



**PROJEKTRAPPORT**

**VIPP II**

VISUALISERING I PROJEKTERING OCH PRODUKTION

**Rogier Jongeling, Martin Asp, Daniel Thall**

**Luleå 2008**

Division of Construction Engineering  
Department of Civil, Mining and Environmental Engineering  
Luleå University of Technology  
SE - 971 87 LULEÅ  
[www.ltu.se/shb](http://www.ltu.se/shb)  
[construction.project.ltu.se](http://construction.project.ltu.se)



---

## Förord

Rapporten är resultatet av en praktisk studie där 3D- och 4D-modeller, baserade på produktmodeller, används i byggproduktion med syfte att effektivisera projekteringen och produktionsplaneringen. Studien kallas för VIPP II, som står för Visualisering i Projektering och Produktion. VIPP II är en fortsättning av tidigare projektarbete inom VIPP I (se 1.1).

Syftet har varit att visa att användning av 3D- och 4D-visualisering ska vara så pass enkel att de olika aktörerna i byggbranschen vågar ta steget över den så kallade 3D-tröskeln och ser att det finns vinster med denna typ av arbete. Detta projekt syftar till att ta fram goda exempel som visar på dessa vinster. Målgruppen är främst projekterings- och projektledare, men även arkitekter, teknikonsulter, produktionspersonal, m.m. Alla dessa berörs när informationen i byggprocessen kommer att hanteras med hjälp av modeller.

Externa faktorer gjorde att fallstudien till projektet VIPP II kunde inte slutföras och därmed heller inte det planerade projektarbete. Vi vill härmed rapportera de moment som genomfördes och hoppas att forsknings- och utvecklingsarbete förutsätter med implementering av 3D- och 4D-modelleringsstöd för byggproduktion inom andra sammanhang.

Vi vill gärna tacka alla de organisationerna, nätverk och individer som vi har samarbetat med i den studie som lett fram till denna rapport

Luleå, augusti 2008

Rogier Jongeling, Luleå Tekniska Universitet  
Martin Asp, JM AB  
Daniel Thall, Ceco Interactive Design AB



---

## Sammanfattning

VIPP står för Visualisering i Projektering och Produktion. VIPP projektet syftar till att effektivisera projekteringen och produktionsplaneringen med hjälp av 3D- och 4D-visualisering, baserat på produktmodeller.

I projektet VIPP-II har man visat, med hjälp av en fallstudie, att tidiga krav på 3D-projektering och en tydlig målsättning är förutsättningar för en lyckad användning av 3D-modellerna i byggprocessen. 3D-projektering av konstruktörens underlag har stått central.

Aktörerna i projekteringsprocessen anser att 3D-projekteringen är ett attraktivt sätt att jobba och att den ökar samarbete i projekteringsprocessen och kvaliteten av resultatet i form av handlingar med färre fel jämfört med en 2D-projektering och en tydligare presentation i form av 3D-vyer.

Disciplinspecifika 3D-modeller sammanställdes till en samgranskningsmodell. Samgranskningsmodellen togs fram vid ett antal tillfällen och det visade sig att ett strukturerat och kvalitetssäkrat arbetssätt är avgörande för att möjliggöra en sammanställning av olika 3D-modeller. Samordningen av projekteringen i 3D upplevdes som ett mycket värdefullt sätt att få en överblick av den pågående projekteringsprocessen och att få en förståelse hur olika lösningar från olika aktörer samspelar.

Jämfört med arkitektens och installationskonsultens 3D-modeller behöver konstruktören lägga mer tid på komplettering av 3D-modellen med 2D-detaljer och armering för att få ut ritningar från modellen. Det beror delvis på komplexiteten av konstruktörens arbete, men även på sättet hur modellerings

program är uppbyggda. Det förväntas dock att arbetsinsatsen för bland annat komplettering av 3D-modellen med 2D-detaljer kommer att minska.

Enligt konstruktören var tidsåtgången betydligt högre när de började med 3D-modelleringen, jämfört med en 2D-projektering. Sedan stabiliserade insatsen sig. Man bedömer dock att den totala tidsåtgången var ungefär 20% högre än en traditionell 3D-projektering, men man anser samtidigt att tiden för produktionen av ritningar kommer att minska och man förväntar dessutom att den blir mindre jämfört med en traditionell 2D-projektering.

VIPP-II planerade att studera relationen mellan huvudkonstruktören och konstruktören hos en leverantör av stomsystem. Fallstudien avbrytades dock som gjorde att planerade försök i projekterings- och produktionsfasen inte kunde genomföras.

Detsamma gäller för planerade försök med planering, uppföljning och inköp med hjälp av modellen under produktion. Det rekommenderas studier som visar hur modellerna från projekteringen kan användas för dessa typer av processen. Det rekommenderas dessutom att studera hur modeller kan användas som underlag för arbetsinstruktioner vid ett inbyggnadsställe på en arbetsplats.

Försök som utfördes med mängdning från modellerna visade att modellerna är ej strukturerade enligt byggdelsklassifikation. Det rekommenderas att studera på vilket sätt modellerna kan struktureras enligt exempelvis BSAB-klassifikation och hur data från modeller på ett entydligt sätt kan presenteras och summeras

**Key words:** Visualisering, Produkt Model, 3D CAD, 4D CAD, Projektering

## Innehållsförteckning

FÖRORD .....	III
SAMMANFATTNING.....	V
INNEHÅLLSFÖRTECKNING .....	VII
1 INLEDNING .....	9
1.1 Bakgrund .....	9
1.2 VIPP II .....	10
1.3 Syfte och Mål .....	11
1.4 Metod .....	12
2 PROJEKTERING .....	13
2.1 Projekteringsledning .....	13
2.2 Projektering av bygghandlingarna .....	14
3 SAMORDNING .....	16
3.1 Processbeskrivning.....	16
3.2 Anvisningar för leverans av 3D-modeller.....	16
3.3 Resultat.....	18
3.4 Synpunkter från aktörerna.....	22
4 PRODUKTIONSBEREDNING .....	26
5 DISKUSSION OCH REKOMMENDATION .....	29





---

# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

VIPP står för Visualisering i Projektering och Produktion. VIPP projektet initierades med syfte att effektivisera projekteringen och produktionsplaneringen med hjälp av 3D-visualisering, baserat på produktmodeller.

Bakgrunden till projektet är att underlätta användning av visualisering som ett naturligt resultat av 3D-projektering. I dagsläget lever framtagna visualiseringar en mycket kort tid eftersom det är komplicerat och tidsödande att hålla den bearbetade visualisering uppdaterad vid revideringar av de olika produktmodellerna i projektet. Detta innebär att projektering idag till stor del använder sig av 2D-ritningar och inte utnyttjar de fördelar som 3D-visualisering kan ge i samgranskning och kommunikation av olika discipliner i ett projekt. Inom produktionen produceras och används information enbart i 2D-representation.

Med utvecklingen av projekteringsverktygens stöd för hantering av produktmodeller ökas möjligheterna till överföring av modellinformation som underlättar skapandet och uppdateringar av visualiseringar. Med hjälp av en neutral och branschgemensam modelldatastandard kan produktmodelldata hanteras. Produktmodelldata levereras av många typer av modelleringsverktyg inriktad på olika discipliner i ett projekt, såsom arkitekter, konstruktörer och installationskonsulter.

Projektet genomfördes i två etapper: VIPP-I och VIPP-II. Inom projektet VIPP-I har två visualiseringsprogram blivit anpassade för hantering av neutrala produktmodellfiler, baserad på Industry Foundation Classes (IFC).

Produktmodeller från olika discipliner integrerades under projekteringsprocessen av ett skarpt bostadsprojektet; Hotellviken-Ringvägen, JM. Visualiseringen av olika delmodeller visades sig vara ett mycket effektivt sätt att granska projekteringen och att kommunicera olika typer av ärende till de involverade i projektet.

Modellerna från projekteringen användes sedan vidare under produktionsprocessen för så kallad 4D-simulering. I detta skede integrerades de olika 3D-modellerna med en virtuell modell av omgivningen och ArbetsPlatsDispositionen (APD). 4D-modellen skapades av platschefen och användes/ används varje dag för planering och kommunikation av produktionsprocessen med projektgruppen, underentreprenören, leverantörer, kunderna, kommunen, mm. Genom användning av 4D-modellen kunde planeringen optimeras och de involverade fick en gemensam bild av arbete som skulle utföras och hur arbetsplatsen skulle användas.

Resultat av VIPP-I är dokumenterat i rapporten:

Jongeling, R., Asp, M., Thall, D., Jakobsson, P., Olofsson, T., *VIPP - Visualisering i Projektering och Produktion - Visualization in Design and Construction*, Division of Structural Engineering, Civil, Mining and Environmental Engineering. 2007, Luleå University of Technology: Luleå, Sweden. p. 58.

### 1.2 VIPP II

Under första etappen av VIPP-projektet visades det sig att visualisering i projektering och produktion har stor nytta för många och mycket varierade användningsområde. Exempelvis kan avrop av betongleveranser och planering för placering av mellanlager för gipsskivor på olika våningar nämnas. Dessa användningsområden, och många fler, medför olika krav på modelleringsprocessen. Det är under själva modelleringen att grafisk och icke-grafisk data skapas.

Det är framförallt den icke-grafiska delen av modelleringsdata som visades vara av potentiellt stort värde under produktionsprocessen. Fokuset i projektet VIPP-I har legat på att underlätta flödet av grafisk information från produktmodeller till visualiseringsprogram. Med hjälp av kravställning för modelluppbyggnad kan på ett effektivt sätt produktmodeller visualiseras. För att definiera, överföra och presentera icke-grafisk data från produktmodeller, såsom objektgenskaper (längd, höjd, area, mm.), typer av objekt (s.k. styles),

---

lägen (t.ex. rum i en lägenhet på ett våningsplan i ett hus), mm., krävs fortfarande mycket manuellt arbete. Detta arbete måste göras om varje gång produktmodellerna av konsulterna uppdateras och publiceras. Under VIPP-II studeras därför hur överföring och presentation av icke-grafisk data från produktmodeller till visualiseringsprogram bör läggas upp.

I VIPP-I har 3D-modelleringsarbetet och därmed kravställningen på arbetet varit begränsad till arkitekten i projektet. 3D-modeller av konstruktören byggdes utifrån 2D-ritningar i projektgruppen och installationsmodellerna gjordes utan att krav ställdes. I VIPP-II definieras och tillämps krav på 3D-projektering och informationsleveranser för samtliga discipliner med syfte att effektivisera och höja kvaliteten av samordningsprocessen.

3D-modellen från konstruktören visades sig vara av särskilt intresse för många olika inblandade under produktionen i fallstudien av VIPP-I. Mycket arbete styrs utifrån byggnadsstommens 3D-modell som gör att den så kallade K-modellen får en central rol inklusiv de ingående modellerna av underkonsulter till de olika stomsystem. Därför läggs fokus på arbetet av konstruktören, samt underkonstruktören i VIPP-II.

### **1.3 Syfte och Mål**

Syfte med projektet är att effektivisera projekteringen och produktionsplaneringen med stöd av 3D- och 4D-visualisering baserade på en integration av olika yrkesspecifika produktmodeller.

Utgångspunkten av projektet är att användning av 3D- och 4D-visualisering ska vara så pass enkel att de olika aktörer i byggbranschen vågar ta steget över den så kallade 3D-tröskeln och ser att det finns vinster med denna typ av arbete. Detta projekt syftar till att ta fram goda exempel som visar på dessa vinster.

Målet med projektet är att ta fram rutiner och exempel för:

- 3D-modelleringsarbete för konstruktören och underkonsulter till konstruktören.
- Integration och granskning av olika yrkesspecifika produktmodeller i en lättillgänglig visuell miljö.
- Användning och publicering av icke-grafisk produktmodelldata i visualiserings-program, samt identifiering av vinster med denna typ av modellanvändning.

## 1.4 Metod

Projektet utgår från en fallstudie där olika frågeställningar behandlas inom ramen av de mål som är definierade för projektet. Syfte med fallstudien är att säkerställa relevansen och praktisk tillämpning av frågeställningarna.



*Figur 1: Fallstudien: Hotellviken-Restaurangholmen, Saltsjöbaden, JM.  
Flerfamiljshus och spa-anläggning*

Metodutveckling och tillämpning i fallstudierna är uppdelade i ett antal olika processer:

- Projektering
- Samordning
- Produktionsberedning

Studien fokuserar primärt på definition och användning av konstruktörens 3D-arbete.

---

## 2 PROJEKTERING

### 2.1 Projekteringsledning

I ett tidigt skede upprättades projekteringsanvisningar med syfte att styra all projektering i 3D. I projekteringsanvisningar ställdes kravet på 3D-projektering. Projekteringsledaren tog hjälp av en CAD-samordnare som i samråd med de olika disciplinerna tog fram en CAD-manual där tekniska detaljer specificerades omkring leveranser från 3D-projekteringen.

#### **CAD-manual**

I CAD-manualen specificerades per disciplin på vilket sätt underlag skulle levereras från 3D-projekteringen. CAD-manualen utgick från en vanlig 2D-CAD manual och kompletterades för 3D-projekteringen. Den största skillnaden jämfört med en 2D-CAD manual är specifikationer för leverans av 3D-modellen och data från dessa 3D-modellen.

För projektering av 2D-handlingar från 3D-modeller användes dessa program:

<u>Aktör</u>	<u>CAD-program</u>
A	ArchiCAD 10
K	AutoCAD ADT 2007
VS	MagiCAD
V	MagiCAD

## 2.2 Projektering av bygghandlingarna

För projektering av bygghandlingarna använde konstruktören AutoCAD ADT. ADT bygger på AutoCAD och ger möjlighet att arbeta med 3D-objekt samt 2D-grafik. Rapporten till VIPP-I projektet innehåller ett avsnitt om modellering med ADT (5.2 Modelling methodology) med rekommendationer hur 3D-modellen ska byggas upp och hur den s.k. projekt navigator i ADT ska användas.

Varje 3D-objekt kan presenteras på olika sätt i ADT i båda 3D- och 2D-vyläge; med direkt eller speglad presentation. Utseendet av grafiken kan vara olika beroende på:

- Typ av objekt (t.ex. vägg, bjälklag, structural member),
- Material (t.ex. ny betong eller betong som ska rivs)
- Skalan (t.ex. 1:50 eller 1:100)
- Detaljningsnivå (t.ex. hög, normal eller låg detaljering)

Dessa möjligheter anses vara kraftfulla, dock också något som konstruktörer och andra konsulter ska vara väl medvetna om. Det fanns inga direkta begränsningar vad gäller modellering och presentation av objekt och 2D-grafik från 3D-modellen vid modellering av Hotellviken-Restaurangholmen. När konstruktören påbörjade 3D-modelleringen insåg man att programmet först krävde ett relativt stort arbete med inställningar av s.k. display configurations. Förutom själva omfattningen av arbetet fordras djupgående kunskap om hur programmet är uppbyggt för att få till rätt inställningar. Man valde därför att använda en s.k. 3D-lokalisering till ADT som innehåller många färdigt definierade inställningar för konstruktörer enligt Svensk standard. Enligt konstruktören hade man inte kommit i mål om man hade fått lägga upp alla definitioner själv.

3D-modellen modellerades på byggdelsnivå, utan detaljer och armering. Från 3D-modellen snittade konstruktören underlag till 2D-ritningar som sedan kompletterades med 2D-grafik för olika detaljer, armering, måtsättning och ritningsram. Vid ändringar uppdaterades i första hand 3D-modellen och därefter justerades 2D-ritningar med t.ex. uppdaterad måtsättning, m.m.

---

Det finns olika typer av 3D-objekt i ADT för att modellera väggar, bjälklag, pelare, m.m. Varje 3D-objekt har ett antal olika egenskaper och man kan lägga till egna definitioner som egenskaper till dessa objekt med hjälp av s.k. property sets. Dessa egenskaper kan sedan exporteras från programmet i tabellform enligt indelningen som användaren har valt.

Konstruktören anser att det var relativt enkelt att komma igång med 3D-projekteringen. Man tog en två-dagars 3D-modelleringskurs, jobbade tidigt i processen fram några små exempel och såg till att man hade support under projekteringsprocessen. Projekteringen var dock inte smärtfritt och flera tekniska och metodiska hinder fick lösas under processens gång.

Enligt konstruktören var tidsåtgången betydligt högre när de började med 3D-modelleringen, jämfört med en 2D-projektering. Sedan stabiliserade insatsen sig. Man bedömer dock att den totala tidsåtgången var ungefär 20% högre än en traditionell 3D-projektering, men man anser samtidigt att tiden för produktionen av ritningar kommer att minska och man förväntar dessutom att den blir mindre jämfört med en traditionell 2D-projektering.

Förutom ritningar får man materialmängder från modellen och ett tydligt underlag i form av själva 3D-modellen. Man får ett bättre sätt att säkra kvaliteten av underlaget som levereras. Konstruktören anser att den största nyttan med 3D-projekteringen är kvalitetskontrollen som resultat av en bättre presentation av underlaget i 3D och som resultat av relationen mellan 3D-modellen och 2D-ritningar.

## **3 SAMORDNING**

### **3.1 Processbeskrivning**

All 3D-projekteringen samordnades inför varje projekteringsmöte i en gemensam 3D-samgranskningsmodell. Modellen användes under möten för att belysa olika frågor. Anteckningar gjordes direkt i modellen, som sedan distribuerades till samtliga deltagarna inklusive ett mötesprotokoll i form av en s.k. redline report.

Innan projekteringen påbörjades fick varje konsult en genomgång av proceduren vid 3D-samordningen. Två dagar innan varje möte fick konsulterna skicka ut deras 3D-modellfilen per hus och per plan i DWG2007 format. Modellerna sammanställdes sedan av CAD-samordnaren via en publiceringen från AutoCAD ADT till Ceko Visual, som är en viewer för 3D-filer.

Eftersom arkitekten jobbade i en icke-Autodeks programvara (ArchiCAD) blev DWG filerna tung och ej-intelligenta vid publiceringen. Därför valdes att utveckla en publicerare från ArchiCAD till Ceko Visual. Försök gjordes med överföring av IFC2x2 filer från ArchiCAD till AutoCAD ADT 2006 med en IFC-plug in, men kvaliteten av överföringen var otillräcklig. Många objekt saknades efter överföringen eller fick fel egenskaper. En anledning av det relativt stora antal fel som uppkom är komplexiteten av huset med många välvda och diagonala objekt.

### **3.2 Anvisningar för leverans av 3D-modeller**

Konsulterna fick följande anvisningar, i samband med CAD-manualen, för leverans till publicering av 3D-samordningsmodellen:



- 
1. Filindelning
    - a. per hus och plan
  2. Filnamn
    - a. [Aktör]\_[hus]\_[plan]
      - i. Aktör: A, K, Vent, Rör
      - ii. Hus: Hus6, Hus7, Hus8 och Hus 9
      - iii. Plan: Plan0, Plan1, Plan2, Plan3 osv
  3. Koordinatsystem
    - a. Alla modellfiler ska vara i exakta X, Y och Z
  4. Lager
    - a. alla lager som inte tillhör aktuell aktör ska vara släckta
    - b. all form av 2D ska vara släckt
  5. Block
    - a. Block i block får ej förekomma
  6. Metadata
    - a. Littra
    - b. Byggdelstyp (fönster, vägg, bjälklag osv)
    - c. Längd (mm), höjd (mm), tjocklek (mm), area (m2), volym (m3)

Färgsättning för A-modellerna

<b>Objekt</b>	<b>Published color</b>
Doors, Windows	141
Surrounding	96
Concrete Walls	254
Slab (bjälklag)	31
Slab (tak)	253
Columns	254
Roof	253
Non bearing Innerwalls	23
Facade	255
Stairs	33
Railing	33

Färgsättning för K-modellerna

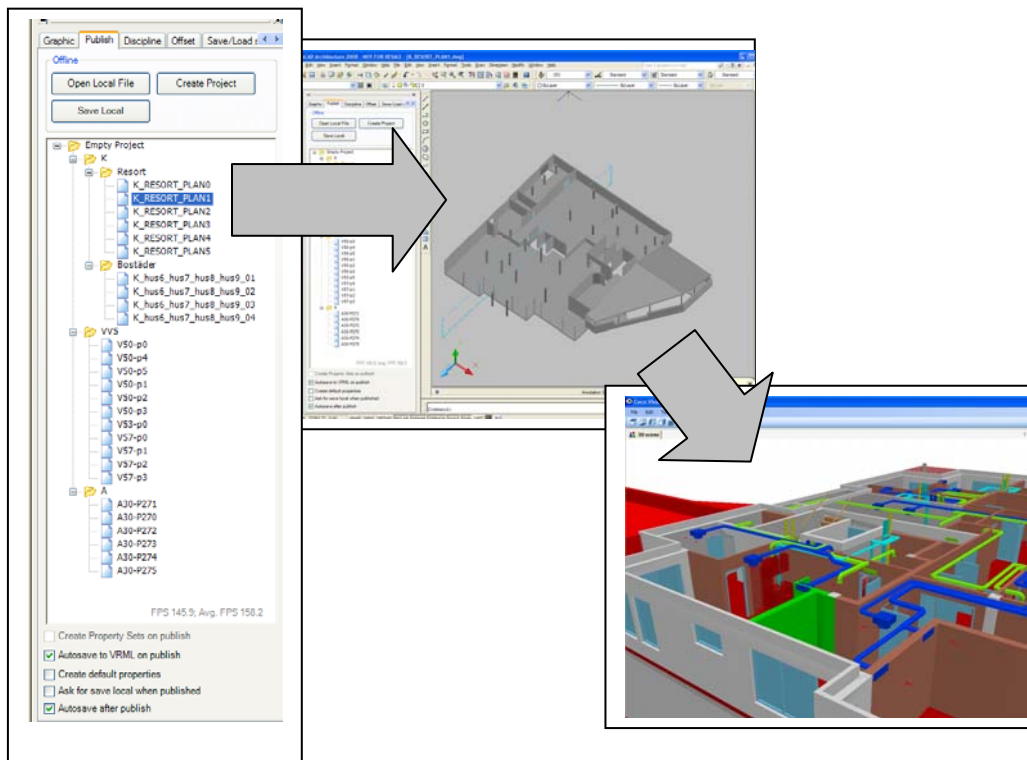
<b>Objects</b>	<b>Published color</b>
Structural member	150
Concrete Walls	252
Slab (bjälklag)	31
Slab (tak)	8
Columns	252
Roof	8
Non bearing Innerwalls	23

Inga krav på färger upprättades för modellerna från installationskonsulterna som publicerades i CAD-programmets standardfärger.

### **3.3 Resultat**

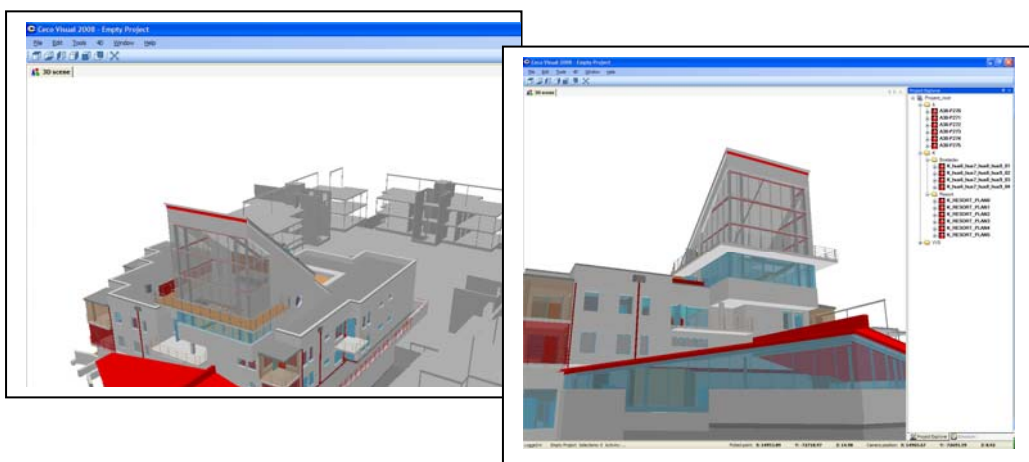
#### **Insamling och publicering**

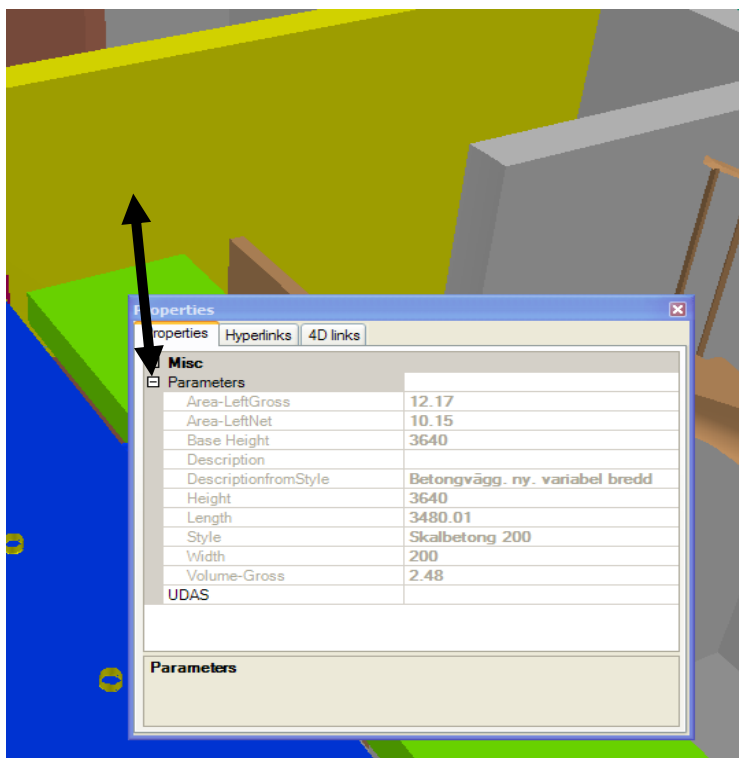
Inför varje projekteringsmöte skickade respektive projektör upp både modellfiler och ritningsfiler till den gemensamma projektplatsen (InterCopy). Ceco, som hade som ansvar att samordna modellerna, laddade ner modellfilerna ett par dagar innan projekteringsmötet och genomförde en sk publicering. Publiceringen slår samman projektörerna modellfiler till en gemensam projektmodell/plattform som senare användes för samordningkontroll och produktionsberedning via programvaran Ceco Visual. Via publiceringen tillgängliggjordes även metadata som specificerades vid projektstarten. Metadata användes för informationssökning, mängdavgtagningar och kvalitetssäkring av projekteringsdata gentemot andra "traditionella" bygghandlingar så som ritningar och mängder.



Figur 2: Publicering från CAD (mitten) till samgranskningsmodellen (höger) inklusiv metadata. Databasen (vänster) struktureras enligt projektör.

Processen från olika modellerfiler till en gemensam projektmodell gick mycket bra. Redan efter några testpubliceringar levererades projektörsmodellerna enligt anvisningarna och publiceringen gick mycket snabbt och utan några större manuella ingrepp. Det enda felet som påträffades var att rör- och ventilationmodellerna hade felaktiga plushöjder, det rättades dock till enkelt och snabbt.





Figur 3: Metadata (s.k. properties) visas per selekterat objekt eller summerade i samgranskningsmodellen

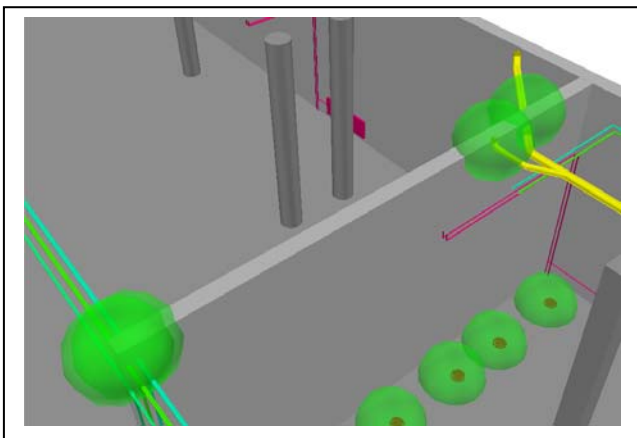
### Projekteringsmötet och genomgång

Under projekteringsmöten, som projekteringsledaren från JM lede, användes den samordnade projektmodellen för samgranskning av olika mer eller mindre problematiska områden där tydligheten i ritningshandlingarna (2D) var svåra att tyda. Att kunna se byggnadsverket som en virtuell modell samtidigt som man granskade ritningarna ökade förståelsen och kommunikationen mellan de olika aktörerna avsevärt. Aktörerna tvingades att ta hänsyn till varandras projektering och då inte minst vad det gäller plushöjder mellan konstruktion och installationer.

Förutom ren manuell och visuella samordningskontroll mellan de olika projektörsmodellerna användes verktyg i Ceko Visual för krockkontroll. Med verktyget gicks modellen igenom automatiskt för att hitta krockar mellan exempelvis installationer och konstruktion. Varje potentiell krock resulterade i

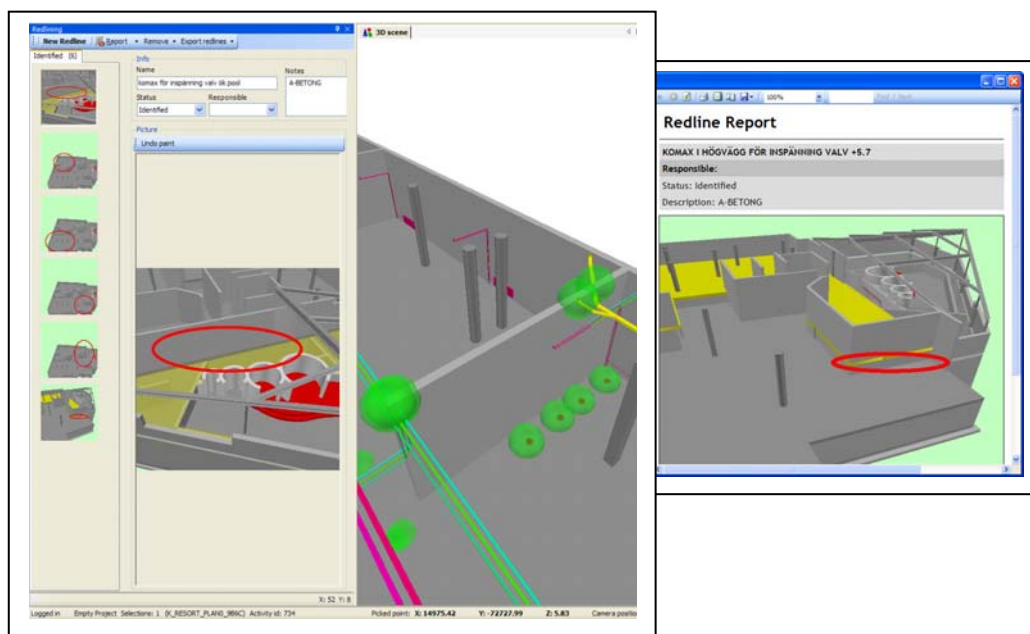
---

en markering i form av en grön sfär samt en s k "Viewpoint" som gjorde det enkelt att navigera till det eventuella problemområdet. När man aktiverat viewpointen och modellen navigerats till rätt plats gick projekteringsgruppen manuellt igenom de eventuella krockarna och avgjorde sedan hur ärendet skulle hanteras.



*Figur 4: Resultat av en kollisionskontroll i samgranskningsmodellen*

Ett ärende dokumenterades på traditionellt sätt men också genom s k Redline-funktionalitet i Ceco Visual. Med Redline kan användaren, i det här fallet projekteringsledaren, spara ärenden direkt i projektmodellen. Ett ärende sparades med viewpoint, för att snabbt kunna navigera till problemområdet igen; en bild var i man kunde förtydliga området med ett enkelt ritverktyg, exempelvis genom att ringa in området med en röd ellips. I Redlineverktyget kunde även ansvar (projektör) och status (identifierad/pågående/avklarad) dokumenteras. Sparade ärenden kunde sedan användas direkt i programvara under arbetet med att åtgärda ärendet men också vid nästa möte, oftast användes dock Ceco Visuals verktyg för rapportgenerering. I vilken man kan generera en rapport över aktuella ärenden. Dessa rapporter kunde sedan skrivas ut eller sparas/dokumenteras till PDF-format eller Excel som användes som minnesanteckning för att åtgärda ärendet.



*Figur 5: Redlining med hjälp av samgranskningsmodellen. Redline rapporter genereras från modellen som innehåller ärenden och kommentarer sorterade efter datum, status och aktör*

Projektmodellen användes också kontinuerligt i kommunikationen internt mellan t ex projektledare, arbetsledare och byggnadsarbetare. Både för att gå igenom kommande arbeten och för att förstå områden där tydligheten var knapphändig vad det gäller ritningshandlingarna. Detta ökade förståelsen avsevärt och kommunikationen blev rakare, enklare och mer uppenbar.

### **3.4 Synpunkter från aktörerna**

#### **Arkitekten**

I detta projekt var projekterande arkitekt relativt van vid projektering i 3D med hjälp av programvaran ArchiCad. Att modellera i 3D och ta fram ritningar från 3D-modellen var inga som helst problem. Det nya och det som utvecklade arkitektens arbete vara att de andra projektörerna också jobbade i 3D. Arkitektens modell utgjorde underlag för de andra projektörernas modellarbete och detta medförde att modellen till viss del var tvungen att anpassas för att

---

smidigt kunna vara ett bra underlag. Exempelvis fungerade inte överföring från ArchiCad-modell till ADT-modell helt smärtfritt i början, modellen som de andra projektörerna fick var en sk ytmödel. Ytmödeln var triangulerad vilket innebär att varje objekt, t ex en vägg, är uppdelad i ytor representerade av trianglar. De triangulerade ytorna medförde att 3D-modellen som underlag innehöll grafik som till vis del gjorde arkitektens modell mer svårläslig i de andra projektörens CAD-vertyg. Det blev diagonaler på varje yta.

På det stora hela upplevde arkitekten det som mycket positivt att utnyttja sin ”BIM-modell” både för koordinering och senare i produktionen. Felkoordinering mellan projektörerna synliggjordes tidigare och kommunikationen blev tydligare och mer rak, inte minst vad det gäller installationernas plushöjder. Arkitekten upplevde det också som mycket värdefullt att ha en samordnad projektmodell tillgänglig under projekteringsmötena och i projekteringsarbetet, dock hade de önskat att projektmodellen uppdaterades oftare än till varje projekteringsmöte.

### **Konstruktören**

För konstruktörens projektörer var 3D-projektering något ganska nytt och roligt. De var tvungna att köpa in nya programvaror och utbilda sig i dessa. Själv modelleringsarbetet uppfattade dem som relativt enkelt att sätt sig in i. De upplevde att de mer ”konstruerade” byggnadesverket än att de endast gjorde ritningar. De uppskattade också att få arkitektens underlag i 3D, även om den innehöll sk faces (se ovan). Det största hindret och det som gjorde arbetet lite frustrerade i början var själv ritningsproduktionen i ADT. För att göra ritningar av konstruktörens 3D-modell användes CadQ:s plug-in XLK. XLK medför en rad inställningar och anpassningar av ADT för att underlätta ritningsproduktionen i ADT. Dessa inställningar och anpassningar var till en början inte tillfredställande, det blev bl a fel skala på skrafering m m. Efter några vändor med nya versioner och konsult hjälp från CadQ blev allt dock mycket bättre. Sist men inte minst tyckte konstruktören att det är mycket roligare att arbeta i 3D än 2D.

Konstruktören var, efter vissa initiala problem med ritningsproduktionen, mycket positiv till 3D-projektering. Som förbättringar mot 2D-projektering framhålls betydligt bättre koordinering mellan projektörerna, bättre kommunikation med beställaren, bättre och mer givande projekteringsmöten där deltagarna var mer engagerade och koordineringsfel blev mer uppenbara och lättare att lösa. Konstruktören nämnde precis som arkitekten också att det är mycket roligare att arbeta i 3D, ”man förstår tydligare vad man konstruerar”

### **Installationsprojektören**

Installationsprojektörerna hade sedan tidigare stor vana av att projektera 3D via programvaran MagiCad. Installationsprojektören upplevde att de i stort sätt kunde producerat sin 3D-modell som vanligt. Den stora skillnaden var att 3D-modellen nu skulle användas för mer än bara intern ritningsproduktion. Det innebar att de fick ta större hänsyn till att göra modellen mer korrekt, speciellt vad det gäller plushöjder för hela plan och för enskilda installationskomponenter, det räckte inte med att skriva "under tak". Efter att fått ordning på arbetet med korrekta plushöjder så tyckte de att arbetet flöt på mycket bra. De upplevde helt klart att koordineringsfel mellan aktörerna åskådliggjordes mycket tidigare än normalt. De framförde att bygghandlingarna som de och de andra producerat inom projektet helt klart kommer att vara mer "byggbara" efter användning av den samordnade projektmodellen, mindre "löses-på-plats" med andra ord.

### **Projekteringsledaren**

Projekteringsledaren, d v s representanten från beställaren, upplevde det som mycket positivt att arbeta med 3D-projektering. Efter en kort initial period av mindre problem med ritningsproduktion från konstruktörens sida tyckte projekteringsledaren att den samordnade projekteringsmodellen mycket tydligt effektiviserade projekteringsarbetet. Både vad det gäller respektive projektörsförmåga att skapa koordinerad handlingar så som att hitta fel mellan projektörerna. Projekteringsledaren upplevde det också mycket positivt att projektörerna skulle leverera "hela" modellen vid en fast tidpunkt, projekteringsmötet. På det sätt kunde projekteringsledare (och de andra aktörerna) på tydligare sätt än tidigare se hur långt respektive projektör hade kommit i arbetet. De blev också lättare att ha en större överblick över hela projekt och inte bara små detaljer på en 2D-ritning och även om projekteringsledaren är mycket van att läsa och tyda ritningar så blev kontrollen och styrningen av bygghandlingarna mycket enklare och mer direkt när det fanns en projektmodell med alla projektörers modeller sammanslagen.

### **Arbetsledaren**

Arbetsledaren upplevde det som mycket positivt att i sitt arbetet med att planera produktionen och arbetsplats ha tillgång till en projektmodell över byggnadsverket. Bara att ha 3D-modellen tyckte arbetsledaren gav en snabbare och bättre överblick. Att kunna koppla tidplanen till 3D-modellen (s k 4D) var också mycket nyttigt och kul, en rad tankefel i tidplanen hittades på det här

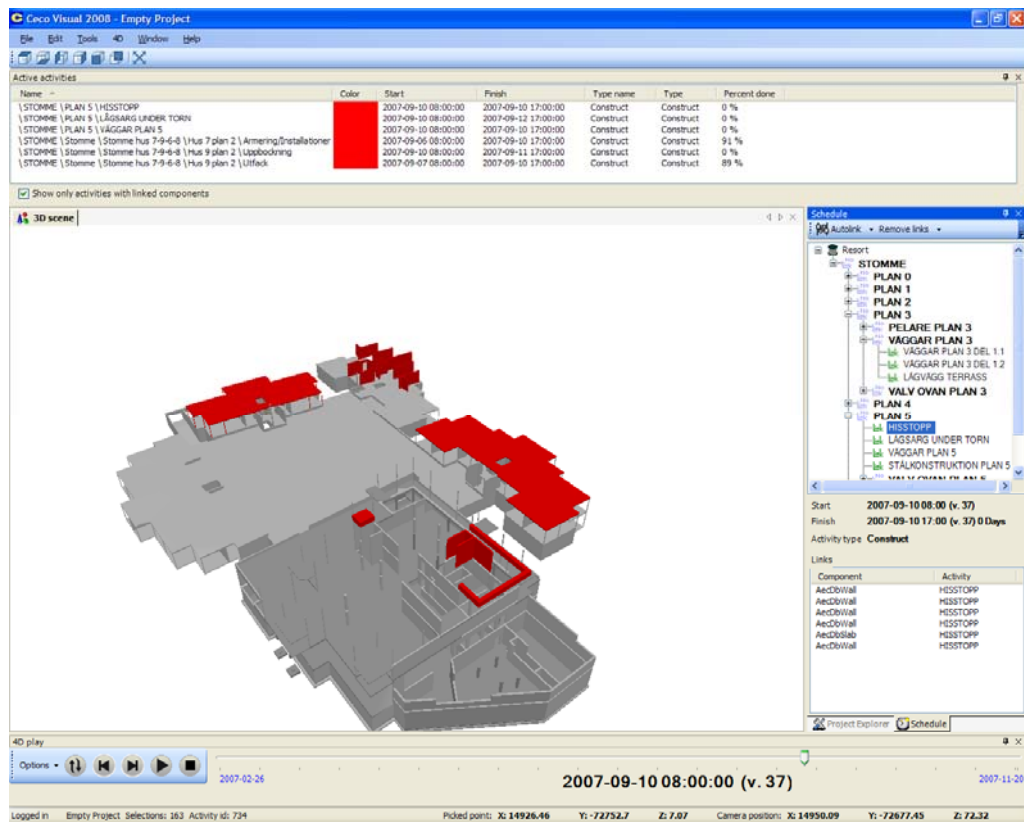


---

sättet. Han upplevde också att det var enklare att kommunicera med kollegor, både internt och externt. Fler blev intresserade av tidplanen och fler förstod den snabbare. Att enkelt kunna navigera och söka information, så som littra och mängder tyckte arbetsledaren också var mycket bra.

## 4 PRODUKTIONSBEREDNING

Projektmodellen användes förutom för stöd vid projekteringsarbetet också i planeringen av själva produktion. Detta gjordes genom s k 4D, där man kopplar 3D-modell till tidplan. Ansvarig arbetsledare för produktion utarbetade tidplan i programvara Microsoft Project. Tidplanen sparades sedan ner och lästes in i Ceko Visual där verktyg för 4D-simulering finns. Arbetsledaren gjorde sedan, helt på egen hand, en s k mappning mellan 3D-objekt (byggnadsdelar, t ex en vägg) och aktiviteter i tidplanen som hade med den berörda byggkomponenten att göra. Efter färdigställd mappning gjordes en s k 4D-simulering för att virtuellt analysera hur byggbar produktionen blir utifrån planerad tidplan. Genom att göra 4D-simuleringarna gavs en mkt tydlig bild över hur byggbar tidplanen var, tidplanen tydliggjordes på ett helt annat sätt än genom att bara titta på ett gigantiskt GANTT-schema. Tankefel hittades, t ex vad det gäller ordningen för aktiviteterna. Fel hittades också vad det gäller byggnadskomponenter som inte hade fått någon aktivitet i tidplanen. 4D-simuleringarna användes sedan också i den interna kommunikationen och med olika underleverantörer och –entreprenörer.



Figur 6: 4D-modell Restaurangholmen - stomme

Ett annat användningsområde av projektmodellen var att man mycket enkelt kunde ta fram mängder för beställning av material. Man klickade bara på valda byggkomponenter i projektmodellen och summan av t ex byggkomponenterna volym gavs mycket snabbt. Den summa användes främst som kontrollsumma mot summan som hade beräknats fram på traditionellt sätt. Man använde även Ceco Visuals verktyg för att generera mängdrapporter, även här mest som en kvalitetssäkring.



Figur 7: Användning av 4D-modellen på arbetsplatsen. Planeringen (på väggen och på den högra skärmen) länkas till 3D-modellen som resulterar i en 4D-modell (vänstra skärmen)

Style	Length		Volume-Gross	
	Count	Value	Count	Value
Betong ny	24	76220.81	24	29.61
Skalbetong 200	25	110124.66	24	73.52
SKALBETONG 250	28	145656.34	20	87.94
Standard	30	176277.73	30	0
ELGROP SIDA (2)	11	17400.18	11	0
grundbalk kant 600x300	8	60464.98	8	0
ELGROP VID SULA 400	3	2500.01	3	0
grundbalk kant 600x300 (2)	2	35757.28	2	0
<b>Total</b>	<b>131</b>	<b>624401.99</b>	<b>122</b>	<b>191.06</b>

© Ceco Interactive Design 1 / 2

Figur 8: Mängder grupperade och genererade från samgranskningsmodellen

---

## 5 DISKUSSION OCH REKOMMENDATION

I projektet VIPP-II har man visat att tidiga krav på 3D-projektering och en tydlig målsättning är förutsättningar för en lyckad användning av 3D-modellerna i byggprocessen.

Aktörerna i projekteringsprocessen anser att 3D-projekteringen är ett attraktivt sätt att jobba och att den ökar samarbete i projekteringsprocessen och kvaliteten av resultatet i form av handlingar med färre fel jämfört med en 2D-projektering och en tydligare presentation i form av 3D-vyer. Samordningen av projekteringen i 3D upplevdes som ett mycket värdefullt sätt att få en överblick av den pågående projekteringsprocessen och att få en förståelse hur olika lösningar från olika aktörer samspelar. Det rekommenderas att studier utförs där nyttan av 3D-modeller i olika typer av möten och kommunikationer kvantificeras. Exempelvis kan man mäta hur tiden används på ett möte (kreativt, förklarande, förvirring, m.m.), vilket underlag som används, m.m.

Samgranskningsmodellen togs fram vid ett antal tillfällen och det visade sig att ett strukturerat och kvalitetssäkrat arbetssätt är avgörande för att möjliggöra en sammanställning av olika 3D-modeller. Det rekommenderas att man lägger extra tid innan projekteringen påbörjas för att klargöra de procedurerna och kraven som gäller. Det rekommenderas även att testa överföringar av 3D- och 2D-underlag mellan olika system innan projekteringen påbörjas.

I fallstudien till VIPP-II har 3D-projektering av konstruktörens underlag stått central. Det visar sig att jämfört med arkitektens 3D-modellen behöver konstruktören lägga mer tid på komplettering av 3D-modellen med 2D-detaljer och armering för att få ut ritningar från modellen. Det beror delvis på komplexiteten av konstruktörens arbete och med sättet hur modellerings

program är uppbyggda. Det börjar dock finnas bättre och bättre stöd för konstruktörens arbete i 3D som gör att skillnaden mellan arbetsinsatsen för bland annat komplettering av 3D-modellen med 2D-detaljer kommer att minska. Projektets konstruktör bedömer att den totala tidsåtgången var ungefär 20% högre än en traditionell 3D-projektering. Man förväntar dock att den blir mindre jämfört med en traditionell 2D-projektering.

VIPP-II planerade att studera relationen mellan huvudkonstruktören och konstruktören hos en leverantör av stomsystem. Fallstudien avbrytades dock som gjorde att planerade försök i projekterings- och produktionsfasen inte kunde genomföras.

Detsamma gäller för planerade försök med planering, uppföljning och inköp med hjälp av modellen under produktion. Det rekommenderas studier som visar hur modellerna från projekteringen kan användas för dessa typer av processen. Det rekommenderas dessutom att studera hur modeller kan användas som underlag för arbetsinstruktioner vid ett inbyggnadsställe på en arbetsplats.

Försök som utfördes med mängdning från modellerna visade att modellerna är ej strukturerade enligt byggdelsklassifikation. Det rekommenderas att studera på vilket sätt modellerna kan struktureras enligt exempelvis BSAB-klassifikation och hur data från modeller på ett entydligt sätt kan presenteras och summeras.