

# CHALMERS



## Projekteringsfel

Hur påverkas byggandet av fel tillkomna i projekteringen?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

TORBJÖRN HENRYSSON  
PEDER JOHANSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2007  
Examensarbete 2007:96

Examensarbete 2007:96

## Projekteringsfel

Hur påverkas byggandet av fel uppkomna i projekteringen?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

TORBJÖRN HENRYSSON  
PEDER JOHANSSON

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2007

Planning errors  
And their effect in the building process  
TORBJÖRN HENRYSSON, 1983 (FÖR CPL)  
PEDER JOHANSSON, 1983 (FÖR CPL)

© TORBJÖRN HENRYSSON, PEDER JOHANSSON

Diploma thesis 2007:96  
Department of Civil and Environmental Engineering  
Chalmers University of Technology  
SE-412 96 Göteborg  
Sweden  
Telephone + 46 (0)31-772 1000

## Sammandrag

Offentliga handlingar och egna erfarenheter påvisar att det slösas mycket pengar och kraft på att rätta till felaktigheter och slarv i byggbranschen. Enligt egen erfarenhet bidrar undermålig projektering i hög grad till den stora ineffektiviteten som råder på byggarbetsplatserna.

Frågan om slöseriet i byggbranschen är högaktuell och branschen befinner sig nu på tröskeln till en förändringsfas. Den 1 december 2004 bildades på regeringens initiativ Bygghögskommittén, vars syfte var att samordna ett utvecklingsprogram inom sektorn. Även privata initiativ, såsom NCCs husfabrik NCC Komplet, tyder på kommande förändringar.

Syftet har varit att undersöka var och varför problem uppstår och att försöka belysa de förutsättningar som leder till att fel uppstår. Den huvudsakliga arbetsmetoden har varit intervjuer och diskussioner med branschfolk samt även studier av tidigare rapporter i ämnet.

Ett bra exempel på en komponent i husbyggen som kräver bra samarbete mellan de olika projektörerna är installationsstråk, schakt. Detta har därför använts som en utgångspunkt i arbetet. Vidare har en allmän effektivisering av byggprocessen undersökts. Referensobjekt har varit ett husbyggnadsprojekt i Göteborg som i skrivande stund fortfarande pågår, där projektörer, platsledning och beställare har intervjuats. Litteraturstudier har bedrivits mestadels i form av utredningar och rapporter.

Lösningförslag koncentreras till största del på samverkansentreprenad och industriellt byggande. Dessa båda är omfattande förändringar för en byggfirma, så därför presenteras även några mindre omfattande åtgärder som ändå är steg i rätt riktning. Samverkansentreprenad innebär i princip en omDispositionering av resurser, från att lösa många problem på byggplatsen, till att istället lägga mer resurser på projekteringen och att samtliga projektörer är inkopplade i projekt så tidigt som möjligt. Industriellt byggande innebär att produktionen i varierande grad industrialiseras med ökad prefabricering och standardisering.

Rapporten pekar på att satsningar behöver göras för att utveckla arbetsmetoder både inom projektering och inom produktion, samt att större perspektiv behövs, exempelvis kan förvaltningskostnader minskas avsevärt om mer resurser läggs på projektering.

Nyckelord: samverkansentreprenad, byggfel och industrialiserat byggande

## **Abstract**

Official reports and personal experience show that a lot of time and money is wasted trying to correct errors in the Swedish building industry. Poor planning is a big contributor to the inefficiency. This is a current issue but positive steps are being taken, by both governmental and private initiatives, that point to coming development.

The purpose of the report has been to investigate where and why errors occur and to try to uncover the underlying factors for these errors. The main method has been interviewing and discussing with people in the construction business and also studying previous reports on the subject.

The starting point of the study has been installation shafts, a part of the building that demands a good amount of cooperation. This has been used to represent the building as a whole and also the planning and building process as a whole.

Suggestions for solutions have been concentrated mostly on partnering and industrialized building. Both of these are big changes, especially for small companies. This is why smaller changes are also presented. Partnering is mostly a redistribution of resources from production to the planning stage, trying to solve issues before they appear and work together from an early point. Industrialized construction is to industrialize production in a factory or to use industrial methods in the regular production, such as prefabrication and standardization.

The report suggests that steps need to be taken to develop methods both in projecting and production, and that a larger perspective is needed, for example regarding planning costs versus maintenance.

Keywords: construction errors, projecting, partnering, industrialized construction

## Innehållsförteckning

Sammandrag.....	I
Abstract .....	II
Innehållsförteckning.....	III
1. Inledning .....	1
1.1. Bakgrund.....	1
1.2. Problem .....	1
1.3. Definitioner för rapportens innehåll.....	1
1.4. Syfte med examensarbetet .....	2
1.5. Metod .....	2
1.6. Avgränsningar .....	2
2. Projekteringsprocessen.....	3
2.1. Förstudie.....	4
2.2. Programskede.....	4
2.3. Projekteringsskede .....	4
2.3.1. Gestaltning .....	5
2.3.2. Systemutformning .....	5
2.3.3. Detaljutformning .....	5
3. Traditionella entreprenadformer .....	6
3.1. Totalentreprenad .....	6
3.2. Generalentreprenad .....	7
3.3. Delad entreprenad .....	8
3.4. Samordnad generalentreprenad.....	9
4. Orsaker till och konsekvenser av fel .....	10
4.1. Felaktig resursfördelning .....	10
4.2. Tidsbrist och stress.....	10
4.3. Bristande engagemang .....	10
4.4. Risktaganden, medvetna och icke medvetna .....	11
4.5. Kommunikationsbrister försvårar .....	11
4.6. Den mänskliga faktorn: Svår att påverka.....	12
5. Exempel på byggfel .....	13
5.1. Bjälklag .....	13
5.2. Trapphus.....	13
5.3. Undertak.....	13
5.4. Fönster.....	13
6. Lösningar .....	15
6.1. Förbättringar.....	15
6.1.1. Omfördelning av resurser.....	15
6.1.2. Förbättrad kommunikation.....	15
6.2. Samverkansentreprenad för bättre effektivitet.....	15
6.2.1. Omdisponerade resurser.....	16
6.2.2. Fördelar med samverkansentreprenad .....	16
6.2.3. Risker med samverkansentreprenad.....	16
6.2.4. Stressen minskar .....	17
6.3. Industrialiserat byggande .....	17
6.3.1. Industrialiserat eller industriellt byggande?.....	17
6.3.2. Fördelar med industriellt byggande .....	18
6.3.3. Nackdelar med industriellt byggande .....	18
7. Slutsatser .....	19

8.	Referenser .....	20
8.1.	Litteratur.....	20
8.2.	Elektroniska källor .....	20
8.3.	Muntliga källor.....	20

# 1. Inledning

I all verksamhet uppkommer fel och byggindustrin är inget undantag. Fel kostar pengar, skapar irritation och tar tid att åtgärda. Direkta kostnader orsakade av fel uppkomna i produktionskedet har tidigare angivits till ungefär 5 % av produktionskostnaden, men den totala felkostnaden är underskattad ty fel uppkommer dessutom även i andra skeden, t ex under projektering och förvaltning. Vidare påverkas slutkostnaden av ett byggnadsverk även av faktorer som är svårare att sätta en prislapp på, såsom fel uppkomna som konsekvenser av fel, effektivitetsfaktorer samt engagemangs- och motivationsbrist. Med detta i åtanke kan den verkliga felkostnaden för ett byggprojekt antas vara ungefär 30 % (Josephson & Saukkoriipi 2005, s. 13). Att minimera antalet kostsamma fel är således ett mycket viktigt sätt att öka effektiviteten i byggandet.

Examensarbetet är genomfört vid byggingenjörprogrammet vid Chalmers i Göteborg. Examinator och handledare var Leif Granhage. Ett husbyggnadsprojekt i Göteborg har varit utgångspunkt och referensobjekt för undersökningen. Referensobjektet är en omfattande ombyggnad av en befintlig byggnad på grund av ändrad aktivitet, från industri till bostäder. Alla tillfrågade parter i projekteringen för referensobjektet har hjälpt till. Vi har valt att hålla referensobjektet och de inblandade anonyma.

## 1.1. Bakgrund

Som en del av vår utbildning har vi båda praktiserat som arbetsledare på olika husbyggnadsprojekt. Under praktiken upptäckte var och en för sig att byggfel är en stor del i produktionen. Att förstå varför felen uppstår visade sig dock vara mer komplext än vad vi först trodde. Här uppstår ett intresse av att hitta var felen rotar sig, inte nödvändigtvis för att ha någon att skylla på, utan snarare för att kunna sätta fingret på, och kunna avhjälpa problemen. Vid ett samtal med programledare för byggingenjörutbildningen Bert Luvö påpekar vi att byggfelen är vår största negativa upplevelse från praktiken och detta leder till en diskussion om examensarbete som i samarbete med ett byggföretag påbörjas. Utgångspunkten för rapporten bygger på traditionella entreprenadformer, generellt totalentreprenad.

Ett problemområde som vi båda stött på i praktiken involverar schakt. Det vanligaste problemet är att bygghandlingar är ritade på ett felaktigt sätt i den mening att det är omöjligt att bygga schaktet så som det är ritat. Med detta som utgångspunkt påbörjades en undersökning om varför detta fel ofta infinner sig. Undersökning sker genom bl.a. intervjuer av inblandade parter i ett byggprojekt.

## 1.2. Problem

Då boyta är värdefull eftersträvas att lägga så lite yta som möjligt på schakt och ofta offras arbetsmarginaler samtidigt som flera olika aktörer skall samsas i samma schakt, vilket innebär att samordningen måste fungera för att schaktet skall kunna byggas i verkligheten. Många problem härleds till misskommunikation eller samordningssvårigheter som har sin grund i projekteringskedet.

## 1.3. Definitioner för rapportens innehåll

Ett "fel", såsom ordet används i denna rapport behöver inte nödvändigtvis vara ett fel i dess rätta bemärkelse. Ett mer korrekt uttryck är egentligen "störning". I rapporten används ordet "fel" för att beskriva en störning, oavsett storleken eller vikten av den.

Med schakt avses installationsutrymme såsom inbyggda rörstråk och installationsväggar.



Projektörer: Samtliga som har ett ansvarsområde i projekteringen, t ex ventilationskonsult, elkonsult, arkitekt m.fl.

Resurser: Pengar, tid och bemanning.

Projekt: Byggprojekt, till exempel byggnader och anläggningar. Syftar främst på bostadshus, då detta är arbetets fokus.

#### **1.4. Syfte med examensarbetet**

Rapporten är en analys av byggfel i stort med schakt som utgångspunkt. Vi undersöker när, hur och varför problem uppstår och belyser de förutsättningar som leder till att fel uppstår. Vi utreder också vilka åtgärder för eliminering av fel som finns idag.

#### **1.5. Metod**

Intervjuer har gjorts med många inblandade i referensobjektet, vilket har gett en uppfattning om projekterings- och uppförandeprocessen, vanliga fel samt specifika fel för objektet. Utöver de intervjuer som gjorts inom ramen för referensobjektet har även andra personer i byggbranschen intervjuats. Egna erfarenheter såsom praktik och utbildning samt litteraturstudier om byggfel har varit en väsentlig del av arbetet.

#### **1.6. Avgränsningar**

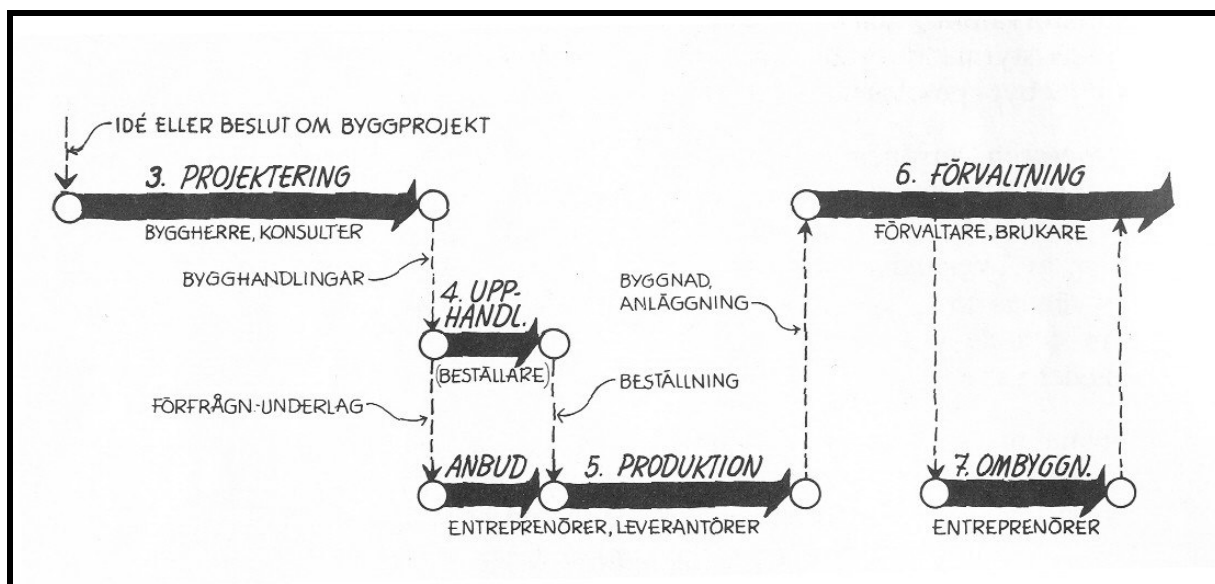
Inledningsvis handlade utredningen om alla sorters byggfel, men vi begränsade oss snart till byggfel orsakade av brister i projekteringen. Miljöpåverkan av byggfel behandlas ej.

## 2. Projekteringsprocessen

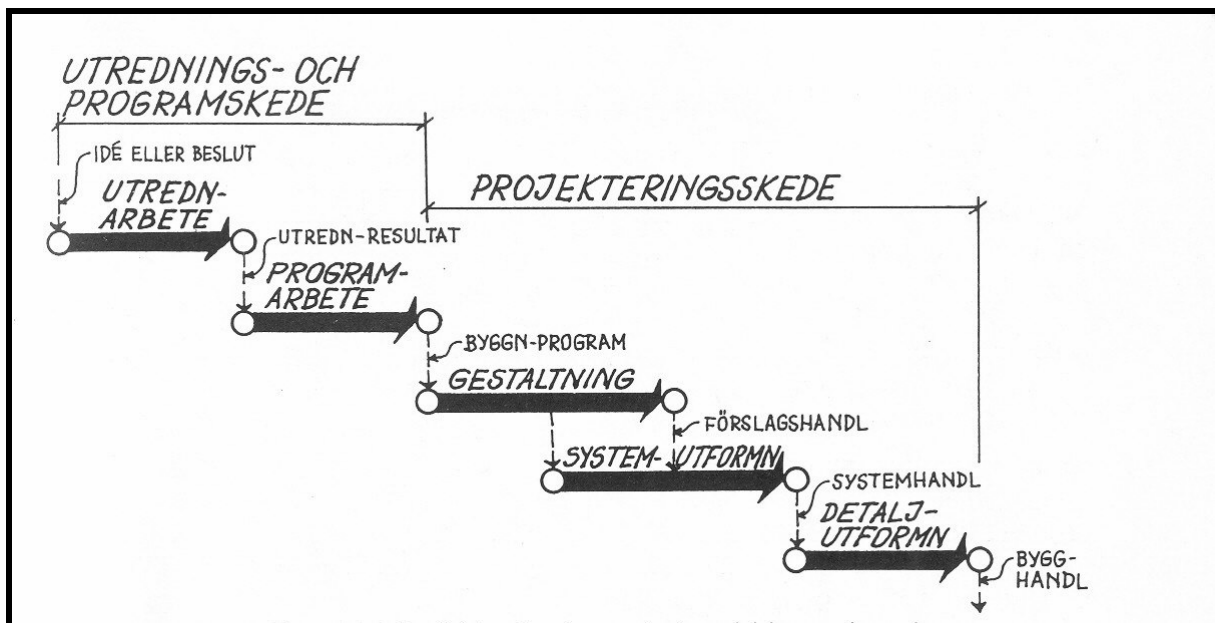
Här presenteras hur de vanligaste projekteringsprocesserna går till enligt det traditionella sättet. Figur 2.1 visar byggprocessen i syfte att orientera, men fokus i detta kapitel är på projekteringen. Uppförandeformerna för byggnadsprojekt varierar. Förutsättningen för byggnation är att behov finns. Initiativet kan tas av privatpersoner, organisationer, företag eller baseras på politiska beslut.

Om byggnation anses lämplig och inga oöverkomliga hinder föreligger, inhandlas den aktuella tomten för projektet. Det är nu lämpligt att begära ett *förhandsbesked* hos kommunen. Om byggnadsnämnden godkänner det planerade projektet har byggherren två år på sig att projektera och ansöka om bygglov. Eventuellt kan den befintliga detaljplanen behöva ändras på, vilket beslutas i kommunfullmäktige.

Innan byggandet börjar genomgås stadiet som kallas *produktbestämning* (se figur 2.2), då byggnaden arbetas fram på ritningar i detalj. Att ta fram klara bygghandlingar går till på många olika sätt, organisationen varierar, men två skeden kan urskiljas; programskedet och projekteringskedet. Även förstudier, som görs redan innan programskedet, bör nämnas. Detta kapitel fortsätter med förklaringar av de olika stegen i produktbestämningen.



Figur 2.1 Byggprocessen. Nordstrand, U (2000).



Figur 2.2 Produktbestämning. Nordstrand, U (2000).

## 2.1. Förstudie

Först bör fastställas om behovet av byggnation finns. Kanske finns det alternativ, till exempel hyra lokal eller bygga ut befintlig lokal. Ofta är dock situationen självklar. Målet med en förstudie är att besluta om projektet skall fortskrida eller inte. Många faktorer skall invägas. Ekonomin, topografi och geotekniska förutsättningar, befintlig bebyggelse och service, försörjning av vatten, el och värme, miljömässiga konsekvenser med mera. Den ekonomiska biten är mycket komplex. Olika systemlösningar och andra utformningar jämförs, samtidigt som de behov och krav som finns undersöks. Förhoppningsvis ska även byggnaden vara en lönsam investering i slutändan.

## 2.2. Programskede

Programskedet utgörs i sig av två delar, *utredningsarbete och programarbete*. Utredningsarbetet är en fördjupning av de tidigare gjorda förstudierna, som härmed fördjupas och kompletteras. Resultatet av utredningsarbetet sammanställs i ett dokument som kallas *program* eller *byggnadsprogram*. Programskedet har till syfte att precisera byggherrens alla önskemål och krav, samt att kartlägga olika förutsättningar som påverkar fortsatta projekteringsarbeten. Dessutom erhålles en överskådligare ekonomisk kalkyl. Byggnadsprogrammet skall ge en relativt omfattande beskrivning av projektet. Exempel på punkter som skall finnas i programmet är: verksamhetsbeskrivning, tekniskt program, förslagsritningar, miljöprogram, kalkyl, samt tidplan. I produktbestämningen ingår aktiviteten *gestaltning*, som kan påbörjas innan programarbetet är klart, men största delen görs efteråt (se kap 2.3.1)

## 2.3. Projekteringskede

Detta skede kan se olika ut, beroende på byggherrens önsknningar. Tiden är här en avgörande faktor. Byggherren vill kanske ha en arkitektävling för att utveckla eller ändra föreslagna fasader och utformning, eller själv bestämma vilka projektörer som skall kopplas in i projektet. En annan möjlighet är att välja en totalentreprenad och ta in anbud från aktörer, med byggprogrammet som underlag. När väl en arkitekt är anlitad påbörjas ett samarbete med övriga projektörer.

### 2.3.1. Gestaltning

Ofta har arkitekten påbörjat och kommit en bit på vägen med sin del innan övriga konsulter kopplas in, d.v.s. *gestaltningen* har påbörjats innan programskedet avslutats. Målet med gestaltningen är att få fram *ett* huvudalternativ för att sedan arbeta vidare med. Mycket av detta arbete görs av arkitekten, men med stöd av övriga konsulter. Resultatet blir förslagsritningar

### 2.3.2. Systemutformning

Systemutformningen går ut på att utforma och fastställa konstruktionen, installationer med mera i byggnaden. Resultatet blir systemhandlingar. Dessa skall i stort sett behandlas som byggnadens huvudritningar, gällande till exempel tekniska system, bärkonstruktion, installationsutrymmen, schakt med mera. Systemhandlingar ska i stora drag innehålla följande:

- Översiktlig projektbeskrivning
- Aktuell projekttidplan och projekteringstidsplan
- Geoteknisk rapport
- Tekniska beskrivningar
- Ritningar
- Systemkalkyl. Årsberäkningar för drift och underhåll.

Här fastställs alltså de flesta av byggnadens delar. Kvarstår gör endast detaljutformningen. Vid ansökan om bygglov räcker det normalt med att bifoga situationsplan och fasader men även planritningar kan vara intressant. Runt detta skede påbörjas lägenhetsförsäljning (vid byggnation av bostadsrätter) utifrån de förhoppningsvis fastställda planlösningarna. När cirka 25 % av lägenheterna sålts finns den ekonomiska säkerheten som krävs för att börja bygga.

### 2.3.3. Detaljutformning

Utformningen på byggnaden och kritiska snitt är nu färdiga. Nu startar *detaljutformningen*, vars resultat blir bygghandlingar. Detta är den mest omfattande delen i projekteringsskedet, som inkluderar all dimensionering av konstruktion och installation, placering av alla detaljer, färger, material med mera. Dessutom skall allting uppfylla gällande lagstiftning. Bygghandlingarna skall vara utformade på ett sådant sätt att entreprenörerna får den information de behöver för att uppföra byggnaden enligt byggherrens krav. De kan också ligga till grund för entreprenörers beräkningar vid eventuell anbudsgivning.

### 3. Traditionella entreprenadformer

I kapitlet behandlas några av de vanligaste traditionella entreprenadformerna i syfte att ge bakgrund och förståelse för hela byggprocessen. De former som anges är totalentreprenad, generalentreprenad, samordnad generalentreprenad och delad entreprenad.

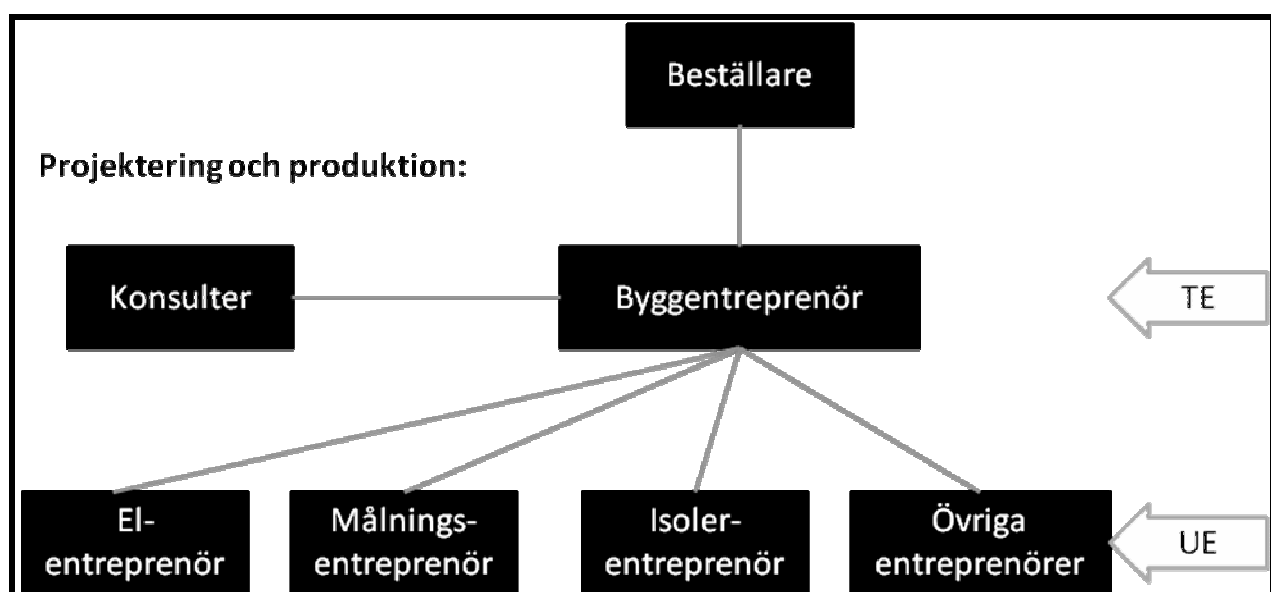
Vidare behandlar vi vem som har störst inflytande för bestämmande av projekterings utformande. Den som köper ett hus bestämmer naturligtvis utformningen, frågan är hur mycket hjälp han väljer att använda sig av. Detta kapitel kan underlätta förståelsen för de olika graderna av utlejlning.

#### 3.1. Totalentreprenad

När ett byggprojekt skall utföras finns alltid en *beställare*, eller *byggherre*, som arbetar för egen räkning eller på uppdrag av någon annan. En totalentreprenad innebär att beställaren anlitar en *totalentreprenör* som ansvarar för både projektering och produktion av ett projekt, vanligen en byggentreprenör (se figur 3.1). Totalentreprenören anlitar också erforderliga projektörer och de underentreprenörer (UE) som behövs för att färdigställa projektet enligt de funktionskrav och önskemål beställaren preciserat.

Beställaren kan välja att ta in anbud. Detta innebär en slags tävling för olika byggentreprenörer, som får i princip påbörja en projektering med hjälp av arkitekt och andra konsulter, för att få fram ett förslag på hur projektet skall se ut, med ritningar, beskrivningar och pris. Beställaren får in flera anbud och har möjlighet att välja den som erbjuder bästa lösningen, med kanske något extra att tillföra. Vinnaren av anbudsgivningen blir totalentreprenör. Den samordningsansvarige för konsulternas ritningar kallas *projektledare*. Denna person styr och leder projekteringen, men ofta även uppförandet.

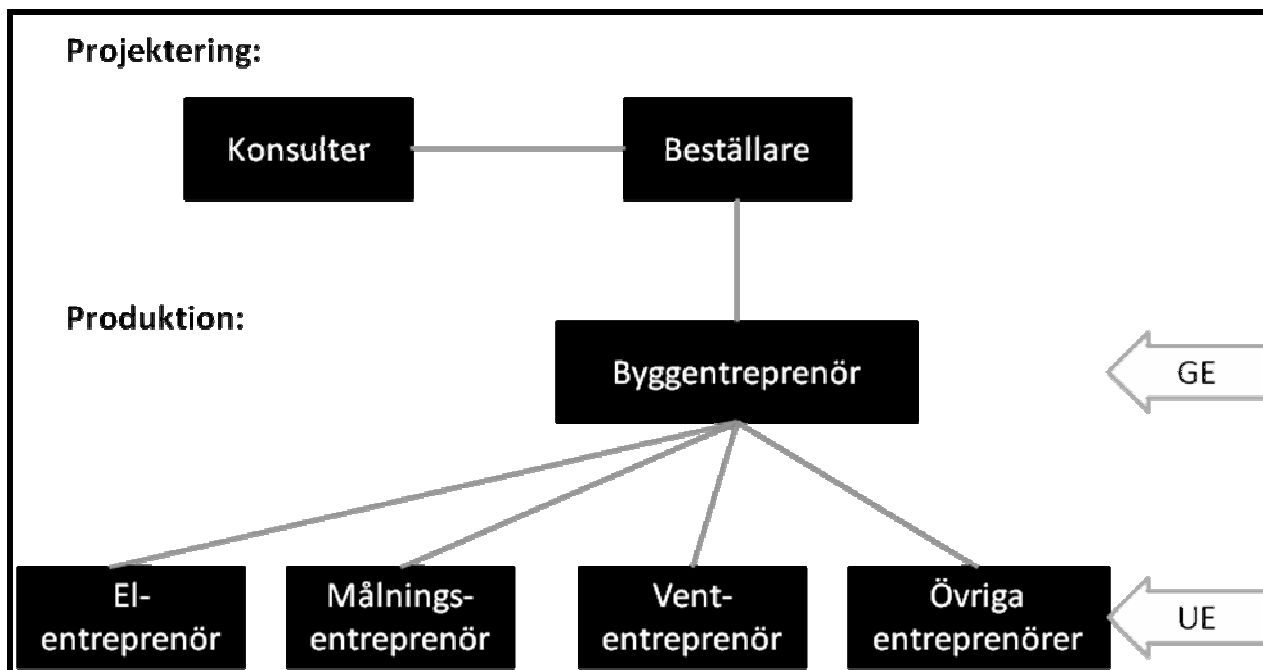
Totalentreprenad är en "paketlösning" som inte kräver för mycket av beställaren. Kommunikationer i ett projekt med totalentreprenad bör vara relativt goda. En stor totalentreprenör har ofta mycket av den kompetens som behövs inom företaget, och strävar ofta efter att arbeta med UE som de tidigare samarbetat med. Beställaren riskerar dock att förlora en viss kontroll.



Figur 3.1 Totalentreprenad

### 3.2. Generalentreprenad

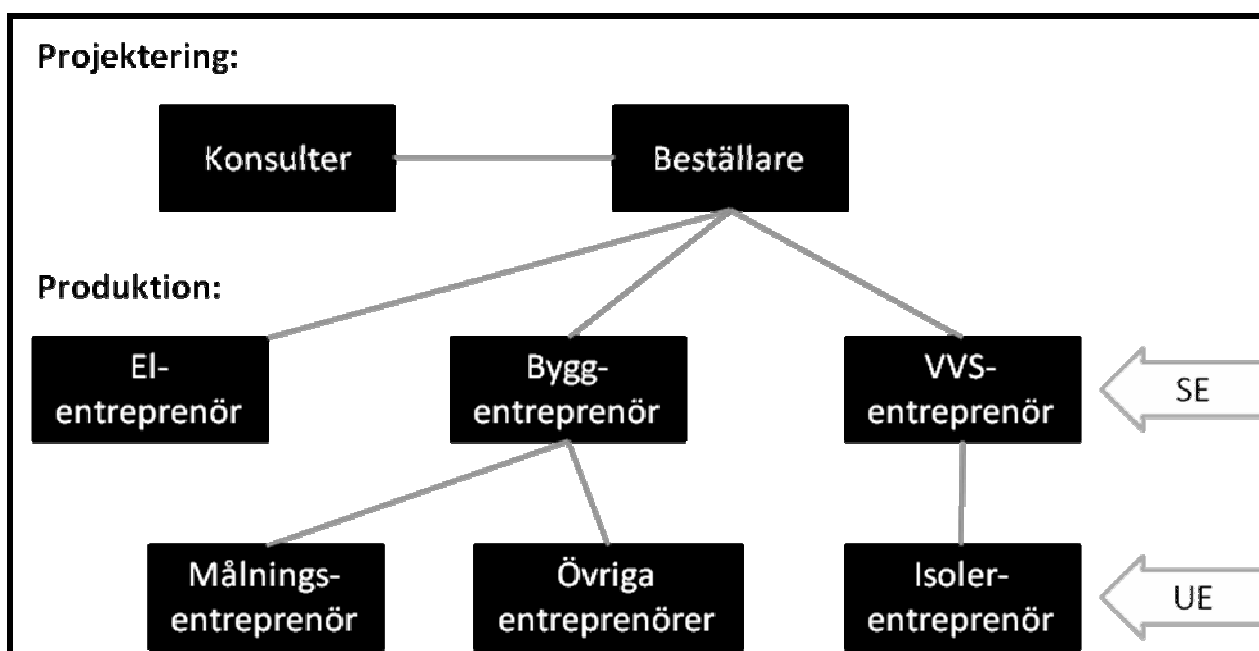
Vid generalentreprenad ansvarar beställaren för projekteringen med hjälp av anlitade konsulter, medan produktionen görs av en generalentreprenör, som i sin tur ansvarar för UE. Alltså arbetar beställaren med flera parter under projekteringen, men bara en entreprenör under produktionen (se figur 3.2). Ibland upphandlas generalentreprenören innan projekteringen är klar, och kan därmed vara med och påverka under projekteringsprocessen. Denna form får anses passa beställare som har stor erfarenhet av projektering och har en vilja att kontrollera densamma.



Figur 3.2 Generalentreprenad

### 3.3. Delad entreprenad

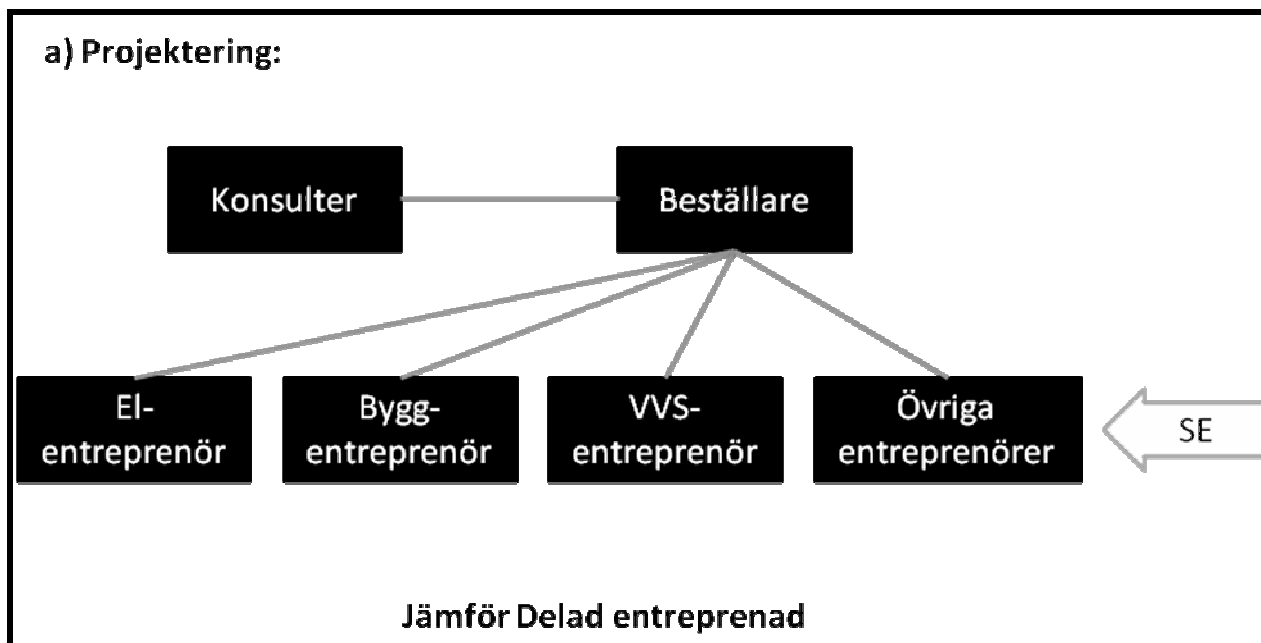
Under delad entreprenad ansvarar beställaren själv för alla konsulter och entreprenörer, då kallade sidoentreprenörer (SE), under både projektering och produktion (se figur 3.3). Beställare får alltså mycket mer arbete. För varje konsult och entreprenör måste beställaren sammanställa förfrågningsunderlag, ta in anbud, sluta avtal och samtidigt samordna all planering. Beställare och projektledare blir här samma "person". Samordningen kan dock överföras på någon av entreprenörerna, då kallad *huvudentreprenör*, i regel byggentreprenören. Sidoentreprenörer kan i sin tur anlita egna UE. Med denna metod kan bra priser och spännande lösningar hittas. Risker är att olika parter inte samarbetar bra, då många nya kontakter troligtvis måste knytas, parter som inte tidigare arbetat på något projekt tillsammans. Tidigare relationer är alltså ytterligare en aspekt för beställaren att tänka på.



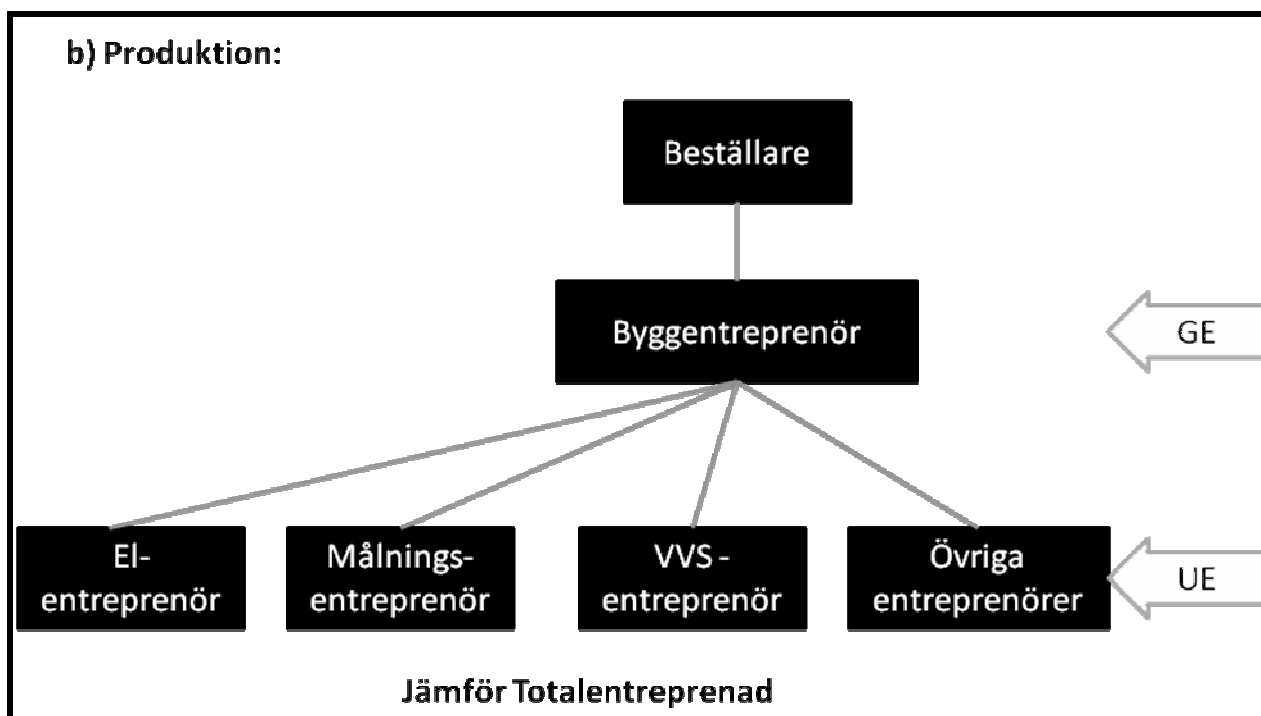
Figur 3.3 Delad entreprenad

### 3.4. Samordnad generalentreprenad

En variant av generalentreprenad är *samordnad generalentreprenad*, då beställaren själv handlar upp de olika SE under projekteringen, men kontrakten mellan beställare och SE övertas under produktionen av generalentreprenören. Upphandlingen sker alltså i två steg. Beställaren får stor kontroll över alla inblandade parter under projektering och upphandling (se figur 3.4.a), men anlitar byggentreprenören som generalentreprenör. Denne får ansvaret att samordna produktionen då övriga SE övergår till att bli generalentreprenörens UE (se figur 3.4.b).



Figur 3.4.a Samordnad generalentreprenad projektering



Figur 3.4.b Samordnad generalentreprenad produktion



## 4. Orsaker till och konsekvenser av fel

Orsaker till fel har stor variation, allt från ett enkelt misstag gjort på plats av en byggnadsarbetare, till ett fel av mycket komplex karaktär. I kapitlet diskuteras felens orsaker och konsekvenser, vilka ofta är tätt sammanlänkade så till vida att ett fels konsekvenser kan vara orsak till ännu ett fel.

### 4.1. Felaktig resursfördelning

I ett projekts början läggs ofta resurser till största del hos arkitekten. Då arkitekten inte kan förväntas ha den sakkunskap som krävs i alla lägen kan detta leda till komplikationer. Exempelvis otillräckliga eller felplacerade schakt kan leda till problem när övriga projektörer kommer in i projektet och ska ha in sina dragningar. En undermålig projektering kan straffa sig mångfalt i bygg- och förvaltningsskedet. Förutom de kvalitetsproblem som kan uppstå kostar det mycket pengar för byggherren att reda ut oklarheter.

Anledningen till att projekteringen ändå gång efter annan görs på samma sätt hänger ihop med rädslan att inte få sålt objektet. Beställaren tar en ekonomisk risk om han lägger större resurser i projekterings början och blandar in fler projektörer utan att först ha sålt produkten i fråga.

### 4.2. Tidsbrist och stress

Under projekteringsprocessen infinner sig enkelt känslan av att tid är pengar. Tidsbristen är ofta en konsekvens av att projektören inte fått tillräckligt med pengar och därför inte kan lägga så mycket tid som önskas på ritningen. Därmed blir ritningen inte tillräckligt genomarbetad. Reell tid kan också vara en begränsande faktor då arbete ofta skall påbörjas ett bestämt datum. Den traditionella projekteringsprocessen medför att många objekt är sålda och inflyttningsdatum är satt redan innan projekteringen är klar. Detta, i samband med att projekteringstid kan vara svår att uppskatta innebär ibland att produktion måste fortskrida utan fullständiga underlag. En situation som kan leda till stress både för projektören och för byggaren.

Stress i måttliga mängder förbättrar en arbetsprestation. Utan en viss press riskeras nedprioritering, eftersom en aktör oftast arbetar med flera olika projekt samtidigt. För stora doser stress är dock inte bra, utan leder ofta till risktagande. Alltså är även stressfaktorn en balansgång. Eftersom tidsramen för ett projekt ofta bestäms mycket tidigt så är det alltså resursfördelningen som till stor del styr stressfaktorn. Resurser är inte bara en fråga om pengar, utan ibland kan det vara så att en viss kompetens är begränsad på företaget och mer kompetens av samma sort tar lång tid att få fram. Oförutsedda händelser är en annan faktor som ofta förbises i planeringen på grund av pressade tidsscheman, om något moment drar ut på tiden kan det starta en kedjereaktion med stora problem som följd. Detta visar att alla problem inte går att lösa med mera pengar, dock möjligtvis med bättre planering.

### 4.3. Bristande engagemang

Studier har visat att närmare 60 % av alla byggfel (50 % av felkostnaden) beror på engagemangsproblem (Josephson, 1994). Då detta område inte är helt lätt att definiera kan siffrorna tas med en nypa salt, dock kan det fastslås att brist på engagemang är en stor källa till fel. Dessa fel uppstår (vid en första anblick) främst på byggarbetsplatsen, men kan ha sin källa någon annanstans.

När det upplevda inflytandet är lågt uppkommer lätt en känsla av likgiltighet, kända fel kan ofta uppstå igen. I detta läge kan det vara svårt att hitta motivationen att försöka göra något åt det. Om det dessutom finns möjlighet att skylla på någon annan så är det "fritt fram". Detta kan yttra sig i

hantverkare som upptäcker fel men inte bryr sig om att uppmärksamma arbetsledningen, utsättare som följer ritningen, trots uppenbara felaktigheter, med mera. Motsättningarna motverkar samarbetskänslan och känslan av att vara motarbetad uppstår, till exempel mellan hantverkare och platsledning eller platsledning och projektörer. Exempel på citat från arbetsplatser är: ”Vi bygger som det är ritat. Om det inte funkar är det inte vårt problem” (Arbetsledare, UE) samt ”På det sättet hade jag aldrig gjort, det håller inte längden. Men vi gör som de har bestämt.” (Platschef) Upprepande av fel kan leda till frustration, brist på motivation och försämrat förtroende för projektörer eller beställare.

Som tidigare påpekats kräver projekteringen mycket tid, kommunikationer och ansvarstagande. Det är lätt att lasta över problem eller ansvar på någon annan. Om engagemanget brister redan i detta skede finns risk att projektet drabbas av problem framöver.

#### **4.4. Risktaganden, medvetna och icke medvetna**

Precis som i all affärsverksamhet ingår alltid en viss risk, då ingen produkt är garanterad att sälja. Detta är i sig en riskfaktor som dock är svår att undkomma.

Då konsulter inte får den tid de behöver blir handlingar därefter, detta är ett medvetet risktagande av beställaren, frivilligt eller på grund av andra faktorer, till exempel tidspress. Beställaren kan välja att istället lägga mer resurser i projekterings början, utan att delvis ha sålt produkten i fråga, vilket då blir en annan sorts risktagande. Att tillverka någonting så pass stort utan att ha garanterad avkastning kan innebära problem med finansieringen, då banken kan kräva säkerhet för att utbetala lån. Även om projektet är självfinansierat är risken ungefär densamma. Tas ändå risken kan det löna sig i slutändan i form av ett bättre projekterat objekt.

En ofullständig ritning kan leda till risktagande i produktionen. Om ett fel uppstår och leder till tveksamheter i produktionen kan ett beslut tas att fortsätta genom att chansa på ett tillvägagångssätt, eller använda sig av tidigare erfarenheter. Beslutet kan lösa problemet men ge upphov till nya fel längre fram. Exempelvis kan ett schakt vara ofullständigt ritat, men lösas på plats så att rör, el och så vidare får plats enligt gällande normer. Risken är då att exempelvis brandskydd negligeras, och en störning uppstår.

Den ständigt närvarande tidsbristen kan leda till risktagande. Att spara in tid kan betyda att den tid som först avsatts inte ges, men kan även vara medvetet snålt planerat från första början. Detta är ibland nödvändigt för att kunna hålla de pressade tidplaner som sätts upp. Risker som tas i form av stress och dess konsekvenser måste vägas mot de eventuella fördelar som erhålles.

#### **4.5. Kommunikationsbrister försvårar**

Husprojekt har tillfälliga organisationer, som varierar från projekt till projekt och ofta även inom projekten. Detta är något som borde ställa högre krav på kommunikation, men istället blir det en ursäkt för att inte förbättra den. Tid till att lära känna varandra finns inte, vilket försvårar kommunikationen. Generellt sett är det inte speciellt kontroversiellt att påstå att kommunikationen i branschen är riktigt dålig.

Det är svårt att precisera varför kommunikationen är så bristfällig trots att problemet är känt, men en teori är att utbildningen är för dålig på den punkten. Vanligtvis har varken platsledning eller projektörer någon egentlig ledarskapsutbildning och en möjlig följd av det är att nya förmågor tar till sig det gängse sättet att prata, det vill säga att tonen i kommunikationen blir ”grabbig”, ömsom skämtsam, ömsom hård. Då alla inte förstår och behärskar det språkbruket ges här utrymme för missförstånd, sårade känslor och i vissa fall regelrätt mobbing.

Dåligt tålamod för möten och samtal är en annan faktor. Inblandade projektörer behöver mycket tid för möten och andra kommunikationer med varandra. Detta kan uppfattas som onödigt tidskrävande och frustrerande, speciellt av beställare eller vissa samprojektörer. Dock är det nödvändigt för ett väl genomarbetat projekt.

Ett annat bekymmer är den ökade specialiseringen bland projektörer. Vissa är så inriktade på sitt eget att de inte förstår andra komponenter än sina egna och därmed förstår de kanske inte ens vad andra projektörer pratar om i alla lägen. Här är även bristen på tydliga universella uttryck ett problem. Ordet schakt är ett sådant exempel då det kan syfta på både en grävd grop och ett högt och smalt utrymme såsom ett installationsutrymme. I vissa fall kan sådana ord leda till att parterna tror sig förstå varandra fast de egentligen talar om olika saker.

Kunskapsåterföring är svårt på grund av branschens komplexitet. Många försvarar sig med att alla projekt är unika och därmed är kunskapsåterföring i princip bara slöseri med tid och resurser. Dock har många företag program för erfarenhetsåterföring, men endast inom företaget och i liten skala. Att läsa sig till problem som uppstår på ett bygge är svårt, vilket gör personlig erfarenhet till den bästa kunskapen.

#### **4.6. Den mänskliga faktorn: Svår att påverka**

De flesta fel beror på människan. Även materialfel går ofta att härleda till mänskliga faktorn. Fel uppkomna helt utan mänsklig faktor är sällsynta. Ett fel kan ha en orsak som är mycket djupare, beroende på synsättet. Anledningen till att en person gör ett fel kanske beror på okunskap, att han inte studerat tillräckligt i skolan, att hans lärare inte hade tillräcklig förmåga att lära ut, att det fanns brister i hela utbildningssystemet, kanske på grund av det dåvarande politiska läget. Eller så säger man att det var ett slarvfel. Allt är en fråga om hur långt det hela analyseras. Denna kategori av fel är både svåra att klassificera och undvika. Mänskliga faktorn kommer troligtvis alltid att vara en svag länk.

## 5. Exempel på byggfel

Här presenteras några exempel på fel som uppstått i olika projekt. Detta i syfte att få en verklighetsförankring till några av de fel som presenterats i kapitel 4. Att hänföra varje fels exakta orsak till de orsaker som presenteras i kapitel 4 är komplext, och ofta en kombination av flera orsaker. Dessutom har olika inblandade olika synsätt på var felet uppstått. Dock har vi försökt ge vår syn på saken.

### 5.1. Bjälklag

Ett hotell skulle renoveras och byggas ut och alla parter var klara med sin projektering utom plattbjälklagskonstruktören som kopplades in först senare. Det visade sig att bjälklagskonstruktionen inte var tillräcklig på grund av för stora schakthål och för långa spännvidder. En merkostnad uppstod i form av järnbalksförstärkningar under tak och som pelare. Att ändra på planlösningar, schakt, med mera i detta skede var inte ett rimligt alternativ. Byggföretaget, som också var totalentreprenör, betalade för merkostnaden.

Detta kan anses vara en resursfördelningsfråga (se kapitel 4.1. Felaktig resursfördelning) och även en kommunikationsfråga (se kapitel 4.5. Kommunikationsbrister försvårar). Om plattbjälklaget hade upphandlats tidigare hade problemet troligtvis kunnat avstyras.

### 5.2. Trapphus

Vid ett ombyggnadsprojekt monterades ett nytt trapphus av prefabricerade element. När elementen var färdigtillverkade och monterade visade det sig dock att nödvändiga rördragningar inte fanns med i prefabritningen och därmed inte heller i elementen. Det var därför tvunget att göras hål för rördragningar i efterhand och detta slutade med att viktig armering kapades.

Även här kan felet kan hänföras till bristande kommunikation. Det är projektledarens uppgift att se till så att kommunikationen fungerar och att allt underlag finns tillgängligt när viktiga handlingar ska tas fram.

### 5.3. Undertak

Då ett flerbostadshus uppfördes uppstod problem med takhöjder i delar av bottenvåningen. Den planerade takhöjden var 2,40 m, men då rör i ett installationsstråk ovanför ett undertak krockade med varandra var VVS-installatören tvungen att ”essa” rören, d.v.s. sätta böjar på rören. Detta i samband med att parkettgolvet byggde mer än väntat ledde till att den utlovade takhöjden inte kunde hållas. Beställaren godkände dock den nya takhöjden 2,30 m i de berörda utrymmena.

Troligtvis är även detta ett problem orsakat av bristande kommunikation. Problemet hade kunnat upptäckas om inblandade ritningar inspekterats noggrannare. Ofta används samplottning, vilket innebär att olika projektörers ritningar skrivs ut ovanpå varandra, på samma papper. På så sätt kan krockar förutses, t.ex. ett värmerör med ett avloppsrör. Det är tyvärr inte vanligt att en samplottad ritning blir bygghandling. Engagemang är troligtvis också en faktor då parkettgolvet höjd inte kontrollerades tillräckligt noggrant (se kapitel 4.3. Bristande engagemang).

### 5.4. Fönster

Vid uppförandet av ett kontorsvaruhus upptäcktes att de fönster som monterats satt fel i förhållande till de plåtkassetter som skulle monteras på fasaden. Kontrollmätningar gjordes och platsledningen

upptäckte att måttkedjan på ritningen startade vid en annan punkt än vad som antytts. En ny måttkedja räknades ut på plats och felaktiga fönster åtgärdades. Arkitektens ritning var inte rent felaktig, men däremot otydlig och inkonsekvent. Byggföretaget betalade för åtgärderna.

Felet får anses vara ett misstag och därmed tillskrivas den mänskliga faktorn (se kapitel 4.6. Den mänskliga faktorn: Svår att påverka)

## 6. Lösningar

I kapitlet beskrivs förslag på lösningar till de problem som utpekats. Först föreslås mindre omfattande lösningar (kapitel 6.1) som kan anses mer kortsiktiga och som kan komma tillrätta med vissa problem, därefter mer omfattande lösningar som kräver en väsentlig omorganisation av hela byggprocessen men som i gengäld kan tackla problem på en helt annan skala. De senare, mer omfattande ändringarna, innefattar samverkansprojektering (kapitel 6.2) samt industrialiserat byggande (kapitel 6.3).

### 6.1. Förbättringar

Många av byggbranschens problem kräver omfattande och djupgående åtgärder, men då branschen är relativt konservativ ligger mindre förändringar närmare till hands på kortare sikt. Exempelvis behövs förändring inom resursfördelningen och kommunikationen under hela byggprocessen, vilket diskuteras nedan.

#### 6.1.1. Omfördelning av resurser

Att omfördela resurser så att projekteringen kan bli mer genomarbetad är önskvärt (vidare läsning kapitel 6.2.1 Omdisponerade resurser). Hur stor del som läggs på projektering kan variera från allt mellan långt gången projektering av enbart arkitekt till samtidig inkoppling av samtliga aktörer. Ett steg i riktning mot ett mer genomarbetat projekt vore att finna ett sätt att få mer tid till inblandade projektörer.

För detta krävs exempelvis att tidsplaner förlängs och inflyttningsdatum senareläggs. Ofta har kunden svårt att planera för inflyttning med längre framförhållning än vad som görs idag, vilket med påtalad omfördelning kan innebära att beställare måste vänta med att sälja tills projekteringen är längre gången än normalt. Om slutprodukten blir bättre och mer genomarbetad bör objektet ändå bli sålt, eftersom priset inte nödvändigtvis behöver bli högre än vanligt. Ett väl projekterat projekt bör rimligtvis kunna spara in resurser under produktion.

#### 6.1.2. Förbättrad kommunikation

Bra personkemi och tidigare samarbeten mellan de olika parterna är önskvärt, att ha mer eller mindre uttalade partners kan vara en fördel. Tid kan då ges att lära känna varandra och bygga upp ett fungerande samarbete. Då konflikter uppstår är det i allas intresse att lösa dem så smidigt som möjligt för att värna om relationen. På utbildningssidan behövs mer utbildning om byggdetaljer, att lära sig fackspråk samt de olika parternas roller. Det behövs även mer ledarskapsutbildning och kommunikationsutbildning på ingenjörsutbildningarna. För bättre kommunikation gäller det att de inblandade kan kompromissa, erkänna egna svagheter och kommunicera sina behov och önskemål. Detta är något som kommer naturligt för vissa, dock ej alla, därför behövs utbildning.

Uppföljning och erfarenhetsåterföring krävs om misstag ska kunna identifieras. Att satsa mer på uppföljning och spridning av resultatet kan vara ett steg mot bättre förståelse och snabbar på erfarenhetsinhämtningen speciellt för nytexaminerade. En annan lösning är att i viss utsträckning undvika ”unika” projekt genom exempelvis industrialisering, något som beskrivs i kapitel 6.3.

### 6.2. Samverkansentreprenad för bättre effektivitet

Samverkansentreprenad, även kallad partnering eller samverkansprojektering, är ett relativt nytt begrepp. Det är inte en ny sorts entreprenadform, utan snarare en utveckling av traditionella

entreprenadformer, främst totalentreprenad. Grundtanken med samverkansentreprenad är en öppnare relation mellan alla parter. Särskilt i projekteringsskedet, så kallad samverkansprojektering.

En öppen ekonomi-, teknik-, miljöredovisning samt tidig inkoppling av alla parter ska ge goda relationer, samt känslan av ett arbete mot gemensamt mål. Med tidig inkoppling av alla parter menas att arkitekten inte själv skall påbörja projekteringen, utan att övriga konsulter skall arbeta med projekteringen tillsammans med arkitekten från start, för att undvika att någon del förbises. Om alla arbetar mot att få en så bra slutprodukt som möjligt tillsammans, kombinerat med öppen ekonomi, frångås det traditionella transaktionsaffärerna. Istället uppstår en lagkänsla, med relationsaffärer. Att arbeta med varandra istället för mot varandra underlättar relationer, ger högre engagemang och leder förhoppningsvis till en bättre produkt med färre missuppfattningar och fel under projektets gång.

### **6.2.1. Omdisponerade resurser**

Väldigt mycket pekar på att resursfördelningen idag är felaktig. Vid intervjuer med de inblandade i referensprojektet märks att projektörer, platsledning och till och med projektledare och beställare är överens; mer resurser bör läggas i början av projekteringen, pengar som sedan tjänas in med en smidigare produktion. Arkitekten har oproportionerligt stort inflytande och ansvar i projekterings början, mycket beroende på strävan att få fram planlösningar att använda som försäljningsunderlag. Därmed inte sagt att arkitektens roll är onödigt stor, utan snarare är övriga projektörers inverkan för liten.

Slutsatsen blir alltså att mer resurser behövs i början och skall läggas på samverkansentreprenaden, det vill säga att alla projektörer skall få möjlighet att påverka och tillsammans få fram en produkt som fungerar. Detta behov av samverkansentreprenad är relativt nytt, mycket beroende på allt mer komplexa systemlösningar och därför finns få rutiner och erfarenheter från något sådant. En samverkansentreprenad kostar både mer tid och pengar. Ändå är det en övergripande övertygelse att det sparar både tid och pengar i uppförande och förvaltning av en byggnad, betydligt överskridande projekterings resursförbrukning.

### **6.2.2. Fördelar med samverkansentreprenad**

Ett gott samarbete ger en effektivare process med mindre friktioner. Att skapa långsiktiga relationer istället för att upphandla varje nytt projekt bör övervägas, då upphandlingar är krävande ur flera perspektiv. Goda relationer och att känna till varandras kunskap och brister gör att missförstånd kan undvikas och ett mer effektivt samarbete fås. De konflikter som uppstår ges utrymme att lösas öppnare och effektivare, då detta lönar sig i ett längre perspektiv. Risken för missförstånd angående ansvarsområden minskar, om ett problem uppstår så kan ansvaret klargöras direkt. Även kunskapen ökar och överskrider gränser, fler kan bistå med idéer och lösningar.

Om alla arbetar mot samma mål utan att motarbeta varandra så bör produkten ge större total ekonomisk vinst i slutändan. Vinsten blir troligtvis rättvisare fördelad, och risken att någon part slutar som "förlorare" är mindre. Konsekvenserna av en väl genomarbetad projektering blir smidigare produktion och en bättre slutprodukt.

### **6.2.3. Risker med samverkansentreprenad**

Om de långsiktiga relationerna får stort genomslag kommer det innebära att samma grupper av projektörer ständigt arbetar tillsammans. När dagens upphandlingsformer frångås finns risken att det blir problematiskt för andra aktörer att slå sig in på marknaden med samma villkor, det vill säga att konkurrensen kan hämmas. En annan risk som tillkommer med det täta samarbetet under

projekteringen är gruppdynamiken. Människor arbetar olika bra i grupp. Andra personliga egenskaper krävs vid en samverkansentreprenad än vid de traditionella projekteringsformerna. Kanske uppstår konflikter som under traditionella former undvikts.

#### **6.2.4. Stressen minskar**

Projektörers dåliga tillgång till tid är en stor stressfaktor. En stresstålig människa gör det som hinns med, givet ett antal timmar på ett projekt, utan fysisk eller psykisk inverkan. Men många blir förr eller senare påverkade av pressen. Ingen i byggbranschen lär ha undgått begreppet ”gå in i väggen”.

En samverkansentreprenad ger tid till mer kommunikationer mellan instanser och mer kompletta underlag. Logiskt sett bör stressen minska, förutsatt att alla får den tid de behöver och stöttar varandra. Om nu underlagen blir mer korrekta och kompletta bör alltså själva byggandet bli enklare. Färre oklarheter, färre störningar, mindre stress. Detta skall alltså vara en omdisponering av tid, och inte ”flummande” under hela processen.

Om samverkansentreprenaden genomförs på rätt sätt skall det istället kunna spara tid på hela uppförandedelen av ett projekt. Enkelt uttryckt kan det alltså sägas att genom att lägga mer tid på projekteringen sparas mer tid på byggandet. Som tidigare nämnts är lite stress en gynnsam faktor, därför bör naturligtvis konceptet med tidsramar och övriga begränsningar finnas kvar även under en samverkansentreprenad.

### **6.3. Industrialiserat byggande**

En kraftig utveckling har skett och sker fortfarande inom industrialisering av byggprocessen, detta för att minska byggkostnader och öka kvalitén. Efter 1960-talets avskräckande miljonprogram har fokus inte enbart hamnat på effektiv produktion, utan även långsiktiga kund- och samhällsperspektiv. Ofta anges bilindustrin som förebild: Att standardisera produktionsprocessen utan att för den sakens skull standardisera produkten, i detta fall byggnaden. Istället för att gå på gång ”uppfinna hjulet” ska bostäder kunna utvecklas enligt en etablerad standard, där varje bostad kan anpassas efter kundens önskemål ([www.peab.se](http://www.peab.se)). På så vis bör många av riskerna som har med ”unika projekt” att göra kunna undanröjas, samtidigt som estetiska och servicemässiga synvinklar tillgodoses.

Avseende både kvalitet och ekonomi bör mycket förbättras enbart på punkterna vädersäkring och mer effektiva lösningar för logistik och arbetsmetodik. NCC uppger att de i sin husfabrik ”NCC Komplet” kan göra 90 % av arbetet, medan resterande 10 % görs i en väderskyddad hall på uppförandeplatsen ([www.ncc.se](http://www.ncc.se)). På så vis undviks många väderrelaterade problem, såsom att bygga in fukt och att inte kunna gjuta betong på grund av kyla eller regn. Att exempelvis kunna köpa in material till fabriken och lagerhålla detta under kontrollerade former är även det ett rejält logistiskt och kvalitetsmässigt steg upp från att förvara material under presenningar på byggplatsen.

#### **6.3.1. Industrialiserat eller industriellt byggande?**

Skillnaden mellan industrialiserat och industriellt byggande anses vara att det industriella byggandet har flyttat bort största delen av byggandet från platsen där byggnaden ska stå medan det industrialiserade byggandet endast använder sig av industriella metoder i det traditionella platsbyggandet. Industriell produktion sker i en husfabrik där hela rum monteras, målas och färdigställs. Rumsmodulerna transporteras sedan till uppförandeplatsen där de monteras ihop med snabbkopplingar för el och installationer. Industrialiserat byggande kan innebära att väggstommar byggs i en fältfabrik och sedan lyfts på plats. Graden av prefabricering är således mycket lägre. Här väljer vi att fokusera på det industriella byggandet då vi anser att det kan lösa fler problem.



### **6.3.2. Fördelar med industriellt byggande**

- Kvalitet – Riskerna för att bygga in fukt i konstruktionen minskar drastiskt. Vidare kan det på fabriken utvecklas ett optimalt tillvägagångssätt för alla moment och på så sätt höja både kvalitén och produktionstakten.
- Bättre projektering – Industrialisering både kräver och ger utrymme för universallösningar som kan hjälpa till att förenkla projekteringsprocessen. Industriell produktion kräver en mycket högre standard på ritningar än vad som är brukligt idag och med de besparingar som kan göra på andra håll, både tidsmässigt och pengamässigt, bör det inte vara något problem att lägga de extra pengarna som krävs på detta.
- Ekonomi – Jämfört med platsbyggande kan besparingar göras exempelvis på personalsidan. Kortare byggtider innebär att fler uppdrag kan åtas och att både personal och fabrik kan utnyttjas bättre.
- Valfrihet – Trots prefabriceringen kan husen se mycket olika ut och detta är något som kan leda till större estetisk variation snarare än mindre. Bättre inköp och lägre priser gör att kunden kan välja ur ett bredare sortiment.
- Arbetsmiljö – Att arbeta i en fabrik med bra belysning, inomhusklimat och bra arbetsstationer måste för de flesta ses som en fördel. Satsningar på ergonomi och redskap för att underlätta tunga arbetsmoment minskar också arbetsskador och sjukskrivningar.

### **6.3.3. Nackdelar med industriellt byggande**

Att bygga en husfabrik är en mycket stor investering och knappast något som alla byggfirmor klarar av. Det gäller att få in beställningar nog så att fabriken går med vinst och helst ska även klara en lågkonjunktur klaras utan att behöva stänga. Ett noggrant ekonomiskt övervägande krävs.

## 7. Slutsatser

Många fel som uppenbarar sig i byggprocessen har sin grund i projekteringsskedet. Det kan handla om otydliga ritningar, bristande tekniska lösningar eller för höga krav på ett exakt utförande. Detta beror på att för lite tid och pengar läggs på projekteringen, dessutom saknas ofta en effektiv styrning av arbetet. En mer genomarbetad projektering skulle med stor sannolikhet minska antalet fel i produktionen och därmed spara pengar och höja kvalitén på produkten. En vedertagen regel säger att kostnaden för en ändring ökar tio gånger för varje led av produktionen, att upptäcka felen redan i projekteringsfasen blir alltså billigare totalt, även om projekteringen i sig blir dyrare.

Varför har vi då detta problem? Troligtvis ligger en stor del av skulden bland beställare som vill spara pengar och minimera de ekonomiska riskerna. I detta fall vill vi dock påstå att snålheten bedrar visheten. Ofta underskattas komplexiteten i moderna bostadshus, där de tekniska kraven ständigt höjs, särskilt på installationssidan. Samtidigt är många projektörer rädda att säga ifrån, då det troligtvis skulle förstöra deras chanser att få jobbet.

Ett moment som kan anses vara en förutsättning för många av felen är upphandlingsmomentet, som i princip enbart handlar om att erbjuda det lägsta priset. Samarbetsförmåga och kvalitetstänkande offras ofta här. Något som kan visa sig dyrbart längre fram.

En annan faktor är en dålig kommunikation, som kan härledas till bristfälliga samarbetsstrukturer. Man arbetar på var sitt håll och med tillfälliga organisationer och anser sig inte ha något att vinna på att utveckla kommunikationen.

En av våra ursprungliga frågor har varit vilka åtgärder de olika företagen har vidtagit för att minska antalet fel. Ett vanligt svar är någon form av erfarenhetsåterföring. Dock av varierande utformning, djup och framgång. Här skulle vi vilja se rejäla ansträngningar:

- En ordentlig erfarenhetsåterföring, förvånansvärt ofta känner projektörer inte ens till fel som har uppstått inom deras respektive områden. Detta är en förutsättning för att kunna bättra sig.
- Samverkansentreprenad eller motsvarande samarbete för att förbättra resultatet av projekteringen och därmed underlätta produktionen.
- Industrialiserat byggande för att effektivisera produktionen och tillåta högre precision och kvalitet.

## **8. Referenser**

### **8.1. Litteratur**

Josephson, Per-Erik & Saukkoriipi, Lasse (2005) *Slöseri i byggprojekt. Behov av förändrat synsätt*. Göteborg: SG Zetterqvist AB

Josephson, Per-Erik (1994) *Orsaker till fel i byggandet – en studie om felorsaker, felkonsekvenser, samt hinder för inläring i byggprojekt*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola

Nordstrand, U (2000) *Byggprocessen*. Stockholm: Liber AB

### **8.2. Elektroniska källor**

www.ncc.se <[http://www.ncc.se/templates/GenericPage\\_\\_\\_\\_\\_6649.aspx](http://www.ncc.se/templates/GenericPage_____6649.aspx)> (2007-07-26)

www.peab.se <[http://www.peab.se/Om\\_Peab/Verksamhetsbeskrivning/Industriellt\\_byggande](http://www.peab.se/Om_Peab/Verksamhetsbeskrivning/Industriellt_byggande)> (2007-06-24)

### **8.3. Muntliga källor**

Hålls anonyma