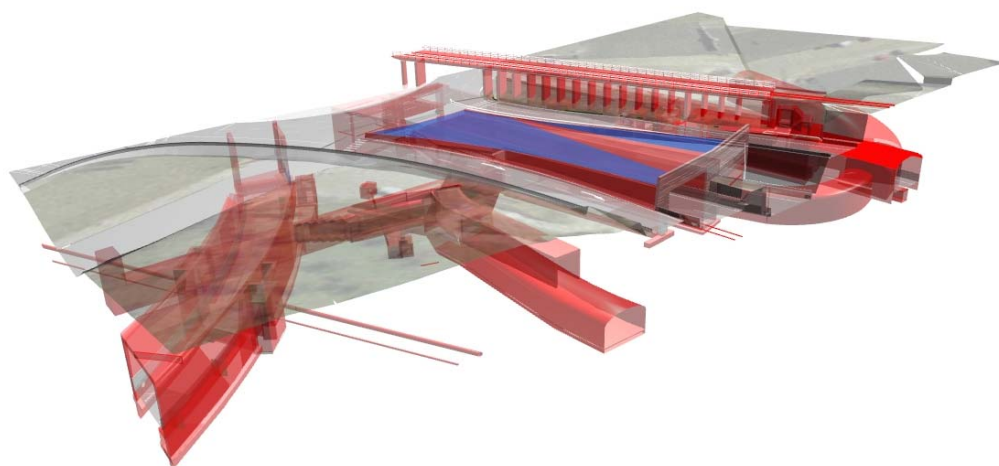


Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller



Henrik Nilsson
Oscar Mårtensson

© Henrik Nilsson och Oscar Mårtensson
Lunds Tekniska Högskola
Avdelningen för byggproduktion
Box 118
221 00 Lund

Tryckt av: KFS Lund

ISRN LUTVDG/TVBP--08/5371-SE

Sammanfattning

Titel:	Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller
Författare:	Henrik Nilsson & Oscar Mårtensson
Handledare:	Mats Persson, Avdelningen för byggproduktion Jens Kindt, Projektör, NCC Teknik
Examinator:	Anders Ekholm, Avdelningen för projekteringsmetodik
Nyckelord:	3D-projektering, 4D-modeller, Anläggningsmodell, BIM, upphandlingsformer.

Utvecklingen inom byggbranschen har traditionellt sett varit trög. Under de senaste åren har dock byggföretag utsatts för en ökad press att effektivisera sitt byggande och framför allt bygga billigare. Ett led i denna utveckling har varit anpassningen mot modellbaserad projektering. Genom att konstruera huset eller anläggningen som en datormodell finns förhoppningen att reducera oklarheter i projekteringsunderlaget, reducera byggfel samt skapa ett bättre underlag för förvaltning.

Inom husbyggnad har detta arbete kommit relativt långt. Vid husprojektering används 3D-modeller med attribut, det vill säga att objekten på ritningen inte bara är linjer utan att information är kopplad till objekten. På så vis kan kostnad och tidplanering knytas till modellen och därigenom skapas ett exaktare underlag jämfört med traditionell projektering. Genom att visualisera byggnaden före produktion kan kollisioner mellan konstruktionsdelar undersökas och åtgärdas redan i projekteringen och därigenom undviks dyra ändringar i byggskedet.

Inom anläggningsbyggande har detta arbete varit betydligt trögare jämfört med inom husbyggnad. Traditionellt sett har processen som leder fram till en färdig produkt varit väldigt strikt uppdelad i en projekteringsfas och en genomförandefas. Detta beror delvis på den konservatism som finns i branschen men även på det sätt som anläggningsprojekt upphandlas. Detta beror på att de största beställarna inom anläggningsbyggande är offentliga och har vanligtvis valt utförandeentreprenader. Utförandeentreprenader skapar barriärer mellan projektören och den utförande entreprenören, vilket inte gagnat utvecklingen inom anläggningsbyggande.

Genom att integrera projektörens anläggningsmodell i produktionen och vidare i förvaltningen skapas möjligheter för effektivisering. Underlaget för produktionen blir mer exakt och planeringen kan utföras noggrannare. Genom att använda

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

anläggningsmodellen för exempelvis maskinstyrning kan resurser i form av manskraft och maskiner användas mer kostnadseffektivt.

För att informationsbaserade modeller skall kunna användas på ett effektivt sätt är det viktigt att specificera exakt vad anläggningsmodellen skall innehålla, hur informationen skall vara strukturerad och i vilket format. Offentliga beställare, måste i egenskap av sin dominerande ställning på marknaden, leda utvecklingen genom att specificera dessa krav för att uppnå maximal nytta av anläggningsmodellen i hela processen, från design till förvaltning.

Abstract

- Title:** Possibilities and obstacles regarding the deliveries of object based information models in civil and underground engineering.
- Authors:** Henrik Nilsson & Oscar Mårtensson
- Supervisor:** Mats Persson, Professor, Department of Building Production
Jens Kindt, NCC Teknik, Malmö
- Examiner:** Anders Ekholm, Professor, Department of Design
Methodology
- Key Words:** 3D-design, 4D-models, BIM, civil and underground engineering, object based information model.

Development within the construction industry has traditionally been slow. However, during recent years construction companies have felt a greater pressure to become more efficient and to lower building-costs. One step in the development has been the adjustment towards the usage of model-based design. By constructing the final product as a computer model, construction companies hope to reduce building errors and create a better template for building administration.

Within housing construction the development towards information based modelling has progressed to some extent and the usage of 3D-models with information attributes are common. This development allows for construction cost and time planning to be tied to the information model, thus creating a more precise base for construction compared to traditional design. Visualisation of the building prior to construction reduces the risk of expensive mistakes such as clashes between building elements.

Within the field of civil and underground engineering progress has been considerably slower. Traditionally, the process leading up to the final product has been firmly divided into a design phase and a construction phase. The reason for this is partly the conservatism through out the business but also because of the way the projects are funded and how contractors are contracted. This has mainly to do with the fact that the dominating clients are municipal or government funded, who traditionally has chosen not to let the contractors lead or participate in the design process. This has created strong barriers between the design consultant and the contractor, which has not contributed to the development of civil and underground engineering.

There is potential to improve project efficiency in both construction and administration processes by integrating the information based model through out the products entire lifespan. The design documentation the construction is based on can,

with the help of information based modelling, become more precise and creates a better template for project planning. By, for example, using the model for machine guidance resources such as machinery and manpower can be used in a more cost efficient manner.

It is most important to have a complete set of specifications concerning information content and how information is structured and presented in order to gain maximum benefit from the information based model. Municipal and government funded clients should, as dominating clients, lead the way and specify the requirements for a information based model in civil and underground engineering.

Förord

Detta examensarbete markerar sluttampen på vår utbildning till Civilingenjörer i Väg och Vattenbyggnad vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet påbörjades i september 2008 och avslutades i januari 2009. Iden till examensarbetet har tagits fram i samarbete med NCC Teknik i Malmö och Stockholm

Vi vill passa på att tacka för den hjälp vi fått av NCC och Jens Kindt. Att få möjligheten att sitta på NCCs kontor i Malmö med alla de resurser som varit till vårt förfogande har varit stimulerande. Vi vill även tacka Mats Persson på avdelningen för byggproduktion, LTH, för hjälpen med utformningen av rapporten. Ett tack går också till alla som ställt upp på intervjuer, vilket varit en central del av vårt arbete.

Henrik Nilsson
Oscar Mårtensson

Malmö, januari 2009.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Innehållsförteckning

Förord	7
Innehållsförteckning	9
1. Inledning	11
1.1 Bakgrund	11
1.1.1 Tidigare forskning	12
1.1.2 Innovation inom anläggningsbyggande	13
1.2 Problemformulering	14
1.2.1 Hypoteser	14
1.2.2 Frågeställningar	14
1.3 Syfte och mål	14
2. Arbetsmetod	15
3 Datorstödd design	17
3.1 BIM (Building Information Model)	17
3.2 3D-projektering	20
3.3 Terrängmodeller	21
3.4 Visualisering och kollisionskontroll	21
3.5 Maskinstyrning	22
3.6 Masshantering	22
3.7 Anläggningsmodell	23
3.8 Dataformat	23
4 Projektledningsteori	25
4.1 Byggprocessen	26
4.2 Planeringstekniker	27
4.3 Critical Path Method (CPM)	28
4.4 GANTT-schema	29
4.5 Line of Balance – diagram	30
4.6 4D-modeller – tidplanering kopplat till en 3D-modell	33
5 Upphandlingsformer	35
5.1 Generalentreprenad	35
5.2 Totalentreprenad	37
5.3 Partnering	38
5.4 Standardavtal	39
5.5 Offentliga upphandlingar av anläggningsprojekt	39
5.6 Vägledande domar	40
5.7 Offentliga upphandlingar av digitala modeller i andra länder	41
6 Resultat av intervjustudie	43
6.1 Intervjuer med beställare	44
6.1.1 Utveckling inom anläggningsbranschen	44
6.1.2 Leveranser av digitala modeller	44
6.1.3 Kompetens inom organisationen	44
6.2 Intervjuer med konsulter	45
6.2.1 Kompetens kring 3D-projektering	45

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

6.2.2 Utvecklingen av verktygen.....	45
6.2.3 Vinster med 3D-projektering.....	45
6.2.4 Hinder för utveckling mot 3D-modeller.....	45
6.2.5 Incitament för bättre projektering.....	46
6.3 Intervjuer med entreprenörer.....	46
6.3.1 Vanliga brister i produktionsunderlag.....	46
6.3.2 Planering i anläggningsprojekt.....	46
6.3.3 Kompetens kring 3D-projektering.....	47
6.3.4 Erfarenheter av maskinstyrning.....	47
6.4 Intervju med Söderdelegationen.....	47
6.5 Intervju med Christian Olsson.....	48
7 Diskussion.....	49
7.1 Nulägesbeskrivning.....	49
7.1.1 Beställare.....	49
7.1.2 Konsulter.....	49
7.1.3 Entreprenörer.....	50
7.2 Möjligheter med en anläggningsmodell.....	50
7.2.1 Utredningsskedet.....	51
7.2.2 Projekteringsskedet.....	51
7.2.3 Produktionsskedet.....	52
7.2.4 Förvaltningsskedet.....	55
7.3 Hinder för anläggningsmodeller.....	55
7.3.1 Tekniska hinder.....	55
7.3.2 Juridiska.....	56
7.3.3 Kulturella.....	56
8 Slutsatser och rekommendationer.....	57
8.1 Möjligheter för krav på anläggningsmodeller.....	57
8.2 Krav på anläggningsmodeller.....	57
8.3 Upphandlingsformer.....	59
9. Rekommendationer och förslag till fortsatt utvecklingsarbete.....	61
10 Reflektion kring examensarbetet.....	63
Källhänvisning.....	65
Figurförteckning.....	65
Tryckta källor.....	65
Elektroniska källor.....	67
Muntliga källor.....	68
Bilaga 1.....	69
Bilaga 2.....	73
Bilaga 3.....	77
Bilaga 4.....	81
Bilaga 5.....	85
Bilaga 7.....	91
Bilaga 8.....	93
Bilaga 9.....	97

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Utvecklingen av datorhjälpmedel inom byggbranschen har de senaste två decennierna gått starkt framåt. Trots ett stort mått av konservatism i byggbranschen har datorstött ritande helt tagit över från traditionellt manuellt ritande. I takt med persondatorns utveckling, med förbättrade grafikegenskaper, har ritprogrammen kunnat göras allt mer avancerade och har kunnat ta steget från den traditionella 2D-modellen till 3D-modell. Steget från att enbart rita med hjälp av datorer till att dra nytta av datorns förmåga att knyta information till det som ritas har dock varit längre. Vid exempelvis kalkylarbete har skalstocken varit det viktigaste verktyget vid framtagning av mängder, något som idag i flera fall kan göras på ett effektivare sätt med hjälp av datorverktyg.

Vinsterna med att använda en 3D-modell vid projektering har varit att problem och fel i projekteringen har kunnat upptäckas i ett betydligt tidigare skede än tidigare, exempelvis kollisionskontroller mellan konstruktionsritningar och installationer¹. Dessutom krävs det nya tag för att pressa ner byggkostnaderna eftersom priserna på byggnadsmaterial stigit markant de senaste åren. Figuren nedan visar prisutvecklingen på ett antal byggnadsmaterial, bland annat betong och armering som är två vanliga material i anläggningsprojekt.

Förändring efter varuslag			
Faktorprisindex för flerbostadshus			
Varuslag	Prisförändring i procent		
	Aug-07	Aug-08	Aug-07
	Aug-06	Aug-07	
Armeringsstål	+22,7	+50,5	
Järn och stål	+12,8	+21,7	
Betongvaror	+7,2	+13,2	
Övrigt byggmaterial*	+6,3	+6,9	
Snickerier	+5,1	+6,3	
Golvmaterial	+0,3	+5,0	
Material för målning	+2,0	+4,5	
Vita varor	+2,6	+3,0	
Elmateriel	+10,0	+2,5	
VVS-material	+8,8	+1,7	
Trävaror	+26,6	-8,1	
S:a för byggmtrl	+8,6	+7,1	

Figur 1. Prisförändringar för byggnadsmaterial²

Utöver nyttan med exempelvis kollisionskontroller kan projektering i flera dimensioner ta hänsyn till tid, kostnad och läge vilket ger många

¹ Jongeling, 2008

² Byggindex, 2008-10-06

användningsområden under hela processen. En modell innebär inte bara geometrisk information utan även parametrar som till exempel tid och kostnad och benämns Building Information Model (BIM). Arbetet kring BIM är ett fenomen som inom husbyggnadsbranschen är under stark utveckling.

NCC har som företag beslutat sig för att satsa på utvecklingen av 3D-modellering i sitt projekt Virtuellt Byggande. Genom att skapa en arbetsplan för implementeringen av 3D-modeller i sitt projekteringsarbete hoppas NCC kunna göra vinster i form av tidsbesparingar och förenklad informationshantering.

1.1.1 Tidigare forskning

Även om det finns en klar avsaknad av forskning kring 3D-projektering och BIM inom anläggningsprojekt har verktygens nyttor inom husbyggnadsprojektering analyserats i ett antal rapporter. Rogier Jongeling lyfter i sin doktorsavhandling *A Process Model for Work-Flow Management in Construction* fram hur planeringsprocessen kan utvecklas i husbyggnadsprojekt genom att mer fokus läggs på när och var olika aktiviteter genomförs. Jongeling föreslår att en 3D-modell av byggnaden utrustas med en fjärde dimension (tid) vilket sedan ligger till grund för planeringsarbetet. Genom att sedan lägga till lägesinformation kan planeringen visualiseras och analyseras på ett effektivt sätt för att undvika onödiga problem i produktionsfasen.³

Jongeling har även författat rapporten *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt* som är ett direkt försök att mäta nyttan av projektering kring en BIM i monetära värden. Rapporten visar att besparingarna i till exempel en totalentreprenad kan uppgå till cirka 5 % av de totala byggkostnaderna.⁴

Ett, för detta examensarbete, intressant projekt genomfördes av NCC vid utbyggnaden av ett VA-ledningssystem i Skog Ekeby i södra Stockholm. Projektet sammanfattades av Christian Cruz Torres i examensarbetet *3D-handlingar, GPS-styrning och VA-moduler* och visar hur kostnaderna kunde minska med cirka 20 % genom utnyttjandet av maskinstyrning och prefabricerade VA-moduler.⁵

³ Jongeling, 2006

⁴ Jongeling, 2008

⁵ Torres, 2008

1.1.2 Innovation inom anläggningsbyggande

Innovation är ett nyckelord i all utveckling inom alla branscher. Svenska företag i olika branschen utsätts idag för konkurrens från nya och annorlunda marknader. Att importera produkter och tjänster från andra länder är en naturlig del i de flesta verksamheter. Konkurrensen från marknader med lägre löner och billigare råvaror kräver att svenska företag effektiviserar alla delar av sin verksamhet.⁶

Byggbranschen har på flera sätt misslyckats med att följa med i denna utveckling, mycket för att byggindustrin inte blivit utsatt för konkurrens på samma sätt som andra industrier. Resultatet av detta är att de kunder som planerar att göra investeringar, i form av exempelvis fabriker och andra anläggningar, har svårt att få maximal ekonomisk effektivitet i sina investeringar och således får svårare att möta den internationella konkurrensen.⁷

Att effektivisera anläggningsbranschen, att ge utrymme för innovationer, är oerhört viktigt för att sänka byggkostnaderna i anläggningsprojekt. Organisationen Förnyelse i Anläggningsbranschen (FIA), initierat av bland annat Vägverket och Banverket med stöd från aktörer i hela anläggningsbranschen, arbetar aktivt med att effektivisera anläggningsbyggandet. Enligt FIA finns två nyckeluppgifter för att effektivisera anläggningsbyggandet. Fia menar att rätt förutsättningar måste skapas och det måste finnas drivkrafter. FIA uttrycker oro för att finansieringsformen och upphandlingsformen som används vid projekt för den offentliga sektorn skapar dåliga förutsättningar för utvecklingen inom anläggningsbyggandet. Även den allmänna uppfattningen att varje projekt är unikt undergräver möjligheter till effektivisering genom bland annat standardiserade metoder och lösningar. FIA anser även att IT- och datasamordningen är svag i branschen, något som enligt FIA borde lösas genom att gemensamma IT-format för hela livscykeln, inklusive drift och underhåll. FIA efterlyser även möjligheter till incitament som en drivkraft i anläggningsprojekt. Genom att i upphandlingen fokusera på att hitta den mest samhällsekonomiska lösningen snarare än det lägsta anbudet ges det möjligheter för innovationer och utveckling. Detta menar FIA kan ske genom övergång till andra upphandlingsformer än general-/utförandeentreprenader.⁸

⁶ Jonsson, 2005

⁷ Ibid

⁸ Söderström, 2007

1.2 Problemformulering

1.2.1 Hypoteser

Vi menar att användning av modellbaserad informationshantering såsom en anläggningsmodell, liknande BIM, är ett viktigt bidrag till ökad effektivisering av anläggningsbranschen liknande den som sker inom husbyggnadsbranschen.

1.2.2 Frågeställningar

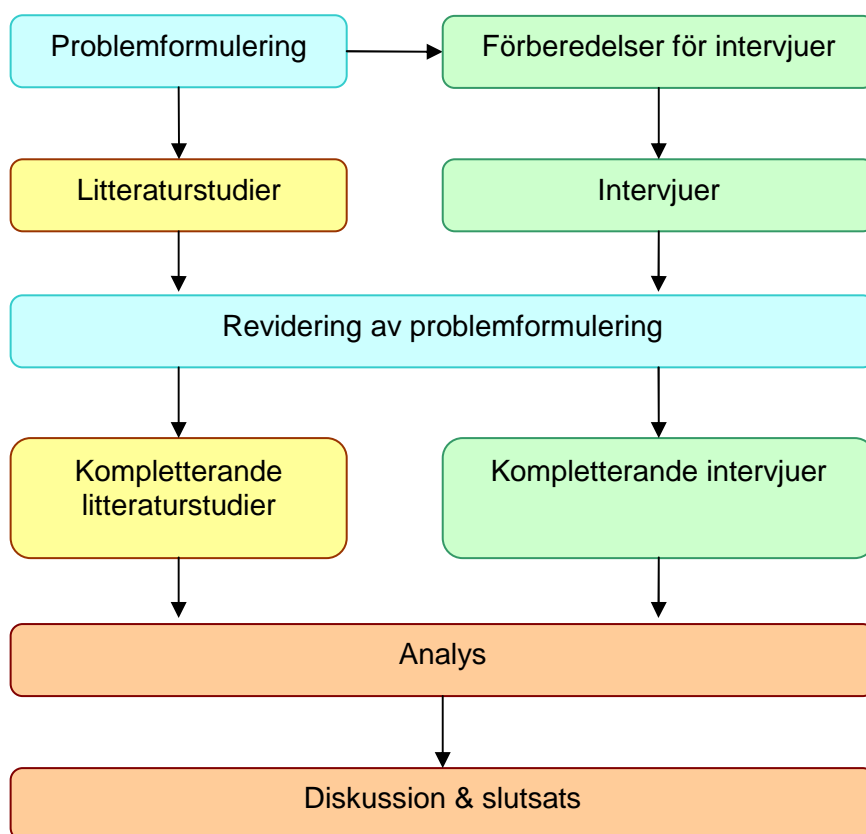
1. Vilka möjligheter finns för användandet av en anläggningsmodell inom anläggningsbyggande?
2. Vilka typer av verktyg finns för 3D-projektering inom anläggningsbyggande?
3. I vilken utsträckning används anläggningsmodeller i dagsläget?
4. Vilka hinder finns i anläggningsbranschen för användandet av en anläggningsmodell?
5. Hur ser byggprocessen ut i anläggningsbyggande?
6. Vilka upphandlingsformer förekommer i anläggningsbyggande?
7. Vilken lagstiftning reglerar offentliga upphandlingar?
8. Vilka planeringstekniker förekommer?
9. Hur ser informationsprocessen ut i anläggningsprojekt?

1.3 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att ta fram underlag för att effektivisera anläggningsbyggande genom att identifiera de möjligheter och hinder som finns för leveranser, det vill säga att beställning görs, av digitala anläggningsmodeller i anläggningsbyggande. Målet med rapporten är att formulera ett antal rekommendationer kring implementeringen av anläggningsmodeller i anläggningsbyggande.

2. Arbetsmetod

Kapitlet arbetsmetod har skrivits för att ge läsaren en förståelse för hur författarnas kunskapsinsamling har skett samt vilka metodval som gjorts för att nå fram till rapportens slutmål. En schematisk bild av arbetet ges i figur 2.



Figur 2. Schematisk bild av arbetsgången

Arbetet tog sin början med en initial problemformulering som togs fram i samarbete med handledare. I problemformuleringen togs en lista med relevanta frågor fram. Syftet med frågorna var att identifiera de möjligheter och hinder som finns för att implementera användandet av anläggningsmodeller i anläggningsbyggande. För att ge en bild av hur byggprocessen ser ut idag och vilka möjligheter som finns genomfördes en intervjustudie med personer verksamma i branschen.

Intervjuer genomfördes med tjänstemän såsom platschefer, projektörer och beställare. Målet med detta var att få en rättvisande bild av processen från idé till färdig produkt. Målet med intervjustudien var att göra en kvalitativ studie, för att uppnå detta var grundfrågeställningen för intervjuerna identisk men frågorna anpassades efter den roll

som den intervjuade har i byggprocessen. Genom att uppmuntra den intervjuade till att tala fritt om sina erfarenheter i ämnet har en rad intressanta åsikter och frågeställningar lyfts fram.

Varje intervju sammanfattades och finns med i rapporten i form av bilagor. Sammanfattningen har delgivits intervjudeltagaren så att eventuella felaktigheter och missförstånd kunnat undvikas.

Vid arbetet med intervjustudien gjordes observationer som ledde till att den initiala problemformuleringen reviderades. Detta ledde i sin tur till att vissa kompletterande intervjuer gjordes för att svara på de nya frågor som uppkommit samt att kompletterande litteratur studerades.

Analysavsnittet har vikts åt att analysera intervjuerna som gjorts och på så vis skapa en bild av hur läget ser ut idag och ge ett underlag till förslag för förbättringar.

I avsnittet diskussion & slutsats redovisas författarnas bild av hur informationsflödet i anläggningsbyggande ser ut idag och vilka förändringar som bör genomföras för att uppnå författarnas vision om framtiden.

3 Datorstödd design

Under 60- och 70-talet kom de första datorhjälpmedlen som skulle komma att ersätta konstruktörens viktigaste hjälpmedel ritplankan. Den största flaskhalsen var brister i datorernas beräkningskapacitet och det var inte förrän på 80-talet som CAD-verktyg (Computer Aided Design) blev tillgängliga för den stora massan. Huvuduppgiften för CAD-verktygen var att tillverka ritningar i två dimensioner och även om programvarorna erbjöd andra funktioner som till exempel mängdning och 3D-modellering var det inte förrän i slutet på 80- och början på 90-talet som dessa sidofunktioner började användas mer frekvent. I takt med utvecklingen av hårdvaran i datorer har CAD-verktygen blivit än mer sofistikerade och idag finns det avancerade programvaror för många branscher och ändamål. Trots detta har man till största del använt verktygen för att producera dokument, i form av 2D-ritningar och manuella mängdförteckningar och därigenom inte utnyttjat den fulla potentialen i verktygen. Utöver verktyg för att ta fram ritningar har andra typer av verktyg tagits fram för andra delar av byggprocessen. Man använder idag IT-verktyg för bland annat bärighetsberäkningar men även vid kalkylering av byggkostnader och i planeringsarbetet.⁹

Den senaste utvecklingen, framförallt inom husbyggnadssektorn, har som mål att en gemensam modell ska skapas för den färdiga produkten som innehåller information för alla discipliner och att alla IT-verktyg i byggbranschen ska följa en standard så att informationsutbyte mellan olika programvaror förenklas. Idag upplever, enligt Ekholm et al, en del konstruktörer problem med just informationsflödet mellan olika programvaror eftersom en gemensam standard saknas. Behovet av en standard är i dagsläget stort om branschen ska kunna utnyttja de verktyg som finns på marknaden.¹⁰

3.1 BIM (Building Information Model)

Det råder stor förvirring kring begreppet BIM. Fenomenet BIM är förhållandevis nytt men innebär i princip samma sak som på 1970-talet introducerades som Building Product Model. På det stora hela innebär båda begreppen att byggnaden (eller någon annan konstruktion) ses som en modell med inlagrad information från hela dess livscykel. Det fundamentala i den modellen är att allt skapas kring objekt, t.ex. byggnadsdelar och utrymmen. Objekten utrustas med olika attribut, exempelvis information om hur och när objektet ska monteras, information som ska kunna tas fram i ett senare skede. Framtagandet och arbetet kring denna modell brukar kallas BIM-modellering.¹¹

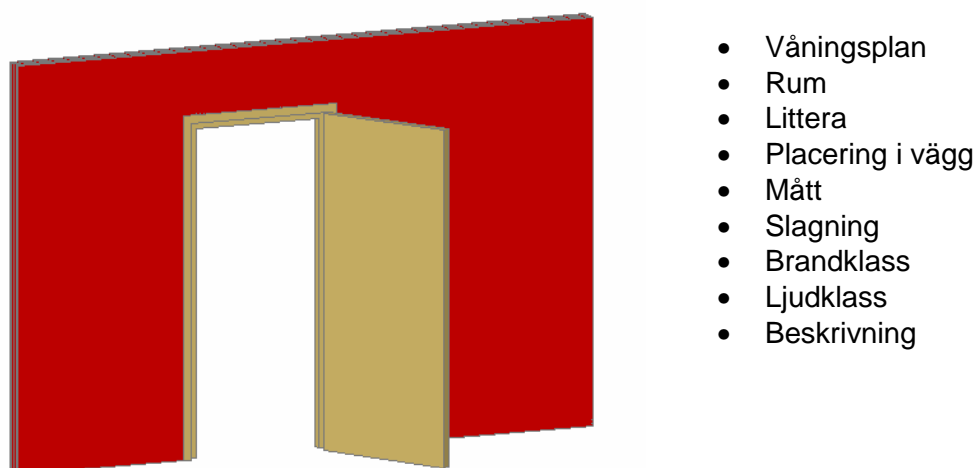
⁹ Jongeling, 2006

¹⁰ Ekholm et al, 2000

¹¹ Jongeling, 2008

Ibland förklaras förkortningen BIM som Building Product Modelling, en definition som innebär att BIM i sig är en process och därmed skiljer sig från Building Product Model. Denna rapport utgår från definitionen att BIM är en modell, alltså resultatet av en process (BIM-modelleringen) där modellen skapas och hanteras med hjälp av olika BIM-verktyg. Det som står i centrum i en BIM är ofta en 3D-modell av konstruktionen, en geometrisk beskrivning. Det som ibland kallas objektsbaserad 3D-modell innehåller, utöver den geometriska informationen, även information som klassificerar de olika objekten.¹² Om en tidplan kopplas till modellen, så att exempelvis information om när ett visst objekt ska beställas eller monteras, kan modellen påstås vara en 4D-modell. En BIM kan spänna över flera dimensioner beroende på vilken typ av information som inkluderas.¹³

Figur 3 är ett exempel på vilka olika typer av information som kan knytas till en dörr i verktyget Autodesk ADT.



Figur 3. Exempel på vilken typ av information en dörr kan ha i Autodesk ADT

Den utveckling som skett på BIM-området har i princip uteslutande varit vigd åt husbyggnad. Ett flertal rapporter från praktiska försök har kunnat visa på ekonomiska vinster då handlingar från olika discipliner sammanfogats i en gemensam modell. Rogier Jongeling menar i sin rapport *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt* att minst 4 % av byggkostnader i husbyggnadsprojekt kan sparas då BIM används istället för traditionell projektering. Den dominerande anledningen enligt Jongeling är att fel i samordningen mellan olika discipliner kan minska med cirka 50 %, fel som upptäcks

¹² Garba & Hassanain, 2004

¹³ Jongeling, 2006

då kollisionkontroller görs i den färdiga modellen. Genom att undvika dessa fel minskar tidsödande produktionsproblem och ändrings- och tilläggsarbeten. Besparingar görs även genom att mängdningsarbetet kan göras med större automatik vilket både blir mer noggrant och effektivare.¹⁴

Inte att förglömma kan en BIM vara en bra grund att bygga ett förvaltningssystem kring förutsatt att modellen konstrueras på rätt sätt. Inom husbyggande börjar förvaltare nu gå över till objektbaserade förvaltningssystem så att förändringar vid exempelvis ombyggnader och renoveringar enkelt ska kunna föras in i modellen vid BIM-modellering. För att ett sådant system ska fungera och vara effektivt gäller det för förvaltaren att bestämma hur informationen i modellen struktureras så att den passar förvaltningssystemet.¹⁵

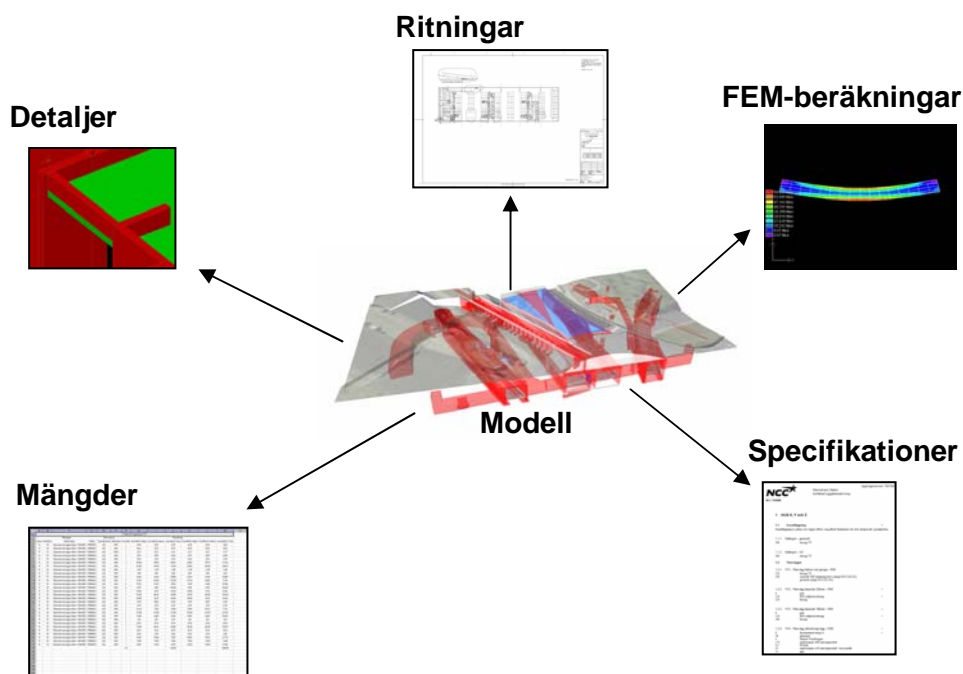
Informationen i en BIM struktureras normalt i en databas. BIM-verktygen filtrerar ut den information som användaren vill ha och presenterar den på det viset som önskas, vilket exempelvis kan vara i form av mängdlistor eller 2D/3D-modeller eller indata för beräkningsprogram. Databasstrukturen möjliggör olika typer av sökningar så att användaren kan hämta precis den informationen som är av intresse¹⁶. Utvecklingen har också på senare tiden gått mot en bättre koppling mellan beräkningar av konstruktionen och utformningen. Exempelvis stöder Strusofts beräkningsprogram för finita-element-beräkningar (FEM) importer från en BIM¹⁷.

¹⁴ Jongeling, 2008

¹⁵ Jongeling, 2008

¹⁶ Ekholm et al, 2000

¹⁷ Strusoft FEM-design, www, 2008-11-06



Figur 4. Olika typer av information i en BIM

3.2 3D-projektering

En fördel med 3D-projektering är att modellen byggs en gång och kan därefter presenteras på flera olika sätt, bland annat som olika snitt för ritningsframställning. Traditionellt har alla snitt ur en konstruktion fått ritas manuellt men kan alltså nu lyftas ut ur en komplett modell. Till skillnad från vid traditionellt ritande uppdateras snittritningar automatiskt då modellen revideras vid exempelvis konstruktionsändringar. En annan fördel med 3D-projektering är, som nämnts tidigare, att arbetet med att ta fram mängdförteckningar blir mer automatiserat. Eftersom objekten, exempelvis en ledning, läggs in i modellen precis som den kommer att byggas i verkligheten fås de exakta längderna och krökningsradierna ut, något som tidigare gjorts manuellt med skalstock. Vid förändringar av konstruktionen uppdateras mängdförteckningen per automatik¹⁸.

Tack vare att projektörerna inom husbyggnad fått upp ögonen för de möjligheter som finns med BIM har mjukvaruutvecklarna fokuserat mycket på 3D-projektering de senaste åren. Autodesk har med sina program AutoCAD och AutoCAD Architectural Desktop dominerat den svenska marknaden under hela 2000-talet¹⁹. Både arkitekter

¹⁸ Novapoint VA, www, 2008-10-18

¹⁹ Samuelsson, 2008

och konstruktörer använder sig av exempelvis Autodesk Architectural Desktop och utnyttjar det 3D-stöd som finns, både i grundversionen och med tilläggsprogram. Det finns flera programvaruutvecklare utöver AutoDesk som tillhandahåller programvaror med stöd för 3D.

Flera projekteringsverktyg som finns på marknaden idag kan på olika sätt hjälpa projektören med den konstruktiva utformningen. Verktygen kan exempelvis stödja olika typer av beräkningar, som traditionellt sätt gjorts för hand eller i specifika beräkningsprogram. Autodesk Civil 3D stödjer exempelvis olika beräkningar för vattenflöde²⁰. Dessutom har andra utvecklare, utöver Autodesk, stora bibliotek av objekt från de populäraste leverantörerna inom exempelvis VA-teknik²¹.

3.3 Terrängmodeller

Just för anläggningsprojekt är terrängmodeller i 3D intressant. I vägprojekt har 3D-modeller av vägområdet tagits fram och använts i flera år för att exempelvis beräkna massbalanser²². Verktygen ger möjlighet att med enkelhet laborera med massbalansen genom att höja, sänka och förflytta väglinjen²³. GIS (Geografiskt informationssystem) har länge använts inom infrastrukturarbete för att ta fram geometrisk och geografisk information för till exempel förundersökningar i infrastruktursatsningar. GIS-databaser är ofta tvådimensionella med exempelvis färgkodning för höjder och ofta går det att göra om dessa modeller till 3D-modeller som kan användas vid 3D-projektering i anläggnings- och/eller infrastrukturprojekt. Inmätning av befintlig mark kan även göras med laserskanning från flygplan och därmed kan stora områden effektivt mätas in.²⁴

3.4 Visualisering och kollisionskontroll

En bieffekt av arbetet kring 3D-projektering och BIM är att den projekterade modellen kan användas som visuellt underlag vid beslutsfattning och presentation för intressenter. Dessutom kan det i produktionen vara nyttigt att få en visuell bild av hur slutprodukten ska se ut som komplement till traditionella ritningar.²⁵

Ett användningsområde som inom husbyggnadssektorn ofta framhävs när BIM förs på tal är kollisionskontroll. Genom att låta verktygen kontrollera när olika objekt är i kollision med varandra kan problem som uppstår i produktionsfasen identifieras och undvikas redan i projekteringen.²⁶

²⁰ Autodesk Civil 3D, www, 2008-11-04

²¹ Novapoint VA, www, 2008-10-18

²² Bengtson, intervju

²³ Novapoint Väg Prof, www, 2008-10-21

²⁴ Eklundh, 1999

²⁵ Jongeling, 2008

²⁶ Ibid

3.5 Maskinstyrning

De senaste åren har bland annat NCC gjort en del försök med maskinstyrning. Tekniken baseras på GPS (Global Positioning System) i kombination med grävmaskinens inbyggda grävsystem. Traditionellt har grävmaskinisten rättat sig efter de anvisningar mätteknikern gjort på arbetsplatsen, ofta i form av fluktpinnar. För att veta att schakt eller återfyllning görs till rätt nivå har man länge utnyttjat olika typer av laser eller totalstationer som en yrkesarbetare kontinuerligt kontrollerar höjden med. Genom att maskinisten med maskinstyrning själv kan göra denna kontroll minskar behovet av en yrkesarbetare. I ett försök NCC gjorde i Skogs Ekeby visade sig maskinstyrningen även öka effektiviteten på grävmaskinen. Framdriften för VA-förläggningen ökade från 12 meter per dag till 40 meter per dag.²⁷

Underlaget, i form av 3D-modeller, tankas in i grävmaskinens maskindator och grävmaskinisten kan enkelt se, antingen i plan eller i snitt, var skopan befinner sig och till vilken nivå det ska schaktas eller fyllas. Skulle något oförutsett inträffa i arbetsområdet kan maskinisten med lätthet förflytta sig till ett annat område, byta modell, arbeta vidare och därmed undvika dyra stillestånd i produktionen. Även om tekniken fungerar bäst med GPS-styrning är det möjligt att utnyttja totalstation, dock med begränsningen att varje maskin behöver en egen totalstation.²⁸

3.6 Masshantering

Inom vägbyggnad används en del verktyg för masshantering och planering vid schaktarbeten. Verktygen syftar till att optimera masshanteringen inom projekten för att minimera onödiga kostnader som kan uppstå vid dålig planering. Verktygen används för att analysera masstransporter så att effektiviteten kan maximeras²⁹. Ett verktyg, som mjukvaruutvecklaren DynaRoad tagit fram, behandlar även planering av arbete. Planeringen presenteras som line-of-balance-diagram (behandlas senare i rapporten) och arbetet kan enkelt följas upp så att eventuella justeringar av resurser kan göras³⁰.

²⁷ Knutson, 2008

²⁸ Ibid

²⁹ Dynaroad, www, 2008-10-21

³⁰ Ibid

3.7 Anläggningsmodell

Vägverket är den enda myndighet som, författarna veterligen, tagit fram förslag för hur en anläggningsmodell skall utformas. Vägverket har dessutom tagit fram liknande dokument för en markmodell. I dokumentet *Krav för upprättande av anläggningsmodell* behandlar Vägverket följande krav:³¹

- Allmänna krav
- Redovisning av kända brister och saknad information
- Krav på noggrannhet
- Krav på innehåll
- Kodning av anläggningsmodell
- Leveransformat
- Krav på leverans av anläggningsmodell

Sammanfattningsvis menar Vägverket att:³²

- En anläggningsmodell skall visa anläggningen i sin helhet
- En anläggningsmodell skall kunna användas för
 - Utsättning
 - Maskinstyrning
 - Mängdförteckning/-reglering
 - Relationshandling/-modell
 - Kontroll och uppföljning

Vägverket kräver att avsaknad av information och andra brister i modellen tydligt ska redovisas. Modellen ska vara i 3D, undantaget objekt som saknar tillräcklig information för att kunna redovisas i 3D, exempelvis befintliga ledningar. Vägverket ställer inga allmänna krav på hur modellen ska kodas utan det ska göras enligt beställarens riktlinjer. Modellen ska levereras tillsammans med tre olika typer av LandXML-filer men modellen i sig ska levereras i det filformatet som projektörens projekteringsverktyg stöder. Vägverket ställer inga krav på vilka projekteringsverktyg som ska användas.³³

3.8 Dataformat

All typ av data är strukturerad på ett visst sätt och olika programvaror strukturerar informationen i olika typer av dataformat (även kallat filformat). Sedan CAD-programmens intåg i byggbranschen har Autodesk kommit att bli en dominerande

³¹ Janmar, 2008

³² Ibid

³³ Ibid

aktör och därmed har Autodesk format, DWG (Drawing), intagit en dominerande marknadsandel³⁴.

LandXML är ett format som fokuserar på anläggningsmodeller och används bland annat för maskinstyrningsmodeller. LandXML utvecklas av bland annat Autodesk och flera ledande företag inom mätteknik och har brett stöd i flera programvaror.³⁵ LandXML är ett försök att fastställa en standard för hur information om terrängförhållande och mätpunkter ska struktureras för att säkerställa en effektiv och pålitlig informationsöverföring mellan olika programvaror³⁶. Ett mått på framgången för LandXML-formatet är att flera lantmäterimyndigheter i Asien och Stillahavsområdet planerar att börja använda formatet som en standard³⁷.

IFC (Industry Foundation Classes) är ett filformat som utvecklas av organisationen IAI (International Alliance for Interoperability) med stöd av flera mjukvaruutvecklare. IFC är ett ramverk, skapat för att överbrygga de problem som finns då information skapad av olika programvaror ska delas mellan olika aktörer³⁸. Målet är att all utveckling av programvaror för branschen ska utgå från de regler som IAI satt upp i arbetet med IFC³⁹. På det praktiska planet innebär en standardisering som IFC att informationsutbytet mellan olika programtyper, såsom CAD, kalkyl och tidplanering, skall kunna göras utan att informationen måste tolkas manuellt på grund av att en del information försvinner längs vägen⁴⁰. Utvecklingen av IFC går ständigt framåt men i dagsläget är inte formatet moget att användas utan eftertanke. Det har visat sig att information försvinner då IFC används för att förflytta information mellan olika programvaror. Det krävs i dagsläget mycket manuell kontroll då IFC används, vilket är tidskrävande⁴¹.

³⁴ Samuelsson, 2008

³⁵ LandXML, www, 2008-10-28

³⁶ Wallace, 2004

³⁷ Ibid

³⁸ Laitinen, 1998

³⁹ Ekholm et al, 2000

⁴⁰ Wikforss, 2003

⁴¹ Erkelius

4 Projektledningsteori

Projekt är en arbetsform som skiljer sig från det som traditionellt kallas löpande verksamhet. Det är inte storleken eller tiden som sätter gränsen för när ett projekt blir ett projekt utan just det faktum att det är tydligt avgränsat i tiden. I byggbranschen är projektbaserat arbete den dominerande arbetsformen just på grund av att arbetet är av tillfällig art, när huset eller anläggningen är uppförd är bygget klart.⁴²

Tonnquist definierar i sin bok *Projektledning* ett projekt som:⁴³

- Bestämt avgränsat mål – unik uppgift
- Bestämd tidsrymd – tidsatt
- Bestämda resurser – egen budget
- Särskilda arbetsformer – tillfällig organisation

Dessa kriterier måste alla vara uppfyllda för att uppdraget skall definieras som ett projekt. För att klargöra för projektledare och övriga inblandade vad projektet syftar till är det viktigt att ha ett tydligt mål.⁴⁴ Eftersom målet för projektet ligger som bas för beslutet att starta projektet är det viktigt att stämma av målet med beställaren så att förväntningar och slutprodukt hamnar på förväntad nivå.⁴⁵

Ett projekt kan sammanfattas som en process med en tydlig början och avslut. Projektarbetet blir olika hårt styrt beroende på hur detaljerad projektprocessen är beskriven, detta påverkar i sin tur kraven på utförandet av uppdraget.

Tonnquist definierar en process som:⁴⁶

- En process är en serie av sammanhängande aktiviteter
- En process förädlar en vara eller en tjänst för att tillgodose ett behov.
- En process har minst en leverantör som levererar indata och minst en kund som är mottagare av utdata.

Syftet med att definiera processer i ett projekt eller att beskriva projektarbetet som en process är att standardisera utförande och på så vis säkerställa att arbetet utförs på ett likartat vis på vid varje tillfälle. Processen dokumenteras i exempelvis kvalitetsdokumentation eller utförandemanualer.

I varje projekt finns en central kärnprocess som beskriver resursfördelning, arbetsgång och deluppgifter som i slutändan skall resultera i en produkt eller tjänst.

⁴² Tonnquist, 2005

⁴³ Ibid

⁴⁴ Ibid

⁴⁵ Winch, 2002

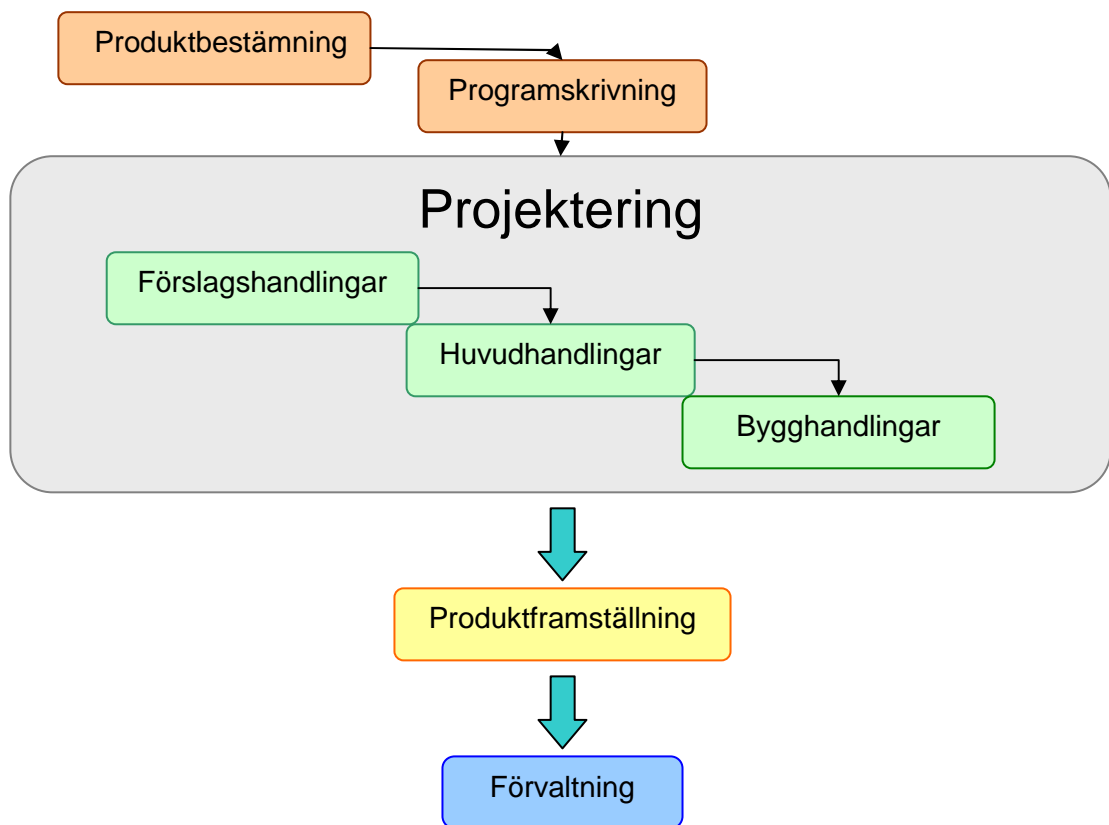
⁴⁶ Tonnquist, 2005

Denna process måste ha hjälp av en rad stödprocesser som syftar till att hjälpa kärnprocessen uppnå sitt mål. En typisk stödprocess är en resursförsörjning eller rekrytering av personal.⁴⁷

4.1 Byggprocessen

Byggprocessen är den process som har till syfte att leverera en byggnad eller anläggning. Det är processen att framställa den färdiga produkten som är kärnprocessen, denna har hjälp av en lång rad stödprocesser som ger delleveranser till projektet och ser till att kärnprocessen blir lyckosam.⁴⁸

En schematisk bild av byggprocessen ges i figur 5 nedan:



Figur 5. Schematisk bild av byggprocessen

Första steget som tas i ett byggprojekt är att kunden utreder sina behov, krav och möjligheter. Dessa inparametrar ligger till grund för en produktbestämning där de

⁴⁷ Tonnquist, 2005

⁴⁸ Ibid

funktionskrav och önskemål kunden har konkretiserats.⁴⁹ Detta skapar grunden för själva byggprocessen som har till mål att leverera en färdig produkt som uppfyller kundens önskemål.⁵⁰

4.2 Planeringstekniker

Planering är en vital del av byggprocessen och existerar på olika sätt i hela kedjan av processer, från idé till färdig produkt. Exakt hur planeringen utförs beror på vilka faktorer som spelar in och hur dessa värderas. Beroende på om fokus ligger på exempelvis ekonomiska aspekter eller tid/resursmässiga aspekter kommer planeringen att se annorlunda ut⁵¹.

Innan en detaljerad tidplan kan tas fram måste ett antal val göras, exempelvis grundläggande teknikval⁵². De beslut som tas i detta skede bestämmer hur projektet kan delas in i mer detaljerade faser. En vanlig metodik att använda sig av är att visualisera projektet i en WBS (Work Breakdown Structure), vilket innebär att projektet bryts ner i olika aktiviteter. Aktiviteternas kopplingar och inbördes beroende ger en fingervisning om i vilken ordning aktiviteterna måste utföras för att arbetsflödet inte ska störas. En WBS kan göras väldigt detaljerad och kan därigenom göras i olika skeden av projektet.⁵³

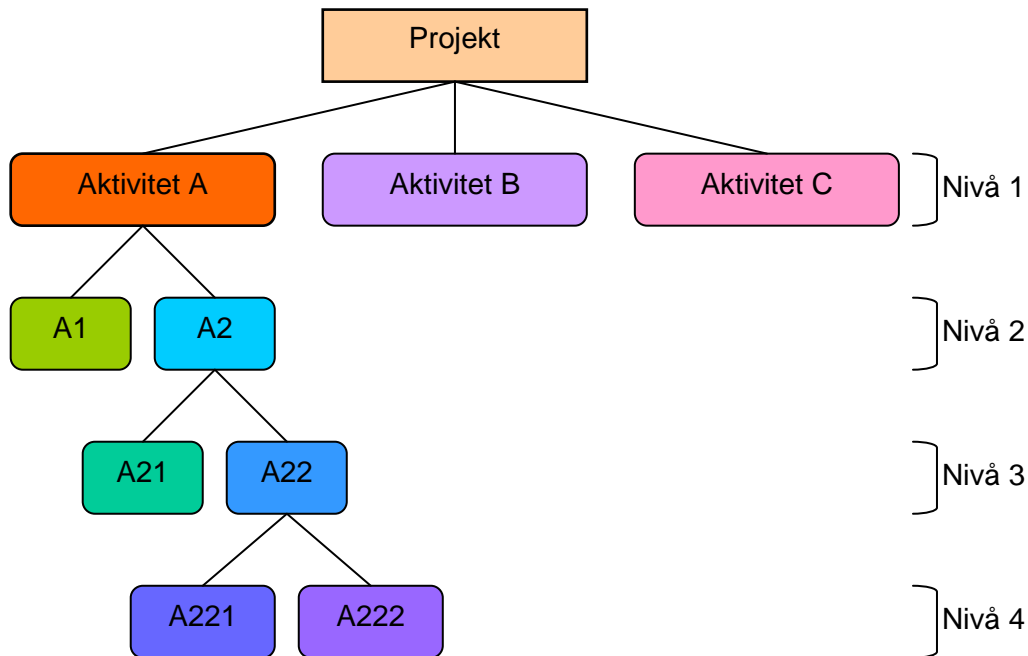
⁴⁹ Bergenudd, 2003

⁵⁰ Nordstrand, 2003

⁵¹ Hendrickson, 2008

⁵² Ibid

⁵³ Jongeling, 2006



Figur6. Exempel på en WBS

4.3 Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method, eller kritisk linje, är en teknik som bygger på att identifiera de beroende som olika uppgifter identifierade i WBS:en har till varandra. Genom att identifiera dessa beroenden kan en kritisk linje skapas, vilken är den kortast möjliga projekttiden enligt de förutsättningar som finns⁵⁴. Metoden beräknas för det mesta på hela projekttiden men kan användas för delprojekt eller enstaka milstolpar⁵⁵. Beroenden kan skapas på ett flertal olika sätt. De vanligaste är: ⁵⁶

Tekniska – En balk skall monteras på bärande stolpar därför måste stolparna resas före balken kan monteras.

Organisatoriska – Golvbeläggningen kan läggas innan taket monteras men skaderisken på golvet ökar om det monteras innan taket.

Rumsliga – Rörläggning och eldraging är två separata aktiviteter men de rör sig ofta i samma utrymme varför de inte kan utföras samtidigt.

⁵⁴ Winch, 2002

⁵⁵ Tonnquist, 2005

⁵⁶ Winch, 2002

Detta ger en rad variabler som kan beräknas med hjälp av datorprogram, beräkningen kan utföras för hand men en aktivitetslista med 1000 punkter skulle ta över en vecka att beräkna⁵⁷. Varje förändring av inparametrar skulle därmed kräva total omräkning av hela systemet.

Varje aktivitet i WBS:en analyseras och får en rad olika parametrar:⁵⁸

- Uppgiften, namn eller kod
- Varaktighet, oftast i dagar
- Tidigaste startdatum, baserat på föregångare
- Tidigaste slutförandedatum, baserat på startdatum
- Senast möjliga slutdatum, baserat på efterföljande aktiviteter
- Senast möjliga startdatum, baserat på varaktighet och senast möjliga slutdatum
- Glapp, skillnaden mellan tidigaste start/slutförande och senast start/slutförande

Baserat på dessa parametrar hittas den längsta sekvensen av aktiviteter där tidigaste och senast möjliga sluttid är ekvivalent, det vill säga att det inte finns någon glapp. Detta bildar den kritiska linjen som är den kortast möjliga projekttiden. I beräkningen av den kritiska linjen kan två vägar väljas; antingen beräknas projektet framlänges eller baklänges. I framlängesberäkning utgår man ifrån startdatumet och då löper man risken att projektet inte möter beställarens tidsram. Vid baklänges beräkning utgår beräkningen från beställarens slutdatum. Risken med i denna typ av beräkning är att allt för stora kompromisser i detaljutformningen tenderar att göras. En av de stora fördelarna är dock att kompetensen hos den som utför planeringsarbetet kan utnyttjas bättre och aktiviteter omfördelas eller tilldelas ytterligare resurser för att bättre passa in i tidplanen.⁵⁹

4.4 GANTT-schema

Ett traditionellt sätt i byggbranschen att visualisera en tidplan är att använda sig av ett Gantt-schema, där horisontella staplar beskriver en aktivitets utbredning över tiden⁶⁰. Exemplet i figur 7 består av tre aktiviteter, där aktivitet A har en högre detaljering än aktiviteterna B och C.

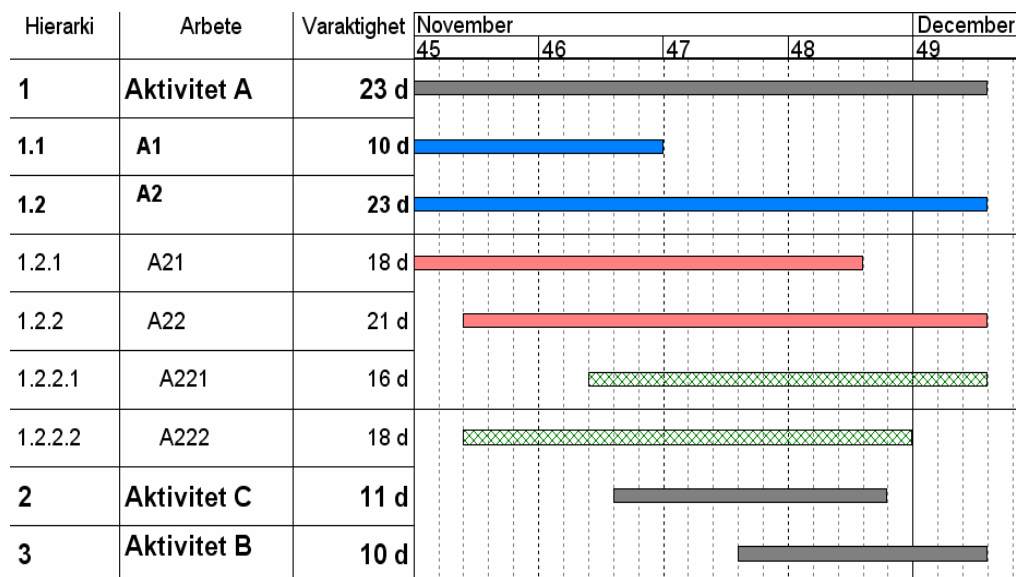
⁵⁷ Ibid

⁵⁸ Ibid

⁵⁹ Winch, 2002

⁶⁰ Hendrickson, 2008

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller



Figur 7. Tidplanering med olika nivåer beskrivet i ett Gantt-schema.

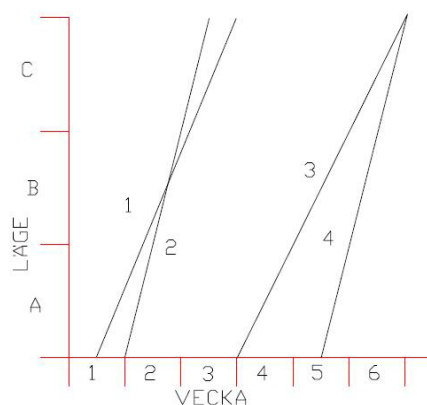
Ett Gantt-schema är ett bra verktyg för att beskriva i vilken fas projektet befinner sig och med fysiska kopplingar mellan aktiviteterna kan revideringar enkelt göras. Fördelen med ett Gantt-schema är att det är enkelt att åskådliggöra tidplanen och kopplingar mellan aktiviteter kan visualiseras. Med ett Gantt-schema kan planeringen göras ner på exempelvis elementnivå, jämför aktivitet A och aktivitet A221 i figur 7. Om aktivitet A beskriver arbetet med den bärande stommen i exempelvis en maskinhall kan aktivitet A221 beskriva installation av prefabricerade pelare i en specifik systemlinje i maskinhallen. Genom att föra in aktiviteter med underaktiviteter kan tidplaner med olika detaljnivå tas fram. Detta är ett snabbt sätt att åskådliggöra relevant information under produktion.⁶¹

4.5 Line of Balance – diagram

Vid redovisning av aktiviteter i ett Gantt-schema kan relationer mellan aktiviteter skapas, det vill säga aktivitet B kan påbörjas då aktivitet A är slutförd. Denna typ av tidplanering tar dock enbart hänsyn till den totala tidsåtgången för aktiviteten. Genom att använda ett Line-of-Balance (LoB) diagram tas det hänsyn till vilka resurser som tilldelats, vilken arbetstakt dessa håller samt var i arbetsområdet de befinner sig. Det är således möjligt att planera in två separata arbeten inom samma arbetsområde utan att riskera krockar. Genom att ta hänsyn till arbetstakten kan parallella aktiviteter planeras in med större noggrannhet. Målet med LoB-planering är att uppnå en utjämnad produktionstakt så att arbetet är jämt fördelat över byggtiden. Effektiviteten på byggsplatsen upprätthålls genom att synkronisera aktiviteterna för att behålla en konstant tid-plats-buffert. Detta skapar utrymme att påbörja nästa aktivitet utan att

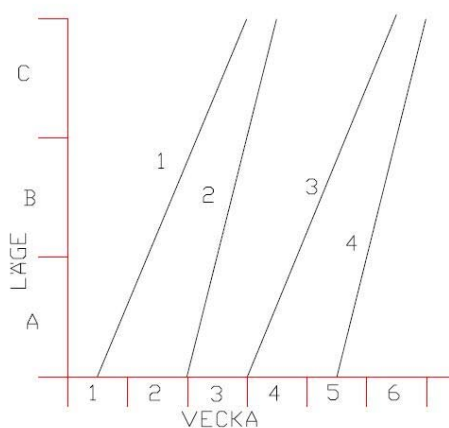
⁶¹ Ibid

behöva vänta på att tidigare aktiviteter ska hinna avslutas. Tidplanen bör följas upp kontinuerligt så att avvikelser kan tas i beaktning och rättas till innan det får följder för övriga aktiviteter. I Figur 8 ser vi att som aktiviteterna är planerad i nuläget kommer de att skapa en kollision mellan aktivitet 1 och 2 då de rör sig i samma arbetsområde.⁶²



Figur 8. LoB diagram⁶³

Genom att tillsätta eller dra ifrån resurser eller flytta starttid kan aktiviteterna planeras in så att krockar undviks⁶⁴, se figur 9.



Figur 9. Reviderat LoB diagram⁶⁵

⁶² Jongeling, 2006

⁶³ Ibid

⁶⁴ Ibid

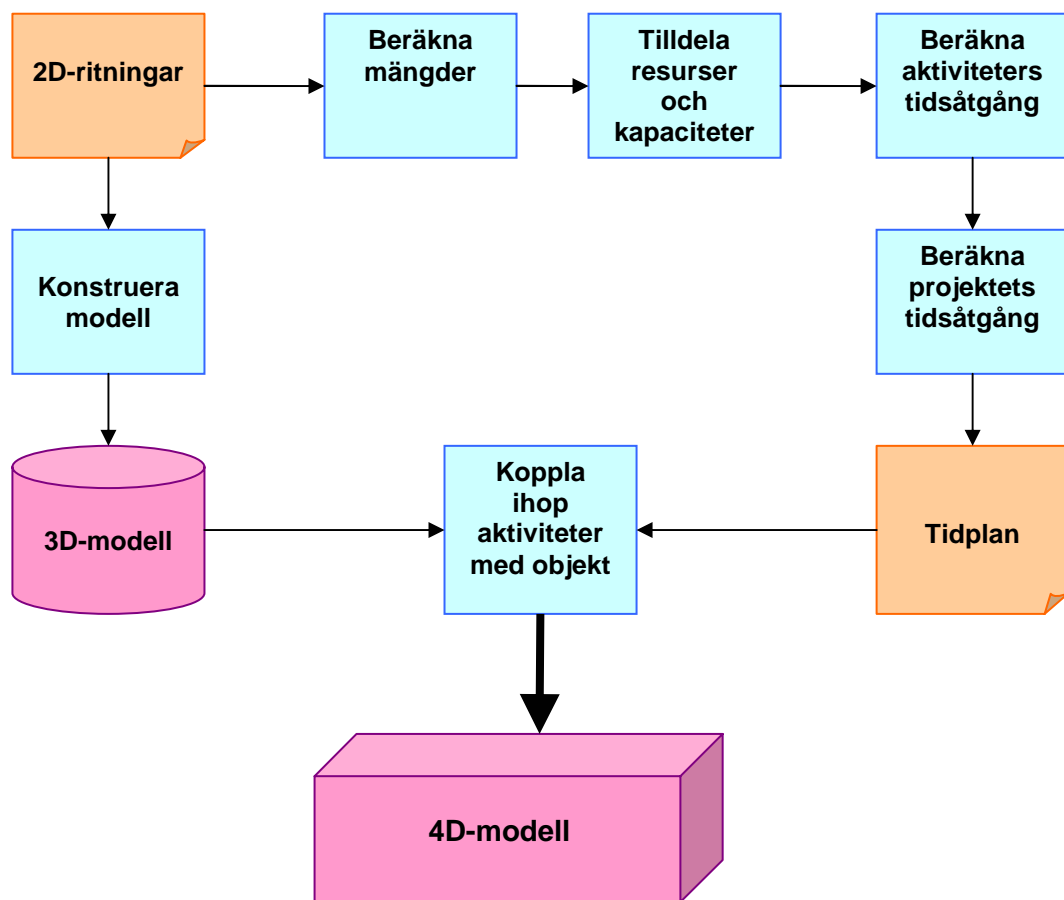
⁶⁵ Jongeling, 2006

Line of Balance optimeringar användes flitigare före datorernas intåg i planeringsprocessen. Tidiga datorer kunde inte hantera den mängd variabler som planeringsmetoden innebar, något som en mänsklig planerare kunde. Under senare år har utvecklingen av både hårdvara och mjukvara gjort det möjligt att använda LOB-optimeringar.⁶⁶

⁶⁶ Arditi et al, 2002

4.6 4D-modeller – tidplanering kopplat till en 3D-modell

Projektering med 3D-modeller eller BIM ger nya möjligheter i och med att information kan kopplas till objekten i modellen. En intressant aspekt inom byggbranschen är möjligheten att koppla tid-information till 3D-modellen och därmed skapa en 4D-modell. Principiellt handlar det om att koppla aktiviteterna i tidplaneringen till objekten i 3D-modellen. Arbetet med att koppla 3D-modellen till tidplaneringen görs manuellt, arbetet följer ungefärligt följande schema:⁶⁷



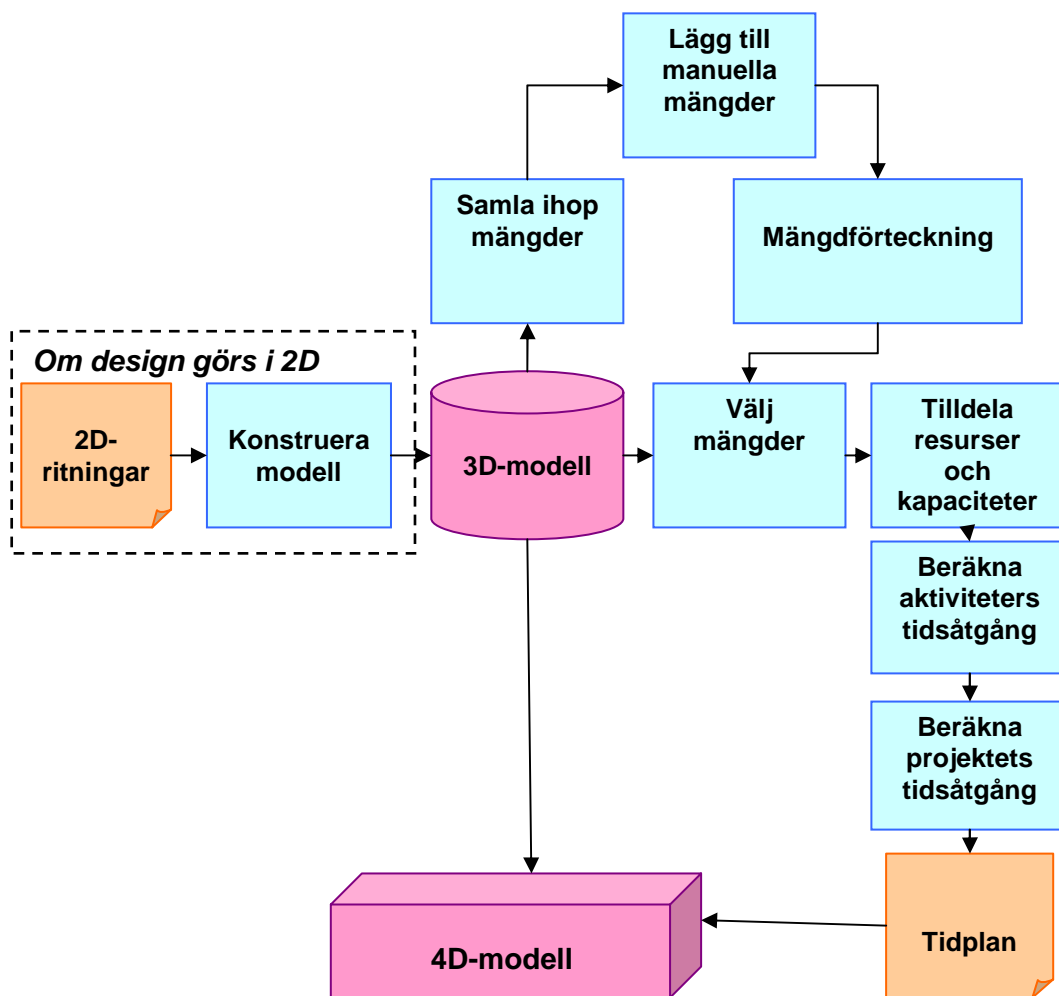
Figur 10. Schema för framtagning av 4D-modell vid traditionell projektering⁶⁸

Flera av de ingående processerna som visas ovan kräver manuellt arbete. Att beräkna mängder kan för närvarande göras i flera CAD-program, men att tilldela resurser och kapaciteter görs ofta i separata program och således krävs handpåläggning. Att skapa

⁶⁷ Tulke & Hanff, 2007

⁶⁸ Ibid

kopplingen mellan objekten i modellen och aktiviteterna i tidplanen är väldigt tidskrävande och kan inte automatiseras i någon högre grad. Då 4D-modellen är skapad kan denna användas för att visualisera hela projektiden. Som visualiseringsverktyg kan brister i planeringsarbetet identifieras och undvikas, men för att utnyttja verktygen för att motivera olika metodval måste 4D-modellen skapas tidigt i projektet. För att ytterligare effektivisera processen med att skapa en 4D-modell kan projektering i 3D utnyttjas. Eftersom mycket information kan lagras in i 3D-modellen kan vissa delprocesser i skapandet av 4D-modellen göras per automatik ur 3D-modellen, se figur 11.⁶⁹



Figur 11. Schema för framtagning av 4D-modell vid 3D-projektering⁷⁰

⁶⁹ Tulke & Hanff, 2007

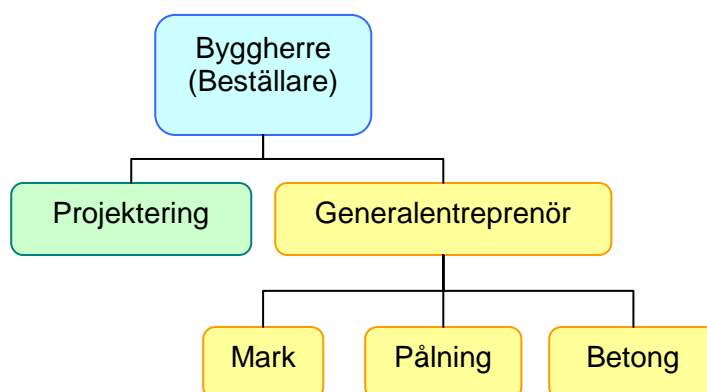
⁷⁰ Ibid

5 Upphandlingsformer

Utgången av ett bygg- eller anläggningsprojekt styrs mycket av del val som görs. Ett viktigt val beställaren står inför är hur projektet ska organiseras och genomföras, alltså på vilket sätt de olika aktörerna ska upphandlas. Det finns ett antal grundprinciper för hur beställaren kan upphandla entreprenörer och olika konsulter. De olika upphandlingsformerna har olika för- och nackdelar, men ger också olika förutsättningar för projektet. De tre avgörande faktorerna som vanligtvis styr detta val är ekonomi, projekttid och risktagande. Det finns ingen upphandlingsform som alltid är optimal, utan valet av upphandlingsform måste ta hänsyn till rådande förutsättning och krav i det specifika projektet.⁷¹

5.1 Generalentreprenad

Ett traditionellt sätt att organisera ett bygg- eller anläggningsprojekt är att låta olika teknikkonsulter ta fram bygghandlingar som beställaren senare använder som underlag vid upphandling av en generalentreprenör. Byggherren skriver två separata avtal för projekteringen och utförande och eftersom resultatet från projekteringen oftast blir det underlag för vilket entreprenörerna baserar sina anbud på skriver beställaren ofta avtal med konsulten innan entreprenören är utsedd. Projektsammansättningen i ett anläggningsprojekt kan se ut som följande:⁷²



Figur 12. Projektorganisation vid generalentreprenad⁷³

Den vanligaste formen av utförandeentreprenad är generalentreprenad och innebär att generalentreprenören enbart ansvarar för att utförandet sker enligt de handlingar byggherren levererar. Eftersom få entreprenadföretag på den svenska marknaden har kompetens eller utrustning för alla typer av arbeten handlar generalentreprenören ofta

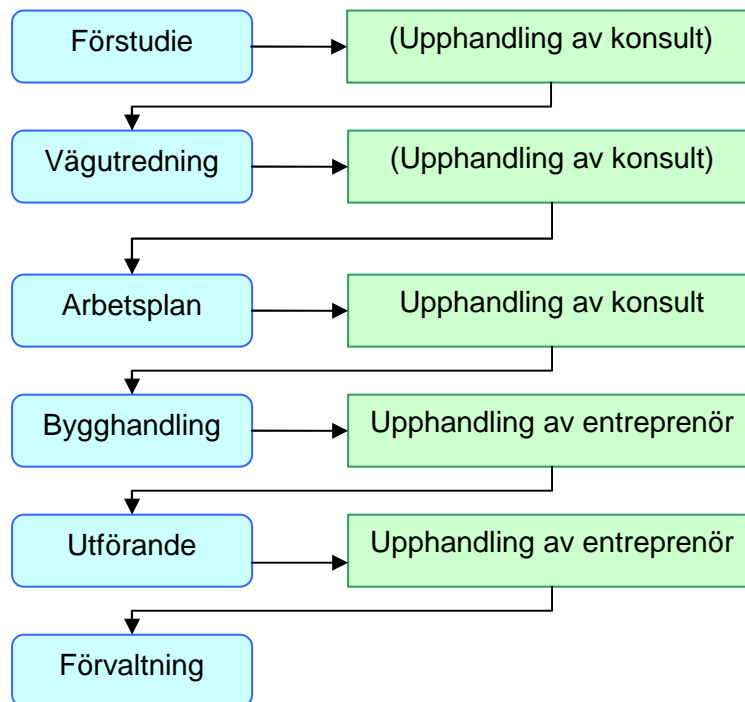
⁷¹ Söderberg, 2005

⁷² Ibid

⁷³ Ibid

upp ett antal underentreprenörer för att klara hela åtagandet. Samordningen under produktionen ansvarar generalentreprenören för, vilket lättar bördan för byggherren. Kännetecknande för denna form av upphandlingar är att byggherren ansvarar för att produktionsunderlaget från projekteringen är korrekt och eftersom vägen mellan projektering och utförande går genom byggherren kan problem uppstå i kommunikationen.⁷⁴ Även i övergången mellan projektering och utförande uppstår ofta problem i kommunikationen mellan projektör och entreprenör, ofta på grund av att det saknas produktionserfarenhet hos projektörerna. Ytterligare ett problem som identifierats vid generalentreprenader är att det finns lite tid för arbetsberedning inför utförandet samt att platschefer ofta inte har någon möjlighet att påverka val som görs i projektering som sedan kan innebära problem i produktionen.⁷⁵

Följande figur är ett exempel för hur upphandlingsprocessen ser ut för ett vägprojekt vid en generalentreprenad⁷⁶. Notera att även förstudie och vägutredning kan utföras av externa konsulter.



Figur 13. Schematisk beskrivning av upphandlingsprocessen i ett vägprojekt⁷⁷

⁷⁴ Söderberg, 2005

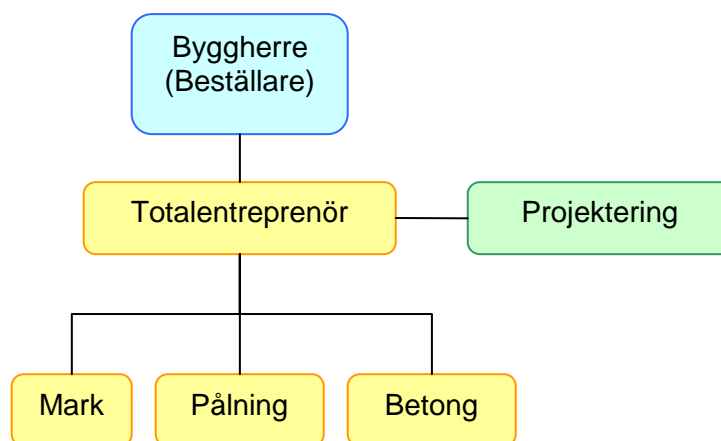
⁷⁵ Jäderholm, 2006

⁷⁶ Persson, intervju

⁷⁷ Ibid

5.2 Totalentreprenad

I en totalentreprenad skriver beställaren endast avtal med en aktör. Totalentreprenörens uppgift är att projektera och producera den produkt beställaren vill ha efter beställarens krav och gällande normer. Kraven kan framföras i form av tekniska krav eller som funktionskrav. Följande figur visar hur en projektorganisation i en totalentreprenad kan se ut.⁷⁸



Figur 14. Projektorganisation vid totalentreprenad⁷⁹

Vid en totalentreprenad finns det större utrymme för alternativa tekniska lösningar som kan leda till en bättre lönsamhet eller kvalitet.⁸⁰ Beställaren kan dock begränsa entreprenörens valmöjligheter av tekniska lösningar genom att kräva att projekteringen följer någon form av teknisk handbok som exempelvis beställaren⁸¹. Det är ändå så att totalentreprenader ger större utrymme för entreprenören att introducera nya tekniker och lösningar⁸². Projektformen ger även en bra möjlighet för ett bra samarbete mellan projektör och entreprenör eftersom båda aktörer finns med i hela processen och därmed får chansen att påverka olika val som kan få stor betydelse i ett senare skede.⁸³

FIA har i sitt arbete med att effektivisera anläggningsbranschen upptäckt att andelen totalentreprenader är för låg i anläggningsbranschen, vilket missgynnar utvecklingen.⁸⁴

⁷⁸ Söderberg, 2005

⁷⁹ Ibid

⁸⁰ Ibid

⁸¹ Persson, intervju

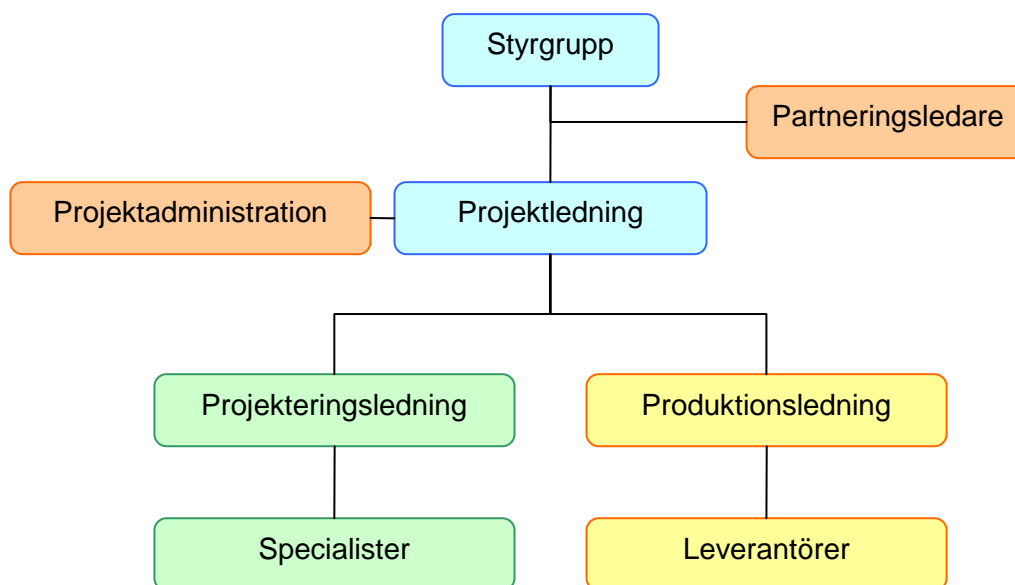
⁸² Söderberg, 2005

⁸³ Persson, intervju

⁸⁴ Söderström, 2007

5.3 Partnering

Partnering är en form samverkansentreprenad som bland annat NCC profilerar sig med och driver framåt. Nyckelord i partnering, enligt NCCs modell, är gemensamma mål, gemensamma aktiviteter och gemensam ekonomi. NCC visar i sin beskrivning av partnering följande projektstruktur som en grund för partnering.⁸⁵



Figur 15. Projektorganisation i partneringprojekt⁸⁶

Syftet med projektformen är att riva ner barriärerna mellan olika aktörer i projekten och istället se till projektets bästa. Projekten ska genomföras bättre genom att aktörerna är öppna och ärliga mot varandra och att man tillsammans skall ge utrymme för innovativa lösningar för att sänka byggkostnaderna och höja kvaliteten i slutprodukten.⁸⁷ Partnering ställer stora krav på både beställarorganisationens och entreprenörens kompetensnivå⁸⁸ men har i ett antal projekt hos NCC visat sig vara en bra arbetsmetod⁸⁹.

⁸⁵ NCC Partnering, www, 2008-11-02

⁸⁶ Ibid

⁸⁷ Ibid

⁸⁸ Söderberg, 2005

⁸⁹ Wara, 2008

5.4 Standardavtal

Beroende på upphandlingsformen som väljs i ett projekt får de olika aktörerna olika ansvarsområde. Då tvister kan uppkomma på grund av olika anledningar måste ansvarsförhållanden beskrivas på ett sätt så att tvister ska kunna undvikas. Ett antal standardavtal har inom byggbranschen tagits fram som grunder för de juridiska avtal som ingås mellan parterna i bygg- och anläggningsprojekt. Avtalen baseras mångt och mycket på de entreprenadformer som används i branschen.⁹⁰ Tre viktiga avtal för anläggningsprojekt är:

- Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings och installationsentreprenader (AB), senaste version från 2004
- Allmänna bestämmelser för konsultuppdrag (ABK), senaste version från 1996
- Allmänna bestämmelser för totalentreprenader (ABT), senaste version från 2006

5.5 Offentliga upphandlingar av anläggningsprojekt

Offentliga beställare måste, till skillnad från privata, följa lagen om offentlig upphandling (LOU). Enligt kap 1 § 2 omfattar lagen offentlig upphandling av byggentreprenader, varor och tjänster samt av byggkoncessioner.⁹¹

Målet med lagen beskrivs i kap 1 § 9:⁹²

”Upphandlande myndigheter skall behandla leverantörer på ett likvärdigt och icke-diskriminerande sätt samt genomföra upphandlingar på ett öppet sätt. Vid upphandlingar skall vidare principerna om ömsesidigt erkännande och proportionalitet iaktas”

För byggbranschen innebär detta att till exempel förfrågningsunderlaget ska vara kalkylerbart av alla potentiella anbudsgivare⁹³. LOU behandlar även hur upphandlingar ska gå till, exempelvis annonsering, hur anbudsgivare kvalificerar sig för att få vara med i upphandlingen samt hur eventuella överprövningar ska behandlas.⁹⁴

Intressanta utdrag ur LOU som kan påverka möjligheten till leveranser av digitala handlingar är:⁹⁵

⁹⁰ Söderberg, 2005

⁹¹ Lag (2007:1091) om offentlig upphandling

⁹² Ibid

⁹³ Persson, intervju

⁹⁴ Lag (2007:1091) om offentlig upphandling

⁹⁵ Ibid

- Kap 6 § 1** ”Tekniska specifikationer skall ingå i annonsen om upphandling, förfrågningsunderlaget eller de kompletterade handlingarna.”
- Kap 6 § 2** ”De tekniska specifikationerna skall /.../ i turordning hänvisa till
1. svensk standard som överensstämmer med europeisk standard,
 2. europeiskt tekniskt godkännande,
 3. gemensam teknisk specifikation,
 4. internationell standard,
 5. annat tekniskt referenssystem som utarbetats av europeiska standardiseringsorgan, eller
 6. annan svensk standard, svenskt tekniskt godkännande eller svensk teknisk specifikation om projektering, beräkning och utförande av byggtreprenader samt materialanvändning.”
- Kap 6 § 4** ” De tekniska specifikationerna får inte innehålla uppgifter om ursprung, tillverkning eller särskilt framställningssätt eller hänvisningar till varumärke, patent, typ, ursprung eller tillverkning, om detta leder till att vissa företag gynnas eller missgynnas.
Sådana uppgifter och hänvisningar får dock förekomma i specifikationerna, om det annars inte är möjligt att beskriva föremålet för upphandlingen tillräckligt preciserat och begripligt. En sådan uppgift eller hänvisning skall följas av orden "eller likvärdigt".”

Lagtexten kompletteras av ett antal grundläggande principer som ständigt utvecklas genom domstolsprövningar. En av de grundläggande principerna är proportionalitetsprincipen som behandlar rimligheten i de krav som ställs i upphandlingen. Proportionalitetsprincipen säger att ställda krav bara är sakliga om de är ändamålsenliga i den aktuella upphandlingen, vilket de är om de har ett naturligt samband med och står i proportion till det behovs som ska täckas.⁹⁶

5.6 Vägledande domar

Problematiken kring LOU och krav på digitala handlingar blev föremål för en prövning i länsrätten då arkitektfirman Robert Priller Arkitektur framförde synpunkter på en upphandling av ramavtal genomförd av Region Skåne. Region Skånes fastighetsbolag Regionfastigheter har, tillsammans med företaget CAD-Q (återförsäljare av CAD-programvaror), konstruerat ett system för hur Regionfastigheter hanterar digital information kring de fastigheter de sköter. Systemet baseras till viss del på att informationen lagras i filformat som Autodesks programvaror kan hantera. Region Skåne uttryckte detta som ett tekniskt krav i den upphandling som Robert Priller Arkitektur ansökte om överprövning av, eftersom de

⁹⁶ Olsson, Intervju

ansåg att kravet stred mot LOU eftersom potentiella anbudsgivare som inte använde sig av Autodesk's programvaror diskriminerades.⁹⁷

Följande citat är ett utdrag från Region Skånes yrkande⁹⁸:

”Region Skåne har anfört bl.a. att Regionfastigheter har byggt upp ett väl fungerande system för informationsmodeller för att hantera ny- och ombyggnadsprojekt av Region Skånes byggnader. Region Skåne betonar att detta befintliga system inte är föremål för den nu aktuella upphandlingen. Region Skåne har således ett system som även fortsatt är det system som kommer att användas.”

Länsrätten avslag Robert Priller Arkitekturs ansökan om överprövning med följande motivering⁹⁹:

”En upphandlande enhet får i en upphandling inte ställa större krav på leverantören eller leveransen än som behövs och är ändamålsenligt för upphandlingen. Krav skall således ha ett naturligt samband med och stå i proportion till det behov som skall täckas. Region Skåne har i nu aktuellt förfrågningsunderlag utförligt redogjort för förutsättningarna för att efterfrågade konsulttjänster skall kunna användas samt även redogjort för syftet med det aktuella kravet. Enligt länsrättens mening är det inte visat annat än att kravet är proportionerligt och motiverat i förhållande till föremålet för upphandlingen. Skäl för ingripande enligt LOU på denna av bolaget anförda grund föreligger därför inte.”

5.7 Offentliga upphandlingar av digitala modeller i andra länder

I både Danmark och Norge har den offentliga sektorn tagit ansvar för att driva fram utvecklingen kring digitala modeller. På initiativ av danska regeringen har projektet *Det Digitale Byggeri* startats för att aktivt delta i utvecklingen av BIM och 3D-modeller. Bland annat krävs 3D-modeller i statliga byggprojekt med budget som överstiger 20 miljoner danska kronor.¹⁰⁰

I Norge har myndigheten Statsbygg formulerat mål för att på ett aktivt sätt bidra till utvecklingen av BIM genom att i statliga projekt ge utrymme för olika pilotprojekt. I ett av projekten som genomförts, kallat HITOS-projektet, försökte Statsbygg att genomföra ett fullskaligt försök med BIM. Flera olika programvaror användes i olika skeden av projektet. Genomgående för alla programvaror var stödet för IFC-formatet.¹⁰¹

⁹⁷ Länsrätten i Skåne, 2007

⁹⁸ Ibid

⁹⁹ Länsrätten i Skåne, 2007

¹⁰⁰ Det digitale byggeri, www, 2008-10-29

¹⁰¹ Lê et al, 2006

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Även i Finland finns det krav från den offentliga sektorn. Det statliga fastighetsbolaget Senaatti kräver att BIM skall användas i projekt större än två miljoner euro (år 2008)¹⁰².

¹⁰² Senaatti, [www](http://www.senaatti.fi), 2008-11-14

6 Resultat av intervjustudie

Underlaget i analysstudien kring möjligheter, begränsningar och eventuella krav på digitala modeller i anläggningsbranschen har tagits fram genom intervjuer med aktiva inom olika delar av branschen. Intervjuer har genomförts med personer inom de tre huvudkategorier som utgör stommen i byggprocessen:

- Beställare
- Konsulter
- Entreprenörer

Intervjuerna har gjorts enligt en kvalitativ metod där diskussionen har främjats genom följdfrågor för att låta personerna ge sin bild av utvecklingsmöjligheterna inom anläggningsbyggande. Varje intervju har på sitt sätt varit unik vilket är naturligt med tanke på att de personer som deltagit har olika bakgrunder och erfarenheter så de specifika frågorna har därför varierat mellan intervjuerna.

Följande intervjuer har genomförts:

- 2 deltagare från beställarorganisation
 - Leif Persson, Vägverket (Bilaga 1)
 - Martin Berntsson, Malmö stad (Bilaga 2)
- 3 deltagare från konsultföretag
 - Pontus Bengtson, WSP (Bilaga 3)
 - Tore Lindell, Tyréns (Bilaga 4)
 - Hans Konstenius, SWECO (Bilaga 5)
- 2 deltagare från entreprenadföretag
 - Martin Andersson, NCC (Bilaga 6)
 - Johan Skoog, NCC (Bilaga 7)

Som komplement till dessa intervjuer har ytterligare två intervjuer genomförts:

- Söderdelegationen, Helsingborg (Bilaga 8)
- Christian Olsson, Jurist, Kommunupphandling Syd (Bilaga 9)

Samtliga intervjudeltagare är verksamma i södra Sverige, varför åsikterna som framgått av studien inte kan antas gälla hela Sverige. Även omfattningen av intervjustudien, som begränsats av tidsramen för projektet, påverkar variationen av åsikter, som sannolikt vore större vid en större omfattning.

Alla intervjuer spelades in och har sedan sammanfattats, granskats och godkänts av intervjudeltagarna. Intervjuerna finns tillgängliga som bilagor.

6.1 Intervjuer med beställare

Intervjuerna med personer från beställarorganisationer syftade bland annat till att identifiera viljan att beställa digitala modeller istället för traditionella pappersritningar samt att se hur de strategiskt ser på utvecklingen av IT-verktyg för anläggningsprojekt. En av kärnfrågorna vid intervjuer med beställarorganisationer var att ta reda på hur offentliga beställare hanterar juridiska frågor med hänsyn på leverans av digitala modeller.

6.1.1 Utveckling inom anläggningsbranschen

Persson, Vägverket, uttryckte dominansen av utförandeentreprenader i Vägverkets projektportfölj som en källa till att utvecklingen inom anläggningsbranschen avstannat. Vägverket arbetar idag aktivt med att implementera fler totalentreprenader med funktionsansvar för att skapa en drivkraft åt entreprenörerna. Dock accepterar inte Vägverket att entreprenörerna, i en totalentreprenad, exempelvis utformar vägkroppen på ett sätt som Vägverket inte känner sig bekväma med. Persson anser att Vägverkets metod för dimensionering är bra och grundar sig på lång och gedigen erfarenhet. Entreprenörerna är dock fria att utforma vägen hur de vill så länge de kan bevisa för Vägverket, med metoder godkända av Vägverket, att deras konstruktion håller lika bra som Vägverkets standardkonstruktion. Enligt Persson främjar Vägverket utveckling inom vägbyggnadsområdet och initierar årligen flera utvecklingsprojekt.

6.1.2 Leveranser av digitala modeller

En intressant aspekt är hur lagstiftningen påverkar utvecklingen mot digitala modeller. I intervjun med Persson framgick det klart att Vägverket inte på något sätt motsätter sig en utveckling mot leverans av digitala modeller men att det inte får ske någon diskriminering mot potentiella anbudsgivare. Persson är däremot osäker om leveranser av digitala modeller kommer att generera bättre lösningar. Berntsson, Malmö stad, efterlyser kompletteringar av de kravlistor som finns inom Malmö stad idag för att kunna utnyttja digitala modeller bättre i framtiden. I dagsläget vågar Gatukontoret som beställare inte lämna ifrån sig digitalt underlag utan att friskriva sig från eventuella fel i projekteringsunderlaget.

6.1.3 Kompetens inom organisationen

Enligt Persson har Vägverket, framförallt inom mätteknik, bra kompetens om ny teknik. Vägverket är bra rustade för att bedöma olika lösningar som exempelvis entreprenörer föreslår.

6.2 Intervjuer med konsulter

6.2.1 Kompetens kring 3D-projektering

Samtliga intervjudeltagare anser att deras verksamhet har en bra kompetens kring 3D-projektering. Bengtson, WSP, berättar bland annat att cirka 90 % av det som projekteras inom deras organisation görs med hjälp av verktyg som hanterar 3D. Det finns dock variation av kompetensen inom olika discipliner av anläggningsarbete, något som delvis beror på att programvaruutvecklarna specialiserat sig inom sin disciplin och därmed utvecklats i sin egen riktning. Alla de konsultföretag som representerades i intervjustudien har klart för sig att 3D-projektering är ett område de måste utvecklas inom för att inte tappa i konkurrensen.

6.2.2 Utvecklingen av verktygen

Det finns en samstämmig uppfattning att verktygen idag nått den mognadsgrad som gör de effektiva i projekteringen. Ett bevis på detta är att Bengtson hävdar att de, så länge informationen de bygger sin projektering på stämmer, faktiskt kan leverera bättre handlingar med hjälp av 3D-projektering. Framförallt blir hanteringen av ledningar bättre i och med att det är lättare att göra kontroller i exempelvis korsningspunkter när informationen finns i 3D. Samtliga konsulter efterlyser ett gemensamt filformat för att delge och granska projekterat material.

6.2.3 Vinster med 3D-projektering

Deltagarna framhäver framförallt tidsvinster som något de identifierat vid 3D-projektering. Arbetet med att ta fram handlingar effektiviseras genom att exempelvis snitt i en konstruktion enkelt kan tas ur en modell, istället för att ritas från början i 2D varje gång. Det framgick även i intervjuerna att det är lättare att ha "kontroll" vid 3D-projektering, men att man måste betänka att det är enbart det som lagts in i modellen som kan ses.

Att frånga leveranser av ritningar är inget någon av de intervjuade ser inom en snar framtid, men de anser att det vore skönt att få leverera en komplett modell istället för ett stort antal pappersritningar vid varje revidering.

Bengtson menar också att utvecklingen mot 3D-modeller kan vara ett sätt att öka respekten mellan olika discipliner. Ofta respekteras inte den kompetens som finns mellan olika inblandade i projekteringsprocessen, vilket till viss del är ett generationsproblem som dock tyvärr verkar ärvas ner i leden.

6.2.4 Hinder för utveckling mot 3D-modeller

Två omständigheter nämns som hinder i utvecklingen: avsaknad av standard och juridiken kring offentliga handlingar. Både Bengtson och Konstenius, SWECO,

efterlyser en gemensam branschstandard för hur information ska struktureras. Konstenius tror dock att branschen inte riktigt är mogen för en gemensam standard.

Kraven som ställs i offentliga upphandlingar ses också som ett hinder, eftersom de offentliga beställarna inte vill acceptera digitala modeller som juridiskt bindande handlingar utan främst som komplement till traditionella pappersritningar. Konstenius upplever arbete med offentliga beställare som svårare och mer tidskrävande jämfört med privata beställare eftersom mycket energi måste läggas på handlingarnas utformning för att möta kraven.

Ett problem som även lyfts fram är begränsningen i datakraft som gör det svårt att arbeta med stora modeller och att man därför, i stora projekt, fortfarande har svårt att samordna arbetet då de inblandade inte finns nära varandra rent geografiskt.

6.2.5 Incitament för bättre projektering

Lindell, Tyréns, har svårt att se incitamenten för att påverka projekteringen till det bättre och därmed frångå de tekniska krav beställaren kan ha ställt i förfrågningsunderlaget. Både Lindell och Bengtson menar dock att de initiativ de som konsulter tar kan förbättra deras chanser att knyta till sig fler arbete med beställaren, exempelvis genom att få högre poäng i framtida upphandlingar.

6.3 Intervjuer med entreprenörer

6.3.1 Vanliga brister i produktionsunderlag

Den brist som framställs som den vanligaste är problem med höjdinformation. Båda intervjudeltagarna beskriver hur de varit med om avsaknad av höjdinformation men även direkta felaktigheter i höjdsättningar, framförallt i anslutningspunkter. Anledningen, tror de båda, är att samordningen mellan olika projektörer brustit, exempelvis kring använda höjdsystem eller att det skett för lite kommunikation. Detta blir ett accelererande problem då projektörerna sällan eller aldrig beger sig ut på plats utan förlitar sig på ritningarna helt och hållet.

Båda deltagarna vittnar om att många problem löses på plats med hjälp av den erfarenhet som finns inom produktionen, men vill inte påstå att detta är något man förutsätter i projekteringen utan helt enkelt är verkligheten i anläggningsprojekt.

6.3.2 Planering i anläggningsprojekt

Planeringen i de anläggningsprojekt de två intervjudeltagarna har erfarenhet av har varierat mycket, framförallt för att man anser sig planera i den grad som behövs. Planeringsteknikerna skiljer sig från platschef till platschef eftersom alla har hittat sitt eget system för hur planeringen genomförs, dokumenteras och presenteras. En anledning till att man inte systematiserat planerar arbetena in i minsta detalj är att man, framförallt i större projekt, måste ha marginaler så att oförutsedda händelser inte omkullkastar hela arbetet. De intervjuade tror att alltför detaljerad planering till och

med kan resultera i större problem eftersom risken finns att man tar för givet att arbetet flyter bättre om planeringen görs mer exakt.

Vad gäller anläggningsbyggande i anslutning till husbyggnadsprojekt, exempelvis grundläggning och markarbete, tror intervjudeltagarna att hela projektet skulle dra nytta av att aktörer från anläggningssidan får komma in tidigare i processen för att påverka vissa beslut som kan minska problem vid anläggningsarbetena.

6.3.3 Kompetens kring 3D-projektering

Ingen av deltagarna har någon större kompetens kring 3D-projektering och har inget intresse av att själva hantera modeller. Den kontakt de haft med 3D-modeller är begränsad till maskinstyrningsmodeller och i de projekten har de fått förlitat sig från hjälp av andra för att ta fram modeller och tanka in dem i maskinerna.

3D-modeller har även använts för att rapportera schakt- och fyllnadsmassor till beställaren, där fördelarna med modeller framförallt har varit att de av beställarna uppfattats som mer seriösa än exempelvis följesedlar.

6.3.4 Erfarenheter av maskinstyrning

Intervjudeltagarna ser positivt på maskinstyrning. Erfarenheterna från projekt där maskinstyrning använts är inte att arbetet nödvändigtvis går fortare, men att resurser frigörs genom att maskinisten klarar sig mer på egen hand. Kvaliteten på färdiga ytor har också visat sig vara högre vid maskinstyrning än vad som normalt sätt åstadkoms då ytan kontrolleras med exempelvis planlaser.

6.4 Intervju med Söderdelegationen

Söderdelegationen arbetar med "H+"-projektet i Helsingborg. Projektet innebär en stor investering i ny infrastruktur med både ny järnväg, både i tunnel och på mark, samt nya exploateringsområden. Projektet befinner sig i ett tidigt skede och Söderdelegationen är därför väldigt öppna för tekniska lösningar. Upphandlingsformen är ännu inte bestämd men troligtvis kommer man att använda sig av någon form av totalentreprenad med utökad samverkan. En av anledningarna till detta är att Söderdelegationen vill dra nytta av den kompetens som finns i branschen och ta fram olika typer av lösningar med hjälp av konsulter och entreprenörer.

Huruvida projektet ska använda sig av modeller är inte klart i nuläget, men de menar att det inte går att undgå exempelvis 3D-projektering eftersom det effektiviserar processen och bidrar till det industriella tänkandet. Söderdelegationen har tagit fram en IT-handledning som beskriver hur modeller ska byggas upp, men föreskriver inte verktyg eller format. De tror att de tillsammans med konsulter ska kunna hitta ett bra system att arbeta efter och ser stora möjligheter med att låta de inblandade aktörerna komma med förslag.

Ett problem som Söderdelegationen identifierat är komplexiteten i stora projekt, som ”H+”-projektet. Antalet intressenter och aktörer gör det svårt att enas om ett system för modeller eftersom olika aktörer, exempelvis Helsingborgs stad och Banverket, ska förvalta den färdiga anläggningen men använder sig av olika förvaltningssystem.

6.5 Intervju med Christian Olsson

Christian Olsson var, för Regionfastigheters räkning, delaktig i arbetet kring den överprövning som i länsrätten avslogs 2007. Christian menar att en beställare, i lagens ögon, får ställa krav på filformat och projekteringsverktyg i alla typer av offentliga upphandlingar så länge kraven är rimliga, faktorer som anbudssumma eller upphandlingsform spelar ingen roll. Generellt menar Olsson att beställaren får ställa vilka krav som helst, så länge de inte strider mot proportionalitetsprincipen.

7 Diskussion

7.1 Nulägesbeskrivning

7.1.1 Beställare

I dagsläget saknar beställare kunskap om 3D-modeller och vilken nytta de egentligen kan dra från dem. I den mån en beställare beställer en 3D-modell sker detta endast som ett komplement till de traditionella bygghandlingarna och inte som ett komplett underlag. Anledningen till att 3D-modeller inte fått samma genomslag bland beställare som hos konsulter är inte helt enkel att sätta fingret på, sanningen ligger snarare i att det finns flera svar på frågan. En av anledningarna kan sannolikt vara bristen på kompetens om vilka verktyg som finns på marknaden och hur dessa kan användas, en annan aspekt är offentliga beställares rädsla för att hamna i juridiska trångmål rörande krav som ställs i anbudsförfarandet. En av anledningarna till att inte beställaren är så informerad som han kanske borde vara är att det inte ligger i konsultens intresse att föreslå förbättringar i konstruktionen om det inte finns incitament som ligger konsulten till gagn.

Farhågorna kring att beställa digitala leveranser vid offentliga upphandlingar är delvis välgrundade. En offentlig upphandling får inte göras så att den diskriminerar en aktör framför någon annan, detta kan beställaren tolka som att det inte finns någon möjlighet att föreskriva att en modell eftersom det saknas en gemensam standard för hur dessa modeller ska se ut och i vilka filformat de ska levereras. Detta har dock provats i domstol efter att Region Skåne föreskrivit ett speciellt filformat i ett av sina ramavtal. De klagandes synpunkt på att detta var diskriminerande då ett speciellt filformat föreskrivits avslogs med motiveringen att förvaltningsenheten på Region Skåne investerat i programvara som utnyttjar föreskrivet format och därför föll kravet under den tekniska beskrivningen för det specifika arbetet. Bristen på en gemensam standard gör sig dock ständigt påmind vid offentliga upphandlingar.

Eftersom största delen av alla projektering som görs i dagsläget redan genomförs på modellnivå är det sannolikt att beställaren betalar för att en modell produceras två gånger. Först då konsulten projekterar med en 3D-modell och levererar projekteringsunderlaget som 2D-ritningar. Därefter gör entreprenören ofta en egen 3D-modell för exempelvis maskinstyrning trots att denna modell troligtvis i någon form redan tillverkats tidigare i projektet.

7.1.2 Konsulter

Kompetensen bland dagens konsulter är god vad gäller projektering i 3D-verktyg. Största delen av all projektering som görs utförs redan i 3D-verktyg och de konsulter som ingått i intervjustudion ser klara fördelar med att använda sig av de verktyg som finns. Det som måste tilläggas är att nästan all projektering görs i verktyg som *stödjer* 3D, detta betyder dock inte att större delen av projektering görs i 3D. Samtliga

inblandande konsulter framhåller även att en allt för stor del av deras tid går åt till att producera traditionella 2D-ritningar ur 3D-modeller. Detta är ett moment som de hoppas skall gå ur tiden snarast. Dock anser samtliga att det finns juridiska hinder i lagen om offentlig upphandling för att fullt ut implementera 3D modeller i leveranserna av det projekterade materialet. Ytterligare ett försvårande moment är att olika konsulter använder olika programvaror beroende på dels vilken avdelning de arbetar med men även utifrån personliga preferenser och val. I dagsläget ger inte heller beställare några incitament för att konsulten skall komma med förslag till eventuella förbättringar som eventuellt sänker totalkostnaden för entreprenaden.

7.1.3 Entreprenörer

Entreprenörerna är de som i likhet med konsulter insett nyttan med 3D modeller. I dagsläget varierar dock kompetensen hos platsledningen ute på bygget ganska kraftigt. De entreprenörer som ingått i studien hade inget intresse av att själva arbeta med 3D-modeller och har därför inte stora kunskaper inom området. Däremot var de inte främmande för att använda sig av maskinstyrning, med tillägget att någon specialist kom ut på plats och matade in informationen i grävmaskinernas maskinstyrningssystem. Då intresset för användandet av 3D-modeller varierar mycket mellan olika platschefer varierar även kunskapen om vilka möjligheter som den nya tekniken medför. Detta begränsas även av ett visst mått av konservatism och tradition inom anläggningsbyggandet där tesen ”själv är bäste dräng” är väldigt närvarande. Många platschefer ser sitt bygge som just sitt bygge och ingen ska komma och berätta för dem hur bygget skall drivas. De flesta platschefer är väldigt erfarna och har därför en bred kunskapsbank att arbeta utifrån, detta gör att eventuella problem på byggarbetsplatsen alltid löses. Frågan är dock om problemen hade kunnat undvikas genom att större fokus lagts på planering och produktionsberedning?

7.2 Möjligheter med en anläggningsmodell

Syftet med denna rapport är att belysa de möjligheter och hinder som finns för anläggningsmodeller. Utgångspunkt för denna studie har varit de försök som gjorts inom husbyggnad. Nyttan av en BIM har identifierats i flera rapporter, både i monetära värden men även ur en projektorganisations synvinkel. Besparingar i storleksordningen 4 % har uppskattats i husbyggnadsprojekt trots att arbetet med modeller än så länge inte är smärtfritt. Problematik finns kring hur modellerna ska byggas upp samt hur olika programvaror ska kunna kommunicera utan att information går förlorad. Arbetet med IFC går framåt men formatet är i dagsläget inte fullt fungerande.

Tekniskt sett borde en anläggningsmodell kunna byggas upp likt en BIM och kunna effektivisera hela processen, från utredning till förvaltning.

7.2.1 Utredningsskedet

Syftet med utredningsskedet är att identifiera den bästa lösningen på ett behov eller ett problem. Vid statliga projekt handlar det även om att presentera lösningen för allmänheten och låta samhället bilda sin egen uppfattning om en föreslagen investering. 3D-modeller har länge varit ett starkt verktyg för att presentera olika projekt på ett verklighetstroget sätt. Modeller kan även användas för att utreda olika lösningar ur en teknisk och ekonomisk synvinkel. Ofta innebär anläggningsprojekt stora schaktarbeten och eftersom dessa arbeten ofta är resurskrävande och dyra spelar de stor roll för hela projektets ekonomi. Att snabbt och med noggrannhet utreda hur olika vägsträckningar påverkar exempelvis massbalansen är en nyckel för att hitta det mest samhällsekonomiska alternativet, något som är möjligt att göra med hjälp av 3D-modeller och datorverktyg. Det är enkelt att höja eller sänka väglinjen och beräkningarna görs snabbt per automatik och därmed kan flera alternativ studeras utan att medföra ytterligare kostnader. Modellerna för befintlig mark kan utgå från befintlig GIS-data eller med ny informationsinsamling via exempelvis laserskanning.

7.2.2 Projekteringsskedet

En stor del av all den information som utgör en anläggningsmodell kommer att tas fram i projekteringsskedet av olika konsulter. Det är på många sätt konsulterna som idag besitter den tekniska kompetensen som krävs för att bygga dessa modeller.

Samordningsvinster

En av de viktigaste vinsterna som redan upptäckts inom husbyggnad är hur samordningen blir effektivare vid 3D-modeller. Verktyg för kollisionsskontroller mellan olika projekterade delar av byggnaden har använts med bra resultat och tekniken begränsas inte till husbyggnad. Programvaran som används samlar ihop de olika modellerna och därför kan kollisionerna enkelt identifieras. Verktygen kan även användas för att skapa sig en bättre helhetssyn av den projekterade byggnaden eller anläggningen. Att arbeta tillsammans med konsulter som sitter på andra kontor underlättas betydligt av att man kan studera modellerna och gemensamt hitta lösningar istället för att försöka hitta lösningarna genom att studera 2D-ritningar eller skisser. En styrka i dessa verktyg är även att de hanterar flera olika format, mycket på grund av att de är rena visualiseringsverktyg och i allmänhet inte kan användas för att föra in mer information i modellerna.

Objektsbaserad projektering

Grundstenen i principen bakom BIM är att information knyts till olika objekt. Typerna av information som objekten kan utrustas med är oändliga. Informationen struktureras i en databas och är därmed sökbar så att informationen kan presenteras på olika sätt, exempelvis som mängder. Flertalet projekteringsverktyg som finns på marknaden har anpassats för svenska förutsättningar och innehåller färdiga objekt

från de populäraste leverantörerna för olika typer av teknikområden som rör anläggningsbyggande.

Projekteringsverktygen för byggbranschen blir allt mer sofistikerade. En del verktyg har idag stöd för olika typer av beräkningar. Flera verktyg, inom exempelvis ledningsprojektering, kan fortlöpande göra kontroller mot svenska bestämmelser. Sådana verktyg kommer, vid rätt användande, att höja kvalitén på de handlingar konsulter tillverkar i och med att kvalitetskontroller görs kontinuerligt. Verktygen kan dock inte ersätta manuell kontroll helt och hållet.

7.2.3 Produktionskedet

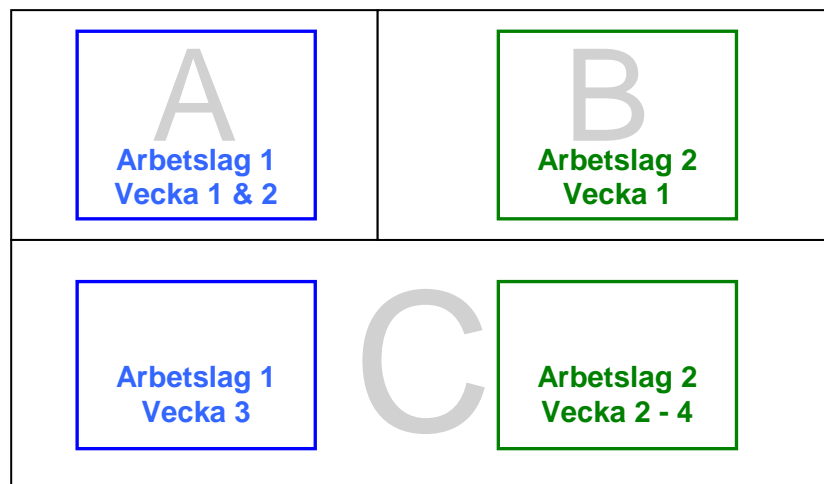
Produktionen är på många sätt hjärtat i hela byggbranschen. Det är i produktionsskedet alla förberedande arbeten och handlingar ska förverkligas till den produkt som beställts. Även om mycket utveckling görs för att undvika problematik i produktionsskedet, exempelvis genom att förflytta monteringsarbeten bort från arbetsplatsen och i större grad leverera prefabricerade element, kan utvecklingen mot anläggningsmodeller ha en praktisk nytta även på arbetsplatserna.

Produktionsplanering

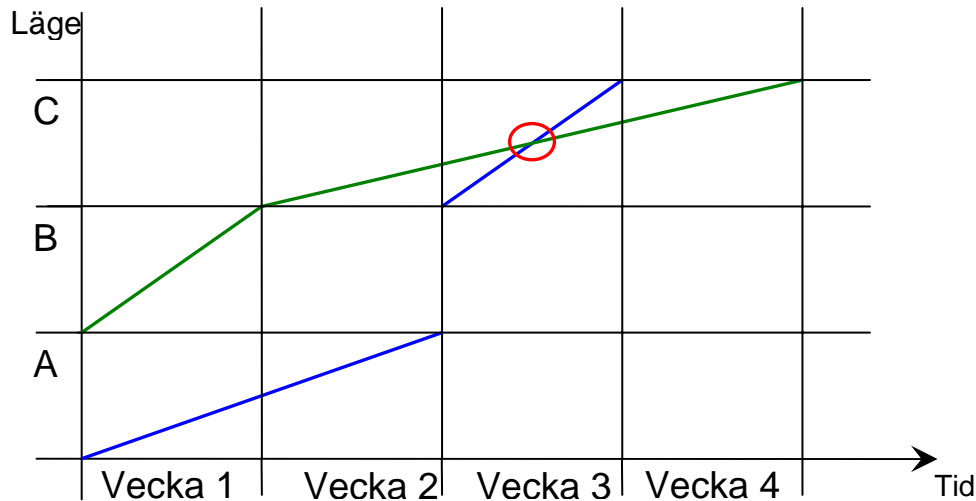
Produktionsplanering, både löpande under produktionens gång och planering som görs innan arbetena sätter igång, kan dra stor nytta av den informationen som finns i en anläggningsmodell. Det sägs ofta att byggbranschen är unik eftersom byggnaderna eller anläggningarna som produceras bara görs en gång och skiljer sig därför från tillverkningsindustrin. Med hjälp av en anläggningsmodell kan man simulera bygget innan den verkliga tillverkningen sätter igång. Den visuella styrkan av 3D-modeller i kombination med den information de olika objekten kan utrustas med ger ett bra underlag för en bra produktionsplanering. Skrymmande och dyra verktyg som byggkranar kan effektiviseras genom att arbetena med dessa analyseras i en 3D-miljö så att placeringen av kranarna och planeringen av arbetena blir optimal. Arbetsplatsens utseende under produktionsskedet kan visualiseras så att exempelvis materialupplag och tillfälliga vägar och andra icke-värdeskapande aktiviteter inte stör produktionen av slutprodukten.

En stor del av produktionsplaneringen består av tidplanering. Genom att tilldela objekt i en 3D-modell information i form av tid och resurskrav kan detta göras med större automatik. Traditionell planering med CPM-metoden är ett kraftfullt verktyg för att kontrollera att projektet avlöper enligt rätt övergripande tidplan. En nackdel med CPM-planering är att ingen hänsyn tas till produktionstakten. Detta medför risker i form av underutnyttjande resurser och oplanerade produktionsstopp. Liknande problem finns när stapeldiagram i form av Gantt-scheman används, eftersom det inte går att skapa beroenden mellan uppgifter löper planeringsarbetet risk att få oförutsedda effekter vid ändringen av en uppgift. Lösningen på dessa problem ser ut att finnas i LoB-metoden. Genom att tilldela varje aktivitet en produktionstakt och definiera arbetsområden kan parallella uppgifter planeras in utan risk för krockar och

personalresurser kan utnyttjas genom att hålla en jämn produktionstakt utan oförutsedda stopp. Detta fungerar tämligen väl vid husbyggnadsprojekt. Här finns en tydligare uppdelning av de olika arbetsområdena och parallella aktiviteter kan genomföras i exempelvis angränsande rum. Metoden används även framgångsrikt vid vägprojektering. Då en väg representerar ett linjärt problem begränsas antalet rumsliga variabler vilket förenklar beräkningen. Vid anläggningsbyggande i form av stora markarbeten har dock metoden svagheter. Den största nackdelen är områdesindelningen. Här finns risken att området antingen delas in i för små delområden och därigenom fås ett plottrigt och svårarbetet planeringsschema eller som exemplet i figur 16 och 17, en allt för grov indelning. Genom att enbart studera planeringsschemat kan läsaren förledas att tro att aktiviteterna i område C krockar med varandra. Vid en närmare inspektion visar det sig dock att område C är tillräckligt stort för att båda arbetslagen skall få plats att arbeta samtidigt.



Figur 16. Exempel: områdesindelning



Figur 17. Exempel: LoB-diagram

Exemplet i figur 16 och 17 visar att planeringsarbetet aldrig kan bli helt automatiserat, det krävs handpåläggning från en mänsklig planerare som kan avgöra om problemen som planeringsverktyget identifierar faktiskt är ett verkligt problem eller ej. Lösningen på detta problem vore att göra ny uppdelning av arbetsområde C som stämmer bättre överens med verkligheten.

Liknande svårigheter kan upplevas vid massoptimeringar. Det är enkelt att förledas att tro att ett datorbaserat optimeringsprogram kan lösa alla problem. I verkligheten fungerar dock datorprogrammen utifrån de regler och förutsättningar som matas in i verktyget. Vid optimering av ett markområde har datorprogrammet inte en aning om vilket som är det optimala sättet att förflytta massorna, detta måste regleras genom att randvilkor och begränsningar sätts upp. Liksom i fallet med tidplanering måste områdesindelningen göras ändamålsenligt för att säkerställa att massoptimeringsverktyget arbetar efter korrekta förutsättningar.

Visualisering

Inom husbyggnad har nyttan av att kunna visualisera vad som faktiskt ska byggas vara stor. Att kunna visa yrkesarbetare precis hur det är tänkt att slutprodukten ser ut, framförallt komplicerade detaljer, på ett verklighetstroget sätt med 3D-modeller kan minska eventuella missförstånd.

Utsättning och maskinstyrning

Stora effektivitetsvinster har identifierats i försök med maskinstyrning och idag har tekniken nått den mognadsgrad att maskinstyrning lyckats etablera sig som ett vanligt alternativ vid större schakt- och fyllnadsarbeten. Framförallt har effektiviteten ökat i

och med att grävmaskinisten i högre grad kan arbeta självständigt, utan att behöva få hjälp med att kontrollera höjder av anläggare eller mättekniker. I takt med att GPS-tekniken dessutom blivit både noggrannare och vanligare vid utsättning och inmätningar har arbete som att exempelvis sätta ut brunnar kunnat göras effektivare. En fullständig modell av markförhållanden och färdiga ytor gör att GPS-tekniken kan användas över hela arbetsområdet och inte begränsas av fixerade polygonpunkter och utsättning med totalstation. Skulle arbetet av någon anledning avstanna kan exempelvis en grävmaskin enkelt förflytta sig till ett annat område och fortsätta sitt arbete och blir därmed effektivare.

7.2.4 Förvaltningsskedet

Med tanke på hur stora kostnader som uppkommer i förvaltningsskedet av en anläggning kan förvaltningsarbetet alltid effektiviseras. En stor del i förvaltningsarbetet är att ta in och organisera information kring anläggningen och därefter planera arbetet. I husbyggnadsbranschen har en BIM visat sig vara en god modell att utgå ifrån eftersom all information som är intressant ur förvaltningssynpunkt byggs in i modellen redan från början, exempelvis material på väggar och golv. På samma sätt kan en anläggningsmodell vara en bra grund för någon form av förvaltningsmodell som med rätt typer av inbyggd information blir ett bra verktyg som borgar för att goda beslut tas i förvaltningsskedet.

7.3 Hinder för anläggningsmodeller

7.3.1 Tekniska hinder

Även om de olika verktyg som finns på marknaden idag är avancerade och stödjer 3D-projektering finns det ingen utvecklare som hanterar alla typer av projektering inom anläggningsbranschen. Verkligheten idag är att konsulter använder de verktygen som de anser är bäst i sin disciplin och därmed används verktyg från flera olika utvecklare på en och samma arbetsplats. Eftersom verktygen idag används för att ta fram 2D-ritningar behöver inte verktygen kommunicera med varandra i någon större utsträckning men om utvecklingen ska gå mot 3D-modeller måste information skapad av olika verktyg kunna sammanfogas i en gemensam modell. I husbyggnadsbranschen har man med allvar börjat ta tag i detta problem, med formatet IFC som ett bra exempel. Även om formatet använts med framgång i ett antal projekt har IFC inte nått den mognadsgrad som marknaden kräver. Att använda IFC i dagsläget kräver mycket handpåläggning och ses fortfarande som utmanande.

Inom anläggningsbranschen finns för närvarande inte samma drivande utveckling mot en branschstandard. Det närmsta exemplet på en standard är LandXML-formatet, ett format som används frekvent idag men som troligtvis inte är ett format som kommer användas när anläggningsmodeller börjar ta form. Vägverkets förslag för hur en anläggningsmodell ska vara uppbyggd beskriver på ett bra sätt vilken typ av information som bör krävas, men tar inte hänsyn till hur informationen ska struktureras. Vägverket ställer inga som helst krav på vilka format, utöver LandXML,

som ska användas och därmed är risken stor för förvirring kring hur anläggningsmodellen faktiskt ska se ut.

7.3.2 Juridiska

En motsättning mot att offentliga beställare, som exempelvis Vägverket, tydligt beskriver hur en anläggningsmodell ska se ut genom att föreskriva i vilka format modellen ska levereras är juridiken kring offentliga upphandlingar. Kapitel 6 och 9 i lagen om offentlig upphandling beskriver hur de tekniska specifikationerna i förfrågningsunderlaget inte får diskriminera potentiella anbudsgivare. Specifikationerna får inte hänvisa till varumärken eller framställningssätt utan tillägget ”eller likvärdigt” och därmed kan det vara svårt att i juridiska ögon försvara valet av ett visst format.

Överprövningen som gjordes i den ramavtalsupphandling Regionfastigheter genomförde visar dock på motsatsen. Lagen om offentlig upphandling är i sig inget hinder för att krav ställs kring leveranser av modeller om beställaren kan påvisa att kraven är rimliga. Om beställaren exempelvis byggt upp ett väl fungerande förvaltningssystem som baseras på modeller kan beställaren kräva att modellerna som skapas i projekteringen byggs upp på sådant sätt att de passar förvaltningssystemet.

7.3.3 Kulturella

Byggbranschen uppvisar inte samma utvecklingstakt som många andra branscher. En anledning till detta är hur olika aktörer i projekt förhåller sig till varandra. Traditionellt har det funnits barriärer mellan olika aktörer vilket gjort att var och en har arbetat utifrån sig själv och inte fokuserat på projektets bästa. På senare tid har försök gjorts för att bryta upp detta beteende, bland annat genom att arbeta tätare i projekten och vara ärliga mot varandra. Partnering är en samverkansform som visat sig minska barriärerna mellan aktörerna i projekten och därmed skapat utrymme för innovation och effektivisering. Huruvida arbetet med modeller i byggbranschen hindras av kulturella föreställningar eller om det tvärtom avhjälpes dessa problem är svårt att säga.

8 Slutsatser och rekommendationer

8.1 Möjligheter för krav på anläggningsmodeller

Det prejudikat som finns för krav på leveranser av informationsmodeller och som tas upp i kapitel 5.6 behandlar visserligen en ramavtalsupphandling inom husbyggnad men får ändå anses vara vägledande för liknande situationer framöver. Detta säger dock inte att en framtida överprövningar inte skulle kunna få annorlunda resultat.

I lagen om offentlig upphandling ingår en proportionalitetsprincip, det vill säga att de krav som ställs i upphandlingen skall vara rimliga och stå i proportion mot omfattningen av upphandlingen. De fördelar med anläggningsmodeller som identifierats i denna rapport anser vi är så pass stora att de krav som beställaren måste ställa för att uppnå maximal nytta av en anläggningsmodell får anses vara rimliga.

8.2 Krav på anläggningsmodeller

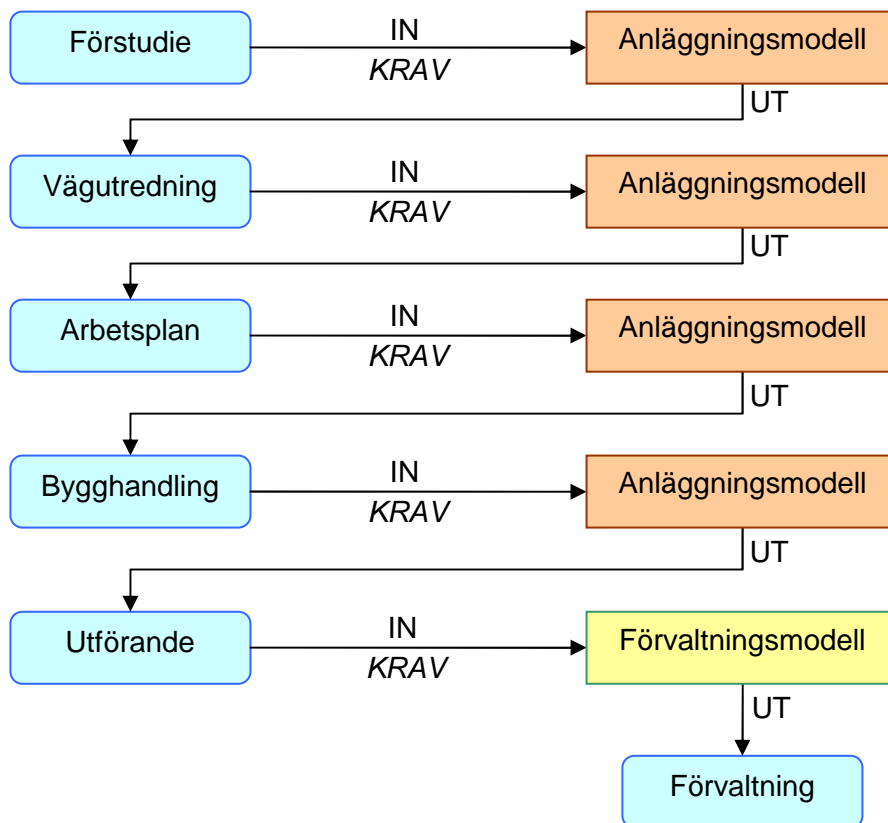
Anläggningsbranschen domineras av offentliga beställare och dessa spelar därför en nyckelroll i utvecklingen av anläggningsbranschen. Två ledande beställare är Vägverket och Banverket som årligen gör stora investeringar i den svenska infrastrukturen. Vägverket och Banverket har, som de mest betydande beställarna inom anläggningsbranschen, stort inflytande i all typ av innovation och utveckling och besitter stora möjligheter att förändra anläggningsbyggandet i Sverige. I arbetet med modeller, både inom anläggningsbyggande och husbyggande, efterlyser branschen standarder. Medan utvecklingen av IFC är ett försök av husbyggnadsbranschen saknas liknande initiativ i anläggningsbranschen. Vägverket och Banverket är de aktörer som har den genomslagskraft som krävs för att sätta en standard för hur anläggningsmodeller ska utformas och därmed måste dessa två beställare tillsammans leda arbetet för hur denna standard ska se ut.

Det förslag på krav för anläggningsmodeller som gjorts inom Vägverket är en början på en standard, men den är alltför vag. En av styrkorna i en modell är att den kan utnyttjas i hela livscykeln, inte minst i förvaltningsskedet. För att stora beställare som Vägverket och Banverket ska kunna utnyttja anläggningsmodeller i förvaltningsskedet måste all information som stoppas in i förvaltningssystemet vara av samma typ, alltså måste anläggningsmodellerna från alla projekt vara uppbyggda efter samma standard. Det är inte rimligt att en beställare ska kunna hantera alla typer av modeller som kan skapas i de verktyg som finns på marknaden idag, inte heller är det rimligt att all information som finns i modellerna ska göras om så att den passar förvaltningssystemet.

Syftet med att ställa krav på anläggningsmodeller är att de ska passa det system de ska användas i, exempelvis ett förvaltningssystem. Principiellt fastställer man alltså kraven på anläggningsmodeller då dessa system byggs upp. När det gäller systemens

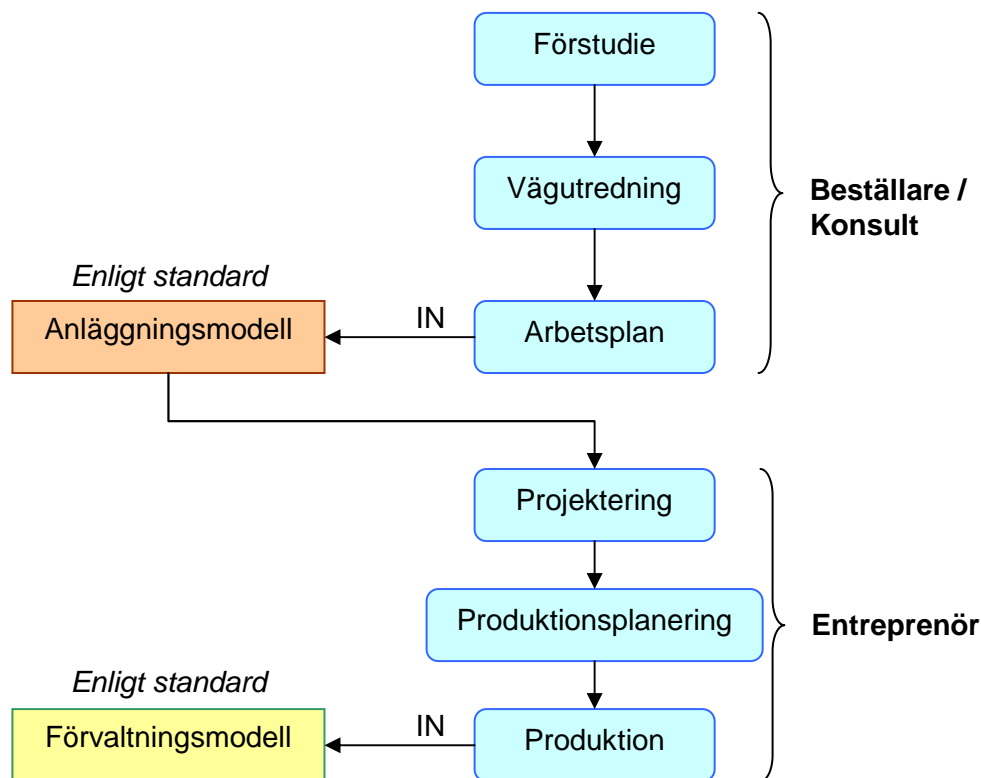
uppbyggnad tror vi att det kan vara av nytta för beställaren att utnyttja den kompetens som finns bland både konsulter och entreprenörer för att få ett optimalt system. Risken med att ställa så vaga krav som Vägverket gör i sitt förslag är att den beställda modellen ej kan användas optimalt. Dock kan för stora krav skapa onödigt avancerade och dyra modeller i projekt där behovet inte är lika starkt. Genom att ha en tydligt uttryckt standard, där både uppbyggnaden av modellen beskrivs, vilken information som krävs samt i vilka format den ska levereras och samtidigt identifiera behovet av modeller i varje unikt projekt kan beställaren uppnå maximal nytta av anläggningsmodeller.

Exakt hur beställaren ska ställa krav på anläggningsmodellen kommer att variera med upphandlingsformen. Vid en traditionell upphandling av en generalentreprenad där underlaget tas fram av olika konsulter måste beställaren ställa krav i varje upphandling så att anläggningsmodellen kan användas och byggas på genom hela processen. Figur 18 visar hur anläggningsmodellen förändras genom hela processen i ett vägprojekt samt brytpunkterna mellan olika aktörer.



Figur 18. Anläggningsmodell i ett vägprojekt vid generalentreprenad

Vid en totalentreprenad eller någon form av samverkansentreprenad som exempelvis partnering försvinner flera av brytpunkterna eftersom en aktör ansvarar för både projektering och produktion av anläggningen. Beställaren kan i det fallet nöja sig med att ställa krav på en förvaltningsmodell så att den fungerar med beställarens förvaltningssystem.



Figur 19. Anläggningsmodell i ett vägprojekt vid total- eller samverkansentreprenad

8.3 Upphandlingsformer

Just brytpunkterna i en traditionell generalentreprenad skapar svårigheter för samordningen mellan de inblandade aktörerna. Ofta handlas nästkommande aktör upp efter det underlag som föregående aktör skapat. På grund av detta får efterkommande aktör ingen möjlighet att påverka val som i förlängningen påverkar aktörens arbete och resultat. Generalentreprenader kan liknas med ett stafettlopp där varje aktör inte har egentlig anledning att ta hänsyn till övriga inblandade aktörer. I entreprenader där en aktör har huvudansvar, exempelvis totalentreprenad eller någon form av samverkansentreprenad, tvingas de olika aktörerna i projektet att arbeta tillsammans mot ett gemensamt mål och därför har alla intresse av att hitta lösningar som gagnar

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

hela projektet snarare än aktörens del i projektet. Ytterligare en fördel med total- eller samverkansentreprenader är att beställaren kan nyttja den kompetens som finns hos konsulter och entreprenörer genom att låta dessa påverka utformning och genomförande i en högre grad än vid generalentreprenader.

9. Rekommendationer och förslag till fortsatt utvecklingsarbete

I dagsläget är det till största delen tekniska hinder som sätter käppar i hjulet för användandet av anläggningsmodeller. I den djungel av format och programvaror som i nuläget finns på marknaden är det svårt för en enskild aktör att skapa sig en överblick över marknaden. Det är denna problematik som måste redas ut innan begreppet anläggningsmodell kan bli en naturlig del av byggprocessen. Genom att stora enskilda beställare inser nyttan med en helhetsbild över sin framtida anläggning och därmed banar väg och leder utvecklingsarbetet kan även enskilda små aktörer dra nytta av fördelarna med förenklad kommunikation, tydligare underlag och mer väldefinierade arbetsbeskrivningar.

Även om tekniken i dagsläget inte riktigt har hunnit ikapp visionerna om anläggningsmodeller måste intresset väckas hos de som har störst nytta av dem. Platsledningar och ledande individer i branschen måste vara med och implementera den nya teknikens lösningar i vardagen. Det är här, tror vi, den största nyttan av anläggningsmodeller finns. Genom att ha ett system där modellen används och blir en naturlig del av hela anläggningens livstid skapas förutsättningar för besparingar.

Utvecklingen mot anläggningsmodeller måste ske på flera plan. All utvecklingen bygger på att möjligheten för utveckling finns, alltså till stor utsträckning en fråga om attityd. Om rätt förutsättningar finns i branschen för en utveckling mot projektering med en form av anläggningsmodell saknas enbart den tekniska lösningen. Dock tror vi att det är så att den tekniska utvecklingen måste komma igång och visa sig vara framgångsrik för att visa branschen de möjligheter som finns. Vi anser att utvecklingen kommit ganska långt, framförallt inom husbyggnadsteknik. Idag finns det även inom anläggningsteknik ett flertal programvaruutvecklare som levererar produkter med stöd för 3D-projektering och objektsbaserad informationshantering. Vad vi inte sett än så länge är ett exempel på en komplett modell för något större anläggningsprojekt som verkligen skulle påvisa vilka verktyg som behövs inom projekteringen av anläggningar. Tyvärr kan vi inte se detta hända förrän att de två dominerande beställarna av anläggningsprojekt i Sverige, Vägverket och Banverket, satsar på ett sådant försök, antingen i Sverige eller kanske i samarbete med våra nordiska grannar.

Anläggningsbranschen måste, tillsammans med programvaruutvecklarna, specificera de behov och krav de har på projekteringsverktygen så att kompetensen från alla led utnyttjas.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

10 Reflektion kring examensarbetet

Den initiella idén med examensarbete var att försöka utröna hur en entreprenör som NCC borde agera för att dra nytta av utvecklingen inom 3D-projektering inom anläggningsbyggande. Först och främst gjorde vi då en grundläggande teoriinhämtning inom området samt intervjuer med personer hos NCC som arbetar i produktionen. Vi märkte direkt avsaknaden av vetenskaplig forskning inom området för anläggningsbyggande men de undersökningar som gjorts inom husbyggnad gav oss hopp. Intervjuerna med personer aktiva inom produktion ledde oss vidare till intervjuer med personer i konsultföretag i ett försök att ta reda på vilken kompetens som finns inom branschen och vilka möjligheter som finns för effektivisering i produktionen. Vi gjorde i detta skede också intervjuer med personer i beställarorganisationer. Vad vi upptäckte var att anläggningsbyggande, till skillnad från husbyggnad, i en större omfattning domineras av offentliga beställare och att projekten i en väldigt stor utsträckning genomförs som utförandeentreprenader. Framförallt lyftes detta fram som ett problem i intervjuer med konsulter eftersom de inte ansåg sig kunna utnyttja alla de möjligheter som finns eftersom de i slutändan ändå bara fick leverera traditionella pappersritningar.

Denna insikt fick oss att ändra inriktning för arbetet. Istället för att se ur entreprenörens ögon ansåg vi att ett första steg vore att se vad som skulle krävas för att hela kedjan, från beställare till brukare, skulle kunna dra nytta av de möjligheter som finns på marknaden idag och i framtiden. Vi förstod att branschen behöver standardisera användandet av informationsmodeller, men hur skulle detta gå till? Bortsett från Vägverkets förslag för krav på anläggningsmodeller hittade vi inget initiativ från någon annan offentlig beställare, och i intervjuerna med beställare kände vi en rädsla för att ställa sådana krav, bland annat med hänsyn till lagen om offentlig upphandling. För att utröna om lagen om offentlig upphandling verkligen var ett hinder studerade vi länsrättens beslut i överprövningsansökningen mot Region Skåne. Efter att dessutom studerat lagtexten och konsulterat en av de jurister som arbetar med den nämnda ansökningen förstod vi att lagen inte utgör något hinder för att föreskriva tekniska krav på en anläggningsmodell så länge dessa krav anses rimliga.

Metoden vi arbetat efter har växt fram under arbetets gång. I ett tidigt skede av arbetet hade vi funderingar på att göra ett praktiskt försök med ett massdisponeringsverktyg i ett av NCCs projekt i Malmö, men på grund av praktiska svårigheter gav vi upp det projektet. Arbetet utvecklades mer mot en intervjustudie, men då vi upptäckte detta hade vi redan avgränsat våra intervjuer till personer verksamma i Skåne. I efterhand har vi förstått att exempelvis Vägverket har en stark regionvis uppdelning och att intervjuer med personer verksamma inom andra regioner skulle ge oss ett bredare underlag att arbeta utefter.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Källhänvisning

Figurförteckning

1. Byggindex, www, 2008-10-06
2. Egen figur
3. Egen figur
4. Egen figur
5. Egen figur
6. Egen figur
7. Egen figur
8. Jongeling, 2006
9. Jongeling, 2006
10. Tulke & Hanff, 2007
11. Tulke & Hanff, 2007
12. Söderberg, 2005
13. Intervju, Leif Persson
14. Söderberg, 2005
15. NCC Partnering, www, 2008-11-02
16. Egen figur
17. Egen figur
18. Egen figur
19. Egen figur

Tryckta källor

Arditi David, Onur B. Tokdemir, Kangsuk Suh, Challenges in Line of Balance Scheduling, Journal of Construction Engineering and Management, vol 128, Nr 6, December 2002.

Bergenudd, Christer. 2003. *Bygghandlingar 90-1 - Redovisningsformer*, SIS Förlag AB, Stockholm, ISBN 9171625801

Ekholm Anders et al. 2000. *Tillämpning av IFC i Sverige – etapp 2 slutrapport*. AB Svensk Byggtjänst.

Eklundh, Lars. 1999. *Geografisk informationsbehandling – metoder och tillämpningar*. Byggforskningsrådet, Stockholm. ISBN 91-540-5904-6

Ekelius, David. *Hantering av byggnadsinformation och ritningsdokumentation med IFC-baserad teknik. En verklighetsbaserad test* Föreningen för förvaltningsinformation..

Garba B. Shaibu & Hassanain A. Mohammad. 2004. *A review of object oriented cad potential for building information modelling and life cycle management*. King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dhahran.

Hendrickson, Chris. 2008. *Project Management for Construction*. Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA. ISBN 0-13-731266-0

Janmar, Stefan. 2008. *Krav för upprättande av anläggningsmodell*. Vägverket, Göteborg.

Jongeling, Rogier. 2006. *A Process Model for Work-Flow Management in Construction*. Avdelningen för Konstruktionsteknik, Institutionen för Samhällsbyggnad, Luleå Tekniska Universitet, ISBN: 978-91-85685-02-8

Jongeling, Rogier. 2008. *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt – En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*. Avdelningen för Byggproduktion, Institutionen för samhällsbyggnad, Luleå Tekniska Universitet. ISSN 1402-1528

Jonsson, Jan. 2005. *Förstudie om produktivetsfrågor*. Avdelning för produktionsledning, institutionen för samhällsbyggnad, Luleå Tekniska Högskola.

Jäderholm, Bengt. 2006. *Slutrapport: Program för kortare byggtider och effektivare resursutnyttjande, m.m.* Förnyelse i anläggningsbranschen, Stockholm.

Knutson, Peter. 2008. *Maskinstyrning – Från 3D-markmodell till produktion*. NCC Teknik, Stockholm.

Lag (2007:1091) om offentlig upphandling, Sveriges Rikes Lag.

Laitinen, Jarmo. 1998. *Model Based Construction Process Management*, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm. ISBN 97-7170-301-2

Lê, M.A.T. et al. 2006. *The HITOS Project – A Full Scale IFC Test*. Statsbygg, Oslo, Norge

Länsrätten i Skåne. 2007. *Dom i mål nr 10299-07E. Sökande: Robert Priller Arkitektur, Motpart: Region Skåne*. Malmö 2007-12-10

Nordstrand Uno. 2003. *Byggprocessen*. Liber, Stockholm

Samuelsson, Olle. 2008. *The IT-barometer – A Decade's development of IT use in the Swedish construction sector*. Department of Management and Organisation, Swedish School of Economics and Business Administration, Helsinki, Finland.

Söderberg, Jan. 2005. *Att upphandla byggprojekt*. Studentlitteratur, Lund. ISBN 91-44-03153-X

Söderström Jerring, Åsa. 2007. *Rekommendation att implementera FIA:s program för effektivare anläggningsbyggande*. Förnyelse i anläggningsbranschen, Stockholm.

Tonnquist, Bo. 2005. *Projektledning*. Bonnier utbildning, Stockholm. ISBN 91-622-6282-3

Torres, Christian Cruz. 2008. *3-D handlingar, GPS-styrning och VA-moduler – En ny metod för framtida anläggningsprojekt*. Examensarbete LTH Ingenjörshögskolan vid Campus i Helsingborg.

Tulke, Jan & Hanff, Jochen. 2007. *4D Construction Sequence Planning- New Process and Data Model*. Bauhaus-University Weimar, Department of Informatics in Construction, Tyskland.

Wallace, Daniel. 2004. *Framtidens mätteknik*. Ur tidskriften *Kart och Bildteknik* nummer 1, 2004. Utgiven av Kartografiska Sällskapet

Wara, Anette. 2008. *NCC färgstarkast i Malmfälten*. Ur tidskriften *Bygga Framtid* nr 1, 2008.

Wikforss, Örjan. 2003. *Byggandets Informationsteknologi*, Svensk byggtjänst. ISBN 91-7333-032-9.

Winch, Graham. 2002. *Managing construction projects*. Blackwell Publishing Company, Oxford, England. ISBN 0-632-05888-9

Elektroniska källor

Autodesk Civil 3D,
<http://www.autodesk.se/adsk/servlet/item?siteID=440386&id=10692673>, hämtad 2008-11-04 kl. 13:30

Byggindex , <http://www.byggindex.scb.se/art2.htm>, hämtad 2008-10-06 kl 10:00

Det digitale byggeri. <http://detdigitalebyggeri.dk>, hämtad 2008-10-29 kl 11:00

DynaRoad.
http://www.dynaroad.fi/pages/index.php?option=com_content&task=view&id=36, hämtad 2008-10-21 14:00

LandXML, www.landxml.org, hämtad 2008-10-28 kl. 11:00

NCC Partnering. <http://www.ncc.se/sv/OM-NCC/Sa-arbetar-vi/Partnering/>, hämtad 2008-11-02 kl. 09:00

Novapoint VA. <http://www.novapoint.se/produkter.asp/id/30/LID/12623>, hämtad 2008-10-18 13:00

Novapoint Väg Prof. <http://www.novapoint.se/produkter.asp/id/30/LID/12622>, hämtad 2008-10-21 13:00

Senaatti. <http://www.senaatti.com>, hämtad 2008-11-14 kl 16:00

Strusoft FEM-design. <http://www.strusoft.com/?pageId=24&langId=1>, hämtad 2008-11-06

Muntliga källor

Bengtson, Pontus. Intervju. Genomförd 2008-10-08 i Malmö.

Olsson, Christian. Intervju. Genomförd 2008-11-25 via email.

Persson, Leif. Intervju. Genomförd 2008-10-26 i Kristianstad

Bilaga 1

Intervju med Leif Persson

2008-10-23 i Kristianstad

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Leif Persson arbetar som upphandlare på Vägverket i Kristianstad. Leif arbetar med den juridiska processen.

Hur fungerar upphandlingsprocessen i era projekt?

För det första, berättar Leif, handlar det om att ta reda på vad som skall upphandlas, att definiera vilka krav och förutsättningar som finns för objektet. Leif liknar det vid en inköpslista när man ska till matbutiken, men att den inköpslista Vägverket gör är väldigt strukturerad för att ge alla möjlighet till alla att lämna anbud, och att se till att krav och förutsättningar för upphandlingen helt är enligt lagen om offentlig upphandling. Ofta använder sig Vägverket av konsulter för att göra förfrågningsunderlaget, dock inte Upphandlingsföreskrifter, Förelägg till kontrakt Upptdragsbeskrivning vid entreprenader producerar vi även Administrativa Föreskrifter, . Upphandlade delar av förfrågningsunderlaget kan vara ett antal A4-pärmar med ritningar, beskrivningar och annan teknisk information.

Leif berättar att Vägverket inte "tillverkar" så mycket själva utan är mer av en beställarorganisation.

Processen börjar med att man gör någon form av förstudie där rimligheten i projektet undersöks och vilka alternativ man har. Ibland, i större projekt, kan det krävas en vägutredning för att verkligen komma fram till rätt alternativ.

Efter att utredningsarbetet är klart tar man fram en Arbetsplan, ett juridiskt dokument som ska godkännas av andra instanser. När Arbetsplanen är godkänd av alla intressenter upphandlar Vägverket bygghandling från konsultföretag.

Bygghandlingarna är de handlingar som Vägverket sedan har som underlag när entreprenaden skall upphandlas.

Hela processen går stegvis, berättar Leif, eftersom Vägverket ofta handlar upp varje delprocess är varje föregående steg ett underlag till nästa.

I vilken form hanterar ni alla de handlingar som ni beställer?

Leif berättar att Vägverket tar emot anbudet i pappersform, men begär även vid stora upphandlingar att anbudet lämnas digitalt.

Sker det förändringar av den process du precis beskrev?

Vägverket har som mål att utöka antalet funktionsentreprenader. Funktionsentreprenad inom Vägverket innebär att man lägger på ett funktionskrav på en totalentreprenad. Tidsramen kan handla 10-20 år.

Hur pass stor frihet ger ni entreprenörerna i funktionsentreprenader?

Vad gäller utformningen av vägkroppen så är Vägverket inte villiga att låta entreprenörerna göra hur de vill. Den utformningsprincipen som finns idag är framtagen under väldigt lång tid och därmed är den vältestad. Hade det funnits en bättre metod hade Vägverket sannolikt använt den redan.

Ett antal företag har egna lösningar som de testat, men inte under så lång tid att man kan garantera hur vägarna håller under hela sin livstid.

Hur ser du på bristen av innovation och utveckling i anläggningsbranschen?

Det vanligaste, berättar Leif, är utförandeentreprenader där Vägverket ser till att alla handlingar finns. Leif tror att detta kan vara en källa till att utvecklingen inom anläggningsbranschen avstannat eftersom det ofta saknas drivkrafter i utförandeentreprenader.

Hur ser de krav ut som ni ställer på de handlingar som tas fram?

Vägverket ställer kvalitetskrav på de ritningarna och de beskrivningar som skall lämnas. Det finns en mängdförteckning med olika konton som alla mängder ska föras in i, vilket ska ske enligt en specifik modell. Vad gäller ritningar är det sektionssritningar, profilritningar och planritningar som är av intresse. Innan handlingarna skall lämnas till oss skall de kvalitetsgranskas av någon som har entreprenaderfarenhet.

Har Vägverket något mål om att ta emot digitala modeller, i form av exempelvis 3D-modeller, som underlag åt entreprenören?

Leif är lite osäker på om detta skulle innebära bättre lösningar. Leif tror att entreprenören är förtrogen med de ritningar man traditionellt alltid använt sig av. Skulle det visa sig att det är en bra lösning skulle inte Vägverket hindra en sådan utveckling.

Hur skulle det rent juridiskt fungera med digitala modeller, så att LOU uppfylls?

Det får inte ske någon diskriminering mot potentiella anbudsgivare.

Skulle det vara möjligt att i en totalentreprenad bygga efter digitala modeller?

Så länge kraven från Vägverket i form av utformningskrav och andra tekniska krav efterföljs spelar det ingen roll på vilket sätt entreprenören i samarbete med en konsult vill lösa uppgiften. Vägverket har visserligen ett visst intresse av att se hur entreprenören har tänkt gå tillväga. Det finns duktiga mättekniker inom Vägverket som kan bedöma om olika lösningar är rimliga och klara de kvalitetskrav som finns.

Vilka krav ställer ni på slutdokumentationen i en totalentreprenad?

Vägverket vill veta hur de tekniska lösningarna ser ut och kräver därför in ritningar på traditionellt vis.

Skulle det vara möjligt att ta emot slutdokumentationen som digitala modeller?

Kan Vägverket bara lagra informationen på ett anständigt vis, som lagen kräver, och Vägverket godkänner systemet för hur modeller byggts upp borde det inte vara några problem enligt Leif. Idag skall informationen lagras på papper, men enligt Leif är det sannolikt bara en tidsfråga innan det är godkänt att lagra digitalt.

Om man tänker sig att driva utveckling inom anläggningsbranschen i offentliga projekt och låter entreprenörer och konsulter utveckla nya tekniska lösningar genom att offentliga anslag skjuts till, vem ska äga rätten till dessa tekniska lösningar?

Normalt sett gör man så att Vägverket åtminstone förbehåller sig nyttjanderätten. Vägverket skulle nog inte, enligt Leif, vara villiga att betala något företag för att använda en viss teknik som hade tillkommit i ett uppdrag som Vägverket hade beställt.

Hur kan företag utnyttja sina egna tekniska lösningar i en offentlig upphandling?

I sitt anbud kan företaget ~~de~~ föreslå en alternativ utformning och måste då bevisa att deras lösning är lika bra eller bättre än Vägverkets ”förslag”.

Vilka utrymmen finns det i upphandlingarna idag att genomföra utvecklingsprojekt?

Det är framförallt alternativt utförande som är möjligheten för företag att utveckla nya innovationer på, vilket innebär att Vägverket inte betalar mer för en eventuell utveckling inom vägbyggnad. Om det finns extra pengar i ett projekt är det på grund av att Vägverket redan valt ett projekt för utvecklingsarbete, det är alltså inget anbudsgivarna kan påverka i en normal upphandling.

Vilken, tror du, är den bästa metoden för att stärka utvecklingen i anläggningsbranschen?

Leif tror att totalentreprenaden är ett bra sätt att arbeta för att skapa drivkrafter, även om de totalentreprenader som Vägverket lägger ut för anbud är väldigt styrda. Leif tror att det finns en del samordningsvinster mellan konsult och entreprenör i en totalentreprenad som saknas i traditionell utförandeentreprenad.

Vad är den största bristen ni upplever i samarbetet mellan konsult och entreprenör i traditionella utförandeentreprenader?

Entreprenörerna anser att det underlag det skall producera efter, Bygghandlingen, inte är bra nog. Den är inte tillräckligt verklighetsanpassad så de känner att de får lägga mycket energi på att tolka ritningar och texter som konsulten gjort.

Vad gör Vägverket för att komma till rätta med detta problem?

Vägverket ställer krav på att Bygghandlingen är rätt.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Vi begär att konsultföretagen skall presentera hur de skall kvalitetsgranska handlingarna innan vägverket får slutprodukten.

Vägverket kontrollerar så att konsulterna gör som de sagt för att få det rätt.

Vägverket gör själva en del kontroller, men kontrollerar inte hela Bygghandlingen vilket Leif säger skulle bli väldigt dyrt. Vissa saker, som geoteknik, kontrolleras dock eftersom det är av yttersta vikt att geotekniken är så bra utförd som möjligt.

Vägverket följer med i hela processen och följer projekteringen.

Bilaga 2

Intervju med Johan Skoog

2008-09-24 i Malmö

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Johan arbetar som entreprenadingsjör/platschef på NCC Anläggning Syd. Johan är involverad i många olika typer av anläggningsprojekt.

Vad anser du är den största risken i ett typiskt anläggningsprojekt som du är involverad i?

Johan har lite svårt att sätta fingret på några enskilda riskfaktorer. De saker som kan gå fel har blivit en del av vardagen och löses efterhand som de uppkommer. Johan nämnder de ekonomiska riskerna med beställare som en vill betala eller tvister i vad som skall utföras som de största bekymren.

Hur duktiga anser du ni är på att planera anläggningsprojekt?

Hur mycket det planeras i projekten är väldigt varierande. Den enda gemensamma nämnaren är att det inte finns några problem som inte får en lösning. Johan säger att alla platschefer har sitt eget lilla sätt att ta sig an ett projekt och även om riktlinjerna är samma finns det stora olikheter i planeringsmetodiken.

Hur bra följs huvudtidplanen? Görs det mycket separata veckoplaneringar som inte förs in i huvudtidplanen?

Huvudtidplanen följs nästan alltid. Veckoplaneringen ändrar sig dock från dag till dag. Huvudtidplanen är oftast ganska odetaljerad vilket ge utrymme för fria tolkningar och omplaneringar inom ramen för projektet.

Vad beror oplanerade stillestånd oftast på?

Johan säger att det nästan alltid beror på någon yttre faktor när det blir ett ofrivilligt stopp, det kan vara el-ledningar som inte finns utmärkta på någon ritning eller beställare som inte vill ta beslut om hur man ska göra när något oväntat inträffar.

Är det ofta så att ni i produktionen förväntas lösa problem som egentligen kunde ha lösts i projekteringen?

Enligt Johans erfarenhet är det svårt eller rent av omöjligt att göra en perfekt projektering. I anläggningsjobb är det mycket saker som måste lämnas åt att lösas på plats då det inte går att förutse vissa problem från början.

Tycker du att ni alltså borde komma in tidigare i projekten så att er erfarenhet gör nytta, t.ex. i en riskinventering?

Det finns en fördel med att vara med tidigt i ett projekt och kunna ifrågasätta antaganden som gjort eller vara med och påverka t. ex ledningsdragningar. Det underlättar för oss i produktionen då vi får ett lättare utförande. Dock finns inte den fulländade projekteringen. Det kommer alltid att dyka upp oförutsedda incidenter. Men Ju tidigare som Entreprenören kan få vara med i ett projekt desto bättre eftersom det är enklare att rätta till saker.

Hur väl tycker du dokumenthanteringssystemet NCC arbetar med, PDS, fungerar?

Johan har aldrig använt sig av PDS systemet. På de flesta typer av projekt som Johan har varit inblandad i finns det inte något behov av något dokumenthanteringssystem då antalet ritningar är så litet. Dock på större projekt där fler discipliner är inblandade ser Johan helt klart en nytta av att samla all dokumentation elektroniskt istället för att alla ska få en tjock lunta ritningar där större delen kan kastas i vilket fall som helst.

Vilken information, i form av ritningar och dylikt, anser du oftast är mest bristfällig och orsakar er problem i produktionen?

Enligt Johan är det en rad olika saker som kan gå fel. Men ganska ofta är det missar i höjdsystem eller att det saknas höjder. Det är även en brist att inte allt redovisas på ritningarna, olika lager försvinner vilket gör att det blir missar när elkablar som finns på en ritning inte finns på byggritningen. Gemensamt är att samordningen mellan olika projektörer och konsulter inte alltid fungerar optimalt Även det faktum att projektören sällan ger sig ut på plats och kontrollerar hur det ser ut i verkligheten utan enbart förlitar sig på ritningar kan få stora konsekvenser. Enligt Johan görs ibland lite för många antaganden.

Hur mycket erfarenhet har du av 3D-projektering?

Johan har ingen erfarenhet av 3D projektering och är inte speciellt intresserad av att själv rita något i CAD. Dock är han väldigt intresserad att få en 3D-modell av sitt bygge. Johan ser stora fördelar med att veta var exempelvis dragstag i en kaj finns eller i vilken nivå ledningar ligger.

Vilken är den största vinsten med maskinstyrningen, att det går snabbare eller att det blir billigare genom att man kan spara in resurser i form av anläggare som inte behöver ”styra” maskinen?

Johan anser att maskinstyrning är ett utmärkt verktyg eftersom ytan blir betydligt bättre jämfört med att en utsättare går och mäter in kontinuerligt samt att det frigör resurser då det inte behövs någon anläggare som går och kontrollerar ytan.

Verksamhetssystemet

Verksamhetssystemet fungerar i grund och botten ganska bra. Dock tycker Johan att den interna hemsidan Starnet är svårmanövrerad och att det sällan är självklart var man hittar information. Även sökfunktionen behöver förbättras för att det ska vara helt smidigt att använda. I realiteten blir det så att varje användare sparar ner den katalogstruktur den vill ha på sin egen dator och sedan modifierar den utifrån sina egna behov och har det som mall för sina projekt.

Dock blir det en del rena pappersprodukter i form av checklistor och motsvarande. Beroende på vad det är för typ av jobb är dessa mer eller mindre nödvända. På komplicerade och kritiska moment görs en ordentlig arbetsberedning och där fyller checklistan en funktion men vid enklare arbeten såsom stenläggning kan det vara något överdrivet och då blir det enbart formalia som fylls i på rutin.

På frågan om verksamhetssystemet är för inriktat mot husbyggnad svarar Johan att det visst är enkelt att gnälla på att det inte är anpassat för anläggningsprojekt men samtidigt är större delen av koncernens omsättning från husbyggnad så det är väl inte så mycket att orda om.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Bilaga 3

Intervju med Pontus Bengtsson

2008-10-08 i Malmö

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Pontus är gruppchef för samhällsbyggnad på WSP i Malmö. Samhällsbyggnad på WSP arbetar med alla former av infrastruktur, både utredning och design. Pontus driver även projekt som uppdragsgivare och är i grund och botten vägprojektör.

I vilken utsträckning använder ni 3D-projektering idag?

Pontus berättar att man inom väg- och gatuprojekt och markprojekt såsom tomter och parkeringsplatser så projekteras över 90 % med verktyg som hanterar tre dimensioner. WSP levererar bland annat maskinstyrningsmodeller och topologiska kartor för masshantering. Däremot har ledningsprojektering inte utvecklats i samma hastighet, mycket på grund av tradition enligt Pontus. Pontus ser dock även förändringar här, bland annat eftersom verktygen för 3D-projektering av ledningar nu är bra nog. WSP har precis avslutat ett utvecklingsprojekt där man skapade vad Pontus kallar ingenjörsmodeller, ett sätt att kunna se ledningar i VR (Virtual Reality) och inte bara titta på ytan. På landskapsidan har man, trots att verktygen finns, inte tagit till sig utvecklingen som skett. Detta beror delvis på att kunskapsnivån har varit för låg, men även att de stora beställarna: Vägverket och kommunerna inte sett nyttan av att få information i form av 3D-modeller.

Varför har inte utvecklingen skett inom hela anläggningsbranschen?

Enligt Pontus beror detta på utvecklingen av de verktyg som dök upp på 80-talet och som snabbt blev ännu bättre under 90-talet. Det skedde en uppdelning mellan de olika disciplinerna där projektering inom geoteknik, väg, VA och andra områden förändrades på olika sätt. Projektörerna blev väldigt styrda av de verktyg som fanns och tyvärr blev det ibland skickligheten i dessa verktyg som avgjorde skickligheten hos en projektör. Tekniken försvann till viss del på vägen och detta är något man fått leva med men som Pontus tycker man har arbetat bort. Detta har tidigare resulterat i att kollisioner har uppstått mellan olika discipliner i projekteringen, något som dock inte är unikt i anläggning utan sker i alla byggprojekt. Nu tror Pontus att verktygen har blivit så bra att detta kan undvikas på ett bättre sätt. Pontus menar att det också är en attitydsfråga, att det inte är varje disciplin för sig själv utan att det är projektet som ska vara i fokus. Problemet är att detta är svårt att sälja in till beställaren utan är något som ligger i konsultens intresse i sitt arbete att skapa bättre handlingar.

Vem är mest intresserad av dessa modeller i processen?

Eftersom projekt inom anläggningsbranschen i allt större utsträckning sker genom totalentreprenader är det framförallt entreprenören som är intresserad av de modeller som konsulter kan skapa. Framförallt tycker Pontus att det vore väldigt bra att slippa leverera traditionella 2D-ritningar utan att kunna leverera modeller istället.

Vad ser du som det största hindret i utvecklingen mot 3D-modeller?

Pontus ser ett stort hinder i juridiken eftersom det ofta är offentliga beställare i anläggningsprojekten. Det måste skapas tydliga regleringar för hur modellerna ska se ut. I dagens situation ställs det krav på de ritningar som konsulter tar fram och även om 3D-modeller finns och beställaren har tillgång till dessa är det ingen som tar ansvar för dessa eftersom det inte finns någon reglering. Pontus menar också att t.ex. FIA (Förnyelse i anläggningsbranschen) som driver på för utveckling inte alltid tar hänsyn till det juridiska. Bland annat tar de program som FIA tagit fram för upphandling av konsulter inte upp lagen om offentlig upphandling, som faktiskt är central för utvecklingen eftersom offentliga beställare är vanliga i anläggningsprojekt. Pontus tror att branschen kommer att bli lite tillbakahållen när det handlar om generalentreprenadsupphandlingar med offentliga beställare kontra totalentreprenader med privata beställare. Detta, tror Pontus, också är anledningen till att utvecklingen kommit längre inom husbyggnad eftersom man där oftast har privata beställare.

Tycker du att ni kan tillverka bättre bygghandlingar genom 3D-projektering kontra traditionell projektering, bland annat med hänsyn på höjdsättningar?

Först och främst berättar Pontus att problem med höjder oftast beror på de höjdsystem som används, vilket inte verktygen kan avhjälpa. ”Skit in – skit ut”. Vad gäller andra problem och missar i projekteringen tror Pontus att detta ofta beror på att man inte kontrollerat saker och ting ordentligt.

Pontus tycker däremot att kvaliteten höjts genom arbetet med modeller. Framförallt undviks problem vid korsningspunkter och krockar i VA. Här finns dock ett dilemma enligt Pontus, och det gäller hanteringen av befintliga ledningar. Informationen av befintliga ledningar är ofta väldigt bristfällig. Noggrannheten på informationen är inte alls bra och därmed spelar det ingen roll hur bra noggrannhet som det nya projekteras i, krockar kan ändå uppstå i produktionen.

Vilken är den största vinsten med att jobba i modeller?

Framförallt tycker Pontus att man får bättre kontroll när man jobbar i modeller, men samtidigt ser man bara det man lagt in. När man knutit ihop all information (modeller) från de olika teknikområdena handlar det fortfarande om skickligheten hos de inblandade att identifiera fel och brister.

När det handlar om leveranser av handlingarna ser Pontus en stor vinst i att slippa leverera pappersritningar i och med de enorma volymerna ritningar som produceras i stora infrastrukturprojekt. Att istället skicka iväg modellerna direkt till entreprenören skulle spara både pengar och miljön, även om Pontus inte tror att pappersritningar kommer att försvinna helt inom en snar framtid.

Vad ser du som nästa steg i utvecklingen av projektering i anläggningsprojekt?

Pontus efterlyser verktyg som gör att man i projekteringen kan få med sig en kvalitetsstämpel så att man kan ta hänsyn till de risker som finns, framförallt för befintliga ledningar. Exempelvis ska man vid en VA-projektering kunna identifiera ledningar som på något sätt är styrande för projekteringen, t.ex. stor vattenledningar

som man inte exakt vet var de befinner sig. Vad Pontus menar är att man skulle kunna säga hur pass noggrant man vet hur ledningen ser ut så att verktyget kan ta hänsyn till detta då nya ledningar projekteras för att undvika problem. Där är man inte idag utan nu använder man verktygen till att titta på en situation, att analysera och lösa eventuella problem ligger i händerna på projektören.

Har ni sneglat på exempelvis kollisionskontroller i husbyggnadsprojekt?

Pontus menar att problemen med de verktyg som finns är trögheten, att det helt enkelt tar lång tid att analysera. Bland annat har det uppstått problem då man projekterat broar i 3D, att programmen inte hänger med när varje objekt har väldigt noggranna koordinater.

Hur tror du att er projekteringsprocess måste förändras i framtiden?

Pontus säger att processen ser annorlunda ut i olika projekt. Det är alltid jobbigt att vara anläggare i husbyggnadsprojekt kontra exempelvis väg- och gatuprojekt eftersom fokus ligger på huskroppen snarare än t.ex. grundläggningen. Pontus tycker att man inte tar hänsyn till markprojekteringen vid husbyggnadsprojekt i ett tidigt skede, utan markprojektören får arbeta efter de förutsättningarna som husprojekteringen resulterar i, vilket kan bli onödigt krångligt och dyrt.

Pontus ser också utvecklingen mot modeller som ett sätt att öka respekten mellan olika discipliner. Ofta saknas respekten för olika aktörers kunnande, något som kanske blir bättre med denna utveckling. Pontus tror att detta är ett generationsproblem, som tyvärr ärvs ner i leden. Detta är en stor fråga, och även om Pontus inte tror att utvecklingen mot projektering i modeller är svaret tror han att det är en hjälp på vägen.

Hur ser samarbetet utan mellan anläggnings- och husbyggnadsprojektering ut i de projekt där ni är ansvariga konstruktörer för båda områdena?

Det fungerar bra tycker Pontus, men det är väldigt sällan som de blir upphandlade både för mark- och husbyggnadsprojekteringen i samma skede utan oftast blir det efterhand och då kan man inte alltid dra fördelen av att vara med i hela processen.

Hur ser du på informationsflödet mellan olika aktörer i ett projekt?

Ett stort problem enligt Pontus är volymen av data som måste transporteras i systemet, att man idag inte har den datakraft som möjliggör att stora modeller smidigt och snabbt kan användas av flera olika projektörer. Lösningen på detta, så som man gör idag, är att man sitter tillsammans på ett projektkontor där alla aktörer arbetar gemensamt. Pontus tror att det är den mänskliga kontakten mellan aktörerna som gör ett projekt lyckat. Pontus tror att det måste ske någon revolutionerande utveckling innan man kan driva riktig lyckade projekt där de olika aktörerna sitter på olika ställen och delar informationen genom någon form av modell. Dessutom ser Pontus svårigheter i hur informationen ska lagras, att standarder tas fram så att informationsutbytet blir smidigt.

Kompletterande fråga via email, 2008-11-05:

Vilka incitament har du som konsult att föreslå alternativa lösningar, exempelvis lösningar som du inser kommer att förbättra konstruktionen, öka byggbarheten eller helt enkelt sänker byggkostnaderna?

Beror lite på avtalsform. Men oavsett vilket är en nöjd kund en kund som gärna anlitar oss igen och som är beredd att betala för våra tjänster. Mer uppdrag och mer betalt arbete är incitamentet.

Bilaga 4

Intervju med Martin Berntsson

2008-10-09 i Malmö

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Vilken typ av projekt jobbar du med normalt sett idag?

Martin arbetar med förnyelseprojekt i Malmö stad där delar av gator och/eller kvarter får en ny gestaltning.

Har du någon erfarenhet av 3D-projektering?

I dagsläget använder Martin 3D-projektering endast för att bygga en modell som användas för beräkningar och för att plocka tvärsnitt ifrån. Presentationen av det som ritas är alltid i 2D.

Vilka programvaror jobbar du med i din vardag?

Martin använder sig av Autodesk Civil3D men har kollegor som använder NovaPoint.

Använder ni er av 3D-modeller för att visualisera bygget för de som står för utförandet?

Nej, i dagsläget används endast enklare 3D program såsom SketchUP om det skall göras en skiss av bygget till en presentation eller dylikt. För byggaren säger oftast en handritad skiss eller en 2D vy allt som behövs för utförandet.

Har du någon erfarenhet av 3D projektering inom husbyggnad/ Har du hört/sett/läst om vad det innebär?

Martin har väldigt lite erfarenhet av ren husbyggnadsprojektering men kan dra paralleller med de objektdatabaser som finns för husbyggnad. På gatukontoret finns GIS databaser där till exempel all gatubeläggning i Malmö stad är kartlagd. I nuläget pågår en process att inkludera all vägmarkering och alla vägskyltar i databasen. Dessa objekt finns dock enbart som 2D- information.

Hur mycket vet ni på gatukontoret om befintliga ledningar etc som ligger i mark?

Som det är i dagsläget finns ingen information på gatukontoret om vad marken innehåller.

Martin säger dock att det är väldigt enkelt att begära in information från ledningsbärande verk och på ett par dagar har han ett komplett underlag för vad som finns i marken. Nackdelen är att presentationen av ledningarna är väldigt varierande, det kan vara allt från handritade skisser till pdf-dokument. Större aktörer som till exempel VA-verket och e-on har väldigt bra koll på var deras ledningar går och kan ge väldigt detaljerade uppgifter.

Informationen om ledningarna läggs inte in i någon modell utan en konfliktundersökning görs och det utreds hurvida befintliga ledningar kommer att krocka med planerade arbeten. I de flesta fall så görs inget åt det som redan ligger i marken eftersom det inte kommer att krocka med planerade nybyggen. Det är dock inte ovanligt att ledningar som saknar ägare påträffas.

Martin ser dock en stor nytta av att ledningsdragande verk levererar komplett ledningsinformation i en 3D modell. I nuläget är det en för stor uppgift för Gatukontoret att göra modeller av ledningar på samtliga projekt. Nyttan av en 3D modell är för liten för att väga upp allt merarbete.

Hur väl tycker du samarbetet mellan projektören och entreprenören fungerar?

Martin har inga invändningar för hur samarbetet mellan projektör och entreprenör fungerar.

Dock finns en varians i kvalitén på det material som både entreprenörer och projektörer lämnar ifrån sig. Alla tolkar inte sin uppgift på samma sätt och resultatet blir därför olika.

Hur tycker du att informationsflödet i byggprocessen fungerar?

Martin anser att det fungerar väldigt väl i de projekt som han är inblandad i. Kommunikationen är rak och tydlig och entreprenörerna är väldigt duktiga på att flagga upp eventuella problem och brister i projekteringen.

Vid upphandlingar har Gatukontoret en kravspecifikation som styr vilka dokument som måste finnas vid en upphandling och entreprenörerna vet precis vilka dokument som skall tillhandahållas.

Med införandet av digitala medier i projekteringen, måste kravspecifikationen ändras?

Martin säger att den kravlista som finns kan inte användas rakt av. Där måste kompletteringar göras. Gatukontoret har alltid varit väldigt generösa med att dela med sig av sitt digitala material men har tidigare lidit av att noggrannheten i ritningarna varit för dålig. Detta håller dock på att förändras. I dagsläget kräver gatukontoret digitala handlingar men ställer inga krav på noggrannheten i dessa, därför kan inte gatukontoret vidarebefordra handlingarna till entreprenören utan brasklapp.

Har ni sett några vinster med att lämna ut digitalt material till entreprenörer i form av mindre tvister etc.?

Martin upplever det som att antalet tvister om de inte minskar så är det lättare att lösa dem eftersom man har ett tydligare underlag för vad som faktiskt ska utföras.

Anledningen till att Gatukontoret alltid friskriver sig från att det digitala underlaget är korrekt är att Gatukontoret som beställare har möjlighet att tidigt granska materialet och kontrollera projektören/konsulten så att de faktiskt lever upp till de krav som Gatukontoret ställer. När handläggaren från beställarens sida inte ha den kompetensen och projektören/konsulten slarvar blir det ibland fel.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Martin ser en fördel med att konsulten levererar en 3D modell eftersom det inte går att "gömma" besvärliga moment genom att inte redovisa vissa snitt etc. Med en komplett modell måste allt ritas ut och det skall gå att granska hela modellen.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Bilaga 5

Intervju med Hans Konstenius

2008-10-13 i Malmö

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Hans arbetar som projektör på SWECO i Malmö och arbetar med hela kedjan av arbetsuppgifter från utredningsfasen till leverans av färdiga handlingar till entreprenör.

Vilka är oftast beställare i era projekt?

Hans säger att ca hälften av hans beställare är statliga med kommun och vägverket som största aktör och resterande är privata aktörer. Den privata sektorn består av en mängd olika aktörer varav ett flertal är mindre bolag.

Hur skiljer sig en offentlig beställare jämfört med en privat entreprenör? Vad skiljer sig i de handlingar som krävs?

Som Hans upplever det kräver ett jobb från en offentlig beställare ett ganska stort merjobb i form av juridiska krav som ställs på dokumenten. För att den offentliga beställaren skall kunna få ett så rättvist pris som möjligt måste underlaget vara skrivet på ett sådant sätt att gällande föreskrifter följs. Detta innebär bland annat att specifika material inte kan krävas. Så skillnaden i vilka handlingar som krävs är väldigt liten men formalia som rör handlingarna blir väldigt omfattande när det gäller en offentlig beställare. Alla anbudsgivare måste kunna tolka handlingarna på samma vis.

Vad är dina erfarenheter av 3D-projektering?

Enligt Hans jobbar han väldigt mycket med 3D projektering, i princip allt material han gör görs 3dimensionellt. Genom att göra en 3D-modell från början har Hans märkt att han kan få ut ytterligare information från sin modell utan att göra det extra arbete det skulle inneburi om han utgått från en 2D-vy.

Vilka är de största vinsterna för er med 3D-projektering?

Enligt Hans är den största vinsten med 3D-projektering tidsvinster där beräkningar kan fås direkt ur en modell istället för att rita en rad sektioner och manuellt beräkna till exempel mängder eller ytor. Kvalitén på arbetet anser Hans vara likvärdig, dock blir aldrig projekteringen bättre än det underlag som lämnas. Beroende på hur bra förundersökningen är med avseende på ex inmätningar blir beräkningarna mer eller mindre exakt.

Hans efterlyser enklare sätt att kontrollera arbetet, någon form av rimlighetskontroll bör ingå för att se att de ytor och volymer som beräknas med hjälp av programmet faktiskt stämmer.

I en del fall säger Hans att det även är så att beställaren "kommer på" halvvägs in i projektet att han vill ha 3D material och då är det väldigt smidigt att ha genomfört en 3D projektering redan från början.

Har ni haft kunder som efterfrågat digitala leveranser?

Hans berättar att de visst levererar digitala modeller till kunder men ofta som komplement till bygghandlingar. Till största delen är det entreprenörer som använder sig av 3D material. Kommunala beställare använder ofta enbart 3D modellen för att visualisera. Problemet i nuläget är att 3D modellen inte gäller som juridiskt dokument om det inte skrivs in i AF- delen i avtalet Hans hoppas dock att det ska ske oftare i framtiden eftersom det minskar ritningshanteringen om han kan skicka en modell istället för pappersritningar.

Vad är det största svårigheten för er att använda er av 3D projektering?

I nuläget säger Hans att han upplever det som att folk inte alltid är med på vad det innebär med 3D-projektering. Det finns svårighet i att få folk att "tänka 3D" från början och börja använda sig av verktygen redan i projektets början.

Hans upplever det som ett hinder att alla beställare använder sin egen mall för hur dokumenthantering etc. skall gå till. Dock tror inte Hans att branschen är mogen för en gemensam standard än.

Hur väl fungerar samarbetet mellan projektör och entreprenör?

Hans upplever det som väldigt individuellt hur både kommunikation och samarbete fungerar. Vissa är väldigt duktiga och lyhörda för vad som fungerar bra/dåligt samt ta till sig av de erfarenheter som görs i projekt medan andra är sämre på det. Hans efterlyser att projektören faktiskt tar sig ut till arbetsplatsen och följer upp hur de lösningar som projekterats faktiskt utförs.

Hur stor hänsyn tar ni till det som redan finns i marken i form av ledningar etc.?

I nuläget är det inget som Hans lägger in i sina modeller. I det systemet som Hans använder är det inte tillräckligt enkelt att lägga in den typen av information. Programvara som Hans tidigare använt var bättre på att hantera dessa typer av information och då togs större hänsyn.

Dock är svårigheten att ingen riktigt vet var ledningar ligger, noggrannheten i de ritningar som finns är helt enkelt alldeles för låg.

Bilaga 6

Intervju med Martin Andersson

2008-09-22 i Malmö

Genomförd av Oscar Mårtensson

Martin arbetar som entreprenadchef på NCC Anläggning Syd. Martin är involverad i många olika typer av projekt, t.ex. stora schaktarbeten och VA-projekt.

Vad anser du är den största risken i ett typiskt anläggningsprojekt som du är involverad i?

Martin anser att masshanteringen är den största risken ofta innefattar masshanteringen i ett projekt. Anledningen är att det är svårt att initieellt bedöma hur man kan använda massorna i ett projekt eftersom det aldrig går att garantera hur massorna faktiskt är trots geotekniska undersökningar. En faktor som spelar stor roll för masshanteringen är också väderleken. Dessutom vet man inte framtida användningsområden för massorna, t.ex. i projekt i närheten som startar upp i ett senare skede. Detta gör att man måste planera för olika scenarion.

Hur duktiga anser du ni är på att planera anläggningsprojekt?

Martin anser att man planerar det som krävs i projektet, man planerar alltså inte för planerandets skull. Vad gäller massbalans och masshantering är det något som man går igenom och planerar löpande i projektet på PC-möten. Det finns en möjlighet att rapportera vilka massor som finns över i ett projekt via Internet så att projekten kan samarbeta med varandra och hjälpas åt.

Hur bra följs huvudtidplanen? Görs det mycket separata veckoplaneringar som inte förs in i huvudtidplanen?

Yttre omständigheter som t.ex. väder gör att man i stora projekt måste ha marginaler att göra förändringar i t.ex. schaktarbetena för att undvika vite. Martin anser att det här finns en stor skillnad mot husbyggnadsprojekt, där man bättre kan planera t.ex. resning av en stomme utan att behöva oroa sig alltför mycket om t.ex. väder. Överlag håller man dock huvudtidplanerna i projekten ganska väl.

Ofta ligger dessa projekt som en delaktivitet i exempelvis ett husbyggnadsprojekt och därigenom stäms huvudtidplanen ofta av.

Vet du vad tid/läge-planering innebär, så kallat Line Of Balance?

Martin berättar att man i planeringsprocessen tar hänsyn till risken för krockar och att detta görs baserat på erfarenheten hos de som genomför planeringen. Någon riktig tid/läge-planering görs ej.

Vad beror oplanerade stillestånd oftast på?

Det beror ofta på den mänskliga faktorn, att någon tror att ett arbete inte är så komplicerat som det faktiskt är.

Är det faktum att arbetsplatsen förändras fysiskt under projektets gång något problem som du upplever det?

Ibland kan det vara svårt vid grundläggningsarbeten för husbyggnadsprojekt där husbyggarna tar ytor i anspråk som mark/anläggning ska färdigställas. Det blir då en avvägning i vilken grad dessa ytor faktiskt bör färdigställas, risken är ju att de annars kan t.ex. köra sönder.

Är det ofta så att ni i produktionen förväntas lösa problem som egentligen kunde ha lösts i projekteringen?

Martin tycker inte att man förväntas att göra det. Han tycker också att man inte alltid kan säga att det är planeringsarbetet som brustit utan att man bör se det som en naturlig sak. Martin anser att om man alltid skulle planera allt in i minsta detalj skulle det gå åt för mycket resurser, och även om de resurserna är ganska billiga så tycker Martina att risken finns att man planerar så mycket att alla delarna i projektet måste flyta perfekt för att planeringen ska hålla. Spricker då planen kanske man har ännu större problem.

Här tycker Martin att man måste bli duktigare på planeringen, att man tar tänker igenom de stegen som potentiellt kan gå fel och skapar alternativa planeringen om så vore fallet, så att projektet inte står och faller med vissa delaktiviteter. Martin anser att en sådan planering är mycket viktigare att göra än en väl genomtänkt tidplan som t.ex. spricker p.g.a. dåligt väder. Detta skulle, enligt Martin, innebära att man gör en riskinventering av alla aktiviteter och tänker igenom alternativa scenarion som man måste planera efter.

Tycker du att ni alltså borde komma in tidigare i projekten så att er erfarenhet gör nytta, t.ex. i en riskinventering?

Problemet, anser Martin, med detta är att i många husbyggnadsprojekt med anbudssummor kring 20-50 MSEK så behöver markarbetena gå igång direkt när entreprenören får projektet. Under tiden markarbetena pågår sitter husbyggnad och projekterar så i så fall är det beställaren som får ge mark/anläggning den tiden för att förbättra planeringsarbetet.

Hur väl tycker du dokumenthanteringssystemet NCC arbetar med, PDS, fungerar?

Martin säger att i de projekt där vi har en platschef som kan och är intresserad av verktyget fungerar det väldigt bra. Det finns dock detaljer som inte fungerar så bra, bland annat att alla inom projektet från meddelande då revideringar har tillkommit även om de inte har med dokumentet att göra. Detta tycker Martin gör att man till slut blir immun mot dessa meddelanden och kan därför missa något som faktiskt har med en själv att göra.

Vad gäller NCCs verksamhetssystem generellt tycker Martin att det är för dåligt anpassat till olika projekt, vilket får till följd att en del dokument skapas utan att fylla någon funktion i mindre projekt och därför bara blir en skrivbordsprodukt utan egentlig funktion. Framförallt är det kortare projekt på 3-4 månader (anbudssumma

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

upp till 5 MSEK) som verksamhetssystemet inte passar så bra till. Systemet bör anpassas till olika sorters projekt för att fungera bättre.

Vilken information, i form av ritningar och dylikt, anser du oftast är mest bristfällig och orsakar er problem i produktionen?

Problemen uppstår ofta *”där två konsulter eller verksamhetsområden ska samordnas”*, *”den som har projekterat sin gata helt och hållet har sällan gjort några missar”*. Martin berättar att det ofta handlar om höjdsättningar som inte stämmer i anslutningspunkter, ibland på grund av att olika projektörer använt sig av olika höjdsystem.

Martin berättar också att information om befintliga ledningar som är i drift oftast är väldigt bra. Däremot kan information om ledningar som är ur drift vara mer bristfällig, vilket ibland ställer till problem.

Hur mycket erfarenhet har du av 3D-projektering?

”Väldigt begränsad”. Det är maskinstyrning som Martin kommit i kontakt med i och med att de utnyttjar detta i alla större schaktarbeten. Det Martin menar med maskinstyrning är, utöver sofistikerade system med GPS, även användandet av t.ex. laser för att kunna hålla en nivå eller ett fall.

Martin berättar att han, i de projekten som man använder sig av maskinstyrning, inte sätter sig in i hur det fungerar rent tekniskt och har i heller inte fått någon intern eller extern utbildning på detta område. Istället ser man till så att någon mättekniker kommer in i projektet och hjälper till med detta.

Man har, i vissa projekt, skapat 3D-modeller som underlag för rapportering av schakt- och fyllnadsmassor till beställaren för att justera kostnaderna i projekten som bedrivs med mängdregleringsavtal. Martin tycker att *”det känns mer seriöst att visa en 3D-modell och visa hur schakten ser ut än att komma med en massa följesedlar”*.

Vilken är den största vinsten med maskinstyrningen, att det går snabbare eller att det blir billigare genom att man kan spara in resurser i form av anläggare som inte behöver ”styra” maskinen?

Det är inte alla jobb som går snabbare utan då är det kapaciteten på maskinen som sätter gränsen. Vinsten ligger däremot oftare i att man slipper ha en anläggare som står och hjälper maskinisten, som med maskinstyrningen kan jobba mer på egen hand.

Bilaga 7

Intervju med Tore Lindell

2008-10-23 i Kristianstad

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Tore arbetar till största delen med vägprojektering, men gör även en del mindre jobb rörande ledningsprojektering.

Vad är dina erfarenheter av 3D-projektering?

Tore arbetar till största delen i Autodesk Civil 3D och har gjort så sedan 2004. Tore sitter även med i en utvecklingsgrupp som hjälper Autodesk att utveckla sin programvara. I princip allt som Tore projekterar görs med 3D modeller. Tyréns AB har tagit som strategiskt beslut att använda Autodesk Civil 3D som företagsstandard.

Vilka är oftast beställare i era projekt?

Tore säger att deras största kund är Vägverket, dock görs en hel del projektering åt kommuner samt att Tyréns AB har ett ramavtal med Skånetrafiken. Till en mindre utsträckning görs även jobb åt privata entreprenörer.

Hur ofta beställer en kund en 3D modell?

En del projekt efterfrågar 3D-modeller men enligt Tore är det tyvärr allt för sällan som en kund faktiskt efterfrågar en modell. I slutändan blir det ofta att han levererar ”dumma” ritningar i form av 2D-vyer. I dagsläget ser Tore inga som helst problem att lämna en modell istället för traditionell ritning utan den största svårigheten ligger i att få kunden att börja använda 3D-modellen.

Vilka är de största vinsterna för er med 3D-projektering?

I dagsläget är det främst tidsvinster som Tore uppskattar med 3D projektering. I dagsläget känner han att han lägger allt för mycket tid åt att bara skapa ritningar från sin 3Dmodell istället för att projektera. Någon han behövt göra om kunden efterfrågat en modell istället för 2D-ritningar. En stor tidsvinst kan göras om ett område skall göras om längre fram i tiden, har en modell redan gjorts kan den modifieras istället för att en helt ny modell skall göras. Levereras ritningen i pappersformat måste allt projekteringsarbete göras om från början. Problem kan ju dock uppstå med olika filsystem osv men detta hoppas Tore delvis ska kunna undvikas genom att en gemensam standard införs, ex LandXML.

Har ni levererat underlag för maskinstyrning åt någon kund?

Ja, Tore har gjort ett projekt med ett exploateringsområde i Hörby där ett komplett underlag för maskinstyrning lämnades. Erfarenheterna från det var väldigt goda, varken entreprenör eller beställare hade något som helst att klaga på.

Försöker ni få era beställare att köpa en 3D-modell istället för traditionella ritningar?

Nej, Tore säger att man inte aktivt försöker sälja in sin 3D-projektering, däremot berättar de alltid att den finns tillgänglig. Vid projektering åt Vägverket vet projektören aldrig om vem som blir entreprenör och då är det svårt att sälja in konceptet med 3D-modeller.

Hur skiljer sig ert arbetssätt med olika entreprenadformer, general vs totalentreprenad?

Tore ser en hel del fördelar med att arbeta i totalentreprenader. Samarbetet med utförande parten blir tätare och han som projektör får vara med mer i utförandefasen och få reda på mer om hur uppgiften löses rent praktiskt. Som konsult kan Tore ibland känna att han hamnar för mycket på kontoret och får sällan se de lösningar han ritat. Dock är det ingen större skillnad på hur väl 3D modeller utnyttjas. Kvaliten förbättras dock eftersom bredare kunskap om själva utförandet och tekniska lösningar kan beaktas i tidigare skeden.

Hur hanterar ni befintliga ledningar i mark?

Här är det enligt Tore en del problem. I nuläget läggs befintliga ledningar endast in i 2D-vyn. I korsningspunkter ritas de dock in som objekt. Hade dock ett gemensamt filformat adapterats, ex LandXML kunde alla befintliga ledningar läggas in i modellen. I nästa version av Civil 3D säger Tore att ett utökat stöd för hantering av befintliga ledningar skall finnas.

Kompletterande fråga via email, 2008-11-05:

Vilka incitament har du som konsult att föreslå alternativa lösningar, exempelvis lösningar som du inser kommer att förbättra konstruktionen, öka byggbarheten eller helt enkelt sänker byggkostnaderna?

Egentligen finns inget incitament för de alternativa lösningar du beskriver. Möjligtvis kan man få någon extra poäng i utvärderingen i kommande förfrågningar, men till sist tror jag ändå priset blir avgörande på grund av upphandlingsföreskrifterna. Möjligtvis kanske i en totalentreprenad skulle man kunna förhandla till sig något.

Bilaga 8

Intervju hos Söderdelegationen med

2008-11-11 i Helsingborg

Deltagare:

Susanne Duval, Utredningsledare

Håkan Lindström, Planeringschef

Torgny Jonsson, Projektledare

Genomförd av Oscar Mårtensson och Henrik Nilsson

Vad innebär ”H+”-projektet?

Projektet innebär en ny tunnel, kallad södertunneln, söder om knutpunkten samt exploatering av den mark som frigörs när järnvägen görs om till tunnel. Parallellt med detta projekt utreds även andra järnvägssatsningar längs västkustbanan, bland annat tunnel till Helsingör. Vilka delar av de framtida utbyggnaderna som ska ingå i ”H+”-projektet är inte helt klart i dagsläget.

Man har handlat upp en konsult i en form av utökad samverkan och tar just nu fram en järnvägsplan och systemhandlingar tillsammans med Banverket.

Vilka tror ni är de största hindren för utvecklingen i anläggningsbranschen?

Ambitionen är lika hög som inom husbyggnadsbranschen, men på ett anläggningsprojekt är mer komplicerat på många sätt. Ett hinder är antalet intressenter. I husbyggnadsprojekt finns det oftast en aktör med mycket att säga till om. I anläggningsprojekt finns det ofta flera aktörer med olika intressen. Även om anläggningsprojekt ofta är unika och komplexa finns det alltid delar av anläggningsbyggande som kan effektiviseras med nytänkande men det är sällan det görs på hela projekt, som ”H+”-projektet.

Vilka erfarenheter har ni av 3D-projektering?

Torgny har tidigare arbetat på Vägverket konsult och har därmed varit i kontakt med 3D-projektering sedan många år. Torgny anser att man använder 3D-projektering där det finns en praktisk nytta, det görs inte för sakens skull.

I förstudien av ”H+”-projektet anser Håkan att de virtuella modellerna var bra hjälpmedel för att visa komplexiteten i projektet för personer som inte var tekniskt insatta, exempelvis politiker och allmänheten.

Vilka är era ambitioner med 3D-projektering i projektet?

Torgny Jonsson anser att de har höga ambitioner med 3D-projektering, men inte att allt ska göras i 3D för sakens skull. De är öppna för vad tekniken kan erbjuda.

Även om projektet idag inte är i det skedet att entreprenörer ska upphandlas ligger stort fokus på vad som ska hända längre fram. I dagsläget satsas mycket på

visualisering av projektet, så att allmänheten och beslutstagare ska kunna förstå hur de olika förslagen ser ut.

Än så länge har man inte tagit tag i exakt hur modellerna ska användas, exempelvis som bygghandlingar, utan man kommer att lyssna på konsulter och entreprenörer i branschen för att sedan skapa ett bra system att arbeta efter. Om det systemet kommer innebära att entreprenörerna helt och hållet kommer arbeta gentemot modeller eller mot traditionella ritningar är inget Söderdelegationen tagit ställning till i dagsläget. Om man exempelvis bestämmer sig för att teckna någon form av partneringskontrakt blir man ju delvis styrd av hur entreprenör vill arbeta.

Hur hanterar ni utformningen av de digitala modeller som görs i projektet?

Det har tagits fram en IT-handledning som beskriver hur modellerna ska byggas upp, men inte vilka system eller format dessa ska tillverkas i. Tanken med en utökad samverkan med konsulten har lite varit att tillsammans med konsulten bestämma vilka format som skulle användas och andra tekniska frågor.

Tanken är inte att man i projektet ska tillverka ett helt eget system att arbeta efter, utan att tillsammans konsulter och entreprenörer lösa uppgiften tillsammans genom att hitta rutiner och system som gagnar projektet. Det finns mycket kunskap att hämta från andra stora projekt. Samverkansformen med aktörerna innebär att man kan utnyttja deras kunskaper och deras system.

Vilka tror ni är de största vinsterna med anläggningsmodeller, om man bortser från styrkan som visuellt verktyg?

Torgny anser att det inte går att undvika tekniken idag eftersom den effektiviserar anläggningsbyggandet genom att införa ett mer industriellt tänkande. ”H+”-projektet är ett dyrt projekt, men därför finns också mycket att spara in på med mer industriellt tänkande som exempelvis prefabricerade element. Här kommer styrkan in från entreprenörerna som kan bli mer konkurrenskraftiga med effektivare metoder. I detta tänkande är 3D-projektering ett viktigt verktyg och det gäller att tänka på sådana saker tidigt.

Främjar ni innovation från exempelvis konsulter genom incitament?

En upphandling enligt utökad samverkan bygger delvis på incitament. Beställaren och exempelvis den upphandlade konsulten ska nå ett mål tillsammans. Gör konsulten arbetet på ett bra sätt som sänker kostnaderna finns det en bonus att del av, på samma sätt som konsulten får betala om arbetet är mindre väl utfört. Kan konsulten dessutom bidra till att hela projektet håller tidplanen, att länsstyrelsen exempelvis godkänner miljökonsekvensbeskrivning på utsatt tid, finns en bonus för konsulten. Förhoppning finns att man genom detta kan hitta smartare lösningar och därmed spara pengar.

Tycker ni att ert projekt skiljer sig från övriga anläggningsprojekt med hänsyn på upphandlingsformen?

Än så länge har man inte bestämt sig för ur upphandlingsformerna ska se ut, men troligtvis blir det någon upphandlingsform med totalansvar. Att används sig av totalentreprenader tycker inte Torgny är något märkligt.

Hur ser ni på problematiken kring arkivering av modellerna?

Eftersom det är ett järnvägsprojekt kommer Banverkets regler för arkivering till stor del styra. Banverket kräver exempelvis att alla ritningar ska skrivas ut på film och förvaras på ett säkert ställe, vilket kan ses som ett bevis för att branschen till stor utsträckning styrs av tradition och kan vara lite bakåtsträvande.

Vägverkets arkivregler skiljer sig en del från Banverkets och Torgny menar att det även finns en stor kulturell skillnad mellan organisationerna.

Hur ser ni på att använda informationen i en anläggningsmodell som bas för förvaltning?

Man måste se förvaltningen av data som något annat än ett byggprojekt, som en annan process. Men det är klart att modellerna från byggprocessen och förvaltningsprocessen måste kunna kommunicera. Att lägga in all projekterad data, från exempelvis en hel stad, kommer aldrig att fungera enligt Torgny.

Just i detta projekt är det som så att södertunneln som järnvägsanläggning och därmed omfattas av Banverkets har för ambitioner. Projektet innebär även lednings- och gatuarbeten, som är ett väldigt komplext system som Helsingborgs stad får ställa krav på och där man i projektet har större möjligheter att påverka.

Att man ska ha det generella sättet att tänka, att se driftsskedet, genom hela processen är något Susanne tycker kommer in mer och mer i branschen.

Ofta är det dock praktiska problem som ställer till det, bland annat att olika aktörer använder sig av olika koordinatsystem.

Möjligheter och hinder för leveranser av digitala anläggningsmodeller

Bilaga 9

Intervju med Christian Olsson

2008-11-25 via email

Christian Olsson är jurist och arbetar på Kommunupphandling Syd. Christian Olsson var inblandad i målet där Regionfastigheter försvarade sitt krav på filformat i en ramavtalsupphandling.

Vad innebär proportionalitetsprincipen?

Proportionalitetsprincipen säger att ställda krav bara är sakliga om de är ändamålsenliga i den aktuella upphandlingen. Det är de om de har ett naturligt samband med och står i proportion till det behov som ska täckas. Det betyder att vad som är giltiga krav i en upphandling kanske inte är det i en annan.

När man avgör om ett krav är förenligt med proportionalitetsprincipen ska man göra en strukturerad avvägning mellan motstående intressen (upphandlarens respektive leverantörens) enligt ett visst schema.

Den schematiska bedömningen består av tre steg. Även om upphandlarens krav klarar det första steget kan de falla på det andra eller tredje.

1. Krav ska vara lämpliga och effektiva för att uppnå det eftersträvade syftet
2. Krav ska vara nödvändiga för att uppnå det eftersträvade syftet, dvs. det ska inte finnas något mindre ingripande alternativ
3. Den negativa effekten som krav får på det intresse eller den rättighet som kraven inskränker får inte vara oproportionerlig eller överdriven jämfört med det eftersträvade syftet.

Domen i fråga berör en ramavtalsupphandling. I vilka typer av projekt tror du att en offentlig beställare kan föreskriva filformat och projekteringsverktyg?

Svar: En offentlig beställare kan föreskriva filformat och projekteringsverktyg i alla typer av projekt så länge kraven inte strider mot proportionalitetsprincipen.

Vilka faktorer kan spela in för möjligheterna att ställa krav på filformat och projekteringsverktyg? Anbudssumma? Upphandlingsform? Andra faktorer?

Svar: Anbudssumma och upphandlingsform saknar betydelse. Möjligheterna att ställa krav begränsas bara av proportionalitetsprincipen.

Ger domen i det aktuella målet andra myndigheter, som exempelvis Banverket och Vägverket, fritt fram att bygga upp ett system kring ett visst filformat eller

projekteringsverktyg och därefter använda detta system som krav i sina upphandlingar?

Svar: Vill inte svara eftersom svaret förutsätter spekulation. Men principiellt sett är det aldrig fritt fram för offentliga upphandlare/beställare. De måste agera utifrån principerna om likabehandling och proportionalitet, dvs. ha sakliga skäl för sina val.

Vi är också intresserad av följande utdrag ur domen:

”Bolaget anför att det idag inte finns några programvaror på marknaden som är 100 procent kompatibla med vad som efterfrågas. Enligt bolaget är det dessutom omöjligt för utomstående programvaruleverantörer att uppnå sådan kompatibilitet eftersom specifikationerna för hur man skapar dessa programvarors filformat inte är tillgängliga för andra mjukvaruleverantörer än företaget Autodesk som utvecklat den efterfrågade produkten. De krav som ställts upp innebär enligt bolaget således i praktiken ett förbud mot att använda annan programvara än AutoCAD MEP. Mot bakgrund av vad Region Skåne har anfört måste det anses vara motiverat att kräva att de efterfrågade formaten på filerna eller eventuella alternativa format måste kunna samordnas med föreliggande digitala kommuniceringsverktyg. Länsrätten kan konstatera att Region Skåne i förfrågningsunderlaget angett och hänvisat till ett speciellt programverktyg, AutoCAD, som är centralt för upphandlingen, men även angett att man accepterar att projektering utförs i annat format under förutsättningen att 100 procent kompatibilitet avseende CAD-filer föreligger. Enligt länsrättens mening får denna formulering anses vara jämställd med orden ”eller likvärdig”. Länsrätten anser att bolaget, trots omfattande skriftlig bevisning, inte har förmått göra det sannolikt att det inte är möjligt för någon annan leverantör att uppnå aktuell grad av kompatibilitet.”

Om man leker med tanken att en konsult i en framtida upphandling överprövar på liknande grunder som i denna dom och lyckas bevisa detta på ett starkare sätt, tror du det är möjligt att konsulten vinner överprövningen?

Svar: Vill inte svara eftersom svaret förutsätter spekulation. Men principiellt sett vinner konsulten om upphandlaren har brutit mot likabehandlingsprincipen eller kraven står i strid med proportionalitetsprincipen.