

# **Belysningsfrågor i byggprocessen: Orsaker till brister och förslag till en förbättrad process.**

Peter Pertola

---

Bygg- och fastighetsekonomi  
Fastigheter och Byggande  
Kungliga Tekniska Högskolan



Byggnadsteknik och  
Belysningsvetenskap  
Tekniska Högskolan  
Högskolan i Jönköping



© Peter Pertola 2012

Avd. för Bygg- och Fastighetsekonomi  
Inst. För Fastigheter och Byggnad  
Kungliga Tekniska högskolan (KTH)  
100 44 Stockholm

Tryckt av Eprint AB 2012, Stockholm

ISBN 978-91-85783-24-3

TRITA-FOB-LIC-2012:1

## Författarens tack

Jag har väldigt många att tacka för bidrag i arbetet med denna avhandling. Först och främst Energimyndigheten för de medel de ställt till förfogande genom de särskilda medel som utgick från belysningsutlysningen. Denna avhandling har varit en del av arbetet med belysning inom Uthållig kommun, etapp 2.

Arbetet har utförts genom Jönköpings Tekniska Högskola där professor Nils Svendenius varit projektledare för Tema belysning inom Uthållig kommun. Nils har också varit huvudhandledare i denna avhandling. Ett stort tack till Nils för hans guidning och stötning genom hela projektet, som pågått i ca 3 år.

Avhandlingen har gjorts på KTH, Institutionen För Fastigheter och Byggnad, Avdelning för Bygg- och Fastighetsekonomi med professor Hans Lind som handledare. Hans har varit till mycket stor hjälp under processen att ta fram avhandlingen. Ett stort tack till mycket intressanta och givande diskussioner kring byggandeprocessen och ekonomi. Och för hjälp med manusbearbetning.

Dessutom så ett stort tack till Roy Holmberg, professor på Jönköpings Tekniska Högskola som involverade mig som medförfattare i en rapport "Kartläggning av belysningskrav och kompetens i byggprocessen" projekt nr projekt 32700-1 Energimyndigheten, som gav mer input till min avhandling.

Under arbetet i Uthållig kommun-projektet så vill jag rikta ett speciellt tack till de kommunrepresentanter som deltagit i de olika projekten som genomförts samt till Jonas Ohlsson, WSP Management i Jönköping, som läst och deltagit i framtagandet av en guide som baseras på resultatet från de ovan nämnda projekten. Guiden (Belysning i offentliga miljöer, ET 2012:33) beskriver byggprocessen med belysningsprojekt i kommuner och skall via Energimyndigheten bli en hjälp till de som handlar upp och genomför belysningsprojekt i kommuner.

Sist men inte minst ett stort tack till mina nära och kära som fått lite mindre av min tid under arbetet med avhandlingen.

## SAMMANFATTNING

De grundläggande frågorna i denna licentiatuppsats är varför vi inte har bättre belysning i våra lokaler (inomhusmiljöer) och vad som kan göras för att förbättra situationen. Fokus ligger på hur belysningsinformation och kunskap hanteras i byggprocessens olika skeden och former och en hypotes är att goda intentioner avseende belysning i början av en byggnadsprocess till stor del kan försvinna i senare delen av processen.

Rapporten bygger, vid sidan av litteraturstudier, på en kombination av egna erfarenheter från mångårigt arbete i branschen och intervjuer med aktörer som deltagit i ett antal utvalda projekt.

Det teoretiska ramverk som används bygger på sk transaktionskostnadsteori där kontraktutformning och dess effekter är en central fråga. Det är mycket svårt att skriva kontrakt som fångar in alla centrala aspekter och hur resultatet blir beror därmed på vilka kort- och långsiktiga incitament som aktörerna har. En nyckelfråga är hur man skapar incitament för de företag som anlitas att göra "rätt" saker.

Resultatet när det gäller vilka problem som finns idag kan sammanfattas i följande punkter:

- Avsaknad av engagemang, rätt kompetens och kunskap hos olika aktörer och i olika skeden.
- Kompetens och kunskap finns men används sällan på rätt sätt och i rätt tid.
- Beslut fattas med för kort tidshorisont.
- Motivation att arbeta mot helheten överskuggas av den egna privata vinningen.
- Byggprocessen är dåligt anpassad för att bli ta till vara vunna erfarenheter och ta in dem i nästa projekt.
- Kontroll och uppföljning är ofta bristfällig.

De förslag som framförs rör tre nyckelområden - Kompetens, Incitament och Resurser och kan sammanfattas i följande punkter:

- Att mer resurser satsas i tidiga skeden i projekt.
- Att projektering görs i ett närmare samarbete mellan byggherre, arkitekt och tekniska konsulter.
- Att mer långsiktiga partneringliknande relationer etableras mellan främst beställare å ena sidan och arkitekt/teknisk konsult å andra sidan. Detta skapar också utrymme för kompetensutveckling på båda sidor.
- Att projekten genomförs som utförandeentreprenader där möjligheten till detaljstyrning är större.

## **ABSTRACT**

The fundamental questions in this licentiate thesis are why we do not have better lighting in our buildings and what can be done to improve the situation. Focus is how issues related to lighting are handled during the construction process and one hypothesis is that good intentions concerning lighting in the early stages of the process to a large extent can disappear during the later stages of the process.

Beside a literature review, the report is built on a combination of my own experiences from many years of work in the sector and interviews with actors in a number of selected projects.

The theoretical framework used is transaction cost analysis where contract design and its effects is a central question. It is difficult to write a complete contract that captures all important aspects and what the result will be then depends on the short- and long term incentives of the actors. A key question is how to create incentives for different types of contractors to do the "right" thing.

Results concerning current problems can be summarized as follows:

- Lack of commitment, competence and knowledge among actors in different stages of the construction process.
- Competence and knowledge may exist but are not used in the right way at the right time.
- Decisions are made with a too short time horizon.
- The focus on private gain overshadows ambitions to take a holistic perspective.
- The construction process has characteristics that might it difficult to learn from earlier projects.
- Control and follow-ups are often inadequate.

The proposals that are put forward concerns three key areas - Competence, Incentives and Resources - and can be summarized as follows:

- More resources should be allocated to early stages of a project.
- Design should be made in closer cooperation between client, architect and technical consultants.
- Long-term partnering-like relations should be established between the client and especially the architect/technical consultant. This also creates room for development of competence and knowledge on both sides.
- The project should be carried out as a Design-Bid-Build project as the possibilities to control details of the project then are higher.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INTRODUKTION .....	8
1.1	Bakgrund .....	8
1.2	Syfte och metod .....	10
1.3	Omgivning .....	10
1.4	Disposition.....	11
2	UTVECKLINGEN INOM BELYSNINGSOMRÅDET: EN ÖVERSIKT .....	12
2.1	Ljuskällor och armaturer .....	12
2.2	Visuella aspekter .....	14
2.3	Psykologiska och fysiologiska aspekter .....	15
2.4	Ljus och produktivitet.....	16
2.5	Ljusplanering .....	17
3	METOD .....	19
3.1	Egna erfarenheter .....	19
3.2	Intervjuer.....	19
3.3	Litteratur.....	20
4	TEORETISKT RAMVERK .....	22
4.1	Transaktionskostnadsteori/kontraktsteori .....	22
4.2	Exempel på forskning om byggprocessen baserad på denna teori .....	23
5	BYGGPROCESSEN.....	25
5.1	Inledning.....	25
5.2	Byggprocessen.....	25
5.3	Den agila processen .....	27
5.4	Information och aktörer .....	28
5.5	Byggherre .....	30
5.6	Brukaren - Slutkund.....	31
5.7	Entreprenadformer och partnering .....	32
5.8	Upphandling .....	35
5.9	Avslutning.....	36
6	VAD ÄR PROBLEMEN IDAG? .....	37
6.1	Kunskapsnivån hos byggherrar är för låg .....	37
6.2	Kortsiktiga ekonomiska fördelar väger tyngst .....	38
6.3	Tiden är för knapp .....	39
6.4	Anlitade projektledare, arkitekter och konsulter brister i kunskaper och engagemang .....	39

6.5	Brister i upphandlingsformer .....	40
6.6	Slutsatser .....	41
7	HUR SKULLE EN BRA PROCESS SE UT? .....	42
7.1	Inledning.....	42
7.2	Utgångspunkter och antaganden.....	42
7.3	Arkitekten och belysningsexperten.....	43
7.4	Brukaren .....	44
7.5	Programarbete .....	45
7.6	Rollfördelning och entreprenadformer ur ett projekteringsperspektiv .....	46
7.7	Konsultupphandling och långsiktiga relationer .....	47
7.8	Vikten av tillräckliga resurser under tidigare skeden.....	49
7.9	Kontroll under byggskedet .....	49
7.10	Kompetensutveckling.....	50
8	AVSLUTNING.....	52
8.1	Sammanfattning.....	52
8.2	Belysningen i det befintliga beståndet.....	53
8.3	Utbildningsbehov .....	53
REFERENSER .....		55
Litteratur.....		55
Internet adresser.....		58
BILAGA 1 .....		59

# 1 INTRODUKTION

## 1.1 Bakgrund

En utgångspunkt för denna licentiatuppsats är att belysningen i våra lokaler inte så bra som den skulle kunna vara. Detta gäller både belysningens kvalitet och dess energieffektivitet. Belysningen är en viktig parameter för att människor skall trivas och utföra ett effektivt arbete, vilket bl. a framhållits i OECD/IEA, Light's Labour's Lost (2006). Utöver detta så utgör belysningen ca 19 % av världens elförbrukning. Belysningen utgör ca 20 % av elförbrukningen i en fastighet enligt Energimyndigheten, STIL2 (2005-2010) och belysningen påverkar dessutom både uppvärmning- och kylbehov.

I tabell 1 nedan ges en översikt av det svenska fastighetsbeståndet, exkl. småhus. I denna rapport ligger fokus på det som i tabellen benämns "lokalbyggnader" och i fortsättningen är det enbart detta som diskuteras. En viktig observation som kan göras i denna tabell är att offentliga ägare spelar en stor roll i denna del av fastighetsbeståndet. De offentliga byggherrarna har genom ett EU-direktiv fått ett större krav på sig att genomföra projekt så att man åstadkommer hållbara byggnader i sina processer. På dessa byggherrar vilar därför ett stort ansvar för att bygga "hållbart" och en nyckelfråga är om detta ansvar matchas av tillräckliga resurser och tillräcklig kompetens.

Tabell 1: Fördelning av byggnadsbeståndet avseende ägarkategorier\*

Hustyp och ägarkategori	Total area per hustyp/ andel av area per hustyp
<b>Lokalbyggnader</b>	<b>144 miljoner kvadratmeter</b>
<b>Offentliga ägare m.m. "specialfastigheter"</b>	
Kommuner	30 %
Landsting	9 %
Staten	8 %
Ideella ägare, kyrkan m.m.	9 %
<b>Privata och kommersiella ägare, "hyresfastigheter"</b>	
"Investerare", kortsiktiga och mer långsiktiga	32 %
Egenanvändare, med egen verksamhet i huset etc.	4 %
Privata ägare, fysiska personer	8 %
<b>Flerbostadshus</b>	<b>178 miljoner kvadratmeter</b>
Allmännyttiga bostadsföretag	32 %
Bostadsrättsföreningar (egenanvändare)	35 %
-därav privata	16 %
"Investerare"	10 %
Privata ägare, fysiska personer	22 %

\* "Småhus" har utelämnats ur tabellen i enlighet med rapportens avgränsning till flerbostadshus och lokaler  
Källa: SOU 2008:25.



Min bedömning är att det är alltför vanligt att goda intentioner avseende belysning i början av en byggnadsprocess till stor del kan försvinna i senare delen av processen av en eller annan orsak. Byggherrens engagemang, kompetens och ansvar är nycklar till en bra byggprocess (Holmberg, Pertola, 2011). Även byggherrens agerande vid upphandling och under genomförandet av ett projekt är avgörande för det slutliga resultatet.

Byggnader har förfinats och gjorts allt mer tekniskt komplexa. Därför har många nya specialist- och yrkeskategorier tillkommit i byggprocessen. Detta gör att informationsbehovet ökar, liksom behovet att hålla ihop och samordna de olika kunskaper som behövs för att få en hållbar byggnad till stånd. Detta gäller vid såväl ombyggnad som nybyggnad.

När det gäller information och kunskap om belysning, så är hypotesen i denna rapport att den lätt kompromissas bort. Dels för att det anses vara dyrt (en för hög investering), dels för att brukaren ofta inte med i byggprocessen och kan försvara sina krav. Det är vanligt att felaktigheter och misstag från tidigare faser av byggprocessen får rättas till i ett senare skede och denna typ av åtgärder står för en relativt stor del av byggsektorns omsättning.

Den fragmenterade byggprocessen och svag lagstiftningen gör att deltagare i den tidiga delen av byggprocessen inte har möjligheter eller instrument för att se till att bra förslag blir genomförda. Få av de läroböcker som idag används i utbildningen i ämnet ljus/belysning tar upp problematiken om hur kunskapen om belysning och belysningsplanering skall hanteras i byggprocessen (Starby, 2006).

Våra regelverk ställer krav på belysning på olika "nivåer" vad avser en byggnad och dess användning. Byggreglerna i BBR (kapitel Hälsa) som styr hur en byggnad kommer att designas av deltagarna i byggprocessen har inga egentliga krav på belysning som är vägledande. Dessa krav finns istället i en belysningsstandard SS-EN 12464-1:2011 som anger minimikrav. Föreskrifter om arbetsplatsers utformning finns i Arbetsmiljöverkets AFS 2009:02 men är också allmänt hållna.

I byggprocessen hänvisas både till standarden och till AFS men dessa har ingen reell juridisk tyngd jämfört med andra kontrakt i byggprocessen.

## 1.2 Syfte och metod

Det finns många aspekter som kan vägas in i en studie av byggprocessen. Denna studie har begränsats till att diskutera hur information och kunskap om belysning hanteras i byggprocessen. Ett stort antal utredningar har studerat byggbranschens tröghet och ineffektivitet, både avseende anläggningar och byggnader, t ex SOU 2002:115 och Statskontorets rapport 2009:6. Hanteringen av planläggningsfrågor i kommunerna har också studeras som en orsak till ineffektivitet (se t ex Kalbro, Lindgren & Paulsson 2012).

Syftet med denna licentiatuppsats är ytterst att bidra till att förbättra hanteringen av belysningsfrågor i byggprocessen, både ur ett brukarperspektiv och utifrån mål om långsiktig hållbarhet. För att nå dit har en kvalitativ empirisk studie av dagens byggprocess genomförts genom främst intervjuer med aktörer i ett antal konkreta byggprojekt. Dessa fall hade primärt rollen att ge information om de problem som finns i processen idag och illustrationer av problemen som finns. Eftersom rapportens fokus ligger på hur processen kan förbättras bedömdes det inte vara så viktigt att försöka mäta hur vanligt ett visst problem (en viss barriär eller hinder) var genom en bredare kvantitativ studie.

För att förstå varför dessa problem uppstår har främst så kallad transaktionskostnadsteori använts där kärnan är att förstå vilka incitament som olika aktörer har och vilken information de har. Kontraktutformningen och de incitament som kontraktet skapar är en central fråga inom denna teoretiska referensram.

## 1.3 Omgivning

Denna avhandling är en av tre delar inom projektet Uthållig kommun etapp 2 Tema Belysning som leds av Energimyndigheten. Projektet är samfinansierat av Energimyndigheten och belysningsbranschen genom den så kallade Belysningsutlysningen.

Energimyndighetens intresse för belysning baserar sig på att vi uppskattningsvis använder 14 TWh el för belysning och att belysningen utgör i storleksordningen 20-25 % av byggnaders elförbrukning. Belysningsbranschen har gjort undersökningar som visar på att minst 50 % av våra belysningsanläggningar har en besparingspotential på över 50 %.

De olika delarna i projektet har varit att beskriva goda exempel på energieffektiv och uthållig belysning i 8 kommuner, vara expertstöd vid genomförandet av dessa projekt genomförande samt denna licentiatuppsats som mer inriktar sig på byggprocessen än på belysningskvalitet. Av egen erfarenhet och tidigare utredningar (se nedan där ett antal redovisas) så finns ett antal hinder och barriärer av olika slag i byggprocessen.

Tidigare har även utredningar utförts inom ett energikluster i Jönköping med fokus på energieffektiv belysning. Vidare har Petersdottir (2002) gjort intervjuer med deltagare i planeringsprocessen.

## **1.4 Disposition**

I kapitlet 2 beskrivs belysningens viktigaste funktioner och den senaste tekniska utvecklingen inom belysning.

Därefter följer i kapitel 3 en beskrivning av hur studien gått till dvs. använd metod.

I kapitlet 4 redogörs för några teorier som kan knytas till det behandlade ämnet samt tidigare forskning inom området.

En allmän beskrivning av byggprocessen finns i kapitel 5. Beskrivningen är till stora delar hämtade från arbetet med och erfarenheterna i projekten utförda i "Uthållig kommun, Tema belysning". Erfarenheterna finns redovisade i Energimyndighetens rapport ET 2012:33, Belysning i offentliga miljöer. Det finns flera olika varianter av den här beskrivna byggprocessen men i huvudsak så ger beskrivningen en allmän bild över processen, se även Nordstrand, (2008).

Kapitel 6 är ett huvudkapitel och där redovisas resultatet från studierna av hur belysningen hanteras i byggprocessen i form av ett antal hypoteser. Resultaten har delats in i olika huvudgrupper för vilka hypoteser har ställs upp. Resultaten har framkommit i de utförda intervjuerna och från en tidigare utredning Holmberg, Pertola, (2011) samt från egna erfarenheter.

Kapitel 7 som är det andra huvudkapitlet och fokuserar på hur processen kan förbättras. Ett antal allmänna rekommendationer rörande både kort och lång sikt presenteras.

Därefter sammanfattas arbetet och kvarstående frågor presenteras (kapitel 8). Sist finns referenslista och en bilaga med de frågor som ställts under intervjuerna.

## 2 UTVECKLINGEN INOM BELYSNINGSOMRÅDET: EN ÖVERSIKT<sup>1</sup>

### 2.1 Ljuskällor och armaturer

Användandet av el för belysning är även i de industrialiserade länderna ett relativt nytt fenomen. Det var först i slutet av 1800-talet som elektriciteten blev mer allmänt tillgänglig. Lägre pris och tillsammans med glödlampans utveckling i början av 1900-talet möjliggjorde utökad användning av elektriskt ljus och därmed också att utöka den produktiva tiden. Detta tillsammans med andra tekniska landvinningar gjorde det möjligt för människan att öka produktiviteten inom olika områden. Människan blev alltså mindre beroende av dagsljuset för detta och andra ändamål.

Människan hade dessförinnan i tusentals år varit helt beroende av elden och dagsljuset från vår närmaste stjärna, solen. Oljelampor, fotogenlampor, och gasljus var tidiga artificiella ljuskällor, vilka gjorde det möjligt i större omfattning för människan att se i mörkret.

I mitten av 1900-talet kom nästa steg och det var med hjälp av de mer effektiva lysrören som utvecklingen ytterligare kunde gå vidare. Det blev nu än mer lönsamt att utöka tiden på dygnet för olika former av produktion.

Den ekonomiska utvecklingen har gått i olika steg och på 1960-talet sjönk produktionskostnaderna relativt sett och elektriciteten blev billigare. Därigenom blev det t ex möjligt internationellt att föra in t ex arbetsmiljökrav på högre belysningsstyrkor och även utöka belysningen t ex i trafiken. Trenden idag är dock att acceptera lägre belysningsstyrkor och kravet på energieffektivisering har tillkommit pga att klimatfrågan men även pga ett mer ansträngt ekonomiskt läge i många länder.

Krav på belysningsstyrka används ofta i byggprocessen, bl a för att det enkelt kan mätas och kontrolleras. Detta styrs alltså mer av ekonomiska faktorer än av kravet på seende och kvalitet i belysningsanläggningar. Andra viktiga belysningskvaliteter finns beskrivna nedan i kapitel 2.2.

Utvecklingen av ljuskällor och driftdon har under 1990-talet ytterligare accentuerats med metallhalogen lampan och ett smalare och effektivare lysrör (T5) som enbart drivs med högfrekvensdriftdon (HF-don). HF-don består av elektroniska komponenter och är mer effektiva än de gamla elektromagnetiska donen. Dessutom så har dessa don fördelen att ge ett flimmerfritt ljus, som är ett av de krav som finns i Arbetsmiljöverket AFS 2099:02. Även glödlampan har effektiviserats. Numera finns glödhalogenlampor både för 12 V och 230 V.

---

<sup>1</sup> Detta kapitel bygger i huvudsak på IEA, Annex 45 Guide Book; Boyce, Human factors in Lighting; CIE, S 008/E:2001; IESNA, Lighting Handbook 9th edition.

Parallellt med denna utveckling av ljuskällor har armaturer utvecklats i form och storlek samt bättre funktion, t.ex. bättre avbländningsmöjligheter och bättre optik.

Nya strategier inom styrning av belysning har också blivit möjliga tack vare elektronikens intåg. Nu är det möjligt att t ex styra efter närvaro/frånvaro, och ha olika ljusnivåer på olika tider på dygnet. Det är också möjligt att styra så att man får olika färgtemperaturer under dygnet.

Kraven på eleffektivitet har ytterligare ökat och har därmed påskyndat en teknikutveckling av LED (Light Emitting Diod) som ljuskälla. Denna kallas också för SSL (solid state light). LED kommer från elektronikindustrin. LED är en ny industrigren som utmanar den äldre befintliga industrin för ljuskälletillverkning och strukturförändringar har redan skett. Många av de befintliga ljuskälletillverkarna har köpt upp tillverkare av LED-chip. En intressant fråga är vad tillverkare som t.ex. Samsung och Toshiba kan göra inom belysningssegmentet?

LED-tekniken ger utökade tekniska möjligheter till belysningsstyrning i tid och nivå. Det är även möjligt att arbeta med olika färger. LED utvecklas nu vidare med t.ex. Organisk LED (OLED) som är en teknik som ger lysande ytor och finns framme för mindre applikationer. Nästa steg är på väg och det är LED med nanotrådar. Detta skulle effektivisera LED ytterligare.

Ett mått på en ljuskällas effektivitet är lm/W. Det betyder ljusflöde (lumen) per använd eleffekt-enhet (W). Glödlampan har ca 10-15 lm/W, glödhalogenlampor ca 20-25 lm/W, metallhalogen lampor ca 80-90 lm/W och moderna lysrör ca 100 lm/W. LED kan idag levereras med en effektivitet av mer än 100 lm/W. I laboratorier finns det enheter som har värden över 200 lm/W och utvecklas fortfarande.

Det som sagts ovan gäller för inomhus belysning. Men utomhus har vi också några andra ljuskällor. Vi har kvicksilverlampan, lågtrycksnatrium (det gula ljuset) och högtrycksnatrium.

Uppräkningen av ljuskällor ovan är inte komplett utan det finns ytterligare ett antal varianter som t.ex. kompaktlysrör, induktionslampan och plasmalampan.

Vi har haft en utveckling inom EU under senare år där man försöker fasa ut de minst effektiva ljuskällorna. Detta görs via olika direktiv. Ekodesign-direktivet är ett. Det har inneburit att vi håller på att fasa ut glödlampor och kvicksilverlampor. Även de minst effektiva driftdonen fasas nu ut. Denna åtgärd är föranledd av energi- och miljöpolitiska skäl. Kviksilver är t ex ett ämne som skall användas restriktivt.

## 2.2 Visuella aspekter

Internationellt har man länge diskuterat hur man kan definiera ljuskvalitet. Det finns nog inget komplett svar på den frågan. Det beror på människors förväntan, erfarenheter och kunskaper hur kvaliteten på ljuset upplevs. Det finns också stora individuella differenser/preferenser samt även kulturellt och geografiskt betingade skillnader. Det är alltså många fysiska och psykologiska faktorer som påverkar uppfattningen och tolkningen av ljuskvalitet.

Ljuskvalitet är mycket mer än bara belysningsstyrka (lux). Det är t ex luminansfördelning och jämnhet, ljusfärg samt färgåtergivning. Bländning från en ljuskälla eller en reflex är kanske det enskilt största visuella störningsmomentet på en arbetsplats idag.

Ljuskvalitet har, som vi redan noterat, en ekonomisk aspekt dels genom valet av belysningsstyrka och dels den energiförbrukning som en belysningsanläggning ger upphov till. Men ljuskvalitet är också en av de avgörande faktorerna för seendet. Att ha tillräckligt med ljus för synuppgiften är dock den enskilt viktigaste funktionen för en belysningsanläggning på t ex en arbetsplats.

Nedan finns en kort uppräknig av de viktigaste parametrarna att hantera i en planering av en belysningsanläggning.

Att definiera det synarbete (synprestation) som skall utföras, eller att beskriva en upplevelse, är ett första steg i planeringsprocessen. Normalt fungerar synarbetet bättre vid högre belysningsstyrkor.

Rummets geometri och val av reflektionsfaktorer bildar en grund för andra belysningsparametrar som ljusets jämnhet och fördelning, färgkaraktäristik, och skuggor. Lokalens ljushet påverkar även mängden ljus som behövs i lokalen för att uppfylla en viss belysningsstyrka. Denna faktor beskrivs vanligen genom olika reflektionsfaktorer. Ett bra resultat beror på samspelet mellan arkitekt och ljusplanerare eller elkonsult.

Behandling av bländning, reflexer och slöjluminanser är också viktiga parametrar, vilka är beroende dels av val av armaturer/ljuskällor och dels på var dessa är placerade i förhållande till arbetsplatsen.

Flimmerfritt ljus är, som nämndes ovan, en viktig komponent ur arbetsmiljöaspekt. Att använda flimmerfritt ljus i Sverige har varit tekniskt/ekonomiskt möjligt sedan mitten av 1990-talet.

Krav på och definitioner av dessa typer av belysningskrav finns redovisade i en EU-standard som guide för en lägsta godtagbar nivå på belysning på arbetsplatser inomhus (SS-EN 12464–1:2011). Motsvarande krav finns för arbetsplatser utomhus (SS-EN 12464–2:2007). Krav finns på belysningsstyrkor, färgåtergivning, bländtal och jämnhet för olika arbetsplatser. De flesta av dessa krav är mätbara och möjliga att kontrollera. Men, som vi återkommer till i senare kapitel, garanterar dessa krav inte en god och hållbar belysning eller ljusmiljö. Det krävs ju t.ex. också kontroller eller besiktningar för att se till att krav verkligen är uppfyllda.

Arbetsmiljöverket ger i Sverige ut föreskrifter avseende arbetsmiljön. I en av dessa, AFS 2009:02, finns föreskrifter om belysning och dagsljus. Dessa föreskrifter är allmänt hållna i text och är därmed svåra att hänvisa till för att få en god kvalitetsnivå på belysningen. Framför allt uppstår problem med tolkning om utförda belysningsanläggningar klarar de föreskrivna kraven. Boverket ger ut föreskrifter avseende bl. a hälsa i BBR.

Hjälpmiddel för belysningsplanering som fyller ut texten i standarden finns att tillgå bland annat i form av skriften "Ljus & Rum" från organisationen "Ljuskultur" (som finansieras av olika tillverkare i belysningsbranschen). I denna skrift försöker man beskriva både kvantitativa och kvalitativa aspekter för belysning mer utförligt än det som egentligen står i standarden.

### **2.3 Psykologiska och fysiologiska aspekter**

Människor har olika bakgrund, erfarenhet och kunskaper om ljus och upplever därför ljus på olika sätt. Variationer i ljushet och färg, skarpa eller mjuka skuggor sätter igång olika känslor och påverkar vår sinnesstämning. En belysningsanläggning som inte möter vår uppfattning av bra ljus kan påverka oss negativt och därmed också minska vår prestation på arbetsplatsen.

Det är inte bara tekniska landvinningar som påverkar utvecklingen av belysningsystem. På senare tid (2000-talet) har upptäckten av en 3:e receptor i näthinnan (se Brainard et al 2001) på olika sätt förändrat uppfattningarna om vad som är bra ljus för oss människor ur hälsosynpunkt. Den 3:e receptorn är en del av näthinnan och påverkar det biologiska systemet och inte det visuella. Den påverkar bl. a den cirkadiska rytmen (dygnsrytmen) och det allmänna välbefinnandet.

Den biologiska inverkan av ljuset är idag långt ifrån klarlagt. Det har påbörjats mycket forskning i ämnet och det har lett till ökade önskemål att använda dagsljuset eller artificiell belysning med bättre spektrum än lysrörets som belysning i byggnader. Därmed har hälsoaspekten också kommit in i ljusplanerarens arbetsfält.

Fig. 1 Ljus och nervsystem

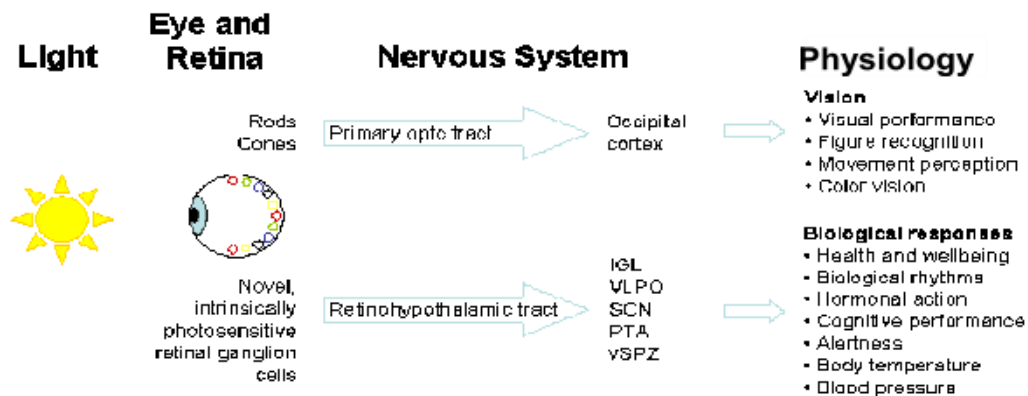


Figure 3-5. Light has both visual and non-visual responses acting through the different retinal photoreceptors and tracts in the nervous system.

(IEA, Annex 45 Guidebook)

Ett mer medvetet användande av dagsljus i byggnader öppnar nya områden för samarbete mellan olika aktörer och därmed tyvärr också för nya misstag. För att använda dagsljuset så kommer andra krav att ställas på utformning av fasader och val av glastyper. För att använda dagsljuset istället för elektrisk belysning så krävs det att man ändrar riktning på (länkar) dagsljuset. En lösning är t ex att rikta det upp i taket med hjälp av t ex lameller och sedan dimra belysningen.

Även typen av strategi för styrning av ljuset kommer att påverkas. Troligen kommer vi att få se andra utformningar av belysningsystem med t ex LED.

## 2.4 Ljus och produktivitet

Genom olika mekanismer påverkar alltså vår ljusmiljö fysiska och psykologiska faktorer, vilket vidare påverkar utförande av arbetsuppgifter och produktivitet. Det finns ett flertal studier inom detta område som visar att adekvat belysning kan påverka produktiviteten positivt. Men det finns delvis motstridiga uppgifter från olika studier.

Den tidigaste studien gjordes på 1920-talet i Western Electric's fabrik i Hawthorne. Här visade det sig att när man först höjde belysningsstyrkan ökade produktiviteten. När man sedan efter en tid sänkte belysningsstyrkan så ökade också produktiviteten. Detta fenomen har kommit att benämnas Hawthorne-effekten, och innebär att människor som deltar i någon form av experiment eller blir speciellt uppmärksammade presterar bättre under en tid. Att isolera ljusets effekt på produktiviteten genom experimentella studier är alltså svårt.



## 2.5 Ljusplanering

På vägen från produkter till ett färdigt system som uppfyller de funktioner och krav som ställs på belysning, finns ljusplaneringen. I Sverige har det startats utbildning av Ljusplanerare/Ljusdesigners på olika platser med olika inriktning. Kunskapsområdet skiljer sig från det som elprojektörer normalt har och spänner över flera olika aspekter inom belysningsområdet, vilket tidigare beskrivits i rapport till Energimyndigheten (Holmberg & Pertola, 2011).

Där pekar man också på att behovet av vidareutbildning inom belysning är stort för de flesta aktörer i byggprocessen. Bakom denna slutsats låg följande observationer. Flera av dessa faktorer återkommer vi till i senare kapitel. Som väntat beror kvalitetsnivån hos de olika belysningsfaktorerna i första hand beror på medvetenheten hos byggherrar, typ av byggnad samt tillgänglig belysningskompetens. Högsta kvalitetsnivå uppnås i större och avancerade anläggningar med erfarna och kunniga byggherrar som äger och förvaltar fastigheter i såväl offentlig som privat verksamhet. Med denna typ av byggherrar betyder inte entreprenadtypen så mycket (se kapitel 5). Totalentreprenader verkar bli alltmer styrda genom byggherrarnas upphandling av planering och ibland även projektering och därmed närmar sig totalentreprenaden förutsättningarna för utförandeentreprenader. Däremot hämmar ofta totalentreprenadformen utvecklingen av kvalitativ belysning i byggnadsanläggningar som uppförs för exempelvis industriell verksamhet och därmed oftast av erfarna byggherrar.

Den samlade belysningskompetensen i ett byggprojekt blir förutom ekonomin avgörande för den kvalitetsnivå som belysningssystemet uppnår. I mycket stora projekt med kunniga byggherrar/beställare förekommer det att belysningsexperter med ljusdesignkompetens engageras för att i ett tidigt skede i byggprocessen utföra ett konceptförslag på belysningsfunktionen. Vanligast är dock att el-konsulten planerar och projekterar belysningssystemet utan hjälp av någon särskild belysningsexpert. I mindre totalentreprenader förekommer det också att el-entreprenören projekterar belysningssystemet med utgångspunkt från förslag direkt från armaturtillverkare.

Studien visar att kunskapen i belysningsplanering ofta är bristfällig när det gäller att skapa en för människan god funktionell belysning och samtidigt trivsamt och hälsosamt ljusmiljö i en byggnad. Den funktionella belysningen i form av arbetsplatsbelysning och allmänljus håller dock relativt god kvalitet särskilt i vanligt förekommande lokaler för vilka el-konsulter tillägnat sig god belysningskompetens. Däremot krävs att en ljusdesigner deltar i ett tidigt skede av byggprocessen för att en god allmän ljusmiljö ska kunna åstadkommas.

De installerade belysningssystemen håller genomgående hög energieffektivitet. När det gäller såväl energieffektivitet som ekonomi, underhåll och miljöhänsyn har byggherren i

allmänhet egna incitament för att hålla hög kvalitet. Här har också el-konsulten goda förutsättningar för att skapa energieffektiva och hållbara belysningsystem.

## **3 METOD**

### **3.1 Egna erfarenheter**

Arbetet med denna licentiatuppsats påbörjades efter att jag arbetat mer än 30 år som projektör inom olika områden i byggprocessen, med särskild fokus på belysningsfrågor. Jag har bl. a arbetat med tidiga kalkyler, projekteringsledning, energieffektivisering i större fastighetsbestånd, samt som projekt- och byggledare vid ombyggnad av bankkontor. Sedan mitten av 1980-talet har jag inriktat mitt arbete på belysningsplanering och då arbetat med både små projekt och stora komplexa projekt. Projekten har berört både inomhus och utomhusbelysning. På senare tid har det blivit mer utredningsarbete, då min erfarenhet kommit till nytta i diskussioner om standarders och kravs nytta och uppbyggnad. Detta arbete har också bedrivits i internationella sammanhang.

Under min yrkesverksamma tid så har jag arbetat stor del som konsult/rådgivare men också varit i beställarposition och arbetat med kalkylering och projektledning samt upphandling och dessutom med ljusplanering.

På senare tid så har arbete med att integrera solavskärmning och dagsljusanvändning i olika projekt tagit upp en del av min tid och mitt intresse.

Erfarenheterna från alla år som praktiker har självklart spelat stor roll för min uppfattning om vad som fungerar bra och vad som fungerar mindre bra i byggprocessen. Med tiden formas också en uppfattning om vad som kan göra att processen ska fungera bra och att det blir ett bra resultat i form av bra belysningskvalitet. Genom arbetet med denna skrift har dessa uppfattningar undan för undan kunnat utvecklas och preciseras.

### **3.2 Intervjuer**

För att få ytterligare material för analysen av orsaker till brister och möjliga åtgärder gjordes intervjuer med aktörer i ett antal nyligen genomförda projekt.

Intervjuerna utgick från ett bearbetat frågeformulär som var uppdelat i ett antal sektioner, främst:

- Allmänna frågor om projektet och hur det initierades
- Projektupplägg i stort inkl upphandlingsformer och avtalsformer
- Hur arbetet genomfördes i olika skeden och vilka handlingar som togs fram i olika skeden.
- Hur belysningsfrågor specifik hanterades.

Frågorna redovisas i bilaga 1. Beroende på intervjupersonens position anpassades frågorna.

Frågorna utgjorde ett stöd i intervjuerna. I de flesta fall så utmynnade intervjuerna i en diskussion av de olika problem som personerna upplevde i sitt dagliga arbete. Detta innebar att intervjuerna utvecklades olika i de olika fallen. De förberedda frågorna gav ett första underlag för att säkerställa att centrala frågor togs upp under intervjuerna.

Efter de första fyra intervjuerna, som rörde lika många projekt, så fann jag att de svar som kom fram i intervjuerna pekade på ett antal gemensamma problemområden. Efter det så beslöts att istället fråga ett antal olika funktioner/personer i byggprocessen för att se om de tendenser som framkommit i de 4 första intervjuerna också var giltiga för dessa. Det gjordes allt som allt ytterligare 9 intervjuer med personer med skilda positioner i byggprocessen och med olika bakgrund. Bland intervjupersonerna finns många med lång erfarenhet och den information som kom fram i intervjuerna speglar därför omfattande erfarenheter om hur byggprocessen fungerar och hur belysningsfrågor hanteras.

Utöver dessa intervjuer så bygger analys och rekommendationer också på resultatet av intervjuer från ett annat parallellt projekt som jag deltagit i som medförfattare - Kartläggning av belysningskrav och kompetens i byggprocessen - som redovisas i en rapport till Energimyndigheten Holmberg & Pertola (2011). Intervjuerna i det projektet har gjorts av huvudförfattaren, professor Roy Holmberg, JTH. I det projektet utfördes 14 intervjuer med personer knutna till ett antal studerade projekt. Utöver dessa intervjuer projektspecifika intervjuer kompletterades det med 8 intervjuer av olika andra aktörer inom byggprocessen. Dvs. totalt 22 intervjuer.

Det totala antalet intervjuer som denna studie bygger på är alltså 35.

Vidare har också intervjuer i Petersdottir (2002) varit input till analyserna i kapitel 7.

Tidigt i projektet fanns tankar om att komplettera dessa fallstudier med en bredare enkät för att få ett mer kvantitativt underlag. Efter att intervjuerna genomförts bedömdes dock detta mindre meningsfullt, inte minst därför att många av de mest erfarna och kunniga aktörerna funnits bland de intervjuade.

### **3.3 Litteratur**

Litteratur med anknytning till problemområdet har också studerats. Det mesta av denna litteratur handlar om byggprocessen i allmänhet och varför den fungerar som den gör. Den teoretiska litteraturen som använts redovisas i nästa kapitel.

Den litteratur som behandlar belysningsfrågor handlar mycket om den tekniska utvecklingen och krav på bra belysning och har redovisats i kapitel 2.

Sökningar för att hitta litteratur som specifikt behandlar belysningsfrågor i byggprocessen har gjorts i olika vetenskapliga databaser, men med ett mycket magert resultat. Sökord har i regel varit kombinationen av "lighting" och "construction", i titel eller som ämne. Den litteratur som hittades var antingen analyser av hur belysning ska utformas (se t ex Hyari & El-Reyes 2006, och Nassar 2008) eller om hur ny teknik kan användas och påverka energiförbrukning (se t ex Dubois & Blomsterberg 2011).

## 4 TEORETISKT RAMVERK

### 4.1 Transaktionskostnadsteori/kontraktsteori

För att kunna förändra byggprocessen är det viktigt att förstå varför den fungerar som den gör. En teoretisk referensram som framstår som användbar i detta sammanhang är så kallad transaktionskostnadsteori och kontraktsteori. Det mest av byggandet idag sker ju genom att fristående företag anlitas för att projektera och/eller att bygga. Kontraktrelationerna och hur de fungerar blir då centralt.

Transaktionskostnadsteori handlar i grunden om varför ekonomin har en viss struktur. Vad avgör om ett företag väljer att producera med egen personal eller köpa en produkt eller tjänst på marknaden? Varför utformas kontrakt i ett visst sammanhang på ett visst sätt? Coase (1937) formulerade detta som frågan om varför företag med en hierarkisk struktur överhuvudtaget finns och varför inte allt köps på marknader. Transaktionskostnadsteorin utvecklades vidare av främst Oliver Williamson (t ex Williamson, 1975) som gjort en rad empiriska studier om organisationsstruktur och kontraktutformning inom olika delar av ekonomin. En viktig insikt är att under den allmänna rubriken "marknadsekonomi" rymms en mångfald organisations- och kontraktformer. Här finns en implicit kritik av mer traditionell nationalekonomi där marknader främst beskrivs i termer av hur många företag som finns på marknaden (konkurrensmarknader, monopol).

En central hypotes i transaktionskostnadsteorin är att mer effektiva organisationsformer tenderar att konkurrera ut mindre effektiva organisationsformer. Milgrom and Roberts (1992) beskriver detta i termer av en "efficiency principle" som ett övergripande och vägledande perspektiv. För att nå effektivitet handlar det om att skapa "rätt" incitament och fördela risk på ett rimligt sätt.

Kontraktsteorin har ett mer direkt fokus på problem vid kontraktutformning. En viktig utgångspunkt är att det är svårt att skriva ett "komplett" kontrakt som i förväg reglerar alla omständigheter och dessutom gör det möjligt att veta precis vad den andra parten gör. Ett grundläggande problem vid kontraktutformning är det som kallas "moral hazard" och som innebär att "agenten" – den som anlitas – handlar utifrån ett egenintresse och utnyttjar ofullständigheter i kontraktet eller i brister kontrollen till sin egen fördel. I regel finns "asymmetrisk" information som innebär att "agenten" har bättre information om situationen och olika omständigheter vilket i sin tur stärker agentens förhandlingsposition.

En nyckelfråga för "principalen" – den som anlitar "agenten" – blir hur man kan få agenten att göra det som principalen vill. Detta är en mycket komplex fråga och i ekonomin finns en rad olika mekanismer för att försöka nå detta. Dessa incitament kan vara kortsiktiga och

ekonomiska. En anställd kan t ex få bonus relaterade till individens prestationer eller till hur företag som helhet utvecklats, t ex genom en vinstandel. Ett företag som anlitas som fastighetsförvaltare kan få bonus i relation till hur nöjda hyresgästerna är. Byggföretag kan få bonus om ett projekt t ex blir färdigt tidigare än beräknat.

Incitament för att göra ett bra jobb kan också vara mer långsiktiga. Ett starkt incitament kan t ex vara att om ett företag gör ett bra jobb så ökar sannolikheten att få mer jobb i framtiden. Även om kontraktet är ofullständigt så utnyttjar inte entreprenören (agenten) detta eftersom ett sådant "opportunistiskt" beteende kan minska framtida intäkter. Detta kan i sin tur analyseras utifrån spelteori. I en studie om hur privata och kommunala bostadsföretag genomför sina upphandlingar kan man se att de privata bara går ut och frågar företag som de har goda erfarenheter av eller som har fått goda referenser från personer som företaget litar på (Belfrage och Lind 2011).

Man får inte heller glömma bort att människor inte enbart drivs av relativt snäva egenintressen. Både moraliska principer och personers "självbild" påverkar hur en person agerar i en konkret situation (se t ex Ellingsen 2008), och kan delvis förklara fördelar med arbetsmetoder som partnering (se nedan).

## **4.2 Exempel på forskning om byggprocessen baserad på denna teori**

Här ska enbart några nedslag göras i den svenska forskning kring byggprocessen som knyter an till de teorier som skissats ovan. I analysen i kapitel 7 återvänder vi till relationen mellan resultaten i dessa tidigare studier och de resultat som kommit fram i studien om belysningens roll i byggprocessen.

Nyström (2007) analyserar partnering i drift- och underhållskontrakt ur ett transaktionskostnadsperspektiv och pekar på att utökat samarbete och arbete med gemensamma mål bidrar till att skapa flexibilitet. I grunden fanns ett detaljerat kontrakt men partnering gjorde det möjligt att anpassa kontraktet till nya omständigheter på ett smidigare sätt. Eriksson (2010) gör en bredare analys av olika typer av samarbeten mellan beställare och utförare.

Under senare år har debatten om utförandeentreprenad och totalentreprenad och tendensen är att både stora beställare som Trafikverket och stora entreprenörer argumenterar både för totalentreprenad och för att kontrakt ska innefatta både byggande och drift under en längre period. Tanken är att detta ska skapa starkare incitament för innovationer och långsiktigt tänkande, och ge större utrymme för entreprenören att testa nya lösningar.

Ett mer kritiskt synsätt finns i Lind & Borg (2010) som bl a pekar på att dagens entreprenörer har små möjligheter att bygga upp kunskaper om samband mellan en anläggnings utformning och dess långsiktiga kostnader. I Warsame (2011) utvecklas dessa tankar vidare och man pekar på att alla kontraktsformer har sina problem. Hur undviker man t ex moral hazard problem i en totalentreprenad när funktionskrav är svåra att verifiera? Att skriva kontrakt med långsiktiga funktionskrav är problematiskt när teknik och önskemål förändras över tiden.

Warsame (2011) går vidare i samma riktning och argumenterar för att det inte går att få bra kvalitet i ett projekt bara genom att välja "rätt" upphandlingsform eller kontraktsform. Bakomliggande faktorer som kompetens, incitament och organisationskultur hos beställaren spelar sannolikt större roll för det slutliga resultatet. En viktig faktor blir då att beställaren satsas på kunskapsuppbyggnad och "knowledge management" och inte tror att man kan få bra resultat bara genom att skriva "smarta kontrakt".



## 5 BYGGPROCESSEN

### 5.1 Inledning

Syftet med detta kapitel är att ge en bakgrund till de kommande kapitlen som fokuserar på hur belysningsfrågor hanteras i byggprojekt.<sup>2</sup>

Byggprojekt har liknats vid en teaterföreställning där en ny pjäs genomförs utan repetition, på en ny scen och med nya skådespelare som inte känner varandra. Med dagens byggprocess så är det i regel ett nytt team som skall köras ihop vid varje ny upphandling/produktion. Genomförandet av ett byggprojekt är dock ett rollspel där varje aktör inte bara måste kunna sin roll utan också kunna spela sin egen roll i samverkan med övriga aktörer.

### 5.2 Byggprocessen

Byggprocessen är av en mycket komplicerad natur där resultatet beror av en rad olika aktörers insatser och deras interaktion. Processen är dessutom utspridd över en lång tid. Det är många aktörer i många sektorer med olika kompetenser som skall samverka till ett så bra resultat som möjligt. Byggherren har en klar nyckelroll och ett mycket stort ansvar i byggprocessen.

Som beställare behöver denne vara representerad i alla skeden och i alla grupper. Även om en projektledare eller expert är upphandlad till att hjälpa beställaren så tar det i regel ändå mycket tid i anspråk för byggherren.

En grundläggande uppdelning av olika faser är enligt Nordstrand (2008) följande: byggherrens beslut om ett projekt, produktbestämning, produktframställning och produktanvändning. En något mer detaljerad beskrivning anges nedan som anger kort vad som händer i de olika skedena av ett projekt. Ett processchema illustreras nedan i figur 5.1.

*Fig. 2 Byggprocessen*



<sup>2</sup> Kapitlet bygger Nordstrand (2008), Holmberg & Pertola (2011), Belysning i offentliga miljöer ET 2012:33 samt på egna erfarenheter.

**Analys och beslut:** Under denna del av processen samlas alla underlag, utredningar, funktionsbeskrivningar, undersökningar och kalkyler ihop och sammanställs i ett program för beslut om fortsatta åtgärder.

**Upphandling och entreprenadform:** Upphandling förekommer i olika skeden i byggprocessen. Upphandling av arkitekter och konsulter samt experter sker tidigt i processen. Senare kommer upphandling av entreprenörer. I tidigt skede i processen bör också valet av entreprenadform diskuteras, vilket i sin tur påverkar upphandlingen.

**Planering och projektering:** Beroende på vilken entreprenadform man väljer kommer denna del före eller efter upphandling av entreprenörer. Ska byggherren själv bedriva projekteringen handlar han upp projektörer för detta arbete. Projekteringen kan indelas i två olika skeden, systemutformning och detaljutformning. Vid en utförandeentreprenad ansvarar byggherren själv för hela projekteringen oftast med upphandlade konsulter och experter. Men vid en totalentreprenad görs en ramhandling där man sätter kraven man har på projektet. Viktigt vid uppförande av ramhandling är att få med de specifika behov som finns för alla delar. Entreprenören tar sedan över och gör färdigt detaljutformningen. Kraven som avser belysning kan till viss del försvinna eller förändras vid övergång från byggherre till entreprenör vid totalentreprenaden.

**Utförande:** Efter upphandling och kontraktsskrivning med entreprenör påbörjas produktion. Här förutsätts att alla handlingar har stämpats om till bygghandlingar. Beställaren representeras under detta skede normalt av en projektledare eller bygglidare som driver och protokollför byggmöten med entreprenören. En tidplan för de olika aktiviteterna brukar krävas av beställaren.

**Förvaltning:** När byggnaden eller anläggningen är klar överlämnas den till förvaltningen. Brukarna flyttar in och påbörjar sin verksamhet. Ska byggherren själv äga och förvalta fastigheten eller anläggningen så har denne starka incitament att ta med drift- och underhållskostnaderna i det tidigare beslutsunderlaget och väga in det tillsammans med investeringskostnaden. Förvaltningsskedet pågår under hela byggnadens eller anläggningens livslängd. Om byggherren har för avsikt att sälja fastigheten så är det kanske inte lika uppenbart att man tagit samma hänsyn till de framtida kostnaderna (se Borg (2011) för en empirisk studie som ger visst stöd åt denna hypotes). Vid en totalentreprenad kan liknande problem förekomma då entreprenören inte heller lika självklart har ekonomisk vinning av låga framtida kostnader.

Enligt min erfarenhet går en kritisk gräns ur byggherrens perspektiv när man går från projekteringsfasen till utförandefasen. Beställaren har oftast bra insyn i arbetet under projekteringen och kan påverka mycket i detta skede. Men i utförandefasen har en entreprenör handlat upp som har projekteringsunderlaget som grund. Är inte dessa

handlingar tydliga har entreprenören möjligheten att välja produkter eller arbetsätt som gynnar honom ekonomiskt vilket kan ge en slutprodukt som inte beställaren vill ha. Här finns ett tydligt exempel på de Principal-Agent problem som uppstår när kontrakt är ofullständiga (se kap 4 ovan).

### 5.3 Den agila processen

Den bild av byggprocessen som presenterats ovan är något som sällan förekommer i verkligheten. Processen pressas, av olika anledningar ihop mot slutet och projektering får allt kortare tid för att åstadkomma ett resultat. Detta gör att det ställs större och större krav på samordning, information och samtidighet.

”Vattenfalls” processen där stegen följer kronologiskt på varandra finns inte längre i praktiken utan den har mer eller mindre ersatts av ”agila processer” som innehåller loopar för att hantera sena beslut och samtidigt arbete av olika kompetenser på samma objekt del.

Det kan vara viktigt att få de deltagande att se bilden av hur man egentligen arbetar i byggprocessen. Man kan inte vänta på besked utan måste aktivt hämta och ge information – samverka.

Fig. 3 Den agila processen (1)

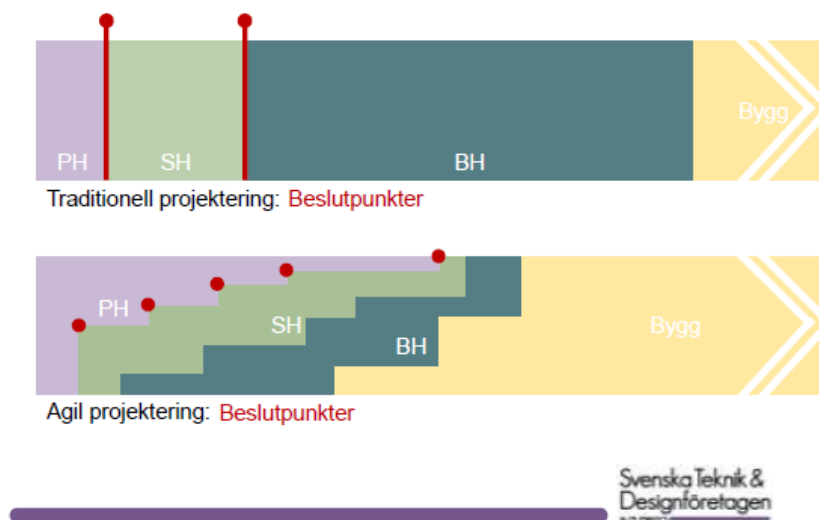


Bild hämtad från presentation av arkitekt Yves Chanterreau från STD (Chanterreau 2012).

Agila metoder är ofta ett bra sätt att korta utvecklingstiden ifrån idé till färdig funktion/produkt. Grundtanken i dessa metoder är bl.a. att kunna hantera otydliga och sena kundkrav via tätare interaktioner (loopar) samt fler och snabbare delleveranser. För att kunna utnyttja det agila arbetssättet fullt ut krävs det ofta rejäla förändringar i byggprocessen där utmaningen ligger i att få de olika kompetenserna att hänga med.

Fig. 4 Den agila processen (2)

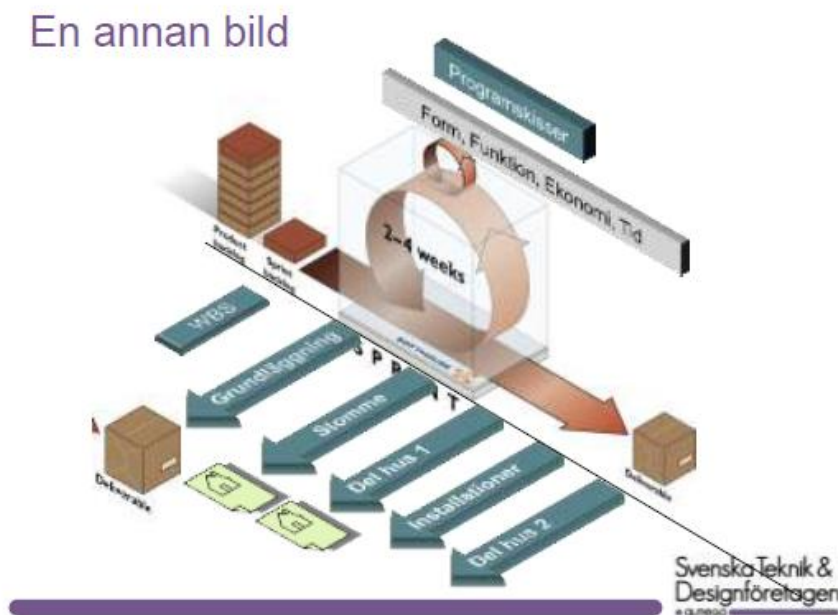


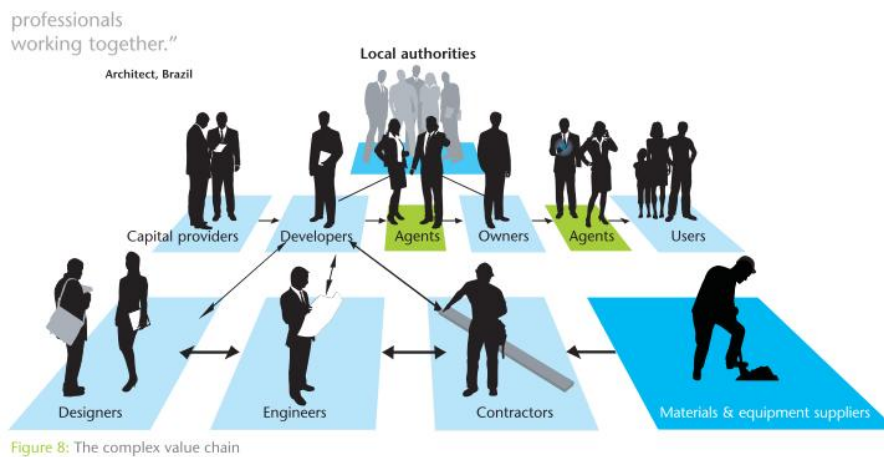
Bild hämtad från presentation av arkitekt Yves Chantreau från STD (Chantreau 2012).

## 5.4 Information och aktörer

Informationsöverföringen är en väsentlig del av ett projekt. För att på något sätt standardisera detta har bl. a Bygghandlingar 90 (BH90) tagits fram. I denna beskrivs ett sätt att se på byggprocessen och vilka handlingar som kan förekomma och hur man redovisar information på dessa. Processen beskrivs i stort som: utredning, produktbestämning, produktframställning och produktanvändning. I Sverige har vi också en serie av hjälpmedel att strukturerat beskriva en byggnad på produktnivå (AMA-serien).

Bilden nedan får symbolisera alla deltagare i en byggprocess. Dessa varierar från projekt till projekt och i olika skeden. Men bilden visar på hur olika öar av information hos olika specialister bildas. Informationsöverföringen och entydigheten i information är en viktig del för att fel och hinder inte skall uppstå i byggprocessen. En stor del av byggprocessen går ut på att minimera felkällor i denna informationsprocess. Att lösa informationens diskontinuitet/kontinuitet i hela byggprocessen är en stor utmaning.

Fig. 5, Olika aktörer i byggprocessen



Bilden är hämtad från <http://www.wbcds.org/>

Exempel på centrala aktörer i processen och deras roller är:

- Myndigheter: lagar, föreskrifter, nya standarder.
- Finansmarknaden: tillhandahåller kapital
- Byggherrar, fastighetsägare: se avsnitt nedan
- Projektledare: byggherrens projektledning, samordning av olika aktörer
- Brukare: kravställande av innemiljö/arbetsplatser: se avsnitt nedan
- Arkitekter och konsulter: rådgivare åt byggherrar och brukare
- Entreprenörer: genomför projekterade anläggningar, handlar upp material etc

En viktig aktör som sällan nämns i debatten om byggprocessen är tillverkningsindustrin. I belysningssammanhang handlar det t ex om:

- Ljuskälletillverkare: ljuskällor till nya och befintliga byggnader.
- Armaturtillverkare: nya anpassade armaturer

Ytterligare aktörer är grossister (lagerhållare och finansiering för entreprenörer) och branschorganisationer (sprider kunskap och bevakar olika gruppers intressen).

Figuren nedan beskriver kommunikationsproblem mellan olika professionella grupper, mellan olika skeden i processen och även mellan olika aspekter av byggnadens förvaltning.

Fig. 6, Olika typer av kommunikationsproblem

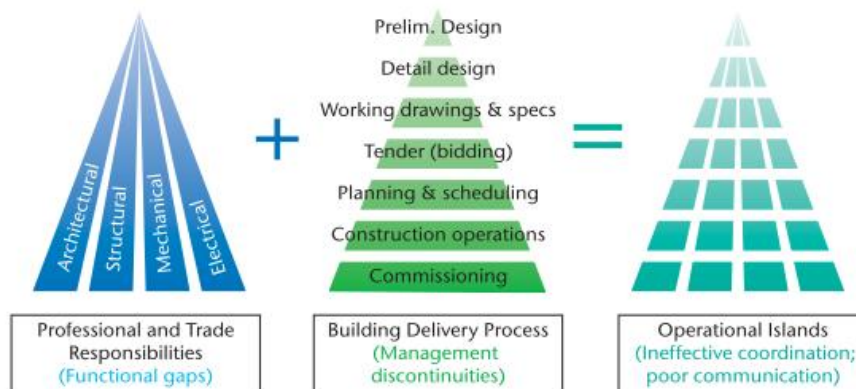


Figure 9: Players and practices in the building market<sup>17</sup>

Bilden är hämtad från <http://www.wbcsd.org/>

## 5.5 Byggherre

Byggherren har en nyckelroll och ett stort ansvar i ett byggprojekt ända från idé till färdig byggnad. Ofta startar ett projekt med att byggherren anlitar en arkitekt för att gestalta idén i skisser och program. Byggherren kan vara ett statligt verk, en kommun, en industri eller en fastighetsägare i form av ett företag eller en privatperson.

Många så kallade engångsbyggare är formellt byggherrar, men väljer att handla upp en projektledare för byggherrrollen eller låter byggentreprenören ta på sig även den funktionen. Flergångsbyggherren bygger i regel upp en egen kompetens på dessa områden och kan välja entreprenadformer som lägger större ansvar på byggherren - se avsnitt nedan.

Byggherren kan ha olika avsikter med ett byggprojekt:

- att använda fastigheten för eget bruk, men utan krav på ägande,
- att förvalta fastigheten som ägare och brukare eller hyresvärd
- att efter avslutat projekt avyttra fastigheten.

Som framgår av skriften "Byggherrens roll och uppgifter", Byggherre Forum (2005), ställer byggherrrollen stora krav på kompetens för att kraven från ägare, kunder och samhälle ska kunna tillgodoses,

- Byggherren som ägare och finansiär avgör vilken långsiktig kvalitet som erbjuds kunden, och hur kraven från kunder och samhälle ska tillgodoses.
- Byggherren som beställare av byggsektorns tjänster och produkter är den som styr processen från idé till genomförande och skapar förutsättningar för användningen och den tekniska förvaltningen.

- Byggherren som genom sitt val av samarbetspartner bestämmer vilka kompetenser som involveras i processen.

I detta arbete har byggherren ofta inte tillräcklig egen kompetens varför byggherrefunktionen i de flesta fall utformas med stöd av konsulter. För byggherren handlar därför genomförandet av byggprojektet till stor del om upphandling och kontraktskrivande av olika tjänster från konsulter, entreprenörer och leverantörer av skilda slag: se vidare avsnitt 5.7 nedan.

I byggherrens beställarroll ingår också att följa upp processen och säkerställa att den slutgiltiga produkten motsvarar ställda krav. Byggherrens uppgift avslutas med att en relationshandling upprättas, som grundar sig på bygghandlingen med underlag från entreprenören efter utfört arbete samt att och byggnaden överlämnas till förvaltning och användning

I Hansson & Pemsel (2011) så sammanfattar man beställarens viktiga roll i byggprocessen och hur farligt det kan vara för byggprojekt om byggherren/beställaren är:

- Osynlig
- Otillgänglig
- Opåläst
- Obeslutsam
- Oengagerad

## 5.6 Brukaren - Slutkund

En viktig skillnad finns mellan en byggprocess där brukaren inte är känd i förväg, och där brukaren är känd i förväg.

Att bygga utan känd brukare är det vanliga när bostadshyreshus byggs. Även kontorshus byggs ibland på "spekulation" dvs. startas utan att man vet vem som kommer att nyttja byggnaden. Byggherren tecknar då hyreskontrakt under byggprocessen gång och ibland så förändras inriktningen på projekteringen när ett hyreskontrakt är tecknat.

Brukaren är ibland den som tagit initiativ till projektet och kontaktat en byggherre för genomförande av projektet. Detta är t ex vanligt för statliga hyresgäster. I detta fall samarbetar brukare och byggherre under större delen av byggprocessen.

De traditionella hyresavtalen mellan fastighetsägare och brukare gynnar inte ett helhets tänkande för byggnaden. Ett exempel från belysningsområdet är att investering i byggnaden betalas av byggherren medan eventuella effektiviseringar av belysningsanläggningar tillfaller

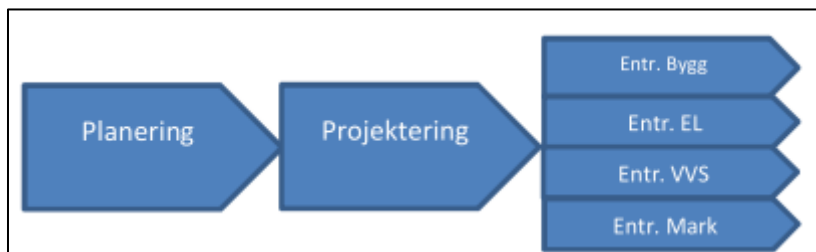
brukaren som betalar elräkningen. Här krävs ett aktivt samarbete mellan parterna för att ett livscykel tänkande ska slå igenom.

## 5.7 Entreprenadformer<sup>3</sup> och partnering

Nedan följer en kort beskrivning över de vanligaste entreprenadformerna och de problem som de kan vara förknippad med. En viktig skillnad finns mellan utförandeentreprenad och totalentreprenad. Vid utförandeentreprenad så ligger projekteringsansvaret hos beställaren, men vid en totalentreprenad så har entreprenören ansvaret för projekteringen.

5.7.1-4 är olika former av *utförandeentreprenad*.

### 5.7.1 Mycket delad entreprenad



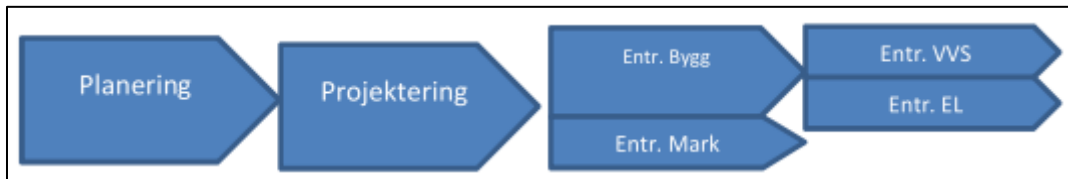
*Mycket delad entreprenad* innebär att byggherren/beställaren upphandlar en rad specialistföretag för olika uppgifter under byggskedet. Man kan välja det bästa anbudet för varje del av entreprenaden genom att ta in tillräckligt många anbud inom varje fack. Kostnaderna/vinsten av detta kan dock lätt ätas upp av kostnader för samordning och administration. Med denna uppläggning kan projekteringen fortgå successivt och alla handlingar behöver inte vara färdiga när byggstarten sker vilket kan förkorta projekttiden. Eftersom arbetet sker inom varje fack för sig kan ansvarsproblem uppstå t ex vid skada under entreprenadtiden.

---

<sup>3</sup> Avsnittet bygger på arbetet inom Uthållig kommun etapp 2 och redovisas i ET 2012:33

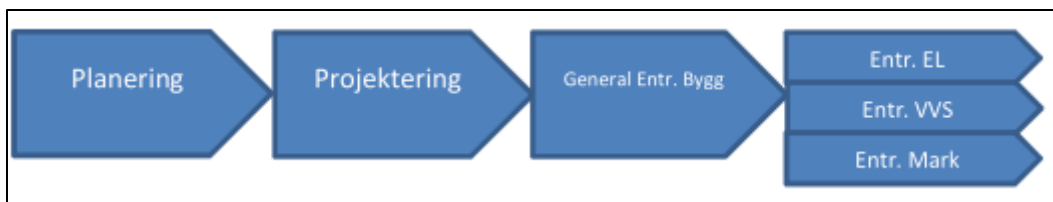


## 5.7.2 Delad entreprenad



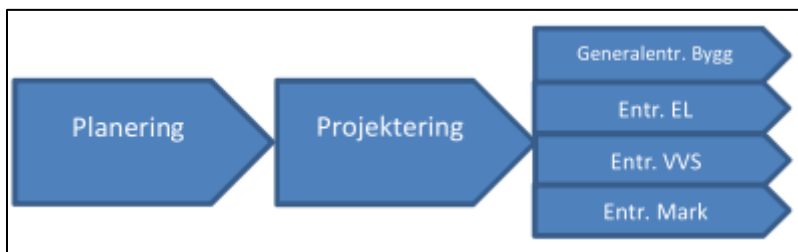
Vid *delad entreprenad* har byggherren/beställaren avtal med projektörer, entreprenör och sidoentreprenörer men oftast så är byggentreprenören huvudentreprenör och står således för allmänna hjälpmedel såsom ställningar, bodar och andra arbetsplatsanordningar. Huvudentreprenören kan dessutom ansvara för samordningen mellan entreprenörerna, denna samordning ligger annars på byggherren. Ansvarsproblemen finns fortfarande kvar men är lindrigare i delad entreprenad än vid en mycket delad.

## 5.7.3 Generalentreprenad



Vid *generalentreprenad* skriver byggherren endast avtal med en entreprenör som i sin tur samordnar och skriver avtal med underentreprenörer. Byggherren står fortfarande för projekteringen men samordningsansvaret ligger på generalentreprenören. Generalentreprenören kan i sin tur genom en skicklig upphandling pressa priset för underentreprenörer och tar då själv hand om besparingsvinsten.

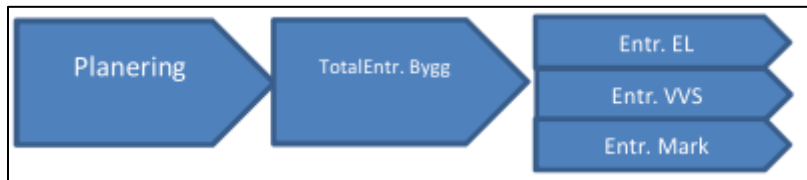
## 5.7.4 Samordnad generalentreprenad



*Samordnad generalentreprenad* kombinerar generalentreprenadens och den delade entreprenadens fördelar. Byggherren handlar då upp entreprenörer som vid en delad entreprenad men låter en generalentreprenör överta upphandlingen vid

kontraktsskrivningen. Projektets sidoentreprenörer blir således underentreprenörer till generalentreprenören. Byggherren får viss kontroll över kostnaderna för varje delentreprenad men slipper samordningsansvaret på byggsplatsen. Generalentreprenören debiterar i regel ett risktillägg för att ta över upphandlade entreprenörer, så kallat generalentreprenörsarvode.

### 5.7.5 Totalentreprenad



Vid totalentreprenad har byggherren avtal med en enda entreprenör. Avtalet omfattar både projekteringen och utförandet av entreprenaden. Fördelen med totalentreprenaden är bland annat att samordning mellan projektering och byggande kan bli bättre, att det öppnas möjligheter att anpassa tekniska lösningar till entreprenörens kompetens samt att man vinner tid när projektering och byggande kan ske parallellt.

Riskerna med totalentreprenad kan vara att konkurrensen blir mindre och att kostnaderna därmed stiger. Det finns också risk för att byggherren får en anläggning eller byggnad med högre drift- och underhållskostnader eftersom entreprenören kan eftersträva de investeringsmässigt billigaste lösningarna på de olika funktionerna som byggherren har beskrivet i ett ramprogram. För att klara ut ansvarsfrågan är totalentreprenaden den smidigaste lösningen då det bara finns ett avtal, även om det kan uppstå tvister om en viss teknisk lösning uppfyller de funktionskrav som ställts upp. Byggherren kan dock lägga restriktioner på valen av tekniska lösningar och ibland talar man om en styrd totalentreprenad.

### 5.7.6 Partnering

Partnering kan tolkas på flera olika sätt, allt från att man skapar ett gemensamt bolag där beställare tillsammans med de större aktörerna i projektet samverkar, till ett närmare samarbete utifrån gemensamt formulerade mål i olika skeden av projektet inom ramen för etablerade entreprenarformer. Det senare diskuteras närmare i Nyström (2007) och kan alltså tillämpas oberoende av vilken entreprenadform som används. Benämningen "utökad samverkan" används t ex av Trafikverket (FIA 2006).

## 5.8 Upphandling

Mycket av byggandet i Sverige sker av offentliga byggherrar, se tabell 1. Lagen om offentlig upphandling (LOU) reglerar dessa upphandlingar. Vi går här inte in på olika detaljer i lagstiftningen utan beskriver upphandlingen mer allmänt och det kan då även gälla upphandlingar som sker av privata aktörer. En viktig skillnad är dock att privata företag i regel väljer ut en mindre grupp företag som får lägga anbud medan offentliga aktörer i regel måste låta alla företag komma med anbud. Det senare gör det viktigare att vara tydlig med vilka krav som ett anbud från ett företag ska uppfylla.

Entreprenadformen påverkar hur upphandlingen genomförs. Vid en utförandeentreprenad (delad- eller generalentreprenad) detaljprojekteras projektet av beställaren, som i ett första skede upphandlar en eller flera konsulter som ska göra detaljprojekteringen

Vid en totalentreprenad ska entreprenören göra detaljprojekteringen, och de har då en kravspecifisering (ramhandling, systemhandling) att utgå ifrån. I detta skede är det viktigt att byggherren har en klar bild över hur han vill ha slutprodukten och kan förmedla detta på ett tydligt sätt till entreprenören. Notera att detta skede är extra känsligt för att hindra att mindre kvalitativa produkter väljs av entreprenören.

Kraven för belysning finns bl.a. definierade i Svensk standard. Miljöstyrningsrådet (MSR), som är regeringens expertorgan på miljöanpassad och hållbar upphandling, har information om kravspecifisering i dessa områden (inom- och utomhusbelysning). (se [www.msr.se](http://www.msr.se))

Utifrån kravspecifikationen tas ett förfrågningsunderlag fram som, åtminstone för offentliga beställare, normalt består av följande (se t ex Fristedt, Ryd, Sandsten (2012)):

- Krav på leverantören (avseende leverantörens ekonomiska ställning samt tekniska och yrkesmässiga kapacitet).
- Kravspecifikation eller uppdragsbeskrivning, som normalt ska vara utformade så exakt och precisa som möjligt, som prestanda- eller funktionskrav eller genom hänvisning till olika standarder. Krav på varan eller tjänsten kan avse t.ex. egenskaper eller utförande.
- Utvärderingsgrund– en upphandlande myndighet ska ange vilken grund för tilldelning av kontrakt som kommer att tillämpas, antingen ”lägsta pris” eller ”det ekonomiskt mest fördelaktiga anbudet”. I det sistnämnda fallet ska de kriterier som används för att göra urskilningen anges, s.k. utvärderingskriterier såsom kvalitet, driftkostnader, pris eller miljöegenskaper. Dessa kriterier ska viktas eller rangordnas. Inga andra kriterier än de som angetts i förfrågningsunderlaget får ligga till grund för utvärdering av anbud.
- Kommersiella villkor som ska gälla under avtalsperioden t.ex. betalnings- och leveransvillkor.
- Administrativa bestämmelser för upphandlingen t.ex. upphandlingsförfarande, sista anbudsdag och anbudets giltighetstid.

## **5.9 Avslutning**

Detta kapitel har gett en översikt av hur byggprocessen normalt fungerar med fokus på hur belysningsfrågor hanteras. I nästa kapitel beskrivs vanliga problem i denna process.

## 6 VAD ÄR PROBLEMEN IDAG?

I detta kapitel beskrivs vad jag uppfattar som de centrala problemen när det gäller hur belysningsfrågor hanteras i byggprocessen. Som förklarades i metodkapitlet bygger detta på ett brett material och teserna nedan är en syntes av detta material. I kapitlet relateras dessa problem också till de bakomliggande teorier som beskrivs i kapitel 4.

### 6.1 Kunskapsnivån hos byggherrar är för låg

Byggherrar kan grovt uppdelas i "engångsbyggherrar" och "flergångsbyggherrar", där de senare alltså regelbundet genomför byggprojekt.

När det gäller *engångsbyggherrar* är det lätt att förstå att kompetens kan saknas om hur man skall hantera en byggprocess, speciellt då specifika aspekter som belysningsfrågor. Han/hon har ofta också liten kunskap om hur man bör handla upp en kompetent organisation för att genomföra ett projekt så att alla aspekter av projektet hanteras på ett bra sätt.

Det finns dock även problem när det gäller *flergångsbyggherrar*. Många av dessa har under senare år reducerat den egna personalen och minskat den egna kompetensen. Istället köper man i allt högre grad in specialistkompetens. Endast ett mindre antal byggherrar har kvar egen kompetens för att hantera en stor del av byggprocessen. Detta innebär att för den stora gruppen av flergångsbyggherrar som köper kompetens på marknaden så kan hindren likna de som finns för engångsbyggherren.

Intervjuerna har mestadels gjorts med professionella byggherrar som är flergångsbeställare av projekt. Även i dessa organisationer med egen kompetens har det i intervjuerna framkommit att hinder för hållbar belysning förr eller senare dyker upp i byggprocessen. Det brister ibland i målsättningens klarhet och tydlighet för ett projekt och då kan det även vara svårt att tydliggöra olika förväntningar på slutprodukten för anlitate konsulter av olika slag, även de som arbetar med projektstyrning. Kunskap om, och förtroendet för, nya produkter eller system tar tid att etablera. Detta gör att dagens byggprocess fördröjer genomförandet av ny och bättre samt energieffektivare teknik. En mindre erfaren byggherre kan bli överdrivet försiktig och skeptisk till ny teknik och inte ha möjlighet att testa i mindre skala.

Förståelsen för att "godkända" armaturer/produkter, inte automatiskt ger en bra belysningsmiljö, visuellkomfort för brukaren saknas alltför ofta. Det krävs en bra planering för att rätt produkt skall hamna på rätt plats.

Val av organisation och entreprenadform beslutas ofta i ett tidigt skede och styr tidigt relationer och samverkansmöjligheter i projekt. Insikt om vilka krav en viss entreprenadform ställer på beställarens kompetens kan också brista.

Ett sätt att uttrycka detta är att när det gäller komplexa processer är det svårt att skriva "fullständiga kontrakt" och kompetensnivån påverkar i hur hög grad man lyckas få med allt väsentligt i styrdokument av olika slag. Kunskapen hos byggherrar och beställare om de speciella krav som ställs på byggprocessen för genomförande av energieffektiva byggnader (holistiskt synsätt) är på många håll låg.

Därefter handlar det inte minst om förmågan att följa upp alla aspekter av projekten. Den frågan byggherren ställer sig är ofta "Hur blev arbetsmiljön för brukaren?" Det är sällan man kontrollerar/följer upp ljuset! Byggherrarnas organisation när det gäller kontroll av belysningsanläggningar inskränker sig oftast till att kontrollera att antalet armaturer är rätt.

Som vi återkommer till i nästa avsnitt finns en nära relation mellan kompetens och resurser. Vid brist på resurser för t ex projektstyrning sker med nödvändighet en fokusering på vissa aspekter och då ligger det nära till hands att fokus hamnar på att hålla budget och tidplan, medan enskilda aspekter som belysningsfrågor kan bli försummade.

## **6.2 Kortsiktiga ekonomiska fördelar väger tyngst**

I intervjuerna är det ofta kommentarer om att de budgetar som antas är för låga och att de tidplaner som läggs fram och antas är väl optimistiska. De antagna budgetarna och tidplanerna för byggprojekt är ofta ett hinder för genomförande av långsiktigt hållbara och energieffektiva byggnader. Endast ett fåtal byggprojekt genomförs med en ekonomi baserade på långsiktiga lönsamhetskalkyler (livscykelkalkyler), så att hänsyn tas till de framtida kostnaderna. Det framkommer ofta i intervjuerna att investeringskostnaden är avgörande för val genom hela processen. Det sker ofta suboptimeringar i och med att de framtida kostnaderna inte vägs tillsammans med investeringen.

Detta är dock oftare påtalat vid totalentreprenader än vid utförandeentreprenader (se vidare avsnitt 6.5 och kap 7).

Ambitionen att hålla nere kostnaderna påverkar även hur kompetens tillförs projektet och möjligheten att bevaka att kvaliteten inte försummas under projektets gång. Satsar byggherren för lite resurser så begränsas möjligheterna att undersöka olika tekniska lösningar ordentligt i tidiga skeden liksom möjligheten att bevaka olika aspekter under projektets gång. Har inte projektledningen tillräckligt med resurser hamnar fokus lätt på att se till att hålla tidplanen och att inte överskrida investeringsbudgeten. Det har framkommit synpunkter på att projektledaren bara "hanterar projekt", de leder inte projekt! En snäv syn

på ett lyckat projekt blir då resultatet: "Projektet blev lyckat – vi höll både budget och tidplan!"

### **6.3 Tiden är för knapp**

Tid och resurser är i många avseenden två sidor av samma sak. Satsar man mycket resurser kan olika uppgifter genomföras under kortare tid. Intervjupersonerna uppfattar dock ändå tid och resurser som två olika om än sammanhängande saker. Dokumenten för ett projekt innehåller ju både budgetar och tidplaner.

En vanlig åsikt bland intervjupersonerna är att uppgjorda tidplaner, särskilt i tidiga skeden, ofta är för optimistiska, men att de ändå inte revideras då t ex inflyttningsdatum för verksamheten beslutats tidigt och ligger fast trots förseningar i projektet.

Att tiden är för knapp får i sin tur konsekvenser:

- Fel i handlingar och bristande samordning mellan dokument är oftare förekommande vid tidspress.

- Utrymmet för att kontrollera att saker verkligen görs rätt och att rätta till fel blir mindre, och det blir press på att se mellan fingrarna för mindre avvikelser. Användandet av egenkontroller är inte helt tillförlitligt.

### **6.4 Anlitade projektledare, arkitekter och konsulter brister i kunskaper och engagemang**

Kunskap och engagemang är viktiga kriterier för val av de olika rådgivare och experter som behövs i processen. Men ur intervjuerna har det framkommit att vid valet av rådgivare är det ofta timpriset får avgöra valet dvs. inte kompetens och projekterfarenhet. De mätbara faktorerna slår ut de som är svårare att mäta, inte minst om det är offentliga beställare. Dåligt och vagt skrivna förfrågningsunderlag bidrar även till detta. Det finns, enligt intervjupersonerna, en tendens till att vissa konsulter ofta väljer en lösning som man är van vid och funderar inte så mycket över om den är rätt vid just detta tillfälle. Ofta ligger det tidsbrist bakom detta vilket i sin tur hänger ihop med en upphandling med låg ersättning. Vid tidsbrist kan det också bli så att konsulten fokuserar på de aspekter som man känner mest engagemang för och där man har bäst kunskaper vilket kan innebära att en aspekt som belysningsfrågorna blir lidande.

Handlingar är ibland dåligt samordnade mellan olika konsultkategorier. Detta kan i sin tur bero på att alla handlingar ofta görs parallellt och att tiden för samordning är för knapp.

Ibland kan det dock vara svårt att avgöra om, t ex fel i handlingar beror på för korta tider, för små resurser eller dåligt engagerade konsulter.

Byggprocessen idag präglas av problem med information och kunskapsöverföring mellan olika skeden och mellan olika aktörer i byggprocessen. Detta gäller särskilt när man arbetar under tidspress, med dålig ersättning, och delvis som en följd av det, begränsat engagemang från anlitate konsulter av olika slag.

## 6.5 Brister i upphandlingsformer

Det finns sedan länge ett antal etablerade upphandlingsformer och till dessa kopplade bestämmelser som klargör arbetsfördelning och ansvar. Dessa beskrevs översiktligt i kapitel 5.

Betraktas upphandlingsformerna utifrån hur en enskild aspekt som belysning hanteras så kan man peka på främst följande problem:

- Överföring av information mellan olika faser. Information som i och för sig finns i handlingarna går inte fram till entreprenören. Byggprocessen har ofta beskrivits som ett stafettlopp där en aktör lämnar pinnen vidare till nästa aktör och vid varje sådant överlämnande finns betydande risker att information försvinner eller feltolkas. Traditionella upphandlingsformer har begränsningar när det gäller samverkansmöjligheter under projektet från fas till fas. Konsekvensen blir lätt att man ensidigt fokuserar på sin del i processen och att många beslut inte tas med slutkundens perspektiv. Belysning är en begränsad och tydlig del av projekt och därför enkel att nedprioritera.

- Avtalsvillkoren kan ge entreprenören möjlighet att ersätta en viss produkt med en annan men "likvärdig" produkt. Vid offentlig upphandling kan det också finnas begränsade möjligheter att ange exakt vilken produkt man vill ha eftersom det kan anses begränsa konkurrensen. I en situation där kvaliteten hos en produkt inte är entydigt mätbar så kan entreprenören i praktiken välja en något billigare och i praktiken något sämre variant. Många intervjupersoner påtalar också att olika aktörer tolkar information till sin fördel i senare delen av byggprocessen, produktionsfasen. Det är ofta det byts ut armaturer som inte motsvarar de krav som ställts i ett inledande skede. Detta sker ofta utan byggherrens eller slutkundens vetskap.

- Vid en totalentreprenad arbetar konsulten direkt åt entreprenören och därmed finns en särskild risk att det blir en press på att välja lösningar som innebär en lägre investeringskostnad.



- När det gäller mindre ny- och ombyggnader anser dock många arkitekter och konsulter att lagen om offentlig upphandling med konkurrensupphandling av konsulttjänster i form av fleråriga ramupphandlingar har lett till att lägsta timpris blir utslagsgivande. Detta resulterar i lägre arvoden vilket ofta i praktiken gör att konsulten tvingas föreslå mindre genomtänkta teknislösningar i projekteringsarbetet. Eftersom rekommendationer och krav ställda i program och projekteringsanvisningar är svåra att följa upp resulterar det i att kvaliteten i slutprodukten blir lidande (Holmberg & Pertola 2011).

- Antalet kontrakt i upphandlingen är för stort, vilket i sin tur beror på att antalet olika konsultkategorier är många. Inkompleta kontrakt är ofta en orsak till fel och tvister, se kapitel 4.1.

- Projekteringen är ofta splittrad på flera utförare pga. prispress. Detta gäller både när byggherre och entreprenörer ansvarar för projekteringen, dvs. det är inte någon väsentlig skillnad mellan totalentreprenad och utförandeentreprenad i detta avseende.

- Partnering har av en del utpekats som en möjlig väg att få mer samverkan, engagemang och ansvar/helhetstänkande genom hela byggprocessen. Detta diskuteras mer ingående i nästa kapitel om den "ideala" processen. Samverkansentreprenader har ofta en blandning av ansvaret för projektering, då beställaren först projekterar en del och sedan snabbt vill ha in en entreprenör för att få in deras erfarenhet i utförandedelen. Detta är särskilt vanligt vid komplicerade ombyggnadsprojekt.

- Avslutningsvis kan man säga att det finns många egenintressen i olika skeden och på olika nivå i byggprocessen och att dessa lätt går före det övergripande målet. Detta gäller särskilt om inte byggherren har en kontinuerlig kontroll och uppföljning av projektet.

## 6.6 Slutsatser

En sammanfattning av intervjuerna vad avser olika problemområden kan göras enligt nedan:

- Avsaknad av engagemang, rätt kompetens och kunskap hos olika aktörer och i olika skeden.
- Kompetens och kunskap finns men används sällan på rätt sätt och i rätt tid.
- Beslut fattas med för kort tidshorisont.
- Motivation att arbeta mot helheten överskuggas av den egna privata vinningen.
- Byggprocessen är dåligt anpassad för att för bli ta till vara vunna erfarenheter och ta in dem i nästa projekt.
- Kontroll och uppföljning är ofta bristfällig.

## 7 HUR SKULLE EN BRA PROCESS SE UT?

### 7.1 Inledning

I detta kapitel kommer ett antal tankar om hur byggprocessen kan förändras avseende belysningsanläggningar att läggas fram. Fokus ligger vidare på belysning inom byggnader eftersom det är mer komplext än utomhusbelysning som i högre grad kan standardiseras och också upphandlas separat. Funktionerna som ska uppfyllas är också mer definierbara när det gäller utomhusbelysning.

### 7.2 Utgångspunkter och antaganden

En utgångspunkt för detta kapitel är att eftersom det krävs specifik belysningskompetens som det inte är rationellt för byggherren att ha internt, så är det kompetens som anskaffas från ett fristående företag. Detta är självklart för mindre byggherrar och för byggherrar som låter uppföra byggnader relativt sällan. Inte ens större byggherrar med kontinuerlig verksamhet har dock denna kompetens "in-house" och förklaringen är att verksamheten ändå inte är så omfattande att det blir rationellt att ha denna kompetens i den egna organisationen (se Warsame 2009 för en analys av denna utveckling). Detsamma gäller för stora entreprenadföretagen som Skanska, NCC och PEAB som av liknande skäl valt att inte ha denna kompetens internt. Även om man bygger kontinuerligt så är det svängningar mellan olika projekttyper över tiden vilket gör det rationellt även för dessa företag att köpa in belysningskompetens för sina projekt. Ytterligare en faktor är den snabba tekniska och produktutvecklingen inom belysning.

Belysningskompetensen finns alltså typiskt sett inom större konsult- eller arkitektföretag och som fristående konsulter<sup>4</sup> och anlitas för det specifika projektet.

För enkelhets skull antar vi vidare att byggherren fungerar som projektledare. Om detta görs med egen personal eller genom att man anlitar ett fristående projektledningsföretag går vi inte närmare in på. Som vi återkommer till nedan är det självklart så att om projektledningen (vare sig den finns internt eller köpts in) saknar tillräckliga resurser, kompetens eller engagemang så ska vi inte förvänta oss ett bra resultat i projektet.

---

<sup>4</sup> Se <http://www.belysningsbranschen.se/leverantorer-och-konsulter/belysningskonsulter/> för en översikt av olika företagstyper inom området.

### 7.3 Arkitekten och belysningsexperten

I nästa avsnitt ska vi ta upp hur brukaren kommer in i processen, men tills vidare ser vi byggherren som brukarens representant. Som beskrivs i avsnittet om entreprenadformer kan man tänka sig en rad olika sätt att knyta samman de olika kompetenser som behövs i ett projekt. Fokuserar vi på belysningskonsultens, så är en första skiljelinje mellan om denne upphandlas separat eller om det finns en "generalkonsult" med ett övergripande ansvar som i sin tur anlitar belysningskonsulten. Det första kan jämföras med den delade entreprenaden och det senare med generalentreprenaden även om fokus här enbart ligger på konsultsidan.

I många beskrivningar av de olika entreprenadformerna är arkitektens position relativt oklar. I vissa länder är arkitekten den som håller samma hela design och byggprocessen. Byggherren anlitar då en arkitekt som i sin tur bygger upp ett team med specialister. Arkitekten anlitar då även de företag som är med och bygger huset. Belysningsexperten jobbar då åt arkitekten. Det kan noteras att när Engkvist (1949) i sin memoarbok beskriver de projekt han arbetade med så var det alltid ett team med tre huvudpersoner: Byggherrens representant (t ex chefsingenjören när han byggde åt stora industriföretag), arkitekten och sen Engkvist själv som byggmästare. De tekniska konsulterna jobbade tätt tillsammans med dessa tre som ledde projektet.

Förutsättningarna för en god ljusmiljö skapas av arkitektens arbete och ett bra slutresultat är därmed beroende av att belysningsaspekterna är med redan när arkitekten designar byggnaden. Är byggherren inte medveten om detta samspel och t ex först anlitar en arkitekt som gör en grundläggande design och sedan anlitar tekniska konsulter, inkl belysningsexperter, finns två risker. Den första är att det kan bli svårt att skapa en bra ljusmiljö när dessa aspekter inte vägdes in tillräckligt mycket av arkitekten, och den andra är att de tekniska konsulterna sedan gör ändringar som innebär att det kompromissas med de grundläggande tankar som fanns bakom arkitektens design.

Är byggherren medveten om denna problematik finns det flera sätt att minska riskerna för ett mindre lyckat slutresultat, t ex:

- Anlita ett arkitektföretag som har belysningskompetens internt och begära att slutligt förslag accepterats av person med belysningskompetens.
- Anlita arkitekt- och belysningsexpert separat och begära att båda står bakom den föreslagna designen.

För att förenkla diskussionen antas i fortsättningen att den grundläggande design som arkitekten gjort gör det möjligt att få en bra ljusmiljö – förutsatt att den tekniska projekteringen och byggandet sker på ett bra sätt.

## 7.4 Brukaren

Det finns två typer av projekt om det ses ur ett brukarperspektiv.

Det första fallet är att brukaren är okänd fram till att projektet i stort sett är klart. Byggherren uppför byggnaden "på spekulation" och räknar med att det finns en efterfrågan när huset är klart. Det vanliga i detta fall är att det projekteras en "grundbelysning" bestående av en allmän belysning som är en del av den färdiga belysningen. När det sedan blir klart vem som ska använda lokalen och vilka behov denne har, så sker en anpassning av belysningen. Ofta är det då brukaren som får betala för den delen av belysningen. Här finns flera problem - anpassningen kan bli bristfällig och/eller så blir de ökade kostnader därför att den ursprungligt uppsatta belysningen helt enkelt måste tas bort.

Min rekommendation i ett fall som detta är att byggherren lämnar ljusfrågorna tills det är klart med vem som ska hyra lokalen och att det då sker en utformning tillsammans med brukaren. Innebär detta att olika speciallösningar för belysning väljs får dessa ses som en hyresgäst Anpassning som betalas genom ett tillägg till hyreskontraktet. Är det mer "normal" belysning kan det ses som ingående i den "vanliga" hyran.

I fortsättningen kommer vi inte att beröra detta fall utan fokusera på den andra typsituationen, där det redan från början finns en brukare med i bilden.

Under senare decennier har det blivit vanligare att verksamheter hyr även mer specialutformade lokaler (se t ex Andersson 2008) och statliga myndigheter får t ex inte äga fastigheter själva. Ett antal statliga bolag agerar istället som byggherre (Akademiska Hus, Specialfastigheter, Staten Fastighetsverk m.fl.), men de statliga myndigheterna kan även gå till privata byggherrar om de ska anskaffa nya lokaler. Förloppet blir likartat om det är ett privat företag som behöver nya lokaler och som av någon anledning inte vill äga lokalerna. Initiativet till att uppföra byggnaden kommer i båda dessa fall från brukaren.

Ett bra slutresultat beror i detta fall självklart på att brukaren ställer rätt krav samt har en organisation att följa upp dessa och detta kan i sin tur ske på olika sätt beroende på när byggherren kommer in i bilden.

Den första renodlade varianten är att brukaren tar fram ett mer eller mindre översiktligt program för vad man vill ha *innan man kontaktar en specifik byggherre*. Brukaren kan vara relativt fri i sin lokalisering och kontakta olika fastighetsägare/byggherre och se vad de kan erbjuda.

Den andre varianten är att det *redan från början är klart vilken byggherre som ska anlitas*. Vill ett universitet uppföra en ny byggnad inom ett Campusområde som kontrolleras av en

fastighetsägare finns t ex bara en tänkbar byggherre. Här är det enklast att tänka sig att brukaren och byggherren arbetar nära tillsammans redan från början. Brukaren kan dock tänkas konsultera "egna" experter för att begränsa risken att byggherren inte tar tillräcklig hänsyn till brukarens intresse av både bra kvalitet och en rimlig kostnad.

Större statliga myndigheter har t ex i regel en egen "lokalenhet" som arbetar med att leta lokaler, skriva hyreskontrakt och med anpassning av lokaler till nya behov. Dessa lokalenheter är byggherrens direkta samarbetspartner i de flesta fall, även om man som sagt kan tänka sig att denna enhet knyter till sig olika experter.

För att inte få en oöverskådlig mängd varianter *antas i fortsättningen att brukaren och byggherren har ett bra samarbete*. Som vi återkommer till nedan är långsiktiga relationer mellan aktörer viktig för att skapa "rätt" incitament för både byggherre, konsulter och entreprenörer, men tills vidare fokuserar vi på ett enskilt projekt.

I detta fall har vi alltså inledningsvis två centrala aktörer: den som ska använda lokalen (hyresgästen) och byggherren. Byggherren kan sedan tänkas sälja den färdiga byggnaden vidare till ett förvaltande bolag, men denne framtida aktör lämnas utanför diskussionen i denna studie.

## **7.5 Programarbete**

Att definiera vad man vill ha är en viktig parameter i början av varje projekt. Detta är viktigt för att kunna bedöma tid och kostnader för beställaren. Att definiera en kvalitetsnivå i ett tidigt skede är också viktigt för att sedan under processen kunna kontrollera att rätt saker görs för att nå den önskade kvaliteten. Ljuskonsulten har en viktig roll i definitionen av belysningskvaliteten och det kräver, som diskuterades ovan, också samarbete med arkitekt/inredningsarkitekt.

I slutet av programskedet skall det alltså finnas ett komplett program för att t.ex. handla upp olika konsulter på för vidare projektering. Enligt min mening är det viktigt att detta program är detaljerat eftersom ofullständigheter ökar risken att entreprenören väljer en lösning som uppfyller det formella programmet men inte skapar den önskade kvaliteten (se avsnitt 7.7).

Men som vi sett i kapitel 5.3, i avsnittet om den agila processen så tenderar idag viktiga beslut att skjutas till senare skeden. Det mynnar i att programfrågor behandlas och ändras/kompletteras långt in i processen. Detta förutsätter i sin tur mer samverkansinriktade upphandlingar. I de båda följande avsnitten diskuteras upphandlingsfrågor mer ingående.

## 7.6 Rollfördelning och entreprenadformer ur ett projekteringsperspektiv

För att förenkla beskrivningen betraktas alltså i fortsättningen brukaren och byggherren som en aktör, dvs. vi utgår från att de har ett gott samarbete och att byggherren agerar utifrån brukarens intresse. Denna gemensamma vilja avspeglas i det program som diskuterades i föregående avsnitt. Nästa steg är att detaljprojektera anläggningen. Som beskrivs i kapitlet om entreprenadformer finns här två huvudvarianter: utförandeentreprenad eller totalentreprenad.

Enligt min bedömning är *förutsättningarna för att få en bra ljusmiljö ur ett brukarperspektiv bättre om det finns en hård styrning från byggherren över hur ljusinstallationer ska utformas, ner till vilka typer av armaturer som ska användas*. Orsaken till att en sådan styrning behövs är, om man ser det utifrån de teorier som presenterades i kapitel 4, att det är svårt att beskriva ljuskvalitet på ett entydigt sätt. Skulle man vid upphandlingen ange ett funktionskrav och sedan låta entreprenören bestämma detaljerad utformning och vilka fabrikat som ska användas är risken betydande att denne väljer en billigare lösning som det är svårt att visa att den inte uppfyller funktionskraven. Ett undantag från detta är om det finns en långsiktig relation mellan parterna, se vidare avsnitt 7.7 nedan

Finns det behov av en detaljerad styrning från byggherrens sida så pekar det i riktning mot en *utförandeentreprenad*. Byggherren, tillsammans med konsulter, gör en detaljerad projektering och sedan ska entreprenören helt enkelt bygga efter dessa handlingar.

Betraktar vi processen enbart utifrån belysningsperspektivet finns här emellertid några varianter. En rad olika tekniska konsulter behövs i projekteringskedet och i praktiken kan projekteringen göras på ett antal olika sätt. Några exempel på hur organisationen kan vara uppbyggd följer nedan.

1. Det finns en "generalkonsult" som har det övergripande ansvaret och som sedan ansvarar för samordning av olika konsultinsatser, däribland belysningskonsulten. Detta kan omfatta både konsulter inom det företag som generalkonsulten arbetar i och konsulter i olika fristående företag. Om generalkonsulten hör till ett större företag så dominerar den första gruppen, i annat fall dominerar den andra gruppen. Generalkonsulten rapporterar i sin tur till beställarens projektledare som mer har ett ansvar för processen än för det tekniska innehållet.

2. Beställarens projektledare arbetar direkt med olika konsulter och har också ett samordningsansvar när det gäller det tekniska innehållet.

I båda fallen kan konsulter/projektledare under period vara fysiskt samlande på en gemensam arbetsplats. Kommunikation mellan olika deltagande aktörer är centralt för att

det ska bli en bra helhet och ju intensivare denna kontakt behöver vara desto enklare blir det om man sitter fysiskt samlade, även om man hör till olika företag.

Enligt min mening kan båda modellerna ovan fungera bra, men de ställer mycket olika krav på projektledaren. I det första fallet räcker det med projektledningskompetens men i det andra fallet krävs också omfattande teknisk kompetens.

I en idealisk situation skulle man ha med byggentreprenören redan under projekteringskedet i en utförandeentreprenad för att kunna tillgodogöra sig den kompetens som denne har. På det sättet skulle man närma sig den situation som beskrevs inledningsvis från "byggmästarepoken" där ett team med beställarrepresentant, byggmästare och arkitekt samarbetade från början av projektet.

I vissa projekt har man av andra skäl, t ex för att vinna tid genom att komma igång med vissa delar innan allt är projekterat, valt att arbeta med *totalentreprenad*. En viktig fråga är därmed hur man i en sådan situation bevakar att belysningsfrågorna hanteras på ett bra sätt.

I praktiken behöver dock inte skillnaden vara så stor när man använder totalentreprenad jämfört med den process vid utförandeentreprenad som beskrevs ovan. Även inom ramen för en totalentreprenad kan byggherren styra utformningen av enskilda komponenter och också påverka teamet av konsulter även om dessa formellt arbetar åt entreprenören i en totalentreprenad. Byggherrens projektledare har dock vid totalentreprenad en mycket central roll i detta samarbete för att bevaka att de kvaliteter som byggherren vill uppnå verkligen kommer att känneteckna den färdiga byggnaden

## **7.7 Konsultupphandling och långsiktiga relationer**

Hur upphandlingar ska gå till är en mycket omdiskuterad fråga idag. Produktivitetsdelegationen presenterade nyligen sitt betänkande "Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen" (SOU 2012:39) och där diskuteras inte bara hur projektet som sådant ska upphandlas (utförandeentreprenad kontra totalentreprenad) utan också hur projektering kan upphandlas. Bilaga 5 författad av Jan-Eric Nilsson har namnet "Projekteringsupphandling i nya former - förstudie" och detta avsnitt tar sin utgångspunkt i den studien.

Vid offentlig upphandling av konsulter dominerar enligt rapporten en upphandlingsform som förenklat kan beskrivas på följande sätt. Det finns ett antal övergripande kvalifikationskrav för företag som ska delta i upphandlingen. Sen finns också ett uppskattat antal timmar för olika arbetsuppgifter. Konsultföretag lägger sedan ett anbud i form av ett timpris. Det företag som lägger det lägsta timpriset får i princip arbetet. Metoden kan förfinas genom att man också har "kvalitetspoäng" utifrån en bedömning av konsultföretagets kvalifikationer.

Enligt rapporten finns stora problem med denna form av upphandling. Låga arvoden kan innebära att företaget tummar på kvaliteten och kanske återanvänder lösningar som inte är de bästa i det aktuella fallet men som innebär att man spar tid. Det finns också utrymme för manipulation och strategiskt beteende, t ex lägga låga timpriser på uppgifter som man tror har ett underskattat antal timmar och höga på de som man tror är underskattade. Man kan också lägga ett lågt timpris om man planerar att jobba färre timmar än man redovisar, eller att det blir lönsamma extraarbeten för konsultföretaget när beställaren inser att det finns brister i förfrågningsunderlaget.

I den aktuella rapporten diskuteras olika alternativa upphandlingsformer och det man rekommenderar - både i bilagan och i huvudtexten - är en upphandling på fast pris, eventuellt kombinerat med någon form av kvalitetspoäng. Man är dock medveten om att detta också innebär betydande problem. t ex att det går att tjäna pengar på att lägga ner färre timmar och tumma på kvaliteten i projekteringen, liksom att företaget kan spekulera i extraarbeten.

*Enligt min mening finns ingen lösning som bygger på mer "sofistikerade upphandlingsmetoder" utan förutsättningen för "rätt" projektering till "rätt" pris är ett långsiktigt samarbete mellan beställare och projektör, och att man sedan jobbar med en "partnerliknande relation" där uppgifter och ersättning preciseras stegvis. (En agil process, se kapitel 5.3).*

Denna slutsats ligger i linje med den teoretiska forskningen om upphandling av komplexa kontrakt där det är svårt att precisera exakt vad som ska göras. Att mäta kvaliteten i en projektering är svårt och därmed är det svårt att ställa upp mätbara krav att utvärdera en projektering gentemot. Styrkor och svagheter i projekteringen kan visa sig långt senare, efter flera års användning. På en sådan marknad är nyckeln till framgång att hitta aktörer som är beroende av ett gott rykte och som gör ett bra jobb både därför att man har engagerade medarbetare, men också därför att man inser att gör man ett bra jobb nu så ökar det sannolikheten för fler jobb i framtiden. Man utnyttjar inte luckor i beställarens förfrågningsunderlag eller beställarens kompetens, både för att det strider mot företagets värden och för att det riskerar den långsiktiga lönsamheten.

I en översikt av forskningen kring skillnader mellan upphandling i privat och offentlig sektor sammanfattar Tadelis (2012) sina slutsatser om vilken typ av upphandling som passar i olika situationer med följande ord:

"Corollary 1. Complex and incompletely specified projects should be procured using a cost-plus contract to be awarded using a negotiation with a reputable supplier, while simple and mostly specified projects should be procured with fixed-price contracts and awarded by competitive bidding." (s 300)"



Om det ska vara en ersättning i form av ett "cost-plus contract" kan diskuteras men kärnan ligger i formulering "negotiations with a reputable supplier".

## **7.8 Vikten av tillräckliga resurser under tidigare skeden**

Ett bra resultat beror naturligtvis inte bara på att man valt rätt aktörer inom ramen för rätt projektformer, det handlar också om hur mycket resurser som satsas under det inledande skedet för att se till att utformningen blir optimal.

Min uppfattning är att det idag generellt läggs för lite resurser i detta skede och det gäller både:

- byggherrens projektledning
- konsulternas arbete med en bra utformning
- samordningen mellan konsulter och bevakning av helheten.

Den sista punkten är den kanske viktigaste och frågan är om det finns former för att genomföra ett projekt med vars hjälp detta kan utvecklas. En variant som förekommit är att en erfaren konsult, som inte varit så involverad i projektet, gör en genomgång i olika skeden och kan ställa de rätta frågorna och se aspekter som deltagarna kanske inte tänkt på.

Idag finns en stor tilltro till att just samordningen kan förbättras genom användande av BIM (Building Information Modeling) och självklart kan den tekniken göra att vissa misstag undviks. Ser man på litteraturen om yrkeskunnande (se Snickare 2012 för en översikt och tillämpning inom bankvärlden) så är ett centralt resultat där att yrkeserfarenhet inte helt kan göras explicit. Den erfarna "ser" saker som den oerfarne inte ser. Finns det dimensioner som är svåra att göra explicita kan dessa inte heller byggas in i en BIM-modell, även om BIM-modellen kan göra bedömningen av kvaliteten lättare för den erfarna konsulten/byggaren.

## **7.9 Kontroll under byggskedet**

För att den färdiga byggnaden ska få de kvaliteter som önskas så handlar det också om att se till att de faktiskt byggs på det sätt som var tänkt. Det finns alltid risker att företag tar "genvägar" och försöker pressa kostnader på sätt som hotar kvaliteten, särskilt om företaget gått in med ett för lågt anbud eller med en för optimistiskt tidplan. Här är det viktigt med t ex administrativa föreskrifter som reglerar vem som ska godkänna vad, t ex att alla avvikelser när det gäller produkter ska godkännas av beställarens ombud och att det även är denne som ska bedöma vad som kan anses vara "likvärdiga produkter".

Inom järnvägssektorn har det förekommit att byggherren (Banverket/Trafikverket) själv köpte in visst material och att entreprenörens uppgift enbart var att med detta material - och material där entreprenören hade ansvar för inköp - bygga själva anläggningen. Om det ur beställarens perspektiv är viktigt att en viss produkt ska användas kan en sådan ansvarsfördelning också tänkas inom belysningsområdet.

Kontrollen under byggskedet är delvis reglerad i lag, t ex när det gäller el-arbeten. Det har också blivit vanligare, särskilt i större projekt, att ett fristående företag eller team anlitas för kvalitetskontroll under arbetets gång. Belysningen inom delar av en anläggning kan då färdigställas och sedan testas utifrån bedömda krav. Uppfylls kraven så kan man gå vidare med resten av bygget, annars får man först göra justeringar i utformningen.

Hur kontrollen går till för övrigt beror också på relationen mellan beställare och entreprenör ser ut. Finns en långsiktig relation mellan företagen och om det är en "reputable supplier" görs kanske något mindre kontroller än om det är en ny konstellation av aktörer.

## **7.10 Kompetensutveckling**

Den tids- och kostnadspress som kännetecknar mycket av dagens byggsektor - i alla led från beställare, arkitekt, tekniska konsulter och entreprenörer - begränsar utrymmet för kompetensutvecklingen och detta kan på sikt hota kvaliteten på de färdiga projekten. Detta problem förstärks också av att det pågår en stor generationsväxling inom alla delar av byggsektorn.

Inom vissa sektorer krävs en viss mängd vidareutbildning för att en person ska få behålla en auktorisation, men inom byggsektorn förekommer inte individuell auktorisation på det sättet. Därför måste man hitta andra vägar för att nå liknande resultat. Detta är inte rätt ställe att gå närmare in på hur detta kan göras men det finns idag ett kunskapsområde som heter "Knowledge management" med fokus på hur organisationer ska bevara och utveckla sin kompetens (se t ex Ilin, 2010, som behandlar kärnkraftsektorn och Warsame, 2011, som behandlar byggsektorn). Några saker som jag anser viktiga är att:

- Beställarna själva måste lägga resurser på sin egen personal så att de kan bredda och fördjupa sin kompetens.
- Vid upphandlingar, inte minst från offentliga aktörer som är stora inom byggsektorn och därför har ett särskilt ansvar, måste man kunna premiera företag som lägger resurser på kompetensutveckling av olika slag. Om ett företag, särskilt ett större företag, inte lägger resurser på detta så ska det "kosta" företaget något i form av risk för förlorade uppdrag om de inte har ett systematiskt program för kompetensutveckling av sin personal. Detta kan

handla om allt från formella kurser till interna rutiner för kompetensöverföring från äldre till yngre medarbetare.

## 8 AVSLUTNING

### 8.1 Sammanfattning

Här knyter vi avslutningsvis an till det teoretiska ramverk som beskrevs i kapitel 4 kan de centrala slutsatserna sammanfattas i att ett bra resultat ur ett belysningsperspektiv förutsätter tre saker:

#### 1. *Kompetens*

Det handlar här om kompetens i flera dimensioner, t ex:

- tekniska kompetens rörande vad som kännetecknar bra belysning och vilken utformning och vilka armaturer som ger en bra belysning
- kompetens när det gäller hur man utformar en bra process och hur man får ett bra samarbete mellan olika aktörer i processen.

Det gäller också en rad olika aktörer: byggherren, arkitekten, ljusdesignern, el-konsulten, el-entreprenören och förvaltaren samt användaren. I de flesta fall planerar och projekterar el-konsulten belysningen och står för den yttersta belysningskompetensen i projektet. I mindre anläggningar förekommer det till och med att el-entreprenören projekterar belysningen utan att använda sig av någon el-konsult. Av naturliga skäl varierar då belysningskompetensen kraftigt från fall till fall beroende på den utbildning och personlig erfarenhet som projekterande el-ingenjörer eller el-tekniker har. Ljusdesignern behöver dessutom engageras tidigt i byggprocessen så att ett samarbete med såväl arkitekt och inredningsarkitekt för inomhusbelysningen som landskapsarkitekt för utomhusbelysningen kan etableras. Ett sådant samarbete underlättas naturligtvis av om arkitekt/inredare har grundläggande kunskaper om belysningens möjligheter och begränsningar.

#### 2. *Incitament*

För ett bra resultat måste kompetensen utnyttjas på ett sätt som bidrar till ett bra helhetsresultat. I dagens byggande handlar detta i hög grad om hur olika deltagare i processen upphandlas, från projektledare och tekniska konsulter till byggentreprenörer. Det som betonats i rapporten är att detta inte kan uppnås genom "sofistikerade" kontrakt utan genom långsiktiga samarbeten och partneringlika arbetsformer.

### 3. Resurser

Även om det finns kompetens och motivation så är det inte möjligt att åstadkomma ett bra resultat om det inte finns resurser i form av pengar och tid. Detta handlar både om tid och resurser för projektering och tid och resurser för kontroll att anläggningen ifråga uppfyller uppställda krav.

## 8.2 Belysningen i det befintliga beståndet

Tonvikten i denna rapport har legat på nybyggnadsprojekt. Den stora potentialen för en tydlig förbättring av belysningars funktion och energiförbrukning finns dock i äldre byggnader med gamla ofta mycket dåligt fungerande belysningsanläggningar med hög energiförbrukning.

Mycket tyder på att intresset att med ljus skapa ergonomiska, spännande, säljande, trivsamma och trygga miljöer bara kommer att öka och att potentialen för utveckling av den totala ljusmiljön med belysning är mycket stor. För att åstadkomma en sådan utveckling krävs att ljusdesigners samarbetar med arkitekter, inredningsarkitekter och landskapsarkitekter samt elkonsulter.

Potentialen att spara energi och öka energieffektiviteten i gamla byggnader är alltså mycket stor redan med idag befintliga belysningssystem. Utvecklingen av LED-armatur och mer avancerade styrsystem ökar denna potential ytterligare. I gamla anläggningar är det mest kostnadseffektivt att minska brinntiden genom något slags styrsystem, men det kan ofta vara lönsamt att byta ut hela belysningssystemet redan efter 15 år. Ett byte som förutom energibesparing också i allmänhet leder till bättre belysning när det gäller såväl funktionella som trivsamma och hälsosamma miljöer. Dessutom försvinner det vanligt förekommande flimret från äldre belysning. Tidpunkten för att byta ut en gammal belysningsanläggning bestäms dock ofta av behovet av en renovering av lokalerna i stort med hänsyn till befintlig eller ändrad verksamhet.

## 8.3 Utbildningsbehov

Det kan konstateras att behovet av vidareutbildning inom belysning är mycket stort för de flesta aktörer i byggprocessen. En sådan utbildning bör ges i form av kortkurser och kan med fördel delas in i en första informationskurs med möjlighet till fördjupningskurser. Kortkurserna kan vardera omfatta storleksordningen en till två dagar.

Informationskursen bör lämpligen innehålla en översikt över de möjligheter som en modern belysning kan ge när det gäller såväl funktion och upplevelse som energieffektivitet och

ekonomi. Informationen bör ges brett och vara anpassad till alla kategorier av aktörer i byggprocessen, som byggherrar, byggprojektledare, arkitekter, inredare, el-konsulter, el-entreprenörer och förvaltare.

## REFERENSER

### Litteratur

Andersson, L (2008), Public Private Partnerships (PPP) - Theoretical models and an analysis of Swedish contracts. Licentiatuppsats, Bygg- o fastighetsekonomi, KTH.

Belfrage L & Lind J, 2011, Lagen om offentlig upphandling och dess påverkan på kommunala bostadsbolag – En studie om upphandling av stambyten. Examensarbete, Avd f Bygg- och fastighetsekonomi, KTH.

Borg, L, 2011. Incentives and choice of construction technique. Licentiatuppsats, Avd f Bygg- och fastighetsekonomi, KTH.

Boverket, 2012, BBR 19, kapitel 6:3 hygien, hälsa och miljö samt kapitel 9 energihushållning.

Boyce, p. R., 1981, Human Factors In Lighting. Applied Science Publishers.

Brainard G.C et al, 2001, Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor. The Journal of Neuroscience, 21(16), s6405–6412

Coase, R. 1937, The Nature of the Firm. *Economica*, Vol. 4, No. 16. s 386-405.

Chantereau, Y, 2012. Agila processer, Föredrag, STD, 2012

CIE, S 008/E: 2001, Lighting of Work Places Part 1: Indoor (ISO)

Dubois, M-C & Blomsterberg, Å, 2011, Energy saving potential and strategies for electric lighting in future North European, low energy office buildings: A literature review, *Energy and Buildings* 43 (2011) 2572–2582

Ellingsen, T, 2008, Normer, känslor och ekonomisk vetenskap, *Ekonomisk Debatt*, vol 36, s 7-16

Energimyndigheten, 2010, Energin i våra lokaler, STIL2.

Energimyndigheten, 2012, Belysning i offentliga miljöer, ET 2012:33.

Engkvist, O. 1949, Olle Engkvist Byggmästare. Stockholm.

Eriksson, P-E, 2010, Partnering: what is it, when should it be used, and how should it be implemented, *Construction Management and Economics*, Vol. 28(9), pp. 905-917.

Fristedt S., Ryd N. & Sandesten, S, 2012, *Byggherrerollen*, Byggande handlar inte om byggande. Byggherrarna, Stockholm.

Hansson, B & Pemsel S, 2011, *Beställarens nycklar till framgång*. Svensk Byggtjänst.

Holmberg, R & Pertola, P., 2011, *Kompetens vid projektering och upphandling av belysning i byggprocessen*, Slutrapport 2011-08-30 av projekt 32700-1, Energimyndigheten. Rapporten finns även publicerad i *Tekniska Högskolans interna rapportserie*, JTH research report 2011:003, ISSN 1404-0018, Högskolan i Jönköping.

Hyari, K. & El-Rayes, K., 2006, *Field experiments to evaluate lighting performance in nighttime highway construction*, *Construction Management and Economics*, 24:6, 591-601

Ilina, E., 2010 *Understanding the application of knowledge management to the safety critical facilities*. Doktorsavhandling, Inst för Byggvetenskap, KTH.

IESNA, 2001, *Lighting Handbook*, Ninth edition, Rea et al.

IEA, 2009, Annex 45, *Guidebook on Energy Efficient Electric Lighting*.

Kalbro, T, Lindgren, E & Paulsson, J., 2012, *Detaljplaner i praktiken - Är plan- och bygglagen i takt med tiden?* KTH och Sveriges Byggindustrier.

Lind, H. & Borg, L, 2010, *Service-led construction: is it really the future?* *Construction, Management and Economics*, Volume 28(11), pp. 1145-1153

Ljuskultur, 2010, *Ljus och Rum: planeringsguide för belysning inomhus*, andra utgåvan.

Milgrom, P. and Roberts, J. 1992. *Economics, Organization and Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hill.

Nassar, K. 2008. *Integrating discrete event and lighting simulation for analyzing construction work zones lighting plans*. *Automation in Construction*, vol 17, s 561–572

Nordstrand, U, 2008, *Byggprocessen*. Liber.

Nyström, J. 2007. *Partnering: definition, theory and evaluation*. PhD thesis, Division of Building and Real Estate Economics, KTH.



OECD/IEA, 2006, *Light's Labour's Lost, Policies for Energy-efficient Lighting*.

Petersdottir, L., 2002, *Nya utgångspunkter för belysningsplanering, Modell för beställning av belysning*, KTH, TRITA-ARK 2002:4.

Snickare, L., 2012, *Makt utan magi – en studie av chefers yrkeskunnande*. Doktorsavhandling från Centrum för Bank och Finans, KTH.

SOU 2008:25, *Ett energieffektivare Sverige*. Fritzes.

SOU 2002:115, *Skärpning gubbar! Om konkurrensen, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn*. Fritzes.

SOU 2012:39, *Vägar till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen*. Fritzes.

SS-EN 12464-1:2011, *Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 1 arbetsplatser inomhus*.

SS-EN 12464-2:2007, *Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 2 arbetsplatser utomhus*.

Starby, L., 2006, *En bok om belysning, Ljuskultur*.

Statskontoret, 2009, *Sega gubbar? En uppföljning av Bygghedskommisionens betänkande "Skärpning gubbar!"* Rapport 2009:6,

Tadelis, S., 2012, *Public procurement design: Lessons from the private sector*. *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 30, s 297-302.

Warsame, A., 2009, *Organizational modes in the residential building sector in Sweden*, *Construction Management and Economics*, 27:2, 153-163

Warsame, A., 2011, *Performance of Construction Projects: Essays on Supplier Structure, Construction Costs and Quality Improvement*. Doktorsavhandling, Avd f Bygg- och fastighetsekonomi. KTH.

Williamsson, O., 1975, *Markets and Hierarchies*. Free Press, New York.

Öfverholm, I., 1998, Livscykelkostnader i den tidiga projekteringsfasen, Cybernetiska betraktelsesätt, Institutionen för Arkitektur och Stadsbyggnad KTH.

## **Internet adresser**

Belysningsbranschen, <http://www.belysningsbranschen.se/leverantorer-och-konsulter/belysningskonsulter/>

Miljöstyrningsrådet, MSR, <http://www.msr.se>, Upphandlingskriterier för inom och utomhus belysning.

World Business Council for Sustainable Development, Energy Efficiency in Buildings, Facts & Trends, (WBCSD, EBB, F&T),  
<http://www.wbcSD.org/pages/edocument/edocumentdetails.aspx?id=13559&nosearchcontextkey=true>

## BILAGA 1

### Struktur på intervjufrågor: Byggherre

#### Allmänt

Hur/varför initierades projektet?

Kund      mark      spekulation (typ av byggherre)

Vilka var de första/viktigaste kraven på byggnaden?

Ekonomi      kund krav      miljökrav

Hyreskontrakt? Hyresgästen – krav? Speciella krav?

Byggherre ansvaret? (fokus på olika livslängder)

Vilka ekonomiska överväganden har ni gjort i frågan om framtida drift- och underhållskostnader?

Har ni definierat en livslängd för er byggnad?

Diskuterades det om någon form av informations strategi för projektet?

Diskuterades några miljöfrågor, energifrågor, dagsljus, belysning i ett tidigt sked?

#### Projektupplägg

Klarar ni ledningen med egna resurser? Köptes resurser in?

Vilka och hur sattes projektledningen ihop?

Vilka tider blev styrande?

Egna      myndigheter kunden

Vad påverkade skedes uppdelning?

Vilka kompetenser/teknikområden köptes in och varför?

Hur hanterades belysningsfrågan i ert projekt?

Elkonsult      belysningsexpert      annat

Vilka entreprenadformer blev aktuella och varför?

Utförande-      Totalentreprenad

Funderade ni på en egen kontroll organisation?

## **De olika skedena**

Varför valde ni just er skedesindelning?

Tiden                      komplexiteten                      tillgång

Krav och tidsaspekter

Kunskapsresurser

## **Handlingar i olika skeden**

Vilka krav ställde ni på handlingarna?

Hur kontrollerades dessa?

**Vilka skeden – räkna upp dessa. Hur fråga per skede olika aktörer/olika listor??**

## **Belysning**

Vilka krav ställde ni i handlingarna?

Hur kontrollerades dessa?

Har informationen säkerställts in i nästa skede?

## **Kalkyler**

Hur har ni planerat in kalkyltillfällen i projektet?

Vad innehåller kalkylerna?

Har ni gjort LCC-kalkyler?

Hur väger ni investeringskostnad mot framtida drift och underhållskostnader?

## **Avtal**

Användes standardavtal?

Om inte, varför?

Ställdes några specifika krav just för ert projekt?

Finns ekonomiska incitament med i avtalen? Hur ser de ut?

## **Genomförande**

Informationsflöde

Hur har ni hanterat frågor om utbyte av material och produkter?

Vem tar beslut om likvärdighet?

Kontrollorganisation

Hur har besiktning av belysningen utförts?

## **Förvaltning**

Har ni använt kunskap från förvaltningen i kravställandet?