

CHALMERS



Nyttan med 3D-modell i produktionsplanering vid bostadsprojekt

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

MAZIAR ALIZADEH SIAHKALRUDY

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
Visualiseringsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2011
Examensarbete 2011:91

EXAMENSARBETE 2011:91

Nyttan med 3D-modell i produktionsplanering vid bostadsprojekt

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

MAZIAR ALIZADEH SIAHKALRUDY

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
Visualiseringsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2011

Nyttan med 3D-modell i produktionsplanering vid bostadsprojekt
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör

MAZIAR ALIZADEH SIAHKALRUDY

© MAZIAR ALIZADEH SIAHKALRUDY, 2011

Examensarbete / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2011:91

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

Chalmers Reproservice/ Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2011

Nyttan med 3D-modell i produktionsplanering vid bostadsprojekt

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

MAZIAR ALIZADEH SIAHKALRUDY
Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för Construction Management
Visualiseringsteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Byggbranschen befinner sig i en ny fas. Genom att ta steget från det traditionella två dimensionella ritningar till tre, fyra och t.o.m. femdimensionella ritningar står man inför stora förändringar. Idag används virtuellt byggande, vilket innebär användande av 3D-modell framtagen med moderna ritningsverktyg av arkitekter och teknikkonsulter.

För att klarlägga fördelarna med användandet av projekteringsfasens samordnade 3D-modell har omfattande litteraturstudier i vetenskapliga rapporter, artiklar och Internet i ämnet BIM genomförts. Genom semistrukturerade intervjuer med byggbranschens aktörer såsom arbetsledare, platschefer samt en entreprenadingenjör har svårigheter och hinder för dess införande inom byggnadsproduktion kartlagts.

Tillämpning av BIM i produktion leder till enklare och snabbare kommunikationsprocesser mellan de olika aktörerna på arbetsplatsen. Visualiseringsverktyget som underlättar skapandet av den gemensamma bilden är den mest användbara funktionen. Att utnyttja mängdlistor framtagna från olika aktörers 3D-modeller är en annan fördel med BIM i produktion som är uppskattad bland produktionsledningen. Resultatet är snabbare framtagning av mängdlistor med bättre kvalitet.

Den största utmaningen för införandet av projekteringsfasens samordnade 3D-modell i produktion är produktionsfolkets olika färdigheter gällande datorvana. En förutsättning för lyckad användning av modellen i produktion är utbildning i modellhantering innan projektets start. Tillgång till tekniskt stöd under produktionsskedet kan också underlätta användningen av modellen. Ett annat hinder i samband med införandet är att många tror sig veta vad en 3D-modell innehåller, vilket resulterar i felaktiga förväntningar av modellen. En lösning på problemet kan vara ökad information om vad man kan förvänta sig av modellen. Idag är fördelarna med BIM i produktion begränsade på grund av att byggbranschen befinner sig i början av införandefasen. Men den framstående utvecklingen av BIM i andra faser av byggprocessen visar på en lovande utveckling av BIM även i produktion.

Nyckelord: 3D, 4D, byggnadsproduktion, virtuellt byggande, implementering

The benefits of a 3D-model in production planning at housing project
Diploma Thesis in the Engineering Program
Building and Civil Engineering
MAZIAR ALIZADEH SIAHKALRUDY
Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Construction Management
Visualization Technology
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction industry is in a new phase. Big changes are introducing by taking step from the traditional two-dimensional construction plans into three, four and even five-dimensional construction plans. Today we use VDC, Virtual Design and Construction, which means using 3D-models developed by modern drawing programs of architects and engineering consultants.

Extensive literature studies in scientific reports, articles and the internet in the subject BIM has performed to clarify the benefits of using the project coordinated 3D-model in building production. Semi-structured interviews with construction industry actors such as team leaders, site managers and a contract engineer have been used to mapping the difficulty and obstacles of implementation of the 3D-model in building production.

Using BIM in building production leads to easier and faster communication between the different actors in the production site. The most useful feature is the visualization tool that makes it easier to create a joint image of building for all involved partners. Taking advantage of extracted quantities from 3D-models is another benefit of using BIM in building production which is valued by production engineers. The result is faster extracting quantities of better quality.

The biggest challenge for the implementation of project coordinated 3D-model in building production is the users' different computer skills. A condition for successful use of the 3D-model in building production is education in model usage before the start of project. Access to technical support during the production phase can also make it easy to use the 3D-model. Another obstacle in the introduction is that many people believe they know what a 3D-model contains which results in incorrect expectations of the model. One solution may be more information about what can be expected from the 3D-model. Today, the benefits of BIM in building production are limited because the construction industry is at the beginning of the implementation phase. But the prominent development of BIM in other phases of the construction process shows a promising development of BIM even in building production.

Key words: 3D, 4D, building production, virtual construction, implementing

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
FÖRKORTNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Avgränsningar	1
2 METOD	2
2.1 Litteraturstudier	2
2.2 Intervjuer	2
2.3 Test av programvara	3
3 UTVECKLING FRÅN 2D-PRESENTATION TILL BIM	4
4 BIM	5
4.1 Nyttan med BIM i produktion	6
4.1.1 Visualisering	6
4.1.2 Mängdavgtagning	8
4.1.3 Beskrivning av använd programvara i produktion	8
5 RESULTAT	10
5.1 Intervjuer	10
5.2 Test av programvara	14
6 DISKUSSION OCH SLUTSATS	17
7 REFERENSER	19
BILAGOR	21
Bilaga 1	22
Bilaga 2	23
Bilaga 3	24
Bilaga 4	26
Bilaga 5	28
CHALMERS , <i>Bygg- och miljöteknik</i> , Examensarbete 2011:91	III

Förord

Detta examensarbete utgör den avslutande delen av författarens utbildning inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör vid Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet omfattar 15 hp av totalt 180 hp och har pågått under vårterminen 2011 som en undersökning vid företaget NCC Construction Sverige Region Väst.

Jag vill tacka alla som tagit sig tid för att hjälpa mig att framställa detta arbete. Ett extra stort tack riktas till mina handledare Börje Westerdahl (Chalmers Tekniska Högskola) och Johanna Fredhspotter (NCC) för deras värdefulla kommentarer och vägledning.

Göteborg juli 2011

Maziar Alizadeh Siahkalrudy

Förkortningar

3D-modell Tredimensionell modell

4D-modell 3D-modell integrerad med tidplan

5D-modell 3D-modell integrerad med tidplan och kostnadskalkyler

BIM Building Information Model

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Byggbranschen befinner sig i en ny fas. Genom att ta steget från de traditionella tvådimensionella ritningar till tre-, fyra- och t.o.m. femdimensionella ritningar står man inför stora förändringar.

NCC Construction Sverige AB en av Sveriges ledande byggföretag med över 160 pågående projekt där 3D-modeller används, är världsledande vad gäller tillämpningar inom byggproduktion (NCC, 2000). NCC har krav på införande av virtuellt byggande på alla byggprojekt där företaget kan påverka arbetsformerna, d.v.s. alla totalentreprenader och partneringsprojekt. Etablering av den nya metoden har lyckats i både planerings- och projekteringsfaser, där alla förväntningar har överträffats. Däremot har användning av modellen inte varit lika framgångsrik inom byggnadsproduktion. Där bör projekteringsfasens samordnade 3D-modell utnyttjas i större utsträckning. En kartläggning av fördelarna med 3D-modellering kan underlätta dess etablering inom byggnadsproduktion.

1.2 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att klargöra fördelarna med användandet av projekteringsfasens samordnade 3D-modell samt att kartlägga svårigheter och hinder för dess införande inom byggnadsproduktion. Syftet är också att få en bild av hur visualiseringsverktyget Navisworks fungerar, samt att granska möjliga svårigheter för användandet av verktyget i produktion.

Målet är att ge förslag på förbättrade åtgärder för införandet av den nya arbetsmetoden inom byggnadsproduktion.

1.3 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till att kartlägga orsaker och hinder för etablering av projekteringsfasens samordnade 3D-modell inom produktionsskedet i bostadsprojekt. Denna metod tillämpas även i anläggningsprojekt samt i anbuds- och projekteringsskedet i bostadsprojekt, som på grund av studiens ringa omfattning inte kommer att behandlas i denna rapport.

2 Metod

Kapitlet redogör i korthet vilka litteraturstudier som har genomförts samt vilken intervjuform som har valts inför studien. Dessutom nämns de programvaror som har testats under studien.

2.1 Litteraturstudier

För att få fram en klar bild över 3D-modellering och dess egenskaper genomfördes en omfattande litteraturstudie av vetenskapliga rapporter, artiklar och Internet i ämnet BIM (Building Information Modeling).

2.2 Intervjuer

Semistrukturerade intervjuer är en form av kvalitativ intervju där intresset är riktat mot den intervjuade aktörens ståndpunkter. Det som aktören upplever vara betydelsefull och relevant fås fram genom att intervjuerna rör sig i den riktning aktörens svar går i (Ryen, A, 2004, Kap. 14).

I studien har sammanlagt sex semistrukturerade intervjuer genomförts genom möten med byggbranschens aktörer såsom arbetsledare, platschefer samt en entreprenadingenjör. Frågeformuläret som utarbetats innan intervjuerna har utgjort grunden för intervjuerna. Under intervjuerna har intervjuaren spelat in och fört anteckningar. Materialet har sammanställts efter intervjun och skickats till berörd aktör för vidimering. Aktörerna har haft möjlighet att ändra sina svar eller utveckla befintliga svar. Fem aktörer har godkänt att deras intervju publiceras i studien och används som källhänvisning.

De intervjuade är arbetsledning och projektledningsaktörer anställda inom NCC och de flesta har kommit i kontakt med projekteringsfasens samordnade 3D-modell inom byggnadsproduktion. Följande personer har deltagit i intervjustudierna:

Projekteringsledare A är utbildad civilingenjör inom väg och vatten. Han har två befattningar 70-75 % av sin tid arbetar han som projekteringsledare och resterade till att driva och utveckla projektledarna i regionen.

Entreprenadingenjör B är 29 år gammal. Utbildad byggingenjör, har jobbat i branschen i 6 år. Han har tidigare jobbat bl.a. som arbetsledare och platschef.

Arbetsledare C är 38 år gammal. Han har jobbat i branschen sedan 1989 då började han sitt yrke som armerare och betongarbetare. Efter en intern utbildning på NCC bytte han jobb till arbetsledare.

Platschef D är utbildad civilingenjör inom väg och vatten, har jobbat på NCC sedan 1999. Han har tidigare jobbat som arbetsledare.

Arbetsledare E är 28 år gammal. Efter tre och ett halvt år som snickare på NCC började han på KY utbildning inom byggteknik. Efter avslutad utbildning fick han jobb som arbetsledare på NCC. Idag har han jobbat som arbetsledare i fyra år.

Följande frågeställningar har diskuterats under intervjuerna:

1. Vad har du för befattning? Och hur länge har du jobbat i branschen?

2. Har du erfarenhet av projekt där man har haft någon typ av 3D-modell? I så fall hur har modellen använts?
3. Finns det någon 3D-modell för projektet? I så fall har ni lyckats med att använda det och vilka verktyg har varit användbara?
4. Hur var yrkesarbetarnas reaktion på att använda 3D-modellen?
5. Hur ska en mängdlista se ut för att det ska vara användbar för produktion?
6. Vilka förbättringar föreslår du för att kunna anpassa en 3D-modell till produktion?
7. Tycker du att NCCs insats för etableringen av virtuellt byggande har varit tillräckligt?
8. Vilka förbättringar kan du föreslå för etablering av virtuellt byggande på produktion?
9. Ser du någon nytta med en 4D-modell där man integrerar tidsplanen med en 3D-modell?
10. Hur ser du framtiden för virtuellt byggande på produktionssidan?

Vilka frågor och i vilken ordningsföljd frågorna har ställts har varierat beroende på aktörskategori samt kännedom och användning av 3D-modellen i projekt.

Samtliga intervjupersoner förutom en arbetsledare har varit i kontakt med någon anpassad 3D-modell till det projekt de jobbar i. 3D-modellen har varit olika detaljerad i olika projekt. De intervjupersoner som har använt 3D-modellen har utnyttjat modellen i olika utsträckning beroende av sina behov, kunnsighet och förmåga att hantera modellen.

2.3 Test av programvara

NCC har valt programvaran Navisworks som ett visualiseringsverktyg. Programvaran testas för att få en bild av hur visualiseringsverktyget fungerar och möjliga svårigheter för användandet av verktyget i produktion granskas.

Programvaran som används i testet är Autodesk Navisworks Manage 2012 samt Autodesk Navisworks Freedom 2012. Studentlicensen till båda dessa program var lätta att skaffa på Autodesk's hemsida.

3 Utveckling från 2D-presentation till BIM

Dagens dominans av enhetsbaserade CAD-program i byggbranschen började för ungefär 30 år sedan då objektbaserade CAD-program valdes bort på grund av ett stort gap mellan vad som fanns och vad som krävdes i hårdvara- och mjukvarakapacitet. Det tog tio år för tekniken att nå de objektbaserade modellernas utveckling. Tack vare tekniska framsteg och minskade kostnader för systemen under 1990-talet expanderade utvecklingen av objektbaserade CAD-program. Företag som Autodesk och Bentley, dagens dominanta företag i enhetsbaserad modellering, började utveckla och lansera sina objektbaserade program Autodesk Architecture Desktop och Bentley MicroStation Triforma. Utvecklingen fortsatte och programmen blev bättre med tiden. Dagens objektbaserade CAD-program är allmänt kända som Building Information Modelling (BIM), även om virtuellt byggande, parametrisk modellering och modellbaserad design också hänvisas till samma linje av produkter (Aound, A, 2005).

På en traditionell 2-dimensionell planritning redovisas rumskordinater, där även plushöjden anges men inte kan mätas. Varje förändring i höjddled kräver en ny ritning. Eftersom 2-dimensionella byggnadsritningar är schematiska och inte beskriver i textformat vad som ska byggas och hur det ska byggas, krävs en byggnadsbeskrivning. Där beskriver man detaljerat byggnadens uppbyggnad. Ritningarna tillsammans med byggnadsbeskrivningen fungerar som juridiska dokument. Förutom dessa juridiska dokument framställs i början av produktionskedjet en tidplan. I tidplanen redovisas tidpunkten för när en byggnadsdel ska monteras. Ett byggprojekt består således av en mängd dokument som tar tid att läsa in, förstå hur byggnaden kommer att se ut och hur processen att bygga huset är tänkt att genomföras. Risken för feltolkningar är stora. Vid större byggprojekt finns ytterligare en faktor som försvårar arbetet; Då ritningarna lagras i separata filer, kan endast en användare i taget rita i samma ritning. Vid större byggprojekt då flera användare samtidigt behöver tillgång till samma ritning kan ett problem med fildelning uppstå (Edgar, 2002, Kap. 2.1).

Behovet av att kommunicera ritningar med varandra minskar vid övergång till projektering i 3D-modellen. Med 3D-modellteknik finns bara en tvärfacklig originalmodell, där alla ritningar snittas ut som antingen horisontalsnitt eller vertikalsnitt. Modellen kan visas på en dator där alla detaljer kan ses i närbild och diskuteras. All information om byggnadsprocessen fås genom att förutom byggnadsbeskrivningen titta på 3D-bilderna, samt tillhörande mängdspecifikationer (Edgar, 2002, Kap. 2.1).

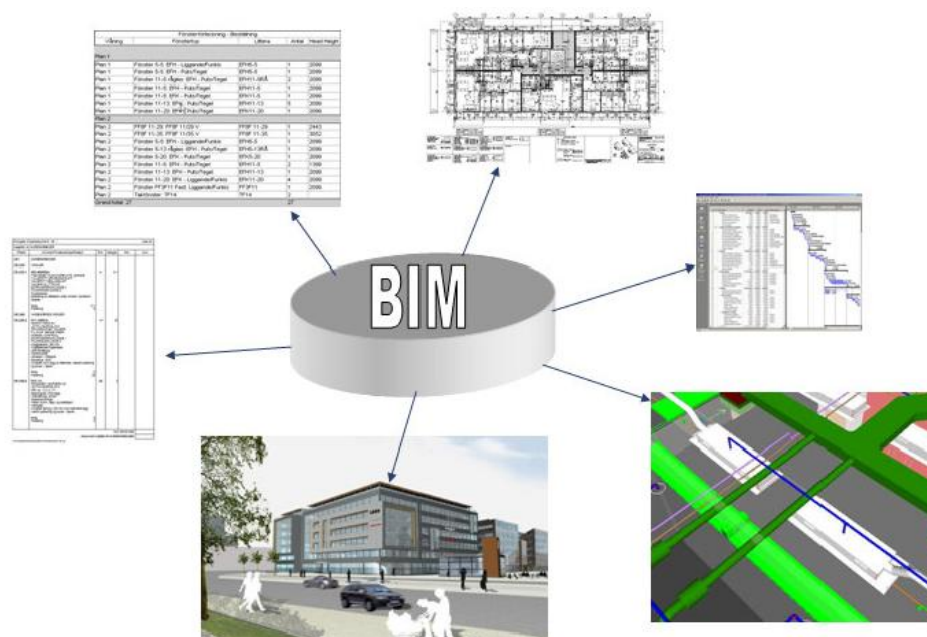
Idag används virtuellt byggande, vilket innebär användande av 3D-modell framtagen med moderna ritningsverktyg av arkitekter och teknikkonsulter. Då information om t.ex. volymen av olika byggdelar, vilket material byggdelarna består av, golvareor och typ av fönster m.m. kopplas på 3D-modellen kallas det för en byggnadsinformationsmodell, en BIM. (Virtuellt Byggande, 2008)

4 BIM

”Building information model” är det engelska begreppet för BIM. På grund av dess breda användningsområde har det skapats förvirringar kring vad begreppet egentligen innebär.

En 3D-modell som inte är begränsad till 3D-grafik utan innehåller information om exempelvis väggytor, dörrar, fönster, golvytor m.m. är en mer lättförståelig definition av BIM. Den objektorienterade modellen kan ses som en databas innehållande information om byggnadens utformning, konstruktion, funktion och underhåll.

Denna information genereras och förvaltas av en process som kallas för BIM-modellering. De IT-verktyg som används för att skapa och hantera informationen i BIM-modellering heter BIM-verktyg. Verktøygen används till att simulera, förutsäga och analysera slutprodukten. BIM är i sig ingen teknik utan ett samlat begrepp för hur information skapas, lagras och används på ett systematiskt och kvalitetssäkrat sätt. Således är en rent grafisk 3D-modell automatiskt ingen BIM, modellen kan dock vara baserad på en eller flera BIM. (Jongeling, 2008, Kap. 1.2)



Figur 1 BIM används bl.a. för visualisering, analyser, mängdlistor, ritningar mm. (BIM på bygget, 2010, s.12).

4.1 Nyttan med BIM i produktion

I handboken ”BIM för byggmästare” nämns kommunikationsverktyget som en av de främsta nyttorna med BIM i produktionsskedet. Genom att använda projekteringsfasens samordnade 3D-modell underlättas för alla inblandade aktörer i produktion att få en klarare bild över byggnaden. På så sätt undviks feltolkningar av 2D-ritningar i olika faser såsom samordning med underentreprenörer och beredning för komplexa arbeten. Mindre manuellt arbete och ett anbud med lägre risk är andra nyttor när underentreprenören får tillgång till den produktionsanpassade 3D-modellen. En väl genomförd 3D-modell där alla objekt är markerade med lämplig littera kan utnyttjas för mängdavgivning i olika syften i produktionen. Då finns det möjlighet att kunna mäta mängda hus-, plan- och lägenhetsvis eller t.o.m. för varje trapphus. Med ett sådant flexibelt mängdavgivningsverktyg underlättas kalkylarbetet, leveransplanering och inköp av material. En bättre bild över hur projektet fortlöper i tid erhålls genom att koppla tidplanen till 3D-modellen. Resultatet kallas för 4D-modellen. (Brohn, 2010, Kap. 4.1)

Resultatet av förstudien ”BIM på bygget” visar att visualisering och mängdavgivning är de största nyttorna med BIM i produktion. Men i och med att BIM är under utveckling finns det säkert andra användningsområden som i dagsläget inte är identifierade se Figur 1. (BIM på bygget, 2010, Kap. 4)

4.1.1 Visualisering

En byggprocess består av olika beslutsprocesser. Då dessa antingen överlappar varandra eller pågår samtidigt är det viktigt med färre missförstånd och en tydligare kommunikation. Att skapa en gemensam bild av projektet hos alla berörda parter är en viktig uppgift för att nå den tydliga kommunikationen. I det traditionella sättet att skapa den gemensamma bilden utnyttjas man både 2D-ritningar och beskrivningar i text, som i sig har vissa nackdelar. (Rogier Jongeling, 2008, Kap. 2.2)

Rogier Jongeling beskriver nackdelarna i sin rapport ”BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt” i fyra nedanstående punkter:

- ”Det är inte säkert att varje aktör tolkar ritningar på samma sätt. Det kan leda till missförstånd i kommunikationen.
- Ritningar innehåller linjer och symboler som ett begränsat antal aktörer förstår. Det resulterar i att vissa berörda aktörer inte fullt ut kan delta i beslutprocessen.
- Det tar tid att tolka och förstå ritningar, vilket leder till att vissa beslutsfattare inte hinner eller kan delta i beslutprocesserna i den mån som de vill eller bör göra.
- Informationen om projektet är ofta spridd över ett stort antal ritningar och beskrivningar, vilket gör det svårt att dela och distribuera den. Det resulterar i många fall att endast en del av informationen kan hanteras och granskas”.

(Rogier Jongeling, 2008, s. 13).

En annan anledning till misslyckande för att nå den gemensamma bilden är att det inte finns någon koppling mellan 2D-ritningar och dess tillhörande beskrivning. Detta resulterar i att informationen hamnar på olika ställen.

Alla ovanstående nackdelar kan undvikas genom att visualisera projektet med hjälp av en informationsrik 3D-modell. I rapporten ”The Business Value of BIM” nämns att 77 % av användarna ser 3D-visualiseringen som ett mycket viktigt verktyg (Norbert, W, 2009, s. 16).

En produktionsanpassad 3D-modell kräver projektering i 3D där alla parter måste rita sina modeller i 3D. Alla aktörers modeller integreras med hjälp av ett visualiseringsprogram till en enda 3D-modell. En av fördelarna med 3D-modellen är att de spridda 2D-ritningar som inte var kopplade till sina tillhörande beskrivningar är nu ersatt med en enda 3D-modell i en databas där all information är samlad. Även 2D-ritningar kan importeras från respektive aktörs modell till 3D-modellen. De importerade 2D-ritningar tillsammans med 3D-modellen underlättar skapandet av en helhetsbild över byggnaden.

Det finns möjlighet till kollisionkontroller som utnyttjas mest i samordning vid projekteringsfasen. Beroende på vilket visualiseringsverktyg som används finns det olika sätt att visualisera 3D-modellen. Stillbilder med önskade riktningar över svårförstådda områden kan skrivas ut. Det finns möjlighet att röra sig fritt i modellen eller skapa videofilmer av virtuella promenader genom byggnaden.

Även tidplanen kan kopplas till 3D-modellen. Då kopplas varje aktivitet i tidplanen till tillhörande objekt i 3D-modellen. Resultatet som kallas 4D-modell eller tidssimulering används för att underlätta bilden av hur långt bygget ska ha kommit till viss tidpunkt. Även filmsekvenser kan skapas för visualisering av projektets framdrift . (BIM på bygget, 2010, kap. 2)

Enligt handboken ”BIM för byggmästare” är fördelarna med användning av en produktionsanpassad 3D-modell listat i sex nedanstående punkter:

- ”Samordning går lättare och bättre
- Kollisioner som missats av projektörer syns
- Nivåskillnader och komplexa detaljer m.m. syns
- Genom att man kan spåra objekt tydligt i en modell kan en del problem snabbt identifieras.
- Arbetsmiljörisker och andra problem i trånga schakt, installationstäta rum etc. kan också upptäckas.
- Genom att använda låsta vyer i modellen med noteringar som bilagor till protokoll nås ökad tydlighet”.

(Brohn, 2010, kap. 4.1).

4.1.2 Mängdavgtagning

Att beräkna mängder av byggdelar är ett jobb som görs många gånger under byggprocessen. Manuellt mängdning med hjälp av 2D-ritningar är det traditionella sättet att mängda. Arbetsättet är inte 100 % pålitligt då finns risker för dubbelräkning och informationsmiss på grund av stora mängder av information. Den stora nackdelen är att det är ett tidskrävande arbetsätt som i sin tur höjer kostnader. Det upplevs även som ett tråkigt arbete.

BIM ger möjlighet till betydligt enklare mängdning. Enligt rapporten "BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt" från Rogier Jongeling minskas tidsåtgången till mängdberäkningar omkring 50 % i det nya arbetsättet. Att använda 3D-modellen som underlag för mängdningen höjer kvaliteten på mängdlistor. Arbetet blir mindre personberoende och analyser baseras mer på underlaget och mindre på erfarenhet. (Jongeling 2008, s. 18)

De mängdlistor som används i den produktionsanpassade 3D-modellen importerar av olika projektörers 3D-modeller d.v.s. K-, A-, EL- och VVS-modeller. Mängdlistor i den produktionsanpassade 3D-modellen kan utnyttjas av arbetsledningen samt underentreprenörer. Då kan underentreprenören lämna ett anbud med lägre risk och spara tid när de använder sig av färdiga mängdlistor. (Brohn, 2010, kap. 4.1)

Ta ut mängder från 3D-modellen kan göras till olika ändamål då kan de beställas fördelad på olika sätt. De kan tas ut per hus, plan, lägenhet och trapphus. För att kunna utnyttja modellen fullt ut krävs en väl genomförd 3D-modell. Alla byggdelar måste innehålla aktuell information och vara markerade med lämpliga littera. (Brohn, 2010, kap. 4.1)

Mängdlistor integreras i 3D-modellen med hjälp av visualiseringsprogrammet Autodesk Navisworks, ett program som ska utnyttjas för hantering av 3D-modellen och dess egenskaper ute i produktionen.

4.1.3 Beskrivning av använd programvara i produktion

För att skapa en 3D-modell krävs att alla aktörer dvs. arkitekten, konstruktören och installatören ritar sina modeller i 3D. Ritningsverktyget är annorlunda beroende på aktörens specialitet. För att kunna utföra en automatisk 3D-samordning importerar alla 3D-modeller till ett visualiseringsprogram. Där finns det möjlighet att kontrollera kollisioner mellan aktuella modeller. På så sätt upptäcks kollisioner i god tid före produktion. Detta resulterar i mindre upptäckta kollisioner på arbetsplatsen och effektivare byggprocess. (Autodesk Navisworks, 2011)

På NCC används Autodesk Navisworks som visualiseringsverktyg i samordningsmöten och produktionsskedet. Programmet är en serie på tre program tillverkad av företaget Autodesk. Den kompletta versionen heter Autodesk Navisworks Manage. Versionen Autodesk Navisworks Simulate saknar kollisionkontrollfunktionen medan gratisversionen Navisworks Freedom är bara ett visningsprogram. (Autodesk Navisworks, 2011)

Den huvudsakliga funktionen med programmet är att integrera ett helt projekts 3D-modeller och projektdata oavsett filformat och storlek till en enda NWD- eller DWF-fil. Det krävs ingen dator med enorm prestanda för modellhantering, eftersom NWD filens storlek är 90 % mindre än originalfiler d.v.s. K-, A-, EL- och VVS-modeller. (Autodesk Navisworks, 2011)

För granskning av modellen finns mätningfunktioner och möjlighet att spara låsta vyer med förtydligande noteringar. Filmsekvenser av virtuella promenader genom byggnaden är bland de funktioner som underlättar visualisering av byggnaden. Att skapa tvärsnitt och plansektioner är också möjligt även om intelligenta 2D-ritningar kan importeras från den ursprungliga 3D-modellen. Med intelligent menas att 2D-ritningen är kopplad till 3D-modellen. När det markeras något objekt i 3D-modellen syns det markerade i 2D-ritningen också. Ritningarna förlorar sin funktion så fort de skrivs ut på papper. (Autodesk Navisworks, 2011)



Figur 2 Autodesk Navisworks utseende (Autodesk, 2011).

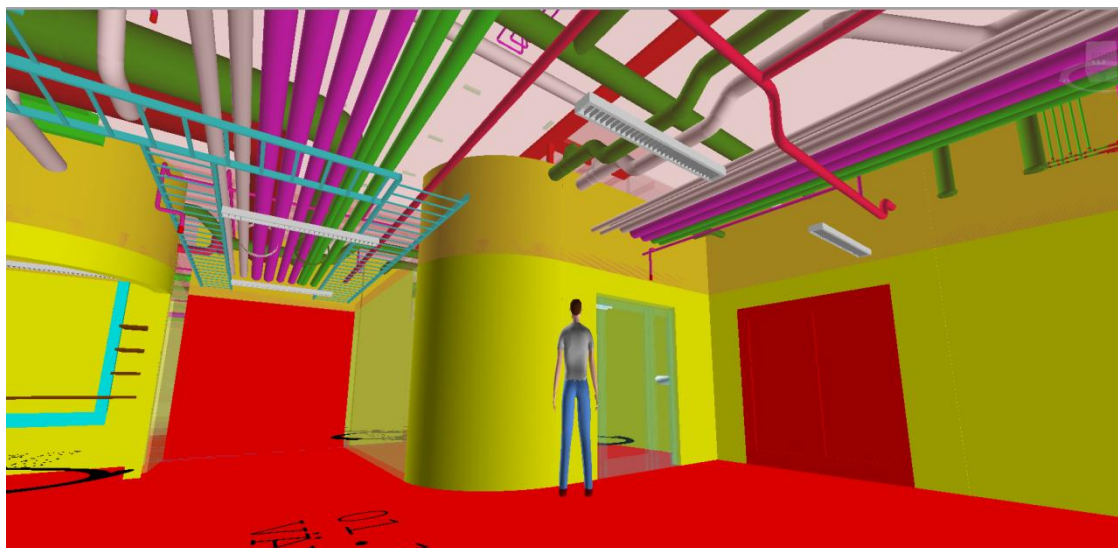
5 Resultat

5.1 Intervjuer

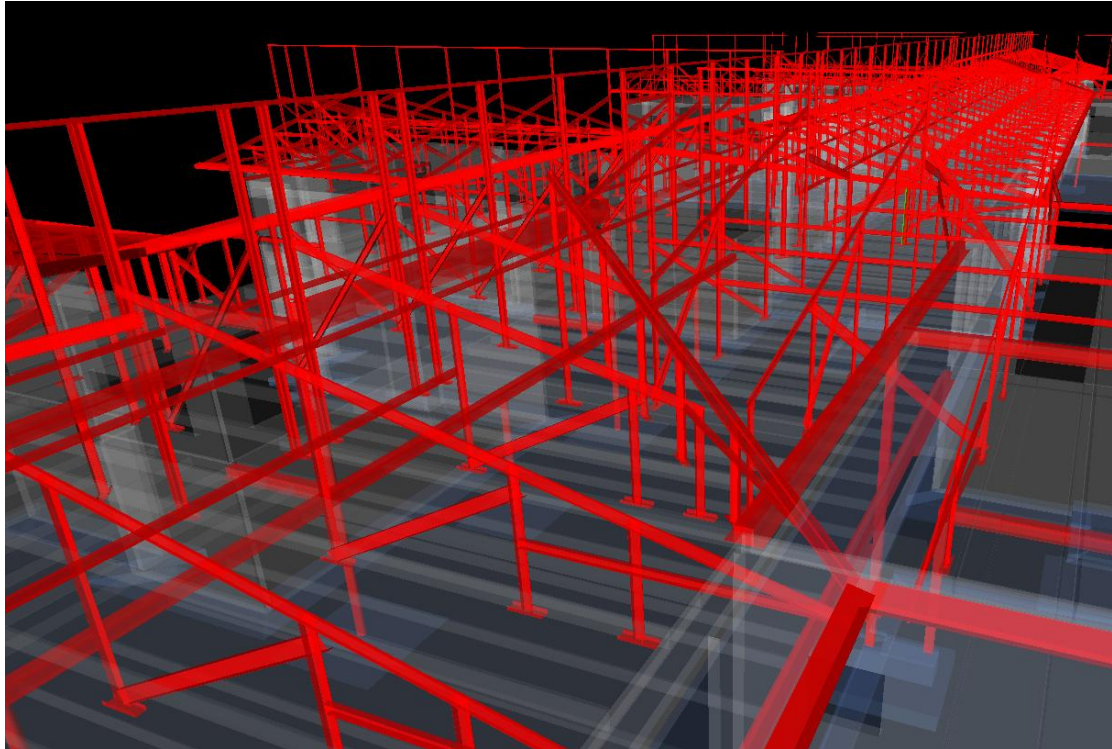
I intervjustudien har författaren undersökt fördelarna med användandet av projekteringsfasens samordnade 3D-modell i produktion samt svårigheter och hinder för dess införande har kartlagts. Målet med intervjuerna har varit att hitta förslag på förbättrade åtgärder för införandet av den nya arbetsmetoden inom byggnadsproduktion.

De som har varit i kontakt med 3D-modellen tycker att det mest användbara verktyget i en sådan modell är visualiseringsverktyget. Visualiseringen används mest i samband med samgranskning med installatörer och arbetsberedning inför utförande av komplexa delar av byggnaden. Antingen visas modellen upp på en skärm eller så skrivs bilder på de svårförstådda områdena ut. På så sätt underlättas framtagning av den gemensamma bilden på slutprodukten. Med hjälp av 3D-bilder blir det lättare att se detaljer som öppningar och nischer som annars är svåra att upptäcka i en 2D-ritning, tycker en av arbetsledarna.

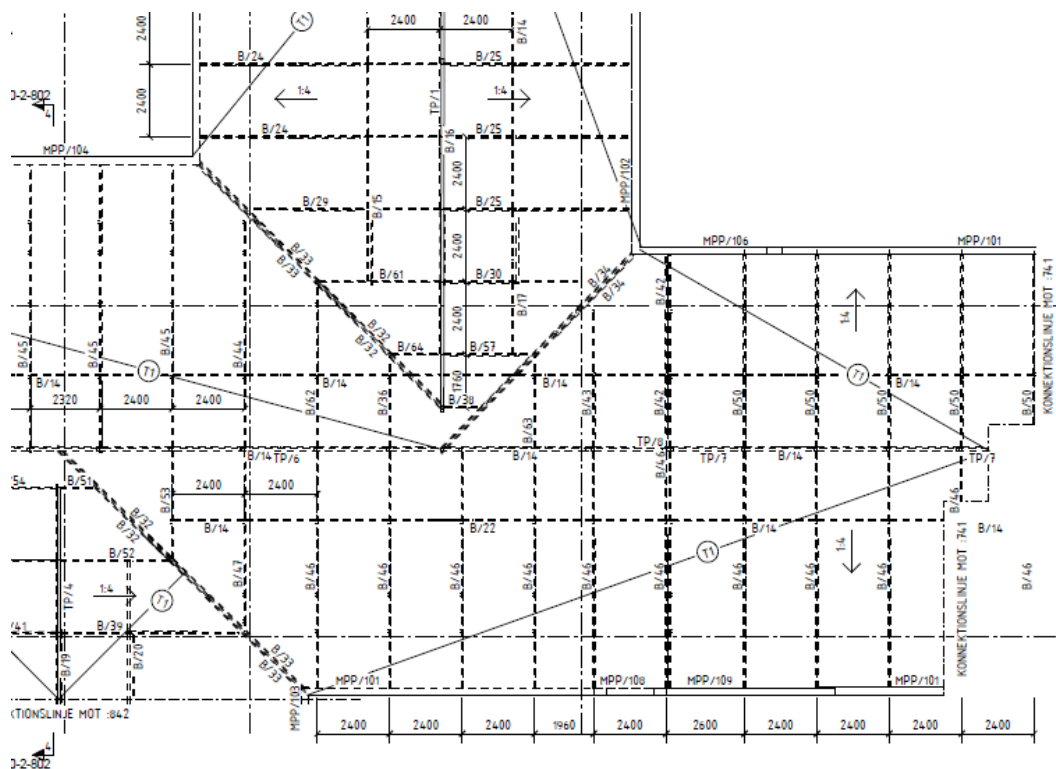
En entreprenadingenjör berättar hur enkel håltagning i gipsväggar blir när det finns en bild på väggen där alla hålpositioner visas. Han fortsätter att beskriva byggnadens takkonstruktion som består av endast plåtreglar. Med hjälp av modellen visar han hur lätt det är att ta fram 3D-vyer över taket med önskade riktningar, se Figur 4. Att beställa en bild på 3D-vyer över taket från projektörerna skulle ha tagit två och en halv dag. Utan 3D-modellen skulle det ha varit svårt för snickarna att bygga ett sådant tak med hjälp av 2D-ritningar, se Figur 5.



Figur 3 Bild på innenväggar inklusive VVS-dragningen (NCC 2011).



Figur 4 3D-bilden med önskad riktning över takkonstruktion (NCC 2011).



Figur 5 En del av 2D-ritningen som motsvarar område visad i Figur 3 (NCC 2011).

En annan fördel med visualiseringsverktyget är att det blir enklare för beställaren att få en uppfattning om saker och ting sett ur produktionsperspektiv. Det blir då lättare att få nöjd kund tycker en platschef. Dock är en nackdel att det blir lättare mer förändringar då beställaren kan titta i byggnaden.

Samtliga intervjupersoner tycker att ta ut mängdlistor från 3D-modellen är till stor nytta i produktion. Förutom en entreprenadingenjör hade ingen av intervjupersoner erfarenhet av att själva ta ut mängder från 3D-modellen. Men samtliga är överens om att mängdlistorna måste vara anpassade till produktion. Det är viktigt att ha mängdlistan del för del när man producerar. Man ska kunna få det husvis eller planvis förklarar en av intervjupersonerna.

Entreprenadingenjör B som har erfarenhet av mängdlistor anser att mängdlistor från modellen är självklart rätt om modellen är rätt. Han berättar om sin egen erfarenhet då han hade problem med mängdavgivning för byggnadens tegelfasad. På grund av en kommunikationsmiss hade projektören räknat 1000 m² mindre än den verkliga mängden. Det var på grund av att en del av väggen hade en annorlunda beteckning i modellen och därför inte tagits med i beräkningen. Han hävdar att sådana fel kan undvikas genom ökad kunskap om den vara man köper som beställare. *”Vi måste veta precis vad vi vill köpa och när vi ska få ut de olika funktionerna”* säger han (med vara menas 3D-modellen).

En av arbetsledarna tycker att en flexibel mängdlista som följer projektändringar kan vara bra hjälpmedel för produktion. Han framhäver vikten av att ta hänsyn till spillmaterial när man mängdar.

Alla intervjupersonerna är överens om att kunna hantera modellen innan man sätter igång med produktion är en viktig faktor som kan underlätta etablering av 3D-modellen. För att alla ska kunna hantera modellen kan ett utbud av aktuella kurser på NCC:s hemsida vara till nytta. Entreprenadingenjören uttrycker det så här: *”När alla är med på banan och kan 3D-modellen, kommer det att fungera lysande”*. Arbetsledare C tycker att det går snabbare att hitta information på en pappersritning i jämförelse med 3D-modellen, innan man har lärt sig programmet.

En annan svårighet i samband med etableringen är att många tror sig veta vad en 3D-modell innehåller, vilket resulterar i felaktiga förväntningar av modellen, anser projekteringsledare A. Han tycker att bättre information om vad man kan förvänta sig av modellen är lösningen på problemet. *”Se till att alla får en sann bild av vad modellen innehåller”* säger han. Kunskapen om att veta vad modellen innehåller är också en viktig faktor enligt entreprenadingenjör B. På så sätt vet man vad man har att förvänta sig. Om kunskapen om vilka funktioner och när dessa ska finnas i modellen finns, undviks sökandet efter något som inte ens är modellerat i den tidpunkt behovet uppstår tycker han.

Granskning av modellen görs på en stor TV-skärm i mötesrummet. För att kunna undvika spring mellan arbetsplatsen och TV-skärmen som upplevs tidskrävande har NCC kommit med två olika lösningar. Det ena är att använda sig av templet PC som kan bäras ut på bygget för att kunna titta på ritningarna. Det andra är en läsplatta med vars hjälp man kan bläddra i ritningarna när man står ute i bygget, se figur 6.

De flesta intervjupersonerna tycker att 4D-modellen där man integrerar tidplanen med en 3D-modell är ett intressant verktyg. Platschef D anser att 4D-modellen kan utnyttjas mest i ett nybyggnadsprojekt där allting är projekterat och det inte förekommer stora förändringar under projektets gång i jämförelse med ett om- och till- byggnadsprojekt. Projekteringsledare A tycker att modellen är användbar i ett stort och komplex projekt där det är viktigt att veta hur byggprocessen flyter i en viss tidpunkt. Det var dock en målsättning som inte fungerade i deras projekt på grund av förseningar av 4D-modellen. Även arbetsledare E tycker att 4D-modell låter intressant, men det är någonting som får växa in, man måste ha lite verklighetsuppfattning för att kunna hantera det, säger han. Entreprenadingenjör B har inte kommit i kontakt med 4D-modellen. Han ser heller inget behov av 4D-modellen. Han tycker att en tidplan är som verktyg väldigt bra. Det går lika bra att jobba med 3D-modellen och en tidplan som separata enheter. Däremot har han goda tankar om 5D-modellen som en vän till honom har berättat om. Han tycker att 5D-modellen skulle passa bättre att jobba med, eftersom man ser flödet av pengar och material under projektets gång. ”Man ska absolut inte implementera 5D-modellen innan alla behärskar 3D-modellen. Det dröjer 5 år innan vi blir riktigt bra på 3D-modellen”, säger han.



Figur 6 HP EliteBook 2740p Tablet PC och HTC Flyer (HP, HTC, 2011).

5.2 Test av programvara

Att lära sig granska 3D-modellen med hjälp av Navisworks, utvald programvara från NCC för hantering av den produktionsanpassade 3D-modellen, upplevs av författaren vara enkelt och smidigt. Programmet upplevs lätthanterligt därför att det inte innehåller lika många kommandon som ritningsverktygen AutoCAD, AutoCAD Architecture och Revit.

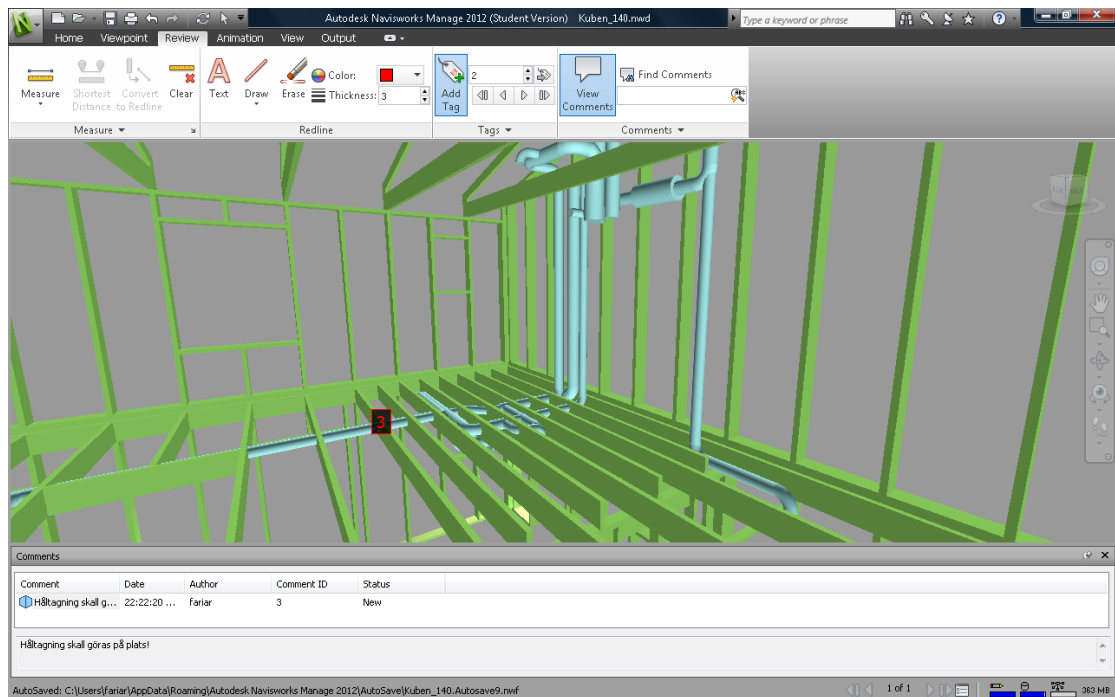
Att lära sig utnyttja visualiseringen och de integrerade mängdlistorna i 3D-modellen kräver inte komplicerade kurser om en god datorvana finns hos produktionspersonalen. I och med att Navisworks är tillverkat av företaget Autodesk finns det likheter i programmiljö, olika kommandon och funktioner med andra ritverktyg från Autodesk som AutoCAD, AutoCAD Architecture eller Revit. Därför är erfarenhet av ovan nämnda program till stor hjälp när man lär sig att använda Navisworks.

Att prova sig fram och inte vara rädd för att skada modellen är viktigt att ha i åtanke. I och med att modellen är en ren grafisk 3D-modell och programmet är ett visualiseringsverktyg och inte ett ritverktyg är eviga förändringar i modellen omöjliga. Alla förändringar som släckning av lager och objekt är återställbara. Friheten att kunna granska utan att skada modellen, verktygets enkelhet och värdefulla hjälpfunktioner gör att det inte tar så lång tid att lära sig verktyget. Hjälpfunktionen är den allmänna F1-kommando som är ganska vanligt hos de flesta program. För författaren tog det dryga 3 timmar att lära sig manövrera i modellen, göra sektioner, spara bilder med önskade riktningar, släcka och tända olika lager och granska integrerade mängdlistor i modellen.

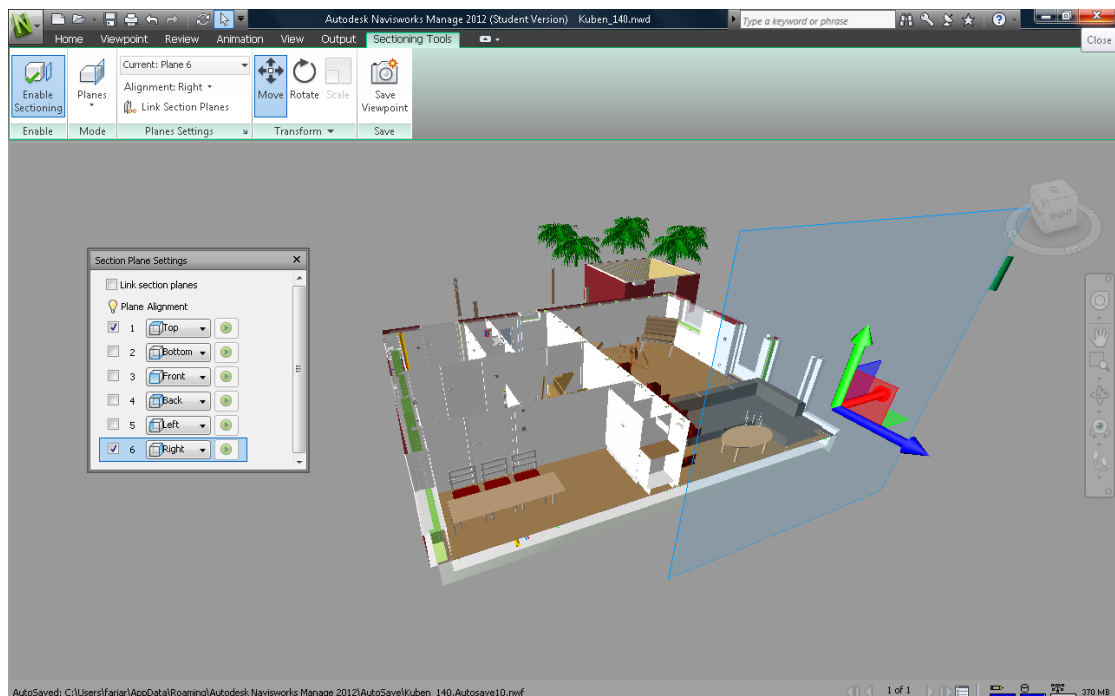
Importen av mängdlistor till Navisworks modellen görs med hjälp av Tocoman ilink som är ett sammanbindande program mellan ritningsprogrammet och Navisworks. Importen kan styras för önskade zondelningar t.ex. hus-, plan-, eller lägenhet. För att minska kostnader för köp av licenser till ritverktyget för varje arbetsledare på produktion har NCC valt en ansvarig som sköter importen av mängdlistorna.

Att kunna släcka och tända olika lager eller olika projektörers modell d.v.s. A-, K-, EL- och VVS-modeller är en viktig funktion som kommer till nytta i produktion (se figur 7). Att kunna granska olika projektörers ritningar i förhållande till varandra är värdefullt där det finns trånga utrymmen och komplicerade detaljer att bygga. Att klistra synpunkter om vissa delar är möjlig med hjälp av "Add Tag"-funktionen och "Find Comments" hjälper till att ha koll på alla kommentarer. Funktionerna syns även i figur 7.

Sektioner kan skapas i olika planriktningar och även flera plansektioner i samma vy är möjliga. I figur 8 visas en sektion gjord i riktning mot plan Top och Front. Kommandon för denna funktion är "Enable Section" som syns även i figuren.



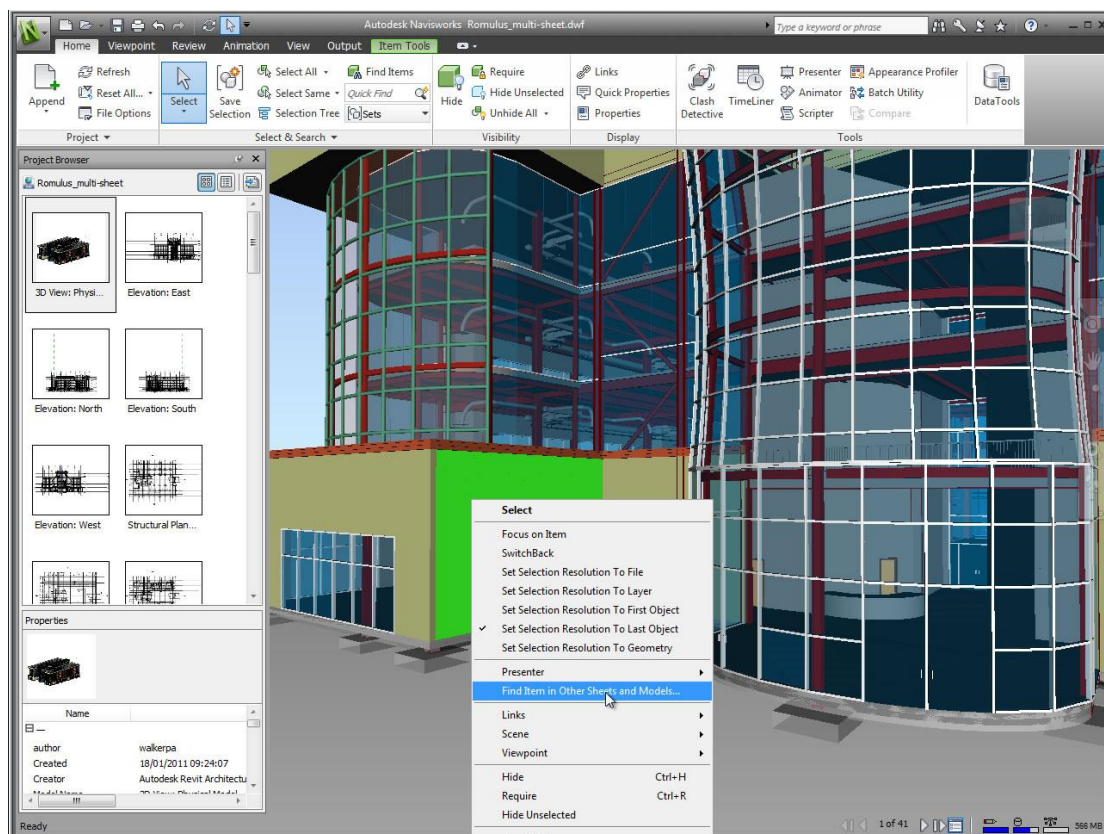
Figur 7 Granskning av K- och Ventilations- modellen i förhållande till varandra (NCC, 2011).



Figur 8 Sektioner i riktningar TOP och FRONT i samma vy (NCC, 2011).

En annan funktion som lanserades i 2012-versionen av Navisworks är möjligheten att kunna granska och utforska 2D-ritningarna tillsammans med 3D-modellen. Intelligent 2D-ritningar importereras direkt från ursprungliga 3D-modellen. Med intelligent menas då en byggdel markeras i 3D-modellen markeras den automatisk i alla importerade 2D-ritningar och vice versa. Funktionen uppskattas mer i komplicerade projekt där det är svårare att orientera sig i modellen. Detta är t.o.m. ett bra hjälpmedel för de som är vana med att jobba med 2D-ritningar. På så sätt kan de ha koll på 2D-ritningen och 3D-modellen samtidigt i ett enda program se figur 8. Att kunna ha alla ritningar och 3D-modellen i en enda databas underlättar filhanteringen då onödigt letande efter olika ritningar i olika mappar undviks.

Funktionen är möjlig genom att importera planlösningen direkt från ursprungliga 3D-modellen t.ex. Revit-modellen till "project Browser". Genom att öppna fönstret "Find Item in other sheets and models" kan valda objekt i 3D-modellen upptäckas i 2D-ritningen. I Figur 9 visas placeringen på ovan nämnda kommandon.



Figur 9 Granska och utforska 2D-ritningar tillsammans med 3D-modeller (Autodesk, 2011).

6 Diskussion och slutsats

Syftet med examensarbetet är att klarlägga fördelarna med användandet av projekteringsfasens samordnade 3D-modell samt att kartlägga svårigheter och hinder för dess införande inom byggnadsproduktion. Målet är att med hjälp av intervjuer bland arbetsledning och projektledningsgrupp ge förslag på förbättrade åtgärder för införandet av den nya arbetsmetoden inom byggnadsproduktion.

Resultatet av litteratur- och intervjustudien visar att det mest användbara verktyget hos en produktionsanpassad 3D-modell är visualiseringen. Verktyget underlättar framtagning av den gemensamma bilden på slutprodukten för de berörda aktörerna i produktion. Detta resulterar direkt till en konfliktfri arbetsplats där alla är överens om hur den färdiga byggnaden ska se ut. Diskussioner kring arbetsberedning för installationstäta område och svårbyggda delar av byggnaden blir betydligt enklare. En annan fördel med visualiseringen är att lättare få en nöjd kund då beställare kan få en uppfattning om saker och ting sett ur produktionsperspektiv. Dock är det en nackdel att det blir lättare mer förändringar då beställaren kan titta i byggnaden.

Att ta ut mängdlistor från 3D-modellen är ett uppskattat verktyg av produktionsledningen då det underlättar en stor del av deras ansvar. Då mängdlistor är ett känsligt område där stor noggrannhet krävs är det viktigt att den ansvarige för mängdtagning är en kunnig person inom produktion. Mängdlistorna måste kunna beställas husvis eller planvis. Återigen är information om vad som är och inte är modellerat en viktig faktor när mängdlistor används i 3D-modellen. På så sätt undviks onödig letande efter delar som är inte modellerade.

För att utnyttja 3D-modellen i produktionsskedet har NCC valt programvaran Navisworks som ett visualiseringsverktyg. Då programvaran är lätthanterlig och enkel levererar den efterfrågade behov i produktionsskedet. Det krävs inte stora datorkunskaper för att kunna hantera modellen. Ytterligare en fördel med programvaran är att den kontinuerligt utvecklas med nya förbättrade funktioner. Navisworks Freedom som är en gratis version av programmet har användbara funktioner som täcker både visualisering och användandet av mängdlistorna. Genom att använda Navisworks Freedom minskar kostnaderna för inköp av programlicenser.

Då NCC har krav på införande av 3D-modeller på alla byggprojekt där företaget kan påverka arbetsformerna, kräver detta en välplanerad och genomtänkt etablering av virtuellt byggande i produktionsskedet. Produktionsfolkets olika färdigheter gällande datorvana är en av de stora utmaningarna inför etableringen. För att kunna underlätta inläring av modellhanteringen finns behov av aktuella kurser inom området. Att utbildningsfasen är klar före produktionsstart är en viktig framgångsfaktor. Tillgång till tekniskt stöd under produktionsskedet kan också underlätta användning av modellen. Ett annat hinder i samband med etableringen är att många tror sig veta vad en 3D-modell innehåller, vilket resulterar i felaktiga förväntningar av modellen. En lösning på problemet kan vara bättre information om vad man kan förvänta sig av modellen.

4D-modellen där tidplanen integreras med 3D-modellen, är nästa steg i utvecklingen av virtuellt byggande. De flesta intervjupersoner anser att 4D-modellen kan vara ett användbart verktyg i produktion. Dock måste först 3D-modellen etableras innan 4D-modellen introduceras.

Idag är fördelarna med BIM i produktionen begränsade på grund av att byggbranschen befinner sig i början av införandefasen. Men den framstående

utvecklingen av BIM i andra faser av byggprocessen visar på en lovande utveckling av BIM även i produktionen.

7 Referenser

Aound, G, Lee, A and Wu, S. (2005): *THE UTILISATION OF BUILDING INFORMATION MODELS IN nD MODELLING: A STUDY OF DATA INTERFACING AND ADOPTION BARRIERS*. <http://www.itcon.org> (17 Jun. 2011)

Brohn, C-E. (2010) BIM ByggnadsInformationsModeller för byggmästare: SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

Edgar, J. (2002) 98324 *PRODIT 3D-Produktmodell som 4D-Produktmodell*: IT Bygg och Fastighet (ra02s 2000-03-30)

Jongeling, R. (2008) *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt*: Luleå tekniska universitet. (slutrapport inom institutionen för samhällsbyggnad och avdelningen för byggproduktion).

NCC (2007) *Virtuellt Byggande - VDC*. <http://www.ncc.info> (10 Feb. 2011).

Ryen, A. (2004) *Kvalitativ intervju: från vetenskapsteori till fältstudier*: Malmö: Liber ekonomi.

Thorell, U. (2010) *BIM på bygget - en förstudie*: Skanska Sverige AB Teknik och projekteringsledning.

Virtuellt Byggande En gemensam bild skapar engagemang och motivation (informationsblad). (2008) SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond.

Autodesk Navisworks (2011) <http://usa.autodesk.com> (15 Maj. 2011).

Figurer

Figur 1 - Thorell, U. (2010) *BIM på bygget - en förstudie*: Skanska Sverige AB Teknik och projekteringsledning.

http://www.openbim.se/documents/OpenBIM/OpenBIM_projekt/BIM_pa_bygget.pdf (10 Feb. 2011).

Figur 2 - Autodesk Navisworks (2011)

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/limage?siteID=123112&imageID=14676065&id=14392613> (1 Juli. 2011).

Figur 3 - NCC (2011) Digital Bild tagen från Navisworksmodellen till projektet Rågården.

Figur 4 - NCC (2011) Digital Bild tagen från Navisworksmodellen till projektet Rågården.

Figur 5 - NCC (2011) Digital Bild tagen från Navisworksmodellen till projektet Rågården.

Figur 6 - Autodesk Navisworks (2011)

<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/limage?siteID=123112&imageID=16662669&id=16316056> (1 Juli. 2011).

Bilagor

Bilaga1	Intervju frågeställningen
Bilaga2	Intervju med Projekteringsledare A
Bilaga3	Intervju med Entreprenadingenjör B
Bilaga4	Intervju med Arbetsledare C
Bilaga5	Intervju med Platschef D
Bilaga6	Intervju med Arbetsledare E

Bilaga 1

Följande frågeställningar har diskuterats under intervjuerna:

1. Vad har du för befattning? Och hur länge har du jobbat i branschen?
2. Har du erfarenhet av projekt där man har haft någon typ av 3D-modell? I så fall hur har modellen använts?
3. Finns det någon 3D-modell för projektet? I så fall har ni lyckats med att använda det och vilka verktyg har varit användbara?
4. Hur var yrkesarbetarnas reaktion på att använda 3D-modellen?
5. Hur ska en mängdlista se ut för att det ska vara användbar för produktion?
6. Vilka förbättringar föreslår du för att kunna anpassa en 3D-modell till produktion?
7. Tycker du att NCCs insats för etableringen av virtuellt byggande har varit tillräckligt?
8. Vilka förbättringar kan du föreslå för etablering av virtuellt byggande på produktion?
9. Ser du någon nytta med en 4D-modell där man integrerar tidsplanen med en 3D-modell?
10. Hur ser du framtiden för virtuellt byggande på produktionssidan?

Bilaga 2

Projekteringsledare A har två befattningar. 70-75 % av sin tid arbetar han som projekteringsledare, och resterade till att driva och utveckla projektledarna i regionen.

I med att NCC har krav på virtuellt byggande i sina projekt anser projekteringsledare A att det är projektledarnas ansvar att möjliggöra virtuellt byggande på de projekt som går att påverka med virtuellt byggande.

Att få det teoretiska konsultarbetet ända ut till arbetsplatsen ser han som ett av sina mål. Han beskriver hur de lyckades med detta genom att göra det så tillgängligt och tillåtet som möjligt för alla på arbetsplatsen att använda modellen utan problem. Han tycker *”att det är en tröskel att ta sig över innan man kan börja arbeta med det i sitt jobb”*.

Projekteringsledare A berättar att arbetsledningen använder 3D-modellen till att planera sitt arbete. Med planering menas arbetsberedning, arbetsgenomgång med yrkesarbetarna samt presentation av hur byggnaden kommer att se ut. Tillsammans med yrkesarbetarna använder ledningen 3D-modellen för att komma fram till en gemensam bild av ritningarna. Även mängdberäkningar görs i modellen.

Ett problem är att det finns endast en tv ute på bygget där yrkesarbetarna får läsa ritningarna. Det blir mycket springande fram och tillbaka. Två olika sätt kommer att testas för att lösa problemet, konstaterar projekteringsledare A. Ett sätt är Template PC som man kan bära med sig ute på bygget och titta på ritningarna på en skärm. Det andra sättet är en Ipad liknande apparat med vars hjälp man kan bläddra i ritningarna när man står ute i bygget.

Det finns tre olika konsumentgrupper som har olika behov av modellen, berättar projekteringsledare A. Produktionsledningen som är intresserad av att veta hur det ser ut geometrisk och till viss del också intresserade av mängdlistor. Inköpssidan som bara är intresserade av mängdlistor. Och till sist platsledningen som vill veta hur det ser ut till en viss tidpunkt t ex om fyra veckor och det löses med att koppla tidplanen.

Ett problem är att många tror sig veta vad en 3D-modell innehåller, vilket resulterar i felaktiga förväntningar av modellen, anser projekteringsledare A. Han tycker att bättre information om vad man kan förvänta sig av modellen är lösningen på problemet. *”Se till att alla får en sann bild av vad modellen innehåller”* säger han.

4D modellen tycker projekteringsledare A är ett användbart verktyg i ett stort och komplex projekt där det är viktigt att veta hur byggprocessen flyter i en viss tidpunkt. Det var en målsättning som tyvärr inte funkade i projektet på grund av förseningar av 4D-modellen säger projekteringsledare A.

Bilaga 3

Entreprenadingenjör B är 29 år gammal har jobbat på NCC i 1 år. Innan dess jobbade han på ett mindre bolag i 5 år som arbetsledare och platschef. Som entreprenadingenjör ger han tekniskt administrativt stöd till platschefen. Det tekniska stödet omfattar ritningsarbete och en del ekonomi. Han kom i kontakt med 3D-modellen ute på produktion, i samband med att modellen lanserades för produktionen.

Tanken har varit att använda sig av 3D-modellen för att ta fram mängdlistor, men det har inte fungerat. Det stora problemet är att allting är så nytt med modellen, berättar entreprenadingenjör B. Man vet inte hur man ska handla upp och vilka krav man ska ställa på projektörerna. Vad kan man förvänta sig av modellen? När och var behövs de olika funktionerna? När behöver man plocka mängdlistor? Projektörerna är inte heller vana vid modellen. Det blir ett annorlunda arbetssätt för projektörerna. Det måste finnas ett samspel mellan projektering och produktion om man ska jobba med 3D-modellen. Projekteringen måste bli duktigare på att hålla tidplanen för att produktionen ska få modellen i det skick de behöver den. Och i med att samma modell används av samtliga projektörer, ställer det högre krav på framförhållning.

Från början var det problem med att få ut mängdlistor från modellen. Allting var inte projekterat i modellform. Modellen var inte klar . Idag är modellen till geometrin färdig och fungerar bra. *”Men vi är fortfarande inte tillräckligt vassa på att använda programmen, vi får fortfarande be om hjälp för att få ut mängderna. Men mängdlistorna stämmer när man kontrollräknar”*, säger entreprenadingenjör B.

Entreprenadingenjör B tycker att den största svårigheten i början är kunskapsstegen. *”När alla är med på banan och kan 3D-modellen, kommer det att fungera lysande”*, påstår han. Innan ett projekt startar måste alla få utbildning i modellen. Alla ska kunna i alla fall manövrera i modellen eller kunna kolla längden på en regel. NCC borde ha en regel på att innan ett projekt med 3D-modell startar måste hela tjänstemannasidan gå på utbildning. Idag är det bara projektörerna som kan modellen. Då blir det projektörerna som styr projektet och det är fel ordning tycker han. *”Det är vi som ska styra de andra som totalentreprenör”* säger han.

Entreprenadingenjör B berättar att Installatörerna tycker att modellen är mycket bra. Kollisioner som i vanliga fall är otroligt svåra att upptäcka i 2D-ritningar kan upptäckas i projekteringsfasen. Detta bidrar till att sänka omkostnaderna.

En annan fördel med modellen är att bilder på svåra delar av byggnaden kan skrivas ut och användas i arbetsberedningar med yrkesarbetarna. Den kunskapen hade de behövt tidigare, anser entreprenadingenjör B. Han berättar hur enkel håltagning i gipsväggar kan bli när man har en bild på väggen där alla hålpositioner visas. Han fortsätter med att beskriva byggnadens takkonstruktion som består av endast plåtreklar. Med hjälp av modellen kan 3D-vyer över taket med önskade riktningar skrivas ut. Att beställa en bild på 3D-vyer över taket från projektörerna skulle ha tagit 2,5 dagar. Utan 3D-modellen skulle det ha varit svårt för snickarna att bygga ett sådant tak som de inte bygger så ofta.

Målet måste vara att använda ett enda program, poängterar entreprenadingenjören. Att jobba med flera program är farligt och onödigt krångligt . När alla behärskar ett program kan kommunikationen bli bättre.

Entreprenadingenjör B anser att tagna mängdlistor från modellen är självklart rätt om modellen är rätt. Han berättar om sin egen erfarenhet då han hade problem med mängdavgiften för byggnadens tegelfasad. På grund av en kommunikationsmiss hade projektören räknat 1000 m² mindre än den verkliga mängden. Det var på grund av att en del av väggen hade en annorlunda beteckning och därför inte tagits med i beräkningen. Han hävdar att sådana fel kan undvikas genom ökad kunskap om den vara man köper som beställare. ”*Vi måste veta precis vad vi vill köpa och när vi ska få ut de olika funktionerna*” säger han. Han tycker att det är viktigt att veta vad som är modellerat och inte. På så sätt vet man vad man har att förvänta sig. Om kunskapen om vilka funktioner och när dessa ska finnas i modellen finns, undviks sökandet efter något som inte ens är modellerat i den tidpunkt behovet uppstår.

Entreprenadingenjör B har inte kommit i kontakt med 4D-modellen. Han ser inget behov av 4D-modellen. Han tycker att en tidplan är som verktyg väldigt bra. Det går lika bra att jobba med 3D-modellen och en tidplan. Däremot tycker han att 5D-modellen skulle passa bättre att jobba med, eftersom man ser flödet av pengar och material under projektets gång. Man ska absolut inte implementera 5D-modellen innan alla behärskar 3D-modellen. Det dröjer 5 år innan vi blir riktigt bra på 3D-modellen.

Det måste finnas ett utbud av aktuella kurser på NCC:s hemsida som alla kan gå för att lära sig 3D-modellen. På NCC:s hemsida finns kurser med beskrivningar som inte matchar med det faktiska innehållet i kursen . Hur ska man då kunna lära sig modellen, frågar entreprenadingenjör G.

Bilaga 4

Arbetsledare C är 38 år gammal. Han har jobbat i branschen sedan 1989 då började han sitt yrke som armerare och betongarbetare. Efter en intern utbildning på NCC bytte han jobb till arbetsledare.

Arbetsledare C tror att mest nytta med en produktionsanpassad 3D-modell fås i samgranskning med installatörer. Genom modellen upptäcks kollisioner och en tydligare bild erhålls på installationstäta områden.

Arbetsledaren C tycker att 3D modellens kapacitet inte har utnyttjats fullt ut. Han anser att pappersritningen har på grund av sin smidighet behållit sin status. Den avgörande faktorn är *”att pappersritningen kan du ta under armen och gå ut”* säger Arbetsledare C. 3D-modellen kommer i andra hand. Första alternativet är pappersritningen och om det är svårt att begripa kopplingen mellan olika byggdelar då använder man sig av 3D-modellen. Modellen används till att skriva ut en bild och visa på arbetsplatsen hur det är tänkt att det ska se ut. Han menar på att det är lättare att se detaljer som öppningar och nischer i en riktig bild än att se det i en 2D ritning.

Arbetsledare C tror att hantverkarna tycker att visualiseringen är ett bra verktyg för att kunna se den slutliga produkten i förväg. Han berättar att i deras projekt finns möjlighet även för hantverkare att studera modellen i en stor tv skärm. Men ett problem påpekar han är att i ett sådant stort projekt har vissa nästan en halv kilometer att gå för att komma fram till tv skärmen och studera modellen.

Arbetsledare C berättar att han är en konservativ person och använder fortfarande 2D ritningar för att göra mängdlistor. *”Medan du sitter och mängdar på en pappersritning så bygger du ändå upp en känsla för vad det är du ska göra. Du får någonting annat att ta på än att du klickar och så står det 800 m²”*, säger han. Han tycker att mängdlistan ska vara produktionsanpassad. Det är viktigt att ha mängdlistan del för del när man producerar. Man ska kunna få det husvis eller planvis förklarar han. Arbetsledare C berättar att han har fått hjälp av modellen när han ville jämföra längden på olika stålbalkar och se hur de skiljer sig.

Arbetsledare C tycker i dagsläget är det upp till var och en att lära sig använda modellen. Om modellen däremot ska användas i större utsträckning behöver man någon form av utbildning för att kunna lära sig programmet. På så sätt kan programmet utnyttjas fullt ut. Idag är man van vid att jobba med pappersritningar och det går snabbare att hitta information på en pappersritning i jämförelse med 3D-modellen, innan man har lärt sig programmet.

Datorernas tröghet i samband med modellhantering är en av svagheter som kan förbättras i framtiden anser Arbetsledare C. Det finns tre olika program att öppna modellen i och varje program har sina färdigheter, påpekar han.

I och med att allt mer ritas i 3D tror Arbetsledare C att det blir lättare att överföra modellen till arbetsplatsen. Han tror att nytexaminerade studenter är mer tekniska och är mer datavana. Det blir därför lättare för de att lära sig programmen. Han hävdar att *”pappersritningen kommer att finnas mycket längre”*, men att 3D-modellen kommer att användas mer och mer ute på produktion.

Att våga använda sig av modellen och vända på sitt arbetssätt är Arbetsledare Cs råd till alla som ska använda 3D-modellen. Han och många andra av hans kollegor använder modellen bara när de stöter på problem.

Bilaga 5

Platschef D är utbildad civilingenjör och har jobbat på NCC sedan 1999. Han har jobbat de första åren som arbetsledare och sedan som platschef. Han har mest jobbat med byggande av industrier och affärslokaler.

Det är första gången Platschef D jobbar med en 3D-modell, men har tidigare erfarenhet av 3D ritningar i ett annat projekt där han hade de besvärliga område. I detta projekt använder han 3D-modellen mest när installatörerna vill veta hur slutprodukten ska se ut.

På grund av underbemanning är det Platschef D som har använt modellen mest i projektet. *”Men tanken hade varit att vi skulle nyttja den mer än vad vi har gjort”*, konstaterar han. Han har gått på en kurs om programmet men tycker att man lär sig mycket mer genom att gå runt i modellen. *”Man blir på något sätt självlärd”*, säger han. Om man inte är särskild datorvan är det bra om man har gått någon allmänt kurs om hur programmet är uppbyggd, påpekar Platschef D.

Att använda sig av mängdavgtagning från 3D-modellen är någonting man får mycket nytta av tycker Platschef D. Denna möjlighet finns inte med deras modell . 4D-modellen tycker han kan vara bra verktyg om det är nybyggnadsprojekt där man inte har stora förändringar under projektets gång i jämför med om- och tillbyggnadsprojekt. Platschef D är överens om att man har mer användning av 3D-modellen i mer komplexa projekt om man kollar på installationssidan. *”I småhus bebyggelse bygger man oftast identisk. När du har byggt det första då vet du hur du ska lösa de andra”*, säger han. I detta projekt hade de mycket installationstäta ställen och det var positivt att kunna kolla in i modellen och få en annan uppfattning om hur det ska se ut.

Platschef D tror att virtuellt byggande kommer att slå i framtiden mest i stora projekt. Han berättar om NCCs policy att kräva 3D projektering på alla egna projekt och att beställaren är också nöjd när de kan *”titta i byggnaden innan den är byggd”*. På detta sätt kan beställaren få en uppfattning om saker och ting. *”Sett ur produktionsperspektiv blir det dessvärre lättare mer förändringar då beställaren kan titta i byggnaden, men å andra sidan är det lättare att få nöjd kund för då får kunden förhoppningsvis det de vill ha”* säger han.

Bilaga 6

Arbetsledare E är 28 år gammal. Efter tre och ett halvt år som snickare på NCC började han på KY utbildning inom byggteknik. Efter avslutad utbildning fick han jobb som arbetsledare på NCC. Idag har han jobbat som arbetsledare i fyra år. Han har ännu inte arbetat med virtuellt byggande.

Arbetsledare E tycker att en produktionsanpassad 3D-modell kan vara ”*fantastisk bra*” när alla har fått utbildning och tid att lära sig att hantera modellen. Men man kan inte få nytta av en produktionsanpassad 3D-modell utan att ha någon på arbetsplatsen som kan hantera det. Han tycker att 3D bilden kan vara ett bra komplement i samband med byggandet.

Att få ut flexibla mängdlistor ifrån modellen tycker Arbetsledare E är ett bra hjälpmedel för produktion. Han framhäver vikten av att ta hänsyn till spillmaterial när man mängdar. Han berättar av sin egen erfarenhet att det kan vara olika mängd spill beroende på vilket sätt hantverkaren jobbar. ”*Spillet kan vara oviktigt när man bygger villor men det blir en hel del material när man bygger hus med t.ex. 10 lägenheter per plan. Man ska inte bära ut 10 gipsskivor varje gång man går ut när huset är klart*”, påpekar Arbetsledare E.

Hjälp med etableringen och tid för utbildning och att den sker helst innan man startar projektet är viktiga punkter för att underlätta etableringen, tycker Arbetsledare E. ”*Man vill kunna ha det hyfsad färdigprojekterat innan man börjar*”, säger han. Han framhåller vikten av utbildning för att kunna lära sig att hantera programmet. ”*Jag tror att det är bra men man måste kunna det*”, påpekar han.

Arbetsledare E tycker att 4D-modell även låter intressant. Men det är någonting som får växa in, man måste också ha lite verklighetsuppfattning för att kunna hantera det.

Arbetsledare E tror att om 10 år kommer NCC att bli bättre och bättre på att involvera folk för att kunna använda de här programmen bättre. Han tror att det kommer ut en yngre generation som kommer att vara mer intresserad av det nya och att det kommer att förändra sig framöver.