner för montering till dekonstruktionsentreprenören. Detta gör det möjligt att enklare se vilka material som kommer gå att återanvända, hur de demonteras och vad hela demonteringsarbetet kan uppskattas kosta. Följande punkter är exempel på information som kan ingå eller länkas till en BIM-fil (Se Hardin 2009).

- Arkitektoniska program
- Utrymme & funktioner
- Säkra områden
- Areaberäkningar
- Volymberäkningar
- Tekniska prestationskriterier
- Specifikationer
- Kontrakt
- Enkätdata
- Ändra order (potentiella och faktiska)
- Progress bilder
- Elektroniska diagram
- Garantiinformation
- Fakturor
- Uppskattningar för arbete
- Placeringsarrangemang
- Nätverksdiagram
- Hazmat identifiering
- Inspektionsrapporter
- Driftsättningsrapporter
- Analysrapporter och simuleringar
- Kapitalförvaltning och spårning

2.4 BIM i framtiden - Urban strategy

Stadsplanering är ett område i ständig förändring. I takt med att samhällen växer ställs högre krav på transport och framkomlighet som influerar både ekonomiska och sociala sektorer med en direkt påverkan på säkerhet och livskvalitet.

Då nya bostäder eller kontorsbyggnader ska upprättas kostar det tid och pengar och med den komplexitet som dessa projekt omfattar blir den kvantitativa informationen väldigt viktig vid den fysiska planeringen av projektet.

Informationen ska vara:

- **Logisk** – Då utvecklingen av den regionala sektorn påverkar många olika delar av den urbana livsmiljön.
- **Adekvat** – Så att specialisterna har det underlag som behövs.
- **Interaktivt tillgänglig** – Om miljön förändras eller om olika alternativ utvecklas måste påverkan kunna ses direkt.

Hur möts kraven?

TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research) använder sig av Urban strategy för att möta dessa krav. Urban strategy utnyttjar sig av GIS (Geographical Information Systems) där den byggda miljön länkas till en central databas som i sin tur länkas till oberoende datormodeller vilket möjliggör att alla modeller uppdateras direkt ifall resultatet i modellerna skulle ändras till exempel kan vägar stängas av, hus byggas eller vägledsvarningar upprättas. Konsekvenserna av dessa handlingar visualiseras direkt upp i Urban strategy.

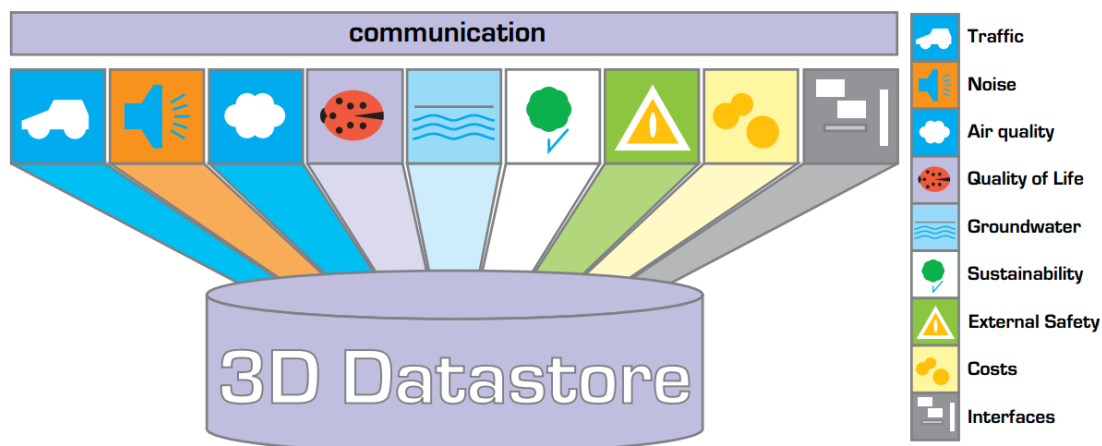
Interaktiv planering

Informationseffektiviteten mellan de olika modellerna gör att alla förändringar som sker kan uppdateras inom loppet av några minuter så att dessa ändringar kan införas eller andra scenarier betraktas.

I visualiserings avseenden: Om ett kontorskomplex byggs på en specifikt plats så går det att se hur detta skulle influera den omkringliggande miljön i avseenden som till exempel ändrade trafikflöden till följd av ökad kommunikation som i sin tur påverkar luftkvaliteten och trafikbuller samt många andra faktorer. Tack vare det nya informationsflödet kan dessa förändringar visualiseras och åtgärdas omgående med handlingar som att stänga av eller förändra trafikflöden i området eller omlokalisera själva kontorskomplexet, handlingar som man med hjälp av modellerna kan se omedelbart resultat av.

Denna nya effektivitet beror inte på noggrannheten av modellen utan snarare av att modellerna tar hänsyn till förändringar som genomförts i de andra modellerna som den är länkad till, se figur 7. Stadsplanering som innan tog veckor eller till och med månader påskyndas med Urban strategy så att en session på sin höjd tar en dag med utförliga resultat som följd. I dessa sessioner är informationen optimerad på så sätt att alla intressenter kan ta del av den som till exempel specialister och experter inom miljöfrågor, fysisk planering och planeringskonsulter (Pantura, Urban strategy).

Urban Strategy



Figur 7 Urban strategy informationsflöden mellan olika modeller.

Planering I Urban strategy redovisas på tre olika sätt:

- **3D-representation** av omgivningen där förbättringen av samspelet mellan specialister i ett Urbant system redovisas.
- **2D-karta** för att enkelt kunna visa förändringar i stadsstrukturen.
- **1D (tabeller och diagram)** som ger en god översikt över den viktigaste sammanfattningen i form av index och indikatorer (Pantura, Urban strategy).

Broar i en urban miljö

Enligt Sebastian spelar broar en viktig roll i Europas stora städer och tätorter, fler broar är under produktion, reparation eller är planerade att byggas inom en snar framtid. En undersökning av de befintliga broarna visar att 30 % av stål och kompositbroarna är över 100 år och över 70 % är äldre än 50 år. I takt med att broarna får utstå allt högre trafiklaster ökar kravet på förstärkning, reparation och förbättring av urbana broar.

Det har gjorts många försök till att förbättra arbetsprocessen för att uppnå en hållbar industrialisering och en av de mer innovativa metoderna är tillämpningen av lättviktsmaterial så som fiberförstärkta polymeren (FRP) och nya armeringsmetoder så som fiberbetong (FRB). Trots att dessa nya material ökar livslängden på broar står fortfarande FRP samt FRB broprojekt inför utmaningar i form av höga kostnader som följd av tillverkning och montering. Lite kan göras när det kommer till materialkostnader då till exempel FRP är dyrare än vanlig betong, men genom att effektivisera energiförbrukning i tillverkningen samt öka störnings- och monteringskvalitet kommer både en ekonomisk och miljömässig vinning kunna uppnås som följd av ett hållbart projekt.

Genom att införa BIM till ett broprojekt öppnas möjligheten till att låta BIM ligga till grund för en aktiv projektledningsstrategi och en flexibel planering. Därefter kan Urban strategy tillämpas som innefattar genomförandet av miljömodeller i geografiska informationssystem, GIS vilket leder till att en tredimensionell databas av

området kan upprättas. Användningen av dessa två tekniker ger aktörerna möjligheten att se effekterna som bron har på den geografiska platsen där den planeras byggas och ger dem möjlighet att analysera olika designalternativ och tillverknings samt monterings tekniker. Detta möjliggör interaktiv planering som är nyckeln till en miljö- och kostnadseffektivt broprojekt.

Urban strategy är fortfarande i utvecklingsfasen men visar på hur användbart BIM och GIS är i en konstruktionscykel när de kombineras och att det kan användas redan i planeringsstadiet där modellen kan ligga till grund för hur designen kommer att utformas efter geografiska och urbana förutsättningar (Se Sebastian, 2011).

2.5 BIM och Juridik

Lindström och Jongeling menar att allteftersom BIM blir en allt mer vanlig metod ute i de olika skedena av byggprocessen uppstår en del juridiska frågeställningar kring upphovsrätt, nyttjanderätt, äganderätt samt ansvar (Lindström & Jongeling, 2010).

I projekt där BIM inte är involverat utan man istället arbetar med ett pappersunderlag är det standardavtalet ABK, Allmänna Bestämmelser för Konsultuppdrag som har gällt när avtal upprättats mellan uppdragsgivare och konsult men i många av de fall där datorfiler varit en del av projekthandlingarna har ofta dessa skickats utan avtalsöverkommelser.

Med de nya informationsflöden som BIM introducerar krävs juridiskt bindande avtal för att säkerställa att ansvaret hamnar hos de ansvariga aktörerna i respektive projekt. Därför har OpenBIM arbetat med att ta fram en avtalsmall (avtal för digitala leveranser 2010) för just denna typ av informationsflöden som kan reglera de legala rättigheterna i ett projekt, se bilaga 9.3.

Mallen gör det enkelt att på ett tydligt sätt styra vad som gäller för den digitala informationen och hur ansvaret är fördelat mellan olika aktörer, mallen är en bilaga till ABK09 och är framtagen som ett samarbete mellan byggherrar, konsulter, byggmaterialindustrin och entreprenörer. Än så länge behandlar mallen endast uppdrag om husbyggnad men diskussioner om att arbeta fram en mall för anläggningsprojekt pågår (se Göran Nilsson, OpenBIM).

3 Arbetsgång för infrastrukturprojekt

Idag sker Inhouse Techs upphandlingar i huvudsak på tre sätt vilket innebär tre olika sätt att arbeta på med hänsyn till informationsflödet. För varje upphandlingsform finns det flera olika aktörer inblandade vilket gör det intressant då det kommer till kommunikationen. Då detta handlar om infrastrukturprojekt så är det i princip bara Trafikverket som är beställare och därmed bestämmer arbetsgången för projekten. Ungefär 50% av alla projekt är av typen totalentreprenad och resterande 50% är utspritt på de två andra upphandlingsformerna; utförandeentreprenad och utförandeentreprenad med konstruktionsansvar (Fredriksson, M 2012).

3.1 Utförandeentreprenad

För denna typ av upphandlingsform tar beställaren Trafikverket fram färdiga arbetsritningar med ett konsultföretag, detta skulle kunna vara Inhouse Tech. Med dessa arbetsritningar kan Trafikverket sedan erbjuda jobbet till den entreprenör som är mest lämpligast för arbetet, oftast den billigaste. Entreprenören kan då börja arbetet och har de frågor angående arbetsritningarna så tar de kontakt med Trafikverket. Har inte de svaren så tar Trafikverket i sin tur kontakt med konsultföretaget, konsulterna har alltså här ingen kontakt eller avtal med entreprenören (Fredriksson, M 2012).

3.2 Utförandeentreprenad med konstruktionsansvar

Denna upphandlingsform lägger till skillnad från utförandeentreprenaden mer ansvar på entreprenören. Det börjar med att Trafikverket tillsammans med ett konsultföretag tar fram förslagsritningar/förfrågningsunderlag vilket innehåller grundläggande information om projektet så som generella ritningar, krav, geotekniska förutsättningar och vägprojektering. När detta underlag är färdigt tar kontraktet mellan Trafikverket och det projekterande konsultföretaget slut. Förfrågningsunderlaget ligger till grund för de anbud som entreprenör lämnar till Trafikverket. Den entreprenör som sedan får jobbet anställer i sin tur ett konsultföretag som utifrån förfrågningsunderlaget tar fram färdiga arbetsritningar. Då detta förfrågningsunderlag innehåller mycket information och krav innebär det att konsultföretaget har relativt lite frihet vid utformning av objektet. När arbetsritningarna är klara skickas de tillbaka till entreprenören och vidare till Trafikverket som godkänner ritningarna. Dessa godkända arbetsritningar skickas sen tillbaka till entreprenören som då kan börja produktionen.

I denna upphandlingsform är oftast Inhouse Tech ett av de konsultföretag som blir anställt av entreprenaden (Fredriksson, M 2012).

3.3 Totalentreprenad

Totalentreprenaden är lik föregående upphandlingsform med skillnaden att det förfrågningsunderlag som tas fram inte är lika specifikt vilket innebär friare arbete för entreprenören och dess konsulter vid framtagning av arbetsritningar. Arbetet börjar på samma sätt med att Trafikverket tillsammans med ett konsultföretag tar fram ett förfrågningsunderlag som för denna upphandlingsform kallas förslagsskiss och som alltså inte är lika detaljerad som ett förfrågningsunderlag i en utförandeentreprenad med konstruktions ansvar. Förslagsskissen med tillhörande handlingar ligger till

grund för det anbud som entreprenörerna lämnar till Trafikverket. Entreprenören som fått jobbet anlitar ett eller flera konsultföretag som bland annat projekterar vägen och konstruerar broar på sträckan (Fredriksson, M 2012).

3.4 Arbetsgång konsult

Ett exempel på hur arbetsgången inom Inhouse Tech går till idag utifrån upphandlingsformen totalentreprenad börjar med att de får en förslagsskiss och diverse dokument angående projektet från Trafikverket som har tilldelat Inhouse Tech och entreprenören jobbet. Utifrån dessa förslagsskisser tar Inhouse Tech tillsammans med entreprenören de arbetar för fram ett förslag till teknisk lösning likvärdigt det underlag som tas fram under utförandeentreprenad med konstruktionsansvar, som Trafikverket sedan skall godkänna innan arbetet kan gå vidare. När förslaget till teknisklösning är fastställt börjar de detaljerade beräkningarna och ritningarna att tas fram. CAD-konstruktörerna på Inhouse Tech utgår ifrån förfrågningsunderlaget men bollar information med konstruktören och ändrar enligt konstruktörens direktiv när det behövs. I detta skede är det viktigt att stora ändringar framgår så tidigt som möjligt då ju senare ändringar som krävs medför mer arbete allteftersom ritningarna blivit mer kompletta. När ritningarna är klara så granskas de på kontoret och skickas sedan till Trafikverket som gör en slutlig kontroll. När detta är godkänt så är arbetsritningarna klara för att skickas ut i produktionen (Fredriksson, M 2012).

4 Behov

Användandet av BIM kan stilla olika behov för olika aktörer inom ett projekt. Utifrån Inhouse Techs perspektiv finns det två intressanta aspekter med att arbeta i BIM, dels för att effektivisera deras egna arbete på kontoret och dels för deras kunders intresse och behov.

4.1 Behov Inhouse Tech

Behoven som skulle kunna underlättas med en BIM för Inhouse Tech grundar sig i att ersätta den traditionella arbetsgången med att ta fram ritningar i 2D-CAD och istället ta fram ritningar ur en modell. Detta arbetssätt innebär ett antal olika möjligheter att underlätta deras arbetsgång till exempel så skulle eventuella ändringar i ett senare skede i projektet gå smidigare att fixa då endast modellen behöver ändras och ritningarna rättas sig därefter istället för att i 2D-CAD behöva ändra varje enskild ritning. Det skulle även innebära lättare möjligheter att ta fram fler ritningar ur modellen om så skulle behövas jämfört med att behöva rita helt nya i 2D-CAD.

Utöver ritningsarbetet så kan en BIM även underlätta beräkningsarbetet för konstruktören då olika pluginprogram kan kopplas till en modell i till exempel Tekla Structures.

Förutom de fördelar som finns med att byta arbetsgång för Inhouse Techs så skulle ytterligare en anledning till att byta vara eventuella krav från beställaren att arbete ska ske med hjälp av BIM. Beställaren, oftast Trafikverket skulle kunna ställa detta krav för att på så sätt effektivisera arbetsgången i projekt och driva produktiviteten inom industrin framåt.

Skulle Trafikverket ställa krav på att en BIM skulle användas genom hela projektet så innebär detta ökade fördelar för Inhouse Tech med hänsyn till informationsflödet och sparad tid på att modellera. Modelleringsarbetet för Inhouse Tech skulle gå smidigare om en modell användes genom hela projektet då de slipper att göra en modell från grunden. Aktörer inom projektet skulle lätt kunna utläsa relevant information ur denna modell och enkelt dela ändrade objekt (Fredriksson, M; Thunström, F; Crona, D; Hansson, M; Mollberg, P 2012).

Invändningar

Då det kommer till att ändra arbetsgång så finns det inte bara fördelar utan även hinder som måste tas i beaktning. En avgörande fråga för en sådan här ändring är kostnaderna. Först och främst är det kostnaderna för själva programvaran och eventuella pluginprogram och här finns det en risk med att man under en period måste betala för två licenser, dels den gamla men också den nya. Detta skulle även kunna vara en permanent utgift om Inhouse Tech väljer att kombinera arbete med BIM och arbete i 2D-CAD. Dock är de licenser som Inhouse Tech använder idag förhållandevis billiga och innebär således inga ekonomiska problem i sig. Frågan här är egentligen hur mycket licenserna för BIM-programvaran kostar och om det är ekonomiskt lönsamt att ha flera anställda som jobbar med den programvaran och därmed behöva betala för fler licenser.

Den andra kostnadsfrågan behandlar övergångsfasen till att arbeta med den nya BIM-programvaran. Om Inhouse Tech väljer att byta arbetsgång helt till att arbeta i BIM-

program så skulle detta betyda att alla anställda måste kunna behärska programvaran för att kunna producera dugliga resultat. Denna inlärningsperiod skulle innebära att anställd personal skulle arbeta med uppgifter som inte gav intäkter för företaget, eventuellt med projekt där budgeten överskrids då det skulle kunna innebära ökad arbetstid på grund av inlärningsperioden och att eventuella utförandeåtgärder inom programvaran är oklara och support då måste tillkallas.

För att effektivisera ett eventuellt arbete med ett BIM-program så måste Inhouse Tech upprätta färdiga arbetsmetoder och färdiga inställningar för programmet till exempel ritningsinställningar så att alla ritningar som tas fram har samma layout.

4.2 Behov Inhouse Techs kunder

För att få en bättre bild av vilka behov Inhouse Techs kunder kan ha har ett antal företag och personer valts ut av Inhouse Tech. Dessa personer har kontaktats över telefon där ett antal frågor kring verktyg och dess användning runt BIM ställdes varpå olika svar lades fram.

Sammanfattningsvis så är användandet av BIM inget som något företag har börjat med fullt ut, då inom infraprojekt, av de tillfrågade företagen. Dock finns det projekt där man har beställt en 3D-modell för den visuella delen, då för komplexa projekt där man då lätt har kunnat få en helhet av projektet och möjligheter att se komplexa snitt (Wahlqvist, K 2012). Inom NCC är det ett krav från ledningen att ritningar inom husindustrin ska fås ur en BIM. Då det ännu inte är så vanligt inom broindustrin har många företag ändå pratat om användandet av BIM (Halvardsson, J 2012); (Askling, L 2012); (Persson, R 2012).

Vid frågan om BIM skulle underlätta deras arbete så tror alla tillfrågade att det skulle underlätta på ett eller annat sätt. Alla nämner att arbeten med broar av betong skulle kunna ha stor nytta av en BIM, då främst det visuella för att se komplexa snitt. Det skulle vara bra för arbetarna ute på bygget och armeringsleverantören att kunna se armeringen (Halvardsson, J 2012). Det skulle även underlätta för armeringsleverantören att ta fram mängder och spara honom tid och minska fel (Andersson, R 2012).

Om arbete med BIM skulle minska missförstånd mellan olika aktörer så som konstruktören och arbetarna ute på bygget så tror de flesta att så är fallet. Då just armeringsritningar kräver mycket erfarenhet och är en konst i sig att läsa så tror Ronny Persson att en 3D-modell skulle underlätta för oerfarna att kunna läsa ritningar (Persson, R 2012). Vid arbetet ute på bygget så upptäcks det ganska många fel i armeringsritningarna, framför allt krockar av armeringsstänger under inläggningen som då skickas tillbaka till konstruktören som ändrar ritningarna. Dessa missförstånd skulle kunna minska om konstruktören kunde få fram alla krockar i modellen redan innan ritningar skickas ut och då ändra armeringen i modellen (Halvardsson, J 2012).

Då det kommer till att spara tid ute på bygget så tror Ronny Persson att en BIM skulle kunna ha oerhört stor nytta. Om man i modellen kunde markera de olika järnen med olika färger så skulle utsättningsprocessen av armeringen underlättas i och med att man lättare kan hålla ordning. Skulle man sen kunna markera de fysiska armeringsstängerna med de tilldelade färgerna så skulle utsättningsarbetet kunna gå ännu fortare i och med att man då lätt kan identifiera den armering som ska lyftas från upplagsplatsen in till bygdelen som ska armeras (Persson, R 2012).

Sammanfattning

- Bra för att se armeringen i svåra brosnitt.
- Underlättar arbetet för armeringsleverantören vid mängdberäkning och det i sin tur minskar tiden. Även felene skulle minska då exakt data kan tas ur modellen.
- Underlättar kommunikationen mellan olika aktörer och arbetare ute i produktionen.
- Konstruktören kan lättare se om armeringsstänger krockar och ändra i ritningarna som då minskar risken för missförstånd ute i produktionen.
- Bra för erfarna att lättare kunna läsa armeringsritningar.
- Spara tid för arbetarna ute på arbetet genom att effektivisera markeringen av armeringsstänger.

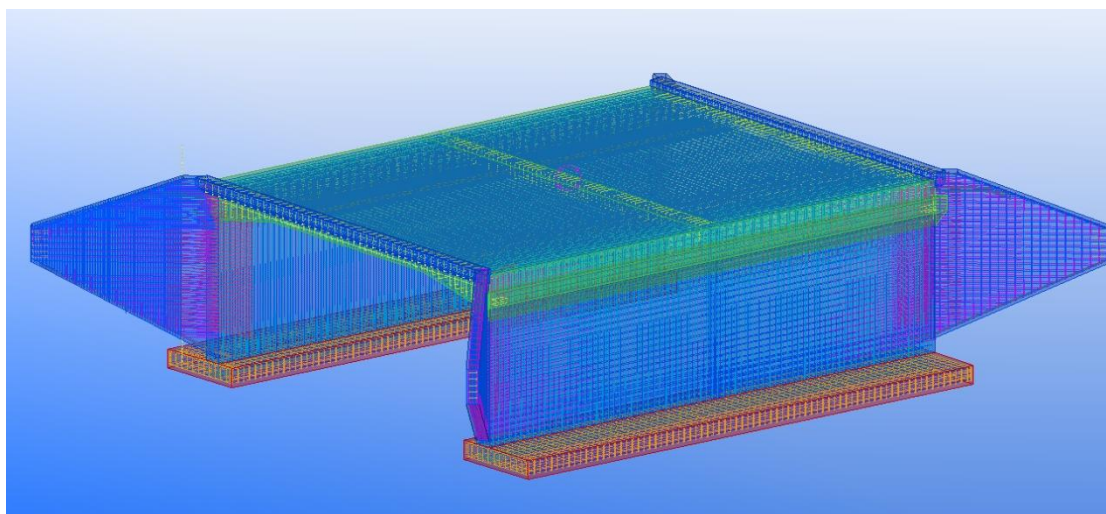
Invändningar

Även för Inhouse Techs kunder finns det hinder att beakta vid en eventuell ändring av arbetssätt. För företagen ute i produktionen så innebär så klart kostnaden en avgörande roll. Enligt Kenneth Wahlqvist så skulle kanske inte nyttigheten med tillgång till en BIM spegla de eventuella högre kostnader som det skulle innebära (Wahlqvist, K 2012). För enklare broar så skulle det till och med vara överflödigt med en modell ute i bygget för att till exempel se 3D-snitt av brodelar (Hannrup, G 2012). För sådana vanliga broar vet erfarna armerare ungefär hur armeringen ska se ut och vet då själva hur de brukar lösa eventuella svåra delar i bron (Wahlqvist, K 2012). Denna ”överflödiga” information kan bara ifrågasättas för ett projekt där en BIM används genom hela projektet och inte om till exempel bara Inhouse Tech använder en modell för att ta fram ritningar som sedan skickas till entreprenören.

För Trafikverket i rollen som beställare så skulle deras arbetssätt behöva ändras, speciellt om en modell används genom hela projektet. En del av deras arbete går ut på att kontrollera och godkänna ritningar som tilldelade entreprenörer och konsulter tar fram och detta sker idag på 2D-underlag i pappersformat. Vid kontroll i en modell så kräver det att Trafikverket går över till kontroll med datorer och att vissa kontrollmetoder upprättas för att arbetet ska kunna ske på ett korrekt sätt. Vid kontroll av 2D-ritningar framtagna ur en BIM så gäller det att de håller de krav som Trafikverket ställer på ritningar, till exempel krav på layout för symboler (Mehlberg, K 2012).

5 Modellering

För att kunna genomföra en inventering av användningsområden för Inhouse Tech skapades en 3D-modell av en redan färdigbyggd bro enligt figur 8, detta gjordes med hjälp av Tekla Structures. Bron som modellerades har konstruktionsnummer 14-1767-1 och är en bro över enskild väg vid Håkeby som ligger på E6 mellan Uddevalla och Svinesund. Det är en plattrambro i betong med ett brospann på 12 m. Brons enkla geometri gör att den egentligen inte är optimal att arbeta i BIM med då man kan diskutera vinningen med att applicera tekniken på en så enkel bro där redan använda metoder ger likvärdiga resultat, men eftersom modellen har för avseende att ge en bild av hur tekniken funkar och hur den skulle kunna användas på mer avancerade projekt är valet befogat och ger de resultat som behövs för undersökningen.



Figur 8 Modell av plattrambro i Tekla Structures.

5.1 Tekla Structures

Tekla Structures är ett BIM-program där stål- och betongkonstruktioner kan skapas i en 3D-modell där modellen kan användas genom hela konstruktionsprocessen. I modellen kan användaren bland annat lägga in armering, skapa detaljerade kopplingar och sedan ta fram mängder, clashkontroller och ritningar⁴. Med Tekla BIMsight kan man visa modeller skapade i Tekla Structures men även kontrollera krockar, hantera ändringar och utföra mätning. Detta gör det smidigt för entreprenörer som kanske inte själva modellerar i Tekla Structures men som vill ha tillgång till information som finns lagrad i en BIM⁵. För att effektivisera arbetet i Tekla Structures så har Tekla utvecklat programmet för att hålla nere filstorleken, detta för att det ska gå snabbare att öppna och lagra information i modellen men också för att göra det enklare att samarbeta för aktörer i stora projekt⁶.

⁴ <http://www.tekla.com/se/products/tekla-structures/full/Pages/Default.aspx>

⁵ <http://www.tekla.com/international/solutions/building-construction/Documents/tekla-structures-17/sv/teklabimsight.html>

⁶ http://www.tekla.com/bimsize/se/questions_and_answers.html

Tekla Structures användningsområden

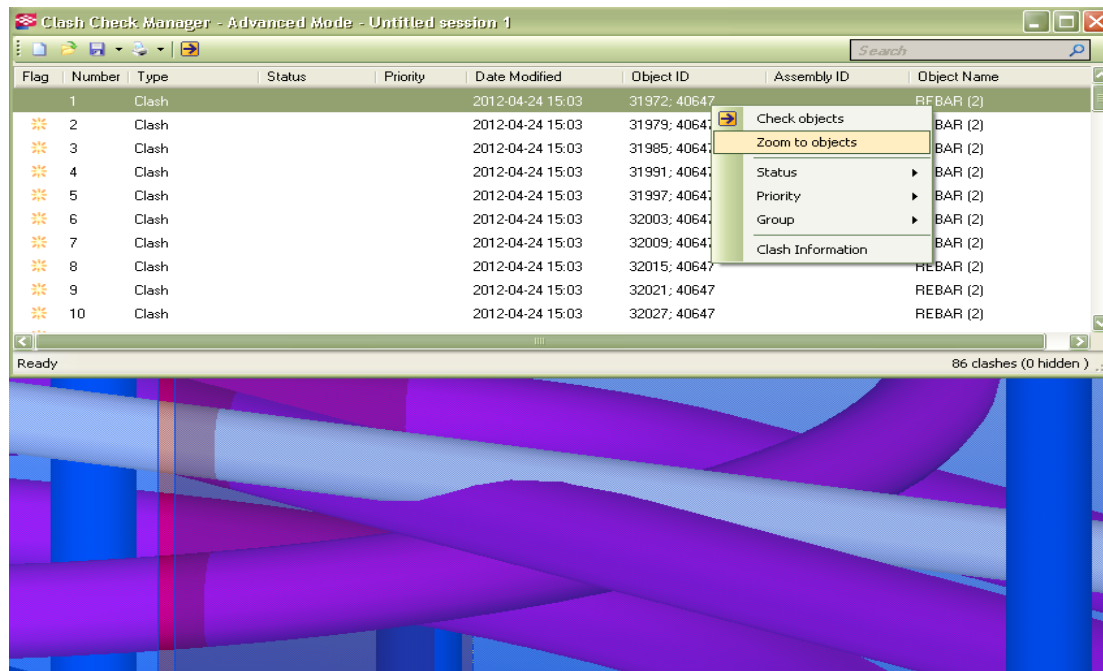
I Tekla Structures finns en rad användbara verktyg för att kontrollera modellen och få ut användbar information som kan användas i alla skeden i en konstruktions livscykel. För Inhouse Techs del så finns det ett antal verktyg och funktioner för att underlätta deras arbete bland annat:

- Clash kontroll
- Multi-user
- Referensmodeller
- Mängdning
- Framställning av 2D-ritningar
- Pluginprogram

Clash kontroll

För att upptäcka eventuella krockar av olika föremål i modellen så kan verktyget Clash Check Manager användas. Detta kommer speciellt till nytta då man vill kontrollera krockar av armeringsstänger, något som i 2D är väldigt svårt. Det finns även möjlighet att med verktyget till exempel gruppera liknande krockar, ge kommentarer till varje krock, ange prioriteten på en krock och spara ner en kontroll som man sedan kan dela med andra berörda parter i projektet⁷.

I figur 9 ser vi ett exempel på hur en clash kontroll kan se ut, denna är tagen ur den framtagna bromodellen. I listan ser vi hur clash 1 är markerad och i vyn kan man då tydligt se hur två armeringsstänger går in i varandra.



Figur 9 Clash Check Manager påvisar här en krock av två armeringsstänger.

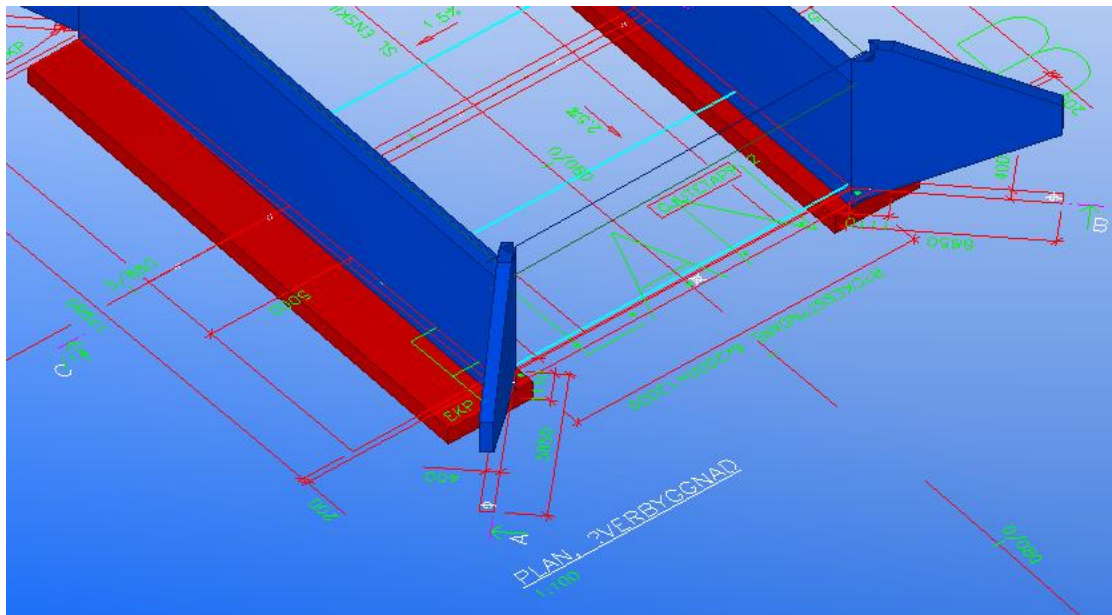
⁷ <http://www.tekla.com/international/solutions/building-construction/videos/BIMtutorials/ClashCheckAndCommunication.htm>

Multi-user

För större projekt kan möjligheten att för flera användare jobba i en modell vara en fördel. Detta är möjligt med hjälp av arbete i multi-user mode där en ”master model” är tillgänglig för användarna via Teklas server. Tillfört eller ändrat arbete i modellen syns inte för de andra innan användaren har sparat sin ”working model”, detta gör att kommunikationen mellan alla användare är viktig så att inte flera personer arbetar på samma del i modellen vilket kan leda till konflikter i programmet. Genom att arbeta på detta sätt så behöver man inom projektet inte kopiera och sammanfoga olika filer för att få en komplett modell (Tekla Structures support, 2012).

Referensmodeller

Möjligheten att kunna importera in referensmodeller gör att man kan få en bra grund för att börja modellera på. Referensmodellen kan vara av bland annat formatet IFC eller DWG vilket är intressant för Inhouse Tech då just DWG är det format som de använder sig av i dagens arbetssätt. Detta gör att man vid arbete i både 2D-CAD och Tekla Structures kan återanvända skapat 2D-material för att ha som grund till 3D-modelleringen, i figur 10 visas en 3D-vy där en referensmodell ligger som grund och 3D-objekt har skapats utifrån denna som mall (Tekla Structures support, 2012).



Figur 10 DWG-fil som referensunderlag i Tekla Structures.

Mängdning

Med hjälp av verktyget ”create reports” kan man få ut mängdningslistor av hela modellen eller utvalda delar, vilket kan komma till användning för Inhouse Tech då detta är information som tidigt i ett projekt snabbt måste tas fram för att till exempel kunna ta fram ett pris till ett anbud. Detta underlättar även arbetet för armeringsleverantören som då genom modellen kan få ut all relevant information för armeringen istället för att behöva räkna och mäta i 2D-underlag (Tekla Structures support, 2012).

I figur 11 visas en mängdningsrapport för armeringen i en bottenplatta där information om till exempel vilka typer av armeringsstänger, diameter, längd och vikt som finns.

Report

ARMERINGSFÖRTECKNING (för felsökning) PROJEKT NUMMER: 1 SIDA: 1
 Listar TS internal shape istället för material PROJEKT NAMN: Tekla Corporation DATERING: 24.04.2012

Typ	Num.	Ant.	Shape	Dia.	Len.	a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	R	kg/st	kg/all	
A	24	18	1	12	18420	1842														16.4	294.5	
A	136	8	1	16	18420	1842														29.1	232.9	
B	4	9	2_2	12	2120	1670	500													64	1.9	17.0
B	5	79	2_2	12	2030	1515	565													64	1.8	142.7
B	6	80	2_2	12	1530	1015	565													64	1.4	109.0
B	7	3	2_2	12	2670	2220	500													64	2.4	7.1
B	129	38	2_2	16	2490	1815	750													100	3.9	150.0
B	130	39	2_2	16	1840	1165	750													100	2.9	113.9
C	13	78	4	12	3770	459	2920	459												32	3.3	261.5
C	146	78	4	16	3730	459	2920	459												64	5.9	460.5
D	10	3	3_1	12	2670	2220	500							89						64	2.4	7.1
EX	1	24	5_3	12	1430	562	423	499						89				91	24	1.3	30.5	
F	8	3	3_2	12	2670	2219	499							91						64	2.4	7.1

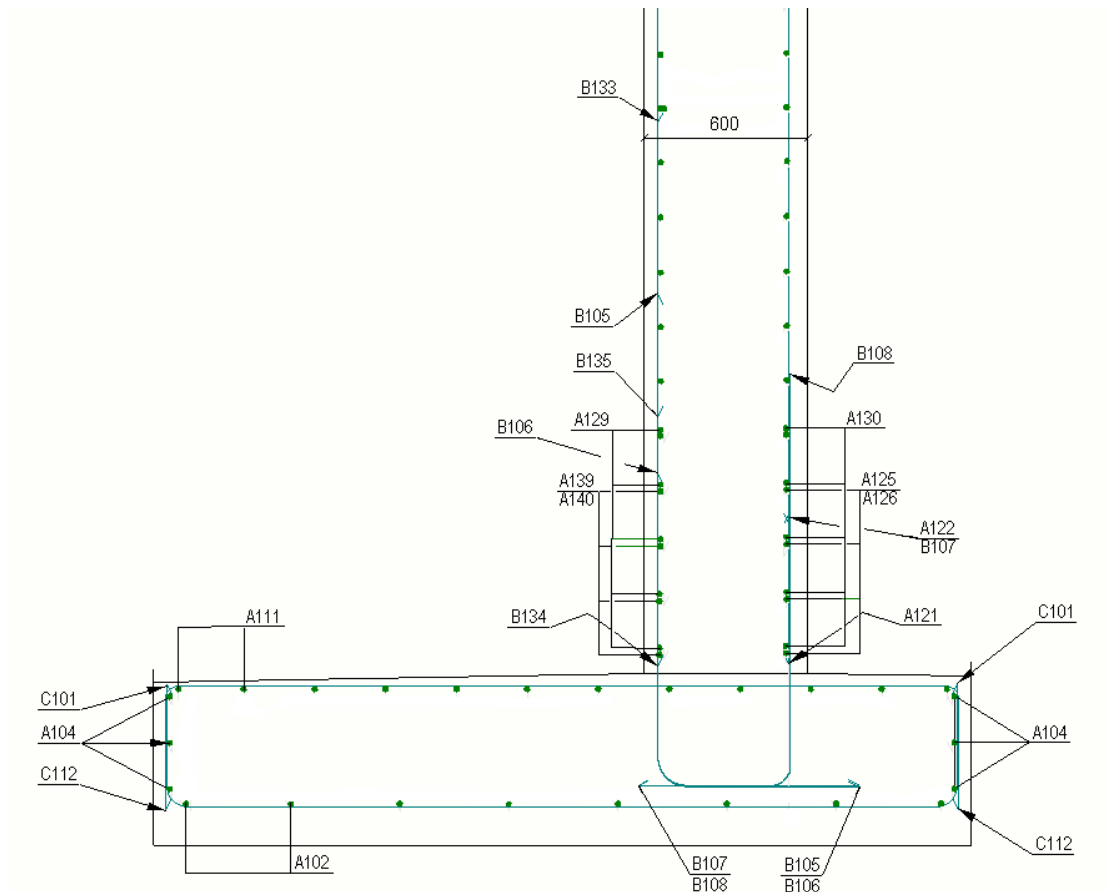
Steg: 1 , Phase 1 Total: 1833.8

Figur 11 Mängdnings rapport på bottenplatta ur Tekla Structures modell.

Framställning av 2D-ritningar

I Tekla Structures finns möjligheten att ta fram 2D-ritningar ur en 3D-modell för att på så sätt återanvända modellinformationen och därmed spara tid. 2D-ritningarna är egentligen en vy tagen ur modellen vilket underlättar eventuellt ändringsarbete då ritningarna uppdateras vid ändringar i modellen. I och med tillgången till 3D-vyer ur modellen så finns möjligheten att lägga in 3D-bilder i 2D-ritningarna vilket lättare kan ge ritningsläsaren en bättre bild av vad ritningarna föreställer.

Det finns många olika inställningar för hur ritningarna ska göras och vilken layout de ska ha, detta gör det viktigt för ett företag som ska ta fram ritningar att arbeta fram grundinställningar för ritningarnas layout, dels för att få ritningarna enhetliga men också för att spara tid. I figur 12 ser vi en ritning framtagen ur bromodellen där layouten har fixats till enligt egna layoutkrav (Tekla Structures support, 2012).



Figur 12 Del av ritning framtagen ur bromodellen.

Pluginprogram

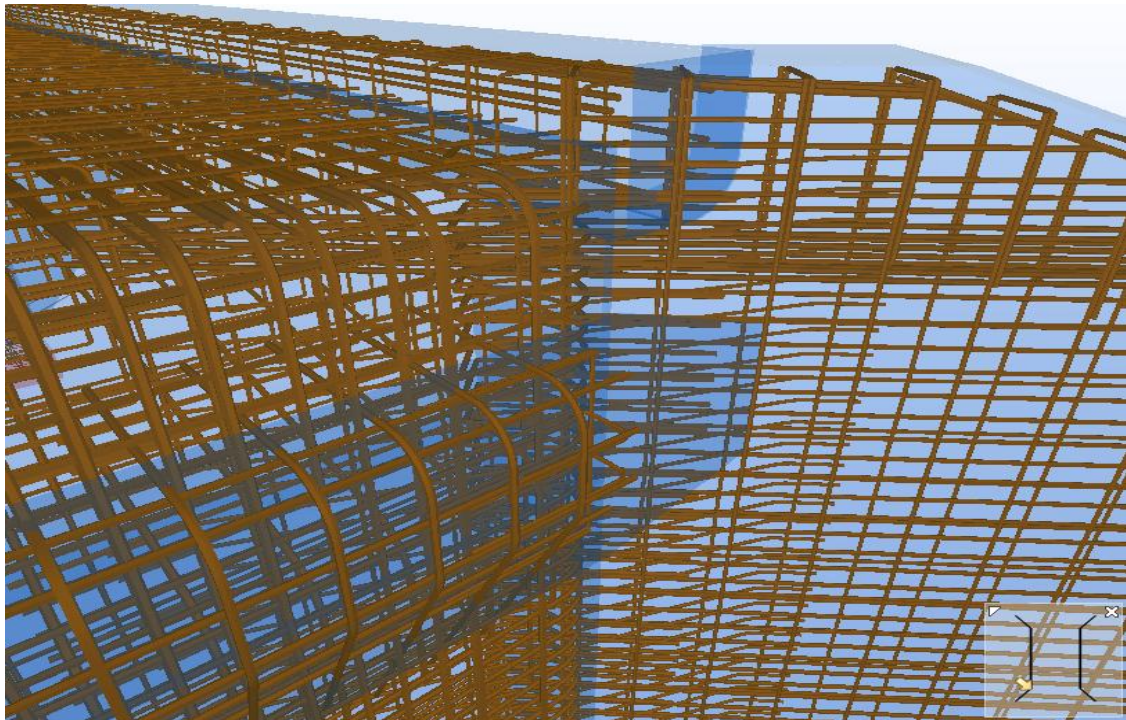
Tekla Structures har möjligheten att anslutas till så kallade pluginprogram vilket möjliggör tillgång till andra verktyg utöver de som redan finns i programmet. Sap2000 är ett beräkningsprogram som gör det möjligt att utföra beräkningar på en modell framtagen i Tekla Structures. Denna modell kan man sedan skicka tillbaka in i Tekla Structures där man kan ändra dimensioner baserat på beräkningen i Sap2000⁸.

Visualiseringsmöjligheter

För det visuella arbetet med en 3D-modell så finns det fler sätt att betrakta modellen än att bara göra det i Tekla Structures där den är framtagen. Solibri Model Viewer är ett program där man kan importera IFC-filer, något som Tekla Structures stödjer för att sedan kunna ta ut olika vyer ur modellen men där också möjligheten att granska och kontrollera objektet utifrån bestämda krav finns. Solibri finns i gratisversioner som gör det lönsamt att använda ute på ett bygge för att få de visuella fördelarna av en modell utan att behöva köpa licenser till programvaror för att öppna en 3D-modell. I figur 13 ser vi en närbild tagen på den modellerade bron, importerad till Solibri Model Viewer⁹.

⁸ <http://www.csiberkeley.com/sap2000>

⁹ http://www.bimproducts.net/bim_solibri_1.htm



Figur 13 *Närbild på brodel i Solibri Model Viewer.*

6 Inventering av användande

För att få en utvärdering av modellen från olika aktörer så har kontakt tagits med både personer från Inhouse Tech men också med personer från företag som är beställare till Inhouse Tech, varav några av är de personer som tidigare tagits kontakt med i form av telefoninterjuver. Vid dessa möten tillkom även andra personer utöver de som vi har talat med innan. Vi ett tillfälle blev även modellen utvärderad av en person som vi inte har varit i kontakt med innan, detta på grund av att han har erfarenhet av att arbeta med en 3D-modell ute i bygget och kan därmed bidra med synpunkter från riktiga projekt.

Utvärderingen ger en personlig bild av vad inblandade personer inom olika delar av ett projekt har för uppfattning av BIM med den modellerade bron som grund. Då programvaran är mycket bredare än vad vi kunde visa så påpekades även detta.

6.1 Inventering av användande hos Inhouse Tech

Inventeringen mot Inhouse Tech grundade sig i att den modellerade bron visades upp och olika verktyg som är intressanta för användning inom företaget presenterades som bland annat Clash kontroll och framtagning av 2D-ritningar. Inställningen till dessa funktioner diskuterades med några utvalda personer varpå VD:n Fredrik Thunströms tycke väger tyngst då han håller i taktspinnen och har mest kontakt utåt med kunderna.

6.1.1 Hur är inställningen till BIM

Åsikterna kring hur BIM kan underlätta arbetsmoment inom Inhouse Tech skiljer sig även om de flesta kan se användningsområden där det kan anammas. Möjligheter att kunna erbjuda entreprenörerna ytterligare information så som armeringsrapporter eller det visuella ses som ytterligare anledning till att därför anamma BIM utöver de egna användningsområdena. Dock finns det en viss skepticism i hur noggrant material kan uppföras och hur det sen ska granskas.

6.1.2 Vad är nyttan med BIM i arbetsprocessen?

Det visuella

När det kommer till möjligheten att kunna se objektet i 3D så tror de flesta att det skulle vara användbart i svårare lägen som vid till exempel spännarmering för att se om armeringen runt om får plats. Enligt Magnus Hansson kan det vara användbart men att sådana situationer inte sker så ofta och att det då inte är lönt (Hansson, M 2012). David Crona tror även att det bli rörigare om man har en modell i 3D men att det mer är personligt med hur van man är att läsa ritningar (Crona, D 2012).

Mängdning

För att snabbt ta ut mängder så tror Fredrik Thunström att en BIM-modell skulle vara användbart vid till exempel ett anbudsskede, speciellt om man har tillgång till en modell från förslagshandlingarna (Thunström, F 2012). Vid framtagning av mängder så tror Magnus Hansson att det skulle komma till nytta för egen del då mängdincitament gäller för ett projekt och för att då spara tid men också för att erbjuda entreprenörerna färdiga armeringsrapporter vilket då blir ytterligare ett

argument att arbeta med BIM (Hansson, M 2012). Dock finns det svårigheter med detta enligt David Crona som menar att Inhouse Tech inte tagit på sig detta ansvar då det oftast blir fel och om man tar fram armeringsrapporter ur en BIM så måste all armering ligga rätt och sedan kunna kontrolleras på något sätt, något som enligt honom kan bli svårt (Crona, D 2012).

Ritningar

Framtagning av ritningar hänger mycket på att grundinställningarna är rätt för att ritningarna ska hålla en viss standard. Att fixa dessa inställningar blir det stora arbetet enligt Pär Mollberg som även menar att det då är bra att man kan exportera ritningsfiler i DWG-format så att man kan komplitera eventuella delar som ej stöds av BIM-programvaran (Mollberg, P 2012). Ett annat problem med ritningarna kan enligt Fredrik Thunström vara att modellen måste vara korrekt för att ritningarna ska stämma (Thunström, F 2012).

Kontroll av krockar

Angående möjligheten att kunna kontrollera krockar med hjälp av verktyget "Clash kontroll" så tror de flesta att detta skulle vara till användning för att identifiera större kollisioner i svårare snitt. Pär Mollberg ser detta som en extra möjlighet att kontrollera modellen (Mollberg, P 2012). När det kommer till mindre krockar så är alla eniga om att denna metod skulle vara överflödigt och att det inte skulle vara lönt att fixa dessa krockar.

Pluginprogram

Vid användning av pluginprogram, här i avseende för beräkningar så tror samtliga av de tillfrågade att det blir svårt. Pär Mollberg menar att de beräkningar som utförs idag görs för hand och med hjälp av exempelvis MathCAD, något som gör att beräkningsgången blir lätt att följa och kontrollera vilket kan bli svårt i beräkningsprogram (Mollberg, P 2012). David Crona hävdar att det skulle bli svårare att göra förenklingar i ett beräkningsprogram som är kopplat till BIM-modellen vilket är något man måste göra för att beräkningsmodellen ska vara hanterbar (Crona, D 2012). Magnus Hansson tror att man först ska anamma själva modellerandet tills det är en inkörd arbetsmetod och att man sen kanske kan börja tänka på om man ska koppla beräkningsprogram till det (Hansson, M 2012).

Kundernas nytta

Beträffande nyttan för Inhouse Techs beställare så menar Fredrik Thunström att det är viktigt då det är de som betalar för tjänsterna. Detta i sin tur grundar sig i att Trafikverket är villiga att betala då det är de som i slutändan betalar för projektet. Därför ligger det största ansvaret hos Trafikverket om en satsning på BIM ska slå igenom i branschen. Då kan vi se den verkliga nyttan då vi vet att vi kan ta betalt (Thunström, F 2012).

Övriga användningsområden

Då det kommer till möjligheten att kunna använda en BIM i förvaltningen så tror både David Crona och Magnus Hansson att det kan bli problem med filformat och möjligheten att kunna öppna dem i framtiden (Crona, D 2012), (Hansson, M 2012). Magnus Hansson menar här att det är upp till Trafikverket att ta ansvar och styra upp användandet med riktlinjer för att användningen av BIM överhuvudtaget ska komma igång (Hansson, M 2012). Detta tror även Fredrik Thunström är svårt då det kommer till att planera för projekt och eventuella vinster för en lång framtid framåt då

förutsättningarna för Trafikverket angående budgetar och politiska beslut hinner ändra sig mycket under en lång tid (Thunström, F 2012).

6.2 Inventering av användande hos Entreprenörer

Inventeringen gentemot entreprenörerna gick till som så att modellen visades upp i Tekla Structures där olika vyer visades men också andra verktyg som kan användas för tänkta behov, till exempel hur man kan få fram all information om all armering i bron. Efter detta så visades en exporterad modell i IFC-format i viewerprogrammet Solibri varpå ett antal frågor ställdes angående modellen och tänkta användningsområden där olika tankar och åsikter diskuterades.

6.2.1 Hur är inställningen till BIM

Den generella inställningen hos entreprenörerna är att en BIM skulle vara till nytta, dels för det egna bruket men också för Inhouse Tech vilket i ett senare skede underlättar för beställaren. Många moment skulle gå smidigare med hjälp av BIM för både det visuella och verktyg för produktionsdata och majoriteten av de tillfrågade på entreprenörsidan hade en positiv inställning till den nya arbetsmetoden och trodde att det var framtiden för infrasektorn.

6.2.2 Vad är nyttan med BIM i arbetsprocessen?

Det visuella

För egen del så tror alla tillfrågade att en modell skulle vara bra för att komplettera 2D-ritningarna. Anders Larsson, Produktionschef på NCC tror även att detta skulle underlätta för oerfarna armeringsmontörer och lärlingar som då lättare kan komma in i ritningsläsningen (Larsson, A 2012). Detta är något Hampus Jakobson, Platschef på Veidekke kan intyga om då de arbetade med en 3D-modell och där arbetet för lärlingarna då underlättades (Jakobson, H 2012). Just för den visuella delen så räcker det enligt alla att man har ett viewerprogram så som Solibri eller BIMsight som Veidekke använder, för att de ska kunna vända och vrida i modellen och visa detta för arbetarna.

Mängdningen

När det kommer till mängdning så är det främst armeringsrapporter som är intressant då man nu oftast skickar detta arbetet till en extern konsult som utför mängdningen. Kan man då istället få armeringsrapporten direkt från konstruktören så slipper man ett steg i informationsflödet och bör därmed kunna minska risken för fel. Även att armeringsleverantören inte behöver räkna för hand minskar risken för fel (Wahlqvist, K 2012).

Ritningar

När det kommer till skillnaden på 2D-ritningar framtagna i 2D-CAD gentemot Tekla Structures så skiljer det sig lite på utformningen då Tekla Structures ritningarna är direkt tagna ur modellen och är modellen då korrigerad utifrån krockar av järn så kommer armeringen inte ligga likadant som på ritningarna från 2D-CAD. Detta gör att Tekla Structures ritningarna är mer ”exakta” eftersom de är redigerade utifrån att

armeringen verkligen får plats, däremot så kan man då se att till exempel de två sista järnen inte ligger med givet cc-mått utan istället ligger närmare varandra. Enligt en del så kan det bli lite rörigt för arbetarna att läsa de exakta ritningarna men att det i slutändan handlar om en vanesak (Persson, R 2012), (Larsson, A 2012).

Enligt andra så är det bra med de exakta ritningarna för att se hur det verkligen ser ut (Wahlqvist, K 2012), (Jakobson, H 2012). Jens Halvardsson, Projektchef på NCC tror även att de mindre krockarna inte behöver rättas till då de är lätta att fixa på plats men att det är bra att kunna se det exakta upplägget i de svårare bitarna för att upptäcka problem (Halvardsson, J 2012). Då layouten går att skraddarsy i princip hur man vill så trodde ingen att detta skulle vara ett problem.

Kontroll av krockar

Möjligheten att kunna upptäcka krockar av järn tror de flesta att det skulle komma till användning men då redan hos konstruktören. Enligt Kenneth Wahlqvist handlar det då mer om att konstruktören kan se svårare snitt och att det ser rimligt ut (Wahlqvist, 2012). Att rätta till varenda armeringsstång i modellen lönar sig nog inte då det fixas lättare ute i produktionen än att konstruktören behöver rätta till allt (Persson, R 2012).

Minska spill

Möjligheten att minska spill till exempel om konstruktören kan se att en del järn blir överflödiga och inte får plats finns, dock är detta inte nödvändigt då spillet idag är väldigt lite. Detta beror på att man oftast kan trycka in dessa ”överflödiga” järn istället för att slänga dem (Halvardsson, J 2012), (Wahlqvist, K 2012). Vid mindre broar så blir inte spillet stort men vid större projekt så skulle det kunna hända att mängderna kommer upp i större volymer så att det skulle löna sig att kunna plocka bort överflödiga järn innan produktionen (Persson, R 2012). När det kommer till spill på grund av fel av armeringsleverantören så skulle detta kunna minska om det kommer direkt från konstruktören då han är mer insatt i utformningen och då man slipper ett ytterligare led där någonting kan gå fel (Jakobson, H 2012).

Globala & lokala koordinater

Då möjligheten finns att kunna ta ut koordinater ur modellen så tror alla att detta skulle kunna komma till användning för bland annat formsättning. Kan formsättaren bara klicka på delar i modellen för att få koordinater så skulle det spara många timmar istället för att räkna för hand (Halvardsson, J 2012). Det skulle även minska risken för att räkna fel men för enklare geometrier skulle det kanske bli överflödigt (Wahlqvist, K 2012).

Färgkodning

Då det kommer till färgkodning av armeringen så ser de tillfrågade olika användningsområden där detta går att anamma. Ronny Persson tror att det skulle vara användbart om man kunde se i modellen med hjälp av färger på järnen hur man ska montera dem (Persson, R 2012). Detta tror dock Kenneth Wahlqvist är svårt då man oftast inte vet exakt i vilken ordning som armeringen ska i. Däremot tror han att det skulle kunna användas vid större leveranser för att lättare se vilken armering som skall placeras var, istället för att läsa lappar med armeringslittera (Wahlqvist, K 2012).

Övriga användningsområden

För övriga användningsområden så finns det ett intresse av att bland annat använda modellen med geografiska förutsättningar och då kanske lättare få ut exaktare information om markarbete som enligt Ronny Persson idag kan vara ganska svårt och som har betydelse då markarbete ofta berör stora summor pengar (Persson, R 2012). Enligt Jens Halvardsson vore även möjligheten att koppla modellen till en tidsplan intressant då man lättare kan utgå från de framtagna mängderna i programmet (Halvardsson, J 2012). Anders Larsson tror även att det finns nytta i att kunna koppla tidsplanen visuellt till modellen så man kan se i vilken ordning saker ska göras, vilket gör det lättare att förklara jobbet för arbetarna (Larsson, A 2012).

7 Analys

En anledning till att broindustrin ligger efter i användandet av BIM jämfört med till exempel husindustrin kan bero på att programvarorna är mer riktade och enklare att använda för prefabricerade objekt, något som är ovanligare inom broprojekt där i stort sett alla broar gjuts på plats. Dock har Tekla lärt sig av broprojekt som bland annat Crusell bron och därmed kunnat utveckla programmet så att det även anpassas mer för broprojekt. Om utvecklingen går framåt och fler broprojekt anammar användningen av BIM blir det enklare att upptäcka nya användningsområden men också att utveckla befintliga verktyg inom programmet.

Till skillnad från broprojekt så har husprojekt fler planeringsdelar av olika aktörer som ska få plats i byggnaden till exempel el och vvs. Detta gör det viktigt för alla aktörer att kunna samla information för att kunna planera utformningen för sitt delobjekt i byggnaden. Detta kan vara en anledning till att husindustrin har sett större nytta i att använda sig av BIM och därmed varit mer intresserad av att implementera det i sin arbetsgång.

Användningen utav en BIM skiljer sig för vilken typ av arbetsgång ett projekt har till exempel utförandeentreprenad eller totalentreprenad men också vilka krav beställaren har till exempel om Trafikverket ställer kravet på att en modell ska användas genom hela projektet. För till exempel en totalentreprenad där en modell används hela vägen kan man tänka sig att Trafikverket tillsammans med en konsult tar fram förfrågningsunderlag i en modell som sedan skickas till entreprenören som kan ta ut information. Modellen kan sedan användas av konsulterna för att arbeta fram färdiga arbetsritningar. Denna noggrannare modell kan sedan användas ute i produktionen och sedan i förvaltningen. I ett sådant projekt används modellen maximalt vilket bör leda till sparade arbetstimmar. Frågan här är hur mycket information Inhouse Tech får från början och hur mycket man måste komplettera förslagsmodellen för att få en färdig modell. Här är det även viktigt att modellen är 100% rätt i varje steg vilket annars kan leda till tvister i överlämnandet. En annan aspekt som måste beaktas är skillnaden i den information som måste vara korrekt vid rättning av arbetsritningar. När man idag tar fram 2D-ritningar så är det pappersritningarna som gäller och inte de DWG-filer som använts och som eventuellt skickas med som extra stöd då dessa inte alltid stämmer exakt med mått och liknande. Detta skulle kunna bli ett problem om Trafikverket vill att en modell ska vara helt korrekt och att man då inte kan "fuska" med till exempel mått som man kan göra idag. Detta kan då kräva en högre noggrannhet i modellerandet vilket då kommer att ta längre tid men av den respons som konstruktörerna bistått angående att använda BIM som juridiskt bindande är många kritiska och menar att de blir svårt att ta på sig ansvar för att konstruera efter modellen.

Om en modell istället skulle användas mellan Inhouse Tech och entreprenören där Inhouse Tech till exempel tar fram 2D-ritningar och mängder och där entreprenören använder modellen ute i produktionen för den visuella aspekten så kanske inte modellen måste stämma fullt ut, bara 2D-ritningarna är rätt och att sen modellen användas som ett hjälpmedel till dessa ritningar.

Majoriteten av entreprenörerna tyckte att det var något svårare att läsa ritningarna ur en BIM men säger också att det bara handlar om vana. När samma fråga ställdes till Inhouse Tech var även där majoriteten positiv till ritningarna och tyckte att de skulle kunna ersätta dagen ritningar. Den positiva inställningen till ritningarna på både konstruktörens och entreprenörens sida kan motivera till att BIM används för att ta fram ritningar. I detta fall bör de ritningar som tas fram stämma överens med modellen så att den kan användas som stöd ute i produktionen. Det kräver alltså en högre noggrannhet på modellen men som tidigare nämnt tycker övervägande delen av konstruktörerna att modellen endast ska skickas med som hjälpmedel vid armeringen och inte vara juridiskt bindande för konstruktionen. I så fall kan 2D-ritningarna korrigeras så att de till exempel stämmer med beräkningarna. Konstruktörerna menar också att ritningarna kan tas ut från modellen i Tekla för att sedan exporteras till CAD där korrigeringarna kan göras för att på så sätt integrera BIM med den arbetsmetod som Inhouse Tech har idag.

Vad beträffar det visuella i 3D tycker samtliga entreprenörer att det är bra att kunna ta egna snitt för att kunna se hur armeringen ligger i svåra sektioner och majoriteten tror att det skulle vara väldigt användbart för oerfarna armerare att se hur armeringen ska ligga i ett 3D-perspektiv för att lättare förstå 2D-ritningarna. Hos konstruktörerna råder det delade meningar där vissa upplever 3D som mer rörigt jämfört med det visuella i traditionella 2D-ritningarna medan andra tycker att det kan vara bra att se om all armering får plats. Att samtliga entreprenörer tycker 3D är bra kan rota sig i att många av hantverkarna inte förstår 2D-materialet lika tydligt som konstruktörerna gör då det är de som upprättat 2D-materialet. Att resultatet skiljer sig inom Inhouse Tech är nog ganska personligt då all konstruktion sker i 2D idag och alla sitter på god förståelse för hur man tolkar dessa men en del tycker det ändå kan vara bekvämt att se det i 3D för att se hur alla järn relaterar till varandra för att på så sätt minska felmarginalen. Av allt att döma av responsen från både konstruktörer och entreprenörer ses 3D som hjälpmedel vid produktion och konstruktion som positivt. Då man kan välja att arbeta efter 2D-material ställs inget krav på de konstruktörer som inte tyckte modellen var till nytta i visuella avseenden. Detta visar på att modellen kan effektivisera produktionen i vissa aspekter och fungera som stöd för konstruktörerna i deras arbete.

I frågan om att få ut mängdning direkt från BIM är samtliga entreprenörer överens om att det finns många sätt som det skulle optimera produktionen, dels slipper de anlita externa armeringsleverantörer utan får armeringsrapporten direkt från konstruktören, vidare påstår de att det minskar risken för fel vid framtagandet av armeringsrapporter och att mycket tid och pengar kan sparas här. När Inhouse Tech fick frågan om de tyckte det var bra att kunna erbjuda tjänsten var det spridda åsikter, några tyckte det kunde vara en extra tjänst som de kan ta betalt för medan andra menar att det blir extra ansvar som de kanske inte ska ta på sig. Att det råder enighet inom entreprenörerna råder det inget tvivel om då de inte ansvarar för armeringsrapportens innehåll vilket är det troliga skälet till att det är delade åsikter hos konstruktören. Trots ovisheten hos Inhouse så går ändå deras VD Fredrik Thunström i godo för att lämna mängder i ett upphandlingskede vilket talar för att även lämna armeringsrapporter till entreprenören. Resultatet visar att om Inhouse Tech erbjöd armeringsrapporter så skulle båda parter tjäna på det.

Att kunna kontrollera krockar mellan armering i modellen var något som huvudparten tyckte var överflödigt i de enklare fall där armering krockar då detta blir onödig tid om detta skulle korrigeras i modellen när det enkelt fixas på plats ute i produktion.

Däremot menar entreprenörerna att det skulle vara bra för konstruktörerna i komplicerade konstruktioner så som spännarmering då armering inte fått plats ute på bygget och entreprenören fått ringa och kontrollera om armering kan flyttas utan att hållfastheten minskar. När samma fråga ställdes till konstruktörerna tyckte även majoriteten av dem att det skulle vara smidigt att kunna kontrollera att armering får plats och i så fall korrigera redan i projekteringen. Dock pekar resultatet från konstruktörer på att scenariot då produktionen tvingas ringa konstruktörerna för att rådfråga då armering måste flyttas inte inträffar särskilt ofta vilket tyder på att det inte finns så mycket tid eller pengar att spara även fast responsen var positiv. Att utfallet av responsen var som det var rotar sig med stor sannolikhet i att de flesta krockar som blev i vår BIM var mellan mindre järn vilket som tidigare nämnts är överflödigt att korrigera och då kollisioner mellan större järn var så pass ovanligt.

I frågan om möjligheten att minska spill med hjälp av att man enklare kan se ifall järn skulle få plats i modellen svarade två entreprenörer att mängden spill ute på bygget är liten och tror därför inte att det skulle spara så mycket material. Samtidigt relaterar två andra entreprenörer detta till att det blir fel i armeringsrapporten och om man fick dessa korrekt skulle det spara material medans den sista påstår att det sker minimalt spill i mindre brokonstruktioner men att i de större skulle kunna sparas in material. En anledning till att svaren blir så pass olika kan vara att många av de tillfrågade har jobbat inom olika stora och små projekt vilket leder till att mängden spill så klart varierar. Men de har även inte haft samma armeringsleverantörer vilket också kan leda till att dessa är mer eller mindre korrekta. Trots den spridda uppfattningen är det klart att större projekt genererar mer spill och eftersom BIM ändå inte idag är lönt att använda på mindre broar så kan det finnas viss materialvinning i större projekt. Dock rör det sig kanske inte om några jättestora volymer men kan ändå ses som en liten effektivisering av arbetsprocessen.

Då det kommer till möjligheten att kunna ta ut koordinater ur modellen så var samtliga av de tillfrågade hos entreprenörerna eniga om att det skulle underlätta arbetet, speciellt vid formsättning. Denna positiva inställning kan bero på att möjligheten att ta ut höjder och koordinater ur en modell är en mer effektiv arbetsmetod gentemot dagens sätt att räkna och mäta för hand. Risken att data skulle bli fel kan då endast bero på att modellen är felmodellerad eller okunskap kring programvaran. Denna möjlighet blir ett steg närmare en effektivare produktion då det gäller tid och minskade fel, något som man alltid strävar efter.

Att färgkoda armering i en modell för att sedan märka armeringen tror de tillfrågade hos entreprenörerna skulle komma till användning, främst för att underlätta stora leveranser av armering och organisationen kring detta. Denna enighet tyder på att dagens metod att markera armering med endast littera är för tidskrävande vid större leveranser då det tar tid att identifiera olika armeringsgrupper och att detta då skulle kunna effektiviseras med hjälp av färgkodning. När det kommer till att markera armering efter monteringsordning så skiljer sig åsikterna kring detta. En entreprenör tror att det skulle vara användbart för att lättare se hur svåra detaljer ska monteras medans en annan tror att det kan vara svårt att i förhand veta exakt hur armeringen ska läggas. Tankarna kring detta användningsområde kan skilja sig på grund av olika typer av erfarenheter utifrån produktionen men också i vilken detaljskala denna markering skulle ske. I större skala är det lättare att veta hur monteringen kommer gå till vilket då gör det mer möjligt att anamma färgkodning för denna användning.

Generellt så är inställningen för BIM positivare ute hos entreprenörerna än inom Inhouse Tech och detta grundar sig främst i att en arbetsmetod med användning utav

BIM inte innebär så stor skillnad i arbetet för entreprenörerna utan ger dem bara mer möjligheter att kunna förenkla och effektivisera produktionen. För Inhouse Tech innebär det dock att arbetsprocessen inom företaget måste planeras om, en process som inte är självskriven och som tar tid och arbete att genomföra. Det innebär även risker då produktiviteten till en början kan räknas med att sänkas i och med inlärnings- och organisationsperioder och då kan det vara svårt att uppskatta det arbete som man kan leverera. När det kommer till ansvar så gäller det även här för Inhouse Tech att tänka om då nya arbetsmetoder innebär andra sätt att kontrollera arbetet, vilket är viktigt då de har ansvar för utgivet material. Detta förklarar till viss del varför det råder en större skepticism inom Inhouse Tech än ute hos entreprenörerna. Att sen BIM inte har slagit igenom stort inom brobranschen beror på att konsulterna måste veta att de kan få betalt för det arbete de utför och här finns det ett problem. Även om entreprenörerna ser användningsområden med BIM så är det inget de i dagsläget är beredda att betala extra för om man ser till helheten då det finns fall där entreprenörer har skickat 2D-underlag till en extern konsult för att få en 3D-modell som då kan underlätta det visuella, något som i sig stödjer användningen utav BIM. Anledningen till att entreprenörerna inte är villiga att betala mer för BIM-material kan grunda sig i att den totala förtjänsten av BIM i produktion är svår att uppskatta vilket leder till att de avvaktar då även dagens arbetsmetod fungerar relativt bra. Som slutgiltig beställare har här Trafikverket en nyckelroll då det är de som kan ställa krav på BIM och därmed betala för det, vilket leder till att BIM per automatik kan användas genom hela projektet. Detta i sin tur leder till att Inhouse Tech får mer betalt för tjänsten medans produktionen effektiviseras och Trafikverket får ut en BIM som sedan kan användas i förvaltning.

8 Slutsats & Rekommendationer

Sett till Inhouse Tech's arbete som idag behandlar mindre och mellanstora broprojekt ger BIM inte den effektivisering gentemot dagens arbetsmetod. BIM har större nyttoeffekter i stora och omfattande projekt som innefattar stora informationsflöden vilket leder till att BIM inte är en metod som behöver tillämpas för att effektivisera deras egen arbetsgång.

För entreprenören finns det däremot många fördelar och tidseffektiviseringar som främjar deras projekt men metoderna som gör entreprenörernas arbetsgång snabbare ger konstruktören mer arbete och ansvar. Dessa extra tjänster som Inhouse Tech kan erbjuda ökar deras möjligheter att tillgodose entreprenörens behov som de behöver för projekt men i dagsläget är det få som är beredda att betala de extra kostnaderna och en del av de som är det söker till exempel kompetens i andra delar av världen för att få det billigare.

Vidare är det få broprojekt idag där Trafikverket ställer krav på en BIM i ett upphandlingsskede och då Inhouse Tech's 2D-baserade arbetsgång idag är väldigt effektiv medför det att Inhouse Tech inte blir konkurrenskraftigare med hjälp av BIM i ett upphandlingsskede utan i stället då dyrare än deras konkurrenter.

Fördelar och nackdelar som framkommit under projektet:

Fördelar

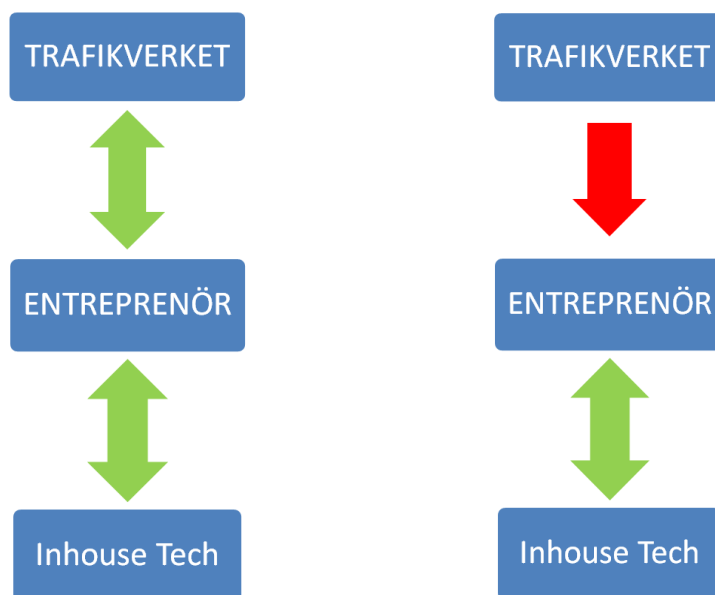
- Underlätta för konstruktören att se misstag i modellen
- Möjligheten att testa nya lösningar på ett snabbt och effektivt sätt
- Lätt att få ut information om varje ingående komponent i form av material, area, längd och så vidare
- Det blir inga felaktiga mått av mätningar i modellen
- Möjligheten att göra kollisionskontroller i modellen
- Möjlighet att exportera modellen till tids, kalkylerings och beräkningsprogram
- Lättare logistik med färgkodning
- Kan ta in andra konsulters 3D-modeller för kontroll
- Kan ta ut snitt och 3D-bilder ur modellen för att lösa svåra monteringar med mera
- Kan skicka hela modellen till beställare, entreprenör och leverantör för visuella ändamål som till exempel rundvandring i modellen

Nackdelar

- Svårt att göra ritningar på exakt det sättet man är van vid och ritningarna behöver ofta korrigeras lite för att stämma överens med kundens önskemål angående ritningslayout
- Höga kostnaden för att implementera BIM i sin arbetsgång då det kräver mycket arbete vid en övergång
- Det kan uppstå problem om alla i projektet inte kan öppna modellen på grund av filformatet den är skapad i

8.1 Är det motiverat att byta till BIM?

Slutsatsen är den att det för tillfället inte är någon nytta för Inhouse Tech att adoptera BIM som arbetsmetod i sina broprojekt. Detta blir aktuellt först när entreprenörerna är beredda att betala för de extra tjänsterna som BIM innebär eller då krav ställs från trafikverket vilket i så fall skulle göra Inhouse Tech konkurrenskraftigare, se figur 14.



Figur 14 (Till Vänster) Trafikverket kräver och betalar för BIM vid upphandling för att användas genom hela projektet. (Till höger) Trafikverket kräver endast 2D-underlag i upphandlingen men entreprenören vill ha BIM i projektet och står då för kostnaden.

8.2 Fortsatta studier

För fortsatta studier så skulle det vara intressant att studera närmare på Trafikverket som nyckelroll och deras arbete för att anpassa och underlätta projekt för arbete med BIM. Här är metoder för att ta fram standarder och regler intressant för att branschen ska få riktlinjer att rätta sig efter.

Som en del i att driva på Trafikverket för användning av BIM så skulle arbete inom förvaltningen kopplat till BIM vara en del att titta närmre på. Kan man här påvisa stora vinningar för broprojekt för flera tiotals år framåt så skulle förmodligen Trafikverket reagera positivt på det.

Ytterligare en aspekt att titta närmare på är hur de företag som utvecklar BIM-programvara arbetar och vad de skulle kunna göra för att hjälpa företag att komma igång med en ny arbetsprocess. Det är viktigt att möjligheterna med programvaran belyses och att exempel på effektivare arbete kan visas då det idag råder en viss osäkerhet om BIM är lönsamt.

9 Referenser

Carlsson, J (2004): *Nyheter Om Stålbyggnad*. Stålbyggnadsinstitutet, nr 3, Stockholm, Sverige, 2004, sid 51-53.

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2011): *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners; Managers; Designers; Engineers and Contractors*. John Wiley & Sons Inc, Chichester, USA, 2011, 626 sid.

Edgar, A m.fl. (2007): *National Building Information Modeling Standard*. National Institute of Building Sciences, Version 1, Del 1 , USA, 2007, 161 sid.

Hardin, B. (2009): *Bim and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*. John Wiley & Sons, Chichester, USA, 2009, 360 sid.

Kim, C m.fl. (2008): *Virtual 3D modeling for optimized bridge construction process*. The 25th international symposium on automation and robotics in construction, Vilnius, Litauen, 2008, sid 496-499.

Klatter, H.E. Van Noortwijk, J.M (2003): *Life-Cycle Cost Approach To Bridge Management In The Netherlands*. 9th International Bridge Management Conference, Orlando, Florida, 2003, sid 179-188.

Lutz, J. Gabrielsson, E. (2002): *Byggsektorns struktur och utvecklingsbehov*. Bygghögskolekommisionen, mars 2002.

McCuen, T.L (2008): *Scheduling, Estimating, and BIM: a Profitable Combination*. American Association of Cost Engineers, Morgantown, USA, 2008, sid 11-18.

Sabol, L. (2008): *Building Information Modeling & Facility Management*. International Facility Management Association, Washington, USA , 2008, 13 sid.

Sebastian, R. (2011): *Low disturbance urban projects through smart manufacturing and building information modelling*. 1st international conference on sustainable intelligent manufacturing, Leiria, Portugal, 2011, sid 37-44.

Tekla Structures support: support.se@tekla.com, Tel: +4621 109 6692012, 2012

Trafikverket (2011): *TRVK Bro 11*. Trafikverket, nr 2011:085, Sverige, 2011, 247 sid

Verma, K. Siewert, T. Beckmann, F. (2006): *Integrated bridge project delivery and lifecycle management*. International Institute of Welding, Bangkok, Thailand, 2006, 10 sid.

Weygant, R.S. (2011): *BIM content development*. John Wiley & Sons Inc, New Jersey, USA (2011), 464 sid.

Zyskowski, P. Valentine, E. (2009): *Turning Building Information into Facility Knowledge*. Applied Software Technology, Atlanta, USA, 2009, 4 sid.

Internetkällor:

Adam Röing: *Projekt och affärer*. WSP nr 4/11, www.wspgroup.com/upload/documents/PDF/Sweden/PA/PA_2011_4.pdf, hämtat 2012-04-15

Göran Nilsson: *Viktigt att skriva avtal om digitala leveranser*. OpenBIM, www.openbim.se/documents/OpenBIM/Infoblad/Avtal_digitala_leveranser.pdf, hämtat 2012-05-05

Matthew Brewster (2011): *IFC made easy*. www.cadalyst.com/collaboration/building-information-modeling/ifc-made-easy-14057?page_id=1, Cadalyst, hämtat 2012-04-27

Mårten Lindström & Rogier Jongeling (2010): *BIM ställer nya krav på juridiken*. Byggindustrin, 2010, www.byggindustrin.com/bim-staller-nya-krav-pa-juridiken__8155, hämtat 2012-05-04

Pantura, Urban strategy: *Tool for interactive spatial planning*. Pantura, www.pantura-project.eu/Downloads/Urban%20Stategy_Pantura%20background%20leaflet.pdf, hämtat 2012-04-11

Muntliga källor

Anders Larsson, Produktionschef NCC: Telefonintervju 2012-03-13, Intervju 2012-05-08, Lödöse 2012

David Crona, Konstruktör Inhouse Tech: Intervju 2012-05-16, Göteborg 2012

Ebbe Rosell, Civilingenjör Trafikverket: Telefonintervju 2012-02-12, Göteborg 2012

Fredrik Indevall, Entreprenadingsenjör Veidekke: Telefonintervju 2012-03-13, Göteborg 2012

Fredrik Thunström, VD Inhouse Tech: Intervju 2012-05-10, Göteborg 2012

Göran Hannrup, Kontraktchef PEAB: Telefonintervju 2012-02-09, Göteborg 2012

Hampus Jakobson, Platschef Veidekke: Intervju 2012-05-14, Göteborg 2012

Jens Halvardsson, Projektchef NCC: Telefonintervju 2012-02-12, Intervju 2012-05-11, Surte 2012

Karin Mehlberg, Civilingenjör Trafikverket: Telefonintervju 2012-02-24, Göteborg 2012

Kenneth Wahlqvist, Projektchef Skanska: Telefonintervju 2012-02-24, Intervju 2012-05-15, Göteborg 2012

Lennart Askling, Civilingenjör Trafikverket: Telefonintervju 2012-02-12, Göteborg 2012

Magnus Hansson, CAD-Konstruktör Inhouse Tech: Intervju 2012-05-21, Göteborg 2012

Max Fredriksson, Konstruktör Inhouse Tech: Intervju 2012-04-11, Göteborg 2012

Pär Mollberg, Konstruktör Inhouse Tech: Intervju 2012-05-23, Göteborg 2012

Richard Andersson, Entreprenadchef NCC: Telefonintervju 2012-02-29, Göteborg 2012

Ronny Persson, Kalkylingenjör Svevia: Telefonintervju 2012-02-09, Intervju 2012-05-08, Göteborg 2012

Figurkällor:

Figur 1: Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2011): *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners; Managers; Designers; Engineers and Contractors*. John Wiley & Sons Inc, Chichester, USA, 2011, 626 sid.

Figur 3: www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/WSP-Sverige/BIM/mer-om-bim/

Figur 4: Strängbetong, www.tekla.com/se/modelltavling-2011/bimmodel3.html

Figur 5: Hallgren, M. (2010): *Delrapport: BRO*. Bygginnovationen, Stockholm, Sverige, 2010, 55 sid.

Figur 6: Klatter, H.E. Van Noortwijk, J.M (2003): *Life-Cycle Cost Approach To Bridge Management In The Netherlands*. 9th International Bridge Management Conference, Orlando, Florida, 2003, sid 179-188.

Figur 7: www.pantura-project.eu/Downloads/Urban%20Stategy_Pantura%20background%20leaflet.pdf

10 Bilagor

10.1 Intervjuer med entreprenörer

Intervju Ander Larsson Produktionschef NCC 2012-05-08

Skulle modellen vara till hjälp ute på bygget som komplement till 2D-ritningar för armering?

– Ja vi har en del lärlingar och armeringsmontörer som saknar den erfarenhet som krävs för att förstå komplicerade armeringsritningar och med en BIM som hjälpmedel kan de lättare förstå 2D-ritningarna, det är även bra med färgerna för att se skillnaden mellan olika järn.

Hur står sig ritningarna från BIM modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Jag tror att vi här är bekvämare med de traditionella 2D-ritningarna men det handlar nog bara om en inlärnings sak när det kommer till att läsa de mer ”exakta” ritningarna.

Finner du nytta med att kunna mängda direkt ur modellen och få ut rapporter med armerings och betongmängder?

– Man skulle tjäna på att kunna mängda direkt ute på bygget men det skulle inte tjäna oss jättemycket tid.

Viewerprogramet Solibri – Räcker detta för att få ut den nödvändiga informationen för armeringen?

– Den räcker bra för att vid till exempel möten med arbetarna för att visa vad som ska göras för dagen.

Skulle det underlätta ute på bygget att ha möjligheten att utföra ”Clash controll” för att se vilken armering som kommer kollidera?

– Inte för oss ute på bygget men det e ju bra att konstruktören kan upptäcka dem innan de skickar ritningsunderlaget till oss på NCC som i annat fall hade upptäckt problemet ute i produktionen, då ringer vi konstruktören för att rådfråga kring hållfastigheten.

Skulle det underlätta om konstruktören kan se armering som inte får plats i BIM-modellen för att minska spill och hur mycket spill förekommer i dagens produktion?

– Vi upplever inte att det blir så mycket spill i produktionen och tror inte att det skulle minska även fast vi viste exakt hur många järn som får plats.

Skulle det underlätta utsättningen om det finns globala koordinater på alla konstruktionsdelar i modellen?

– Det finns nog inte så stor användning av det vid armering men vid placering av formar kan det vara till hjälp och vid geotekniska sammanhang där vi idag använder 3D för att mäta.

Skulle det underlätta om man har färgad armering som matchar de i modellen för att enklare se ordningen som armeringen ska monteras i?

– Det skulle hjälpa vid större projekt där man kan visa hur armeringen ska monteras och i vilken ordning till exempel i vingmurarna där man då kan använda sig av en blå färgkodning.

Finns det några övriga användningsområden där en BIM skulle vara till nytta?

– Att använda modellen ihop med ett tidschema skulle vara till stor hjälp så att man kan se visuellt i vilken ordning järnen placeras in i modellen så att det kan användas på möten där vi ska redogöra för vad som ska göras för dagen. Även att kunna se tekniska lösningar på problem som vi annars måste anlita tekniska konsulter för att lösa.

Intervju Hampus Jakobson Platschef Veidekke 2012-05-14

Hur använde ni modellen utifrån det visuella perspektivet?

– Modellen användes mer som riktlinje då vi märkte att den inte stämde helt med 2D-ritningarna och det är ju 2D-ritningarna som gäller. Ur modellen printade vi 3D-vyer som vi visade tillsammans med 2D-ritningarna för arbetarna. Detta underlättade mycket för nya armerare och lärlingar.

Hur står sig ritningarna från BIM modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Det är bra att man ser det ”exakta” i ritningarna så man slipper oväntade problem. Sen är det bra att man lätt kan lägga till mer information än bara littera till järnen i 2D-ritningarna.

Finner du nytta med att kunna mängda direkt ur modellen och få ut rapporter med armeringsmängder?

– Får vi det direkt av konstruktören så slipper vi att skicka ritningar till en armeringsleverantör och vi kan då hoppa över ett arbetsled och därmed minska risken för fel.

Skulle det underlätta ute på bygget att ha möjligheten att utföra ”Clash controll” för att se vilken armering som kommer kollidera?

– Det är bra för att upptäcka kollisioner av järn som inte går att ändra till exempel C-järn.

Skulle det underlätta om konstruktören kan se järn som inte får plats i BIM-modellen för att minska spill och hur mycket spill förekommer i dagens produktion?

– Idag sker spill på grund av att armeringsleverantören missar något och det krävs erfarenhet för att minska fel. Armeringsleverantören skapade i ett projekt en modell men missa lite så den blev inte exakt. Hade varit bättre om konstruktören gör modellen då han är insatt och även har mer ansvar för de handlingar han tar fram.

Använde ni något viewerprogram?

– Ja vi använde oss av Teklas Bimsight.

Skulle det underlätta utsättningen om det finns globala koordinater på alla konstruktionsdelar i modellen?

– Ja det skulle underlätta för utsättaren om han bara kunde trycka på en konstruktionsdel och få fram koordinater istället för att mäta och räkna fram höjder för hand.

Har ni använt er av färgkodning för att underlätta hanteringen av armeringen?

– Vår armeringsleverantör har markerat järn där de också har haft samma färg i ritningarna men detta har bara gjorts i mindre projekt. Man kan säga att det ännu bara är i en prövofas.

Finns det några övriga användningsområden där en BIM skulle vara till nytta?

– Jag tror det skulle spara många timmar för oss i produktionen om vi slapp trycka in och flytta runt järn i konstruktionen och att istället konstruktören upptäckte dessa svåra snitt själv och flytta om redan innan vi börjar arbetet.

Det skulle kunna vara bra för att konstruktören lätt skulle kunna se otympliga järn och kanske planera utifrån den ergonomiska vinkeln för arbetarna, till exempel skarva ett långt järn. Detta innebär såklart mer jobb och blir i slutet en kostnadsfråga.

Intervju Jens Halvardsson Projektchef NCC 2012-05-11

Skulle modellen vara till hjälp ute på bygget som komplement till 2D-ritningar för armering?

– Ja men det är också bra för konstruktören att se svåra snitt t.ex. spännarmering där det ofta sker krockar så slipper vi de problemen ute i produktion.

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Jag tror att det är bra med de ”exakta” ritningarna och skulle det finnas mindre krockar i dem så är det inga problem för det kan man fixa lätt, problemet är komplexare områden.

Finner du nytta med att kunna mängda direkt ur modellen och få ut rapporter med armerings och betongmängder?

– Om man kan få armeringsrapporter och volymer ”serverat” så är det bra och då slipper man att tillkalla armeringsleverantörer för att räkna på armeringen.

Skulle det underlätta om konstruktören kan se om armering som inte får plats i BIM-modellen för att minska spill och hur mycket spill förekommer i dagens produktion?

– Idag trycker vi bara in de övriga järnen så att de sitter tätare istället för att ta bort dem så där blir inte mycket spill. Däremot skulle antagligen fel i armeringsrapporter minska med en BIM-modell och då skulle man kunna minska spill.

Viewerprogramet Solibri – Räcker detta för att få ut den nödvändiga informationen för armeringen?

– Ja, för oss räcker det att man kan vrida och vända och ta ut snitt ur modellen.

Skulle det underlätta ute på bygget att ha möjligheten att utföra ”Clash controll” för att se vilken armering som kommer kollidera?

– Det kan vara bra att ha en lista på större krockar så man ser hur det ligger.

Skulle det underlätta utsättningen om det finns globala koordinater på alla konstruktionsdelar i modellen?

– Ja det skulle underlätta för formsättarna om de kunde ta ut till exempel olika höjder på delar av objektet. Det skulle spara många timmar istället för att sitta och räkna ut allt för hand.

Skulle det underlätta om man har färgad armering som matchar de i modellen för att enklare se ordningen som armeringen ska monteras i?

– Ja det skulle vara smidigt för som det är nu så tar det tid att leta upp armering och litteran för att veta vad som ska vart.

Finns det några övriga användningsområden där en BIM skulle vara till nytta?

– Om man kan uppdatera 2D-ritningarna genom modellen så är det bra vid till exempel ändringar. Sen skulle det vara lättare att utifrån framtagna mängder göra mer exakta tidsplaner.

Intervju Kenneth Wahlqvist Projektchef Skanska 2012-05-15

Skulle modellen vara till hjälp ute på bygget som komplement till 2D-ritningar för armering?

– Absolut, bra om man kan hantera modellen själv utan att ändra något för att vissa konstruktionen för arbetarna.

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Eftersom att de går att få likvärdiga så är det ingen skillnad på det som framgår. Sen att BIM-ritningarna är exakta gör inget och jag tycker inte det blir rörigare att läsa.

Finner du nytta med att kunna mängda direkt ur modellen och få ut rapporter med armerings och betongmängder?

– Vi utför inte armeringsrapporter själv utan skickar jobbet till en extern person men det skulle kunna minska felet om armeringsleverantören inte behöver göra arbetet för hand utan att vi fick armeringsrapporten direkt från konstruktören.

Skulle det underlätta ute på bygget att ha möjligheten att utföra ”Clash controll” för att se vilken armering som kommer kollidera?

– Det är bra för konstruktören att se komplexa delar där det oftast kolliderar och själv se att det ser rimligt ut.

Viewerprogramet Solibri – Räcker detta för att få ut den nödvändiga informationen för armeringen?

– Det räcker för att kunna visa arbetarna.

Skulle det underlätta om konstruktören kan se armering som inte får plats i BIM-modellen för att minska spill och hur mycket spill förekommer i dagens produktion?

– Det är inte så mycket spill idag, vi räknar att det ligger under 5%. Blir det lite mindre plats än vad det är tänkt så trycker vi ihop armeringen så där finns det inte så mycket att tjäna.

Skulle det underlätta utsättningen om det finns globala koordinater på alla konstruktionsdelar i modellen?

– För lätta geometrier så kan det bli överflödigt. Men annars kan det vara bra att ta ut koordinater för att slippa räkna och mäta för hand. Det minskar även risken för att man räknar eller mäter fel.

Skulle det underlätta om man har färgad armering som matchar de i modellen för att enklare se ordningen som armeringen ska monteras i?

– För montering så är det svårt att veta exakt vilken ordning järnen ska läggas i så där kan det bli komplicerat att införa ett färgsystem. Men för leveranser av mycket järn så kan det vara lättare att fixa så där skulle det kunna gå.

Finns det några övriga användningsområden där en BIM skulle vara till nytta?

– Det vore intressant att se om man kan koppla olika konstruktionsdelar till en tidplan för att se hur de förhåller sig till andra delar.

Jag tror att mycket hänger på Trafikverket om BIM ska slå igenom men de vet nog inte själva hur de ska gå tillväga, dom är intresserade men vill inte budgetera efter det än.

– Den stora användningen som jag ser är för armeringsrapporterna (Dennis Johansson, Projektchef Skanska)

Intervju Ronny Persson Kalkylingenjör Svevia 2012-05-08

Skulle modellen vara till hjälp ute på bygget som komplement till 2D-ritningar för armering?

– En BIM-modell skulle vara ett bra stöd som komplement till 2D-ritningarna då dessa är bekvämare att läsa.

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– De traditionella ritningarna i 2D är lättare att läsa för arbetarna än de ”exakta” som är tagna ur modellen men jag tror att det rör sig om en vanesak från armerarnas sida.

Finner du nytta med att kunna mängda direkt ur modellen och få ut rapporter med armeringsmängder?

– Att kunna få ut mängder ur modellen är klart intressant om man kan få det direkt från konstruktör istället för att anlita en extern konsult som sköter mängdningen åt oss.

Skulle det underlätta ute på bygget att ha möjligheten att utföra ”Clash controll” för att se vilken armering som kommer kollidera?

– Jag tror inte att det lönar sig för konstruktören att korrigera sådana krockar i ritningarna utan det är lättare för armeringsmontörerna att ändra på armeringen när den läggs i, till exempel om två armeringsstänger krockar så är det bara för montören att flytta armeringen en cm (tillåten tolerans) än att det ska uppmärksammas i ritningen.

Skulle det underlätta om konstruktören kan se armering som inte får plats i BIM-modellen för att minska spill och hur mycket spill förekommer i dagen produktion?

– På mindre broar är mängden spill minimal men i ett större projekt skulle spillet kunna minskas om konstruktören har möjlighet att korrigera antalet armeringsstänger till exakt det antal som får plats.

Viewerprogramet Solibri – Räcker detta för att få ut den nödvändiga informationen för armeringen?

– Ja det ger den nödvändiga informationen och skulle vara som tidigare nämnts ett bra komplement till 2D-ritningarna.

Skulle det underlätta utsättningen om det finns globala koordinater på alla konstruktionsdelar i modellen?

– Om modellen kom i ett anbudsskede skulle det underlätta om modellen kan läggas in geografiskt för att sedan kunna beräkna schakt och fyllningsmassor eftersom det finns mycket tid och pengar att spara på markberäkning.

Skulle det underlätta om man har färgad armering som matchar de i modellen för att enklare se ordningen som armeringen ska monteras i?

– Idag har vi färgkodning på armeringen där till exempel armeringen som ska i bottenplattan är gula, men om man har en modell på bygget skulle det självklart underlätta om man kunde se alla färgkodningar i modellen och i vilken ordning de också ska monteras. Detta kanske skulle kunna utvecklas till att en svår detalj monteringsmässigt kan färgkodas så att man vet följdordningen på monteringen vilket skulle underlätta insättningen av armering.

Finns det några övriga användningsområden där en BIM skulle vara till nytta?

– Det är inte alltid som monteringsjärnen tas i beaktning i ritningarna men om det i en BIM-modell blir lättare att se hur olika järn påverkar varandra skulle det kanske bli enklare att beakta monteringsjärnen.

10.2 Intervjuer med Inhouse Tech

Intervju Fredrik Thunström VD Inhouse Tech 2012-05-10

Skulle det visuella vara till nytta för er?

– Det skulle kunna vara bra vid vissa svåra lägen eller svåra projekt till exempel vid spännarmering så att allt får plats.

Skulle möjligheten att ta ut mängder vara till nytta för er?

– Vid anbud är det bra för att fort få ut mängder av betong och armering. Det underlättar då om man får en modell från förslagshandlingarna

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen jämnt emot de traditionella 2D-ritningarna?

– Det blir nog inga problem att fixa i och med alla möjligheter som finns i programmet och att ta fram grundinställningar inom företaget har vi gjort förut. Problemet blir nog sen själva modellerandet.

Skulle ”clash kontroll” verktyget vara intressant för er?

– Ja det är intressant för att se om allt får plats i kompakta ställen men inte alla små krockar.

Skulle pluginprogram för till exempel beräkningar vara intressant för er?

– Det är Trafikverket som först och främst bestämmer vilka programvaror som får användas. Sen måste vi bevisa att programmet räknar rätt vilket är ett problem då det är svårt att bevisa.

Vad ser du för nytta/onytta med BIM?

– Det finns bra användningsområden så som det visuella, ta fram mängder eller arbeta i markmodeller men just nu finns det ingen verklig nytta förens Trafikverket ställer krav så att vi vet att vi får betalt för de extra kostnaderna som arbetet innebär.

Hur viktigt är kundernas nytta?

– Det är viktigt då deras nytta speglar sig i om de är villiga att betala för det eller inte. Det i sin tur grundar sig i om Trafikverket ställer krav på BIM och därmed är beredda på att betala mer. Idag är vi effektiva som vi är så att ändra arbetet inom företaget finns det ingen vits med.

Kan detta öka er konkurrens?

– Ja men det gäller att BIM slår igenom först. WSP ligger idag långt fram med BIM men de har inte kunnat slå sig igenom än då deras arbete innebär ökade kostnader och därmed dyrare anbud. Det kostar även mer om en entreprenör kan erbjuda ”ax till bröd” utan det blir då istället billigare att till exempel skicka 2D-ritningar till Thailand för att få en 3D-modell.

Övrigt

– Jag tror att det är svårt för Trafikverket att tänka 80 år framåt då budgetar och förutsättningar hinner ändra sig mycket. Detta gör det svårare att övergå till BIM då entreprenörerna inte vill betala de extrakostnaderna som blir.

Brobranschen är konservativ och där med ganska låst i och med att företag fortsätter gärna med sitt oftast effektiva arbetssätt.

Intervju David Crona Konstruktör 2012-05-16

Skulle det visuella vara till nytta för er?

– Jag tycker att det blir grötigare att se konstruktionen i 3D och att de vanliga 2D-ritningarna är lättare att läsa men det är ju personligt.

Skulle möjligheten att ta ut mängder vara till nytta för er?

– Det finns ett problem med att vi tar fram armeringsrapporter och det är att det oftast blir fel och då är det vårt ansvar. Det känns svårt att veta om allt ligger rätt i 3D-modellen och blir då svårt att kontrollera.

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Det är viktigt att alla tecken och inställningar blir rätt men annars ser de likvärdiga ut.

Skulle pluginprogram för till exempel beräkningar vara intressant för er?

– Jag tror inte att det är bra då man bör förstå vad man gör vid beräkningar, något som känns svårt att greppa om det sker i 3D, man kan lätt tappa kopplingen då. Jag tror att det är lättare att göra fler fel vid modelleringen vilket då kommer göra beräkningarna svåra. Sen tror jag att beräkningsprogram kan bli för exakt vilket kommer att påverka antalet typer av järn. Idag kan jag vid beräkningar ta hänsyn till lokala moment och ”smeta” ut det över en yta för att då kunna använda samma typer av järn vilket underlättar arbetet i produktionen.

Övrigt

– För förvaltningen så tror jag att det kan vara svårt att planera för en lång tid framåt då det förmodligen kommer att vara svårt att öppna vissa filformat.

Jag tror inte att vi kan ta ansvar för att en modell skickas ut och används av entreprenören då vi inte kan garantera att den stämmer helt.

Intervju Magnus Hansson CAD-Konstruktör 2012-05-21

Skulle det visuella vara till nytta för er?

– Just det visuella vet jag inte om det är till nytta för oss. Det blir lättare att se att all armering får plats istället för att räkna och kolla men det sker inte så ofta så just därför är det nog inte lönt.

Skulle möjligheten att ta ut mängder vara till nytta för er?

– Det blir ju ett argument för att vi ska arbeta med BIM då vi enkelt kan erbjuda armeringsrapporter till entreprenören. Dock har vi undvikit det då armeringsrapporter ofta blir fel så det gäller att modellen stämmer. Ibland så gör vi egna mängdrapporter för oss själva när det kommer till mängdincitament och då skulle det vara användbart då det idag tar ungefär en dag att utföra ett sådant arbete.

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Det verkar lovande i och med att man kan få det tydligt och likt det vi producerar idag. Sen är frågan hur tidskrävande det är och om man kan göra de olika typerna av ritningar som vi gör idag alltså elevationer och snitt. Det handlar väl mer om inställningar så det borde kunna fixas. Sen är det bra att man kan exportera till DWG så man får ut geometrier och armering men att man kan göra layouten i CAD om man vill.

Skulle ”clash kontroll” verktyget vara intressant för er?

– Det skulle kunna komma till nytta för att identifiera större krockar i svårare snitt men mindre kollisioner av armering är nog inte lönsamt att flytta.

Skulle pluginprogram för till exempel beräkningar vara intressant för er?

– Jag tror att det kan bli svårt att följa beräkningarna utan att de mer blir som en massa variabler som går in i en låda och sen kommer det ut ett svar. Men det skulle kunna ligga längre fram i tiden men först tror jag man ska satsa på att bara gå över till själva modellerandet och se hur det funkar.

Övrigt

– När det kommer till förvaltningen så dimensionerar vi broar som ska stå i 120 år och då är det alltid en fråga om filformatet går att öppna så långt fram i tiden. Det känns som att det är Trafikverkets ansvar att styra upp det och även andra riktlinjer för att arbetet med BIM ska komma igång ordentligt på infrasidan.

Intervju Pär Mollberg Konstruktör 2012-05-23

Skulle det visuella vara till nytta för er?

– Jag ser att det finns användning för det då man vill kontrollera att armering får plats men det gäller då för svårare broar.

Skulle möjligheten att ta ut mängder vara till nytta för er?

– Det skulle kunna vara en extra tjänst att erbjuda armeringsrapporter då det är lätt att få ut men då kräver det att man har modellerat allt exakt som det ska vara och det är där det svåra ligger.

Hur står sig ritningarna från BIM-modellen gentemot de traditionella 2D-ritningarna?

– Problemet blir att man ska ställa in hur allt ska se ut istället för att ”bygga” till exempel egna pilar så där ligger ett stort arbete i att fixa grundinställningarna. Sen är det bra att det går att exportera ritningarna till DWG-format så att det finns en möjlighet att ändra ritningarna för hand, detta kan speciellt vara användbart i en uppstartningsfas då man inte kan programvara fullt ut.

Skulle ”Clash kontroll” verktyget vara intressant för er?

– Det kan vara bra då det ger en extra möjlighet att kontrollera modellen. När det kommer till ”lättare” krockar till exempel av två järn som ligger i samma längdled så är det inte lika nödvändigt då det skulle nog inte vara lönsamt att flytta alla dessa krockar.

Skulle pluginprogram för till exempel beräkningar vara intressant för er?

– Jag tror inte att beräkningsprogram kan komma till så stor användning då mycket av beräkningarna idag sker för hand med hjälp av MatchCAD. Detta gör det lätt att kontrollera för att se om man fått rätt resultat, något som kan bli svårt med beräkningsprogram. En annan nackdel med sådana program är att möjligheten för att göra förenklingar vid beräkningar då blir svårare.

Övrigt

– Jag tror att det ligger i tiden att arbeta med 3D men så länge beställarna inte har krav på det så finns det egentligen ingen anledning för oss att byta arbetsmetod.

10.3 Avtal för digitala leveranser 2010

Avtal för digitala leveranser 2010

Version 1.0
2010-04-14

Avtal för precisering av leverans av digital information för avtalat uppdragsresultat i nedan angivet projekt. Avtalet omfattar leveransspecifikation med mottagningskontroll för den digitala informationen samt beställarens användning och nyttjanderätt och leverantören/konsultens ansvar för den digitala informationen.

Förklaringar, se "Instruktion för Avtal för digitala leveranser 2010"

1. Allmänt

- 1 Projekt _____
- 2 Bilaga till uppdragsavtal _____
- 3 Beställare _____ Org.nr _____
- 4 Leverantör/konsult _____ Org.nr _____
- 5 Datum _____

6 2. Leveransen avser (i enlighet med uppdragsavtalet)

7 Skede

- Programhandlingsskede
 Förslagshandlingsskede
 Huvudhandlingsskede/Systemhandlingsskede
 Bygghandlingsskede
 Förvaltningsskede/Relationshandling
 Annat: _____

10 3. Leveransspecifikation av digital information

11 3.1 Förenklad leveransspecifikation

12 Leveranssätt

- 13 Fysiskt media: _____ sparas på ROM -media med
14 Projektserver: _____ datum och entydigt namn
15 Annat: _____

16 Informationens tekniska egenskaper

- 17 Filformat _____ version: _____

18 Informationsinnehåll och informationsmängders övriga egenskaper

- 19 Enligt bifogad förteckning, bilaga _____
20 Annat _____

21 3.2 Utökad leveransspecifikation

- 22 Enligt Bygghandlingar 90, del 8, utgåva 2, enligt bilaga: _____
23 Enligt tillämpningsanvisningar 2010:FFi
24 Enligt annan specifikation: _____
25 Levererad digital information ska vara spårbar

Avtal för digitala leveranser 2010

Version 1.0
2010-04-14

26 4. Mottagningskontroll av digital information

- 27 Kvittens ska lämnas på mottagen leverans
- 28 Mottagningskontroll enligt Bygghandlingar 90, del 8, utgåva 2 "Leveranskontroll"
- 29 Annan mottagningskontroll enl bilaga _____
- 30 Utökad kontrollplan enligt bilaga _____

31 5. Beställarens användning av levererad digital information för avsett ändamål i avtalat uppdrag

- 32 Beställaren avser att använda den digitala informationen anpassad till egna system utan att förändra informationen och/eller informationsstrukturer
- 33 Beställaren avser att använda den digitala informationen anpassad till egna system med möjlighet att förändra informationen och/eller informationsstrukturer

34 *Levererad digital information som undantages från beställarens användning:*

- 35 Enligt bilaga _____
- 36 Annat: _____

37 6. Beställarens rätt att överföra levererad digital information till annan part

Beställarens rätt att överlåta nyttjanderätten till uppdragsresultatet på någon annan regleras enligt ABK 09 kap 7 §7 (se även instruktionen).

- Rätten att överföra nyttjanderätten omfattar även den digitala informationen

38 7. Leverantörens/konsultens ansvar för levererad digital information

39 *Leverantörens/konsultens ansvar för uppdragsresultatet regleras enligt ABK 09.*

Leverantörens/konsulten ansvarar för att den levererade digitala informationen uppfyller kraven enligt kap. 3. Leveransspecifikation i detta avtal

- 39 Ansvaret omfattar all levererad digital information
Konsulten ansvarar för att all s k överinformation tagits bort
- 40 Ansvaret omfattar endast den digitala information som specificerats i leveransspecifikationen. För s k överinformation som kan förekomma tar konsulten inget ansvar

41 *Friskrivning av ansvar för levererad digital information*

- 42 Ansvaret omfattar ej digital information som specificerats i bilaga _____

43 8. Arkivering av levererad digital information

- 44 Beställaren ansvarar för arkivering av den levererade digitala informationen
- 45 Konsulten ansvarar för arkivering av den digitala informationen och förbinder sig att hålla den i läsbar form enligt leveransspecifikationen i år efter avtalsdatum

Avtal för digitala leveranser 2010

Version 1.0
2010-04-14

46 I de fall den digitala informationen utgörs av en eller flera modeller som är sammansatta från flera fackområden har beställaren avtalat om arkivering av denna/dessa med leverantör/konsult för fackområde:

Arkitekt
 Konstruktör
 Annan/andra _____

VS-konsult
 VENT-konsult
 EI-konsult

enligt bilaga: _____

47 9. Övrigt

48 Underskrifter

Ort och datum

Beställare

Leverantör/konsult

namnförtydligande

namnförtydligande