



# LUND UNIVERSITY

## IT-stöd för industriellt byggande i trä

Johnsson, Helena; Persson, Stefan; Malmgren, Linus; Tarandi, Väino; Bremme, Jesper

2006

[Link to publication](#)

### *Citation for published version (APA):*

Johnsson, H., Persson, S., Malmgren, L., Tarandi, V., & Bremme, J. (2006). *IT-stöd för industriellt byggande i trä*. (Div. of Structural Engineering; Vol. Technical Report 2006:19). Luleå University of Technology.

*Total number of authors:*

5

### **General rights**

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

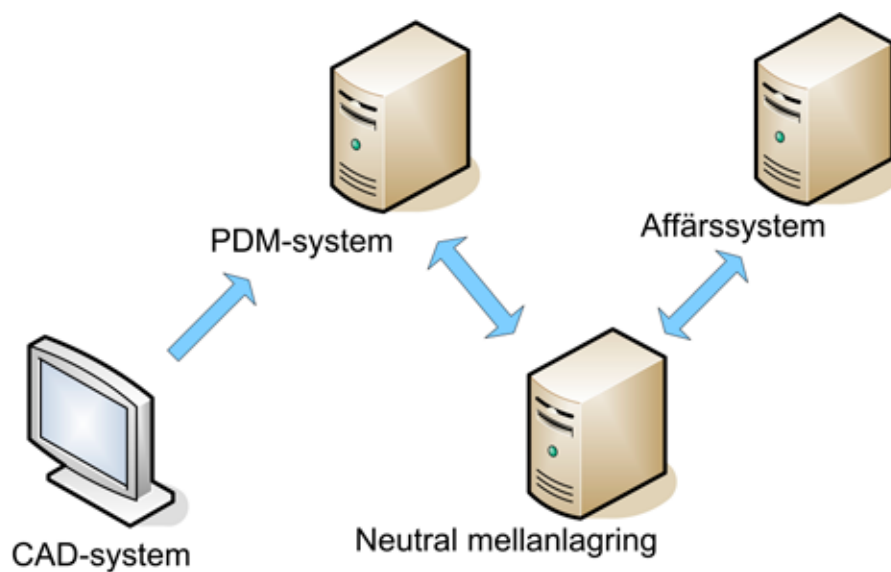
### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

# IT-stöd för industriellt byggande i trä



Helena Johnsson, Stefan Persson,  
Linus Malmgren, Väino Tarandi,  
Jesper Bremme

Luleå tekniska universitet  
Institutionen för Samhällsbyggnad  
Avdelningen för Byggkonstruktion

**Slutrapport**  
**IT-stöd för industriellt byggande i trä**

**Helena Johnsson, Luleå tekniska universitet**

**Stefan Persson, Lunds tekniska högskola / Tyréns IT**

**Linus Malmgren, Tyréns IT**

**Väino Tarandi, Eurostep AB**

**Jesper Bremme, Inbrix AB**



## Sammanfattning

Delar av den svenska träbyggnadsindustrin har stora möjligheter att utveckla det industriella byggandet. Villor har lång tradition av att prefabriceras i fabriker för senare transport och montage på byggplats. Volymbyggnadsteknik där prefabriceringen även innefattar ytskikt och installationer har ökat prefabriceringsgraden avsevärt. Fortfarande är dock tillverkningen hantverksbetonad och genomförs med samma dokumentation och styrning som råder på ett platsbygge. Ett industriellt angreppssätt kräver en metodutveckling inom tillverkningen med styrning och kvalitetskontroll som nyckelord för att dra nytta av den upprepningseffekt som troheten till ett byggsystem skapar.

Om ett IT-verktyg skall stötta en process, måste processen utformas och beskrivas på ett entydigt sätt som är repeterbart. Införandet av IT-verktyg betyder nästan alltid att processen förändras. Träbyggindustrin har en situation som definierar deras dilemma: man tillhör byggbranschen och har anammat deras metoder och IT-verktyg, men tillverkningen är en industriell process som inte stöds av byggbranschens arbetsätt utan liknar tillverkningsindustrins serietillverkning. Flera företag har implementerat affärssystem och börjat utnyttja dess material- och planeringsfunktioner, en metod som är vanlig i tillverkningsindustrin. Data som skapas i projekteringen vore till nytta för affärssystemet, t.ex. mängder och antal komponenter. Tyvärr är inte byggbranschens IT-verktyg uppbyggda för att kommunicera med affärssystem via databaser. Tillverkningsindustrin har löst detta problem genom att arbeta med PDM-system, där data kring själva produkten hanteras (CAD-ritningar, komponenter). Affärssystemet kan sedan tanka av önskat data från PDM-systemet.

Idag saknar träbyggindustrin en effektiv hantering av den egna produkten, byggsystemet. De beskrivningar som finns består av ritningar och endast 50–70% av den information som behövs för att beskriva byggsystemet kan hämtas från ritningar. Den resterande delen är regler för systemet som sällan dokumenteras, utan existerar som arbetsmetoder inom varje företag. Byggsystemet förvaltas idag genom ett kontinuerligt användande i projekt efter projekt. Det betyder att överblicken över själva byggsystemet försvinner och möjligheterna till strategisk produktutveckling inte tas till vara. Som förvaltningsverktyg av byggsystem vore ett PDM-system lämpligt. Där förvaras och uppdateras data kring själva byggsystemet, som därifrån appliceras i olika projekt. Produktutveckling som idag sker i projekten, sker istället med byggsystemet som bas och informationen blir direkt tillgänglig för nästa projekt. Projekterings- och produktutvecklingsprocessen måste ändras från projektbaserad, upprepande projektering till strukturerad hantering av byggkomponenter i databas som kombineras på nya sätt i projekten.

Inom föreliggande projekt har process och byggsystem hos 6 företag inom träbyggindustrin kartlagts. Baserat på företagens tolkade behov som beskrivits ovan utvecklades tre demonstratorer (mjukvaror) för att utröna applicerbarheten av ett PDM-system inom träbyggindustrin. Intelligent GDL-objekt skapades som utgjorde stommen i data för en PLCS-struktur som kan användas som ett PDM-system och kompletteras med ytterligare data. En koppling på databasnivå mellan CAD-data från träbyggindustrin och ett PDM-system testades också. Demonstratorerna visade att det är möjligt att utveckla dagens IT-verktyg till att stödja en industriell träbyggnadsprocess. Det kommer dock att kräva ett förändrat arbetsätt hos företagen. För att starta förändringen krävs att företagen dokumenterar sina processer och byggsystem. Högskolorna kan stötta med framtagning av metoder för processkartläggningar och beskrivning av byggsystem.



## Summary

Parts of the Swedish timber building industry have large possibilities to develop the industrial construction. Dwellings have long been prefabricated at factories for later transport and erection at the building site. Volume element construction where the prefabrication also incorporates installations and internal finishing has increased the degree of prefabrication substantially. Still the manufacturing process is based on craftsmanship and is conducted with the same documentation and control used at a building site. An industrial approach demands a methodological development with control and quality as keywords to gain from the repetitiveness that the fidelity to a building system creates.

If an IT-tool should be able to support a process, it needs to be designed and described in a reproducible way. The implementation of IT-tools almost always leads to a change in processes. The timber building industry has a situation defining their dilemma; they are part of the building industry and have adopted their methods and IT-tools, but the timber building industry has a manufacturing process that is not supported by the working methods of the buildings industry, it is similar to the manufacturing industry. Several companies have implemented ERP (Enterprise Resource Planning) systems and begun utilising the material and planning functions available, a method common in the manufacturing industry. Data created during building design are useful also in the ERP systems e.g. bill of materials and component composition. Unfortunately, the IT-tools of the building industry are not suitable for communication with ERP systems via databases. The manufacturing industry has solved this problem by working with PDM (Product Data Management) systems, where product data are handled (CAD drawings, assemblies). The ERP system can retrieve data from the PDM system.

Today, the timber building industry lacks an effective handling of its own product, the building system. Existing descriptions are mainly drawings and only 50–70% of the information needed to describe the building system can be extracted from drawings. The remaining part is rules of the system, which seldom are documented, but exists as working methods within each company. The buildings system is today maintained through continuous use in project after project. This means that the overview of the system itself is lost as are the possibilities for strategic product development. For maintaining and handling a building system a PDM system would be suitable, as a keeper of product data, ready for use in each new project. The product development that today takes place within separate projects, is performed with the building system (PDM system) as a base and the information is readily available for the next project. The design and product development process within the companies will have to change from project based, iterative design, to structured handling of building components, combined in new ways within the projects.

Within the current project the process and the building system of 6 companies in timber building industry have been surveyed. Based on the companies' interpreted needs described above, three demonstrators were developed addressing the use of PDM systems within the timber building industry. Intelligent GDL objects were created as the main core in a PLCS structure, useful as a PDM system if completed with accessory data. Another test involved using CAD data from companies and communication on database level with a PDM system. The tests showed that it is possible to develop the IT-tools of the building industry to support an industrial timber building process. It will demand a changed working process in the companies. To start the change, the companies need to describe their process and building system. Universities can support by developing methods for process surveys and description of building systems.





# Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	9
1.1	Bakgrund .....	9
1.2	Syfte och mål .....	9
1.3	Metod.....	9
1.3.1	Metod för process- och byggsystemkartläggning .....	10
1.3.2	Demonstrator .....	11
1.3.3	Deltagande företag .....	11
1.4	Avgränsningar.....	12
2.	Nulägesbeskrivning.....	13
2.1	Processbeskrivning .....	13
2.1.1	Villaproducerande företag.....	13
2.1.2	Tillverkning av lokaler och offentliga byggnader.....	16
2.2	Beskrivning av byggsystem .....	19
2.3	IT-system .....	21
2.3.1	Programvaror .....	23
3.	Jämförelser med IT-system inom övrig industri.....	25
3.1	Jämförelse med ett företag i tillverkningsindustrin .....	25
3.2	Betongprefab .....	26
3.2.1	Process och informationsmodeller.....	26
3.2.2	Produktstruktur.....	27
4.	Demonstratorer .....	29
4.1	Demonstrator 1 Informationshantering .....	29
4.1.1	PLCS-standarderna .....	29
4.1.2	Funktion för demonstrator 1 Informationshantering.....	30
4.2	Demonstrator 2 Produktbestämning via CAD .....	33
4.2.1	GDL-teknologi .....	34
4.2.2	Funktion för demonstrator 2 Produktbestämning via CAD .....	35
4.3	Demonstrator 3 Koppling av information mellan CAD och affärssystem .....	38
4.3.1	Metoder från verkstadsindustrin för att integrera data.....	38
4.3.2	Funktion för demonstrator 3 Koppling CAD och affärssystem.....	39
5.	Analys .....	43
5.1	IT-verktyg inom svensk träbyggindustri .....	43
5.2	Process- och produktbestämning.....	44
5.2.1	Kommunikation av byggsystem externt.....	46
5.3	Kopplingar mellan IT-verktyg.....	46
6.	Behovet av fortsatt utveckling.....	49
6.1	Företagsnivå .....	49
6.2	Branschen.....	50
6.3	IT-leverantörerna .....	50
6.4	Högskolorna.....	51
7.	Referenser.....	53
7.1	Förklaringar.....	53



# 1. Inledning

Projektet ”IT-stöd för industriellt byggande och inredning i trä” finansierades av VINNOVA:s delprogram 1 inom TO Trämanufaktur och TräCentrum Norr vid Luleå tekniska universitet. Föreliggande rapport adresserar tre huvudfrågor:

- 1) En översiktlig analys av befintliga verktyg fokuserat på träbyggande t.ex. CAD-system, planeringsstöd och produktionsverktyg.
- 2) En process- och produktkartläggning i medverkande företag för att analysera de processer som IT-systemen skall stödja.
- 3) En analys av kopplingar som idag saknas mellan IT-systemen. Analyserna genomfördes med demonstratorer, mjukvaror som exemplifierar en lösning.

Projektets tidplan löpte från den 1/1 2006 till den 31/10 2006. Deltagande parter var Luleå tekniska universitet, Lunds tekniska högskola, Tyréns AB, Eurostep AB och Inbrix AB. Stöd-jande träbyggföretag var Lindbäcks Bygg, Moelven Byggmodul, Norvag Byggsystem, Flexator, Finndomo via Modulent samt A-hus.

## 1.1 Bakgrund

Sveriges byggbransch arbetar just nu med flera aspekter av industriellt byggande. Trähusindu-strin är en av de aktörer som arbetat längst med frågor som berör effektiv produktionsteknik, prefabricering och strömlinjeformad tillverkning. Ändå finns det potential att ytterligare effekti-visera byggandet och detta är kopplat till en förändrad kravbild på husleverantörerna mot mer flexibla lösningar och kundanpassning. Detta kräver en robust, men samtidigt flexibel produktion som kan hantera ständigt ändrade produktionspremissor.

Den stora informationsmängd som genereras när en byggnad skall uppföras kräver ett systematiskt angreppssätt och struktur för att ge en överblick över processen. Idag har de flesta företag i träbyggbranschen ingen genomgripande strategi kring informationshanteringen, vilket skapar en hel del merarbete.

Redan 1998 genomfördes en första analys av IT-verktyg i träbyggbranschen, avrapporterad i VINNOVA (2001). Den analysen visade på behovet att koppla samman informationsflödena från projektering med produktionsledet och även marknadsföring och ekonomi. Utvecklingen inom området IT-system har gått framåt sedan dess och idag har man gått ifrån synsättet med en gemensam databas som informationsstruktur. Läget inom IT-branschen har också förändrats från att vara teknikfokuserat till att bli mera behovsmotiverat.

## 1.2 Syfte och mål

Utredningen syftar till att kartlägga nuläget (2006) inom svensk träbyggindustri gällande IT-system och identifiera behovet av nya IT-stöd eller kopplingar. Målen kan formuleras:

1. Kartlägga den processen avseende det interna flödet av information i de deltagande träbyggföretagen ur perspektivet IT-system.
2. Kartlägga deltagande företags byggsystem.
3. Analysera företagets behov av IT-stöd utifrån process- och byggsystemkartläggningen.
4. Demonstrera ett antal möjliga lösningar som berör de största behoven hos företagen.
5. Dokumentera metoden för processkartläggning så att liknande arbete kan genomföras på andra företag.

## 1.3 Metod

Arbetet har bedrivits i en projektgrupp med medlemmar från deltagande företag och universitet. Deltagare i projektgruppen har varit:

- Helena Johnsson, Luleå tekniska universitet, avd. för Byggkonstruktion, projektledare
- Stefan Persson, Lunds tekniska högskola och Tyréns IT

- Miklós Molnár, Lunds tekniska högskola, avd. för Konstruktionsteknik
- Väino Tarandi, Eurostep AB
- Jesper Bremme, Inbrix AB
- Linus Malmgren, Tyréns IT
- Lars Stehn, Luleå tekniska universitet, avd. för Byggkonstruktion

Arbetsuppgifterna har delats mellan parterna på följande sätt:

- HJ ansvarade för rapportering, mötesordning, finansiering och koordinering av arbetsuppgifterna. HJ har också koordinerat kartläggningarna på företagen Lindbäcks Bygg, Norvag Byggsystem, Flexator och Moelven Byggmodul.
- SP ansvarade för kartläggningar på företagen Modulent och A-hus och medverkade vid kartläggningen på Flexator. SP genomförde också den jämförande studien med betongprefabindustrin och utblicken mot tillverkningsindustrin.
- MM medverkade vid processkartläggningar och metodframtagning.
- VT ansvarade för framtagning av demonstratorn baserad på PLCS-standard.
- JB ansvarade för framtagning av demonstratorn baserad på GDL-teknologi.
- LM genomförde processkartläggningen på A-hus och medverkade på kartläggningarna på Modulent och Flexator
- LS förmedlade kontakterna till Lindbäcks Bygg, Norvag Byggsystem, Flexator och Moelven Byggmodul.

Process- och byggsystemkartläggningarna genomfördes under våren och sommaren 2006. Kartläggningarna genomfördes genom företagsbesök där processen gicks igenom noggrant, se kap. 1.3.1. Flera personer från varje företag medverkade under den tid som besöket varade. Från projektgruppen medverkade alltid minst två personer. Nyckelpositioner som projektör och produktionsledare intervjuades på varje företag. Besök på företaget följdes upp med telefonsamtal och ibland ytterligare besök för att klarlägga detaljer.

Demonstratorerna (mjukvaror) framställdes under tredje kvartalet 2006. Inriktningen på demonstrerade kopplingar beslöts gemensamt av projektgruppen i slutet av augusti 2006. Beslutet baserades på resultaten från processkartläggningarna. En specifikation av demonstratorerna togs fram och förankrades i projektgruppen innan det verkliga arbetet vidtog.

Information kring de IT-verktyg som används i träbyggindustrin idag kunde sammanfattas dels från tidigare kunskap hos projektdeltagarna och dels från företagets erfarenheter av mjukvaror.

### **1.3.1 Metod för process- och byggsystemkartläggning**

Metoderna som presenteras här gör inget anspråk på att vara en slutgiltig lösning för metodval vid kartläggningar, utan kan tjäna som stöd och inspiration vid liknande arbete i framtiden. Metoden för processkartläggningen har anpassats från Ljungberg och Larsson (2001). Bilaga 1, 2 och 3 visar metoden med tillhörande frågebatteri. Kartläggningen har genomförts i tre delar:

- 1) En workshop med representanter från företaget där processerna från order till leverans av hus har modellerats med särskilt fokus på dokument och data som produceras under tiden. Workshopen genomfördes via företagsbesök där kompetens från försäljning via projektering till produktion medverkade. Detta resulterade i en processkarta, ett exempel visas i figur 2.2.
- 2) En kartläggning av själva byggsystemet d.v.s. vilka möjligheter innebär systemet och vilka regler styr detta. Vilka delar tillverkas på fabrik och vilka monteras på bygge?
- 3) En översikt av IT-miljön i företagen idag. Vilka principer finns för informationshantering?

Dessa tre delar skapade för varje företag ett underlag som sedan kunde korsanalyseras genom att presentationen hölls likartad för samtliga företag. Analysen av resultaten genomfördes via jämförelser av likheter och olikheter. Detta ledde fram till konsensus kring företagens gemensamma problem t.ex. svårigheten att sortera och hitta information kring ett byggobjekt. Analys genomfördes också utifrån företagets nisch. Exempelvis uppvisar samtliga volymbyggnadsföretag som arbetar mot professionella beställare ett stort problem när det gäller kommunikation av byggsystemet externt. Denna problematik är egnahemstillverkare befriade från, men de har istället problem med att hantera kundens tillval. Analysen syftade dels till att lägga fast ramarna för de demonstratorer som togs fram under projektet och dels till att peka ut en framtida inriktning för utveckling på IT-sidan inom träbyggbranschen.

### 1.3.2 Demonstrator

När man arbetar med IT-frågor är problemen ofta av sådan karaktär att ett slutgiltigt svar om genomförbarheten är omöjligt att avge om inte problemet testas i verklig miljö, med verkliga förutsättningar. Detta leder till frekvent användning av demonstratorer i IT-projekt. Med demonstrator avses en mjukvara som visar att det är möjligt att genomföra en viss lösning, en typlösning. Demonstratorn är inte en fullständig mjukvara som kan användas direkt av företagen, utan en utgångspunkt för en ev. kommande upphandling/utveckling av mjukvara. Demonstratorn används dels för att visa att en lösning är teknisk möjlig, men också för att visa på en förändrad process och dess potential. Efter att detta projekt avslutats kommer demonstratorerna att finnas tillgängliga via hemsidan [www.travolybyggnad.se](http://www.travolybyggnad.se).

### 1.3.3 Deltagande företag

I studien deltog 6 företag inom träbyggindustrin, samtliga med tydligt fokus på industriellt byggande med olika prefabriceringsgrad. Företagens olika inriktningar sammanfattas i figur 1.1.



Figur 1.1 Deltagande företag

De företag som har kartlagts inom ramen för projektet studerades ur tre olika synvinklar; process, byggteknisk plattform och IT-system. Tillsammans ger dessa tre projiceringar av verksamheten en samlad bild av hur företagen är strukturerade och ger goda förutsättningar för det fortsatta analysarbetet. Fokus för kartläggningarna har hela tiden varit ett informationstekniskt synsätt, där vikten har lagts vid informationshantering och överföringsgränssnitt både mellan olika system och olika avdelningar i organisationen.

De trähusföretag som medverkar i studien har verksamheter som kan delas in i två huvudsakliga grupper; de som arbetar mot privata, respektive mot professionella beställare. Med företag som arbetar mot privata beställare menas de företag som främst tillverkar fristående villor, där en extern säljare verkar som mellanhand och kontakt mot marknaden. De företag som arbetar mot professionella beställare producerar främst flerbostadshus, daghem och skolor m.m. Denna kategori av företag arbetar ofta mot en starkare beställare som ställer andra typer av krav jämfört

med de kunder som villaproducenter arbetar mot. Vilken kategori företaget tillhör bör återspeglas i de interna processerna.

## **1.4 Avgränsningar**

Slutsatser från föreliggande studier dras baserat i huvudsak på deltagande företags data. En utblick kring CAD-verktyg i träbyggbranschen har tagits in som täcker ett större antal företag i kap. 2.3.1. Processen som studerats i varje företag har avgränsats till färdig produkt i fabrik. Montage på byggplats eller förvaltning har inte adresserats. Detta till stor del beroende på att den delen av värdekedjan utförs av en annan aktör än träbyggföretagen själva. Direkta data från företagen har inte satts in i rapporten t.ex. processkartläggningar eller vilket företag som använder en viss mjukvara. Detta är sekretessbelagt och redovisades enbart till finansörerna.

I ansökan kring projektet togs möbelindustrin upp som möjligt studieobjekt. Denna ansats har lämnats därhän, även om en koppling kring begreppet boende är intressant. Orsaken till att möbelindustrin inte adresserats är dess annorlunda struktur, möbeltillverkare arbetar mera som en tillverkningsindustri. Den erfarenhet som finns att hämta från tillverkningsindustri har dock täckts in genom jämförelser med företag som får liknande mängd produktkrav på sina produkter som träbyggindustrin får. Detta ger en bättre täckning av aktuella frågor för träbyggindustrin.

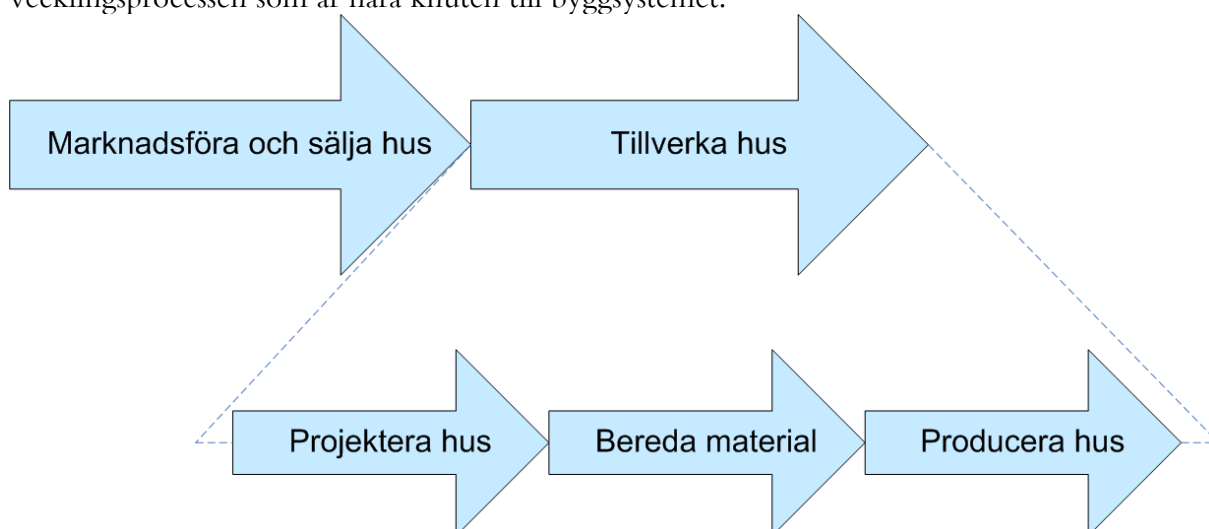
## 2. Nulägesbeskrivning

I beskrivningen av processerna, kapitel 2.1, kommer en uppdelning göras mellan de företag som arbetar mot privata kunder och de som arbetar mot professionella kunder, av den orsaken att de skiljer sig åt, både vad gäller intern projekthantering och marknadssegment. I nulägesbeskrivningen har också en kartläggning av IT-miljön gjorts. IT-systemen skall stödja de processer som är värdeskapande och samtidigt ge en helhet genom att förädla den information som är nödvändig för att genomföra projekt inom företaget. Detta kräver en effektiv informationshantering över de funktions- eller avdelningsgränser som traditionellt finns i organisationen.

### 2.1 Processbeskrivning

#### 2.1.1 Villaproducerande företag

De två villaproducenter som deltog i studien har en likartad övergripande process. Organisationerna är funktionsuppbyggda med avdelningar som har väl definierade arbetsuppgifter i värdekedjan, där alla bidrar till att skapa en helhet. Verksamheten kan delas upp i två huvudprocesser, försäljningsprocessen och tillverkningsprocessen, schematiskt illustrerade i figur 2.1. Processerna kan brytas ned i mindre beståndsdelar för att illustrera i detalj de olika aktiviteter som sker i huvudprocessen. I figuren visas en nedbrytning av tillverkningsprocessen i delprocesser. Förutom huvudprocesserna har kartläggningen också kommit i kontakt med produktutvecklingsprocessen som är nära knuten till byggsystemet.

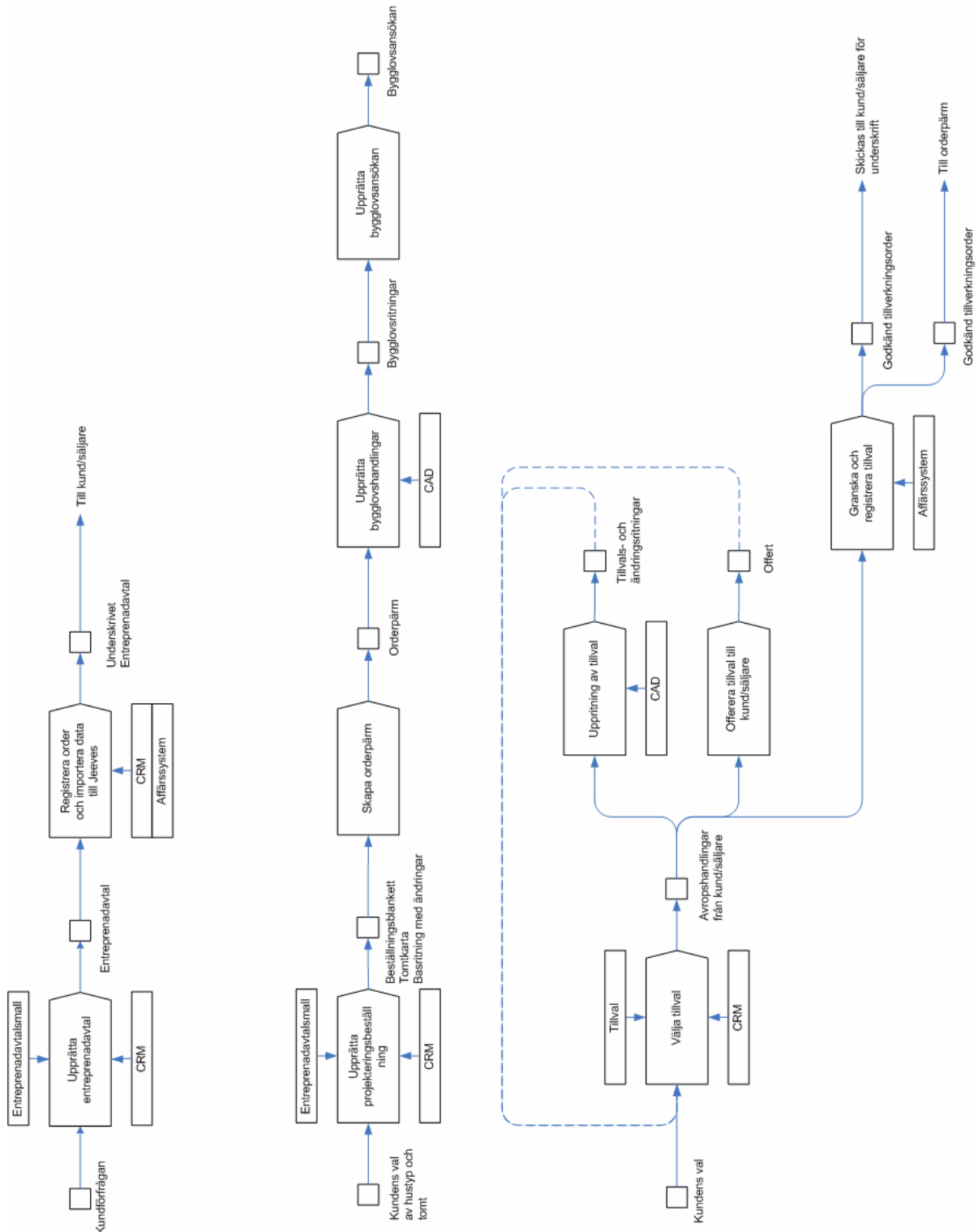


Figur 2.1 Huvudprocesskarta för villaproducerade företag och delprocesserna för huvudprocessen Tillverka hus.

Huvudprocesserna involverar flera avdelningar i organisationen och följer nödvändigtvis inte ett mönster där projekt lämnas framåt i kedjan från avdelning till avdelning, utan kan hoppa fram och tillbaka i organisationen. I en funktionsorienterad organisation krävs därför ett gott samarbete över gränserna för att en hög effektivitet ska erhållas. Teoretiskt sett finns goda möjligheter att ha kontroll över och styra processerna eftersom företagen själva äger både processen och i de flesta fall, de resurser som utnyttjas. Även om det inte finns en uttalad processorientering eller en tydlig processägare arbetar man i en form av processorienterad organisation där varje projekt följer en given arbetsgång.

I försäljningsprocessen är företagets huvudsakliga del att vara granskande part och offerera tillval och ändringar som kunden önskar. I de initiala skedena av försäljningsprocessen är det kunden och säljaren som för processen framåt genom de dokument som skapas av denna part och skickas in till företaget. Företaget har aldrig direkt kontakt med kunden utan all kommunikation

handhas av den externa säljaren. Säljaren har kunskap om företagets produkter och de olika valmöjligheter som finns för att skapa ett kundunikt hus. Säljaren har som en av sina uppgifter att förmedla de tekniska begränsningar som finns i företagets byggsystem. Försäljningsprocessen kan ses som ett antal aktiviteter eller delprocesser som utförs internt baserat på den information som erhålls från säljaren, figur 2.2.



Figur 2.2 Försäljningsprocessen för villaproducerande företag. Under aktivitetsrutorna visas de IT-resurser som används, ovanför visas de styrande dokument nyttjas vid utförandet.



Ett representativt projekt med en privat beställare följer i de allra flesta fall ett tydligt arbetsflöde. Försäljningsprocessen startar med att ett kontrakt upprättas mellan kunden och företaget där den externa säljaren fungerar som ombud för företaget. Kontraktet styr inte i detalj husets utformning, utan beskriver projektets ramar, resterande delar specificeras senare i försäljningsprocessen. När kontraktet inkommit registreras projektet i företagets affärssystem och vidare bearbetning av ärendet blir möjlig. En bekräftelse skickas till kunden på att projektet är registrerat, det är nu kunden som har ansvar för att nästa steg i processen ska initieras. När kunden har fastställt husets utformning så långt att en bygglovsansökan kan lämnas in, upprättas bygglovsritningar av företaget. Efter detta är det inte längre möjligt för kunden att göra ändringar som påverkar bygglovshandlingarna. Handlingarna vidarebefordras till säljaren som tillsammans med kunden upprättar en bygglovsansökan.

Tillvalsdelen består av flera olika typer av möjliga val. Tillval utan pristillägg, tillval mot pristillägg och offererade tillval på produkter som normalt inte finns i sortimentet. Det sista alternativet skapar ett merarbete för företaget och är svårare att hantera informationsmässigt jämfört med de övriga. I detta skede upprättas bland annat badrums- och köksuppställningsritningar, vilka skickas till kunden för godkännande och ingår senare som en del av det material som krävs för att tillverkningsprocessen skall kunna starta. Det omfattande tillvalsarbetet sammanfattas i ett dokument som beskriver kundens hus i detalj – tillverkningsorder. I tillverkningsordern finns all information som krävs för att tillverkningsprocessen ska kunna genomföras. Försäljningsprocessen avslutas med att kunden ska godkänna tillverkningsordern. Detta för att fastställa kundens beställning och för att kunna planera in projektet i produktionen. Tillverkningsordern är central för hela tillverkningsprocessen och fungerar som ett styrdokument för projektering och produktion.

Ett antal dokument och mallar finns tillgängliga för den externa säljaren som stöd i försäljningens delprocesser, oftast förmedlat via ett extranet. Också prislister och tillval finns tillgängliga via denna informationskanal. All formell kommunikation mellan säljaren och företaget sker brevlades i pappersformat. Det åligger säljaren och kunden att upphandla de tjänster som inte tillhandahålls av företaget t.ex. montage- och grundentreprenad. I vissa fall finns det ram- eller samarbetsavtal med entreprenörer som har vana att arbetat med företaget.

Den information som krävs för att tillverkningsprocessen skall kunna starta skiljer inte väsentligt mellan de studerade företagen. Dokumentation krävs bl.a. om vilken typ av hus kunden har beställt, in- och utvändiga ytskikt, ritningar över köksuppställningar, kakel- och klinker samt planlösning. Denna görs tillgänglig internt i pappersformat eller digitalt i en projektmappstruktur. Tidigt i tillverkningsprocessen görs beställningar av material som har lång leveranstid, där man måste ha en god framförhållning för att få hem materialet i tid. Också tidsplanering för projektering och produktion görs som en av de första aktiviteterna i denna process. När väl ramarna för projektet är fastställda startar en mängd projekterings- och beredningsaktiviteter som följer ett givet mönster.

De skillnader som har observerats mellan de deltagande företagen är främst i projekteringen och då huvudsakligen vilken typ av underlag som används för projektering. Underlaget kan bestå av ett gammalt projekt som har gemensamma nämnare med det nya projektet exempelvis taklutning, antal våningsplan, fasadbeklädnad etc. eller så används uppritade typhus som utgångspunkt. Även fall med ren nyprojektering där underlaget består av A-ritningar förekommer. Sedan utförs kundspecifika anpassningar för att framställa ett fullständigt produktionsunderlag. Projekteringsaktiviteterna sker parallellt med inköp och beredning av material, ordningen på dessa aktiviteter bestäms främst av tidpunkterna då dokument och inköpsordrar måste levereras för att tidplanen ska hålla. Ett fullständigt produktionsunderlag består av flera

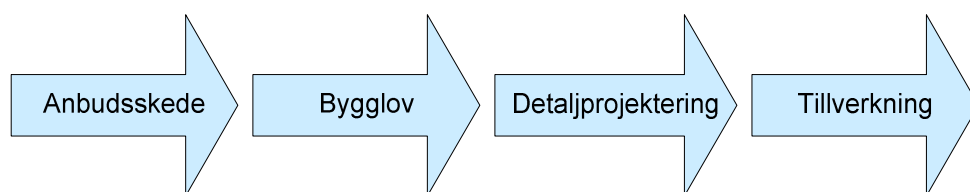
olika typer av handlingar där bland annat ritningar, kapnotor och lastlistor för transport ingår. Tillverkningshandlingarna behöver vara produktionen tillhanda vid fastställda tidpunkter före produktionens startdatum.

Produktionen är den del av verksamheten som interagerar minst med övriga delar av organisationen gällande informationshantering. Detta beror helt enkelt på att det idag inte finns möjligheter eller behov att ta tillvara på digital information. Med utgångspunkt i det produktionsunderlag som förmedlas från instanser tidigare i kedjan (uteslutande i pappersformat), produceras huset enligt tillverkningsordern. Tillverkningen är generellt sett uppdelad på olika produktionsenheter specialiserade för tillverkning av en viss typ av element t.ex. väggelement. Man har också produktionsenheter som tillverkar de element som i mindre grad är möjliga att serieproducera t.ex. gavelspets-element. Förädlingsgraden av de objekt som produceras i fabriken varierar mellan de kartlagda företagen. Detta påverkar inte nämnvärt den övergripande utformningen av processerna utan i första hand den mängd information som ska hanteras i organisationen.

### 2.1.2 Tillverkning av lokaler och offentliga byggnader

Tillverkning av byggobjekt som upphandlas på en öppen marknad uppvisar en delvis annorlunda process än villaproducerande företag. Objektsbyggarna (samlingsnamn för den typ av företag som tillverkar trähus byggda med volymer åt professionella beställare) agerar själva på marknaden för att attrahera kunder. Det är viktigt för denna typ av företag att komma in tidigt i processen, gärna innan bygglov är sökt, eftersom de stora vinsterna av att välja byggsystemet genereras om byggnaden anpassas till volymbyggnadstekniken redan på ett tidigt stadium. Objektsbyggarnas och kundens vinst möjliggörs av hög repetitivitet i tillverkningen, vilket kräver att byggnaden planeras för detta. Situationen är extra känslig för de objektsbyggare som uteslutande arbetar mot offentliga beställare där lagen om offentlig upphandling kräver att byggobjekt upphandlas på förfrågningsunderlag. (När byggnaden projekteras fram till förfrågningsunderlag är de flesta tekniska lösningar framtagna t.ex. ventilationssystem, rumsindelning och fönsterplacering.) Objektsbyggarna arbetar inte med säljagenter utan har istället en strategi där de har goda kontakter med beställare (kommuner, stat, bostadsbolag).

De två företag som arbetar med bostäder använder strategin att vara med tidigt i beställarens process, ibland t.o.m. så tidigt att detaljplanen som kommunen beslutar påverkas. De två företag som arbetar med offentliga lokaler har en svårare sits, eftersom de inte tillåts agera så tidigt i processen. Deras arbete består till stora delar av att anpassa redan färdiga förfrågningsunderlag till den egna produktionen. Huvudprocesserna beskrivs i figur 2.3.



Figur 2.3 Huvudprocesser för objektsbyggare

Oavsett vilken strategi företagen har för införsäljning så produceras alltid ett anbud som beskriver huvuddragen i projektet. Om beställaren accepterar anbudet startar detaljprojekteringen. Till skillnad från egnahemstillverkning innebär objektsbyggnation ett avsevärt större ansvar för installationer av alla slag. Ventilationssystemen i större byggnader är mer omfattande än i egnahem och även el- och avloppssystem skall tillåta en större utbytbarhet och kontroll under byggnadens livstid. Det innebär att under projekteringen skall inte bara själva byggnaden produktbestämmas, utan också de ingående installationssystemen. De deltagande företagen har olika strategier för att hantera detta; två av dem arbetar med underentreprenörer (andra företag)

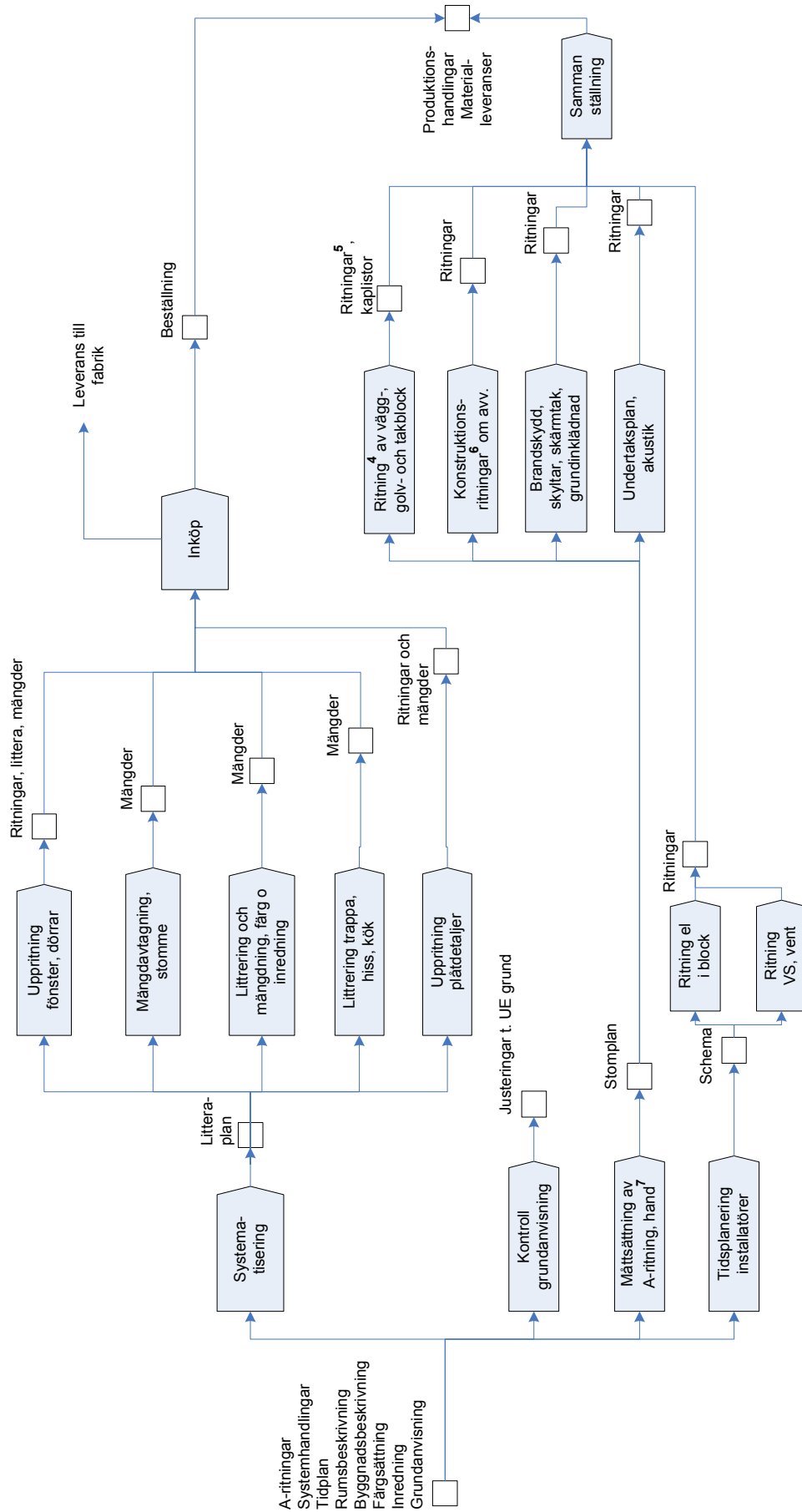
som genomför både projektering och senare installation i fabrik, medan de andra två företagen har anställt installationskunnig personal. Projekteringen genomförs av personal på företaget i samverkan med produktionsplaneringen. Inköp av vissa tidskritiska material görs tidigt under projekteringen, fönster är ett typiskt exempel.

Tillval från beställaren måste lösas på ett mycket tidigt stadium. Objektsbyggarna är här tydliga mot sina beställare och tillåter inga sena ändringar, vilket kan väcka förtret hos vissa beställare. Om det gäller produktion av bostadsrätter måste beställaren i sin tur ha ett välordnat system för tillvalshantering mot sina egna kunder som skall köpa bostadsrätten. Här finns "kundens kund", vilket gör tillvalsprocessen tidskritisk. Objektsbyggarna arbetar med att hålla nere antalet möjliga tillval för att effektivisera tillverkningen.

Projekteringen är för de fyra objektsbyggarna delad i två delar; byggnadsprojektering och volymprojektering. Projekteringen använder uteslutande A-ritningar som underlag. Skillnader mellan de fyra företagen föreligger m.a.p. vilken part som producerat A-ritningarna. För två av företagen görs A-ritningarna av en utomstående konsult, medan två av företagen själva är engagerade i att ta fram A-ritningarna. Volymprojekteringen kan sällan återanvända A-ritningarna, utan projekteringen börjar om från början, ibland med pappersritningar som underlag, ibland med AutoCad-filer. Under projekteringen tas tidplaner och ritningar fram som underlag för produktionen, men också tidplaner för montaget ute på byggplatsen. De data som krävs för att produktionen skall kunna starta är detaljerade ritningar av varje volym, förteckningar av ingående material i varje volym och produktionsordning med tider för varje volym och projekt. Under projekteringen av volymer skapas littereringssystemet av väggar och bjälklag som senare används i produktionen för att sätta samman rätt delar till en volym. Projekteringen är den period i ett projekt som upplevs svårast att kontrollera, eftersom den består av så många samverkande aktörer, figur 2.4.

Produktionen är relativt hantverksmässig på samtliga studerade företag. Inget företag använder andra datorstöd än Excel för att stödja produktionen och automatiseringsgraden är låg. En funktion som företagen arbetat mycket med är inköp av material. Flera företag har ingått strategiska avtal med materialleverantörer för att tillgodose fabriken med material, ofta måttbeställt. Företagen går mer och mer ifrån ett tänkande där material köps in objektvis, till att se den egna produktionen som en serieproduktion som kräver tillförsel av material. Beställarens insyn i produktionen är begränsad, men hos ett av företagen genomförs en normerande besiktning av beställaren av den första volym som produceras inom ett projekt. Produktionsupplägget innehåller för en volymtillverkare flera delar: till att börja med tillverkas enskilda element på separata stationer (golvblock, väggblock o.s.v.), när alla dessa delar föreligger monteras blocken samman till en volym som sedan kompletteras med inredning, lister och ytskikt. Detta innebär att planeringen av fabriken interna logistik måste genomföras noggrant. En ytterligare komplikation kommer upp för objektsbyggarna som anlitar underentreprenörer för installationsarbeten. Dessa företag arbetar integrerat i produktionsprocessen och måste avropas i tid för att få produktionen att löpa smidigt.

Efter att produktionen i fabrik avslutats levereras volymerna till byggplatsen för montage. Volymerna mellanlagras på fabriken innan leverans. Planeringen av montaget utförs av en byggplatsledare som också planerar leveranserna av volymer. Som hjälpmedel görs tidplan med tillverknings-tidplanen som underlag. Vissa av företagen monterar själva sin byggnad, medan andra hyr in personal för montaget.

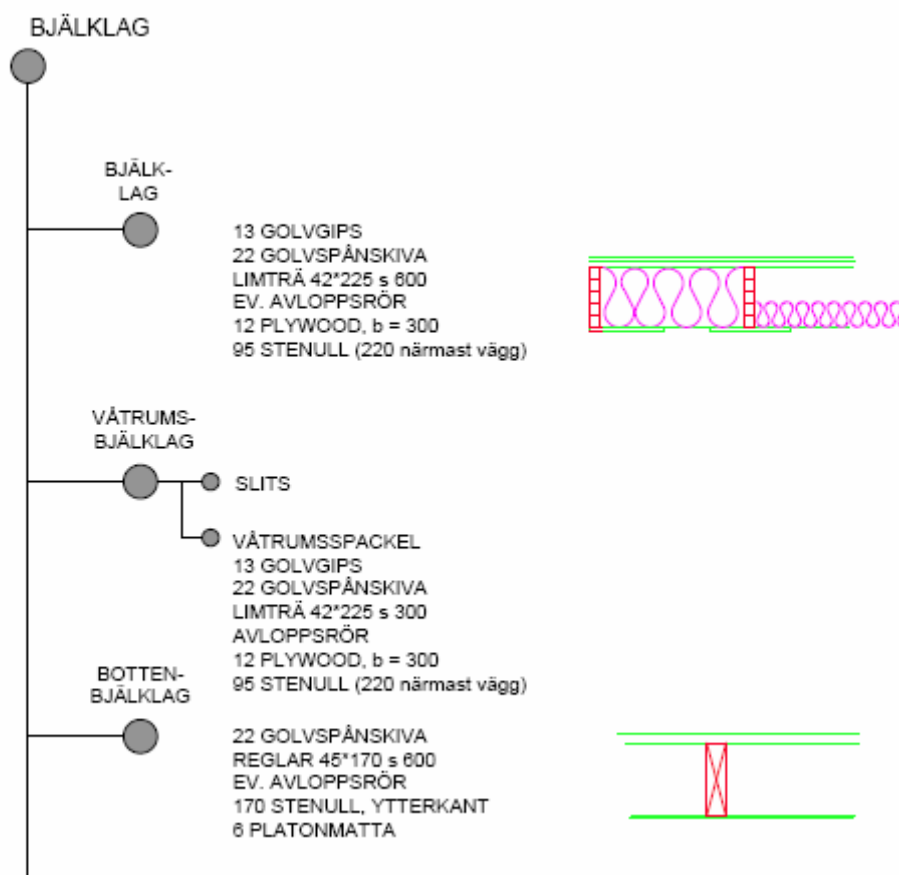


Figur 2.4 Projekteringsprocessen hos ett av de studerade företagen.

## 2.2 Beskrivning av byggsystem

Kartläggningen har visat att byggsystemen för de kartlagda företagen till största del är uppbyggda efter samma principer. Byggsystemets beståndsdelar kan delas in i två huvudsakliga informationsmängder; typlösningar och detaljlösningar. Till lösningarna hör en mängd regler som beskriver hur byggsystemet får användas och i vilken utsträckning. En fullständig beskrivning av ett byggsystem innehåller typlösningar (tvärsnitt), detaljlösningar (förband) och regler för hur byggdelarna interagerar.

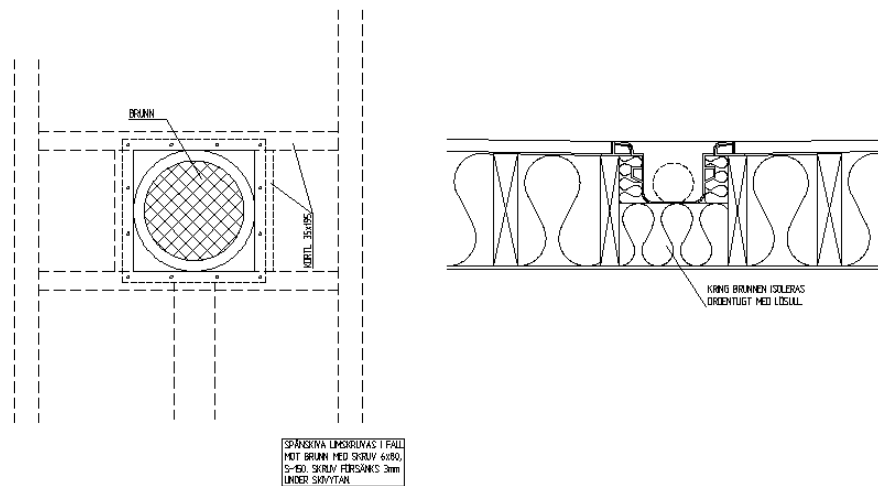
I huskatalogerna erbjuds kunder en mängd hustyper och utföranden. Detta korrelerar inte med de lösningar som konstruktivt används för att bygga upp dessa typhus. Om man tittar innanför skalet är inte skillnaderna mellan de olika hustyperna stora, lösningarna återanvänds genomgående i typhusen för att skapa en kontinuitet och en hög repeterbarhet i tillverkningsprocessen. De företag som inte arbetar med typhus måste kommunicera sitt byggsystems ramar tydligt till beställare och konsulter. Byggsystemet bör vara utformat så att det kan återspegla den flexibilitet i typhus och varianter som kunderna efterfrågar. Typlösningar anbringas på byggdelar med en tvärsnittsuppbyggnad exempelvis vägg- och bjälklagselement. I byggsystemets dokumentation beskrivs elementen genom dess ingående skikt. Elementets utbredning och ingående artiklar beaktas inte i byggsystemets dokumentation. Figur 2.4 visar en nedbrytning av en yttervägg och förklarar närmare hur dessa byggdelar är uppbyggda. De val som kunden gör påverkar vanligen inte de typlösningar som ingår i företagets byggsystem eller de processer som används vid projektering och produktion.



Figur 2.4 Principiell uppbyggnad av bjälklag

Detaljlösningar beskriver hur element ska sammanfogas till moduler eller stomme. I de flesta fall existerar en unik lösning för varje typ av möte mellan två olika element. Förutom att be-

skriva hur element ska sammanfogas beskriver dessa lösningar också hur olika typer av kompletteringar ska infästas till stommen, figur 2.5.



Figur 2.5 Detaljlösning golvbrunn

Regler som systematiskt styr byggsystemets utformning och dess begränsningar utifrån olika perspektiv existerar på olika nivåer inom organisationen. Det kan röra sig om begränsningar vad gäller transporter till byggarbetsplatsen eller placeringen av fönster i väggblock. Observationer hos de studerade företagen visar att reglerna sällan dokumenteras utan existerar i medarbetarnas huvuden som arbetsrutiner. Reglerna påverkar modulariseringen vid projektering. Därför är också dokumentation av dessa regler viktigt, speciellt om informationen endast finns hos nyckelpersoner eller då man vill automatisera hanteringen av dessa regler exempelvis i ett CAD-system. Kartläggningen har visat att dokumentationen ofta inte finns samlad på ett ställe, utan är fragmenterad och utspridd i olika delar av organisationen. Svårigheten för en person att överblicka alla aspekter gör dokumentationen av de regler som påverkar byggnadens utformning betydelsefull.

Genomgående för de deltagande företagen är byggsystemet dokumenterat i form av ett digitalt ritningsarkiv där ritningsfiler beskriver byggdelarnas typ- och detaljlösningar. Ritningarna finns generellt lagrade på en filserver hos företagen utan, eller med begränsade, sökfunktioner i materialet. Egnahemstillverkarna har utöver typ- och detaljlösningar även typhus uppritade som i detalj beskriver de olika hustyper som marknadsförs. Dessa typhus används som underlag till nya projekt och innebär att projekteringstiden minskar drastiskt jämfört med om nyprojektering skulle göras vid varje projekt. Mallritningar över de konstruktiva tillval som ofta görs i projekten har tagits fram. Objektsbyggarna arbetar inte med typhus, utan byggsystemet byggs upp av typlösningar, detaljer och regler. Hur byggsystemets dokumentation används skiljer sig åt beroende på hur företagets projektering genomförs. Använder företaget typhus utnyttjas denna dokumentation som en grund i varje projekt och de kundanpassade ritningarna hänvisar sedan till detaljritningar i byggsystemets övriga dokumentation. Upprättar företaget däremot nya handlingar för varje projekt, alternativt använder ett gammalt projekt som underlag, ritas nya handlingar för varje projekt där man refererar till typ- och detaljlösningar i standardbiblioteket.

Prefabriceringsgraden på de produkter som levereras från fabrik skiljer mellan de deltagande företagen. Skalan sträcker sig från färdiga volymer kompletta med ytskikt och installationer till 2-dimensionella element utan invändig gipskiva och installationer. Komplexiteten på de produkter som levereras från fabriken styr också den mängd information som behöver knytas till den byggtkniska plattformen. Levererar man mindre komplexa produkter från fabrik uppstår

logistiska problem i och med att mer material behöver levereras löst till byggarbetsplatsen och också denna information behöver hanteras systematiskt. I de fall enklare produkter levereras till byggarbetsplatsen ligger mer av ansvaret att upphandla övriga tjänster på kund och säljare.

Beroende på byggsystemets prefabriceringsgrad hanteras också installationer i byggnaderna på olika sätt. Utförs projektering och montering till största del på fabrik hanteras informationen i växelverkan mellan byggare och installationsansvarig (konsult eller intern). Detta ställer stora krav på informationssamordning. För de företag som inte hanterar installationer i fabriken upphandlas installationsentreprenörer externt som monterar när stommen är rest på byggarbetsplatsen, liknande ett traditionellt platsbygge.

Vid kartläggningen har inga samband mellan graden av prefabricering och kundgrupp kunnat urskiljas. Förtillverkningsgraden beror med största sannolikhet på de förutsättningar och den specialkompetens som finns, och historiskt har funnits, inom organisationen. Kartläggningen av byggsystemen har visat att det är möjligt att producera liknande slutprodukter tillverkade med olika tillvägagångssätt. Slutsatsen blir att byggsystemen för alla de kartlagda företagen har en liknande bas och uppbyggnad i vad som redovisas, d.v.s. typ- och detaljlösningar. Typlösningarna beskriver elements skiktuppbyggnad, exempelvis väggar och bjälklag. Detaljlösningarna beskriver hur element ska sammanfogas och hur detaljer ska infästas, dessa kan ses som ett komplement till typlösningarna och verkar som det sammanfogande "kittet" byggnaderna. Reglerna för byggsystemet är sporadiskt dokumenterade trots att dessa utgör ramarna för effektiv tillverkning.

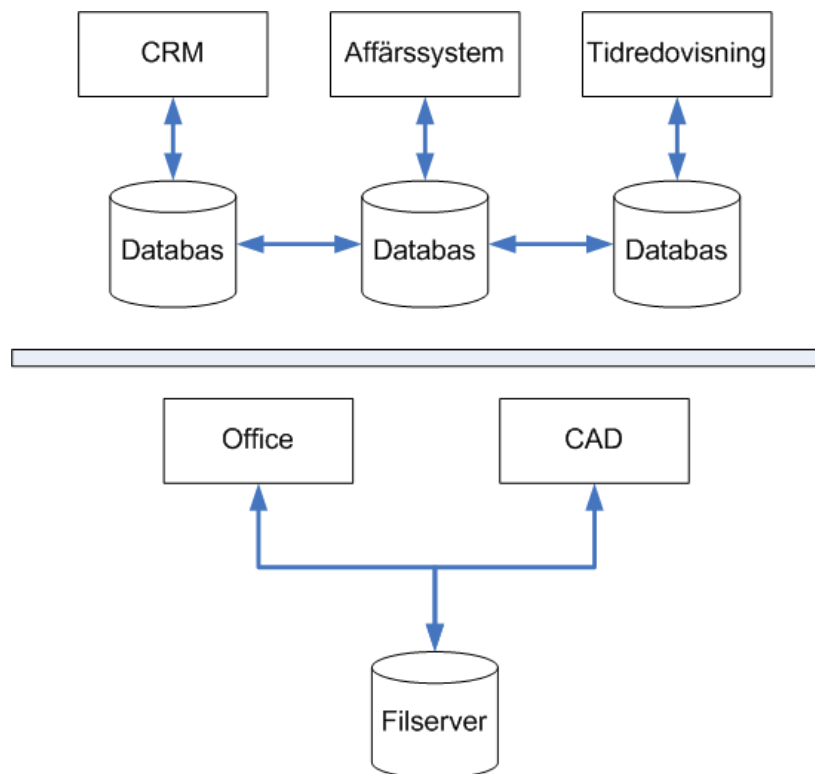
## **2.3 IT-system**

Användandet av IT-verktyg i verksamheten är utbrett över hela organisationen men används i olika stor utsträckning. Största delen av den information som skapas är knuten till projekt eller till de produkter som produceras. Verktøygen kan delas upp i övergripande system exempelvis affärssystem samt de som används för projektering och projekthantering. Fokus för denna kartläggning ligger på de verktyg som används i och stöder projekten och främst då den information som hanteras i försäljnings- och tillverkningsprocessen.

Övergripande projektinformation exempelvis kunddata, vilken produkt som beställts m.m. hanteras av ett affärssystem eller dokumenthanterare där informationen finns knuten till ett projektnummer. Projekthantering i form av ritningar, beskrivande dokument och liknande information finns oftast lagrat i en mappstruktur på en filserver, dock sällan kopplade till affärssystemet. I en del fall finns projektdokument skapade i projekteringsfasen knutna till dokumenthanterare eller affärssystem. Man kan se en distinkt gräns mellan projektdata och dokument innehållande produktdata, knutna till projektet, figur 2.6. Dessa lagras ofta i olika strukturer och information kring projektet har ingen gemensam lagringsplats. Olika IT-system hanterar data på olika sätt vilket gör att det är svårt att sammanföra data från olika system.

Många av de dokument som skapas lagras i form av textdokument och kalkylark. Data i dokumenten har oftast inte någon koppling till övriga system i verksamheten, informationen existerar i isolerade öar och det förekommer att information måste eftersökas på flera olika ställen. Bristen på integration mellan systemen gör att information ofta måste matas in flera gånger i olika system, speciellt då förändringar sker i projekten. Det område där bristen på kopplingar mellan systemen har påtalats av samtliga företag är mellan CAD-systemet och beredning. För projektering används Autodesk Autocad av samtliga utom ett företag, som istället använder DDS Huspartner. En del av företagen har gjort anpassningar i Autocad, dessa berör till största del lagerhantering och symbolbibliotek samt generering av elementritningar. Vid

projekteringen används i viss utsträckning också beräkningsprogram, främst då man gör förändringar av den bärande stommen. Dessa program har ingen koppling till övriga applikationer.



Figur 2.6 Barriär mellan projektdata och produktdata.

Idag har inget av de ingående företagen koppling till produktionsutrustning i fabriken. Ur ett längre perspektiv har nyttan av denna koppling påtalats av många företag som ingick i studien. Med ett större tillvaratagande av den information som skapas i CAD-systemet skulle en högre grad av automation av produktionsutrustningen vara möjlig.

De företag som aktivt använder affärssystemens material- och planeringsresurser samlar allt större del av informationen knuten till projekten i dessa system, alltifrån ekonomiska uppgifter till artikelstrukturer för projekt m.m. Detta har fått följden att mer och mer av projekthanteringen sköts i dessa system men det är svårt att integrera informationen från CAD-systemen p.g.a. skillnad i informationsstrukturer. Ett av de deltagande företagen har implementerat en konfigurator kopplad till affärssystemet, huvudsakligen för att automatisera delar av produktbestämningen. Konfiguratoren är konstruerad för att hantera affärssystemets strukturer vid tillval och kundanpassningar. Säljaren arbetar direkt i konfiguratorns webbgränssnitt. Företaget har skapat fördefinierade tillval som är prissatta, konfiguratoren skapar i första läget en offert till kunden baserat på de prislister som finns i affärssystemet. Om kunden väljer att acceptera offerten kan sedan en tillverkningsorder genereras i systemet. Här har man aktivt arbetat för att hantera större delar av informationen i affärssystemet, konfiguratoren har ingen koppling till CAD-systemet vilket gör att CAD-modellen sedan skapas fristående från konfiguratoren. De informationsstrukturer som finns i affärssystemet stämmer inte överrens med den information som produceras i CAD-verktyget, detta skapar frågeställningar som sträcker sig längre än implementering av en programvara.

Generellt sett för alla företag gäller att det saknas ett instrument eller programvara som samlar all projektinformation och dokument knutna till processen för delgivning av data mellan



system. Istället för att suboptimera de olika IT-system som används skulle man med ett bredare perspektiv ha större möjligheter att dela information mellan de olika parterna i organisationen.

De företag som arbetar mot offentliga beställare använder generellt sett en större flora av programvaror i de interna processerna. Exempelvis använder man kalkylprogram i tidiga skeden, det tillkommer också extra verktyg gällande bygglov och installationssamordning. Eftersom man inom dessa företag har en större spridning mellan projekten krävs också i viss mån kompletterande IT-stöd. På dessa företag är behovet av informationssamordning mycket stort.

### 2.3.1 Programvaror

Nedanstående tabell visar de programvaror som används hos de kartlagda företagen.

Tabell 2.1 Kartlagda företags programvaror

Programvara	Tidiga skeden	Projektering
<b>CAD-program</b>		
Autodesk Autocad	4	5
Autodesk ADT	1	1
DDS Huspartner	1	1
<b>Kalkyl/beräkning</b>		
Wikells Sektionsdata	1	1
Bidcon Kalkyl	1	0
<b>Affärssystem</b>		
Jeeves	1	1
VISMA	1	1
Axapta	1	1
Webbaserat säljstöd	2	0
<b>Tidplanering</b>		
Microsoft Project	1	2
<b>Allmänna verktyg</b>		
Microsoft Office	6	6

Det är tydligt att AutoCad:s de facto standard gör sig gällande även för dessa företag, då kompatibilitet och möjlighet att leverera handlingar i \*.dwg-format oftast anges som skäl för valet av programvara för projektering. Kopplingen till en automatiserad produktionslinje för t.ex. väggblock finns dock ännu inte i AutoCad. Den enda av ovan nämnda mjukvaror som erbjuder denna funktionalitet är DDS Huspartner, vilket också används av flera småhustillverkare. Ett alternativ till DDS Huspartner är att investera i HSB Cad, som för tillfället är de två enda system i Sverige som erbjuder produktionsberedning och maskinstyrning. Här finns idéer på en utveckling där programvaran RevIT skall utvecklas mot att klara maskinstyrning och produktionsberedning.

Den ringa förekomsten av kalkylprogram och beräkningsprogram beror troligen på att företagen byggt upp rutiner för detta baserat på Office-paketet istället. Excel är ett verktyg som många anammat för diverse uppgifter kring både teknik och ekonomi (kaplistor, uppföljningar, kalkyler, beställningar m.m.). Affärssystem som hanterar ekonomisk uppföljning i projekten används av hälften av de undersökta företagen och här är frustrationen stor över saknade kopplingar mellan affärssystem och CAD-verktyg. De båda egnahemstillverkarna använder ett webbaserat säljstöd för att hantera tillval under försäljningsprocessen. Detta arbetssätt har inte anammats av objektsbyggarna som istället kommunicerar tillval med sin beställare. För tidplanering används Microsoft Project, men återigen ofta Excel. De programvaror som lyfts fram

under föreliggande studie är säkert inte samtliga som används inom företagen, men tabell 2.1 ger en tydlig fingervisning om huvuddragen.

En undersökning av CAD-programvaror i den svenska trähusbranschen genomfördes under 2005 av Norman (2006). Av 29 undersökta företag använde 22 st. huvudsakligen AutoCad eller AutoCad ADT, men hade kompletterat med licenser av ArchiCad, Solidworks och RevIT. DDS Huspartner användes av 7 företag. Ett tiotal av företagen angav att de skulle investera antingen i RevIT, AutoCad ADT eller DDS Huspartner. HSB Cad användes av endast 2 företag. En önskan uttrycktes av företagen som Norman (2006) undersökte att finna en lösning där installationer kunde inkorporeras i en mjukvara som sammankopplar projektering och produktion. Denna önskan delas av företagen i föreliggande studie.

### **3. Jämförelser med IT-system inom övrig industri**

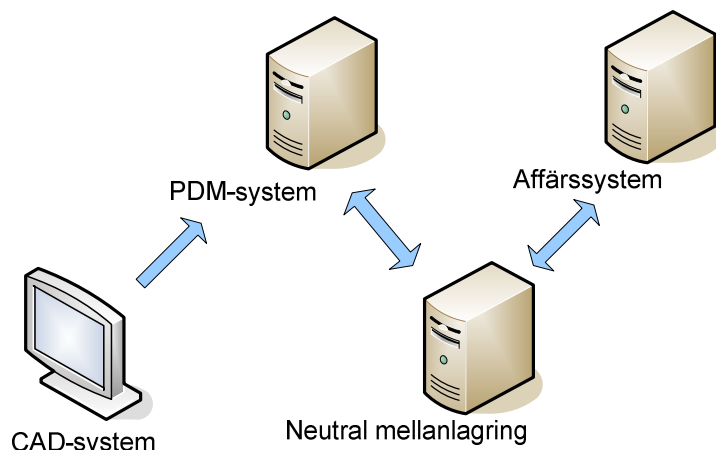
#### **3.1 Jämförelse med ett företag i tillverkningsindustrin**

För att jämföra träbyggingustrin med tillverkningsindustrin gjordes intervjuer hos ett medelstort svenskt verkstadsföretag som utvecklar, monterar och säljer produkter i relativt små serier. Under besöket intervjuades utvecklingschefen och den person som är ansvarig för produktionsberedning. I jämförelsen fokuserades på företagets IT-stöd i processerna samt hur informationsstrukturerna är uppbyggda.

I jämförelse med trähusindustrin kan en något annorlunda huvudprocesskarta urskiljas. Här finns en tydlig åtskillnad mellan produktutveckling och försäljning/tillverkning. Oftast sker ingen produktutveckling efter beställning, d.v.s. produkten är färdigutvecklad när den släpps för tillverkning och därefter sker sällan några justeringar eller kundanpassningar som kräver inblandning av utvecklingsavdelningen. Ingen tillverkning av produkter sker innan en kundorder är lagd, först när orderna inkommit skickas beställningar av material och komponenter till underleverantörer. I företagets regi sker endast slutmontering, tillverkning av komponenter och delmontage sker till största del av underleverantörer. Försäljning sker genom återförsäljare i respektive land. En ordermottagare på företaget använder affärssystemets konfigurationsmodul för att skapa en kundorder utifrån de artiklar som kunden vill beställa. Produkten består av en modulfamilj där kunden kan komponera en lösning som passar behoven.

Produktutvecklingsprocessen däremot startar när marknadsavdelningen presenterar en kravspecifikation på en produkt som marknaden efterfrågar. Kravspecifikationen är inte en teknisk beskrivning, utan denna upprättas av konstruktören i ett tidigt stadium av produktutvecklingen. Efter framtagandet av den tekniska beskrivningen tar konstruktionsarbetet vid. All produktutveckling sker i Autodesks mekanikapplikation Inventor. Programvaran hanterar alla delar av konstruktionen som separata filer, dessa sätts sedan ihop till sammanställningar där delar av, eller hela den färdiga produkten representeras. Inventors 3D-modellerare gör det möjligt för konstruktörerna att kontrollera både kollisioner mellan rörliga delar och beroenden i konstruktionen. All produktdata(filer) hanteras av PDM-systemet Compass, här kopplas alla modellerade konstruktionsobjekt ihop med ett artikelnummer. Förutom att koppla ihop dokumenten med ett artikelnummer, versionshanteras och administreras all konstruktionsdata och dokument från Compass gränssnitt. I PDM-systemet kan också ytterligare information kopplas till artiklarna, det är även möjligt att hämta information från andra databaser i organisationen. Företaget använder främst information från affärssystemet iScala. Detta gör det möjligt för konstruktörerna att t.ex. göra en prisförfrågan på en modellerad konstruktion direkt från PDM-systemet. Byts en artikel ut i modellen är det möjligt att se hur priset förändras. På detta sätt kan PDM-systemet hjälpa till att optimera produkten i ett tidigt skede.

PDM-systemen är främst avsedda för att hantera och kommunicera produktdata, därför riktar de sig främst mot konstruktörer. När konstruktionen är godkänd frisläpps den, samtidigt överförs informationen till affärssystemet där försäljning, inköp och produktion hanteras. Dock överförs inte alla artiklar som modellerats, utan endast de artiklar som motsvarar en sälj- eller inköpsbar artikel. Om exempelvis ett delmontage utförs av en underleverantör är det denna sammansatta artikel som överförs till affärssystemet. I företagets lösning är PDM-systemets databas master d.v.s. affärssystemet läser och kopierar data från Compassdatabasen där originalinformationen finns, figur 3.1. Emellertid innehåller den inte all information utan kompletteras i affärssystemet av personer från produktionsberedningen, vilka är affärssystemets huvudsakliga användare.



Figur 3.1 Kommunikation mellan CAD-system, PDM-system och affärssystem, exempel från tillverkningsindustrin.

Efter att ytterligare data applicerats i affärssystemet, exempelvis ledtider och arbetskostnader görs produkten tillgänglig för beställning. En ordermottagare hos företaget använder affärssystemets konfigurationsmodul för att administrera de val kunden gör. Beroenden mellan olika moduler hanteras i affärssystemet. Därefter läggs beställningar av komponenter till produkten hos underleverantörerna. Underlag som skickas till underleverantörer är, förutom beställningsorder, tillverkningsritningar i form av PDF-filer eller 3DCAD-modell, beroende på vad leverantören efterfrågar. När komponenter och delsammansättningar har levererats utförs slutmontaget i egen regi. Produktionsplanering och material hanteras i iScalas MPS-modul, personalen i produktionen avrapporterar själva materialåtgång och utförda arbetsmoment i affärssystemet. Ett medvetet mål är på att ha så små lager som möjligt i den egna anläggningen vilket kräver en god kontroll på material och tider.

## 3.2 Betongprefab

En process- och produktkartläggning har tidigare genomförts inom betongprefabindustrin, (Persson 2006). Det kartlagda företaget utvecklar, tillverkar och säljer prefabricerade betongelement för bostadshus, kontor, industrier och lantbruk. I fabriken tillverkas plattbärlag och skalväggar som fylls med betong på byggarbetsplatsen. Inga element lagerförs på fabriken, produktion och logistik är utformad så att betongelement levereras till byggarbetsplatsen då de behövs, enligt principen just-in-time. Vid leverans är elementen förberedda för installationer genom att dosor, elrör och kopplingar monteras i fabriken.

Överföringen av digital information mellan projektering och tillverkning sker med hjälp av maskinfiler från CAD-modellen, via produktionsberedning till robotar i fabriken. Produktionsapparaten med robotar och avancerade styrsystem ger en produktion där element inte längre behöver tillverkas i långa serier eller där produktionen måste ställas om för varje ny typ av element.

### 3.2.1 Process och informationsmodeller

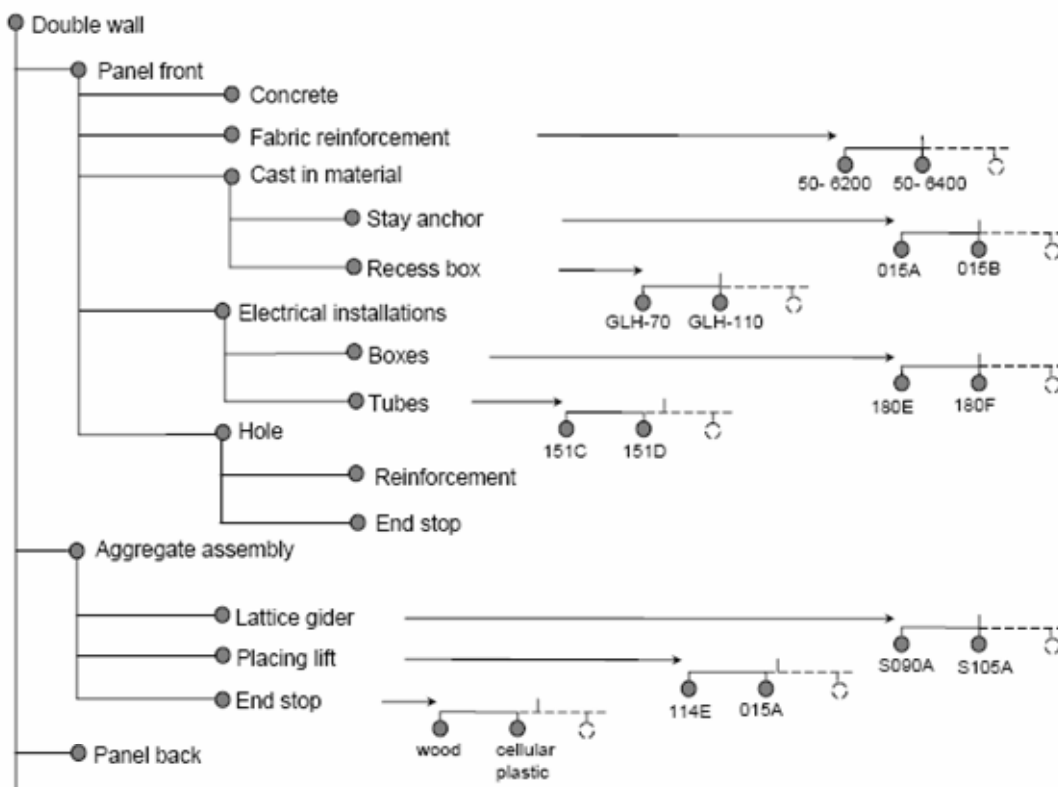
Under kartläggningen utkristalliserade sig delprocesserna försäljning, projektering, planering, tillverkning och montering. Ett projekt startar då marknadsavdelningen tar emot en förfrågan om att leverera betongelement till ett byggprojekt. Avdelningen skickar ett antal dokument till projekteringsavdelningen, materialet levereras uteslutande i pappersformat. Projekteringsavdelningen tar emot grundläggande digital data från arkitekter och installationsprojektörer i form av dwg- eller plt-filer som underlag för projektering av betongelementen. Projektering av skalväggarna och plattbärlagen görs i IDAT (AcadWand och AcadDecke), ett CAD-system utvecklat för prefabindustrin. För att utöka flexibiliteten har en informationsstruktur utvecklats som även gör det möjligt att projektera i programvarorna Stomkon och IMPACT. Detta ger

möjligheten att köpa projekteringstjänster från företag med tillgång till dessa system. CAD-systemen som används är genomgående objektorienterade programvaror. Systemen hanterar de regler och begränsningar som kontrollerar konfigureringen av betongelementen, även elrör, ingjutningsgods och lyftöglor. Alla CAD-systemen bygger på Autocad-plattformen och är således inte parameterstyrda.

När betongelementen är specificerade i CAD-systemet genereras en maskinfil. För att detta ska vara möjligt har man varit tvungen att göra anpassningar i programvarorna för att CAD-systemet ska kunna arbeta tillsammans med det produktions- och övervakningssystem som används i fabriken.

### 3.2.2 Produktstruktur

Byggsystemet på det kartlagda betongprefab-företaget består huvudsakligen av skalväggar och plattbärlag. För varje kund utvecklar IMPACT en fabriksstandard som beskriver produktstrukturen och tillåtna varianter. IMPACTs fundament är en databas innehållande de betongelement som tillhör fabriksstandarden. Objektens geometri lagras i databasen, de är här modifierbara och det är möjligt att lägga till nya objekt. Konstruktören arbetar hela tiden med objekten i databasen vilket underlättar versionshantering och användandet av fabriksstandarden. Görs en ändring av ett element i databasen kommer detta att få genomslag för alla instanser av detta element som finns representerade i CAD-modellen. Här är databasen integrerad i CAD-systemet vilket är en annan metod att hantera cad-objekt jämfört med studien som presenterades i 3.1. CAD-verktyget är här den centrala parten som både hanterar objekten och bygger upp modellen. Figur 3.2 visar fabriksstandarden som den ser ut i IMPACT för en skalvägg och redogör för produktstrukturen på det kartlagda företaget. Till höger i bilden visas ett utsnitt av de varianter som kan förekomma för de olika komponenterna. Beteckningarna är identifieringsnummer för de olika artiklar som hanteras i produktionen.



Figur 3.2 Produktstruktur i projekteringsverktyget IMPACT

Förutom de programvaror som används på de kartlagda betongprefab-företaget finns också affärssystem utvecklade för branschen. ELIPLAN är ett finskt affärssystem som riktar sig mot tillverkare av prefabricerade betongelement. Det hanterar funktioner som kalkyl, projektstyrning, produktionsplanering, material- och lagerstyrning m.m. Systemet är utvecklat i samarbete med en ledande prefab-producent i Finland. Från ELIPLAN kan en mängd olika rapporter genereras för att stödja de interna processerna och hanteringen av de dokument som ska distribueras till kunden tillsammans med produkten. All information som hanteras av systemet lagras i en databas. Kopplad till ett produktkonfigurationssystem t.ex. IMPACT, kan information som material och dimensioner överföras till ELIPLAN för att sen användas för gjutningsprogram, lastplaner m.m. ELIPLAN har sitt fundament i de MPS-funktioner som styr hanteringen av material och produktion.

## 4. Demonstratorer

### 4.1 Demonstrator 1 Informationshantering

Processkartläggningarna visar på ett mycket spretigt hanterande av information och företagen vittnar om svårigheten i att få en överblick över de processer som pågår. I sammandrag kan följande punkter/frågor illustrera det behov som finns vad gäller informationsstrukturen:

- det är svårt för en enskild medarbetare att veta vilka dokument som producerats och vilken version som är gällande samt var dokumentet/informationen finns.
- regler och konstruktionsdata tillhörande de olika fysiska delarna av ett objekt/byggnad lagras inte på ett strukturerat sätt vilket gör att man måste leta på flera olika ställen för att hitta komplett information t.ex. angående en viss byggdel.
- processen är personberoende, vilket innebär att en kollega har svårt att vid förfrågan ge direkt besked till kund om en viss process avslutats eller fortfarande kan påverkas.
- överblicken över var i processen ett visst objekt (hus) befinner sig är inte omedelbar med den informationshantering som idag används.
- ett enkelt ärendehanteringssystem vore önskvärt, målet är att direkt kunna se vilka uppgifter som slutförts och vilka som ännu inte avslutats.

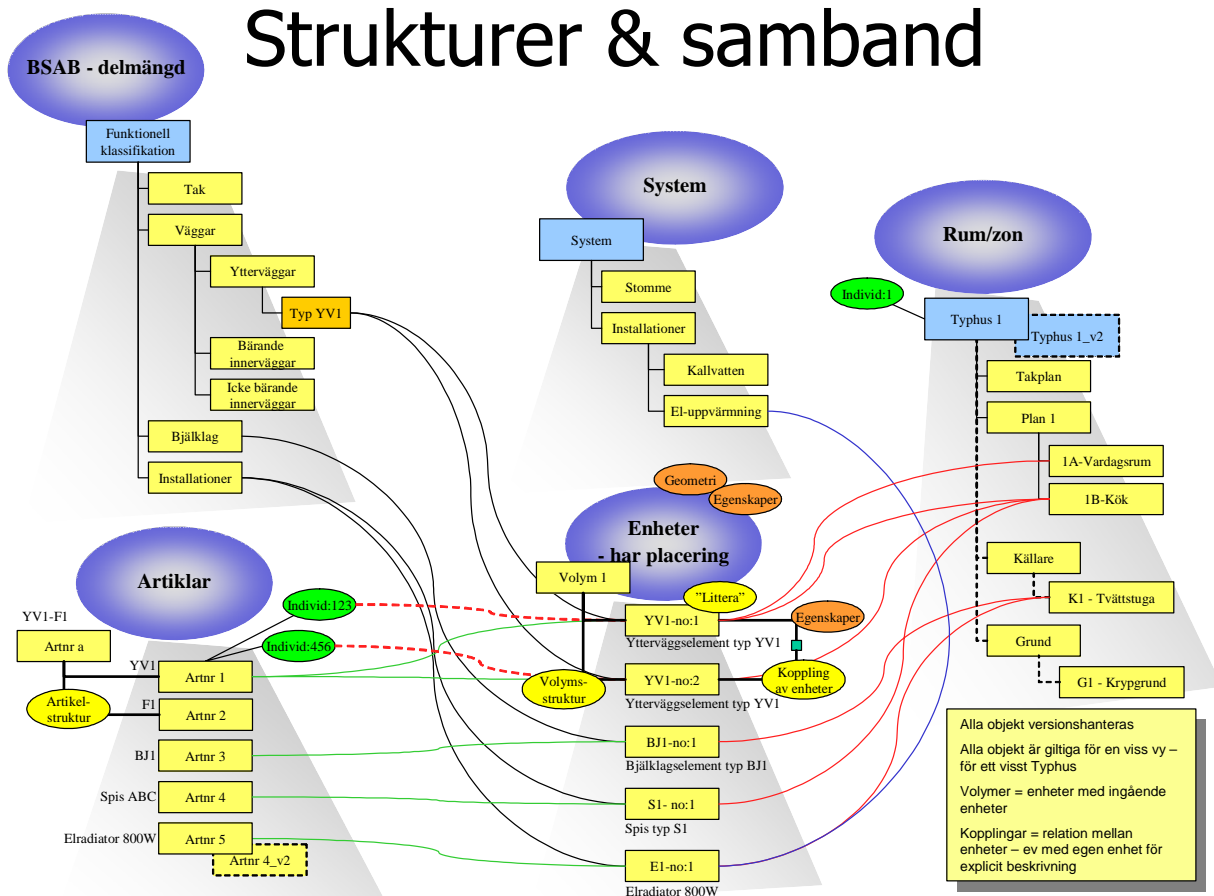
I sammandrag är det tydligt att företagen arbetar i en dokumentbaserad process som är personberoende. Det betyder att processen är sårbar för störningar t.ex. om någon blir sjuk. Det betyder också att processen inte stöttar en större automatisering av produktionsprocessen. Eftersom fler produkter då skall produceras, blir mängden data som skall hanteras också dubbelt så stor, men tiden detta skall göras på fördubblas inte. Ett problem för företagen i det här sammanhanget är att de IT-system man använder idag är väl inarbetade och ett byte av dessa kan leda till stora kostnader för företaget. En lösning är att arbeta med en informationsstrukturering som är oberoende av datas härkomst, men ändå representerar en produktorientering.

#### 4.1.1 PLCS-standard

Ett exempel på en framväxande teknologi är PLCS (Product Life Cycle Support ISO 10303-239 2005) som organiserar data av olika härkomst i en neutral struktur och format. PLCS möjliggör att produktstrukturer kan anpassas efter företagens affärsprocess samtidigt som den stödjer standardisering av kommunikation mellan olika företag (s.k. extended enterprises). Det finns i standarden också möjlighet att stödja en enkel ärendehantering där objekt klarmarkeras vartefter de arbetas igenom. Styrkan i PLCS-standard ligger dock i att objekten klassificeras, vilket möjliggör att objekten kan grupperas på många olika sätt. T.ex. är det möjligt att med samma grunddata visa samtliga skivor av en viss storlek, visa var i strukturen dessa skivor är placerade, samt när de är planerade att tillverkas. Möjligheten uppstår genom att standarden i sig baseras på ett klassificeringssystem som innehåller flera attribut per objekt kombinerat med möjligheten att koppla data till objektet oberoende av datas härkomst (t.ex. bilder, ritningar, PDF-dokument, intyg). För produktutveckling eller förfining av ett byggt objekt finns en versionshantering av data inlagd.

Tankarna i PLCS finns idag delvis implementerade i PDM-system som används av företag inom maskinindustrin för att hantera en produkts utveckling över dess livslängd t.ex. med versionshantering och spårbarhet på individnivå av ändringar och uppdateringar. I byggindustrin är inte problematiken vid framtagning av nya produkter lika påträngande, men däremot är behovet av att strukturera data stort. PLCS-standard kan här erbjuda ett stöd som varar genom hela livslängden för objektet, eftersom data som kopplats till byggnaden senare kan

levereras till slutkund som en information kring det objekt kunden upphandlat. En grafisk bild av hur PLCS-standardens sorterar och presenterar data finns i figur 4.1.



Figur 4.1 Exempel på PLCS-standardens olika sätt att presentera data

De gula fälten i figur 4.1 representerar olika sätt att klassificera de data som kommer från CAD-programmet. En vägg kan t.ex. klassificeras som tillhörande gruppen väggar om man tittar på BSAB-systemet, samma vägg tillhör ett visst rum (volym) när man tittar på strukturen från en annan synvinkel och slutligen kan väggen vara en artikel som representerar ett visst innehåll i väggen. Sammantaget ger det här en stark möjlighet att kunna följa upp och organisera information kring den byggda strukturen på ett sätt som är användbart både i projekteringsskedet, men också för uppföljning av kostnader och effektivisering. Det blir t.ex. möjligt att hålla nere antalet varianter och versioner av väggar och mått, genom att på ett överskådligt sätt kunna presentera data.

Om man väljer att använda affärsmodellen Extended Enterprise så kan t.o.m. inköp göras via PLCS-systemet, eftersom data är så precist definierade att en leverantör med samma system kan lägga anbud på att få komma med leverans. För närvarande är inte byggföretagen framme här riktigt ännu, affärsmodellerna ser annorlunda ut idag.

## 4.1.2 Funktion för demonstrator 1 Informationshantering

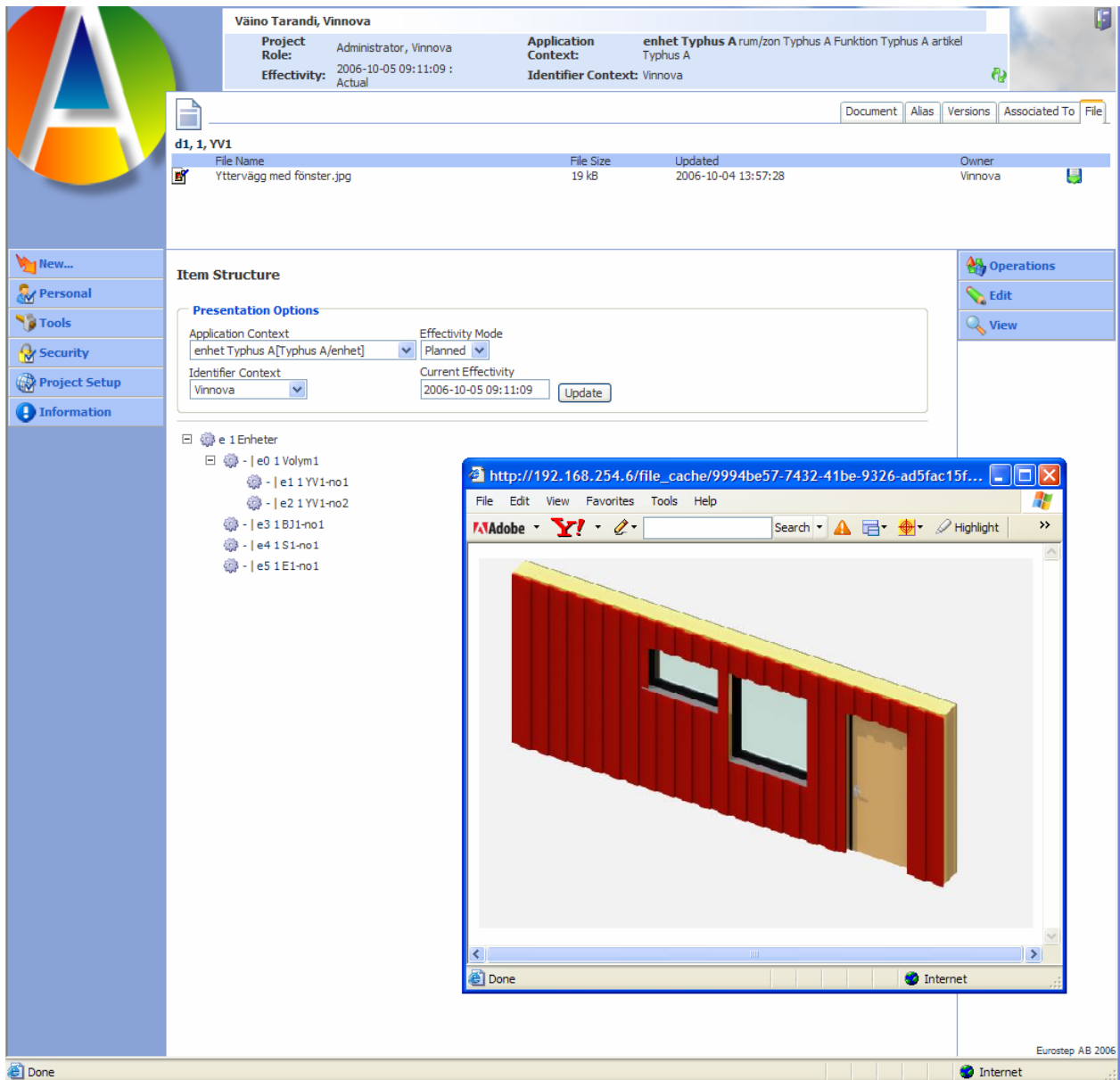
I föreliggande projekt har parten Eurostep AB byggt upp en demonstrator i programvaran Share-A-Space, som visar på möjligheterna med en strukturerad informationshantering. Demonstratorn tar sina grunddata från Demonstrator 2, som producerar CAD-data för uppbyggnaden av ett hus. Data som skapas i CAD-verktyget överförs till PLCS-systemet via IFC-standardens. (IFC = Industry Foundation Classes, ett sätt att beskriva byggda strukturer, komponenter och relationer i en och samma modellfil, läsbar av flera olika programvaror). Arbetet



med att bygga upp demonstratorn bygger på att plocka ut relevant data från CAD-modellen och ordna in den i PLCS-strukturen. När data presenteras i PLCS-strukturen kan det t.ex. se ut som i figur 4.2.

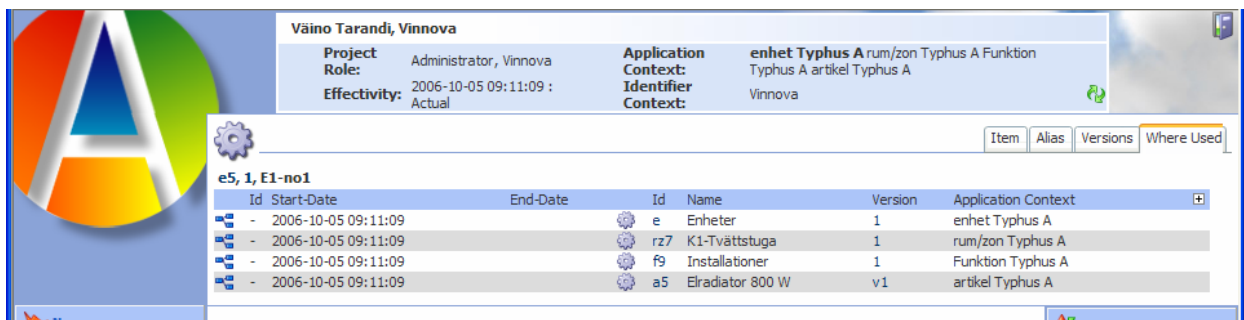
Figur 4.2 Exempel på presentation av byggsystem i Share-A-Space.

I figur 4.2 visas en nedbrytning som baseras på rum eller zoner. Denna nedbrytning är användbar för att ha kontroll på alla kompletteringar som är kopplade till särskilda rum t.ex. köksuppsättningar. Är man hellre intresserad av att se data som tillhör den bärande strukturen kan man välja att visa data sorterat på volymer, figur 4.3.



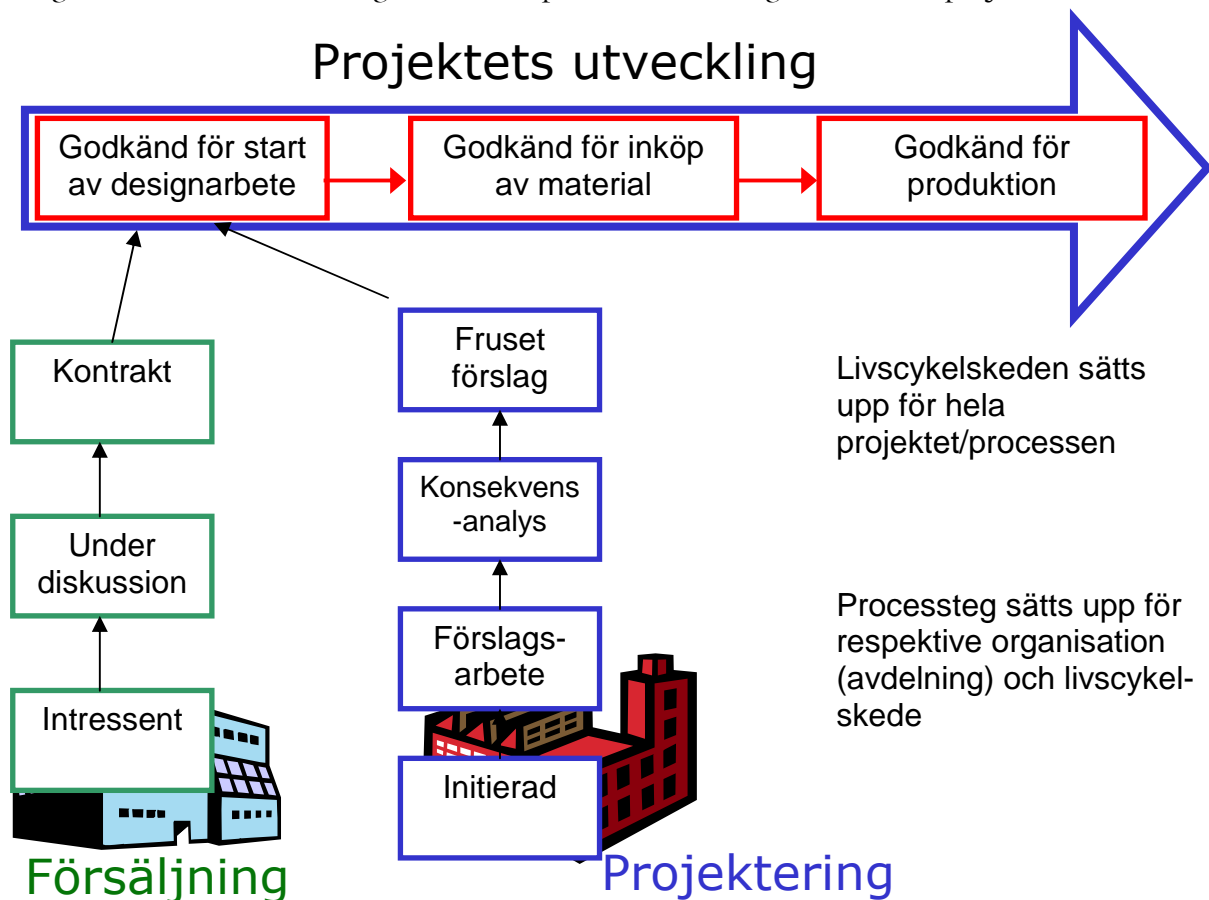
Figur 4.3 Exempel på byggproduktstruktur med kopplad bildfil.

Här ser man direkt de ingående delarna i en volym och kan också få en grafisk representation av delarna i volymen. Data som kopplas till varje element kommer från CAD-programmet som använts (oberoende av vilket CAD-program som använts). Är man intresserad av att veta vilka element som är placerade på ett visst ställe i strukturen så går det också att ta fram, figur 4.4.



Figur 4.4 Spårning av placering i byggnad.

Demonstratorn erbjuder möjligheten att presentera och följa upp den information som skapas under projekteringen och produktionen av byggnaden. En enkel ärendehantering kan också kopplas till systemet, figur 4.5. Varje aktör kan följa sin interna godkännandeprocess och samtidigt vara koordinerad med godkännandeprocessen för det gemensamma projektet.



Figur 4.5 Schematisk beskrivning av godkännandeprocessen som kan stödjas av ett ärendehanteringssystem

Demonstrator 1 har visat på möjligheterna med att ha ett strukturerat förhållningsätt till sin information. Systemet medför stora möjligheter att dels följa upp framskridandet i förädlingsprocessen och dels hantera den stora mängd data som produceras under projektering och tillverkning av en byggnad.

#### 4.2 Demonstrator 2 Produktbestämning via CAD

Ett stort problem för de företag som arbetar med att sälja volymbyggda hus är svårigheten i att kommunicera sitt byggsystem till kunder och arkitekter. För att en volymbyggare skall nå effektivitetshöjningar som ger prisfordelar måste beställare tillåta att volymbyggaren kommer in mycket tidigt i processen. Detta beror på att många av de parametrar som bestämmer förutsättningarna för ett byggobjekt bestäms i ett mycket tidigt skede (exempel är husets höjd, ytan som byggnaden tar upp på situationsplanen, husets yttre form). Det går att ta ett strategiskt beslut för företagen att arbeta på en sådan marknad att företaget tillåts komma in tidigt och styra processen t.ex. med privata beställare av bostäder. I ett annat marknadssegment är det däremot helt omöjligt att arbeta med denna strategi och det gäller verksamhetslokaler som ofta lyder under lagen för offentlig upphandling. Lagen statuerar att för att undvika snedvriden konkurrens skall projekt över en viss storlek utannonseras på en öppen marknad. Förr att projekten skall vara gångbara på en öppen marknad, måste i princip upphandling ske på förfrågningsunderlag och det betyder att byggnadens utformning i stora delar är låst, eftersom lokalutred-

ning och första förslag till utformning redan genomförts. De första utredningarna genomförs oftast av beställarens konsult, i normalfallet en arkitekt. För att volymbyggnadstekniken skall bli ett alternativ måste byggsystemet kommuniceras till arkitekten som genomför den första utredningen. Här finns behov av ett kommunikationsmedel, som i föreliggande projekt har exemplifierats genom en demonstrator som baseras på CAD-gränssnittet.

Från kartläggningen av de 6 företagen framgår det att de 4 företag som tillverkar volymbyggda hus upplever problem med att "få arkitekterna att rita hus som vi kan bygga med vårt byggsystem" d.v.s. tolkat att kommunicera byggsystemet så tydligt indelningar i moduler inte möjliggörs på ett tidigt stadium. En teknisk lösning på denna problematik är att göra en "verktygslåda" som via CAD-gränssnittet kommunicerar de ramar som byggsystemet sätter upp till användaren. Rent praktiskt går det till så att arkitekten kompletterar sitt CAD-system med en extra verktygslåda som innehåller företagsspecifika väggar, golv och volymer. Objekten är intelligenta genom att de innehåller regler för geometri och för placering av fönster och dörrar. På det sättet blir det omöjligt att projektera en byggnad som inte går att producera med byggsystemet. Verktöget är inte enbart intressant att använda för externa arkitekter, utan kan också användas utav konsulter i den egna organisationen som ett verktyg för att modulindela redan projekterade byggnader.

Den vidare kopplingen från CAD-verktyget erbjuder en möjlighet att återanvända data som skapas vid projekteringen. Flertalet personer i studien har påtalat att det är vid CAD-projekteringen som den egentliga produktbestämningen sker. Det vore därför naturligt att tänka sig att även strukturer för artikelnummer och attribut för informationshantering skapas under CAD-projekteringen. Så sker inte idag, utan de företag som använder material- och planeringsfunktionerna i affärssystemen, hanterar de två systemen som skilda från varandra; CAD-systemet representerar den tekniska beskrivningen av objektet och affärssystemet den ekonomiska. I produktbestämningen kring demonstrator 2 låg från början en önskan om att underlätta kommunikationen av byggsystemet externt, men ledde senare till en sammankoppling med demonstrator 1 som kan liknas vid ett PDM-system.

#### **4.2.1 GDL-teknologi**

Under de senaste 10 åren har många diskussioner förts om nyttan med att kunna utbyta information mellan olika CAD-system. Arbetet intensifierades med studierna som genomfördes inom IT Bygg och Fastighet, (Wikforss et al. 2003). Då föreslogs databaser som central enhet som en möjlig väg att lösa problematiken att hålla reda på data. Juridiska frågor som uppdatering och underhåll av själva databasen hindrade dock denna utveckling i byggbranschen som är mycket fragmenterad. Utvecklingen har sedan dess vandrat mera åt att CAD-system idag skriver till ett modellorienterat internt som i vissa fall är kompatibelt med IFC. För att möjliggöra intelligenta CAD-objekt dvs. att byggsystemets regler avspeglas i objektet kan olika teknik användas. GDL (Geometry Description Language) är en teknik som möjliggör intelligens i byggobjekt samt kompatibilitet med olika CAD-program och överföring till IFC-formatet.

GDL används för att bygga varudatabaser t.ex. fönster och dörrar. Tekniken används också för att bygga CAD-objektsbibliotek och för att skapa programvaror t.ex. för inredning av butiker, fasadsystem, kök. Ett nyligen uppmärksammat projekt är uppbyggnaden av CAD-objekt till NCC Komplet (2006). Som bärare av geometrisk information kring industriellt byggande är alltså GDL-teknik lämpligt och beprövat. Till skillnad från vanliga CAD-objekt (inom byggande) är GDL-objekt fullt parametriserbara, vilket underlättar byggandet av relationer och parameterstyrda konstruktioner. T.ex. kan regler sättas upp som styr maximala längder på ett objekt.

## 4.2.2 Funktion för demonstrator 2 Produktbestämning via CAD

Demonstratorn kring CAD-teknik har tagits fram av parten Inbrix. Demonstratorn baserad på CAD-teknik togs fram under premisserna att den skulle lösa ett aktuellt problem för de industriella träbyggarna samtidigt som den skulle bygga upp delar av informationsstrukturen i PLCS-databasen.

CAD-demonstratorn visar:

- uppbyggnad av väggar med en detaljeringsgrad ner på enskilda regler (vägg har valts som demonstratorobjekt, funktionen är fullt överförbar till andra byggnadsdelar)
- överföring av hierarkin i informationen genom definition av attribut direkt i CAD-programmet
- CAD-projektering via konfiguration, inte via geometriuppbyggnad
- konfiguration av byggsystemet inom de ramar som ett enskilt företag sätter upp t.ex. följer uppbyggnaden av väggar de ramar som finns i tillverkningen m.a.p. placering av fönster, höjder, längder etc.
- kontroll av nyckeldata i form av ytor för respektive skikt i väggen samt löpmeter regler o.s.v.
- montering av CAD-objekten förenklas genom magnetiska fästpunkter vilket minskar risken att rita fel.

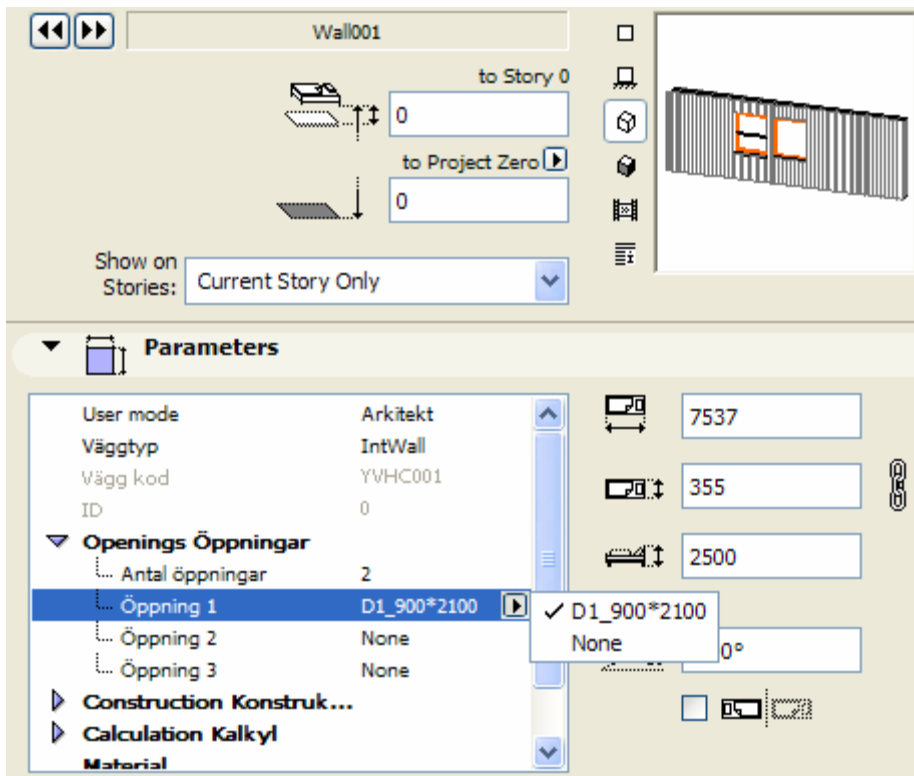
Demonstratorn är uppdelad i två detaljeringsgrader, en för arkitekter och en för konstruktörer. Tanken bakom detta är att skapa en funktionell produkt som riktar sig till två användare:

1. Arkitekten som arbetar som beställarens konsult får ett stöd i det tidiga projekteringskedet när ramarna för byggprojektet läggs fast. Denna målgrupp är mycket viktig ur konkurrenssynpunkt för objektbyggarna eftersom volymbyggnadssystemets vinst genereras när objektet redan från början planerats för volymbyggnad.
2. Konstruktören som arbetar på volymbyggnadsföretagen och skall anpassa en befintlig projektering till produktion. Idag genomförs ofta projektering i två steg; byggnadsprojektering och volymsprojektering. Projektering av volymer är mycket detaljerad och en önskan om framtida användning för produktionsberedning t.ex. mot automatisk tillverkning har uttryckts av deltagande företag. Denna punkt är inte medtagen i föreliggande demonstrator, men inga hinder finns rent tekniskt för att införa denna funktionalitet.

Arkitekten ser i sitt ritningsläge inte regelplacering, men denna skapas samtidigt som arkitekten arbetar. Konstruktören tänder sedan visningen av regler och skivor. Manuell justering av regelplacering är möjlig för konstruktören. Under konfigurationen klassificeras objekten som skapas via ett kodsysteem. Koderna synkroniseras mellan Demonstrator 1 och 2, så att data som skapas vid konfiguration återanvänds för informationsstrukturering.

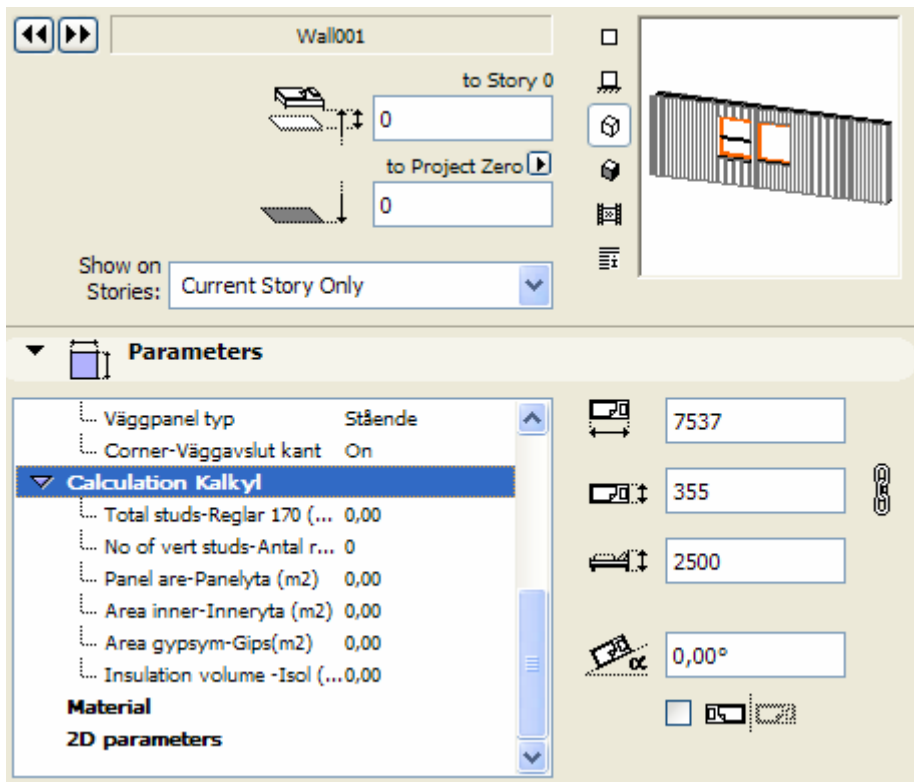
Som ett exempel har olika väggtyper programmerats i demonstratorn. Dessa förprogrammeras för att minimera ritarbetet. Anpassning till varje enskilt företags byggsystem är fullt möjlig. Programmering av väggtyper innefattar också lösning av sammanfogningen i hörn och regler för placering av fönster och dörrar. I demonstratorn används ett generellt byggsystem, anpassningen måste i ett senare skede göras mot resp. företags system.

Öppningar av olika typer och storlekar kan anges, figur 4.6. Placeringen av öppningar kan ändras i planritningen och ändringen följer de regler som byggsystemet sätter upp t.ex. får fönster ej krocka eller placeras närmare än ett visst avstånd från hörn. Fönsterplacering utanför modulmått kan också förhindras.



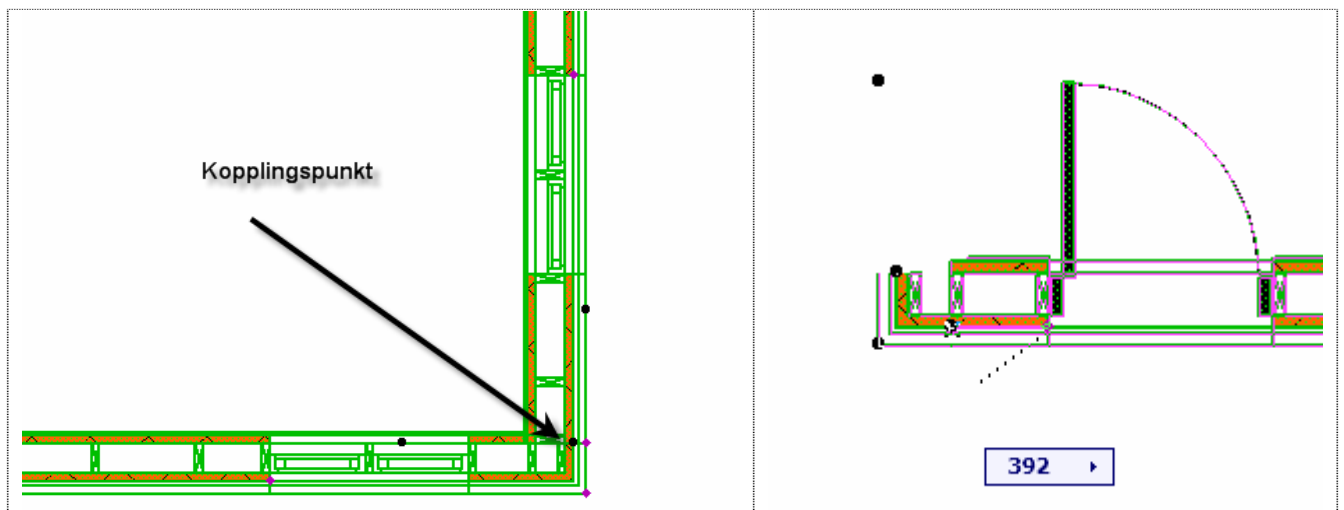
Figur 4.6 Öppningar

När väggen konfigurerats klart föreligger också data för att generera kaplistor för elementet, figur 4.7. Mängder för kalkyl och materialbeställning exporteras till informationsstrukturen tillsammans med övrig geometrisk data.



Figur 4.7 Mängd- och kalkyldata

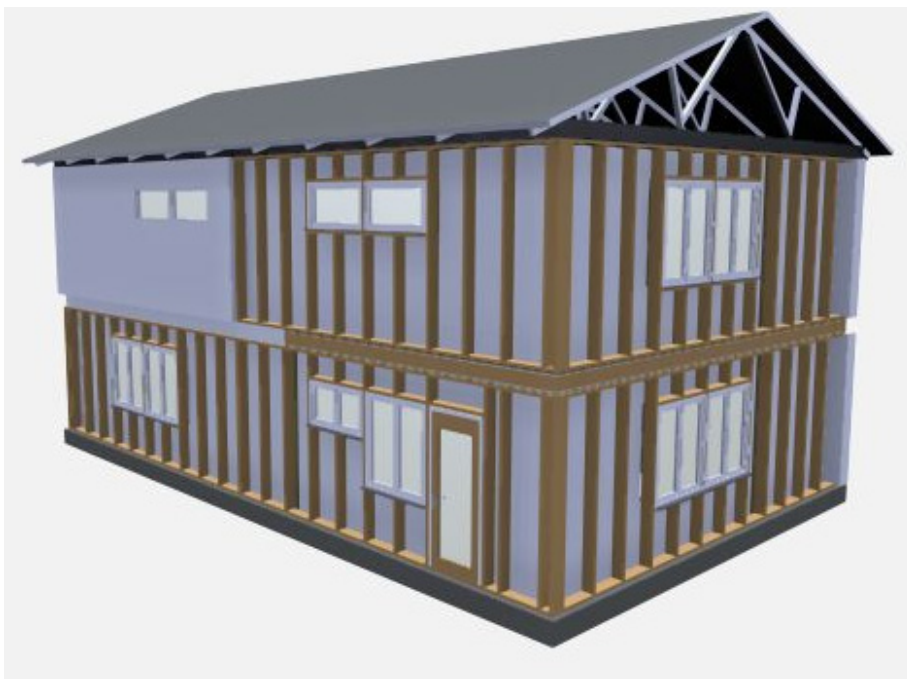
Väggmodulerna har inbyggda fästpunkter som automatiskt ansluter till andra modulers anslutningspunkter. Vid montering i hörn måste en av de anslutande modulerna vara av hörntyp. Detta illustreras i demonstratorn både i 2D och i 3D, figur 4.8.



Figur 4.8 Anslutning i hörn och justering av dörrposition.

Vid justering av öppningskompletteringars position kan respektive öppning flyttas i steg om 10 mm med inbyggda min och max mått. Exemplet i figur 4.8 visar placeringsmått för dörren från modulens startpunkt med minsta mått om 392mm

Med demonstrator 2 kan en hel byggnad projekteras med intelligenta byggobjekt som senare skapar grunden i informationsstrukturen i demonstrator 1, figur 4.9.



Figur 4.9 Hel byggnad projekterad med demonstrator 2.

Demonstrator 2 har visat att det möjligt att skapa ett gränssnitt som kommunicerar byggsystemet i tidiga skeden. Uppbyggnaden av data i tidiga skeden kan sedan återanvändas i projekteringen och delar av produktionsberedningen.

### **4.3 Demonstrator 3 Koppling av information mellan CAD och affärssystem**

Alla företag ingående i studien påtalade behovet av att koppla ihop konstruktionsdata från CAD-miljön med data från andra delar av verksamheten, exempelvis ekonomisk data. En av fördelarna med att sammanföra data från olika delar av organisationen är möjligheten att skapa rapporter med information från flera olika databaser. Demonstrator 3 åskådliggör en koppling mellan CAD-data och information från en databas i Access som simulerar data från ett affärssystem.

Syftet är att visa på möjligheterna att slippa den manuella överföringen av information mellan CAD-system och affärssystem, som är både tidskrävande och en stor felkälla. Sammantaget står felaktiga materialmängder för över 90% av alla fel vid slutbesiktningen enligt Berggren & Månsson (2005). Detta kan med stor sannolikhet härledas till felaktiga materialavtag i CAD-modellen och manuella överföringar av information mellan IT-system i organisationen. Inom ramen för kartläggningen påträffades många rutiner, där mängdavtagningar gjordes manuellt i CAD-modellen. Detta leder till, förutom att fel lättare uppstår, att mängdavtagningen måste upprepas om en förändring sker på ritningen.

Personer med olika befattningar inblandade i projekten har behov av information sorterad efter olika principer och detaljeringsgrad, ofta från samma datakällor. I dagsläget måste informationen sammanställas manuellt från olika källor vilket är tidskrävande övningar, framledes skulle mycket av detta arbete kunna automatiseras. Med hjälp av ett PDM-system kan metadata knytas till CAD-filer vilket möjliggör sortering och strukturering av informationen. PDM-systemet kan också användas för att sammanföra data från flera informationskällor i organisationen. Exempelvis kan affärssystemets databas sammanställas med konstruktionsdata i rapporter som visar beräknade tillverkningskostnader och tider m.m.

#### **4.3.1 Metoder från verkstadsindustrin för att integrera data**

Framtagandet av produkter skiljer mellan bygg- och verkstadsindustrin men det finns också likheter. Framförallt finns paralleller med trähusindustrin där man i större utsträckning arbetar med återkommande objekt tillverkade i serieproduktion. Valet att skapa en demonstrator i en mekanikapplikation bygger på resonemanget att man inom trähusindustrin i större utsträckning följer industriella tillverkningsprocesser än övriga delar av byggbranschen, vilket också gör att man har större potential att kunna tillämpa mekanikapplikationer. Trähusindustrin utnyttjar också i allt större utsträckning affärssystem för ekonomisk styrning och kontroll, vilket kräver mer delgivning av information jämfört med tidigare. Demonstrator 3 är uppbyggd kring CAD-applikationen Autodesk Inventor och PDM-systemet Productstream Compass från samma tillverkare och använder den typ av lösning som fångades upp i jämförelsen med tillverkningsindustrin i kapitel 3.1.

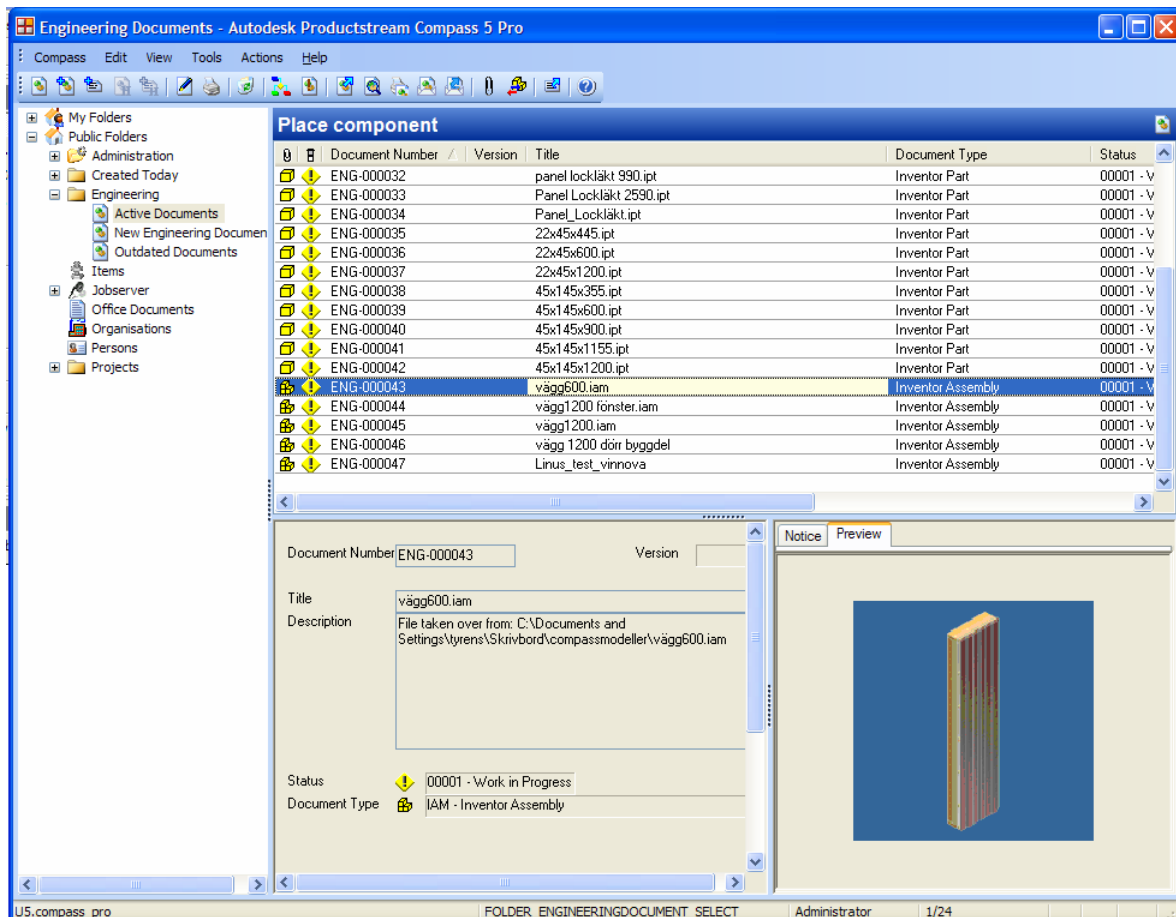
I demonstrator 3 används PDM-systemet aktivt i hela projekteringsprocessen för att skapa och hantera CAD-filer i nära samarbete med Inventor. Compass arbetar tillsammans med Inventor via en mjukvarukoppling som tillåter att Compass tar över vissa funktioner. Compass fungerar som en sökmotor i ett bibliotek bestående av byggsystemets artiklar och byggdelar. Programvaran används initialt för att konfigurera hus, det är via Compassgränssnittet som man placerar ut byggdelar i modellen. PDM-systemet används efter det att modellen är skapad för att sortera, versionshantera och statusbevaka CAD-modellen och handlingar kopplade till projektet. Förutom rena konstruktionsdata kan Compass också hantera övriga dokument kopplade till projektering, exempelvis word- och exceldokument, e-post m.m.



### 4.3.2 Funktion för demonstrator 3 Koppling CAD och affärssystem

För att illustrera möjligheterna med att hantera och överföra CAD-data byggdes ett antal objektstrukturer upp i Inventor. Modellen är uppbyggd i flera olika nivåer där de minsta byggstenarna består av regler, skivor m.m. Varje artikel skapas som en egen fil i Inventor vilket underlättar användning av objekt oberoende av varandra. På nästa nivå har dessa grundläggande objekt sammanfogats till byggdelar som utgör basen i det fiktiva byggsystemet. Byggdelarna består av olika väggblock modellerade i detalj, där alla ingående delar är medräknade vilket gör det möjligt att hantera modellen på ett korrekt sätt i PDM-systemet. Det är med hjälp av dessa byggdelar som husmodellen senare byggs upp genom olika kombinationer av golv- och väggblock. Informationen i modellen får en struktur vilket gör att det är möjligt att spåra tillhörighet för modellens objekt med hjälp av PDM-systemet.

Byggdelarna kan återanvändas obegränsat antal gånger och behöver inte modelleras om vid varje projekt. Byggdelarna kan också bytas ut mot andra artiklar i byggsystemet via PDM-gränssnittet. I figur 4.10 visas PDM-systemets gränssnitt för att infoga byggdelar i modellen. Via gränssnittet kan man styra användningen av byggdelar på så sätt att endast godkända byggdelar som tillhör byggsystemet kan användas. Vid placeringen av objekt i modellen ansluter de till varandra genom intelligenta kopplingar skapade i Inventor.



4.10 Placering av byggdel, här kan de objekt som finns i databasen väljas.

I Compass hanteras och lagras alla objekt samt tillhörande metadata. Applikationen har en databas i botten som, förutom att lagra de filer och sammanställningar som byggsystemet består av lagrar de kundpassade modellerna som görs i varje projekt. PDM-systemet tolkar de relationer som görs mellan objekt och sammanställningar i CAD-applikationen, vilket gör att objektstrukturen kan listas, se figur 4.11. I figuren visas till vänster sammanställningar motsvarande ett

kundanpassat hus. Överst till höger visas vilka objekt som ingår i sammanställningen, nederst till höger visas ytterligare en nedbrytning där den lägsta nivån återfinns. Här ser man namn och antal för ingående artiklar, alla artiklarna i informationsstrukturen kan kopplas till en motsvarighet i affärssystemet.

The screenshot shows a software interface with two main panes. The left pane, titled 'Items', contains a list of items with columns for 'Item Number', 'Version', and 'Title'. The right pane, titled 'Bill of Material', shows a detailed view of a selected item, including a table of its components.

Item	History	Bill of Material	Multilevel bill of Material	Where Used	Engineering Documents	
Position	Quantity	Unit in BOM	Link Type	Item Number	Title	Status
1	3.000		CAD	PART-00021	vägg600.iam	00100 - Created
2	3.000		CAD	PART-00022	vägg1200 fönster.iam	00100 - Created
3	2.000		CAD	PART-00023	vägg1200.iam	00100 - Created
4	1.000		CAD	PART-00024	vägg 1200 dörr byggdel	00100 - Created

Item	Position	Quantity	Unit in BOM	Link Type	Item Number	Title	Status
	1	1.000		CAD	PART-00001	45x145x2500 ipt	00100 - Created
	2	3.000		CAD	PART-00003	45x145x2500 ipt	00100 - Created
	3	2.000		CAD	PART-00006	Gips1200x445 ipt	00100 - Created
	4	12.000		CAD	PART-00010	panel lockläkt 445 ipt	00100 - Created
	5	2.000		CAD	PART-00014	22x45x445 ipt	00100 - Created
	6	1.000		CAD	PART-00008	45x145x355 ipt	00100 - Created
	7	1.000		CAD	PART-00019	45x145x1155 ipt	00100 - Created
	8	2.000		CAD	PART-00020	45x145x1200 ipt	00100 - Created
	9	50.000	Stück	Manual	PART-00039	Gipsskruv	00100 - Created

#### 4.11 Lista av objekt tillhörande byggdel

Förutom den information som hämtas från CAD-applikationen kan också andra dokument kopplas in i strukturen. Här kan även artiklar skapas som inte representeras av någon form av handling eller modell, exempelvis gipsskruv. För den markerade byggdelen i figur 4.11, krävs 50 gipsskrudar men dessa modelleras inte i CAD-verktyget. Artikeln gipsskruv kan då skapas och anges som ingående i byggdelen via PDM-systemet. Artikeln kommer att följa med varje gång byggdelen används vid modellering. Exempelvis om byggdelen används 3 gånger i ett kundprojekt kommer antalet gipsskruv att vara 150 st vid en sammanställning. Syftet med att skapa denna typ av artiklar är att dessa ska kunna hanteras av inköp och beredare m.m. även om de inte modelleras i CAD-verktyget.

Med hjälp av CAD-modellen skapas metadata kring filer, men för att fler personer i organisationen ska kunna dra nytta av informationen krävs ofta information från flera olika databaser. I demonstrator 3 utnyttjas data från två olika databaser för att skapa rapporter, dels data från PDM-systemet (teknisk data, mängder) dels ekonomisk data och lagersaldo från affärssystemets databas. Genom att sammanföra information från dessa olika databaser kan rapporter skapas som är av större nytta. Exempelvis kan mängdförteckningar kopplade till inköpsordrar i affärssystemet och sammanställningar för tillverkningskostnader skapas. I figur 4.12 visas exempel på

rapporter med information från flera olika databaser, genererade i PDM-systemet. Informationen kan skrivas ut i rapportform eller hanteras digitalt för överföring till andra system.

Artikelnummer	Benämning	Lagerstatus	Antal	a´pris	Summa
PART-000001	45x145x2500.ipt	347	11,00	57,00	627,00
PART-000005	Gips600x2590.ipt	47	6,00	460,00	2 760,00
PART-000013	Panel_Lockläkt.ipt	578	18,00	110,00	1 980,00
PART-000015	22x45x600.ipt	-12	21,00	128,00	2 688,00
PART-000017	45x145x600.ipt	200	6,00	178,00	1 068,00
PART-000004	Gips45x1155.ipt	2	6,00	670,00	4 020,00
PART-000006	Gips1200x445.ipt	8	8,00	450,00	3 600,00
PART-000007	Gips1200x990.ipt	40	6,00	560,00	3 360,00
PART-000010	panel lockläkt 445.ipt	500	48,00	97,00	4 656,00
PART-000011	panel lockläkt 990.ipt	380	36,00	148,00	5 328,00
PART-000014	22x45x445.ipt	-200	8,00	46,00	368,00
PART-000016	22x45x1200.ipt	1	23,00	99,00	2 277,00
PART-000008	45x145x355.ipt	50	4,00	89,00	356,00
PART-000018	45x145x900.ipt	21	3,00	78,00	234,00
PART-000019	45x145x1155.ipt	3	7,00	149,00	1 043,00
PART-000020	45x145x1200.ipt	78	12,00	152,00	1 824,00
PART-000009	Gips1200x2590.ipt	5	4,00	770,00	3 080,00
PART-000012	Panel Lockläkt 2590.ipt	24	24,00	99,00	2 376,00
PART-000003	45x145x2500.ipt	-5	3,00	211,00	633,00

**Totalt**      42 278,00 kr

4.12      *Rapport genererad ur PDM-systemet. Prisuppgifter och lagerstatus är hämtade från en Access-databas motsvarande ett affärssystem.*

Demonstrator 3 har visat på exempel på hur delgivning av information mellan olika IT-system och databaser kan genomföras. Är målsättningen att samla all information i en applikationsdatabas är risken överhängande att delar av informationsmängden inte kan hanteras på ett tillfredsställande sätt. Applikationer är som regel bra inom vissa områden, det finns få applikationer som klara alla typer av information. Därför kan det vara en bra strategi att inte hantera all data i samma system utan istället använda programvarorna till vad de är byggda att hantera. Delning av information kan sedan utföras genom kopplingar mellan olika databaser.



## 5. Analys

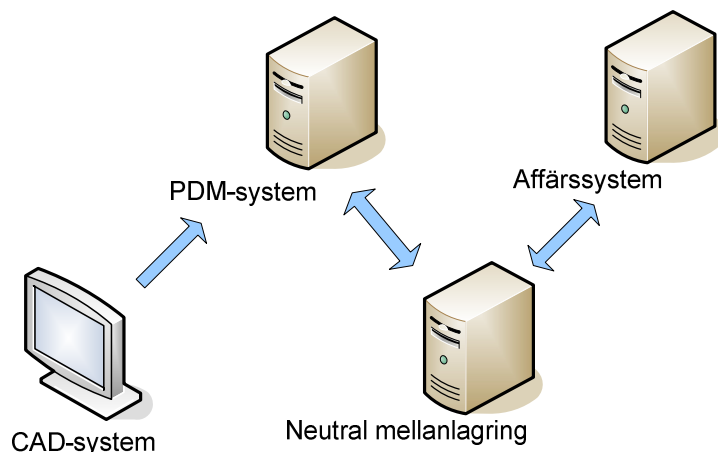
Träbyggbranschen är inne i en expansiv period som möjliggör nya investeringar. Tyvärr har nedgången under 90-talet gjort att investeringar inte skett i den takt som behövs för att hålla tekniken ajour med utvecklingen. Det innebär att flera IT-system som används har stor potential för förbättringar. En förändring av IT-systemen handlar mycket litet om att köpa in en programvara och till stor del om hur företagen organiserar sitt arbete. Här har tidigare funnits ett glapp mellan IT-industrin och träbyggindustrin; företagen vill lägga över framtagandet av lösningen på IT-industrin, medan IT-industrin inte tillräckligt tydligt kommunicerat det arbete som förväntas av företagen själva. Under de senaste åren har denna attityd förändrats, men kan fortfarande spåras även i denna studie.

### 5.1 *IT-verktyg inom svensk träbyggindustri*

IT-verktyg i svenska träbyggföretag är huvudsakligen CAD-verktyg, kalkylprogram, affärssystem och tidplanering förutom kontorsprogram. På direkt fråga till företagen anses en god lösning för CAD-projekteringen vara viktig. De företag som hanterar sina projekt med hjälp av affärssystem vill gärna koppla samman CAD-data med affärssystemet. Få företag använder direkt maskinstyrning i produktionen idag. IT-verktyg i produktionsskedet är ofta obefintliga, utan produktionen genomförs med ritningar på papper som underlag.

CAD-leverantörer för träbyggande i Sverige är relativt få och utveckling av programvarorna har inte skett i den riktning som tillverkarna vill, eftersom redan rapporten från VINNOVA (2001) fängade upp samma önskemål som fortfarande uttrycks: sammankoppling av projektering och produktion och inkorporering av installationer i CAD-verktygen. Man kan tolka företagens önskemål som att de vill ha bättre kontroll på sin produkt, d.v.s. byggsystemet. Företagens olika avdelningar tenderar att upprätta egna subsystem för att lösa sina dagliga problem vilket kan resultera i egna Excel-modeller, egna tidplaner m.m. På sina håll saknas en överblick för helheten avseende projekt (och produktutveckling) vilket kan vara en följd av avdelningsgränser, tidsbrist och många samtidiga projekt. Ett ärendehanteringssystem efterfrågas av vissa företag. I grunden saknas en strategi för att hålla samman produktdata, dokument m.m. över avdelningsgränserna. Det finns ett behov av att utifrån företagets perspektiv kunna nå tydlig kritisk information för att undvika suboptimeringar.

Frågan är om det är en förlegad lösning att önska sig ett system som löser allt? Inom tillverkningsindustrin har insikten blivit att man skall låta specifika programvaror lösa de problem de är gjorda för, sedan kan man dela data mellan mjukvarorna via databaslösningar. Jämförelsen med annan industri i kapitel 3 visar att en satsning på god informationsstruktur är viktigt för att kunna hantera en industriell produktion. Ett PDM-system är då ett utmärkt verktyg för att hantera byggsystemet under projektering och produktutveckling. I figur 5.1 visas en metodik som kan tillämpas även för byggsystem.

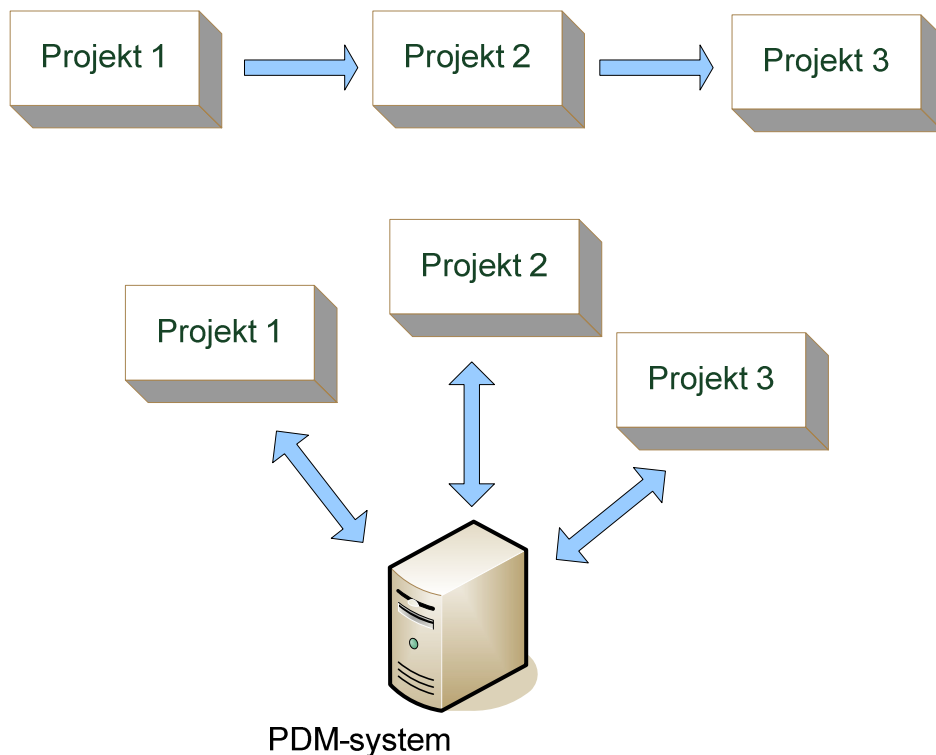


Figur 5.1 Koppling mellan CAD, PDM-system och affärssystem

De problem som företagen i föreliggande studie upplever med att koppla samman affärssystemet med CAD-systemet härrör sig från avsaknaden av en struktur för hantering av CAD-data och metadata t.ex. i ett PDM-system. PDM-systemet är den struktur som används för att skapa aggregerade komponenter på olika nivåer. Affärssystemet kan sedan tanka ur information på rätt nivå för att passa de ekonomiska uppföljningarna. Idag saknas PDM-systemet och arbetsmetodiken kring det hos träbyggingindustrin och det medför att kopplingen affärssystem till CAD misslyckas.

## 5.2 Process- och produktbestämning

För att en lösning med ett PDM-system som bärare av byggsystemets information skall fungera krävs en strukturering av företagets arbetsprocesser och produkter. Dokumentationen av byggsystemet kan idag jämföras med dokumentationen vid ett platsbygge. Företagens byggsystem vidareutvecklas och förvaltas projektvis, figur 5.2.



Figur 5.2 Skillnad i databasbaserat angreppssätt och projektbaserat angreppssätt på förvaltning av byggsystem

I ett projektbaserat förvaltande system blir erfarenhetsåterföring och produktutveckling eftersatta eftersom överblicken av produkten är dålig. Det innebär också att stöd för en industrialisering är svårt att applicera, eftersom automatisering och hög kvalitet bygger på en väldefinierad produkt och process. Här finns idag en stor brist hos de träbyggföretag som gärna vill utvecklas till industriella byggare.

Information kan struktureras på många olika sätt. Företagen upplever att deras produkt d.v.s. byggsystemet är den struktur som informationen naturligt borde länkas till, men dagens struktur med projektvis förvaltning stöder inte denna tanke. Med ett system som förvaltar byggsystemet möjliggörs detta. PLCS-standardens om använts i demonstrator 1 kan användas som bas i ett PDM-system. Demonstrator 1 arbetar med byggsystemet som den sammanhållande strukturen, men lägger till en viktig funktionalitet genom att tillåta att strukturen sorteras om. Det innebär att det är enkelt att visa t.ex. alla innerväggar eller alla väggar som tillhör en zon. Styrkan i applikationen av PLCS-standarderna är att presentationen kan varieras för att passa dels det tekniska arbetet och dels det ekonomiska arbetet med kostnader och tider. Den informationsstrukturen tillåter också att data oavsett källa kan användas d.v.s. inga speciella filformat eller kompatibla databaser krävs. Detta är en viktig punkt om man som företag vill arbeta med gradvis förbättringar istället för att byta ut alla system samtidigt.

Varje trähusfabrikant som arbetar med industriell tillverkning måste rita upp de golv- och väggblock som skall produceras in i minsta detalj. Angreppssättet varierar mellan företagen i denna studie, några använder egenutvecklade mallar och makron i AutoCad och någon använder lösningen som DDS Huspartner erbjuder. Om skapandet av objekt i detaljprojekteringen skall användas för att generera data per objekt fungerar inte gängse CAD-verktyg, eftersom de baseras på modellering av skikt och inte av enskilda objekt. Just nu är lösningen tillfyllest, men om företagen beslutar sig för att koppla samman affärs- och CAD-system, kommer behovet av en annan källa för objektsdata att uppstå. 3DCAD-program för byggindustrin hanterar data på ett sätt som skiljer sig från datahanteringen i motsvarande program för tillverkningsindustrin. Träbyggföretagens behov ligger någonstans mitt emellan. Demonstrator 2 och 3 genererar data som är användbara i ett affärssystem i ett senare skede och visar att möjligheten finns att utveckla befintliga CAD-system för byggande mot att leverera objektsdata till affärssystem. Idag är kopplingen en manuell hantering med mycket handpåläggning för att överföra information från ritningar till affärssystem där artiklar, mängder m.m. hanteras. Detta leder till felkällor som sedan konstateras vid slutbesiktning i form av materialbrist eller fel beroende på att medföljande löst material inte stämmer. Eftersom flertalet företag upplever att produktbestämningen sker när ritningarna produceras, är det olyckligt att det ekonomiska verktyget för planering och uppföljning inte är kopplat till produktbestämningen. Demonstrator 3 visar på ett möjligt sätt att koppla samman affärs- och CAD-system och byggdes upp med ett CAD-program från mekanisk industri som bas. Inom detta område finns en stor utvecklingspotential som bottenar i att en konsekvent metod för att beskriva byggsystem föreligger, vilket inte är fallet idag (2006).

En viktig metod i riktningen mot industriellt byggande är att man behöver kartlägga och analysera processerna för att identifiera informationsflödena. Dessutom behöver processbeskrivningen kompletteras med noggrann beskrivning av byggsystemet. I föreliggande studie dokumenterades byggsystemet av företagen genom:

- typlösningar
- detaljlösningar
- regler

Typlösningar och detaljer är båda kopplade till geometrisk information och dessa kan därför beskrivas genom en produktstruktur. En produktstruktur beskriver samtliga varianter inom byggsystemet och hur delarna relaterar till varandra. En fullödig beskrivning av ett byggsystem bör alltså bestå av:

- produktstrukturer
- regler

Dokumentationen av byggsystemet i de företag som har kartlagts i detta projekt består nästan uteslutande av ritningar. Den information som redovisas på ritningarna definierar bara en delmängd kanske bara 50- 70 % av all information. Idag har företagen beskrivit produktstrukturerna till vissa delar, men regler är något som saknar konsistent beskrivning. Detta medför att mycket av kunskapen gällande byggsystemets regler består av informell information som finns samlad i huvudet på ett antal personer. Här behövs också en metodutveckling för att hitta ett sätt att beskriva byggsystem systematiskt som underlag för IT-stöd. Sammantaget gör detta att det inte går att komma vidare med strukturering av informationen vilket i sin tur gör det omöjligt att uppnå automatisering i beredning och produktion vilket vidare gör det svårare att styra och kontrollera resurser och materialflöden för att minimera fel. Det blir även svårare att hantera kundanpassningar på ett rationellt sätt (artiklar, inköp, uppföljning). Inom tillverkningsindustrin är frågor kring produktstrukturer centrala vid utformning av IT-stöd och enligt Almefelt et al. (2001) är produktstrukturerna och definitionen av geometri fundamentala för att kunna ta fram en informationsmodell som effektiviserar informationshanteringen.

I första läget kan en informationsstrukturering innebära att man enas om en intern strategi inom företaget för att skapa ett system där alla hittar rätt information vid rätt tillfälle. Ett IT-stöd kan dock driva fram en sådan intern strategi. I små företag är verksamheten mycket personberoende och det betyder också att sätten att strukturera information är lika många som antalet personer på företaget. I det läget kan den ”tvingande” struktur som ett IT-stöd medför vara av stor vikt för att få till stånd en förändring som uppvisar en varaktighet.

### **5.2.1 Kommunikation av byggsystem externt**

Företagen som agerar på en professionell marknad upplever problem med att kommunicera sitt byggsystem. Behovet uppstår i och med en önskan att kunna påverka beställaren att förstå byggsystemet. En av vinsterna när man arbetar med industriellt byggande ligger i att allt planeras för ett visst byggsystem. I en byggprocess där byggnaden projekteras fram till anbuds-handlingar av en annan part blir det nödvändigt att beskriva byggsystemet tydligt. Denna kommunikation av byggsystemet kan genomföras med CAD-objekt som bas, där man hjälper beställarens konsult med de ramar byggsystemet sätter upp. I föreliggande projekt har detta gestaltats som en ”toolbox” som innehåller reglerna för systemet i demonstrator 2. Genom att använda denna typ av verktyg kan byggnader projekteras som är möjliga att producera i fabrik utan en omarbetning från anbudshandlingarna. Ett sådant arbetssätt minskar kostnaderna för projektering avsevärt. De önskemål som företagen har gett uttryck för avseende att kunna sätta en ”toolbox” i händerna på arkitekten låter sig endast göras om byggsystemet är väldefinierat.

### **5.3 Kopplingar mellan IT-verktyg**

Samtliga företag som deltagit i studien uttrycker en önskan om fler kopplingar mellan programvaror. De företag som använder affärssystem har börjat förstå vinsten av att dela data med CAD-projekteringen, och önskar därför en koppling däremellan. I kapitel 5.2 förklaras varför denna koppling inte kan åstadkommas på ett enkelt sätt med dagens verktyg och det betyder att kopplingen kommer att kräva en förändring i företagets arbetssätt.



En annan tydlig utveckling som företagen vill åstadkomma är integreringen av installationer i projekteringskedet. Denna koppling är inte enkel att åstadkomma eftersom de flesta installationskonsulter arbetar med speciella programvaror inom el, VS resp. ventilation. Här måste företagen ta ett organisatoriskt beslut; anställa kompetens själva (vilket 2 av de studerade redan gjort) eller använda sig av underentreprenörer. Har man kompetensen under eget tak är det lättare att styra valet av verktyg och då kan man åstadkomma en koppling direkt mellan programvaror t.ex. via att välja ett visst filformat. Alternativet är att arbeta med den metod som beskrivs i figur 5.1, där en databas används för att samla data kring byggsystemet. Därigenom kan en koppling utvecklas som tankar av nödvändig data från projektet och förser installationskonsulten med dessa. Kopplingen kan göras med krav på vissa programvaror, men kan också tillåta att originaldata har olika ursprung, vilket inte tvingar in konsulter i en speciell lösning.

Koppling till tillverkning och produktion eller till att börja med till produktionsberedning är intressant för flera av de studerade företagen. Här finns dock en insikt om att stora investeringar kan bli nödvändiga t.ex. i maskinpark för att åstadkomma en automatiserad produktion. Det är dock klart att skall kvaliteten i tillverkningsprocessen höjas, måste upprepningseffekten i produktionen hanteras bättre. Idag är kopplingen mellan projektering och tillverkning i princip densamma som sker på ett platsbygge; kommunikation via pappersritningar. En beskrivning av byggsystemet är återigen nödvändig för att åstadkomma en förändring – produktionen går inte att automatisera med framgång om inte regler beskrivs.

I föreliggande projekt har kopplingen mellan projektering och PDM-system testats på två olika sätt, dels genom demonstrator 1 och 2, dels i demonstrator 3. Båda försöken visar att det är möjligt att åstadkomma en koppling som tar hand om CAD-data och senare exporterar dem både till PDM-system och vidare till affärssystem. Båda försöken visade också med all önskvärd tydlighet att strukturering av byggsystemet är nyckeln till framgång. Angreppssättet i demonstratorerna liknar det som presenteras i figur 5.1, CAD-data föder en databas som sedan kompletteras med metadata. Databasen kan sorteras för att visa och versionshantera data och kan också utgöra basen för export till andra system.



## 6. Behovet av fortsatt utveckling

### 6.1 Företagsnivå

Informationshantering skall ses utifrån företagets process och dess produkt. När företaget beslutar sig för att genomföra förändringar i någon del av verksamheten får detta följdverkningar avseende förändrade informationsflöden och strukturer. En informationsstruktur som speglar ett strukturerat byggsystem påverkas av förändringar i produktfloran, modularisering av byggsystemet och automatisering av produktionen. Val som i sin tur har och göra med vilka mål företaget har och vilket kundsegment man riktar sig mot.

Informationshanteringen bör vara en del i företagets övergripande strategi där beslut som berör verksamhetens process eller dess byggsystem påverkar informationshanteringen. Företagen bör skapa sin egen informationsmodell som innefattar en robust och flexibel informationsstruktur som skall utgöra företagets fundament vid såväl modifiering av befintligt IT-stöd som implementering av nya IT-stöd. På marknaden finns ett flertal olika IT-system som gör anspråk på att hantera stora delar av processen. Problemet är att sådana system kräver flera anpassningar till en stor kostnad för att täcka alla de behov som de olika delprocesserna har för att lösa sina operativa uppgifter. En god informationsstruktur innebär att man kan ställa krav på leverantörer och på så sätt undvika att företaget blir beroende av hur IT-systemet strukturerar och hanterar data.

Det går inte att betrakta frågan om IT-stöd som en fråga om vilka verktyg som skall stödja enskilda uppgifter på en viss avdelning t.ex. vilket CAD-verktyg som behövs för projektering och konstruktion. Ett sådant beslut berör övergripande frågor rörande produktbestämning men också på vilket sätt produktdata kan delas med andra delar internt i organisationen (beredning och produktion) och externt.

I en strategi för företagets informationshantering ges här en rekommendation på punkter som bör ingå:

1. Processanalys nedbruten i hög detaljeringsgrad.
2. Produktanalys av byggsystemet där byggsystemets produktstruktur innefattande olika varianter dokumenteras.
3. Formulering av en informationsstruktur där resultatet av process- och produktanalysen utgör ett underlag.
4. Formulering av punkter som bör ingå i kravspecifikationer gentemot leverantörer av IT-system.
5. Rutiner kring tester av nya IT-verktyg t.ex. testprojekt som kan användas, policy kring utlämning av företagets data.

Företagens erfarenheter av implementering av IT-verktyg är idag dåliga. Detta beror i hög grad på avsaknaden av rutiner kring införandet och satsningen av egna resurser, men också på IT-företagens ovana att kommunicera kring hur implementeringen skall genomföras. Genom att kontinuerligt arbeta med att utveckla och förbättra företagets processer, byggsystem och informationshantering skapas förutsättningar för rationaliseringar. Målet är att skapa förutsägbara processer och produkter och med hjälp av IT-stöd kontrollera och styra verksamheten mot ökad produktivitet.

## **6.2 Branschen**

På nationell basis kan trähusindustrins branschorganisation agera som en resurs. Detta kan göras genom att formera ett utskott för diskussioner rörande strukturering av information och hur denna är integrerad med företagens processer och produktstrukturer. Forumet kan verka för att lyfta diskussionen till att inte bara handla om IT-verktygens befintliga funktionalitet, utan sätta fokus på den process som skall stödjas och därmed stärka trähusindustrins möjligheter att agera goda beställare mot IT-branschen. En ökad förståelse för frågorna bidrar till en samsyn avseende framtida utvecklingsbehov och på så sätt kan frågan drivas framåt. Branschorganisationen kan även fungera som en länk mot omvärlden och högskolorna. I dialog med högskolorna kan utvecklingsprojekt initieras.

Företagsöverbyggande satsningar mellan ett mindre antal företag med gemensamma frågor kan vara mycket effektiva för att utbyta erfarenheter och skapa grogrund för projekt. Sådana sammanslutningar kan ofta hålla ett högre tempo i utvecklingen jämfört med branschorganisationer som måste ta hänsyn till många olika företag.

En metod som fungerat för att generera utveckling inom föreliggande projekt har varit arbetet med demonstratorer eller typlösningar. En lösning utvecklas till hälften och demonstreras för företagen som sedan kan välja att anpassa lösningen till sin egen verksamhet. Kostnaderna för utvecklingen delas då mellan branschorganisationer, universitet, företagen själva och IT-leverantörerna. Här kan både branschorganisationer och statliga myndigheter spela en viktig roll som finansierare av framtagandet av typlösningar.

## **6.3 IT-leverantörerna**

Leverantörerna av system och tjänster kan närma sig industrin genom att stödja trähusföretagen i deras arbete att genomföra den inledande analysen av såväl process som byggsystem. Vidare kan leverantörerna fungera som en resurs i uppbyggnaden av informationsstrukturerna och i att definiera informationsmodellen.

Man kan fråga sig om dagens CAD-applikationer för bygg är anpassade för industriellt byggande. De CAD-program som finns för byggbranschen hanterar produktdata annorlunda i jämförelse med de CAD-program som är anpassade för mekanisk industri. Detta beror på att man i normal byggprojektering inte behöver i detalj specificera uppbyggnaden av en byggdela. Till exempel hanteras en vägg i byggbranschens 3D CAD-applikationer som en skiktvägg vilket gör det svårt att bryta ner CAD-modellen i enskilda delar inuti väggen. Detta behövs t.ex. vid generering av maskinfiler för att styra verktygsmaskiner i produktionen. Konfigurationssystem kan vara en framgångsrik väg mot bättre IT-stöd för industriellt byggande, men då krävs en tekniköverföring från mekanisk industri till byggindustrin vad gäller CAD-verktyg. Byggbranschens CAD-program är inte tillräckligt parametriserade idag för att användas som generatorer av data till produktionsberedning.

I jämförelsen med industrin för betongprefab framkom att det finns ERP-system på marknaden som är utvecklat speciellt för prefabindustrin. Bland de stora leverantörerna av affärssystem finns branschpassningar som indikerar att varje bransch har sina specifika sätt att hantera information. Industriellt byggande ställer speciella krav på överföring av produktdata mellan CAD-system och affärssystem, vilket visades i demonstrator 3.

Det industriella byggandet går mot en högre prefabriceringsgrad, vilket innebär att installationer integreras i produkten i allt högre grad. Idag finns verktyg och informationsmodeller framtagna som stöttar integrationen av byggdela och installationer i projekteringskedet, men dessa är inte anpassade till ett industriellt byggande utan används uteslutande vid större byggprojekt med avancerad installationssamordning.

## **6.4 Högskolorna**

Det finns ett behov av vidare forskning och utveckling om hur informationstekniska lösningar kan främja ett industriellt byggande. Till exempel är det av intresse att studera interaktionen mellan modularisering av en teknisk plattform (byggsystem) och uppbyggnaden av en informationsmodell. Denna modell kan utgöra stommen till ett konfigurationssystem. Ett problemområde är hur man kopplar samman kundkrav i produktbestämningen med de förutsättningar och begränsningar som finns i en industriell tillverkningsprocess. Högskolornas roll som undervisande part skall inte underskattas. Värdet av en informationsstruktur bör poängteras i många sammanhang för att påverka företag och andra aktörer.

Högskolorna kan ha en roll för att stötta och verka som oberoende part i företagens arbete med att kartlägga och analysera sina processer och byggsystem samt att definiera informationsstrukturerna som skall utgöra företagets fundament vid vidareutveckling av företagets IT-stöd. Ett annat område är hur man skall hantera installationer i industriellt byggande. Installationerna utgör en betydande del i slutprodukten och står för en stor del av kostnaden av ett trähus. Hur hanteras installationer i projektering och produktion och vad får det för konsekvenser för informationshanteringen?

Högskolornas uppgift innefattar också framtagande av nya metoder och här är särskilt dokumentationen av byggsystemet en viktig uppgift som utgör en forskningsmässig utmaning. Skillnaden mellan tillverkningsindustrin och byggindustrin blir här mycket tydlig, då byggindustrin har en helt annan infrastruktur. Den avsevärt större variation som uppstår i byggindustrin måste hanteras på ett strukturerat sätt om vi skall nå industriellt byggande.



## 7. Referenser

Almefelt et al. (2001) Krav-Funktion-System-arbetsätt och IT-stöd. Publikationsnr 0832. ISBN ISSN 0349-0653/ISRN IVF--S--00/832--SE. IVF Industrieforskning och utveckling AB.

Berggren & Månsson (2005) 3D-modellering och dimensionering av volymhus. Publikation 5132. Avdelningen för konstruktionsteknik, LTH.

ISO 10303-239 (2005) Industrial automation systems and integration -- Product data representation and exchange -- Part 239: Application protocol: Product life cycle support

Ljungberg och Larsson (2001) Processbaserad verksamhetsutveckling, Studentlitteratur AB, Sverige. ISBN 914401270-5.

NCC Komplet (2006) [http://www.ncc.se/templates/GenericPage\\_\\_\\_\\_\\_6636.aspx](http://www.ncc.se/templates/GenericPage_____6636.aspx).

Norman D. (2006) Undersökning av använda CAD-program i trähusbranschen, muntlig kommunikation, 2006-11-02.

Persson S. (2006) Information Management Regarding the Production of Precast Concrete Structures. Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering. Division of Structural Engineering, Lund University.

VINNOVA (2001). Industriellt byggande i trä och 3D baserat IT-system för flervånings trähus. VR 2001:38, VINNOVA.

Wikforss, Ö ed. (2003) Byggandets Informationsteknologi – så används och utvecklas IT i byggandet (in Swedish), Svensk Byggtjänst, Uppsala, Sweden, 2003.

### 7.1 Förklaringar

PDM (Product Data Management) – system för att organisera, ändra och distribuera produktdata, exempelvis CAD-filer. Informationen lagras i en relationsdatabas. PDM-system underlättar ändringar och uppdateringar av material samt ser till att de får genomslag på de ställen där information används. Stödjer och effektiviserar informationshanteringen under konstruktionsfasen.

ERP alt. affärssystem (Enterprise Resource Planning) – System som gör anspråk på att integrera flera olika funktioner inom organisationen för att undvika glapp mellan olika delsystem t.ex. PDM och MPS. De är ofta moduluppbyggda och hanterar typiskt produktdata, produktion, lager, inköp m.m. Informationen hanteras i en databas.

MPS (Material och Produktionsstyrning) – kopplar ihop produktionsresurser i form av lager, personal och maskiner för att styra flödet i fabriken. Hanterar order, inköp, lager produktionsplanering m.m.

CRM – (Customer Relation Management) Används för att hantera kontakter, kundvård och uppföljning.





## Instruktion för process- och produktkartläggning

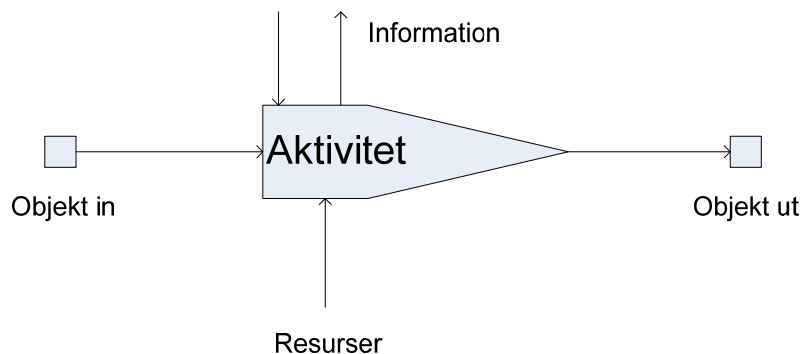
### Processkartläggning

Kartläggningen kommer att kräva en del olika kompetenser från företaget. Var lyhörd för olika personers käpphästar, men undvik att låta dem färga resonemanget alltför mycket. Man kan antingen arbeta med en workshop där samtliga deltagare från företaget samlas, eller en serie av intervjuer med nyckelpersoner. Dokumentera noga det som sägs!

Det finns en metod för att genomföra processkartläggningar presenterad i *Processbaserad verksamhetsutveckling, Ljungberg och Larsson, Studentlitteratur*. Denna metod följs i stort och den presenteras i sammandrag nedan:

En process kan beskrivas med följande 5 nyckelbegrepp:

- Objekt in; detta är vad som krävs för att aktiviteten skall kunna starta t.ex. kundorder
- Objekt ut; detta är resultatet av aktiviteten t.ex. volymritningar
- Aktivitet; detta är processen som sker. Den bör beskrivas med ett verb t.ex. ”skapa volymritningar” till skillnad från volymprojektering.
- Information; kan flöda både in och ut från aktiviteten
- Resurser; är vad som krävs för att slutföra aktiviteten. I den här kartläggningen fokuserar vi på IT-system som resurser, inte människor eller maskiner.



För att etablera en processkartläggning följer man följande 8 steg:

1. Definiera processens start- och slutpunkt. För oss kommer det att vara relationen med beställaren som är startpunkten och färdiga element för leverans som är slutpunkten.
2. Använd ”brainstorming” för att ta fram de huvudaktiviteter som finns t.ex. försäljning, projektering och produktion. Notera vem som är huvudansvarig för resp. huvudprocess. För över dessa huvudprocesserna till rubriker på blädderblocksark.
3. Gå igenom varje huvudprocess och bryt ner den i delprocesser t.ex. projektering av elinstallationer. Skriv ner varje delprocess på Post-It lappar och placera ut dem på rätt blädderblocksark. Arrangera aktiviteterna i rätt tidsordning.
4. Slå ihop eller lägg till aktiviteter. Detta är den kreativa fasen som kräver mest arbete av er på plats. Här måste ni fråga många frågor och vara mycket lyhörda för vad olika aktörer säger. Viktigt är att fånga upp de aktiviteter som inte ännu finns på pappret. Enklast är att göra en *walk-through* genom processen d.v.s. följa processen från början till slut och ställa frågor längs vägen.
5. Definiera vad som är Objekt in och Objekt ut i processerna och vilken resurs som behövs för att genomföra den. Detta kan vara enklast att göra samtidigt som punkten

4. Om ni har tid så noterar ni detta på Post-It lapparna alt. skriver direkt på blädderblocksarket.
6. Se till att alla aktiviteterna hänger ihop via Objekt in och Objekt ut. Detta är en egenkontroll att man inte missat något.
7. Kontrollera detaljeringsnivån över processen samt riktig namngivning av aktiviteterna.
8. Korrigera till ni är nöjda.

Den viktigaste delen är att punkterna 4-5 blir utförda under workshopen. Punkten 6 kan generera extra frågor, men de bör kunna tas på telefon i ett senare skede.

### Produktstrukturkartläggning

Samtidigt eller parallellt med att processen kartläggs behöver också byggsystemet kartläggas. Frågor som stöder denna del av processen finns i bilaga 2. Syftet är att kunna beskriva företagets produkter och de kopplingar som finns mellan delarna, samt de regler som finns för systemet. Den rent geometriska strukturen (väggars innehåll, varianter m.m.) kan beskrivas i en produktstruktur. Svårare är att beskriva de regler som styr systemet. Flera av frågorna kring produktstrukturerna kommer att beskriva dessa regler, vilka slutligen måste kommuniceras i textform.

### IT-miljö i företaget

Några övergripande frågor kring IT-miljön i företaget finns i bilaga 3. Dessa frågor bör ställas till IT-samordnaren på företaget.

## Kartläggning av byggsystem

### Hustyper / Modul / Element

- *Kontor, hallar, bostäder mm – vilken är er inriktning?*
- *Volym, platta element – vilken är er strategi?*
- *Vägg, bjälklag och tak - hur ser de ut (på skikt nivå, gärna ritningar som stöd)?*
- *Grundläggningen, typlösning, vem gör vad?*
- *Våtrumsmoduler, tillverkar ni själva eller beställer?*
- *Fläktrum och andra speciella utrymmen – görs på plats eller i fabrik?*
- *Balkong, entré, förtillverkas de?*
- *Ttrapphus, görs de som egen modul? Hur skarvas dessa samman?*
- *Installationscentral (Värme, Ventilation). Vilka installationer dras på fabrik och vilka utförs på bygge?*
- *Var och hur tillverkas yttertaket?*

### Kundanpassning

- *Tillvalssystem – hur styrs tillvalen (leverantör, antalet valmöjligheter) och vilka materialtyper (t.ex. kök, tapeter mm) kan väljas fritt*
- *Utformning av planlösning (Ramar för arkitekt)*
- *Flexibilitet*
- *Typhus*
- *Köksuppställning, har ni standardiserad köksuppställning och monteras den på fabrik? Vilket fabrikat?*
- *Vitvaror, monteras de in på fabrik eller på bygget?*
- *Toaletter, duschar, badrumsinredning och badkar – är de standard?*
- *Garderober*
- *Fönster, finns ett givet antal varianter på fönster?*
- *Dörrar, finns ett givet antal varianter på dörrar?*
- *Ytskikt, kakel, golv, klinker, tapeter, målning – kan kunden ändra dessa?*
- *Ytskikt fasad, finns ett visst antal varianter?*
- *Öppen spis, monterar ni sådan om önskemål finns?*
- *Golvvärme/Radiatorer, vilken strategi finns? Någon valfrihet?*
- *Takhöjd, går den att förändra?*

## Standard

- *Modulmått? Hur vill ni att arkitekterna ritar era byggnader?*
- *Standardiserade knutpunkter. Sker sammanfogningen av element alltid på samma sätt och hur (ungefär)?*
- *Standardiserat bassortiment med artikelnummer – använder ni detta?*
- *Standardiserade typlösningar*
- *Vilka regler och begränsningar styr placering och utformning av byggsystemets olika byggdelar och ingående komponenter (tex. dörr och fönsterplacering)*
- *Finns minsta avstånd till hörn för fönster och dörrar? Minsta avstånd mellan fönster? Eller dylika regler?*
- *Vad är anledningen till att det finns en standard hos er (projektering, fabrik, transport och montering)?*
- *Största längd, höjd och bredd för en volym/element*
- *Minsta längd, höjd och bredd för en volym/element*
- *Maximal/minimal höjd för en vägg*
- *Variationer i bjälklag och väggars uppbyggnad? Finns ett visst antal varianter? Brandcellsavskiljande, lägenhetsskiljande?*
- *Finns särskilda våtrumsbjälklag eller moduler?*
- *Maximala dimensioner för själva byggnaden – höjd, bredd, längd?*
- *Placering av moduler inbördes d.v.s. våtrumsmodul alltid bredvid hallen eller dylikt?*
- *Balkonger och entréer? Var görs de och vad består de av? Är de standardiserade?*
- *Hur standardiseras installationer? Dras t.ex. elinstallationer alltid i innerväggar och aldrig i ytterväggar?*
- *Har ni ett installationsschakt där samtliga installationer dras? Hur placeras det i förhållande till övriga moduler?*
- *Strategi vad gäller avloppet? Finns avlopp draget i både vägg och bjälklag? Har ni egna montörer för installationer eller en UE?*
- *Finns en strategi för ventilationstrummornas placering? Särskilda stråk som reserveras eller dylikt?*
- *Vilka variationer tillåts i takets utformning och taklutningen?*

## Projektering

- *Bygglov, Arkitekt, Ritare, Statiker, VVS, El, Grund/Mark – hur arbetar ni över dessa gränser i stort?*
- *2D, 3D eller 4D (Tid- och resursplan) – används dessa och hur?*
- *Produktionsstyrning i projektering – hur sker detta?*
- *Produktionsritningar, specifikationer, kaplistor och plocklistor – genereras dessa från ritning eller för hand?*
- *Egenkontroll / Granskning – kvalitetssystem?*
- *Rutiner vid informationsöverföring mellan säljare, köpare, projektör, produktionspersonal o.s.v.*
- *Artikelnummer för byggdelar – används detta?*

## **Produktion**

- *Automatiseringsgrad – hur ser det ut i stort?*
- *Produktionslinjer – hur många har ni? Har ni flera produktionsenheter i Sverige?*
- *Omställningstider – upplevs det som ett problem?*
- *Prefabriceringsgrad – eftersträvar ni en hög prefab-grad?*
- *Lagerhållning av byggdelar – är detta ett problem? Tillämpar ni direkta, tidsstyrda leveranser?*
- *Lagerhållning och hantering av färdiga element – måste ni ha stort färdiglager?*
- *Koppling till transporter – vem hanterar era transporter och hur styr ni att dessa kommer i tid?*
- *Egenkontroll / Granskning*

## **Installationer**

- *Ingår vvs- och el-installationer i ert byggsystem?*
- *Systemen och hur de är kopplade/integrerade med volymmoduler eller element (t.ex. vertikala ledningsschakt)*
- *Dras elrör och dosor endast i innerväggar eller i ytterväggar, lägenhetsskiljande väggar och korridorväggar också*
- *Installationscentralen – installeras den ute på bygge och själva skalet byggs på fabrik?*
- *Golvärme, radiatorer och konvektorer*
- *Prefabricerade installationsmoduler*
- *Vilka regler och begränsningar styr placering och utformning av installationerna*
- *Ventilationstrummors placering och deras storlek*
- *Bredband*
- *Larm, låssystem*

## **Montage / Komplettering på plats**

- *Ansvarar ni för montage av element på arbetsplats*
- *Dokumentation standardiserade montagelösningar*
- *Lyftanordningar och säkerhet*
- *Väderskydd vid montage*
- *Grund*
- *Tak*
- *Spackling och målning*
- *Golvläggning (Egen golvläggare*
- *VVS- och El-installatörer på montageplats (Vem tillhandahåller dem?)*
- *Fasad (målning putsning)*



# Kartläggning av IT-miljön

- Vilka IT-system används för att hantera ekonomi?
- Vilka IT-system används för att hantera produktion?
- Vilka IT-system används för att hantera byggprocessen?
- Vilka IT-system används för att hantera förvaltningsprocessen?

# IT-system

## **IT-verktygen**

- Program och versioner
  - Format
  - Strukturer
  - Mallar
- Prioritera IT-systemens betydelse för verksamheten som helhet
- Saknas några verktyg?

## **Användning av IT-system**

- Vem använder IT-systemen och hur?
- Vilken information hanteras och lagras i IT-systemen?
- Funktionalitet
- Uppfyller IT-systemen de krav ni har på funktionalitet?
- Upplevda fördelar och nackdelar med IT-systemen?
- Skulle IT-system kunna rationalisera er produktion/verksamhet?

## **Informationsflöde**

- Vilka IT-system är beroende av varandra och hur (informationsöverföringar)?
- Hur ser kopplingarna ut mellan verktygen (databaser och filformat)?
- Finns kopplingar till externa system (databaser och filer)?