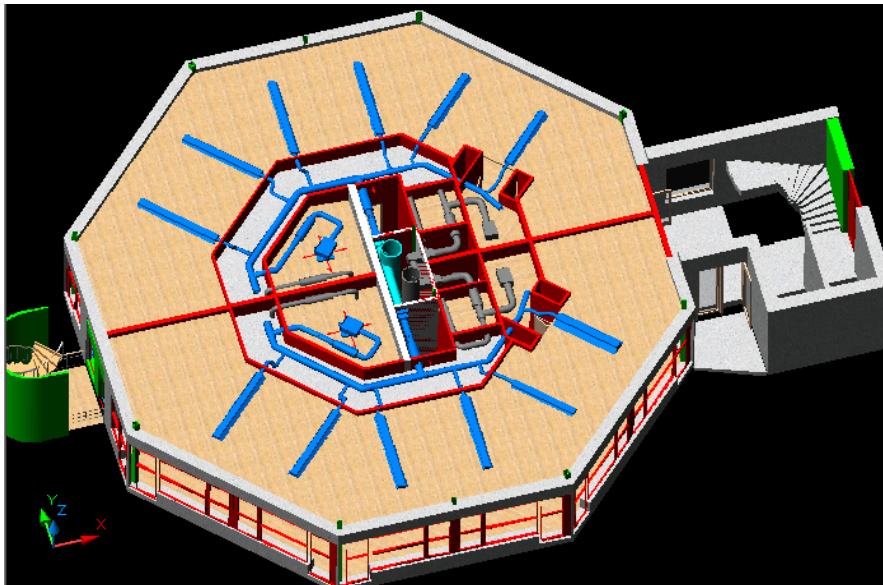


SLUTRAPPORT

K-PROJEKTERING FÖR PRODUKTION

- ANVÄNDNING AV MODELLORIENTERAD 3-D CAD MED
INTEGRERAD BERÄKNING OCH PRODUKTIONSDATA



Förord

Tack till samtliga som varit med och skrivit på denna rapport samt alla er som arbetat med utvärderingar och tester av alla de teorier vi kommet fram med under projekttiden.

Tack till ledningsgruppen inom Skanska Sverige och Skanska Teknik samt SBUF för finansiering av detta projekt.

Det har varit mycket inspirerande att arbetet med metoder som tar oss från papper till en mer innehållsrik informationsbärare.

Stor del av projektets resultatet är idag infört i vårt industrialiserings projekt där vi tillämpar tekniken för att minska kostnaderna och tider för projektering och produktion rejält.

Sammanfattning

Förutsättningarna för mer effektiv projekteringsteknik har ökat under senare år. Det gäller både beräkningar och modellering av konstruktioner samt integrationen mellan dessa.

Här beskrivs utvärdering av programvaror för modellorienterad 3-D cad för konstruktion. Utvärdering av programvaror för konstruktionsberäkningar för hel stomme med koppling till Cad-modell. Anpassning av redovisning utifrån produktionens behov t.ex. koordinater, vyer och mängder. Anpassning av projekteringsrutiner för samordning av design och beräkning utifrån resultatet av de ovanstående punkterna.

Resultatet av projektet blev inte helt som vi trott. Beräkningsprogrammen visade sig inte kunna hantera 3D-modeller på ett sätt som vi hoppats på. Trots en omfattande inventering och utvärdering kunde vi inte hitta ett självklart val av program. Detta medförde att fokus flyttades mot modelleringsprogrammen och återanvändning av modell information. Det är synd att inte leverantörerna till beräkningsprogram lägger mer kraft på funktioner som importerar geometrisk data till sina program.

Inom CAD sidan kom vi längre än vad vi hoppats på. Autodesk Architectural Desktop (ADT) var mycket smidig att jobba med. Vi stötte på få problem när vi byggde upp informationsstrukturen som lämpa sig för export till våra övriga system för kalkyl och tidplanering. Den största fördelen vi har med ADT är att vi kan börja med enkla objekt och bygga på med mer information alt eftersom den blir framtagen. Detta utnyttjar projektutvecklarna i tidiga skeden när de bara finns ett skal och nyckeltal för ytor. Under projekteringen ändras innehållet i väggar och bjälklag samtidigt som mer information om byggdelarna läggs in. Under produktionen utnyttjas denna information för kalkyler, inköp och planering.

INNEHÅLL

Förord

Sammanfattning

1	BAKGRUND	4
1.1	Allmän information.....	5
1.2	Objektbeskrivning.....	5
1.3	Projektets omfattning.....	5
1.4	Rapportupplägg.....	6
2	PROJEKTFÖRLOPP	7
2.1	Delrapport Kravinventering Projektering	7
2.2	Delrapport Produktions krav.....	7
2.3	Delrapport Programinventering/ utvärdering	8
2.4	Delrapport Implementering.....	9
2.5	Delrapport Pilotprojekt	10
2.6	Summering av Delrapporter.....	10
3	SLUTSATSER	11
3.1	Rekommendation till fortsatt arbete	12
4	REFERENSLISTA	13

1 BAKGRUND

Förutsättningarna för mer effektiv projekteringsteknik har ökat under senare år. Det gäller både beräkningar och modellering av konstruktioner samt integrationen mellan dessa.

Det står klart att 3D och modellorienterad CAD nu är på klart insteg. Hur väl sådana program fungerar behöver till att börja med utvärderas i samverkan med branschen. Men det kommer att krävas en insats för att kunna utnyttja tekniken och för att driva på utvecklingen genom initierade kundkrav. För att det ska fungera väl måste rutiner för samarbete i projekt utvecklas och anpassas till de nya möjligheterna.

Ett flertal 3D-kompetenta och objektorienterade program finns på marknaden. Det gäller designsystem där produkter som Microstation, Archicad, ADT, Revit och All plan har utvecklats betydligt, speciellt för arkitekter. Många projektörer står i begrepp att övergå till nya programversioner där 3D är inbyggd.

I internationella projekt där vi medverkar med rådgivnings- och granskningsverksamhet träffar vi då och då på beräkningsprogram som medger en analys av en byggnads stomme i dess helhet. Kvalitén på dessa program och deras användbarhet har vi dock ej kunskaper om, exempelvis m.a.p.

- Kopplingen mellan CAD- och beräkningsprogram
- Beaktande av andra ordningens teori.
- Beaktande av uppsprickning och krypning, betongkonstruktioner
- Dimensioneringsförfarande

Det är av stort intresse att kartlägga vilka program olika konsulter arbetar med, i första hand inom Sverige men även ute i Europa, samt att jämföra kvalitet och status på dessa program med de vi själva använder.

En djupdykning bland dessa program och kopplingar kan ge oss stora effektivitets framsteg inom projektering och produktion.

1.1 Allmän information

Denna slutrapport beskriver projektet K-projektering för produktion och de erfarenheter som projektet och projektmedlemmarna vill förmedla till kommande projekt.

Projektet börja med att vi fick demonstrerat CAD-programvara från Autodesk som kunde hantera objekt på ett sätt som Point försökt men inte fått fungera på ett säkert och användarvänligt sätt. Under en fikarast började en diskussion om de senaste beräkningsprogrammen från Strusoft kunde hantera 3d informationen. Data intresserade på vårt företag föreslog ett projekt där man kunde titta på denna frågeställning.

Resultatet blev detta utvecklingsprojekt som finansieras av SBUF, Skanska Sverige och Skanska Teknik.

1.2 Objektbeskrivning

Syftet är att genomföra ett projekt där möjligheterna med att sammannyttja grundläggande information för visualisering, statistiska beräkningar, konstruktionsritningar, utsättning tas tillvara i konstruktionsarbetet.

Genom att hitta program som kan utnyttja samma information eller har möjlighet att skicka information mellan sig utan större strukturförlust ökar man utnyttjandegraden av den digitala information som skickas runt i dagens projekterings process. Mycket tid går åt onödig informationsinmatning som genom en arbetsmetodik kan utnyttjas med minimala förluster. Detta gäller för både beräkningsprogram man än mer för modellerings arbeten. Går det på ett säkert sätt överföra mängder från CAD-modeller till kalkylprogram?

Kan CAD-modellen läsas in eller bistå med underlag för beräkningsmodeller? Hur kan vi utnyttja resultatet från ett beräkningsprogram till att skapa armerings och stål ritningar?

Vi tror att de går, frågan är mer hur mycket och på vilket sätt.

1.3 Projektets omfattning

- Utvärdering av programvaror för modellorienterad 3-D cad för konstruktion som är lämpade för den Svenska marknaden och uppfyller dagens redovisningskrav.
- Utvärdering av programvaror för konstruktionsberäkningar för en hel stomme med koppling till Cad-modell. Programmen ska vara anpassade så beräkningar uppfyller Svenska normer.
- Anpassning av redovisningen utifrån produktionens behov, t.ex. koordinater, vyer, mängder utifrån samtal och intervjuer med personer inom produktionsleden.
- Anpassning av projekteringsrutiner för samordning av design och beräkning utifrån resultatet av de ovanstående punkterna.

1.4 Rapportupplägg

Projektet har delats upp i ett fler delrapporter. I denna sammanställande rapport sammanfattas och summeras de olika delarna. Samtliga delrapporter ligger som appendix.

Utvärdering av programvaror har utförts med stöd av leverantörer och återförsäljare. Hänsyn har inte tagits till uppgraderingar som kommit efter utvärdering av en programvara.

Projektet hade till sin uppgift att ta fram förslag på metoder och arbetssätt med 3d projektering samt hitta lämpliga programvaror som stöder dessa genom byggprocessen.

I avsnitt 2.6 görs en sammanställning av de rapporterna. Under avsnitt tre ligger erfarenhetsåterföringen från projektet. Till sist följer slutsatserna och referenserna.

2 PROJEKTFÖRLOPP

Projektet följde i stort de uppställda planerna. Utdragningen av projektet orsakades dels av projektledare som slutat och av omorganisation inom vårt bolag. Största anledningen är väntan på ett lämpligt pilotprojekt där vi kunde tillämpa teknik och arbetssätt.

2.1 Delrapport Kravinventering Projektering

En utvärdering av 3D CAD program för konstruktion projektering (Appendix A)

ADT-Utredning (Appendix B)

Bakgrund

Dagens version av Autodesk Architectural Desktop (ADT) har utvecklats mycket. Den har en enklare hantering av 3D-bilder för presentation, men den är ett bra verktyg för att ta fram arbetshandlingar för de byggnader som vi skall producera, både A- och K-handlingar

Programmet har en stor potential. Programmet tillåter att du själv designar objekt, som inte är standardsortiment. Ett eget fönster, egenskapat glas i en dörr, en specialbockad profil som bärande balk är ingen omöjlighet för programmet.

Stora möjligheter finns också för att ta fram mängder och andra lister i ett tidigt stadium av projekteringen. En kontinuerlig uppdatering av dessa listor kan göras under hela projekteringen allt eftersom detaljeringsgraden i de olika projekten blir bestämd. Med ett samarbete med en kalkylavdelning kan vi få en helt klar bättre styrning av våra gemensamma projekt beträffande kostnaderna för projektet i sin helhet.

Slutsats:

Jag ser en mycket stor potential i ADT 2004. Med detta program kan vi lämna våra digitala pappersritningar åt historien och i framtiden leverera digitala byggnadsmodeller med mycken digital information som kan användas under hela processen från projekterings skisstadie genom hela byggproduktionen och under hela byggnadens livslängd.

Det gäller bara att sälja in de nya möjligheter som finns i programmet, där den främsta fördelen blir mängdning av alla ingående objekt i byggnaden och även prissätta detta.

2.2 Delrapport Produktions krav

Beställarkrav (Appendix C)

Sammanställning över önskemål och krav från Beställare och Entreprenörer.

Främsta önskan har varit att kunna extrahera mängder ur cad modellen. Förvaltare har många önskemål på överlämnat av digitalt material från projektering och pro-

duktion. Beroende på vilket förvaltningssystem som används varierar kraven på filformat och redovisningsmetoder.

Skanska Öresund upplever en fastighet som mer lättsåld om det finns komplett digital dokumentation.

Andra bitar som efterfrågas av projektutvecklare är en tidig visualisering och investerings kalkyler för byggnaden. Detta har underlättats väsentligt med användandet av ADT. Vi har med hjälp av ADT-modeller gjort presentationsmaterial till både villaområden och flerbostadshus. 3d modellerna har med stor belåtenhet även använts för att göra arbetsberedningar. Våra entreprenörer har snabbt hitta stora fördelar med detta jämfört med traditionella metoder. Utsättning av komplexa geometrier har varit möjliga med hjälp av utnyttjandet av modellering. Exempel på detta är ett parkeringsgarage i Jönköping som är format likt en korkskruv utan några plana ytor. Här utnyttja arbetsplatsen projektörernas modell för att ta fram utsättningspunkter.

Slutsats

Genom att skriva styrande dokument som beskriver och ställer krav på vad man vill kunna använda det digitala materialet till utöver det traditionella användandet minimeras kostnader och arbetsinsatser samtidigt som risker för fel minskas. Det är viktigt att se en modells hela livslängd och förädla dess informationsinnehåll längs projektets gång.

2.3 Delrapport Programinventering/ utvärdering

Utvärdering och val av beräkningsverktyg för K (Appendix D)

Bakgrund

När vi går in i ett nytt sätt att rita och presentera byggnadsobjekt kommer även önskemål om att förändra sättet att analysera och dimensionera dessa. En del i SBUF-projektet är att undersöka marknaden och testa program som kan analysera hela stomsystemet och inte bara enstaka konstruktionsdelar.

Skanska Teknik har valt Autodesk ADT 2004 som sitt nya Cad-verktyg och kommer då också att börja rita modeller i tre dimensioner. Kopplingen mellan CAD- och beräkningsprogram, överföring av filer mm kommer då också att bli betydelsefullare än idag.

Utvärdering av program

Genom bl.a. sökningar på nätet kommer marknaden att undersökas. Utifrån denna lista kommer ett antal program att väljas ut för vidare utvärderingar.

Urvalskriterierna är;

- Hur utförs hållfasthetsanalysen (Linjär strukturanalys, kontroll av tvärsnittskapaciteter).
- Är det ett program eller flera delprogram i paket.
- Redovisas in- och utdata på ett enkelt sätt.
- Hur är användargränssnittet (windowsbaserat mm)
- Är programmet normanpassat.

- Utböjning enligt 2:a ordningens teori
- Initialkrokigheter beaktas.
- Spruckna betongtvärsnitt.

Slutsats

Efter kravinventeringen blev klar så gick det krävande arbetet med att prova och utvärdera programvaror igång. Tyvärr så har ingen kombination av cad och beräkningsprogram visat sig riktigt användbar. Stående problem för de provade programmen var att programmen kunde, i olika avancerad grad, armera ADT-objekt. Inget av de tre utvalda programmen klarade av alla de uppsatta kraven.

Av de tre jämförda beräkningsprogrammen Staad Pro, Robot och Strusoft är Staad Pro det mest använda i världen, men för husbyggnadssammanhang täcker både Robot och Strusofts programvaror de flesta tillämpningar som kan vara aktuella. Med utförda anpassningar till svenska normer, typsektioner och material är Strusofts program speciellt lämpade för analys och dimensionering efter svenska förhållanden.

2.4 Delrapport Implementering

Implementering av ADT2004 (Appendix E)

Autodesk Architectural Desktop 2004 (Appendix F)

Bakgrund

Skanska teknik har beslutat att använda Autodesk ADT 2004 som generellt CAD-system för modellering av byggnader och anläggningar. En uppgradering av befintliga Autocadlicenser till ADT 2004 är beställd.

Detta projekt är ett av de vardagsprojekt inom CAD-lyftet som genomförs 2003/2004.

Mål:

Målet med projektet är ADT 2004 skall vara infört som generellt CAD-verktyg på Skanska Teknik alla kompetensområden och orter. Det skall finnas ett implementerings-kit för ett säkert införande av ADT 2004.

Plan för införande

CAD-miljö med rutiner för projektstart och templates.

Testprojekt avseende Arbeta Smart genomfört / utvärderat

Utbildningspaket för konsultgrupper / kompetensområden

Kortfattad rapport att implementering skett.

Projektets fas 1 avslutat 2003-12-15.

Slutsats

Tack vare långsamt och bitvis införande av ADT 2004 där vi har rätta till de brister och tankefel vi gjort blev införandet lyckat. Vi använde Bodab som konsult för paketering av programvaran till ett gemensamt installations paket. Alla inställningar dokumenterades, mallar och projekteringsrutiner skapades för att underlät-

ta införandet. Vi skraddarsydde en utbildning för att passa vårt upplägg som sen hölls på alla våra kontor. Utan en strukturerad plan hade vi nog inte kunnat genomföra införandet på ett lyckat sätt.

2.5 Delrapport Pilotprojekt

Projekteringsmetodik ADT (Appendix G)

Geometri import till beräkningsprogram (Appendix H)

Bakgrund

Efter utvärdering och implementering har vi haft många tankar och idéer om hur vi ska använda ADT. Vilken information utöver den grafiska vi ska utnyttja objekten som bärare för. Kan vi utnyttja informationen till att skapa kalkylunderlag? Kan vi utnyttja projektnavigatorn till att strukturera projektet? Kan A, K och installationsmodeller finnas i samma projekt? Många frågor som behöver svaras på innan vi blir helt säkra på programvaran.

Mål:

Hitta projektstruktur

Skapa en komplett 3d-modell av huset

3d-samordning av konstruktioner och installationer

Hitta lämpligt informations innehåll

Kunna exportera strukturerade mängder i excellformat

Utvärdering av Mål:

Vi utnyttjade projektnavigatorn till att strukturera projektet med indelningen som föreslås. Planerna byggdes upp av generella planer som återanvändes på flera våningar. Variationer mellan planen hanteras med olika x-reffar

Modellen användes till autogenererade fasader och sektioner.

Installatörerna använder samma modell som underlag för att rita in sina objekt.

Detta gav en komplett modell med minimala samordningsbehov.

Metadata byggdes upp för att hantera läge- hus, våning, lägenhet och rum.

Objektsspecifik metadata lades på objekten för att generera mängdinformation.

Tabellmallar per objektstyp gjordes för så samma uppdelning finns för samtliga objekt. Dessa exporterades till excell format som vi sedan skicka till vårt kalkylprogram.

Slutsats

Lägg tid på att diskutera genom projektet och vilka variationer som förekommer.

Ju fler som arbetar mot samma nätverk desto bättre. De går att byta modeller mellan olika projekt. Dokumentera beslut och valda arbetssätt så de som kommer in i projektet snabbt kan få överblick.

2.6 Summering av Delrapporter

Mål:

- Utvärdering av programvaror för modellorienterad 3-D cad för konstruktion som är lämpade för den Svenska marknaden och uppfyller dagens redovisningskrav.
- Utvärdering av programvaror för konstruktionsberäkningar för hel stomme med koppling till Cad-modell. Programmen ska vara anpassade så beräkningar uppfyller Svenska normer.
- Anpassning av redovisningen utifrån produktionens behov, t.ex. koordinater, vyer, mängder utifrån samtal och intervjuer med personer inom produktionsleden.
- Anpassning av projekteringsrutiner för samordning av design och beräkning utifrån resultatet av de ovanstående punkterna.

Utvärdering av Mål:

Tyvärr så har ingen kombination av cad och beräkningsprogram visat sig riktigt användbar. Stående problem för de provade programmen var att inget av programmen kunde på ett tillfredställande sett armera ADT-objekt. Inget av de tre utvalda programmen klarade av alla de uppsatta kraven.

För husbyggnadssammanhang täcker både Robot och Strusofts programvaror de flesta tillämpningar som kan vara aktuella. Med sina anpassningar till svenska normer, typsektioner och material är Strusofts programvara mest lämpade. Metoder finns för inläsning av underlag från cad. Cad underlaget ska då bestå av linjer för väggar och kryss där pelare ska placeras.

Projektutvecklarna jobbar ofta i tidiga skeden där en gestaltnings arkitekt skissar huset på papper. Behoven här består ofta i att göra visualiseringar som används i säljsyfte. Enklare kalkyler görs där mängdnings behovet är ganska begränsat. Produktionens behov är inte så svåra att nå. Detta kan bero på deras begränsade kunskaper om vad de kan få. Utsättningsdata har varit med som krav de senaste åren. Största hindret här är att inte många har programvaran i sina maskiner. Kunskapsnivån är ofta för låg och intresset att lära sig är ofta svagt. Önskemålet om arbetsberedningar baserade på 3D-material är mer en fråga om pengar. Produktionen och projektörer måste arbeta närmare varan och föra en dialog om möjligheterna.

Rutiner och hjälpmedel har blivit välgjorda genom implementeringsprojektet och pilotprojekt. Dessa förbättras kontinuerligt då vi modellerar nya typer av byggnader. Jag ser dessa dokument som levande och skrivs om vid uppdateringar.

För mer detaljerad information hänvisas till respektive projektrapporter.

3 SLUTSATSER

Resultatet av projektet blev inte helt som vi trott. Beräkningsprogrammen visade sig inte kunna hantera 3D-modeller på ett sätt som vi hoppats på. Trots en omfattande inventering och utvärdering kunde vi inte hitta ett självklart program val.

Detta medförde att fokus flyttades mot modelleringsprogrammen och återanvändning av modell information. Det är synd att inte leverantörerna till beräkningsprogram lägger mer kraft på funktioner som importerar geometrisk data till sina program.

Inom CAD sidan kom vi längre än vad vi hoppats på. ADT var mycket smidig att jobba med. Vi stötte på få problem när vi byggde upp informationsstrukturen som lämpa sig för export till våra övriga system för kalkyl och tidplanering. Den största fördelen vi har med ADT är att vi kan börja med enkla objekt och bygga på med mer information allt eftersom den blir framtagen. Detta utnyttjar projektutvecklarna i tidiga skeden när de bara finns ett skal och nyckeltal för ytor. Under projekteringen ändras innehållet i väggar och bjälklag samtidigt som mer information om byggdelarna läggs in. Under produktionen utnyttjas denna information för kalkyler, inköp och planering.

3.1 Rekommendation till fortsatt arbete

Snart kommer ADT 2006 med svenska lokaliseringen ut med många bra funktioner som saknats i 2005. Ska bli intressant att se vad vi kan förbättra med det ökade stödet för informationsöverföring.

Revit som är ett parametriskt styrt cad-program medför ytterligare möjligheter att integrera olika informationskopplingar.

4D-simulering har visat sig mycket givande iför planering och logistik. Här kommer vi att arbeta vidare med produktionen.

Beräkningsprogramleverantörerna med Strusoft i spetsen kommer att bearbetas mot införande av bättre importfunktioner i deras program.

Vi måste även jobba mot en svensk standard för 3d-modellering. Utan en sådan kommer mycket arbete läggas på samordning i framtida projekt.

4 REFERENSLISTA

Namn

Bertil Jönsson
Dick Lundell
Lars Rehn
Rasmus Eklund
Anders Ferm
Mathias Cederberg
Bengt Bengtsson
Lars Sjöberg
Lennart Klintmalm
Ulf Sterner
Göran Håkansson
Kjell-Arne Andersson
Thomas Klasson
Johan Schjelderup
Per Hansson
Gert Sjöholm
Per Olsson
Anders Paulander
Adina Jägbeck
Nicklas Pettersson
Mikael Tydell

Hänvisning

Skanska Teknik
Skanska Teknik
Skanska Teknik
Skanska Teknik
Skanska Teknik
Skanska Teknik
Skanska Teknik
Skanska Teknik
Apricon
Skanska Sverige
Skanska Sverige
Skanska Sverige
Skanska Sverige
Skanska IT Solutions
Skanska Öresund
Skanska Öresund
Skanska Öresund
PDR Sweden
AJ Konsult
Bodab
CAD-Q