

# Tredimensionell Konstruktionsritning

- Svenska konstruktörers metoder att arbeta i tre dimensioner



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Byggetenskaper

Examensarbete:  
Fredrik Arheden

© Copyright Fredrik Arheden

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2008

## Sammanfattning

Utvecklingen, då det gäller ritmetoder inom byggbranschen, tycks aldrig stanna upp. CAD, 3D, DWG, BIM och IFC är några termer som dyker upp när man fördjupar sig i de rit- och projekteringsmetoder som används på våra svenska konstruktionsfirmor idag.

Det som väckt mitt intresse då jag arbetat med examensarbetet är vilka program som används, och vilka mål som är uppsatta hos konstruktörerna då det gäller just val av ritprogram vid ritandet, presentationen och arkiveringen.

Jag har intervjuat några personer som arbetar med detta dagligen på några utav de stora konstruktionsfirmorna i Skåne. Många gav intrycket av att "ligga i fas" när det gäller det senaste inom tekniken, men jag förstod också att det berodde vem man frågade på företaget.

*"Det kommer att krävas lika mycket eller mer av alla inblandade parter, när det gäller att gå över till 3D projektering och BIM, som då man övergick till datorstött ritande"*

*Jens Kindt, NCC*

Med detta sagt, tillsammans med en del research inom byggbranschen, så inser man att det inte bara är att ta ett kliv in i framtiden utan att utvecklingen består av mindre steg.

Att redovisa vart vi står idag och vad som är nästa steg är syftet med denna uppsats.

Nyckelord: 3D, 3D-projektering, IFC, Revit, NavisWorks

## Abstract

The development of drawing methods within the construction industry never seems to diminish. CAD, 3D, DWG, BIM and IFC are a few of many terms which arise when digging deeper into the drawing and projection methods used by our Swedish construction companies today.

What really caught my attention when working with the project are the programs used, as well as the set goals among the engineers regarding what programs to use, for the drawing, presentation, and archiving of projects.

I have interviewed a few people, employed by some of the largest construction firms in Skåne, who work with drawing and projection on a daily basis. The majority of these people gave the impression of being up-to-date when it comes to the latest in technology, but I also realized that it depended on who I asked within the firm.

*"It will take as much or more from all parts involved to migrate to 3D projection and BIM, as it took when migrating to computer-based drawing"*

*Jens Kindt, NCC*

With that in mind, along with extensive research of the construction industry, I realize that it is not just about taking a big leap into the future of construction—the phase of change requires many small steps.

Enlightening you on where we are today, and where we are heading, is the essence and purpose of this essay.

Keywords: 3D, 3D-projection, IFC, Revit, NavisWorks

## **Förord**

Från början var min tanke att undersöka vidareutveckling av dagens tredimensionella ritprogram för arkitekter. Tillsammans med min handledare, som själv är arkitekt, ansåg vi att det istället låg mer i tiden att undersöka hur de tredimensionella programmen kan utnyttjas av våra konstruktörer.

Stora delar av uppsatsen bygger på de intervjuer jag gjort ute på konstruktionsfirmorna, samt de seminarium som genomfördes av CAD-Q i Malmö 2008-05-16. Därför vill jag härmed tacka alla de som ställt upp på att bli intervjuade, alla de föreläsare från seminariet som svarat på frågor och Nina Tornin från CAD-Q som gjort det möjligt för mig att få vara med på seminaret.

Examensarbetet är skrivet för Lunds Tekniska Högskola, institutionen för byggvetenskap, Campus Helsingborg. Tack till handledare och examinator, Olle Bergman och Anders Robertson.

Fredrik Arheden  
LTH Ingegnerhögskolan

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Metod</b> .....	<b>1</b>
<b>1.4 Förväntat resultat</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Teori</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 CAD</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2 Autodesk</b> .....	<b>2</b>
<b>2.3 Informationsmodeller</b> .....	<b>3</b>
<b>2.4 IFC (Industry Foundation Classes)</b> .....	<b>3</b>
<b>2.5 BIM (byggnadsinformationsmodeller)</b> .....	<b>4</b>
<b>2.6 Ritning</b> .....	<b>4</b>
2.6.1 Svensk Standard (SIS).....	5
2.6.2 Digital ritning blir färdig bygghandling.....	5
2.6.3 Arkivering och förvaltning .....	5
<b>2.7 NavisWorks</b> .....	<b>6</b>
2.7.1 Exporterade filer från NavisWorks .....	7
<b>2.8 Revit</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Seminarium Cad-Q, Malmö 16:e Maj 2008</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Cad-Q</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2 Cad-Q om NavisWorks</b> .....	<b>9</b>
3.2.1 Walk-around .....	10
3.2.2 Redlining .....	10
3.2.3 Kollisionskontroll.....	10
3.2.4 4D .....	10
<b>3.3 Cad-Q om Revit</b> .....	<b>11</b>
<b>4 Intervju</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1 Kenth Lindell, konstruktör - Tyrens, Lund -15:e april 2008..</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Jens Kindt, konstruktör- NCC Construction - 22: e april 2008</b> .....	<b>15</b>
<b>4.3 Joel Liedbergius - Tyrens, Malmö - 16:e april 2008</b> .....	<b>16</b>
<b>4.4 Stefan Allanson - Skanska AB - 22:e april 2008</b> .....	<b>18</b>
<b>4.5 Carl gustav Lundgren, byggnadsingengör - Ramböll</b> <b>Halmstad – 30:e Juni 2008</b> .....	<b>20</b>
4.5.1 Kompletterande frågor via mail.....	20
<b>5 Resultat</b> .....	<b>22</b>
<b>5.1 Var vi står idag</b> .....	<b>22</b>
<b>5.2 Fördelar med att arbeta i 3D</b> .....	<b>22</b>
<b>5.3 Val av program</b> .....	<b>22</b>

<b>5.4 NavisWorks och Revit</b> .....	<b>23</b>
<b>5.5 Tredimensionell digital fil utgör bygghandling</b> .....	<b>23</b>
<b>6 Diskussion</b> .....	<b>24</b>
<b>6.1 Program</b> .....	<b>24</b>
<b>6.2 Arkivering</b> .....	<b>25</b>
<b>6.3 Mål</b> .....	<b>25</b>

Bilaga 1: Tredimensionell K-ritning med detalj, NCC

Bilaga 2: Tredimensionell K-ritning med detalj, NCC

Bilaga 3: Uppbyggnad av stomsystem. Kopplingar mellan pelare och fundament. (Tekla, Flygfältsbyrån)

Bilaga 4: Kopplingar mellan stål balk och stålpelare. (Tekla, Flygfältsbyrån)

Bilaga 5: Vyer och snitt. (Tekla, Flygfältsbyrån)

Bilaga 6: K-ritningar NCC

Bilaga 7: 3D-stomme från projekt i Revit, SWECO

Bilaga 8: Snitt från 3D-modell, Revit, Tyrens

Bilaga 9: 3D-vyer från Revit, Tyrens

Bilaga 10: Fiskarhedenvillan, Revit

Bilaga 11: 3D-vyer över Fiskarhedenvillan från Revit





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Under en längre tid har arkitekter använt sig utav tredimensionell ritteknik. Som arkitekt är det på så sätt lättare att visa en tanke och känsla i en ritning. Detta kan bero på att vår förmåga att med utgångspunkt från en tvådimensionell ritning göra sig en föreställning om hur en byggnad kommer att se ut i verkligheten, i tre dimensioner och i full skala, är individuell och beror mycket på träning<sup>1</sup>. Just därför är det lättare att förstå en ritning om man visar den i tre dimensioner.

Som konstruktör har inte behovet av tredimensionella ritverktyg funnits på samma sätt. Man har utan problem kunnat visa måttsättning, materialtyper, detaljer, väggdjocklekar m.m. genom att ta fram tvådimensionella ritningar.

## 1.2 Syfte

Tanken med arbetet är att visa vilka möjligheter en konstruktör ges då han/hon använder sig utav tredimensionella ritverktyg. Att skriva en rapport på hur dagens konstruktörer använder de hjälpmedel som finns då det gäller att ta fram konstruktionsritningar, göra presentationer, samordna projektet eller föra vidare ritningar till arkivering. Vad finns det för utbud bland tredimensionella ritprogram idag? Vilka är populärast bland företagen? Vilka mål är uppsatta?

## 1.3 Metod

Jag har valt att till bakgrunden och teoridelen ta hjälp av böcker, uppslagsverk, artiklar och kontakter för att försöka ge en klar bild av hur det ser ut och hur utvecklingen sett ut fram till idag. När det gäller den empiriskt analytiska delen har jag gjort intervjuer och mailundersökningar ute på arbetsplatser där de använder sig av tredimensionella ritprogram. Jag har även tagit del av den information som gavs under det seminarium som gavs av CAD-Q i Malmö 2008-05-16.

## 1.4 Förväntat resultat

Eftersom användningen av 3D-projektering ännu inte är så stort, och relativt nytt hos konstruktionsfirmor tror jag att det inom närmsta framtiden kan uppstå en del problem.

Ofta när det gäller större ändringar hos ett företag, tar det tid innan man vant sig vid de nya rutinerna. När man väl löst problemen kommer man som

---

<sup>1</sup> Ritteknik och presentation i byggprocessen

konstruktör ges möjligheter att arbeta på ett lättare och effektivare sätt än tidigare. Något som också kan gå smidigare då man använder sig av 3D-grafik är hanteringen av ritningsfilerna under projekteringen men även genom hela förvaltningsprocessen.

## 2 Teori

Utbudet av tredimensionella ritverktyg i Sverige är relativt stort. ArchiCAD, AutoCAD, ADT, SketchUp, Tekla är några av de program som används. Som konstruktör använder man idag ofta AutoCAD och ADT, samt en rad olika tillägg till dessa program: MEP, MAP, Civil och Revit.

NavisWorks är ett program som har blivit mer och mer populärt. Det är inte ett program som man använder för att ta fram själva ritningarna, utan sammanställer istället färdiga 3D-ritningar till en modell.

### 2.1 CAD

Idag använder de flesta konstruktörer någon form av CAD (Computer Aided Design) då de utför konstruktions- och ritarbete med hjälp av datorer.

Första riktiga utvecklingen av CAD skedde i USA i början av 1960-talet. Den första CAD-tekniken kom till Sverige då de stora svenska företagen inom verkstads-, bygg- och elektronikindustrierna gjorde investeringar under 1970-talet. Under 1980-talet nådde tekniken små och medelstora företag, en följd av bl.a. spridningen av persondatorer och de sjunkande priserna på datorutrustning.

Det krävs stora skärmar med hög upplösning för att använda CAD-system på persondatorer. Ett stort primärminne och bra grafikkort bör också finnas för att kunna utnyttja programmen maximalt.

Man kan idag välja om man vill jobba i två eller tre dimensioner (vilket det senare är något som jag ska undersöka närmare i denna rapport). När man ritat i två dimensioner använder man sig utav linjer och kurvor i ett plan. Då man istället väljer att rita i tre dimensioner bygger man upp modeller och objekt med hjälp av kurvor, ytor och solida kroppar (tråd-, yt- och solidmodeller). Man kan sedan genom att sätta ihop dessa modeller och komponenter skapa konstruktioner.<sup>2</sup>

### 2.2 Autodesk

Autodesk är ett utav de största företagen idag som tar fram CAD-program, produkter för design och konstruktion. Företaget grundades 1982 och finns idag med på NASDAQ-börsen.

AutoCAD heter det program som företaget är mest känt för, och har idag ett stort antal tilläggsversioner och anpassningar för att nå ut till så många användare som möjligt.

---

<sup>2</sup> Nationalencyklopedin; datorstödd konstruktion

## 2.3 Informationsmodeller

Inom byggindustrin har det alltid varit viktigt att sammanställa projektets information på ett så smidigt, och för alla involverade parter ett så tillgängligt sätt som möjligt. Det arbetas idag fram lösningar där man ska kunna söka all information angående ett projekt i en och samma modell, och sedan kunna gå in och arbeta vidare, ändra, ta bort, uppdatera och spara, på ett enkelt sätt.

Locum Rättspsyk är ett exempel där arkitekter och konstruktörer arbetade i ett och samma filsystem och mot en och samma modell.

## 2.4 IFC (Industry Foundation Classes)

IFC började som ett sätt att skapa ett neutralt överföringsformat mellan programvaror inom bygg (t.ex. från Autodesk Architectural till Archicad). Idag drivs arbetet med att utveckla standarden av BuildingSmart. IFC är en produktmodell som beskriver de digitala objekten som utgör byggnaden; väggar, bjälklag, tak, fönster osv., men standarden ska också kunna beskriva byggprocessen d.v.s. den data som krävs för att uppföra byggnaden; kostnader, tider, m.m.

För att förstå hur modellen är uppbyggd kan vi ta ett väggelement som exempel. För att kunna beskriva väggen på ett sådant sätt att den kan överföras mellan två programvaror måste en mängd information knytas till väggobjektet. Denna information kan t.ex. bestå av:

1. geometri
2. insättningspunkter
3. relationer till andra objekt
  - angränsande väggar
  - tak
  - bjälklag
  - installationer
  - ytor
  - etc.
4. objekt som är underordnade väggen (är inneslutna i väggen)
  - fönster
  - dörrar
  - etc.

Denna lista kan göras (väldigt) lång och är beroende på vilken information man är intresserad av att överföra.

Arbetet med standarden har hållt på relativt länge, men på senare år har arbetstakten minskat (även om man fortsätter att släpper nya versioner av standarden). En nackdel med IFC är att man har ambitionen att greppa över så mycket, vilket gör att man får svårt att samordna all information, jag tror att man försöker ta ett för stort grepp.

När man aspirerar på att överföra all denna information måste man också enas om en gemensam definition av alla ingående objekt, vilket är en STOR utmaning. Programvaror tolkar objekt på olika sätt: ska man överföra en vägg från Architectural till Archicad via IFC betyder detta två konverteringar av objektet. Denna överföring skulle kunna jämföras med att översätta en mening från svenska till engelska till franska. Sannolikheten för att betydelsen ska vara exakt samma på svenska och franska är inte så stor, likadant är det för vår vägg. Bara för att programvaror är kompatibla med IFC betyder inte detta att information kan överföras utan feltolkningar. Min åsikt är att standarden inte håller för kommersiell användning ännu och framtiden beror på hur man lyckas att engagera programvarutillverkarna i utvecklingen.<sup>3</sup>

## 2.5 BIM (byggnadsinformationsmodeller)

BIM, Building Information Models, eller byggnadsinformationsmodeller, är ett begrepp som tagits fram av de stora CAD-aktörerna. Hur man ska uppnå BIM skiljer sig dock från företag till företag. Som man kan utläsa av namnet så handlar det om hur man behandlar information inom byggprocessen. Den information som tas fram av arkitekten redan under programskedet, som sedan fylls på med ritningar och annan information av de andra projektörer som är inblandade i projektet, ska på ett smidigt sätt sammanställas på ett och samma ställe. Modelleringen som är M:et i BIM kan man säga står för hur den informationen sparas. Antingen görs det i en databas, eller ett databasbaserat CAD-system eller en kombination.<sup>4</sup>

## 2.6 Ritning

Då nya ritprogram börjar användas finns det risk att slutresultatet (ritningarna/bygghandlingarna) blir annorlunda jämfört med tidigare programs resultat. I detta fall, inom bygg-branschen, är det något som anses negativt, speciellt ute på byggarbetsplatsen. Det smidiga med dagens tredimensionella ritverktyg, där man enkelt tar ut en sektion ur modellen för att sedan skriva ut och få en färdig bygghandling, gör ibland att ritstandarderna inte följs. Det går att göra inställningar i programmen, som gör att man kan undvika dessa problem, men det tar tid att få det perfekt.

---




<sup>3</sup> Linus Malmsten, Tyrens

<sup>4</sup> <http://www.jtbworld.com>

## 2.6.1 Svensk Standard (SIS)

Det finns idag en rad olika standarder som ska följas då ritningen används inom projekteringen och ute i produktionen (Linjetjocklekar, linjetyper, måttsättning, numreringar o.s.v.). Det görs mycket arbetar idag med hur allt detta ska stämma överens då ritningen tas direkt ur en 3D-modell.

3.3 Balkar och pelare i vy

Figur 6		Balk- och pelarfänsar markeras med enkel bred linje i skala 1:100.
Figur 7		Balk- och pelarfänsar markeras med två smala linjer i skala 1:100.
Figur 8		Pelarfäns markeras med en streckad bred linje i skala 1:50.

Ur e-nav, sis<sup>5</sup>, bild 2.7.1

## 2.6.2 Digital ritning blir färdig bygghandling

*”Man kan således konstatera att även vid CAD-projektering presenteras informationen till slut som ritningar och att det kan dröja decennier innan detta förhållande förändras.*

*I bygghandlingar 90 förordas att informationen vid manuell projektering organiseras på ett ordnat, logiskt sätt efter en hierarkisk struktur. Härigenom ges förutsättningar för att införandet av CAD- teknik kan ske i en interaktion med manuell projektering utan att begränsa möjligheterna att i framtiden presentera projektinformation på annat sätt med ritningar, beskrivningar och förteckningar som idag.”<sup>6</sup>*

## 2.6.3 Arkivering och förvaltning

*”De handlingar som förvaras i arkiv visar den färdiga byggnadens eller anläggningens verkliga utseende. Relationshandlingar sammanställs sedan projektet färdigställt och används för drift och underhåll, för utbyggnad, tillbyggnad, ombyggnad och rivning samt för erfarenhetsåterföring.*

*Detaljerade uppgifter om hur konstruktioner har utförts och vilka lastantaganden som har gjorts etc. är värdefulla vid ombyggnad och vid kontroll för oförutsedda belastningar. Uppgifter om installationer och ledningar behövs för felsökning od.*

*Arkivbeständiga ritningsblanketter m.m. Se del 2 Redovisningsteknik.*

*Underlag för relationshandlingar samt relationshandlingar, se AMA 83 och RA 83.*

*Med rationella rutiner för arkivering förbättras erfarenhetsåterföringen i projektringsprocessen. Dessutom underlättas återanvändning av handlingar.”<sup>7</sup>*

<sup>5</sup> Sis.se – e-nav

<sup>6</sup> Bygghandlingar 90 del 1 (s.47)

<sup>7</sup> Bygghandlingar 90 del 1 (s. 49)

## 2.7 NavisWorks

NavisWorks är ett relativt nytt program som är på väg in hos flera svenska konstruktionsfirmor, och används redan idag av några.

Programmet är ett mycket kraftfullt verktyg för konstruktionskontroll och projektsamordning. Det klarar att sammanställa och samordna flera typer av Cad-modeller från olika plattformar som t ex AutoCAD, ADT, Inventor, Revit, ArchiCAD, Solid Works, SketchUp, MicroStation och MagiCad. Verktyg för "Walk-around" navigering, "redlining" (Den senast släppta versionen av NavisWorks gör det möjligt för hela arbetslaget att ge direkt feedback på den senaste designen med funktionen "redlining" för att belysa frågetecken som uppstår<sup>8</sup>) och kollisionskontroller (bild 1.2.1c) med olika rapportfunktioner. 4D projektering (4D är kort sagt de tre dimensioner som i 3D, höjd, bredd och djup, plus tid som den fjärde dimensionen), animeringar, visualiseringar, gör NavisWorks till ett slagkraftigt verktyg.<sup>9</sup>

*"– Med NavisWorks får vi möjlighet att använda oss av våra egna och våra externa konsulter modeller för att granska och samgranska byggnader under projekteringen. Bygg- och installationsledare, som normalt inte har CAD som arbetsverktyg, kan direkt på arbetsplatsen granska för att se hur installationerna skall installeras.*

*Programmets styrka är att det skapar små modeller, dvs. filerna stjälar inte mycket datorutrymme, och att det inte kräver några Cad-kunskaper för att man skall kunna gå in och granska i modellerna."*

*Adina Jägbeck, projektledare på Skanskas IT-enhet*

---

<sup>8</sup> [www.caduser.com](http://www.caduser.com)

<sup>9</sup> [www.cad-q.com](http://www.cad-q.com)

## 2.7.1 Exporterade filer från NavisWorks

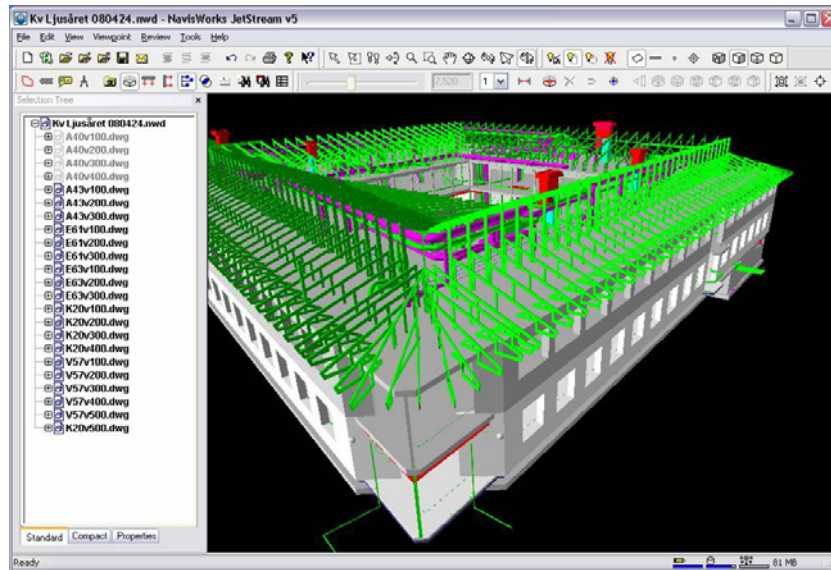


Fig 1.2.1a

A-, K-, E- och V-ritningar är här sammanställda i programmet för att se hur de fungerar ihop (Projekt hos NCC).

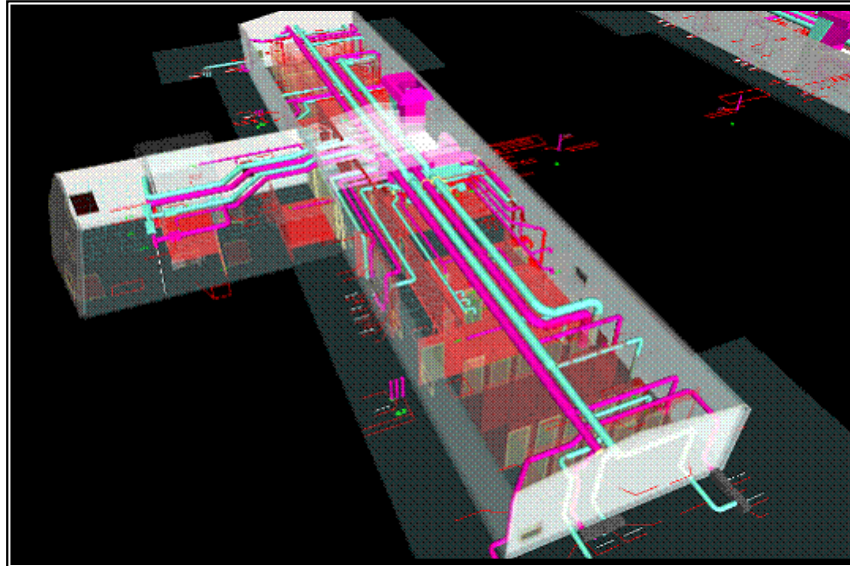


Bild 1.2.1b

En god översikt av hur ledningarna löper längs byggnadens övre del. Något som kan utnyttjas både då man drar vatten och ventilation (NCC).



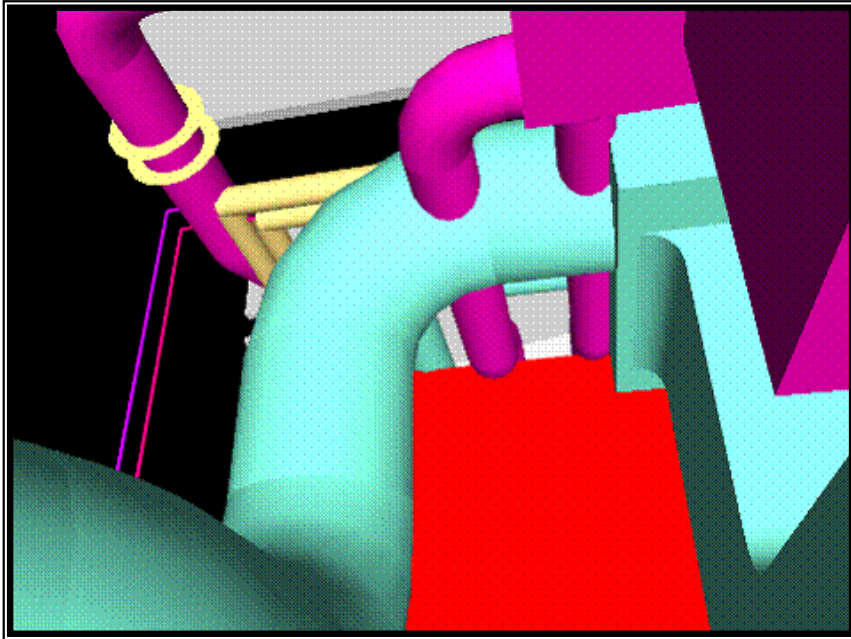


Bild 1.2.1c

Här ser man prov på hur kollisionskontrollen kan fungera. Man har här klickat sig vidare från en textlänk i programmet som säger att det finns något som inte går att utföra tekniskt sett. Det blir ganska uppenbart vad som måste ändras när man ser bilden på detta sätt (NCC).

## 2.8 Revit

I Revit-plattformen ingår AutoCAD Revit Architecture, AutoCAD Revit Structure och AutoCAD Revit MEP. Cad-Q ser Revit som ett digitalt verktyg som är anpassat för att stödja BIM-processen. Programmet är utvecklat för att klara av höga krav i samtliga faser av design-, konstruktions- och dokumentationsarbetet, bland annat vid modellering, analys (med tredjepartsapplikationer) och upprättandet av bygghandlingar.<sup>10</sup>

*”– Revit, som är databasbaserat, är ett kraftfullt men ändå lättanvänt CAD-program. Det fungerar i alla skeden; från de första skisserna till detaljprojekteringen och förvaltningsskedet. Modellen kan sedan successivt kläs på med detaljerad information. Alla förändringar hanteras säkert eftersom ”allt är kopplat”. Programmet är väl anpassat till verkligheten, där ett projekt sällan löper längs en rät linje”<sup>11</sup> Mattias Sahlberg, arkitekt på SWECO FFNS*

---

<sup>10</sup> [www.cad-q.com](http://www.cad-q.com)

<sup>11</sup> [www.cad-q.com](http://www.cad-q.com)

## 3 Seminarium Cad-Q, Malmö 16:e Maj 2008

### 3.1 Cad-Q

Cad-Q

- finns på 16 orter
- har 130 anställda
- är Europas största återförsäljare av Autodesk
- omsätter runt 280 MSKR
- har fler än 10 000 kunder
- med 16 år på marknaden

En av företagets tankar: ”medverka i en process inte bara leverera en handling”

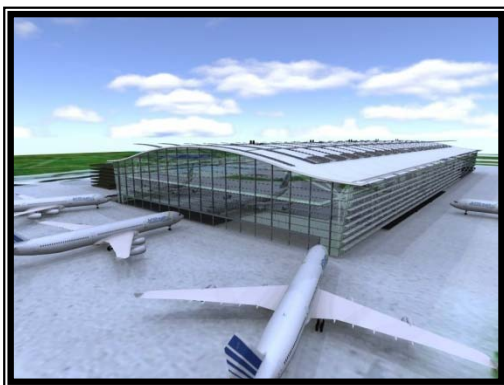
### 3.2 Cad-Q om NavisWorks

NavisWorks ses som ett ”självinstruerande” program av Cad-Q. Det är relativt lätt att lära sig om man jämför med några av de tidigare nämnda programmen; AutoCAD, ADT, ArchiCAD.

Det som gör programmet så slagkraftigt är hur konstruktören kan ställa samman flera typer av CAD-filer till en och samma fil. Trots detta är den tredimensionella modellen lätthanterlig eftersom storleken på modellen i NavisWorks inte blir så stor som den egentliga storleken på ursprungsfilerna tillsammans (ca 5-10%).

Man kan se och arbeta med de lager som finns i de olika importerade dwg-filerna och spara vyer för att sedan använda för presentation. Något som också gör modellen mer lätthanterlig är alla de lager som inte syns för ens du kommer riktigt nära. Desto mer du zoomar in desto mer detaljerad blir modellen.

Det går att lägga till material och göra snygga renderingar, visualiseringar och filmer av modellen.



3.2a



3.2b

### 3.2.1 Walk-around

Walk-around-verktyget fungerade smidigt. Man rör sig i modellen och ser den ”sett från en människas ögon”. Vill man se sin modell från ovan finns ett verktyg där man seglar runt i ett flygplan.

### 3.2.2 Redlining

Redlining-verktyget visade hur man kunde ge modellen olika information som att lämna noteringar i olika vyer och att markera (”tagga”) olika detaljer i modellen.

### 3.2.3 Kollisionskontroll

I figuren (3.2.3c) ser man hur olika rörtyper i modellen har olika färger. Anledningen till detta är för att se vem som har arbetat fram vad i modeller där vatten- ventilations och sprintlerledningar förts samman.

Under en utav föreläsningarna visades det hur en kollisionskontroll gick till, och att man kunde välja mellan ”hård krock” då rören verkligen fysiskt sätt krockar med varandra, eller ”avstånd” då man kan välja ett visst avstånd som måste uppnås mellan olika rör. Det går även att utföra kollisionskontroller mellan stål – betong, trä – betong, trä – stål med mera. När man sedan kört kontrollen får man upp en lista över alla krockar, man kan då gå in och korrigera felet, köra kontrollen igen, och sedan se vilket som har åtgärdats och vad som återstår.



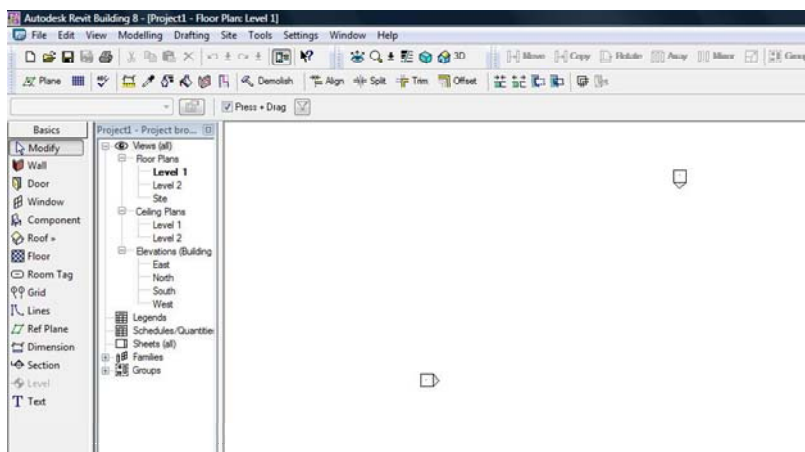
Kollisionskontroll? Fig 3.2.3c

### 3.2.4 4D

Som nämnts tidigare så är 4D någonting som har med tid att göra. Tiden det tar för ett byggprojekt att bli färdigt till exempel. Med hjälp av en animering från NavisWorks visar Cad-Q hur en byggnad växer fram vecka för vecka. Då kopplingar görs mellan de olika lagren till vilken vecka de ska utföras så kan man enkelt få reda på när plattan planeras gjutas eller när takpannor ska sättas på plats.

### 3.3 Cad-Q om Revit

Revitkärnan är något som funnits i drygt 10 år. Produkten uppkom på grund av att ryssar inom mekanikbranschen kom till Sverige och skrattade åt oss svenskar då de såg hur vi arbetade med projekt inom bygg.



Det hela bygger på att man arbetar mot en databas istället för med dwg-filer. Cad-q menar att hanteringen av den mängd "x-refade" filer som uppstår efter en långt kommen process är ganska komplicerad (bara ett snitt av ett bjälklag är minst 3 "x-refar"; det som finns underbjälklaget, själva bjälklaget och det som finns ovanför bjälklaget).

I Revit är allt en enda fil där allt sparas och uppdateras mot en databas. Det blir en relativt stor fil när man arbetar på det här viset men är tänkt att ge en säkrare projektering.

Man arbetar aldrig med lager i Revit. Det går dock att exportera dwg-filer i 2D och 3D som man senare kan dela upp i lager.

Flera discipliner eller konstruktörer kan arbeta i samma fil samtidigt.

När man har arbetat fram en modell i Revit kan man skicka den till AutoCAD (2009), där man sedan arbetar fram detaljer ner till "skruv/mutter – nivå".

Några projekt som jobbar med Revit idag(ELU): Stockholm Waterfront  
Norra Djurgårdsvägen  
Locum Rättspsykiatri

Locum:

Man arbetade med ADT från början, men ELU lyckades övertyga att köra Revit. De bekymmer som Locum funnit skulle uppstå i ADT fanns inte i Revit.

Man arbetar alla mot en gemensam revitmodell över internet som är en utgångspunkt mellan Arkitekterna och Konstruktörerna.

Lyckat projekt!



3.3a

Waterfront:

Man var från början rädd att stora delar skulle ritas upp i 2D, men man lyckades skapa en 3D modell (3.3b) från vilken allt senare hämtades från till 100 %.



3.3b

## 4 Intervju

Intervjuer har gjorts på fem skilda arbetsplateser där man använder sig av tredimensionella ritverktyg: Tyrens i Malmö och Lund, Ramböll i Halmstad samt Skanska och NCC i Malmö. Intervjuerna har inte spelats in, utan anteckningar har istället förts. De redovisade frågorna och svaren som följer är delar ur dessa anteckningar.

### 4.1 Kenth Lindell, konstruktör - Tyrens, Lund -15:e april 2008

Vad i 3D konstruktion görs idag?

- Stålbyggnad är något som ritas mycket i 3D idag, men även andra konstruktioner som till exempel betong och lättbetong projekteras i 3D. Mycket ritas i så kallade objekt, där information kan sparas till varje enskilt objekt.

Vad finns det för skillnader mellan idag jämfört med hur det såg ut för ett par år sedan?

- Alla K-ritningar har en standard, och gör att de inte syns (ska inte synas) någon skillnad på själva utskrivna ritningarna då och nu. Det som underlättar när man idag ritas med "3D objekt" är ritandet i sig, allt går mycket fortare och ritningarna innehåller väldigt mycket mer information (då ritningen fortfarande är digital). Förståelsen blir helt annorlunda nu när man ritas i 3D objekt, då ritningarna inte bara består av streck på skärmen, utan istället är solida kroppar som kan visa material, färg, skikt, placering i z-led, armering och mycket mer.

Vilka ritprogram använder firman idag, samt vilka är dess "företrädare"?

- AutoCAD Architectural 2008. Företrädare: ADT, Point

Ritar firman enbart i 3D, 2D, eller är det "mixat"?

- Detaljer ritas idag i 2D. Det skulle inte gå att datorn själv räknar ut exakt hur alla möten och detaljer skulle se ut överallt. Sen är det övriga mixat.

Om ”mix” i föregående fråga, hur ser utvecklingen ut, är målet att allt ska ritas i 3D, eller finns det delar av byggprojekteringen då ritningar i 2D kan vara mest fördelaktiga.

- Det kommer som sagt antagligen alltid finnas detaljer som man måste rita i 2D för att det ska bli korrekt. Det kan då bero på att olika möten kan skiljas åt från gång till gång, och datorerna inte själva kan tänka ut vilket som är den mest passande lösningen till just den specifika detaljen.

Har de nya tredimensionella sättet att rita gett nya möjligheter, i så fall vilka?

- Informationen. Sätta ut koordinatpunkter, se var väggar och pelare hamnar i förhållande till andra plan i ritningen (cutplane). Kan se hjälpplan (som i Archicad)

Har filhanteringen blivit smidigare eller krångligare? (Jag tänker i första hand på filer som körs mellan de olika programmen).

- Filer mellan Autodesk's program går bra. Archicad - AutoCad är värre.

Låter intressant att Tyrens är återförsäljare och har utbildning av CAD-program. Men vad finns annars på marknaden vad gäller utbud av 3D program och utbildningar idag?

- Prata med IT-kontoret i Malmö (senare intervju)

På vilket sätt kan då en konstruktör utnyttja fördelarna med tredimensionella ritverktyg?

- Smidigare ritande
- Lättare att hitta misstag
- Presentationen bättre om man visar ritningen digitalt, annars samma.
- Ritningen blir lättare att förstå

## 4.2 Jens Kindt, konstruktör- NCC Construction - 22: e april 2008

Vilket cad-system använder ni, vilka program?

- AutoCAD Architectural
- Tekla (från Finland)

Hur ser projekteringen ut?

- Det är en blandning där några jobbar med 3D och andra i 2D. NavisWorks är något som vi börjat använda.

Vilka fördelar ser ni med att projektera i 3D?

- Lättare att få kontroll över projektet.

Kan man se på något smidigt sätt om man gjort fel i en ritning i 3D? (t.ex. då två balkar korsar varandra? Kollisionskontroll?)

- Tekla har Clash check
- NavisWorks har kollisionskontroll - kommer upp i lista, man klickar, och den visar var saker kolliderar.

IFC?

- Nej. NavisWorks Jetstream kör "allt", MEP, Archicad, ADT med mera.

Att tillägga:

Jag satt med på ett möte mellan konstruktör och geotekniker. Geoteknikerns arbete var gjort 3D men uppdelat i filer (nivåskillnader/kurvor). Geoteknikern kunde inte själv ta fram volymer utan var tvungen att skicka över filerna till konstruktören. Jag drog slutsatsen att man nyligen börjat använda tredimensionella ritprogram som behandlar geoteknik, men att de befinner sig i utvecklingsfasen.



### 4.3 Joel Liedbergius - Tyrens, Malmö - 16:e april 2008

Vilka möjligheter ges konstruktören idag då de använder sig av tredimensionellt ritande?

- En bättre förståelse
- Tidssparande
- Den kommande "digitala pärmen" inom förvaltningen. Då i framtiden allt ska finnas i 3D.

Hur ser det ut med kollisionskontroller?

- Kollisionskontroll finns idag i AutoCAD, men utnyttjas inte så mycket av konstruktörer. Däremot används det av V och el (MEP).

Vilka program använder ni?

- Architectural (ADT)
- Civil
- MAP
- MEP
- Strusoft
- Tekla
- NavisWorks
- Revit - utökning till AutoCAD - mer mot SketchUp

Tyrens är återförsäljare och utbildare av CAD. Vad finns det mer för utbud?

- CAD studion AB i Lund är återförsäljare och ger även utbildning.

Då ni på "IT-sidan" utbildar internt och externt, vad är det då ni lär ut?

- Internt: balkar, pelare med mera för Konstruktörerna, medan det är grundutbildning som gäller för el och V.

- Externt: grundutbildning

Filhantering? IFC?

- Ser IFC som en kommande standard mellan olika program.

Att tillägga:

Autodesk vill ändra standarden på ritningarna, eftersom de ritningar som tas fram med hjälp av de nya programmen, inte alltid följer dagens standarder. IT avdelningen måste därför ”anpassa” detta. Enligt Joel hinner inte alltid konstruktörerna rita upp allt i 3D. Det innebär att om någon beställer något avancerat i 3D så ritar IT avdelningen upp det.

#### 4.4 Stefan Allanson - Skanska AB - 22:e april 2008

Vilka ritprogram använder firman idag, samt vilka är dess "företrädare"?

- ADT - impact (armering och detaljer)
- ADT - "hsb"- cad, för att arbeta smidigare i 3D. (BO KLOK)
- Tekla - stålkonstruktörer jobbar i 3D med väldigt tydliga detaljer (hela vägen "ner till" muttrar, skruvar)
- NavisWorks
- Företrädare: Point - Medusa - för hand (slutade i början av 90, då medusa användes)

Känner man av stora skillnader nu mot den tiden då det mycket ritades i 2D (snitt, sektioner mm)?

- Samordningen har blivit bättre
- Bättre kontroll
- Lättare med efterarbete
- Kan ibland ta längre tid
- Pappersutskrifter/handlingar inte enligt standarder

Ritas det bara i 3D idag, eller är det en "mix"?

- Prefab ritas alltid i 3D, samt stål och trä i större projekt. Armering, detaljer och mindre jobb görs i 2D.

Om "mix" i föregående fråga, hur ser utvecklingen ut, är målet att allt ska ritas i 3D, eller finns det delar av byggprojekteringen då ritningar i 2D kan vara mest fördelaktiga?

- 2D kommer nog alltid att behövas för att det ska bli så tydligt som möjligt. Vi jobbar gärna i 3D och NavisWorks, men det beror på vad beställaren önskar. De flesta ber inte om att det ska projekteras i 3D. Revit är något som vi tror på, i vilket man till exempel man kan hänvisa till detaljer i 3D modellen.

Har filhanteringen blivit smidigare eller krångligare? IFC?

- IFC är lagt på hyllan!

Hur ser det ut med utbildning av era program?

- Vi utbildas av CAD-Q

Att tillägga:

Då installatörer använder sig av MagiCad kan de göra beräkningar av flöde genom att koppla på rören och dess storlekar på reningen. (MEP)

## 4.5 Carl gustav Lundgren, byggnadsingengör - Ramböll Halmstad – 30:e Juni 2008

Vad anser du vara de stora skillnaderna om du jämför tiden då du inte använde 3D?

- Vi har använt ett program som heter Tekla från December 2007, och de största skillnaderna jag upptäcker är hur mycket mindre felmarginalerna blir.

Vad har du för helhetssyn på Tekla?

- Ett smart program, men det krävs en hel del tid till att göra olika inställningar för att få det precis som man vill ha det. Lång "startsträcka".

### 4.5.1 Kompletterande frågor via mail

Du berättade att ni använt Tekla sedan i Julas, och att något positivt med att arbeta i 3D var hur felmarginalerna minskade. Gäller detta ut till produktion tror du eller är det bara under projekteringen, eller kanske både och?

- Risken för fel blir betydligt mindre då Tekla själv tar fram underlaget för tillverkningsritningarna. När man gör liknande arbete i Cad gäller det att själv hålla reda på så att kaplängder och helbilder etc. blir rätt. I Tekla skapas de automatiskt på tillverkningsritningarna. Dessutom slår ändringar som man gör i modellerandet igenom direkt på tillverkningsritningarna.

Jag projjade en industrihall tidigare i våras med rätt mycket sneda fasader och där var det verkligen en klar fördel att använda sig av Tekla då gavelbalkarna både lutade och var roterade. Det hade helt klart tagit mer tid att lösa alla de vinklarna i cad.

Hur lång tid tar det för en konstruktör att sätta sig in i ett 3D-program (tekla) så pass bra att det blir mer effektivt än att använda, jämfört med tidigare program (då samma uppgifter ska utföras)?

- När jag pluggade på KTH hade vi en kurs/förevisning på en dag från Tekla. Det som nämndes då var att en person som efter att ha arbetat med tekla i heltid under ett halvår gjorde en tidsvinst på 30%. Det skulle jag säga är en rimligt uppskattning.

Arbetar man själv fram ett projekt från start till slut i Tekla? Eller måste vissa ritningar tas fram i andra program innan det lämnas vidare?

- Det beror på vad det är för typ av projekt. Rena ståljobb löser man enbart i Tekla, men skall det också in byggtekniska lösningar så ritas de i Cad. Man kan då exportera teklamodellen till cad där man kan klä på stommen med isolering, tätskikt, hängrännor osv.

Lämnar ni över ritningen i form av digital fil eller på papper?

- Det beror också på vad det är för typ av projekt. Till större delen lämnar vi ritningar digitalt.

## 5 Resultat

Under denna punkt tänker jag ställa samman några av de funderingar, tankar och mål som visat sig i intervjuerna, seminariet, telefonsamtal och ett mail jag skickat ut till ett dussintal konstruktionsfirmor i Sverige (Tyrens, NCC och Skanska är inte inräknade här). Anledningen till att jag inte redovisat denna undersökning för sig själv är eftersom svaren skiljer sig från varje företag och det hade blivit för omfattande att redovisa hur alla företag svarat på frågorna var för sig.

Frågorna som jag ställde i mailet var följande:

Arbetar ni med ritningar i 3D?

Vad ser ni som den största fördelen med att arbeta med "3D-projektering"?

Vilka ritprogram använder ni idag? Om ADT, vilka tillägg?

Kör ni Revit? Har ni planer att köra det?

Kör ni Navis work? Har ni planer att köra det?

Hur ser projekteringen ut gällande hur mycket ni arbetar i 2D resp. 3D? Vad är målet?

Då ni "lämnar över" projektet i bygghandlingar och vidare till förvaltning,

har ni då lämnat över det i form av en tredimensionell digital fil?

Finns det efterfrågan på detta?

Är målet att kunna göra det?

### 5.1 Var vi står idag

Som det ser ut på de större firmorna så kör nästan alla delvis sina ritningar i 3D, utöver dem är det ungefär lika många som använder 3D jämfört med de som inte gör det. Många har börjat arbeta i 3D eller är på väg att ta steget dit.

### 5.2 Fördelar med att arbeta i 3D

Här skiljer sig svaren väldigt mycket. Överskådlighet, lättare att upptäcka fel, bättre förståelse, tidssparande, geometrin, bättre samordning, kontroll, informationen och att efterarbetet går smidigare är några av de svar som framkommit.

### 5.3 Val av program

Även här skiljer sig svaren mellan de större firmorna jämfört med de mindre. AutoCad, ADT förkommer på de flesta ställen, men Revit och NavisWorks finns än så länge bara hos de större firmorna. De mindre konstruktionsfirmorna som ibland väljer att specialisera sig väljer andra typer av program.

#### **5.4 NavisWorks och Revit**

Som man kan utläsa i föregående svar så används NavisWorks och Revit mest hos det större konstruktionsfirmorna, men målet finns att hos vissa firmor börja använda dem. Hos de som svarat nej på frågan så handlar det ibland om att de inte ens kände till programmet, att det var för dyrt eller att deras beställare inte frågat efter 3D-modeller.

#### **5.5 Tredimensionell digital fil utgör bygghandling**

Det har förekommit hos ett fåtal firmor, men är inte vanligt. Svaret på frågan ”finns efterfrågan hos beställare idag?” är att det inte gör det i någon större utsträckning ännu. Och på frågan om målet var att kunna göra detta svarade nästan alla att det beror på beställaren. Nästan alla har en tro på att det inom snar framtid kommer att ske en förändring när det gäller sättet att projektera i 3D.



## 6 Diskussion

Det syns tydligt att det sker en snabb utveckling när det gäller ritverktyg hos de svenska konstruktionsfirmorna. Idag är det övergången till att använda 3D-projektering som diskuteras. Frågan är i detta fall inte *om* utan *när* steget kommer att tas, det steg som gör att fler modeller ritas upp i tre dimensioner, där sedan all information hämtas ifrån modellen.

### 6.1 Program

De program som används idag på de flesta håll är något ur Autodesk's stora sortiment som ADT eller AutoCad Architectural, i vissa fall Tekla eller något av Strusofts program som inte är Autodesk's produkter.

De program som det talas mycket om när det gäller framtiden är Revit och NavisWorks, vilka båda är tredimensionella program för konstruktörer där NavisWorks mest används för samordning, granskning och presentation, medan Revit är ett program som kan börja användas vid ett mycket tidigare skede i processen.

Under alla intervjuerna som gjorts har det visat sig att en bättre kontroll och en bättre förståelse är något man har uppmärksammat då man jobbar med 3D-modeller.

NavisWorks handlar mycket om just kontroll och förståelse, man får en klar överblick av vad som finns med modellen, och man kan lätt urskilja vem som arbetat med vad. Modellerna blir lätta att hantera och kan användas för att gå runt i, markera var ändringar ska göras och lämna noteringar eller göra olika sorters kollisionskontroller mellan olika material eller ledningar.

När det gäller ledningar finns ytterligare ett program - MagiCad, ett program som används av installatörer, där de genom att koppla rör med dess riktiga storlekar till modellerna kan ta fram beräkningar av flödet.

Om vi går tillbaka till NavisWorks så är en utav funktionerna i programmet att arbeta i 4D. Nu handlar egentligen arbetet om 3D, men 4D kan ses som 3D + tid. Man kopplar, i NavisWorks, sin tredimensionella modell till ett tidsschema för att ta fram *vad* som ska göras, *vid* vilken tidpunkt.

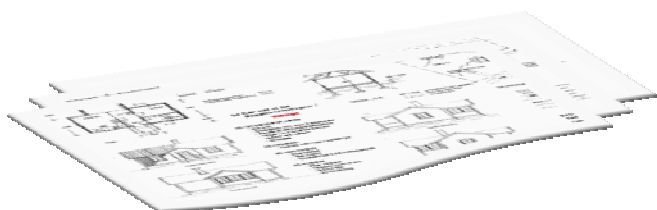
Revit är ett program som ska användas ”från start till slut”. Designverktyg för arkitekten, konstruktionsverktyg för konstruktören och som dokumentering och arkivering för framtiden. Anledningen till att Revit är ett så intressant verktyg är för att alla arbetar mot en databas i en och samma fil samtidigt. Arkitekter och konstruktörer kan alltså sitta med samma projekt på olika ställen och jobba med samma modell, så länge de har tillgång till databasen. Det finns redan idag lyckade projekt där all data har hämtats ur en och samma fil.

## 6.2 Arkivering

”Lättare med efterarbete med den digitala pärmen”. Så skulle man kunna summera de tankar som uppkommit under arbetets gång, då det gäller dokumentation och arkivering av ett byggprojekt.

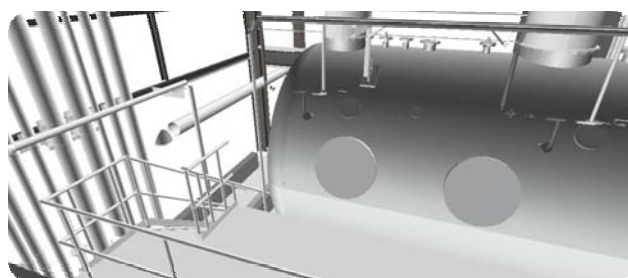
Idag består våra svenska arkiverade byggnadsritningar till största delen av ett flertal pappersritningar som innehåller planer, sektioner, snitt, fasader, vyer, detaljer och en mängd annan information om fastigheten.

Det som underlättar när man har arbetat fram en komplett 3D-modell är att man kan använda den som utgångspunkt för att få ut all den information jag tidigare nämnde eftersom all data finns sparad i modellen.



Pappersritningar...

... eller digital 3D-modell?



Om man läser vad som är skrivet om arkivering av byggritningar i Bygghandlingar 90 kan man bland annat läsa texten:

*”De handlingar som förvaras i arkiv visar den färdiga byggnadens eller anläggningens verkliga utseende.”*

Vad är mer ”verkligt utseende” än en tredimensionell modell av byggnaden?

## 6.3 Mål

Det man kan utläsa ur sammanställningen är att de flesta konstruktionsfirmor i Sverige kommer att göra en omställning till att börja projektera allt mer i 3D. Saker som vägs in är ekonomi, kunskap, tid, kvalitet (ritningens slutliga kvalitet) och efterfrågan. Man kan välja att gå olika vägar för att uppnå målet att projektera i 3D. Ett sätt är att jobba som många konstruktörer gör idag, då man ritar upp sin modell i exempelvis ADT eller liknande program, och sedan föra ihop alla projektörers ritningar till en gemensam modell (NavisWorks). Ett annat sätt är att gemensamt från start jobba fram den slutliga modellen i en

och samma databas (Revit). Där man sedan ur modellen har möjlighet att plocka fram den information som man behöver.

Det finns ett antal företag idag som har börjat använda denna tekniken, men är nästan alla fortrafande i projekteringsskedet. Detta gör att mycket av informationen är hemlig tills vidare, men jag har ändå fått tag på viss information och bilder på hur det kan se ut när man jobbar fram modeller i 3D (se bilagorna).

## **Slutsats**

Det finns ett stort utbud när det gäller olika tredimensionella ritprogram idag. Beroende på vad som efterfrågas finns olika sorters CAD-program, men på de flesta företagen så finns deras ritprogram med i listan under Autodesk's produkter.

De mest populära programmen idag är AutoCad och ADT. Trots att AutoCAD och ADT antagligen kommer stanna kvar hos många konstruktionsfirmor, så är 3D-projekteringen och BIM-tänket på väg. Revit och NavisWorks är de program som enligt många i branchen anser vara nästa steg. Målsättningarna ute hos konstruktionsfirmorna är ofta hemliga eller lite "luddiga", men de flesta anser att allt beror på beställaren. Finns det en efterfrågan är de flesta berädda att ta steget

## Referenser

1. Ritteknik och presentation i byggprocessen
2. Nationalencyklopedin, sökord: datorstödd konstruktion
3. Bygghandlingar 90 del 1 (sid 47, 49)
4. Cad-Q, webbadress: [http://www.cad-q.com/sv/Bygg\\_Infra/Referenser/Skanska-artikel/](http://www.cad-q.com/sv/Bygg_Infra/Referenser/Skanska-artikel/) besökt: 3e Maj 2008 (till fotnot 4)
5. Jtbworld, webbadress: [www.jtbworld.com/articles/BIM.pdf](http://www.jtbworld.com/articles/BIM.pdf) besökt: 15e April 2008
6. Caduser, webbadress: [www.caduser.com](http://www.caduser.com) ([http://www.caddealer.com/cgi-bin/cu\\_news/db.cgi?db=default&uid=default&ww=on&ID=261&view\\_records=1](http://www.caddealer.com/cgi-bin/cu_news/db.cgi?db=default&uid=default&ww=on&ID=261&view_records=1))besökt: 4e Maj 2008
7. Cad-Q, webbadress: <http://www.cad-q.com/sv/Aktuellt/Nyheter/Succes-for-Revit-nar-resan-mot-BIM-paborjats> besökt: 20e April 2008 (fotnot 5)
8. Cad-Q, webbadress: <http://www.cad-q.com/sv/Aktuellt/Nyheter/Succes-for-Revit-nar-resan-mot-BIM-paborjats> besökt 20e April 2008 (fotnot 6)
9. SIS, webbadress: <http://www.sis.se> – e-nav: besökt 25:e Maj 2008 (fotnot 8)

### Intervju:

Kenth Lindell - Tyrens, Lund -15:e april 2008

Jens Kindt - NCC Construction - 22: e april 2008

Joel Liedbergius - Tyrens, Malmö - 16:e april 2008

Stefan Allanson - Skanska AB - 22:e april 2008

### Mailkontakt:

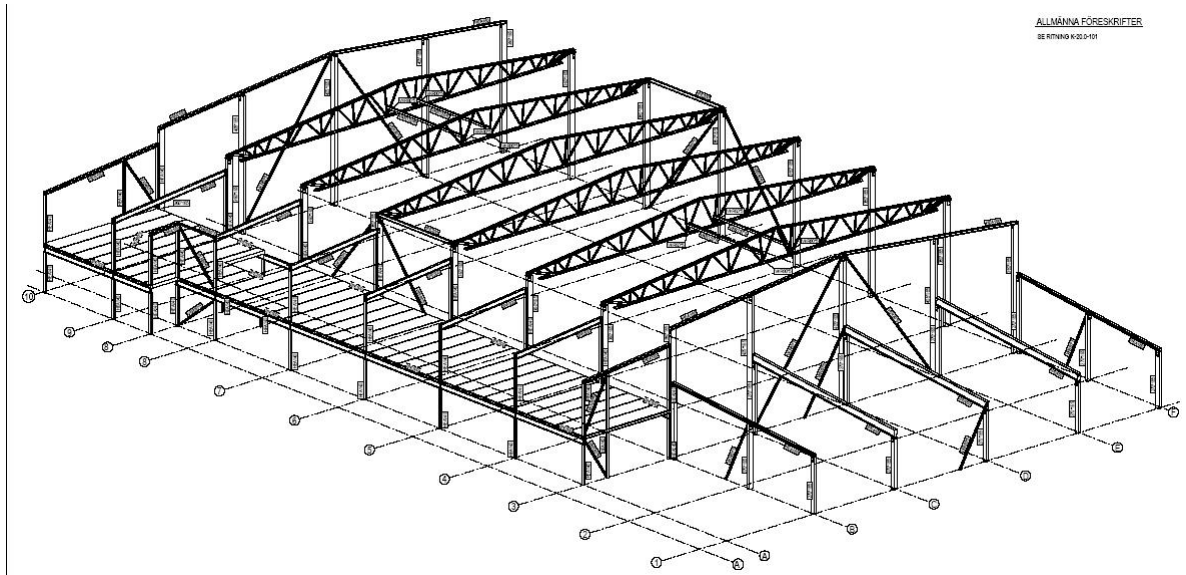
Kindt Jens, konstruktör, NCC

Carl-Gustav Lundgren, konstruktör, Ramböll

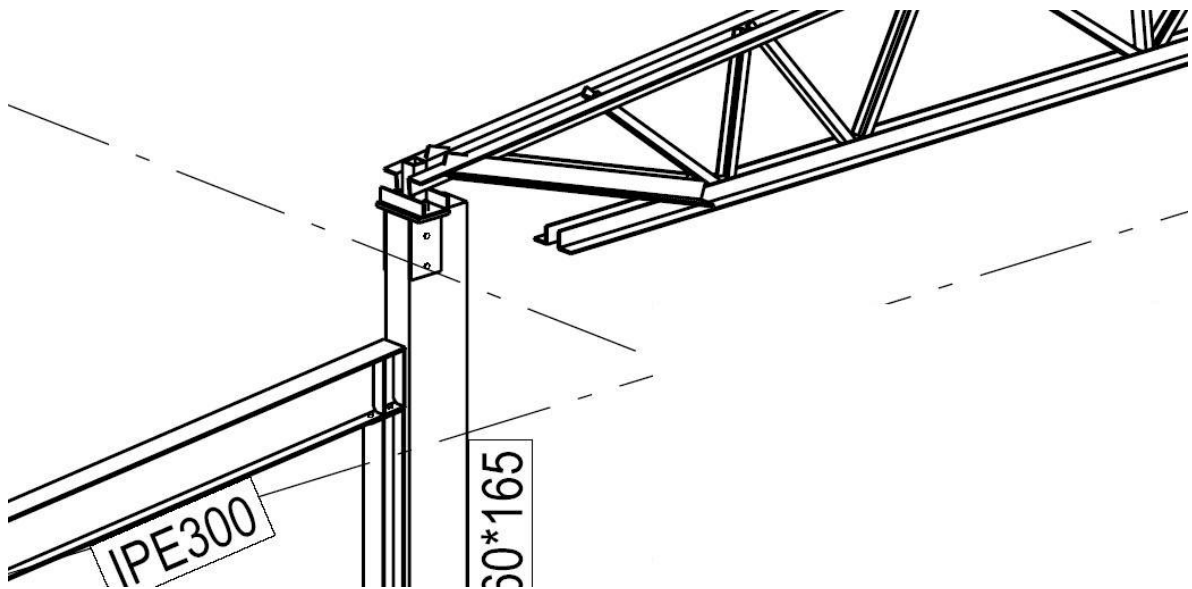
Linus Malmgren, konstruktör, Tyrens

Pål Janson, teamansvarig för arkitekt och konstruktion hos Cad-Q

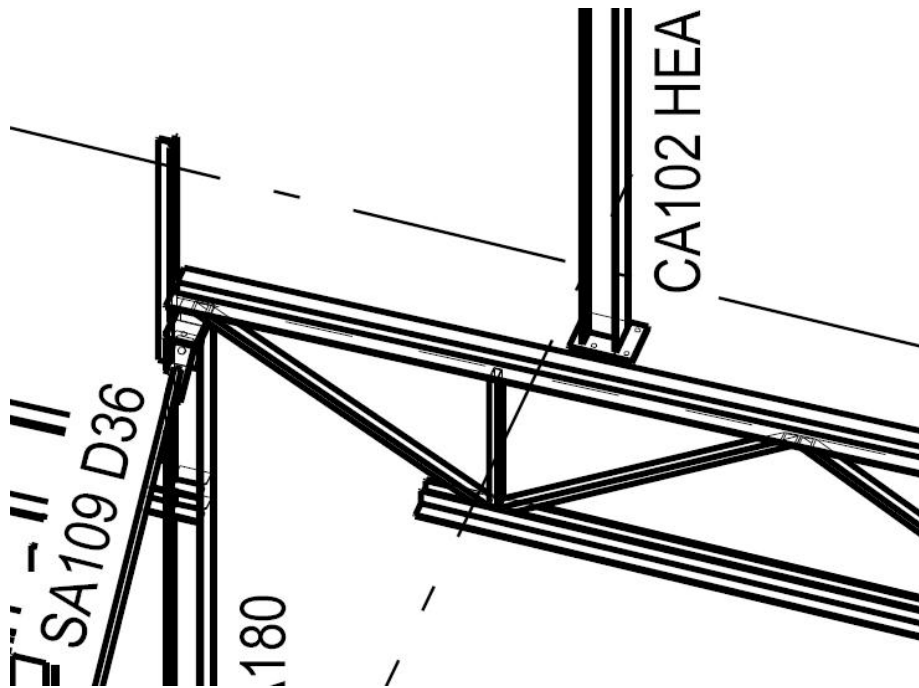
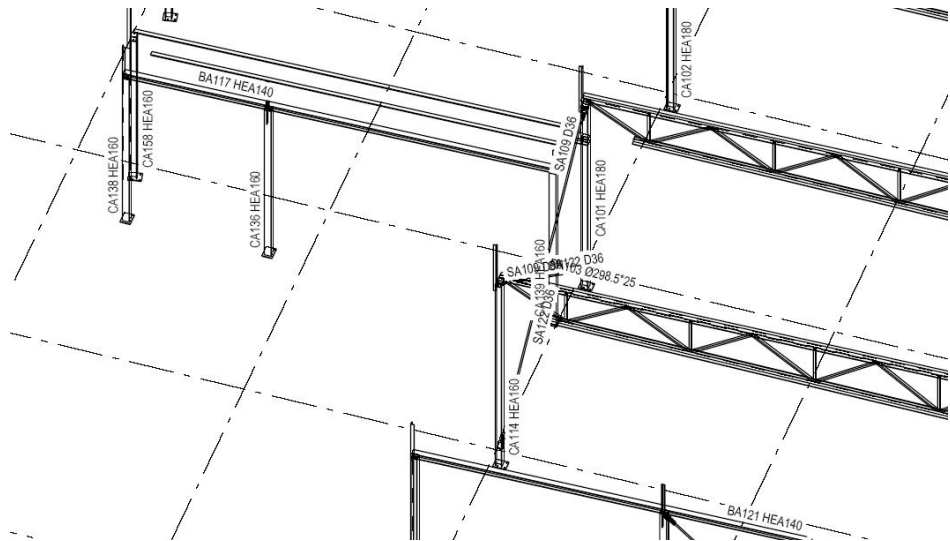
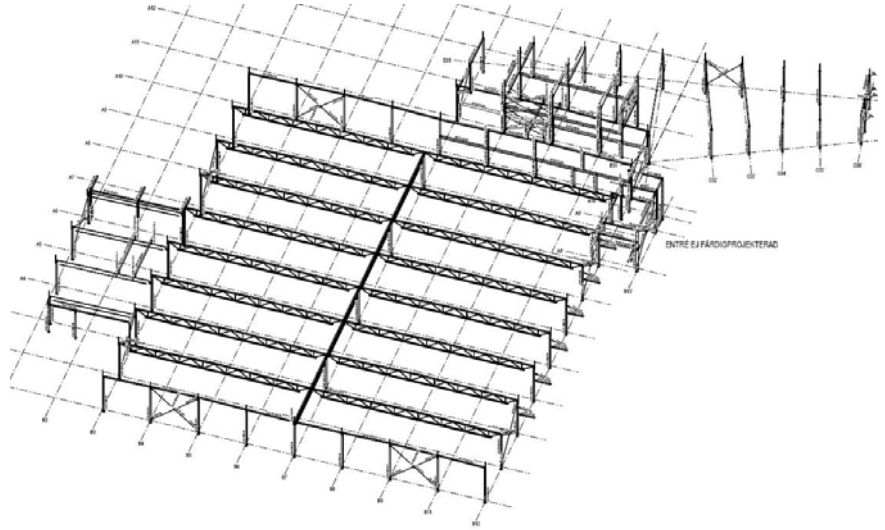
# Bilaga 1 (tredimensionell K-ritning, NCC)



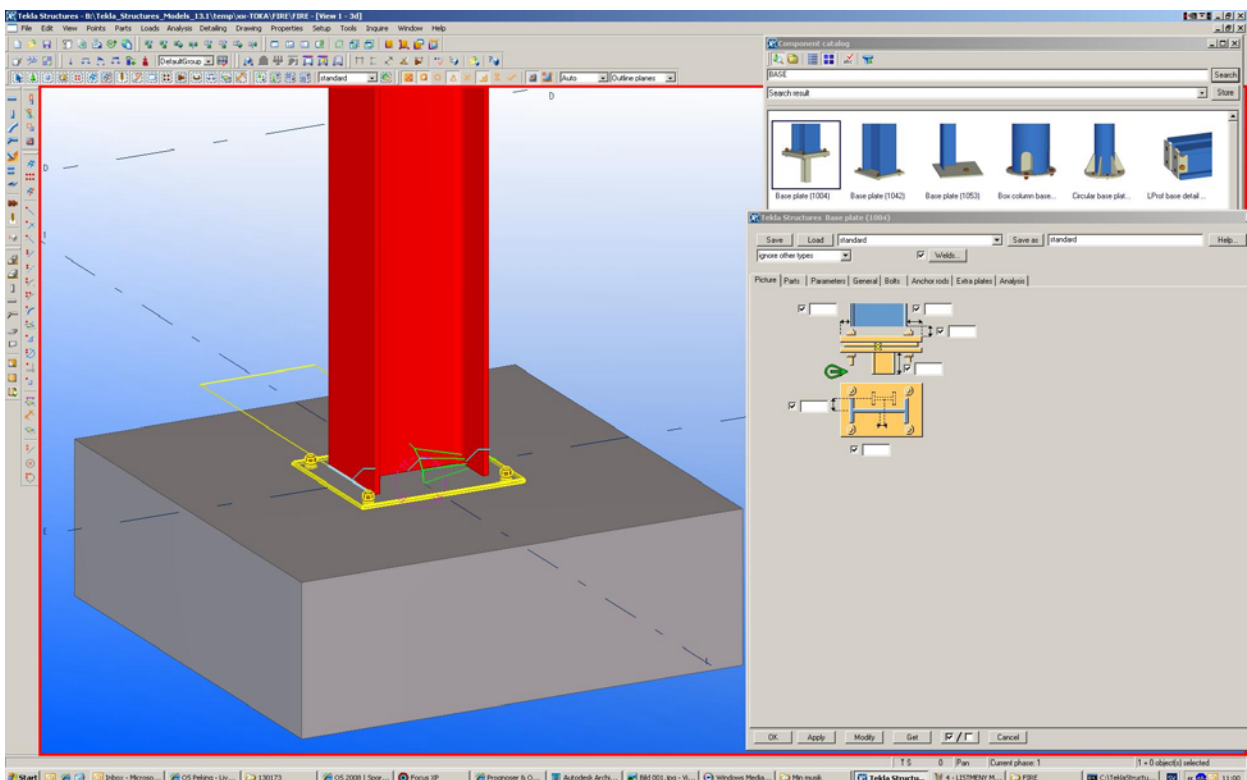
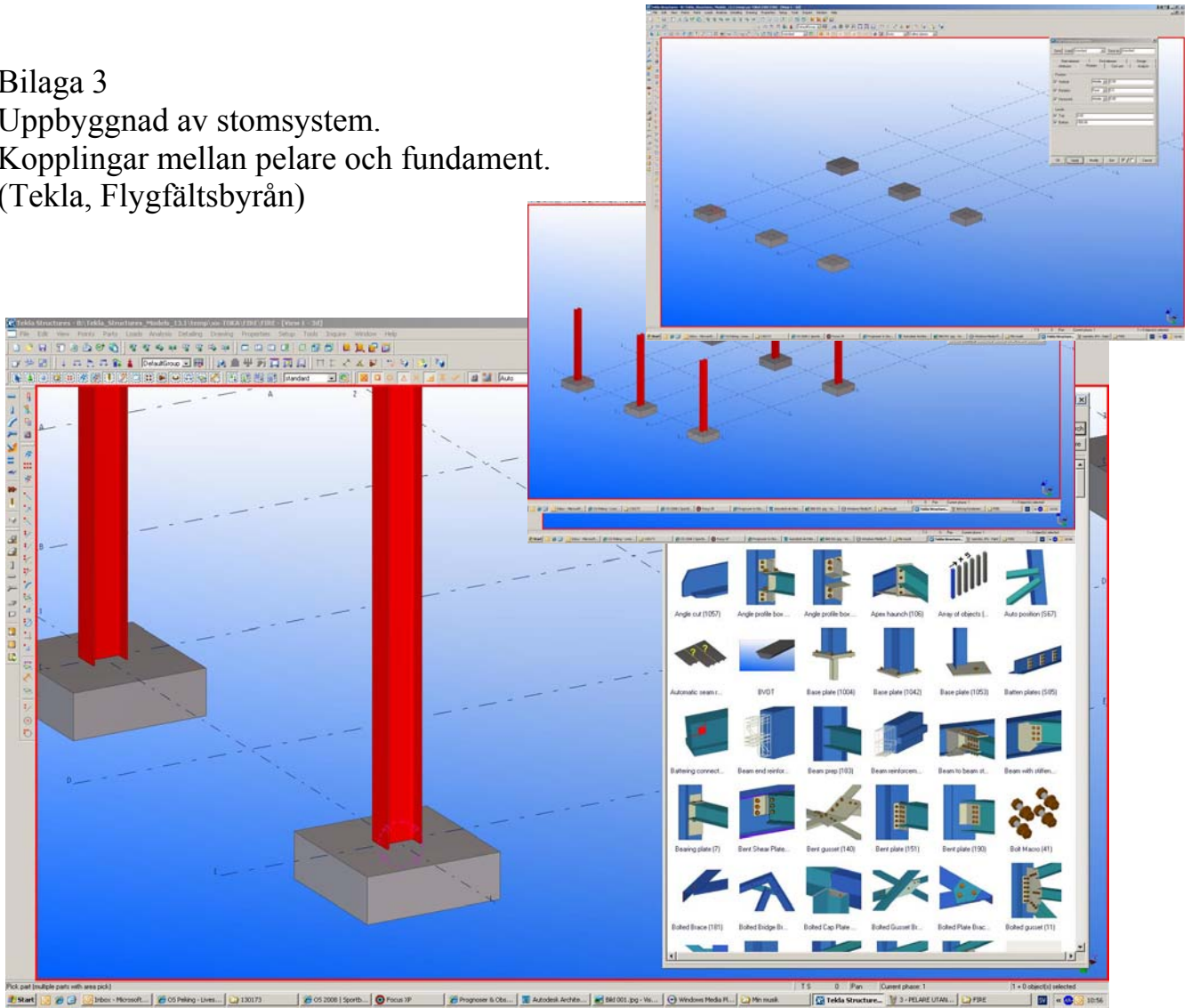
ALLMÄNNA FÖRESKRIFTER  
SE RITNING K-20-101



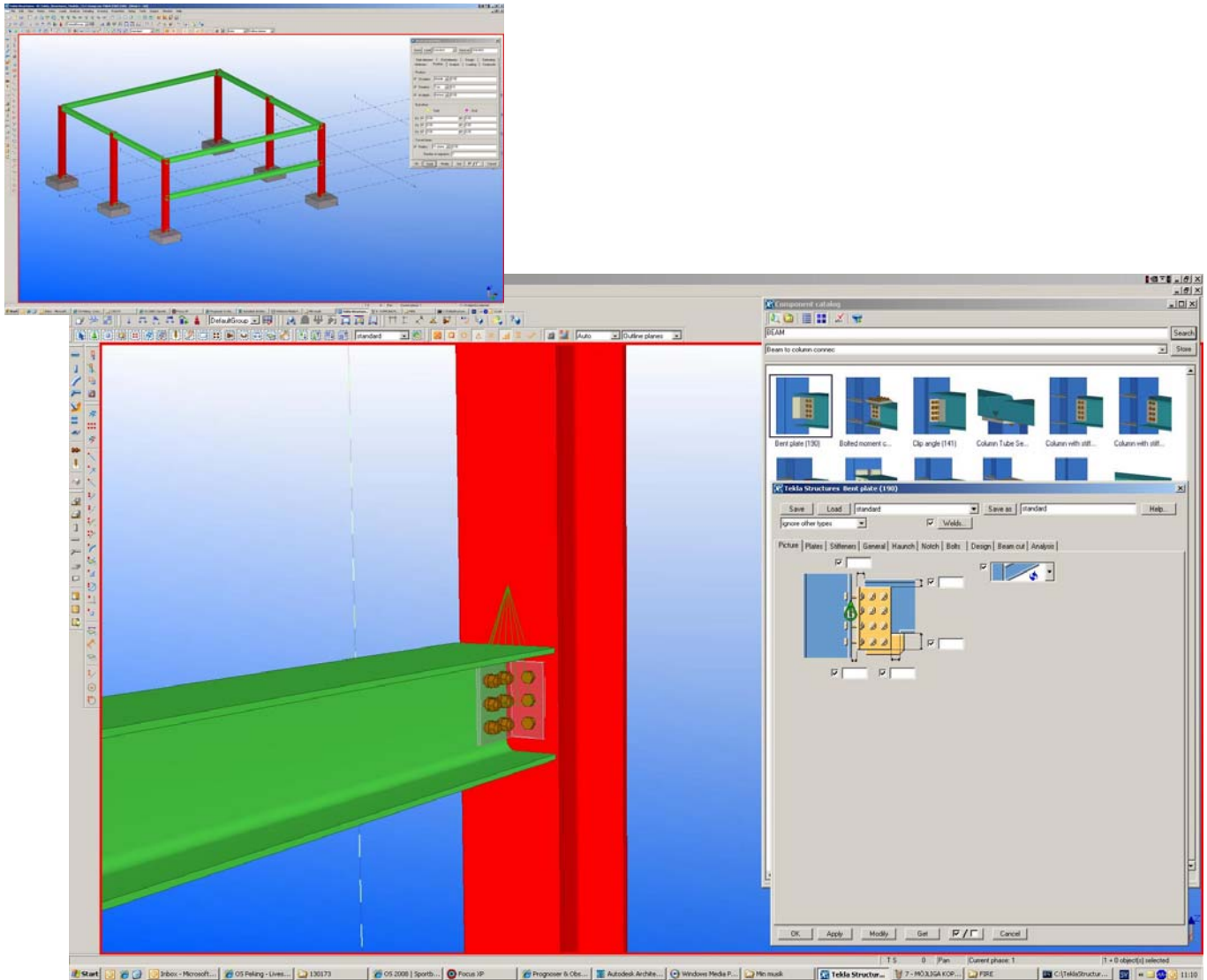
Bilaga 2  
3D K-ritning, NCC



Bilaga 3  
Uppbyggnad av stomsystem.  
Kopplingar mellan pelare och fundament.  
(Tekla, Flygfältsbyrån)



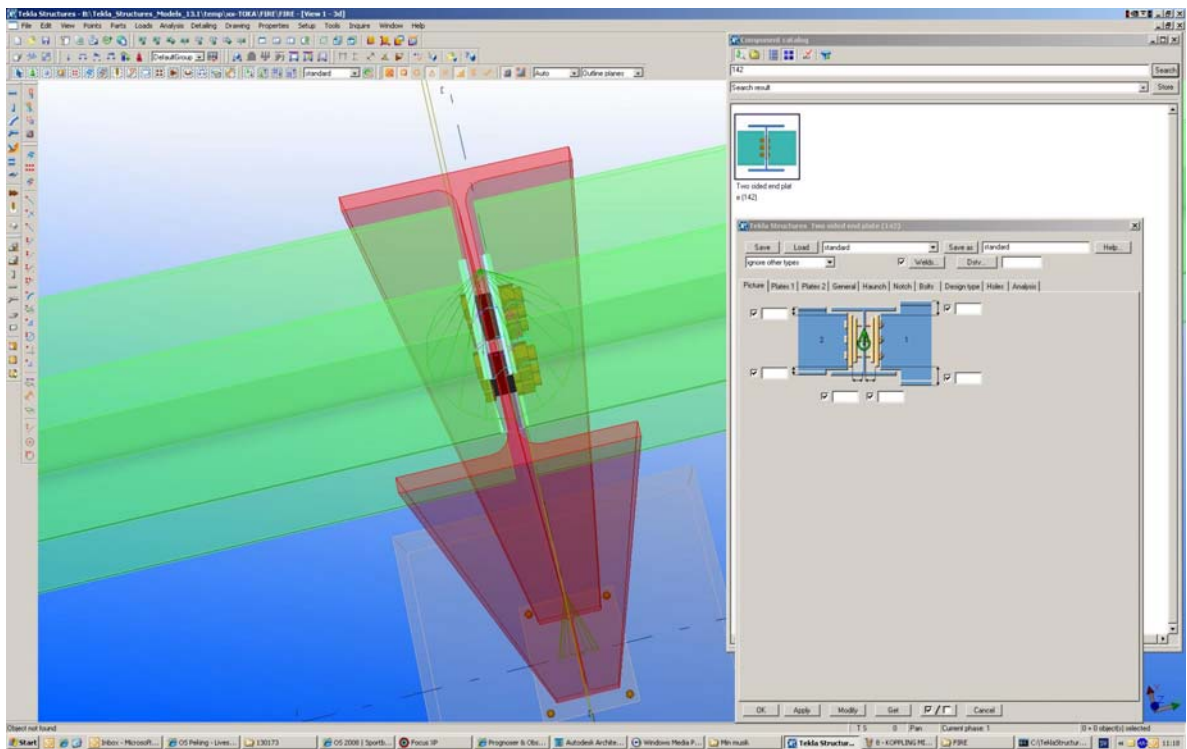
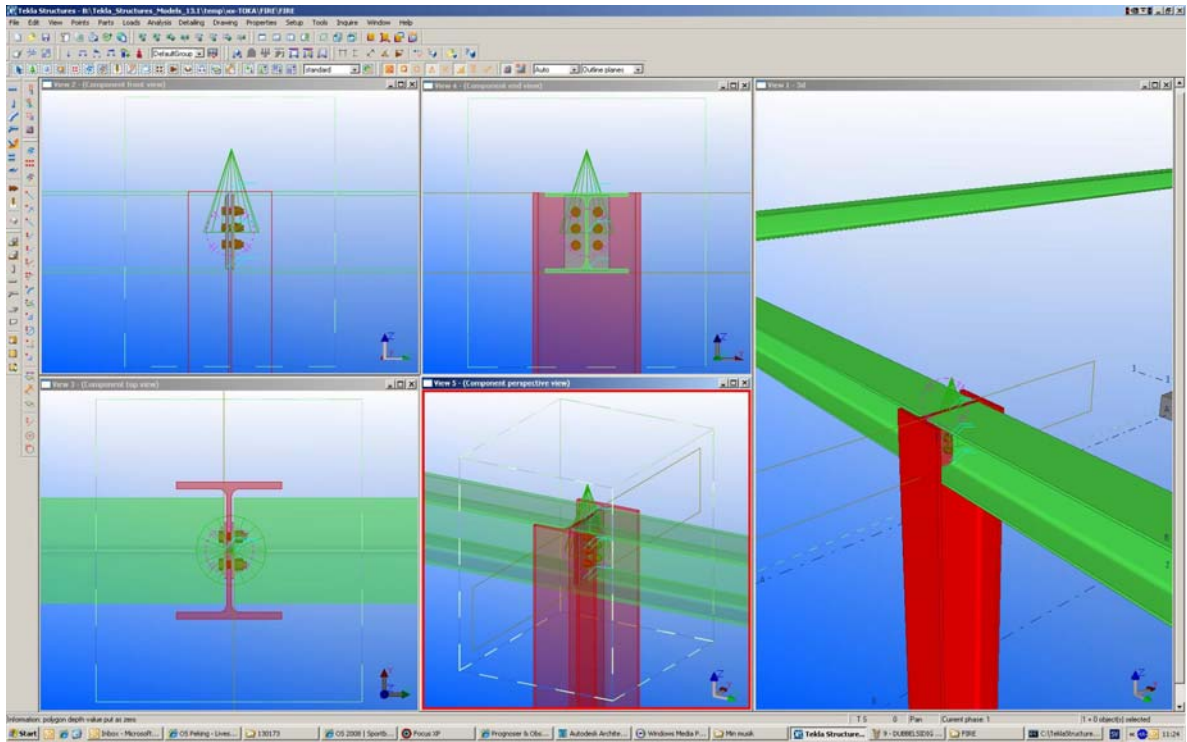
## Bilaga 4 Kopplingar mellan stålbalk och stålpelare. (Tekla, Flygfältsbyrån)



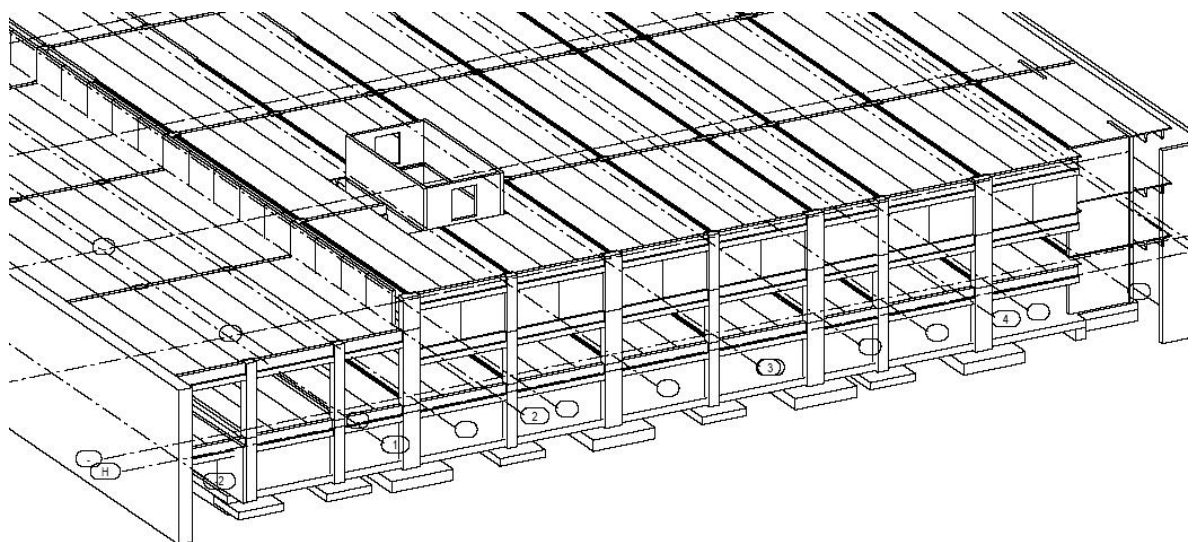
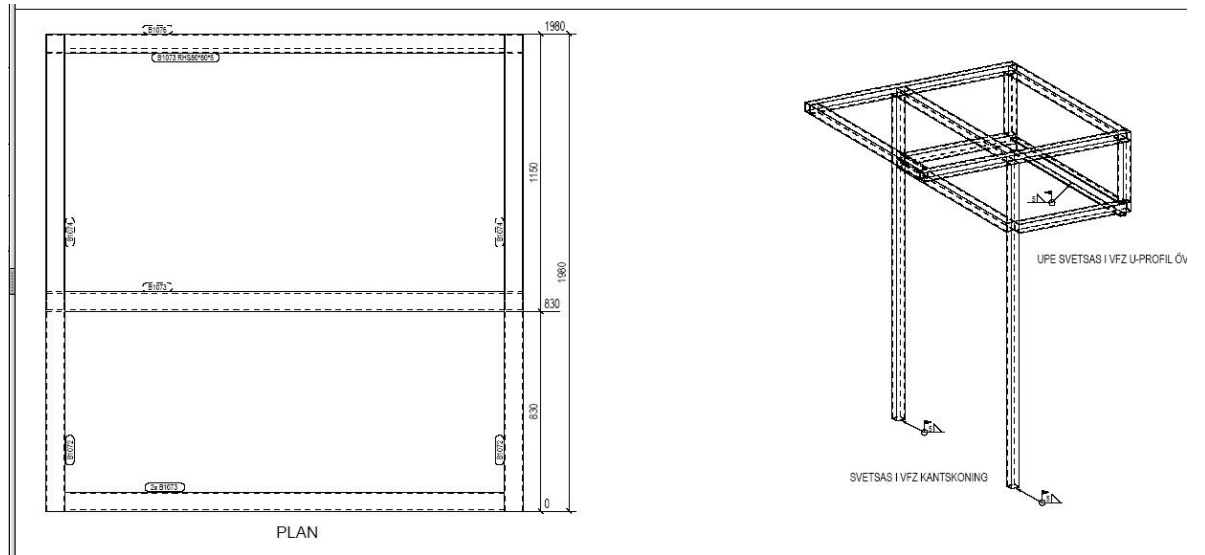


# Bilaga 5

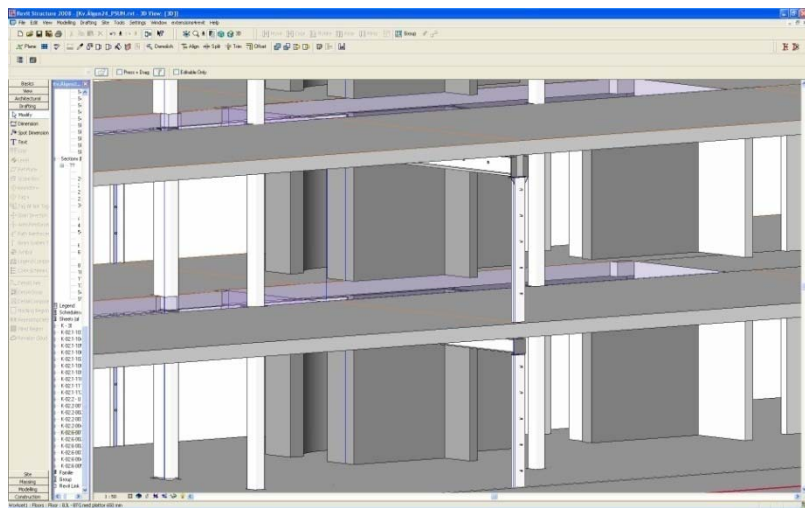
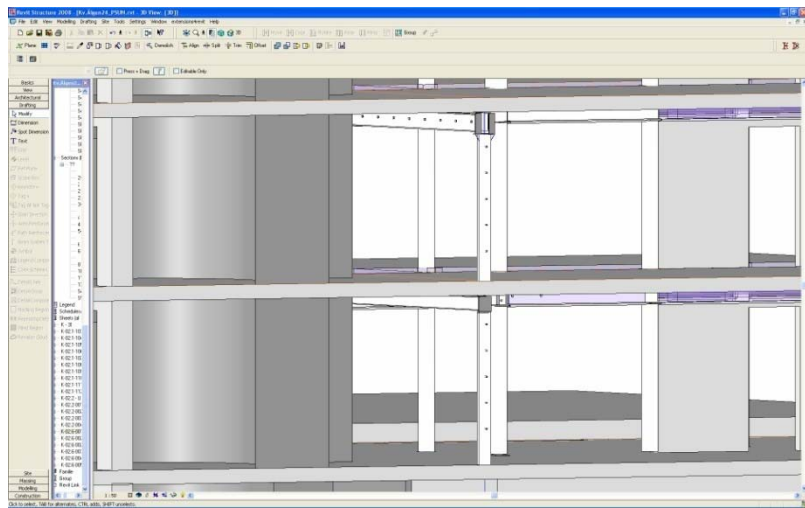
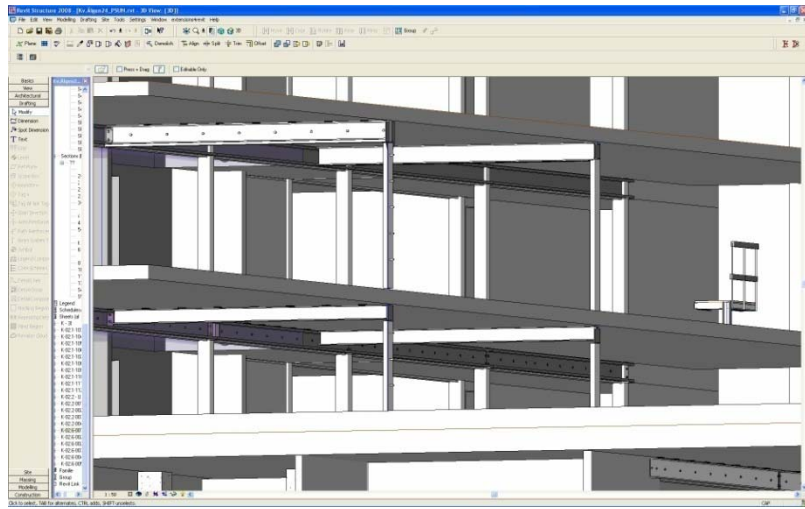
## Vyer och snitt. (Tekla, Flygfältsbyrån)



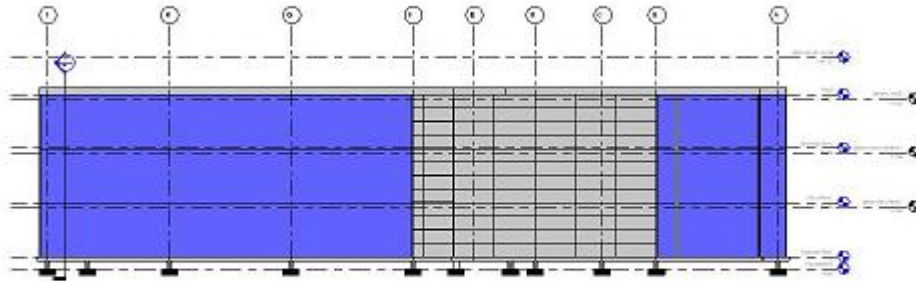
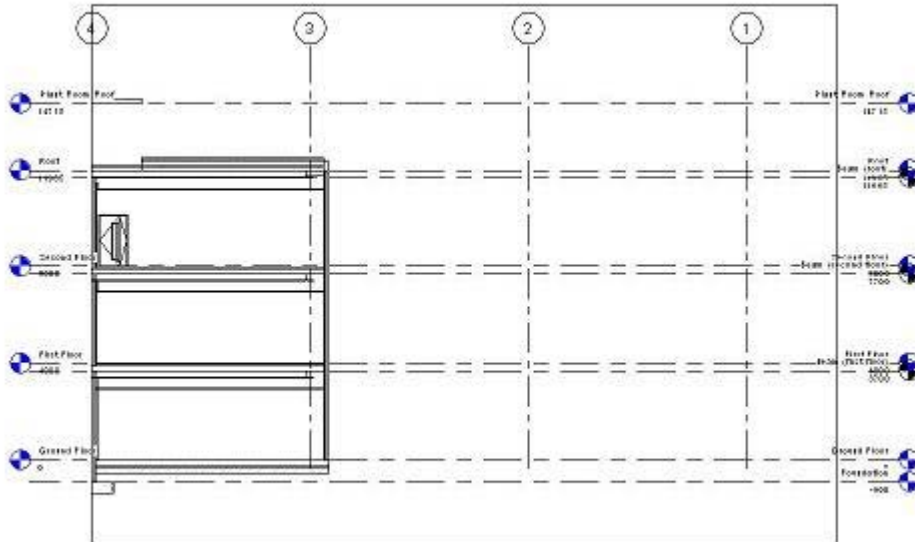
# Bilaga 3 K-ritningar NCC



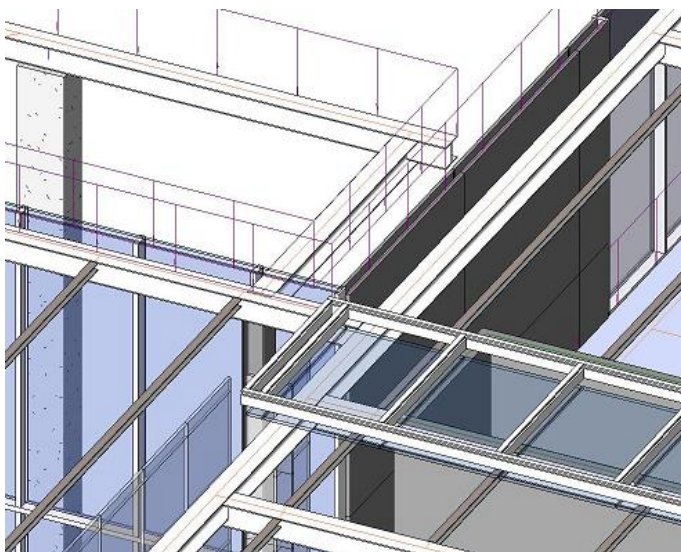
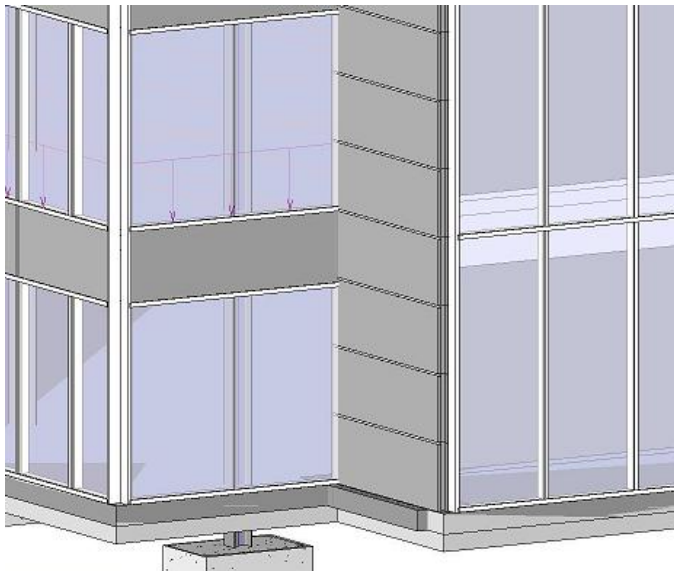
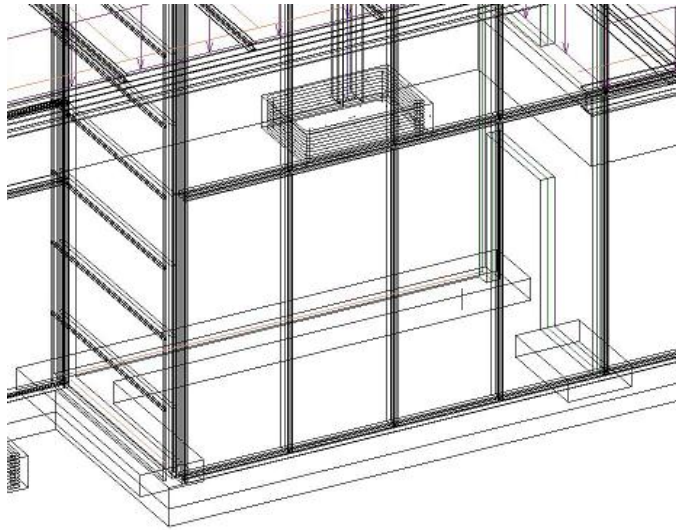
# Bilaga 4 (3D-stomme från projekt i Revit, SWECO)



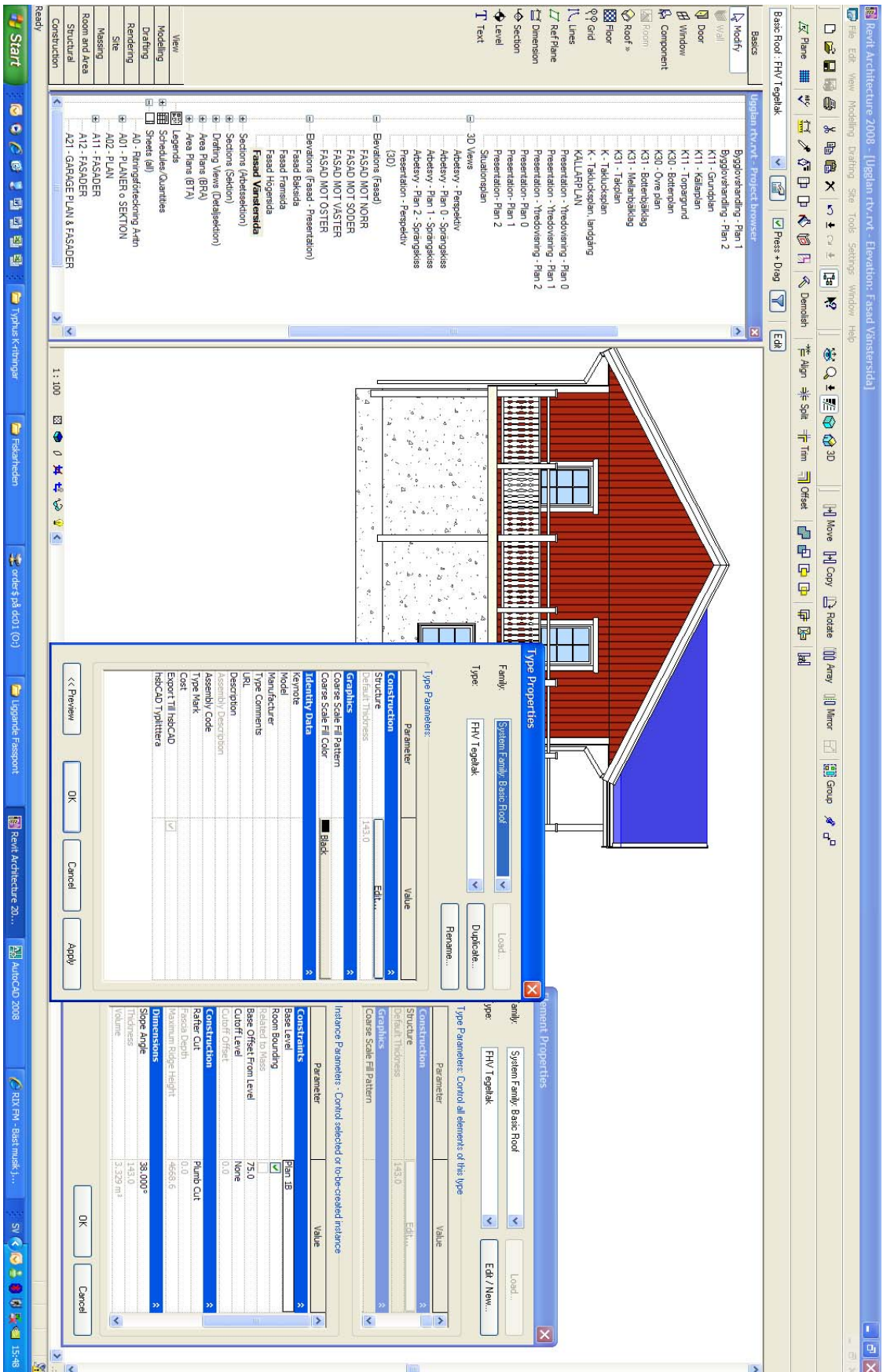
Bilaga 5 (snitt från 3D-modell, Revit, Tyrens)

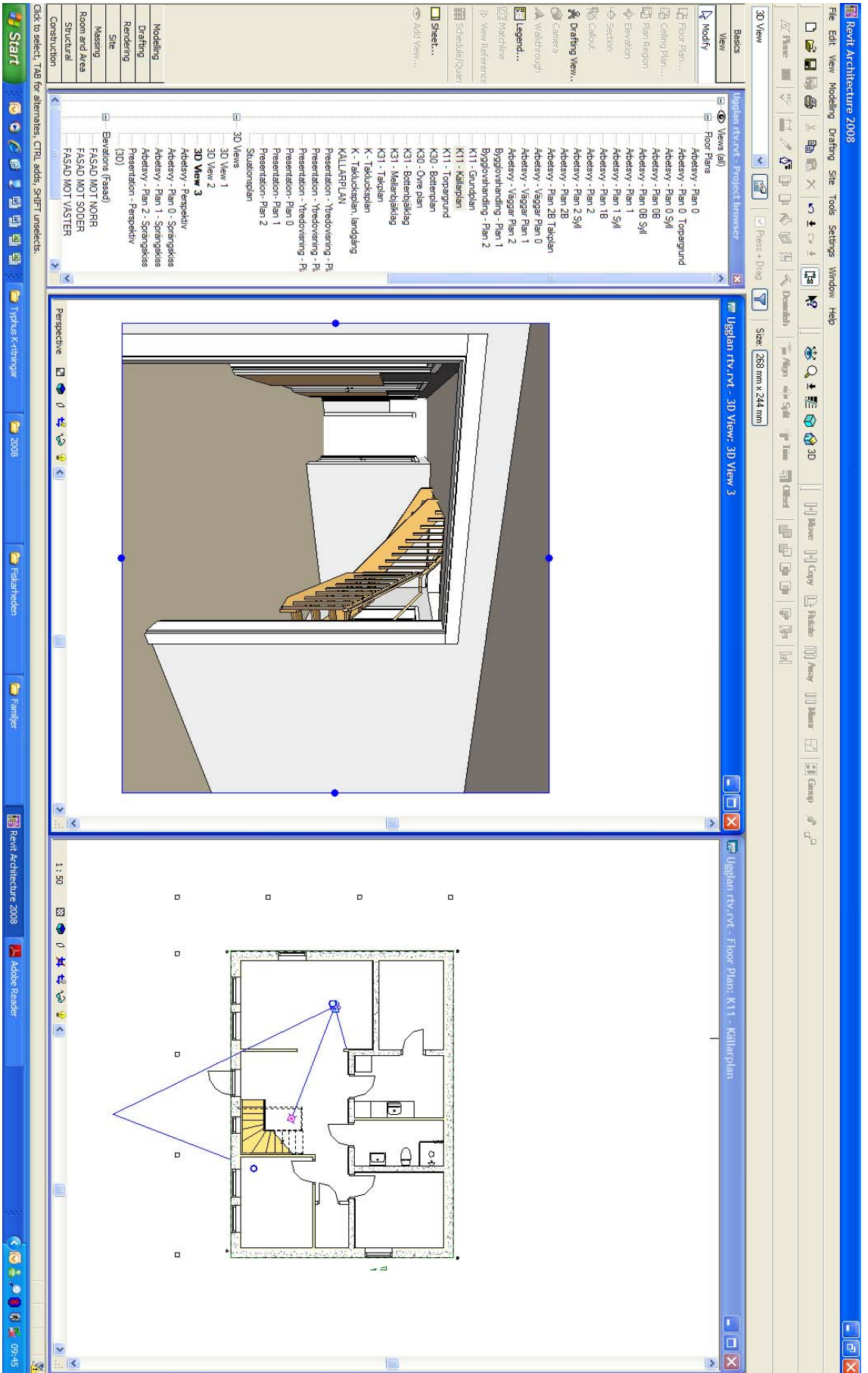


## Bilaga 6 (3D-vyer från Revit, Tyrens)



# Bilaga 7 (Fiskarhedenvillan, Revit)





Bilaga 8 (3D-vyer över Fiskarhedenvillan från Revit)

