



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



HÅKAN BEJRUM  
RUNE HANSON  
BERTIL G JOHNSON

# Livscykeleekonomi för byggnader

R2: 1994

Förslag till  
utvecklingsprogram

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129302

BYGGFORSKNINGSRÅDET

BFR

**R2:1994**

## **LIVSCYKELEKONOMI FÖR BYGGNADER**

**Förslag till utvecklingsprogram**

**Håkan Bejrum  
Rune Hanson  
Bertil G Johnson**

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 910604-9  
från Byggforskningsrådet till Byggnadsfirman Viktor Hanson AB,  
Stockholm.**

**V-BIBLIOTEKET  
BYGG & KONSTRUKTION  
SEKTIONEN FÖR VÄG & VATTEN  
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Box 118, 221 00 LUND**

## REFERAT

Rapporten redovisar ett programarbete om önskvärda FoU-insatser beträffande livscykeleconomiska metoder för bygg- och fastighetssektorn. Den innehåller en diskussion om förvaltnings- och byggprocesserna och om behovet av ett långsiktigt tänkesätt. Vidare sammanställs kunskapsläget beträffande livscykeleconomiska tillämpningar och hur dessa kan appliceras på olika beslutssituationer i byggande och fastighetsförvaltning samt i vissa närliggande verksamheter. Slutligen föreslås områden för en fortsatt kunskapsutveckling och en organisation för detta slags verksamhet.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R2:1994

ISBN 91-540-5612-8  
Byggeforskningsrådet, Stockholm

**gotab** 10171, Stockholm 1994

# Innehåll

<b>Projektets bakgrund och syfte</b>	<b>5</b>
<b>Långa och korta perspektiv på byggnadssektorn</b>	<b>6</b>
Byggnadssektorn från värdesynpunkt	6
Samhällsnytta och intressentnytta	7
Hinder för långsiktigt tänkande	8
<b>LCE — begrepp och modeller</b>	<b>10</b>
Livscykel	11
Livscykelvinstmodellen	12
Livscykelkostnad	13
Lönsamhets- och kostnadsoptimal livslängd	14
Marginalkalkyler	15
Annuitet	16
<b>Livscykeekonomiska beslutssituationer</b>	<b>17</b>
Effektiv byggnadsförvaltning	17
Styrning och beslutsstöd	18
Fastighetsförvaltningens beslut	19
Andra tillämpningar av LCE-metoder	23
Kalkylnivåer för bygg- och förvaltningsbeslut	24
Data för LCE-kalkyler	25
Exempel på livscykeekonomiska kalkyler	26
<b>Utvecklingsbehov för LCE-tillämpningar</b>	<b>28</b>
Samordning med bygghandlingar	28
Samordning med administrativa system	29
Teknisk-ekonomisk riskanalys	30
LCE-tillämpning vid finansiering	36
LCE-tillämpning vid försäkring	38
LCE-tillämpning i ansvarsfrågor	38
LCE som hjälpmedel för kvalitetsutveckling	39
LCE som hjälpmedel i samhällsplaneringen	40
Kalkyldata	40
Sammanfattning av utvecklingsbehoven	42
<b>Arbetsformer och finansiering</b>	<b>44</b>
Referenser	46



# Projektets bakgrund och syfte

Livscykeleconomiska (LCE) bedömningar har kommit allt mer i fokus under senare år. Inom flera industrisektorer, t ex tung verkstadsindustri och flygindustri, används livscykeleconomiska bedömningar flitigt. Inom bygg- och fastighetssektorn har de långsiktiga synsätten dock haft svårare att slå igenom. Intresset för det långsiktiga perspektivet finns främst inom forsknings- och utvecklingsarbete. Internationellt har man på många håll kommit längre än i Sverige.

Syftet med detta programarbete är fyrfaldigt:

- 1) Att föreslå en inriktning för fortsatt utveckling av de livscykel-ekonomiska metoderna samt att identifiera önskvärda insatser och former för sådant arbete.
- 2) Att sammanställa kunskapsläget i beträffande LCE och dess tillämpningar.
- 3) Att etablera kontakter mellan dem som idag använder och utvecklar LCE-tillämpningar.
- 4) Att sprida kunskap om LCE-metoderna och hur de kan användas.

Projektet har samfinansierats av Byggeforskningsrådet, Stiftelsen Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag (SABO), och Sveriges Fastighetsägareförbund.

Programmet inleds med ett resonemang om förvaltnings- och byggprocesserna och om relationerna mellan deras olika intressenter. Avsikten är att visa hur ett mer långsiktigt tänkesätt kan vara till fördel för alla parter.

Därefter beskriver vi några av de centrala begreppen och beräkningsmodellerna i ett livscykeleconomiskt arbetssätt.

Ett tredje huvudavsnitt diskuterar hur LCE-metoder kan appliceras på olika situationer i byggande och fastighetsförvaltning samt i några närliggande verksamheter.

Resonemangen sammanfattas i en analys av olika aspekter av LCE-tillämpning där en fortsatt kunskapsutveckling är önskvärd. Slutligen föreslås en organisation för detta slags verksamhet.

*Håkan Bejrums, Rune Hanson och Bertil G Johnson*

# Långa och korta perspektiv på byggnadssektorn

En byggnad är en tillgång med lång varaktighet — på rätt plats, rätt byggd och väl förvaltd och utvecklad med hänsyn till förändrade konsumentkrav kan den med lätthet bevara sitt värde under ett sekel eller mer.

Under byggnadens livscykel — från de första planerna till den slutliga destruktjonen — fattas en mångfald beslut. Somliga av dessa beslut är principiella och strategiska, medan andra avser praktiska och direkta åtgärder. Oavsett vilket, är de ekonomiska konsekvenserna av fastighets- och byggnadsbesluten i allmänhet både omfattande och långvariga.

Det ligger i hela samhällets intresse att våra byggnader förvaltas väl. God förvaltning är att bibehålla eller helst öka de värden som förvaltningen omfattar. Varje onödig värdeminskning utgör en samhälls- och företagsekonomisk förlust om den inte uppvägs av andra värdeförbättringar.

## Byggnadssektorn från värdesynpunkt

Totalt har det svenska byggnadsbeståndet en yta mellan 500 och 700 miljoner m<sup>2</sup>. Varje svensk disponerar därmed i genomsnitt 60-80 m<sup>2</sup>. Värdet av fastighetsbeståndet torde ligga över 3000 miljarder kronor. Den helt över-skuggande delen av den svenska nationalförmögenheten utgörs därmed av byggnader och fastigheter.

Om drift och underhåll kostar 300-350 kr per m<sup>2</sup> och år, utgör de totala kostnaderna för teknisk förvaltning 150-250 miljarder kronor per år. Till detta kan läggas större förändringar i form av ombyggnader — en naturlig och viktig del av fastighetsförvaltningen — som kan uppskattas till minst 20 miljarder kronor per år. Förvaltningskostnaderna är därmed större än nyinvesteringarna.

De ekonomiska konsekvenserna av fastighets- och byggnadsbesluten är långvariga. Samtidigt är osäkerheten stor på grund av det långa tids-perspektivet. Byggnaden genomgår en oundviklig föråldring och därmed värdeminskning. En effektiv hantering av dessa processer ställer stora krav på förvaltningen.

Bostadsbeståndet är idag dåligt anpassat till den framtida hushålls-strukturen. En allt större del av befolkningen utgörs av pensionärer medan ungdomarnas andel minskar. Småhusbeståndet behöver till viss del byggas om för att kunna fungera som effektiva bostäder för barnfamiljerna. Genom användning av modern datateknik och telekommunikationer kan många till viss del arbeta hemma. Detta kommer att ställa nya krav på arbetsrum och tekniska försörjningssystem i våra bostäder.

Arbetslokaler har i stor utsträckning nybyggt eller byggts om under de tre senaste decennierna. Samtidigt har kraven på arbetsmiljön stigit. I takt med att antalet anställda i tillverkningsindustrin minskar har fokus i arbetsmiljöfrågorna förskjutits från fysiska påfrestningar till mera svår-bestämda medicinska och psykiska besvär — stundtals med anknytning till byggnaderna.



Moderna byggnader består i allt högre utsträckning av kortlivade delar som måste bytas flera gånger under stommens livscykel. Därför kommer förvaltningsbesluten att få allt större dignitet. Likaså tenderar förändringarna i användningen av existerande byggnader att gå allt snabbare och varje användningsperiod tenderar att bli kortare än den föregående.

## Samhällsnytta och intressentnytta

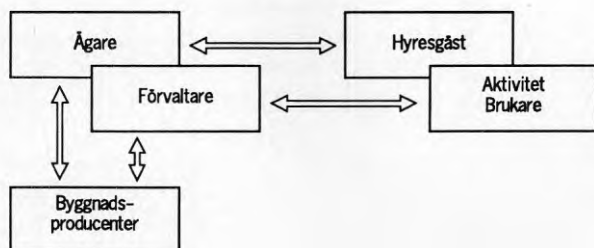
Begrepp som "nytta" och "effektivitet" kan i väsentlig omfattning omsättas i ekonomiska parametrar. Även de subtilare komponenterna av "nytta" tar sig ju uttryck i viljan att driva fastigheten, hyra lokaler etc. Den naturliga motsättningen i varje utbytesrelation — att båda parter vill maximera sin nytta och minimera sin kostnad — balanseras i en ekonomisk transaktion. För den fordras ett "språk" som möjliggör att ekonomiska, tekniska och funktionella värden kan diskuteras.

Oavsett partsförhållandena gäller att ett långsiktigt byggnadsvärde är ett samhällsekonomiskt primärintresse. Hus som kan förvaltas rationellt och under lång tid innebär att resurser i mindre utsträckning behöver avsättas till en krävande nyproduktion.

Med detta synsätt är det brukarnas krav (dvs efterfrågan) som långsiktigt bestämmer hur byggnader skall utformas och förändras. *Långsiktigt effektiva byggnader är sådana som kan förändras för att svara mot en förändrad efterfrågan.* En effektiv förvaltning har då en strategi för förändring och förnyelse av byggnadsfunktioner mot efterfrågan — vi kan kalla detta arbetssätt för progressiv förvaltning. Ofta kan byggnadsbeståndet inte svara mot efterfrågan och en nyinvestering blir nödvändig.

Det senare synsättet sätter byggnaden som nyttighet i utbytesrelationen mellan upplåtare och hyresgäst i centrum. Byggnaden som teknisk företeelse blir en underleverans med ägaren/förvaltaren som beställare (figur 1).

Figur 1. Utbytesrelationer kring byggnaden som nyttighet.



”Nytta” kan definieras som summan av värdeskapande faktorer — för en byggnad såväl estetiska som funktionella och ekonomiska värden. Därmed är också sagt att nytta är subjektivt knuten till den enskilde intressenten. Samma egenskap kan värderas högst olika av olika aktörer:

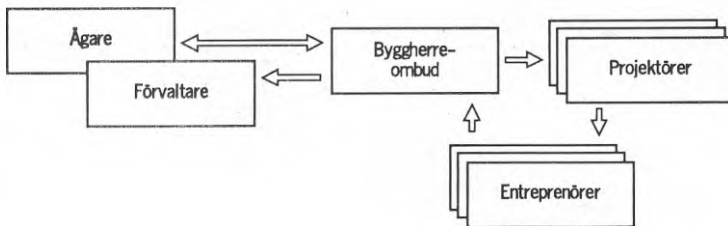
- För fastighetsägaren innebär nytta en teknisk, ekonomisk och funktionell nivå som är attraktiv för hyresgäster och ger en acceptabel avkastning.
- För fastighetsförvaltaren är nytta en teknisk och funktionell nivå som gör att hyresgästernas önskemål kan tillgodoses med enkla medel och till låg kostnad.
- För hyresgästen betyder nytta lokaler med funktioner som motsvarar de krav som verksamheten ställer och dessutom till ett pris som verksamheten kan bära.
- För brukaren är nytta i första hand en fråga om trivsel, komfort etc.

Gemensamt är emellertid att nyttokriterierna i väsentlig omfattning kan omsättas i ekonomiska parametrar. Även de subtilare komponenterna av ”nytta” tar sig ju uttryck i viljan att driva fastigheten, hyra lokaler etc.

Varje utbytesrelation rymmer en naturlig motsättning i det att båda parter vill maximera sin nytta och minimera sin kostnad av utbytet. Allt som är till fördel för den ena parten är dock inte till nackdel för den andre. En effektiv byggnad — som ger god funktion för låga kostnader — är i detta perspektiv något som gynnar båda parter. Uppfyller byggnaden inte de krav som hyresgäst och brukare har rätt att ställa, kan förvaltaren knappast leverera den önskade nyttigheten.

Ägarens/förvaltarens nyanskaffning — eller förnyelse — sker i en annan utbytesrelation med olika byggnadsproducenter (figur 2). Här är det givetvis väsentligt att den önskvärda nyttigheten definieras och att leveransen överensstämmer med den beställda.

Figur 2. Utbytesrelationer kring byggnaden som fysisk produkt.



Därmed är det ägarens/förvaltarens uppgift att ställa krav på varaktighet och långtidsegenskaper, t ex analyser av materialvalets konsekvenser på lång sikt. Att så inte sker i full utsträckning, torde främst bero på bristande beställarkompetens.

## Hinder för långsiktigt tänkande

Att byggnaden utgör en varaktig tillgång är emellertid inte något odiskutabelt argument för ett långsiktigt ekonomiskt perspektiv. Den begrepps-värld som av tradition härskar inom byggsektorn tillmäter nybyggandet

större betydelse än förvaltningen. De tämligen momentana nybyggnadskostnaderna har därmed mer eller mindre "alltid" stått i centrum för diskussionen.

Byggnader planeras, byggs, ägs, förvaltas och brukas av människor. Det är inte självklart att dessa mänskliga aktörer anlägger ett tidsperspektiv som ligger bortom deras egen livslängd — och ännu längre bortom den tid då de spelar sina respektive roller.

Planeraren vill tillgodose ett behov som i allmänhet är tillgodosett när projektet väl är genomfört. Byggarens primärintresse är att producera ett hus som ger rimlig lönsamhet under projekttiden — kanske 1-3 år. Ägaren söker lönsamhet i upplåtelsen, först och främst för närmaste bokslut och i nästa steg genom en framtida försäljning. Förvaltaren vill ha ett överskott på en vanligen begränsad årsbudget. Brukaren önskar en låg momentan kostnad för ett rimligt funktionsvärde.

En annan rimlig invändning mot att tänka och räkna på lång sikt är att framtiden är så osäker. Vi vet föga om vad som kan hända om 5, 10 eller 50 år. Självfallet kan långsiktiga ekonomiska kalkyler därför inte ge exakta svar.

Vidare kan det uppfattas för svårt eller för krävande att tänka och räkna långsiktigt. Tankemodeller och kalkylprinciper kan åtminstone i viss mån vara svåra att förstå. Däremot kan arbetsinsatsen reduceras väsentligt med dagens användarvänliga datorprogram.

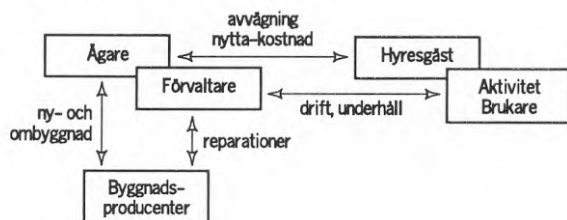
Kraven på ekonomiredovisning är därtill så utformade att de fokuserar räkenskapsåret som tidshorisont och inte den långsiktiga effektiviteten. Snarare stimuleras kortsiktiga punktinsatser och snabb omsättning.

Slutligen har det säkerligen haft stor betydelse att knappast några institutionella regelsystem är uppbyggda med långsiktsekonomin i åtanke. Skattelagstiftningen premierar visserligen viss kapitaluppbyggnad i företagen men ofta sker denna för långsamt för att byggnadsavskrivningarna skall kunna kompensera för den faktiska värdeminskningen. Reglerna för statlig bostadsfinansiering har visserligen haft en formulering som pekar på vikten av låga drift- och underhållskostnader men i praktiken är det endast produktionskostnaden som haft betydelse för långivningen.

# LCE — begrepp och modeller

Livscykeekonomiska metoder lägger tonvikten på det långsiktiga ekonomiska resultatet i form av inkomster samt drift- och underhållsutgifter. Därmed står den löpande förvaltningen i centrum, medan nybyggnad, modernisering och ombyggnad blir alternativa former av reinvestering (figur 3), försakade av den mångfald av förändringar som med nödvändighet orsakas av varierande tekniska och ekonomiska livslängder, förändrade brukarbehov etc.

Figur 3. Förvaltningsåtgärder för en byggnad.



Resonemanget betyder att byggandet skapar en resurs som ger avkastning i form av hyror. Utgifterna för ny- eller ombyggnad och modernisering påverkar värdet enbart genom de framtida kostnader som uppkommer. Skillnaden mellan summan av framtida intäkter och summan av framtida kostnader utgör byggnadens faktiska värde. För en meningsfull jämförelse brukar man använda nuvärdet av kostnader och intäkter som mått. Nuvärdesberäkningen innebär att framtida kostnader och intäkter räknas om till dagens värde med en kalkylränta.

LCE används för att göra prognoser om det långsiktiga ekonomiska resultatet. Genom att belysa de mest troliga utfallen och de största riskerna kan man utforma och förändra byggnaden på ett sätt som t ex ger lägre långsiktiga kostnader eller långsammare värdeminskning. Man kan t ex undvika att bygga i lägen som är riskfyllda, vanligen de som först får tomma lägenheter på en svag hyresmarknad.

Även om LCE bygger på kalkylmodeller för olika ekonomiska förlopp, är de precisa beräkningarna långt ifrån alltid nödvändiga. Poängen är snarare att kalkylen tvingar beslutsfattaren att formulera olika alternativ eller scenarios.

Arbete med LCE har bedrivits i Sverige sedan slutet av 1970-talet. Metoden har efterhand förfinats och beskrivs utförligt av Bejrums (1991). Följande sammanfattning bygger i all väsentligt på denna publikation.

Något förenklat är livscykeekonomi en bedömning av vilka betalningsflöden som långsiktigt ger maximal lönsamhet = *livscykelvinst* (LCP, Life Cycle Profit). Livscykeekonomi kan därmed ges följande definition:

Hushållning med byggnads- och fastighetsresurser under den tidrymd som medför optimalt resursutnyttjande för en långsiktigt inriktad ägare.

Begreppet *livscykelkostnad* (LCC, Life Cycle Cost) i betydelsen minimal långsiktig kostnad förekommer också. Det bör ses som ett specialfall av LCP — när intäkterna är irrelevanta eller omöjliga att bedöma (se vidare nedan).

## Livscykel

Begreppet livscykel kräver några kommentarer. Fastighetens livscykel är ju nära nog oändlig om vi antar att marken är oförstörbar. När en byggnad tjänat ut, rivs den och ersätts av en ny. Därför är det oftast byggnadens eller olika byggnadsdelars livscykler som är intressanta.

Från fastighetsförvaltningens utgångspunkt är byggnaden ekonomiskt intressant från nybyggnad till rivning. Med ett sådant synsätt inkluderas även aktiviteter som föregår det egentliga byggandet — markanskaffning, plan- och programarbete samt projektering — i livscykeln.

Även om livstiden för en byggnad är begränsad, är den tillräckligt lång för att många förändringar skall vara erforderliga på grund av slitage, nya samhälls- eller brukarkrav, ny användning etc. Detta blir än mer påtagligt när man konstaterar att byggnaden består av olika delar med varierande livslängd. Förändring är således inte något särfall utan själva essensen av byggnadens livscykel.

I resonemang om livscykelns längd fordras således en tät koppling mellan byggnadens användning, lokalisering, utformning, förvaltning och förändringsmöjligheter. I en nybyggnadssituation söker en användning ett läge och en byggnad. I en förnyelse- eller förädlingsituation söker en byggnad i ett visst läge en användning. Oavsett vilken situation som föreligger finns ett behov att överväga de långsiktiga ekonomiska konsekvenserna av de beslut man fattar.

En viktig poäng med att ta med även de tidiga skedena är att man då kan beakta de ekonomiska konsekvenser som ofta har störst betydelse för livscykelekonomin. Lokaliseringen av en byggnad kan exempelvis inte hanteras fristående från frågor om byggnadsutformning och förvaltningsstrategier, eftersom läget påverkar hyresintäkterna. Under livscykeln kan det vara intressant att analysera om det t ex är lönsamt att bygga om huset, byta användning eller ändra förvaltningsstrategi.

## Livscykelvinstmodellen

En någorlunda precis definition av *livscykelvinst (LCP)* är följande:

Ett överskott, beräknat som differensen mellan å ena sidan anskaffningsutgiften och å andra sidan nuvärdet av driftnetton samt restvärde under den kalkylperiod som medför optimalt resursutnyttjande.

Som formel kan detta tecknas på följande sätt:

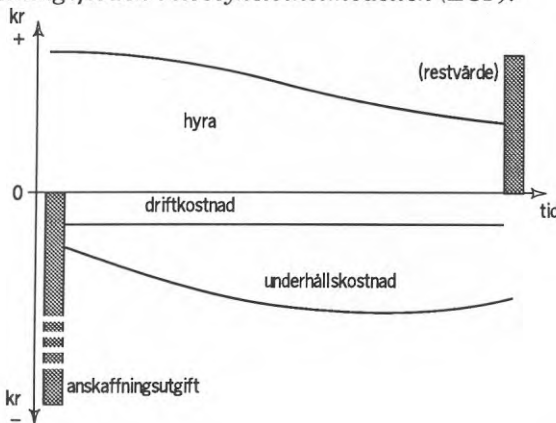
$$P = \sum_{t=0}^n \frac{I_t - U_t}{(1+r)^t} - A + \frac{R_n}{(1+r)^n}$$

där  $P$  = livscykelvinst  
 $A$  = anskaffningsutgift  
 $I_t$  = inkomster år  $t$   
 $U_t$  = utgifter år  $t$  (drift, underhåll)  
 $I_t - U_t$  = driftnetto år  $t$   
 $R_n$  = restvärdet efter  $n$  år (livslängd eller annan kalkylperiod)  
 $r$  = kalkylränta

Livscykelvinsten är en form av investeringsvinst så som den brukar definieras i investeringssammanhang. Översättningen till nuvärde är nödvändig för att ge en rättvis bild av avkastningen. Det kapital som binds vid nybyggnad eller förvärv kunde ju ha använts på annat sätt och skall således utsättas för ett krav på förräntning. Om beloppet satts in på ett bankkonto, hade det givit ränta på ränta under hela investeringstiden. De löpande kapitalkostnaderna ingår i räntefaktorn.

Anskaffningsutgiften för tomt och byggnad kan för enkelhets skull antas överensstämma med fastighetens kapitalvärde vid kalkylens början. Med *driftnetto* avses den löpande avkastningen på fastigheten, dvs differensen mellan hyresinkomster och utgifter för drift och underhåll. Restvärdet utgörs av nuvärdet av de vid varje tidpunkt återstående driftnettona, dvs fastighetsvärdet vid olika tidpunkter under livscykeln. LCP-modellen illustreras grafiskt i figur 4.

Figur 4. Betalningsflöden i livscykelvinstmodellen (LCP).



I LCP-modellen enligt figur 4 faller hyrorna över tiden. Dels sker en förslitning genom ålder och bruk och dels tilltar omoderniteten i jämförelse med andra nyare lokaler på marknaden. Dessa processer kan ges den sammanfattande benämningen föråldring. På grund av föråldringen sjunker

den reala betalningsviljan hos nyttjarna när byggnaden blir äldre. På en fungerande hyresmarknad kommer hyran då att falla reallt över tiden. Dessa förlopp kan förstärkas eller uppvägas av att det uppstår förändringar i fastighetens omgivning, s k lägesnackdelar eller lägesfördelar.

Normalt bör långtidskalkyler vara reala, dvs göras i fast penningvärde. Anledningen är att inflationens urholkning av köpkraften ganska snart gör att de flesta ekonomiska förlopp blir mycket svårtolkade. Modellernas robusthet är beroende av relativprisutvecklingen. Med denna avses att hyra, drift, underhåll och fastighetsvärde normalt utvecklas i vissa förhållanden till (relativt) varandra.

Underhållsinsatser påverkar inte byggnadens "omodernitet". Denna kan endast motverkas genom reinvesteringar som åstadkommer en modernare byggnad och därmed höjer attraktiviteten.

Driftnettot kommer med tiden att minska reallt. Eftersom fastighetsvärdet är lika med nuvärdet av förväntade återstående driftnetton, faller också det reala fastighetsvärdet.

Det bör observeras att kalkylmodellen inte tar hänsyn till vare sig skatt, samhällssubventioner eller sättet för finansiering. Livscykelvinsten är direkt relaterad till fastigheten, medan ägar- och användningsspecifika förhållanden utelämnas. Kalkylen kan dock med enkla medel kompletteras i dessa avseenden.

## Livscykelkostnad

Ibland saknas intäkter och i andra fall är det inte möjligt att identifiera intäktsskillnader mellan de alternativ som skall jämföras. I sådana fall reduceras den ekonomiska bedömningen till *livscykelkostnaden (LCP)*, som kan definieras sålunda:

Den totala kostnaden, beräknad som summan av anskaffningsutgiften samt nuvärdet av drift- och underhållskostnader under den kalkylperiod som medför optimalt resursutnyttjande.

$$K_n = A + \sum_{t=0}^n \frac{U_t}{(1+r)^t}$$

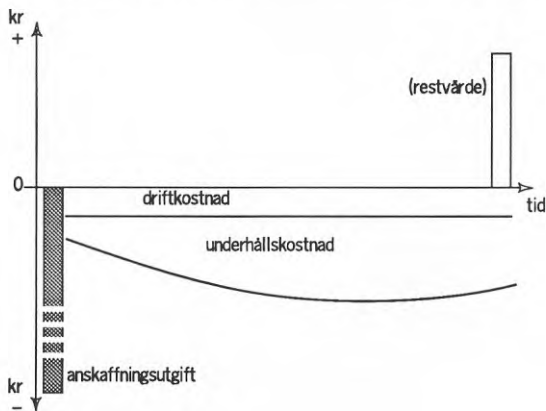
där  $K_n$  = kostnaden för  $n$  år (livslängd eller annan period)  
 $A$  = anskaffningskostnaden  
 $t$  = löpande år  
 $r$  = kalkylränta  
 $U_t$  = kostnader år  $t$

Utgångspunkten för livscykelkostnaden (LCC) är att en grundinvestering leder till drift- och underhållsbetalningar under kalkylperioden (se figur 5 för en grafisk beskrivning). Om kalkylperioden är kortare än den kostnads-optimala livslängden, kan restvärden förekomma.

LCC-modellen är i grunden en nuvärdesmodell. Det är dock vanligt att den omformas till en årskostnadsmodell genom att nuvärdet fördelas på livslängden med hjälp av en annuitetsberäkning.

Grundfrågeställningen i LCC-modellen är i princip densamma i alla beslutssituationer: hur kan den totala livscykelkostnaden bli så låg som möjligt? Sker det genom att lägga ned mycket pengar på grundinvesteringen i syfte att uppnå låga drift- och underhållskostnader eller tvärtom? Analyserna måste utföras med en given kvalitetsnivå i åtanke.

Figur 5. Betalningsflöden i livscykelkostnadsmodellen (LCC).



Grundinvesteringen utgörs av anskaffningsutgiften för byggnaden, byggnadsdelen eller komponenten.

Driftbetalningarna är i enklaste fall konstanta i fast penningvärde. Normalt förändras de dock språngvis på grund av allmänna samhälls-ekonomiska förändringar, t ex ökade reala lönekostnader eller energipriser. I takt med att byggnaden blir äldre kan de tekniskt grundade behoven av driftinsatser öka. Vid en förändring av servicenivån i fastighetsförvaltningen eller i kvalitetskraven på olika system kan driftbetalningarna också förändras.

Underhållsbetalningarna är vanligen livscykelberoende — låga medan byggnaden är ny för att sedan öka med förslitningen. De är således huvudsakligen tekniskt baserade.

Normalt tillämpas LCC uteslutande på objektet, byggnaden. Detta betyder att finansierings- och skatteaspekter inte tas med, eftersom dessa oftast är kopplade till en viss ägare och en viss innehavscykel. I Sverige har bostadsbyggandet i hög utsträckning styrts av räntesubventioner. Dylåka objektanknutna stödformer kan tas med i kalkylerna som en reduktion av grundinvesteringen.

## Lönsamhets- och kostnadsoptimal livslängd

I vissa beslutssituationer är det av intresse att bedöma den ekonomiska eller lönsamhetsoptimala livslängden. Med detta menas den användningstid som ger det största lönsamhetsbidraget eller nuvärdet (figur 6).

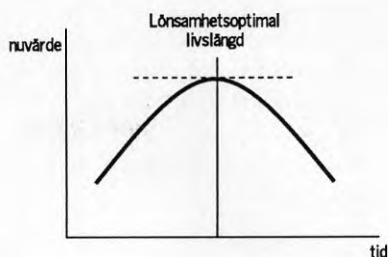
Matematiskt kan den lönsamhetsoptimala livslängden bestämmas genom derivering av LCP-ekvationen. I mer praktiska termer uppnås den när driftnettot vid fortsatt drift inte längre förmår att täcka räntan på restvärdet och den värdeförändring som uppstår vid fortsatt drift, dvs när

$$I_t - U_t = r \cdot R_{t-1} + (R_t - R_{t-1})$$

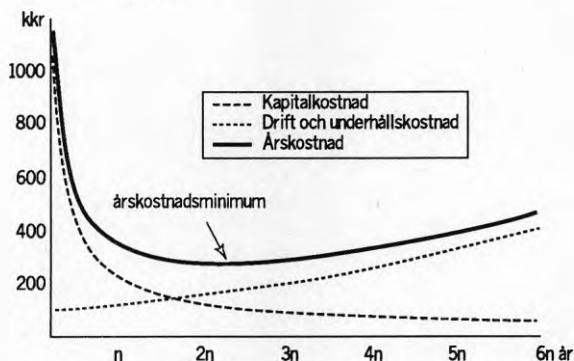
En förlängd brukstid leder till allt lägre kapitalkostnader medan drift- och underhållskostnaderna stiger. Den brukstid som har de lägsta sammanlagda årskostnaderna utgör den kostnadsoptimala livslängden (figur 7).



Figur 6. Lönsamhetsoptimal livslängd.



Figur 7. Kostnadsoptimal livslängd.



Kostnadsoptimal livslängd är i praktiken intressant endast för byggnadsdelar och komponenter. Ett mått för hela byggnaden skulle förutsätta att kostnadssambanden mellan alla byggnadsdelar kan identifieras och vägas samman.

## Marginalkalkyler

Vid valet av lösningar i projekteringen för ombyggnad och andra förändringar är det sällan meningsfullt att bedöma det faktiska värdet av byggnaden eller byggnadsdelen före och efter en tänkt åtgärd. Betydligt enklare är att kalkylera det förändrade marginalvärdet på grund av åtgärden. Marginalvärdesförändringen är helt enkelt den skillnad gentemot tidigare som uppstår:

$$\Delta P = \sum_{t=0}^n \frac{\Delta I_t - \Delta U_t}{(1+r)^t} - \Delta A + \frac{\Delta R_n}{(1+r)^n}$$

- där  $\Delta A$  = anskaffningsutgift för förändringen  
 $\Delta P$  = värdetförändringen  
 $\Delta I_t$  = ändrade inkomster år t  
 $\Delta U_t$  = ändrade utgifter år t  
 $\Delta R_n$  = förändrat restvärde efter n år (livslängd eller annan period)  
 $r$  = kalkylränta

Marginalvärdesförändringen blir på så sätt en måttstock på åtgärdens berättigande. En reparation eller ombyggnad skall givetvis höja fastighetsvärdet och åtgärden är befogad bara om marginalvärdesförändringen är positiv.

## Annuitet

Ytterligare ett väsentligt begrepp är annuitet. Detta är det fasta belopp som behöver avsättas varje år under en period för att med ränta på ränta vid slutet av perioden utgöra ett givet belopp. Beloppet kan t ex vara ett lån med pålagd ränta eller den fondering som behövs för att möjliggöra en reinvestering.

Annuiteten beräknas vid diskreta betalningar (fasta tidpunkter, t ex slutet av varje år) enligt följande formel :

$$a = \frac{r * (1+r)^t}{r * (1+r)^t - 1} * A$$

där a = annuiteten  
A = anskaffningsutgiften  
r = kalkylränta

# Livscykeleconomiska beslutssituationer

Även om LCE numera är ett relativt väletablerat begrepp i ekonomikretsar, har dess praktiska tillämpning inom byggnadssektorn varit begränsad. En anledning är att metoden setts som alltför teoretisk; en annan att den främst tillämpats på en övergripande fastighetsnivå, där betydelsen för praktiskt byggande och förvaltning är begränsad.

## Effektiv byggnadsförvaltning

I juridisk mening är en fastighet ett avgränsat markområde med de byggnader och anläggningar som för tillfället förekommer på marken. Livscykeln för en fastighet är således oändlig om vi antar att marken är oförstörbar. När en byggnad tjänat ut, rivs den och en ny uppförs. I ett överblickbart tidsperspektiv är det därför byggnaders, anläggningars eller olika byggnadsdelars livscykler som är ekonomiskt intressanta.

Följaktligen definierar vi fastighetsförvaltning som alla de åtgärder som vidtas med mark och byggnader: anskaffning, planläggning, nybyggnad, drift och underhåll, uthyrning, ombyggnad, rivning och återuppbyggnad samt försäljning. Byggnadsförvaltning blir då de motsvarande åtgärder som avser en byggnad.

Som övergripande mål för all förvaltning gäller rimligen ett krav på effektivitet. Med effektivitet menas då nyttan i förhållande till de totala oppoffringarna. Eftersom nyttan är subjektiv för varje intressent, gäller detsamma effektiviteten. Fastighetsägaren har sina kriterier på nytta och oppoffringar — brukaren sina. Därtill kommer exempelvis ett allmänt samhällsintresse på grund av bebyggelsens ekonomiska och infrastrukturella betydelse.

God förvaltning är således att välja åtgärder som bibehåller eller ökar fastighetens effektivitet, dvs dess lönsamhet. I praktiken måste detta ske med hänsyn till såväl brukarnas som samhällets krav och önskemål. I mötet mellan dessa olika intressen fordras ett "språk" som möjliggör att ekonomiska, tekniska och funktionella värden kan diskuteras. De välkända problemen med erfarenhetsåterföring bottnar just i att gemensamma kriterier för vad som är en bra och effektiv byggnad saknas.

Även om livstiden för en byggnad är begränsad, är den tillräckligt lång för att många förändringar skall vara erforderliga på grund av slitage, nya samhälls- eller brukarkrav, ny användning etc. Förändring utgör därmed en självklar del av byggnadens livscykel. Därmed måste också förändringarna värderas och följas upp.

Potentialen för effektivare byggnadsförvaltning är avsevärd. Redan en enprocentig förbättring i det samlade beståndet skulle betyda en samhälls-ekonomisk besparing på mer än en miljard kronor årligen. Sannolikt är betydligt större effektivitetsökningar möjliga.

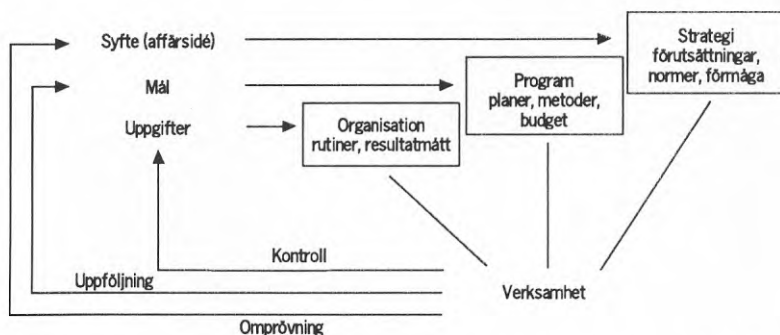
## Styrning och beslutsstöd

Effektiva åtgärder måste normalt bygga på rationella beslut. Många av besluten i bygg- och förvaltningsprocesserna uppfyller dock inte detta krav. Långsiktiga åtaganden görs på basis av nyproduktionens tillfälliga villkor. Tekniska och funktionella avvägningar görs på grundval av enbart finansiella data. Detta innebär inte endast att byggnadens effektivitet försämras utan också att konflikter mellan de olika intressenterna lättare uppstår.

Fastighetsförvaltning är i första hand en serviceverksamhet som syftar till att upplåta utrymmen med en erforderlig teknisk standard. Tillverkningen — oavsett om den avser nybyggnad eller renovering — är att betrakta som en underleverans.

Ledningen av serviceorganisationer har under det senaste årtiondet ägnats ökad uppmärksamhet. Orsaken är dels att servicesektorn relativt sett har ökat, dels att service blivit allt mer komplicerad i takt med att verksamheter breddats och marknadens krav på varierande former av service skärpts. Begrepp som syfte, mål, uppföljning och omprövning har efterhand framträtt som centrala (figur 8).

Figur 8. Modell för styrning av serviceorganisationer (Johnson 1986).



Det vidgade perspektivet lägger tonvikten på planering och olika former av utvärdering. En väsentlig aspekt är att företagets ledning formulerar mål och riktlinjer på minst tre olika nivåer. En systematisk utvärdering — likaså på flera nivåer — mäter i vilken utsträckning målen nås och riktlinjerna efterlevs. Utvärderingen leder i sin tur till förändringar i målformuleringarna.

För styrningens alla led — att målen blir operationella och relevanta, att planer och budgeter blir realistiska och utvärderingen meningsfull — fordras olika metoder och hjälpmedel. Dessa skall erbjuda ett beslutsstöd i form av relevant information och tillämpbara beslutsmodeller.

I planeringsfasen är det ofta lämpligt att formulera olika handlingsalternativ. Analys av sådana alternativ kan dessutom förstärka kunskapen om vilka faktorer som har störst betydelse för måluppfyllelsen. Bearbetningen belyser också osäkerheterna och medverkar till att de i någon mån kan kvantifieras.

Budgetar av olika slag och med olika tidshorisont är ett centralt inslag i fastighetsföretagets planering. Förvaltningens tidshorisont är relativt lång,

vilket kräver att kortsiktig uppföljning och trendmässig framskrivning kan ställas mot självständigt utförda långsiktiga prognoser.

Det erforderliga beslutsstödet måste motsvara de beslut som fattas i olika organ och olika situationer. På strategisk nivå avgörs frågor som finansiering och underhållspolicy med stora ekonomiska konsekvenser och långsiktig verkan. Egna prognoser måste ofta kompletteras med extern information, t ex om hyresmarknadens utveckling eller ränteläget på kreditmarknaden.

I förvaltningsplanen för varje byggnad behandlas i första hand avvägningen mellan löpande och periodiskt underhåll, samt driften. De ekonomiska konsekvenserna har kortare tidsperspektiv och är jämförelsevis begränsade. Planen bör även innehålla prognoser för de viktigaste åtgärderna och betalningsströmmarna — hyra, drift, underhåll och fastighetsvärde samt reinvesteringar. På så sätt kan den långsiktiga ekonomiska utvecklingen följas upp och redovisas.

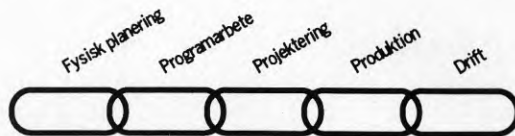
På byggnadsdelnivå kan beslutsstödet omfatta allt från skisser och överslagskalkyler till arbetshandlingar med detaljerade kostnadsuppskattningar. Vid förnyelsebeslut kan beslutsstödet t ex utgöras av en teknisk byggnadsdiagnos kombinerad med en ekonomisk utvärdering av en alternativ användning.

Utvärderingssystemet måste givetvis vara avstämt mot planerings- och genomförandesystemen. De mål som ställts upp för genomförandet skall också enkelt kunna utvärderas. Mätpunkter, mätenheter och utvärderingsrutiner bör vara baserade på enhetliga mätskalor och utvärderingskriterier.

## Fastighetsförvaltningens beslut

Traditionellt brukar byggnadsprocessen beskrivas som en kedja av delprocesser, där byggnaden successivt växer fram och slutligen tas i drift. Ibland har den också liknats vid ett stafettlopp, där varje led har att överlämna en allt mer färdig produkt till efterföljande "sträcka" (figur 9).

Figur 9. Byggprocessen som en kedja av delprocesser.

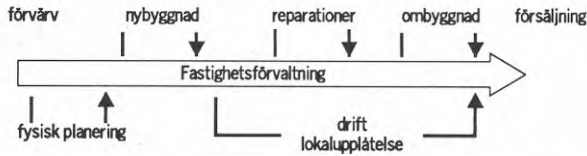


Denna liknelse är både olycklig och felaktig. Ett stafettlopp förutsätter att alla medverkande har ett och samma mål: att snabbt och elegant gemensamt föra pinnen över mållinjen. Så är sällan fallet i byggprocessen. Inte heller genomförs de olika delprocesserna i en löpande följd, där den ena är definitivt slutförd när nästa börjar. Det olyckligaste med "stafettmodellen" är emellertid ändå att den ger ett sken av tydliga och entydiga ansvarsgränser där nägra sådana inte existerar.

Förvaltningen av en fastighet — med eller utan byggnad är en process i sig. Den föranleder aktiviteter av olika slag: förvärv, försäljning, fysisk

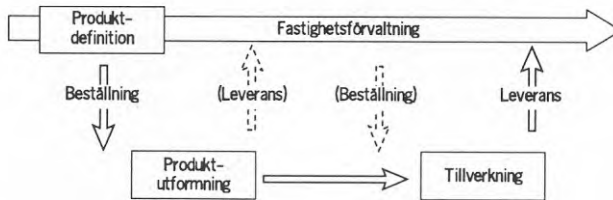
planering, byggande och reparationer, hyresförhandlingar etc. Dessa aktiviteter initieras och avslutas i en takt som styrs av förvaltningens syften — ofta överlappar de varandra (figur 10).

Figur 10. Fastighetsförvaltningen som huvudprocess inom bygnadssektorn.



När förvaltningen föranleder aktiviteten "byggande", är detta jämförligt med att ett transportföretag beställer nya fordon. Det gäller att klarlägga vilken typ av byggande och vilka prestanda det byggda skall ha. En beställning med detta innehåll lämnas och sedan kontrolleras leveransen mot beställningen (figur 11).

Figur 11. Byggprocessen som delprocess i förvaltningsperspektivet.



Riktigt så försiggår emellertid inte ny- och ombyggnad i praktiken. Underlaget för beställningen (produktdefinitionen) blir ofta en del av produktionsprocessen och gränsen mot nästa led (produktutformningen, dvs den egentliga projekteringen) är oklar. I verkligheten bestäms väsentliga delar av produkten inte förrän vid tillverkningen. Det torde knappast vara någon överdrift att hänföra åtskilliga av bygnadssektorns kvalitets- och kostnadsproblem till dessa oklara ansvarsförhållanden.

### Produktdefinitionen

Ett första avgörande i förvaltningen är vad fastigheten kan erbjuda en hyresmarknad med hänsyn till läge, infrastruktur etc. Detta ställningstagande är lika väsentligt när fastigheten redan är bebyggd som vid en tänkt nybyggnad. I båda fallen handlar det om att avgöra rimligheten i de investeringar som erfordras. Många gånger har dessa tidiga beslut de största konsekvenserna för livscykelekonomin.

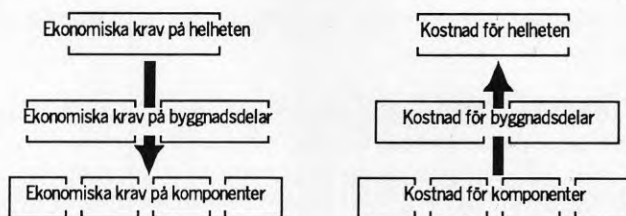
I princip föreligger här två situationer, som båda bör behandlas med efterfrågan som utgångspunkt: antingen en användning som söker ett läge och en byggnad — nybyggnadssituationen — eller en byggnad i ett visst läge som söker en användning — förnyelse- eller förädlingssituationen. Det senare fallet har en restriktion i de investeringar som redan gjorts och som i normalfallet avspeglar sig i ett restvärde.

Oavsett vilken av de båda situationerna som föreligger, bör de långsiktiga ekonomiska konsekvenserna av möjliga beslut övervägas.

Ett livscykeleconomiskt resonemang i produktdefinitionens första led handlar i hög grad om vilka intäkter som kan förväntas på lång sikt — exempelvis på grund av läget. Alternativt kan risker i detta avseende mötas med en specifik utformning eller ett särskilt ändamål.

Denna första kalkyl är i första hand avsedd att svara på frågan om en tänkt ny- eller ombyggnad bör genomföras. Den bygger givetvis på en idé om en tänkt utformning men förutsätter inte färdiga plan- och detaljlösningar. Detta betraktelsesätt avviker från traditionella kalkylformer inom byggandet genom att först angripa de strategiska ställningstagandena (figur 12).

Figur 12. Livscykeleconomisk (t v) respektive traditionell (t h) kalkylmodell för en byggnad.



Endast om prognoserna för byggnadens användning, lokalisering, huvudsakliga utformning och förändringsmöjligheter visar positiva resultat finns det anledning att gå vidare i planeringen. I nybyggnadsfallet blir det då ofta fråga om planläggning eller planändring, medan förnyelsefallet snarare fordrar en övergripande strategi för förändringen.

Ett annat avgörande beslutstillfälle uppstår vanligen 20-30 år efter nybyggnad, då behovet av större reparationer och förnyelse visar sig — dvs när den ekonomiska livslängden börjar närma sig sitt slut. Vid detta tillfälle kan en LCE-analys ge tydliga indikationer om vilken av tre tänkbara huvudstrategier som bör väljas:

- Avveckling, dvs en fortsatt "minimal" förvaltning enbart så länge byggnaden ger ett överskott och därefter rivning.
- Fortvarighet, dvs oförändrad användning och därmed den successiva förnyelse som motsvarar brukarnas krav och betalningsvilja.
- Förädling, dvs ombyggnad för nytt ändamål — t ex ändrad boendeform eller konvertering från boende till lokaler.

Valet av strategi påverkas starkt av samhälleliga planer och regler. Om hinder för rivning kan väntas föreligga, bör detta givetvis klargöras på ett tidigt stadium. Nya normkrav, t ex på tillgänglighet, skall också vägas in.

Avvecklingsfallet förutsätter en idé om användningen efter rivning och i vilket tidsperspektiv detta kan genomföras. I princip jämförs kostnaderna för rivning och evakuering med tomtvärdet vid nybyggnad. Eventuellt kan en tids förvaltning med underskott visa sig vara fördelaktig.

Förädlingsfallet har stora likheter med nybyggnad. Förändringarna blir vanligen så omfattande att även byggnadsdelar med återstående teknisk och ekonomisk livslängd byts ut.

Normalfallet är emellertid fortsatt användning med erforderlig upp- rustning. Därvid är det givetvis oförnuftigt att göra större tekniska för- ändringar än vad som fordras för bästa ekonomi. Även för de boende inne- bär överdrivna åtgärder en onödig påfrestning.

Olika byggnadsdelar har olika livslängd. Förnyelsefallet fordrar därför en noggrann bedömning av delarnas tekniska status och därmed deras långtidsekonomi. En sådan LCE-analys utgör ett gott underlag för ett för- nyelseprogram, där reparationer och utbyten planeras efter årskostnads- utvecklingen. Kostnaderna för detta underhåll kan planeras in genom årliga avsättningar enligt den annuitet för varje byggnadsdel som återskapar kapitalinsatsen vid livslängdens slut.

Av praktiska skäl är det ofta önskvärt att flera byggnadsdelar renoveras samtidigt. Sådana åtgärdspaket kan innebära att även delar med kvar- varande ekonomisk livslängd byts ut. Att välja lämplig tidpunkt för detta kan ha stor ekonomisk betydelse.

### **Produktutformningen**

Under projekteringen — vid såväl nybyggnad som förnyelse — förekommer en lång rad beslut och avvägningar som har långsiktiga konsekvenser. Dessvärre hör det till sällsyntheterna att systematiskt långsiktiga övervä- ganden och förvaltningserfarenheter styr denna process. Fastighetsägare och förvaltare tvingas ofta välja tekniska lösningar utan att ha rimlig möj- lighet att bedöma alternativens långsiktiga egenskaper.

Redan i samband med de första skisserna i projekteringen finns det anledning att föra ett livscykelekonomiskt resonemang. Relativt grova be- dömningar av anläggningskostnader i förhållande till drift- och under- hållskostnader, livslängden för olika system och byggnadsdelar samt påver- kan på intäkterna kan bidra till klarare riktlinjer för den fortsatta projekte- ringen. Sådana resonemang borde också avspeglas i bygglovshandlingarna och utgöra en grund för prövningen.

Detaljutformningen av olika byggnadsdelar styrs mestadels slentrian- mässigt av produktionskostnaden. En seriös diskussion mellan beställare och projektör borde emellertid baseras på ett tillförlitligt underlag, där livslängd samt skötsel- och underhållskostnader för olika alternativ kunde jämföras.

De teknisk-ekonomiska sambanden är förhållandevis lätta att belysa. Även om vissa kostnads- och livslängdsdata saknas, kan enkla kalkyler framhäva de väsentliga kostnadsfaktorerna i bruksskedet (driftkostnader och erforderliga avsättningar för underhåll) och därmed underlätta system-, komponent- och materialvalet.

### **Tillverkningen**

I teorin avslutas projekteringen med detaljerade bygghandlingar men i praktiken sker detta oftast i samband med upphandlingen, där avsevärda förändringar kan bli aktuella. Risken för felaktiga prutningar minskar givetvis radikalt om nya alternativ jämförs med ett genomarbetat lång-



tidsekonomiskt underlag från projekteringen.

Bygghandlingar med en sådan uppbyggnad underlättar också i andra avseenden diskussionen mellan beställare och entreprenör. I samband med upphandlingen finns ofta utrymme för entreprenören att föreslå andra, "likvärdiga" lösningar än de projekterade eller själv välja material. Ju bättre beställarens krav är preciserade, desto mindre blir risken att utbytena har sämre egenskaper i väsentliga avseenden.

Här finns även en anknytning till entreprenörens garantiåtaganden m m. Preciserade långtidsekonomiska krav gör det lättare att värdera garantitider, att ändra till utföranden eller material med bättre egenskaper och att styra underentreprenader och materialleverantörer.

För byggskedet kan dokumenterade långtidsekonomiska avvägningar tjäna som ett kvalitetsdokument till ledning för både arbetsledare och kontrollant. Därmed minskar risken för felaktiga utföranden och därav följande oplanerat underhåll.

När byggnaden står klar, kan det långtidsekonomiska underlaget utgöra ett stöd för idrifttagningen. Den tillträdande förvaltaren får därmed uppgifter inte bara om hur huset byggts utan också om hur det är tänkt att fungera under förvaltningstiden. Sådana uppgifter om skötsel, underhåll och livslängd för varje byggnadsdel underlättar givetvis utformningen av goda driftinstruktioner.

## Andra tillämpningar av LCE-metoder

Även om de långtidsekonomiska metoderna passar särskilt väl för fastighetsförvaltningen, finns det också andra områden inom bebyggelsesektorn där de kan ge värdefulla resultat.

Tidigare har LCE-tekniken som medel för beställarens kravformulering och uppföljning berörts. I denna mening kan den vara ett instrument för utvecklad kvalitetssäkring.

Åtskilliga ekonomiska mellanhavanden inom byggnadssektorn skulle underlättas av ett enhetligt värderingssätt. Diskussionen om "totalåtaganden" är ett sådant område. Nivån på försäkringspremier och garantiavsättningar är ett annat.

Även olika slags subventioner till bostadsbyggandet skulle på detta sätt kunna ges en stabil ekonomisk grund. Bättre fysisk tillgänglighet i äldre flerbostadshus har exempelvis i olika studier visat sig samhällsekonomiskt lönsam, särskilt i ljuset av ökat kvarboende för gamla och behoven av boendeservice. För den enskilda fastigheten blir dock lönsamhetsbilden en annan, något som i många fall fördröjt den önskvärda upprustningen. LCE-bedömningar som grundlägger en rimlig kostnadsfördelning skulle kunna leda till en bättre situation.

Många ställningstaganden inom samhällsplaneringen är av utpräglat långtidsekonomisk karaktär, eftersom de binder och in-tecknar resurser på mycket lång sikt. Särskilt valet mellan olika bebyggelseområden kan med fördel underbyggas på detta sätt — exempelvis i form av jämförelser mellan nyexploatering och förtätning.

## Kalkylnivåer för bygg- och förvaltningsbeslut

Beslutssituationerna i ett fastighetsföretag varierar starkt i dignitet. Strategiska avgöranden om markanvändning och förädling varvas med val av ytskikt och beslag vid reparationer. Rimligen varierar därmed också kraven på beslutsunderlaget, även om också många "små" beslut tillsammans ger avsevärda och långvariga ekonomiska konsekvenser.

De livscykeleconomiskt mest intressanta besluten kännetecknas annars av stor ekonomisk omfattning och lång varaktighet. Även detta är emellertid relativa begrepp. För en komponent som byts vart femte år, betyder givetvis ett års livslängdsökning en stor besparing. Däremot kan långsiktiga ekonomiska bedömningar aldrig bli så finmaskiga att kortsiktiga verkningar av relativt små investeringar kan bedömas med någon större säkerhet.

Från principiell synpunkt kan besluten om en fastighet hänföras till endera av tre nivåer:

- Fastighetsnivån, där ställningstagandena omfattar hela fastigheten eller hela byggnaden. Besluten är i allmänhet av strategisk natur och gäller användningssätt, intäkts- och kostnadsnivåer etc. Här är det fråga om totala LCP-analyser.
- Byggnadsdelsnivån, där valet står mellan principlösningar för tak, grundläggning, fasader etc. Här finns en avsevärd knytning till tekniska prestanda, funktionell livslängd m m. I många fall passar här marginalkostnadsbedömningar eller LCC-kalkyler.
- Komponentnivån gäller val av ytskikt och material m m. Sambanden är renodlat teknisk-ekonomiska. Normalt är endast marginalkostnadsbedömningar meningsfulla.

### *LCE på fastighetsnivå*

Då besluten avser ett fastighetsbestånd (eller del därav), kan livscykeleconomiska överväganden vara vägledande vid uppbyggnad eller förändring av beståndet. Exempel på relevanta frågeställningar är följande:

- Var skall fastighets- och byggnadsinvesteringarna lokaliseras så att högsta möjliga långsiktiga lönsamhet uppnås i beståndet?
- Hur skall beståndet vara sammansatt med avseende på betalningsströmmarnas fördelning under fastigheternas livscykel — t ex när det gäller hyresutveckling och underhållsutgifter?
- Vilken typ av byggnad och med vilket innehåll lämpar sig bäst på en given tomt?
- Vilken form för förvaltning av en byggnad är den mest ändamålsenliga?
- Vilken teknisk och funktionell kvalitetsnivå för en given användning ger bästa långsiktiga lönsamhet?
- Vilken förändring av en byggnad — modernisering, ombyggnad eller rivning och nybyggnad — ger bästa långsiktiga lönsamhet?

Flertalet ställningstaganden på fastighetsnivån är som synes av renodlat ekonomisk karaktär. Det tekniska inslaget är av naturliga skäl begränsat.

## **LCE på byggnadsdelsnivå**

På nivån *byggnadsdel* sker en stor del av de tekniska och funktionella besluten om en byggnad. Sådana beslut fattas ju på basis av den tekniska och ekonomiska livslängden, som varierar mellan byggnadsdelar och komponenter.

Orsakerna till de varierande livslängderna är exempelvis följande:

- slitage, nötning: klimatskärmen, golv, målning, VA-armaturer, kök, badrum, trapphus
- funktionsnedsättning: VA-installationer, spis, kyl, frys, ventilation
- stegrade driftkostnader: spis, kyl, frys, uppvärmning, ventilation
- skador: tak, fasad, grundmurar och VA-installationer

En direkt inverkan på intäktssidan, dvs hyra eller kapitalvärde, av alternativt utförda byggnadsdelar är långt ifrån alltid möjlig att klarlägga. På bostadssektorn upphäver exempelvis hyreslagstiftningen i stort sett alla samband mellan underhållsstandard och hyresnivå. En annan orsak kan vara rena mätproblem, t ex att skatta hur underhållsåtgärder påverkar kapitalvärdet. Ofta får LCE-kalkyler för byggnadsdelar därför begränsas till livscykelkostnaderna, dvs en kostnadsminimering med konstant kvalitets- eller nyttosida.

För enskilda byggnadsdelar görs jämförelsen vanligen med en marginalvärdesberäkning, eftersom det absoluta värdet inte påverkar ställningstagandet.

## **Data för LCE-kalkyler**

En upplevd brist på användbara indata är säkerligen en viktig orsak till att livscykeleconomiska överväganden fått liten praktisk användning. Det är svårt eller ibland omöjligt att koppla ihop byggkostnadsdata med drift- och underhållsdata på grund av att ekonomisystemen inte är avsedda att producera sådana uppgifter.

På fastighetsnivå dominerar av naturliga skäl de renodlat ekonomiska aspekterna, eftersom tekniska beslut sällan sker på denna nivå. Erforderliga data kan normalt hämtas från ekonomiredovisningen samt från bedömningar om konjunkturen och prisutveckling etc. För eventuella byggnads-kostnader duger en grov produktionskostnads-kalkyl.

I de mer tekniskt betingade kalkylerna på byggnadsdels- och komponent-nivåerna tillkommer specifika databehov som gäller produktionskostnad, livslängd samt drift- och underhållskostnader.

Noteras bör att den realistiska livslängden ofta inte är tekniskt betingad utan beror på brukarnas önskemål om en viss standard. Även underhållsnivån kan ha sådana förtecken. Detta innebär också att intäkterna kan påverkas av olika livslängds- och underhållsnivåer.

## Exempel på livscykeleconomiska kalkyler

Några exempel kan illustrera hur livscykeleconomiska kalkyler relativt enkelt kan användas.

Beroende på den nedvärdering av de framtida betalningarna som sker genom kalkylräntan är det sällan meningsfullt att göra kalkyler som sträcker sig längre än 30-40 år framåt i tiden. I exemplen är kalkylperioden satt till 30 år och kalkylräntan till 5 procent reall.

Det bör noteras att kalkylernas kanske viktigaste egenskap är att de tvingar beslutsfattaren att tänka igenom problemet och formulera olika beslutsalternativ. Denna egenskap är ofta viktigare än de siffror som man sätter in i beräkningsmodellen. Många gånger erfordras inte ens några mer detaljerade beräkningar.

### Exempel 1: fastighet.

#### LCP-kalkyl för nybyggnad av kontorshus.

Valet står mellan två utföranden:

- Ett dyrt hus med låga kostnader för drift och underhåll och långsam värdeminskning.
- Ett billigt hus med höga kostnader för drift och underhåll och snabb värdeminskning.

Vi antar (något orealistiskt) att hyrorna inte påverkas av utförandet. Den reala hyresminskningen antas vara 2% per år. Drift och underhåll antas vara reall konstanta (vilket normalt innebär en underskattning av underhållet). Kalkylräntan sätts till 5%. Övriga förutsättningar är följande (kr/m<sup>2</sup>):

	Utförande a	Utförande b
Byggekostnad	12000	8000
Hyra	1200	1200
Drift och underhåll	300	600
Restvärde år 30	8000	2000

LCP-kalkylen används för att visa vilket utförande som ger det största nuvärdet. Byggekostnaden ligger tidsmässigt "idag" och utgör därför ett nuvärde. Restvärdet hänför sig till år 30. Posterna hyra, drift och underhåll avser åren 1-30 och räknas om med kalkylräntan. Exempelvis blir nuvärdet av utgiften för drift och underhåll enligt utförande a år 5 =  $300 / (1,05)^5 = 235$  kronor.

Resultatet av kalkylen blir följande:

	Utförande a	Utförande b
Byggekostnad, kr/m <sup>2</sup>	-12000	-8000
Hyra	14979	14979
Drift och underhåll	-4612	-9223
Restvärde år 30	1851	463
Livscykelvinst	+218	-1781

Nuvärdet för utförande b blir kraftigt negativt, vilket innebär att förräntningen ligger klart under 5 procent. Utförande a ligger strax över 5 procent. Kalkylen ger således ett entydigt besked: bygg dyrt och förvalta billigt!

**Exempel 2: byggnadsdel. LCC-kalkyl (marginalkostnad) för renovering av flackt papptak, inklusive förbättrad isolering.**

Valet står mellan fyra principer, delvis med olika energibesparing:

- 120 mm mineralull, avjämnande board (20 mm) och ny papp.
- 120 mm mineralull och ny papp.
- Snedskuren mineralull (40-120 mm) och ny papp.
- Uppstolpat vattentak med 120 mm mineralull och plåt.

Kalkylen utförs som en marginalkostnadskalkyl, där drift- och underhållskostnaderna sätts i jämförelse med situationen före ombyggnad. Inga intäktsskillnader kan identifieras. Kalkylperioden väljs till 30 år, varvid alternativ d har ett nominellt restvärde på 545 kr/m<sup>2</sup>. Kalkylräntan sätts till 3% reall.

	Alt a	Alt b	Alt c	Alt d
Byggnadskostnad	-346	-301	-406	-852
Drift och underhåll	-42,33	-27,63	-52,13	-119,75
Energibesparing	107,80	102,90	73,50	102,90
Restvärde				224,85
Summa nuvärde	-280,53	-225,73	-384,63	-644,00

Den enklaste renoveringen är ekonomiskt fördelaktigast. Någon hänsyn till skade- och läckagerisker har dock inte tagits. En högre kalkylränta innebär att kostnader och intäkter längre fram i tiden får mindre betydelse för slutresultatet.

**Exempel 3: komponent. LCC-kalkyl för val av golvmaterial.**

En fastighetsförvaltare står inför valet mellan två golvmaterial: klinkerplattor respektive heltäckningsmatta. Klinkergolvet förutsätts hålla i 30 år, medan heltäckningsmattan behöver bytas vart femte år. Skötselkostnaden bedöms reall oförändrad. Kalkylräntan sätts till 5% reall. Övriga förutsättningar antas vara följande (kr/m<sup>2</sup>):

	Klinker	Heltäckning
Läggningskostnad	100	20
Skötsel	2	6

Läggningskostnaden är angiven i dagens prisläge och skall därför inte räknas om. Utbyte av heltäckningsmattan i slutet av åren 5, 10, 15, 20 och 25 infaller i framtiden och måste nuvärdeberäknas, liksom skötselkostnaderna. Resultatet av kalkylen blir följande:

	Klinker	Heltäckning
Läggningskostnad	-100	-20
Skötsel	-30,70	-92,20
Utbyte	0	-51
Summa nuvärde	-130,70	-163,20
Årskostnad (annuitet)	-8,50	-10,60

Klinkergolvet med större livslängd och lägre skötselkostnad visar ett förmånligare nuvärde än heltäckningsmattan. Även denna kalkyl ger budskapet att det dyrare alternativet blir billigare i längden!

# Utvecklingsbehov för LCE-tillämpningar

En mer systematisk och omfattande tillämpning av LCE-metoder kräver delvis nya metoder på flera områden. I centrum för en sådan diskussion står givetvis förvaltningen av byggnaden. Denna utgångspunkt framhäver två förhållanden som under lång tid setts som problematiska för bebyggelsens kvalitet: klyftan mellan byggskede och förvaltningsskede samt de bristfälliga informationsflödena (erfarenhetsåterföring) inom byggprocessen.

## Samordning med bygghandlingar

Byggprojekt organiseras och upphandlas i varierande former. Detta, tillsammans med det stora antalet aktörer, har ställt krav på olika former av projekthandlingar, avtal, branschdokument etc.

Många av byggandets problem bottnar i avsaknaden på gemensamma kriterier för vad som är en bra och effektiv byggnad. Livscykelekonomin ger sådana kriterier genom att nytta relateras till kostnader. Den byggnad som har den bästa nytto-kostnadsrelationen är också den mest effektiva.

De bygghandlingar som växer fram under projekteringen är knappast så utformade att de klarlägger långtidsegenskaperna och underlättar en uppföljning. Systemen för byggkostnads-kalkylering har som mål att budgetera byggkostnader och ge underlag för upphandling. När bygget är klart saknar de i stort sett användning, eftersom byggnaden och byggnadsdelarna inte enkelt kan struktureras på ett sätt som svarar mot förvaltningens behov.

Som underlag för byggande och installation används ritningar och tekniska beskrivningar. I somliga fall är dessa mycket precisa men i andra fall finns alternativa möjligheter för materialval, utförande etc. Det senare har fördelen att lämna utrymme för entreprenörens sakkunskap men innebär också en risk för lösningar som inte motsvarar de tänkta kraven. Med bättre metoder att formulera tekniska och ekonomiska funktionskrav skulle denna risk minska avsevärt.

Utgångspunkten för projektörernas arbete är beställarens byggnadsprogram. Dess syfte är att beskriva beställarens krav, önskemål och förväntningar på den blivande byggnaden. Många av dessa aspekter är naturligen av långtidsekonomisk art. Är de väl beskrivna, kan byggnadsprogrammet vara den huvudsakliga vägledningen för alla följande aktiviteter.

I fastighetsföretaget förekommer olika register och databaser — t ex bokföring, fastighets- och lägenhetsregister, drift- och skötselplaner m m. Dessa är mera sällan strukturellt samordnade på ett sätt som gör att uppgifterna kan användas "korsvis". Väsentligt underlag från program- och bygghandlingar tillförs inte, eftersom de har en annorlunda inriktning och uppbyggnad.

Trots olikheter och motsättningar borde sådana beslutsstödjande system vara möjliga att utforma. För detta fordras en integrering av bygghandlingar

(CAD-ritningar m m) och byggkostnadskalkyler med fastighets- och lägenhetsregister etc. Därmed kan förvaltningen få ett avsevärt bättre beslutsunderlag såväl för den löpande verksamheten som för förnyelse och nybyggnad. Utgångspunkten bör då vara att storlek, volym, tekniskt utförande, materialval, typ av användning, drift- och underhållskostnader, hyresgästens önskemål m m kan redovisas på både uthyrningsenheter och byggnadsdelar.

## Samordning med administrativa system

Enkla, lättbegripliga, snabba och felfria resultatrapporter borde vara grunden för ekonomistyrningen i varje fastighetsföretag. Sedvanliga ekonomisystem har många brister i dessa avseenden.

Från likviditetssynpunkt är det viktigt att på kort och lång sikt kunna kontrollera betalningsströmmarna. De vanliga budget- och redovisningssystemen använder sig av periodiserade inkomster och utgifter, eftersom räkenskapsåret utgör tidshorisont. Hur periodiseringen överensstämmer med verkligheten kontrolleras sällan. Gränsdragningen mellan underhåll (som skall kostnadsföras omedelbart) och moderniseringar (som skall aktiveras och successivt avskrivs) är ofta godtycklig och präglas av boksluts-taktiska överväganden.

Avskrivningstakten för byggnader och anläggningar svarar sällan mot en realistisk ekonomisk livslängd. Avskrivningarna grundar sig dessutom oftast på den historiska anskaffningskostnaden och inte på åter- eller nyanskaffningskostnaden.

Det bokförda värdet har som regel mycket lite att göra med dagsvärdet när byggnaderna får några år på nacken. Det kapital- eller fastighetsvärde som förvaltningen måste förränta blir därmed missvisande.

Styrning och redovisning sker långt ifrån alltid på fastighets- eller byggnadsnivå. Redovisningssystemet ger därför inte användbara livstidsekonomiska data, vare sig för byggnader eller byggnadsdelar.

De traditionella kontoplanerna (tabell 1) har som huvudsakligt mål att ge underlag för att göra en resultat- och balansräkning varje år. Detta ettårs-perspektiv är knappast förenligt med ett livscykeleekonomiskt tänkande.

Tabell 1. Normal ekonomisk redovisning för en fastighet.

Intäkter	Kostnader
hyror	uppvärmning
	elektricitet
	vatten
	renhållning
	skötsel och städning
	försäkringar
	administration
	reparationer och underhåll
	fastighetsskatt
	räntekostnader
	avskrivningar

Tillgången till relevanta kostnads- och intäktsdata från ekonomiredovisningen för LCE-analyser på byggnadsdels- och komponentnivå är i allmänhet begränsad. Ekonomisystemen har sällan en tillräcklig detaljeringsnivå och uppgifter för flera år är oftast svåråtkomliga.

En bättre långsiktig ekonomisk styrning av fastighetsföretag, fastigheter och byggnader kräver att de olika administrativa systemen, t ex CAD-system, byggkostnads-kalkylsystem och ekonomisystem utformas så att de möjliggör livscykeleconomiska överväganden. En sådan förändring skulle innebära att ekonomiredovisningen ger kostnads- och intäktsdata på åtminstone två nivåer:

- Byggnaden som helhet.
- Byggnadsdelar av teknisk-ekonomisk betydelse.

Det är ingalunda alltid så att varje byggnad kan särredovisas i bokföringen. Inte heller ger årsredovisningen realistisk information om varje fastighets verkliga värde. En årlig avkastningsvärdering, baserad på framtida intäkter och kostnader i reala värden, skulle ge en bättre bild av förvaltningens effektivitet.

Kommer vi sedan ned på byggnadsnivå och större byggnadsdelar är bokföringsdata är idag inte utformade och strukturerade på ett sätt som gör det möjligt att ens med stort statistiskt underlag få ett grepp om orsakssamband eller hur mycket olika orsaker bidrar till kostnaderna. En bättre långsiktig ekonomisk styrning av fastighetsföretag, fastigheter och byggnader kräver att ekonomisystemen utformas med tanke på livscykeleconomiska överväganden.

För välgrundade alternativval vid renovering och ombyggnad fordras därtill att redovisningen är uppdelad på de delar av byggnaden som utgör naturliga enheter för ställningstaganden (dvs har samma funktionella livslängd), exempelvis enligt tabell 2.

Rent kapacitetsmässigt är det idag små problem att lagra och bearbeta de data som behövs. Uppgifterna kan lätt hanteras med moderna persondator — under förutsättning att programvaran erbjuder en genomtänkt struktur för att samla in, bearbeta och redovisa data.

En ekonomiredovisning som ger specifika kostnadsdata för *material och komponenter* är knappast meningsfull. Inköpskostnader, livslängder och skötselkostnader förändras snabbt med nya materialgenerationer. Här torde lösningen i stället vara en rimligt standardiserad redovisning från materialfabrikanterna.

## Teknisk-ekonomisk riskanalys

Varje bedömning som avser framtiden är osäker och osäkerheten brukar öka ju längre tidshorisonten är. Ett väsentligt inslag i livscykeleconomiska metoder för fastigheter och byggnader med lång varaktighet måste därför vara möjlighet att hantera osäkerhet. En bättre kunskap om orsakssamband och ett systematiskt tillvägagångssätt ger sannolikt färre prognosmissar än subjektiva bedömningar. Utan någon form av riskjustering styrs investeringarna i alltför hög grad till de mera riskfyllda projekten.



Tabell 2. Byggnadsdelar av långtidsekonomisk betydelse.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mark</i> tomt markanläggningar</li> <li>• <i>Klimatskärm</i> stomme takkonstruktion yttertak — ytskikt, detaljer fasadkonstruktion fönster, dörrar m m utvändig målning m m</li> <li>• <i>Stomkompletteringar</i> innerväggar, innertak inredning, utrustning</li> <li>• <i>Invändiga ytskikt</i> golv tapeter, målning</li> <li>• <i>VA-installationer</i> rörinstallationer sanitetsporslin maskiner, vitvaror</li> <li>• <i>Värmeinstallationer</i> rörinstallationer värmepanna styrutrustning</li> <li>• <i>Ventilationssystem</i> rörinstallationer fläktar m m styr- och reglerteknik</li> <li>• <i>Elinstallationer</i> starkström speciella installationer hissar</li> </ul>
---

De osäkerheter som gäller för fastighets- och byggnadsinvesteringar är av fyra huvudsakliga slag:

- affärsosäkerhet
- lägesosäkerhet
- institutionell osäkerhet
- teknisk osäkerhet

Begreppet affärsosäkerhet kan ses som överordnat och står för den osäkerhet som gäller för varje investering på grund av dess beroende av marknadens värderingar. Redan en ny byggnad kan ibland möta en "oförstående" marknad. Vanligare är dock att marknadens krav förändras med tiden, vilket leder till att byggnaden blir föråldrad. Dess nytto- eller avkastningsproducerande förmåga minskar successivt.

Lägesosäkerhet beror på samhällsutvecklingen i kombination med att fastigheten har ett fixerat läge. Förändringar i infrastruktur och näringsutveckling leder till geografiska lägesfördelar eller lägesnackdelar. Denna osäkerhet påverkar främst hyra och kapitalvärde. Riskbedömningen i detta avseende kan t ex göra att en perifer lokalisering med låg anskaffningsutgift för marken ratas till förmån för en mera centralt belägen men avsevärt dyrare tomt.

Den institutionella osäkerheten avser förändringar i det regelverk som styr byggande och förvaltning, exempelvis lagstiftning om arbetsmiljö eller detaljplaner. Till detta begrepp hör också osäkerhet om politisk inriktning, särskilt på det lokala planet.

Teknisk osäkerhet gäller hur byggnaders, delsystems och byggnadsdelars funktionella egenskaper utvecklas över tiden (livslängd, reparationsbehov och utbyteskostnad m m). Den kan vara mycket betydelsefull — särskilt i de fall när brister och skador orsakar följdskostnader. Att olika tekniska utföranden har olika riskprofil kan ofta betyda att riskaspekten har lika stor ekonomisk betydelse på lång sikt som alla andra kostnadstyper tillsammans.

### ***Risk och förräntning***

För varje investering finns ett samband mellan risk och förräntning. Det rimliga motivet för att acceptera hög risk är att avkastningen kompenserar risken. En bedömning med denna innebörd torde medvetet eller omedvetet göras av varje investerare.

I livscykeleconomiska kalkyler kan riskaspekter vägas in på olika sätt:

- Genom ett risktillägg till en riskfri kalkylränta.
- Genom ett avdrag för risk från nuvärdet.
- Genom en riskkorrektionsfaktor av betalningarna.

Av enkelhetsskäl föredrar man ofta den förstnämnda modellen när man räknar på hela fastigheter eller byggnader. Om den reala räntan på alternativa riskfria placeringar, t ex långfristiga statspapper, är 2-3% kan ett lågriskprojekt ha en real kalkylränta i intervallet 3-5%. Ett högriskprojekt har kanske istället en real kalkylränta på 12-15%.

Den andra modellen är av karaktären säkerhetsmarginal, t ex genom ett avdrag från nuvärdet på tio procent. Differensen mellan det riskjusterade nuvärdet och det förväntade kan ses som ett mått på osäkerheten. Ju större spridning i utfallsmöjligheterna (ofta mätt med variansen), desto större är risken.

Både räntetillägg och nuvärdesavdrag ger ganska grova korrigeringar för risk. De görs ju i en enda variabel i kalkylen, medan risken ofta påverkar olika variabler på olika sätt. Risken för vikande hyresbetalningar på grund av tilltagande omodernitet yttrar sig exempelvis helt annorlunda än risken för ökade underhållsutgifter på grund av dåliga byggnadsmaterial.

Den tredje modellen bygger på beräkning av en sk säkerhetsekvivalent (certainty equivalent). Den riskfyllda betalningsströmmen korrigeras med en faktor som motsvarar risktagandet. Fördelen med denna metod är att man kan ta hänsyn till olika risker på ett mera precist och tydligt sätt. Storleken på korrektionsfaktorn får man genom att skatta riskfunktionen, dvs förhållandet mellan risk och förräntning/nytta. En sådan bedömning kan vara svår att göra i praktiken men även en enkel uppskattning av riskkostnaden för en specifik lösning kan ge gott resultat.

## Sannolikhetsbaserade modeller

De kalkylmodeller som hittills beskrivits är s k deterministiska modeller. Dessa kännetecknas av att de har bestämda utfall; ingen direkt hänsyn tas till risk och osäkerhet i själva modellen. I s k sannolikhetsbaserade modeller åsätts olika utfall olika sannolikhet.

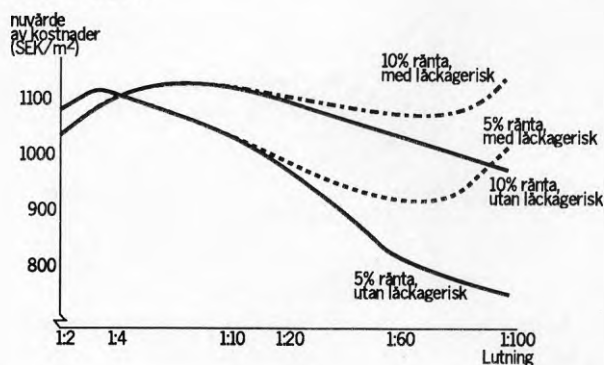
Uppbyggnaden av en sannolikhetsbaserad livscykelkostnadsmodell framgår av följande ekvation:

$$E_0 = x_{it} \cdot I_0 + \sum_{t=0, i=0}^{t=n, i=1} \frac{x_{it} \cdot D_t + x_{it} \cdot U_t}{(1+r)^t}$$

- där  $E_0$  = förväntat nuvärde av kostnader  
 $I_0$  = grundinvestering  
 $D_t$  = driftkostnader år t  
 $U_t$  = underhållskostnader år t  
 $x_{it}$  = sannolikhet för år t inom utfallsrummet i (= 0-1)  
 $n$  = kalkylperiod  
 $r$  = kalkylränta

Figur 13 visar ett exempel på hur sannolikhetsbaserade modeller kan användas. Jämförelsen avser nuvärde av kostnader och läckagerisk för tak med olika lutning. Sannolikhetsuppskattningarna har gjorts genom regression av förvaltarnas subjektiva betyg för olika taklutningar (1:2 innebär en hög lutning (45°) medan 1:100 (cirka 1°) är en låg lutning). Ju mindre taklutning, desto större läckagerisk.

Figur 13. Förväntat nuvärde av kostnader vid olika läckagerisker och kalkylräntor. (Figuren är hämtad från Hanson & Johnson 1987 och bygger på en studie av Bröchner, 1987.)



Av figuren framgår (streckade linjer i jämförelse med heldragna) den ökning av det förväntade nuvärdet av kostnaderna som låga taklutningar (dvs nära nog horisontella tak) ger upphov till om läckagerisken beaktas.

Känslighetsanalyser innebär att varierande risknivåer vägs samman inom ett troligt intervall. Med trepunktsanalys kan man beräkna nuvärdet av betalningsströmmen samt nuvärdet +10% och -10%. Större avvikelse kan väljas om beslutssituationen är mycket osäker.

Monte-Carlo-simulering innebär att varje parameter åsätts en sannolikhetsfördelning. Med slumpvalsgenerator genereras olika sannolikheter till en sammanlagd sannolikhetsfördelning.

### **Exempel. Riskjustering av betalningsströmmarna.**

Kostnaderna vid förtida utbyte av ett våtrums ytskikt och fuktisolering skall bedömas. Normalt bedöms ytskikt och isolering klara sig 20 år. Ett komplett utbyte antas kosta 100 kkr idag och priset är reall oförändrat under 20-årsperioden. Vi antar att den beräknade avskrivningen (= kapitalförbrukningen) sker linjärt, dvs beräknas som anskaffningsutgiften dividerad med den förväntade brukstiden 20 år.

Risken för nytt utbyte ökar från 5 procent år 1 till 100 procent år 20. Den valda ökningstakten är exponentiell, vilket motsvarar en ökning av sannolikheten för utbyte med 17,19% per år (obs! ej procentenheter). Vid ett förtida utbyte utgörs kostnaderna av dels omedelbar avskrivning av restvärdet (= anskaffningsutgift - ackumulerade avskrivningar) samt utbyteskostnaden på 100 kkr. Kalkylräntan sätts till 4 procent reall.

Beräkningsgången exemplifieras med år 10:

$$\text{Restvärde: } 100 - 10 \cdot 100 / 20 = 50$$

$$\text{Utbyte: } 100$$

$$\text{Utbyteskostnad} = 50 + 100 = 150$$

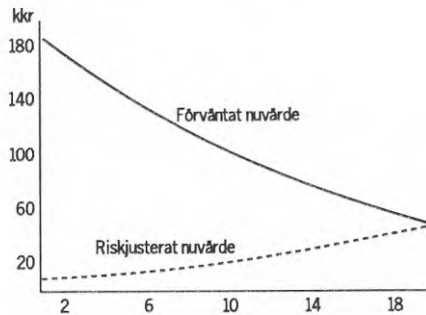
$$\text{Riskjusterad utbyteskostnad: } 0,05 \cdot 1,1719 \cdot 150 = 31$$

$$\text{Nuvärde utbyteskostnad: } 150 / 1,04^{10} = 101$$

$$\text{Riskjusterat nuvärde: } 31 / 1,04^{10} = 21$$

I figur 14 visas både förväntade och riskjusterade nuvärden vid olika antagna brukstider.

Figur 14. Förväntade samt riskjusterade nuvärden av kostnadsökning vid förtida utbyte.



Exemplet bygger på det troliga sambandet att kostnadsökningen för ett förtida utbyte är hög i början av livscykeln, samtidigt som sannolikheten är låg. Kostnadsökningen avtar ju större del av livscykeln som passerat. Samtidigt ökar sannolikheten för utbyte ju äldre systemet eller byggnadsdelen blir. Som jämförelse har det förväntade nuvärdet av kostnadsökningen, dvs utan riskjustering, lagts in i diagrammet.

### **Metoder för riskvärdering**

Någon självklar metod att bedöma risknivån i ett projekt finns inte. De faktorer som inverkar är också mycket olika i olika typer av projekt.

För ett helt fastighetsbestånd är det framför allt de institutionella osäkerheterna som har betydelse. Ändrad beskattning eller nya villkor för hyresmarknaden kan få stora effekter. Om beståndet är mycket homogent,

blir riskbilden mer entydig, eftersom beståndet då har samma karaktäristika som en enstaka byggnad.

För en byggnad är föråldringen ofta den största riskfaktorn. Användningsområden där funktionskraven snabbt förändras är mest riskfyllda, eftersom nyttominskningen i relation till nyare projekt kan gå fort.

För både bestånd och byggnad är risktillägg i kalkylräntan eller säkerhetsmarginaler i nuvärdet lämpliga metoder.

På byggnadsdels- och komponentnivå dominerar de tekniska riskerna för funktionsnedsättning eller i värsta fall haveri. Olika händelser har olika sannolikheter och även det ekonomiska resultatet kan variera kraftigt. Därför bör man välja att riskjustera betalningsströmmarna.

Två olika utgångspunkter är möjliga. Den första innebär att man försöker bedöma det riskjusterade nuvärdet av kostnaderna vid ett förtida haveri. Den andra bygger på förväntade utbytes- eller underhållsintervall. Genom att bedöma sannolikheten för förtida utbyte kan man sedan skatta kostnadseffekten — antingen genom att beräkna återbetalningstiden eller genom att kostnaden förändras med kvoten mellan förväntad brukstid och förkortad brukstid. En variant på denna metod är betygsättning av byggnadsdelar med hänsyn till risker för exempelvis läckage eller haveri. Betygsättningen kan sedan ligga till grund för en bedömning av riskkostnaden i olika utföranden. Följande exempel på denna metod är hämtad ur Hanson, Johnson & Nilsson.

**Exempel.** En enkät om förekomsten av problem hos olika taklösningar innehöll bl a fastighetsförvaltarnas värdering av funktionen på en skala från 4 (= bra) till 1 (= misslyckat). Dessa omdömen omsattes till en riskfaktor, som motsvarade kostnaden för att uppnå en tillfredsställande funktion (realränta 3%):

- Betyg 1: omläggning av tätskiktet efter 4 år. Kostnadstillägg för ett extra tätskikt till 1,5 gånger nyproduktionskostnaden (A), fördelat på den sammanlagda livslängden L+4 år. Kostnader för service och mindre reparationer före omläggningen antas vara 0,5 A som genomsnittligt inträffar år 3. Sammanlagt nuvärde av kostnader:  
 $1,5 A / 1,03^5 + 0,5 A / 1,03^3$ .
- Betyg 2: omläggning av tätskiktet efter garantitiden 10 år. Kostnadstillägg 1,5 A, fördelat på L+10 år. Kostnader för service och mindre reparationer före omläggningen 0,5 A som genomsnittligt inträffar år 5. Sammanlagt nuvärde av kostnader:  
 $1,5 A / 1,03^{10} + 0,5 A / 1,03^5$ .
- Betyg 3: en extra reparation år 2 till en kostnad av 0,5 A. Sammanlagt nuvärde av kostnader:  
 $0,5 A / 1,03^2$ .

Vid valet mellan två tätskikt X och Y är läggingskostnaderna 180 (X) respektive 250 (Y) kronor per m<sup>2</sup> och livslängden är i båda fallen 30 år. För tätskikt X uppstår problem (betyg 2) i 25% av fallen. För tätskikt Y gäller att samma andel uppfattas som "godtagbar" men inte "bra".

Nuvärdet av kostnadstillägget för X blir då  
 $0,25 * 270 / 1,03^{10} + 90 / 1,03^5 = 69,63/m^2$ .

Nuvärdet av kostnadstillägget för Y blir  $0,25 * 90 / 1,03^2 = 29,46/m^2$ .

För tätskiktet X återstår 10 års livslängd efter 30 år, vilket ger ett restvärde om  $180 / 3 / 1,03^{30} = 24,72/m^2$ . En jämförelse som omfattar både kapital- och riskkostnad ger därmed för X  $180 + 69,63 - 24,72 = 224,91/m^2$  för Y  $250 + 29,46 = 279,46/m^2$ .

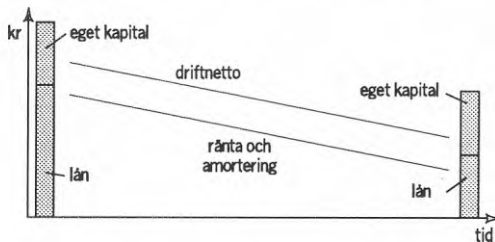
## LCE-tillämpning vid finansiering

Finansieringsbesluten i byggande och förvaltning gäller ofta stora belopp. Ägarens insats av eget kapital utgör därför sällan den dominerande delen. Förekomsten av lån innebär att olika externa finansörer har ett intresse i fastighetens bärkraft och grundar kreditgivningen på en bedömning av denna.

Långgivaren har ett krav på avkastning på sitt kapital. Detta uttrycks genom låneräntan. Räntenivån avspeglar normalt också den risk som långgivaren tar. Ju högre lånesumman är i förhållande till kapitalvärdet (säkerheten), desto högre ränta kräver långgivaren.

Fastighetens kapitalvärde minskar i takt med att återstående driftnetton krymper. Att långgivarens säkerhet minskar motverkas av amorteringarna. Om dessa är anpassade till byggnadens värdeminskning, förblir långgivarens risk densamma (figur 15).

Figur 15. En livscykeekonomisk finansieringslösning.

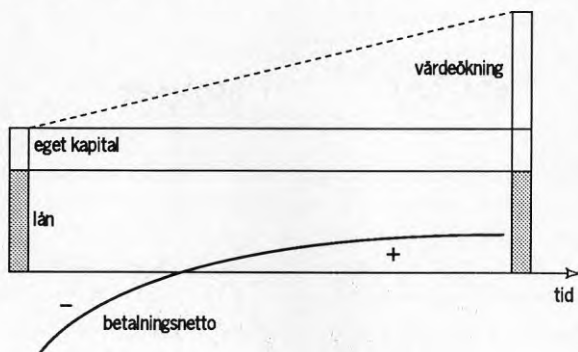


Den del av fastighetens kapitalvärde som inte motsvaras av låneskulder är ägarens eget kapital. Om lånebetalningar, räntor och amorteringar under livscykeln står i ett bestämt förhållande till driftnettot, blir det egna kapitalet i fastigheten oförändrat över tiden. På så vis kan man undvika likviditets- och soliditetsproblem. Se figur 13 nedan.

I verkligheten har vi främst nominella finansieringslösningar. Vid inflation uppkommer då en omfördelning av betalningsmönstren över tiden genom att den nominella räntan blir hög i början av byggnadens livscykel. Detta orsakar initialt ett negativt betalningsnetto. I gengäld uppkommer i många fall en snabb uppbyggnad av eget kapital. I figur 16 illustreras denna inflationsomfördelning.

Normalt fattas finansieringsbeslut på grund av byggkostnaden (den verkliga eller en schablon). Statliga bostadslån och räntesubventioner är det bästa exemplet därvidlag. Detta tenderar att ge en ensidig fokusering på byggkostnaden. Ur långsiktig ekonomisk synvinkel har detta ibland lett till felaktigt utformade byggnader, som dessutom ibland ligger på fel ställe!

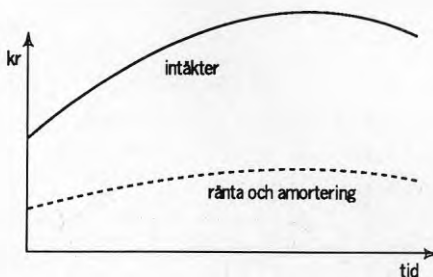
Figur 16. Betalningsflöden och förmögenhetsuppbyggnad vid inflation och nominella lån (Bejrums, Lundström 1990).



Från livscykeleconomisk synpunkt är det angeläget att det är ett projekts lönsamhet som utgör grund för finansieringsbeslutet. I inflationstider är det dock snarare de initiala likviditetsproblemen som fungerar som en tröskel för långivaren. En starkt bidragande orsak till detta har varit regleringen av kreditmarknaden samt förekomsten av statssubventionerade räntor till bostadsbyggande.

Även om finansieringsrisken primärt är knuten till fastigheten, måste också låntagarens betalningsförmåga bedömas på kort och lång sikt. Fastighetens kapitalvärde motsvaras ju inte med nödvändighet av ägarens likviditet. Detta är särskilt påtagligt inom bostadssektorn, där betalningsförmågan avgörs av hushållets intäcksström över tiden. En liknande situation råder även för företag. En anpassning av räntor och amorteringar till betalningsförmågan brukar ges den sammanfattande benämningen *kassaflödesanpassade kontrakt* (figur 17).

Figur 17. Hushållets/företagets intäkter under livscykeln samt därtill anpassade lånebetalningar. Fast penningvärde.



Från låntagarens synpunkt är det önskvärt att lånebetalningarna anpassas till betalningsförmågan under olika tidsperioder. En sådan anpassning av räntor och amorteringar till låntagarens intäkter brukar ges den sammanfattande benämningen *kassaflödesanpassade kontrakt*. I och med att dessa normalt innebär en förskjutning av de nominella lånebetalningarna i tiden kan både likviditetsproblem och lönsamhetsproblem uppstå för långivaren.

## LCE-tillämpning vid försäkring

Både ägare och finansörer har ett intresse av att fastighetens kapitalvärde inte förstörs. Den mest uppenbara risken är brand, men det finns också andra haverier som kan ge upphov till stora ekonomiska följdverkningar — exempelvis läckage i yttertak eller VA-ledningar. Genom att byggnader ofta är mer eller mindre unika och komplexa system är den fysiska osäkerheten många gånger stor.

Såväl individer som företag har i grunden s k riskaversion. I utbyte mot höga risker kräver man normalt en hög förräntning eller avkastning. En annan lösning är att försäkra sig mot olika slags risker. Försäkringspremien kan då ses som en relativt säker betalningsförpliktelse som medför att man slipper risken för en osäkrare och större utbetalning.

Vid beslut om försäkring av en byggnad gör försäkringsbolaget normalt en schabloniserad riskvärdering, grundad på erfarenheter av skador på likartade byggnader. Huvudprincipen är att försäkringsbeloppet skall motsvara s k fullvärde, dvs kostnaden för att återställa byggnaden i dess tidigare skick genom återuppförande eller reparation.

Med tiden har fastighetsförsäkringarna blivit allt mer omfattande. Allt fler försäkringsskador kan härledas till brister och fel i material, byggande och förvaltning. I praktiken utgör en stor del av försäkringspremierna därmed en "fond för eftersatt underhåll" — något som knappast är önskvärt från allmän synpunkt.

Grundprincipen bör givetvis vara att riskfyllda lösningar leder till högre premier eller högre självrisk. Ålderstigna och slitna eller illa underhållna byggnadsdelar bör ge lägre ersättning. Detta kräver att riskvärderingsmetoderna utvecklas till större träffsäkerhet och ökad anpassning till det enskilda objektet och att nedskrivningen med hänsyn till "ålder, slitage och omodernitet" motsvarar den verkliga värdetförändringen. I dessa avseenden kan LCE-baserade nuvärdesberäkningar utgöra ett värdefullt instrument.

Genom sin riskvärdering och erfarenheterna av skadefall besitter försäkringsbolagen en stor "skadebank". Dess innehåll skulle kunna vara av stort värde för val av konstruktionslösningar och material vid ny- och ombyggnad. Detta förutsätter dock en viss bearbetning.

## LCE-tillämpning i ansvarsfrågor

Varje avtalsförhållande är ett uttryck för parternas riskaversion. Avtalet används för att reglera de risker som finns hos varorna eller tjänsterna eller i leverans- eller betalningsvillkoren.

Förpliktelseerna i ett avtal kan variera mellan ytterligheterna: fullständigt säljaransvar och fullständigt köparansvar. En särskild avtalsform är det s k producentansvaret. Detta innebär att ansvaret för fel i produkten direkt eller indirekt kan återföras bakåt i kedjan från konsument till producent. I en så komplicerad avtalskedja finns givetvis stora risker, varför olika slags garantier och branschbestämmelser är vanliga.

En särskild form är det s k producentansvaret. Detta innebär att ansvaret för fel i produkten direkt eller indirekt kan återföras bakåt i kedjan från konsument till producent. Ett exempel är ansvaret för fel i ett nybyggt hyreshus. Om hyresgästen drabbas av ett dåligt fungerande ventilation-



system, försöker han få rättelse hos fastighetsägaren. Denne vänder sig till totalentreprenören, som i sin tur försöker vinna rättelse hos VVS-entreprenören. Gällde det ett konstruktionsfel, går kedjan vidare till VVS-konstruktören, medan ett komponentfel avhandlas med tillverkaren. I en så komplicerad avtalskedja finns givetvis stora risker, varför olika slags garantier och branschbestämmelser är vanliga.

Kostnaden för det ansvar som ett avtal preciserar är nästan alltid en osäker storhet när avtalen ingås. Den ansvarsfördelning som väljs är resultatet av parternas riskbedömning och riskaversion. Ett fullständigt säljaransvar innebär hög säkerhet för köparen men också rimligen ett högre pris. Ett osäkrare köparansvar till lägre pris medför en förväntad ansvars-kostnad.

För en unik och komplex vara som en byggnad eller en sammansatt tjänst som lokalupplåtelse är ansvarskostnaderna svåra att bedöma. Därför är det ofta rationellt att standardisera såväl produkter och tjänster som avtalen — antingen genom lagstiftning eller i form av branschöverenskommelser. Givetvis är det då önskvärt att standardiseringen vilar på en stabil ekonomisk grund.

## LCE som hjälpmedel för kvalitetsutveckling

Den pågående diskussionen om kvalitetssäkring inom byggnadssektorn har mött två problem: att byggande och byggnadsförvaltning utgör två väsensskilda kvalitetsperspektiv samt att det ISO-standardiserade kvalitetsbegreppet avviker från traditionellt subjektiva uppfattningar om "hög kvalitet".

ISO 9000-serien av standarder definierar kvalitet som "alla sammantagna egenskaper hos en produkt eller tjänst som ger dess förmåga att tillfredsställa uttalade eller underförstådda behov". Denna definition koncentrerar sig på relationen köpare-säljare. Köparen väljer och betalar i relation till den kvalitet han anser sig få. Rätt kvalitet är vad köpare och säljare kommit överens om.

I byggandets kvalitetsperspektiv är produkten varan "byggnad", som framställs och levereras av branschens yrkesgrupper. Här är kvalitetssäkring det som behöver göras för att beställaren skall få den byggnad man avtalat om. Eftersom produkten dels är komplicerad, dels inte kan betraktas utan köps på en beskrivning, råder en uppenbar risk att köparens förväntan inte uppfylls eller att köpare och säljare värderar olika. Kvalitetssäkringen kräver därför bland annat att beställarens förväntningar klarläggs så att en senare oenighet inte uppkommer.

I förvaltningens kvalitetsperspektiv är produkten en tjänst — upplåtelse av lokaler med tillhörande skötsel och underhåll. Kvalitetssäkringen skall trygga att hyresgästen får utrymmen som fungerar i enlighet med förväntningarna. Detta förutsätter i sin tur att byggnaden inte har sådana defekter att rätt kvalitet är omöjlig att nå.

Ett centralt problem blir mot denna bakgrund hur kraven på en byggnad skall formuleras och kvantifieras i det sk byggprogrammet. Två aspekter som erfarenhetsmässigt ofta försummas i programhandlingarna är driftkraven och sambanden mellan kravnivåer och kostnader. Resultatet blir i båda fallen en byggnad med bristfälliga drifttegenskaper och därav följande

störningar och kostnader i det långa loppet. Orealistiska eller felställda krav kompenseras ibland vid upphandlingen men då på ett sådant sätt att viktiga egenskaper går förlorade.

Såväl de långsiktiga driftegenskaperna som sambandet mellan teknisk funktion och kostnad är centrala begrepp i LCE-synen. En systematisk tillämpning av LCE-metoder i kravformuleringen erbjuder ett gemensamt "funktionsspråk" för alla parter.

## LCE som hjälpmedel i samhällsplaneringen

Samhällsplaneringen hanterar först och främst långsiktiga resurser i form av bebyggelse och infrastruktur: vägar, VA-ledningar, skolor och daghem m m. Som stöd för beslutsfattandet erfordras lättillgängliga beräkningsmetoder för långsiktig nytta av investeringar i infrastruktur samt modeller för hantering av demografiska långsiktstrender och medborgarnas värdering av läge etc.

## Kalkyldata

Tillgången till goda indata är ett av de stora problemen i livscykelekonomiska sammanhang. För en breddad användning fordras tillförlitliga uppgifter i en rad avseenden:

- Intäkter
- Livslängder
- Produktionskostnad
- Återanskaffningskostnad
- Driftkostnader — skötsel, uppvärmning m m
- Kostnader och frekvenser för normalt underhåll
- Risk och kostnader för extraordinärt underhåll eller utbyte, föranlett av felaktigheter i konstruktion, utförande och hantering eller oförutsedda påfrestningar
- Kostnader för följdskador

Delvis kan livslängd samt drift- och underhållskostnader bedömas utifrån materialinformation om egenskaper, krav på skötsel och rekommenderat underhåll m m. Produktionskostnaden är i allmänhet kalkylerbar med andra aktuella projekt som utgångspunkt.

Sammanställning och bearbetning av det erforderliga dataunderlaget utgör ett omfattande arbete. Därtill kommer att den praktiska användningen fordrar allmän åtkomst, en genomtänkt struktur etc.

Det befintliga byggnadsbeståndet utgör dessutom en rik men relativt outnyttjad uppgiftskälla. Ett tillräckligt stort fastighetsbestånd och en utförlig kostnadsredovisning kan utgöra basen för relativt tillförlitliga prognoser. Erfarenhetsmässigt saknas dock den systematiska informationshantering i förvaltningsföretagen som erfordras för detta.

## Erfarenhetsdata

Alla beslut bygger i stor utsträckning på erfarenheter — egna eller andras, av den aktuella situationen eller av liknande fall. Problemet med att förlita sig på de egna förstahandserfarenheterna är att dessa ofta är ganska få,

delvis slumpmässiga och ibland helt missvisande. Sammanställda uppgifter från den egna fastighetsredovisningen utgör en säkrare grund men kräver då ett avsevärt bestånd för att ge tillräcklig tillförlitlighet. Att bygga upp en företagsintern bank av kalkyldata tar dessutom lång tid.

En mer generell och systematisk datauppbbyggnad kan ske på flera sätt:

- Expertbedömningar
- Besiktningar och tester av befintliga byggnader
- Uppgifter ur statistik, litteratur, normer etc
- Systematiska förfrågningar bland fastighetsförvaltare

Alla metoderna har sina begränsningar, särskilt vid nybyggnad. Nya byggnader utförs ofta med annan teknik än de befintliga, används kanske annorlunda och framförallt är de yttre förutsättningarna vad gäller samhällsekonomi, preferenser etc, knappast identiska. Relevansen av historiska data måste därför ifrågasättas i varje kalkylsituation. Detta hindrar dock inte att välgrundade erfarenhetsdata är ett värdefullt underlag. I normalfallet är likheterna tillräckligt stora för att medge goda bedömningar.

Expertbedömningar kan exempelvis utföras av konsulter, förvaltare och besiktningsmän. Resultatet kan trots en god kompetens bli skönsmässigt, främst därför att det inte är baserat på en tillräcklig mängd objekt. Risken för allmänt tyckande, traditionspåverkan och fördomar är också stor. Under alla förhållanden fordras en systematisk sammanställning av olika bedömningar.

Besiktningar och tester kräver stora resurser för ett tillräckligt brett underlag. De tar tid och de kräver god kompetens om resultatet inte bara skall bli observationer utan också användbara slutsatser.

Facklitteraturen är vanligen inte systematiserad på ett sätt som stämmer överens med förvaltningens behov av beslutsunderlag. Den är heller inte komplett eller lättöverskådlig. Detsamma kan i stort sett sägas om den omfattande fastighetsstatistiken, som exempelvis utgörs av SCBs intäkt- och kostnadsundersökning för flerbostadshus (IKU), SCBs energistatistik, SABOs Ekonomisk Statistik och REPABs publikationsserie *Årskostnader*, Byggnadsstyrelsens statistik över drift och underhåll av förvaltningsbyggnader samt SABOs och REPABs rekommendationer för underhållsplanering. Statistikens främsta tillämpningsområde är befintliga byggnader, exempelvis inför en ombyggnad.

En stor del av statistiken utgörs av tvärsnitt vid en given tidpunkt eller vid en bestämd ålder hos byggnaden. Av större värde för prognoser vid nybyggnad är data om kontinuerliga förlopp (longitudinella studier). Inte heller sådana trender för existerande byggnader kan dock användas okritiskt.

Förfrågningar i enkätform har prövats på byggnadsdelen tak (Hanson & Johnson 1991) och i ett nyligen påbörjat projekt om avloppsstammar. Genom stora datamängder har det visat sig möjligt att söka och belysa komplicerade samband. En presentation av enkätmetoden (Hanson & Johnson 1990) framhåller dock att höga krav i olika avseenden måste ställas på frågeformulären.

## **Lagring och bearbetning av data**

Sammanställning och bearbetning av det erforderliga dataunderlaget utgör ett omfattande arbete. Därtill kommer att den praktiska användningen fordrar allmän åtkomst, en genomtänkt struktur etc.

## **Sammanfattning av utvecklingsbehoven**

Sammanfattningsvis ser vi utvecklingsbehov inom följande områden:

### **Generella planeringssystem**

- Modeller för finansiering och beskattning som stimulerar god livscykelekonomi i bebyggelsen.
- Modeller för en långsiktigt inriktad bostadspolitik, t ex räntevillkor anpassade till låntagarens betalningsförmåga under byggnadens livscykel och finansieringsregler som stimulerar långsiktigt bruksvärde.
- Modeller och hjälpmedel för långsiktig värdering av investeringar i infrastruktur, för "översättning" av demografiska tendenser etc.

### **Generella administrativa system**

- Redovisnings- och bokslutskrav som bättre svarar mot fastighetsförvaltningens långsiktiga karaktär, t ex ifråga om avskrivningsregler, bokföring av fastighetsvärden, gränsdragningen mellan underhåll och moderniseringar och krav på bokslutsredovisning av räntabilitet.
- Samordning mellan ekonomiredovisning och andra fastighetsdata: en struktur för kontoplaner som överensstämmer med bygghandlingar, driftteknisk redovisning etc.
- Generella riktlinjer med enhetlig struktur för bedömning och redovisning av byggnaders funktion, kvalitet och livscykelekonomi (nyckeltalssystem).

### **Företagsinterna beslutstödssystem**

- Integrerad kostnads- och funktionsredovisning för fastigheter, uthyrningsenheter och byggnadsdelar av storlek, volym, tekniskt utförande, materialval, typ av användning, drift- och underhållskostnader och hyresgästers önskemål m m.
- Beslutstödjande system med gemensam struktur för bygghandlingar, CAD-system och byggkostnadskalkyler samt fastighets- och lägenhetsregister etc.
- Mallar och lättanvända hjälpmedel för LCE-analyser i olika beslutssituationer.
- Modeller för förnyelseprogram, baserade på långtidsekonomiska avvägningar.
- Modeller för långsiktiga förvaltningsplaner.
- Modeller för avsättningar till framtida reinvesteringar.

### **Byggandets dokument**

- Metoder för att tillämpa långtidsekonomiskt baserade kravformuleringar och redovisningsmetoder i bygghandlingar, branschavtal och branschdokument.
- Modeller för enhetlig redovisning av långtidsegenskaper, skötsel- och underhållskrav m m i material- och komponentinformationen.
- Former för livscykelekonomiskt baserade garantiåtaganden.

### **Risakanalys**

- Metoder för bedömning och värdering av risk och osäkerhet.
- Försäkringsformer med premienivåer och självrisker som anpassas till system- och materialval, underhållsnivå m fl livscykelekonomiska aspekter.

### **Datafångst**

- Metoder för analys av byggnadsrisker med utgångspunkt från bl a försäkringsbolagens skadedata.
- Inventering och sammanställning av källor till data om fastigheters och byggnaders drift- och underhållskostnader.
- Utveckling av kriterier för användning av data om befintliga byggnader.
- Longitudinella studier av byggnaders driftförlopp.
- Livslängds-, drift-, reparations- och utbytesdata för byggnadsdelar.
- Metoder att översätta sociala och arkitektoniska dimensioner till långtidsekonomiska mått.

På flera områden har intressanta modeller och tillämpningar utvecklats i andra länder. Dessa bör givetvis studeras och i tillämpliga delar anpassas till svenska förhållanden.

Vid sidan av FoU-insatserna finns ett stort behov av förbättrat ekonomiskt kunnande för alla byggandets och förvaltandets yrkesgrupper, såväl genom grundutbildningen som i form av fortbildning. Bristen på lämpliga läromedel är därvid ett hinder.

# Arbetsformer och finansiering

En väsentlig del av utvecklingsarbetet för att etablera långsiktiga ekonomiska bedömningar i bygg- och fastighetsföretagens beslutsprocesser sker naturligen i företagen. Det är där de viktigaste aktörerna finns — de nyckelpersoner som har ett starkt intresse att göra något annorlunda än det man hittills arbetat med.

Utvecklarrollen är emellertid speciell och behöver impulser och idéutbyte för att vara framgångsrik. De flesta som utövar denna funktion är emellertid ensamma inom sina företag och risken för en olycklig isolering är stor. En central förutsättning för en önskvärd utveckling är av det skälet att etablera ett nätverk för erfarenhets- och idéutbyte och att garantera att detta har en viss stadga över tiden.

Nätverket behöver emellertid också en teori- och kompetensbas som garanti för kontinuitet och allsidig belysning av ämnesområdet. Dess knutpunkt bör därför vara engagerad i FoU-verksamhet inom området.

Knutpunktens ena huvuduppgift bör i detta perspektiv vara att utgöra noden i ett nätverk av LCE-intressenter (företag, individer och organisationer). I detta ligger att vara ett forum för informationsförmedling om nya resultat samt om pågående och planerade projekt.

Den andra huvuduppgiften bör vara att initiera och samordna utvecklingsprojekt, inklusive att ge synpunkter på olika projekt i företagen. Strävan bör vara att söka samverkan mellan traditionella forskargrupper och företagens utvecklingsansvariga.

Den mest funktionella lösningen förefaller vara att inrätta ett centrum vid en teknisk högskola. Högskoleanknytningen ger den önskvärda kopplingen till forskning, forskarutbildning och grundutbildning samt inte minst kontinuitet. Medverkande företag och branschorganisationer blir garantier för att utvecklingsarbetet blir praktiskt tillämpbart.

Den bredaste utvecklingsbasen är sannolikt den nybildade delfakulteten (f d VAL) vid KTH. Förslagsvis kan den nya verksamheten kallas Centrum för byggnaders livscykelekonomi. Dess juridiska form kan vara en s k arbetsenhet inom högskolan med egen budget eller en stiftelse knuten till högskolan. Under alla förhållanden bör verksamheten baseras på ett avtal mellan olika finansiärer och högskoleinstitutionen. Bygg- och fastighetsbranscherna förutsätts medverka genom sina respektive centralorganisationer, liksom Byggforskningsrådet.

De huvudsakliga branschintressena representeras enligt vår mening av följande organisationer: Byggentreprenörerna, HSB:s Riksförbund, Kommun- och Landstingsförbunden, Byggnadsstyrelsens efterföljare, Riksbyggen, SABO, SBC, SBUF och Sveriges Fastighetsägareförbund. Dessa, BFR och eventuellt tillkommande intressenter förutsätts bidra med projekt, projektanslag och anslag till basresurser för centret. KTH bidrar med förestandare och sekretariat.

Verksamheten bör ledas av en styrelse med representation från intressenterna leder. Verkställighetsansvaret vilar på föreståndaren för centret och beräknas motsvara cirka 10 procent av en heltid. Administrativa resurser motsvarande 10 procent av en sekreterartjänst är ett minimum. Utöver detta krävs resurser för resor, seminarier, förbrukningsmaterial etc. Vi bedömer att en rimlig basverksamhet kräver följande årliga resurser i 1993 års penningvärde:

Föreståndare:	50 000,-
Administrativa resurser	25 000,-
Resor, seminarier etc	75 000,-
Summa	150 000,-

# Referenser

- Ahlmann, H. Kapitaleffektiva underhållsstrategier. STF-IU Tekniska Veckan, Stockholm, 1985.
- Augustsson, R & Håkman, I. Byggnadsvård med kvalitet. BFR R60:1988.
- Augustsson, R & Håkman, I. Kostnader för ombyggnad. BFR T21:1977.
- Baum, A E. Depreciation and Property Investment Appraisal i McLeary, A R & Nanthakumaran, N (eds) Property Investment Theory. E & F Spon Ltd, London 1988.
- Bejrums, H. Underhållspolicy för bostadshyresfastigheter i långtidsperspektiv. Meddelande 5:25. Institutionen för fastighetsekonomi, KTH, Stockholm, 1987.
- Bejrums, H. Livscykeleconomiska kalkyler för byggnader och fastigheter. Meddelande 5:33. Institutionen för fastighetsekonomi, KTH, Stockholm, 1991.
- Bejrums, H, Lundström, S & Söderberg, B. Hyresfastighetens ekonomi i långtidsperspektiv. Analys av empiriska data. Meddelande 5:23. Institutionen för fastighetsekonomi, KTH, Stockholm, 1986.
- Bon, R. Building as an Economic Process. An Introduction to Building Economics. Prentice-Hall Inc, 1989.
- Bröchner, J. Economic aspects of housing rehabilitation. Modernizing flats in Sweden 1971-1975. Byggnadsstyrelsen D5:1978.
- Byggnadsstyrelsen. Årskostnader. KBS rapport nr 79, Stockholm 1971.
- Hanson, R & Johnson, B G. Sätt fastighetens värde i centrum för besluten! Byggnadsindustrin 28:86.
- Hanson, R & Johnson, B G. Byggnadsdiagnostiska enkätstudier. Opubl PM 1990-10-12.
- Hanson, R & Nilsson, S. Lyckade och misslyckade tak. Byggnadsstyrelsen R100:1987.
- Hanson, R, Johnson, B G & Nilsson, S. Effektiva tak. BFR R53:91.
- Hanson, R & Ryberg, B-G. Lönsamhet och likviditet vid fastighetssanering. Byggnadsstyrelsen R17:1973.
- Haugen, T. Byggnadsförvaltning. Ökonomisk drift och vedlikehållning — organisation, information och system. HBT-rapport 1990:D92.2. Institutt for husbygningsteknikk, NTH Trondheim 1990.
- Johnson, B G. Effektivare styrning av serviceorganisationer. DFI 1986:4.
- Juhlin, L, Kylsten, L & Persson, M. Brukstider och livslängder för byggnadsdelar. Byggnadsstyrelsen 1979.
- Linnakivi, T & Renlund, E. Fastighetsskötsel och livscykelkostnader för flerbostadshus. Byggnadsstyrelsen R6:1990.
- Lundström, S. Fastighetsföretagande. Meddelande 5:30. Institutionen för fastighetsekonomi, KTH, Stockholm, 1989.



Lundström, S & Söderberg, B. Better life cycle economics with "cheaper" buildings? Opubl. Institutionen för fastighetsekonomi, KTH, Stockholm.

Mattsson, B & Söderberg, J. Årskostnader. Att kalkylera ett byggprojekts årliga förvaltningskostnader. Byggforskningsrådet T26:1983.

Söderberg, J, Mattsson, B & Hahr, A. Anskaffningskostnader. Att kalkylera ett byggprojekts anskaffningskostnader. Byggforskningsrådet T25:1983.

UTC. Gör dina investeringar lönsammare. Utnyttja LCC- och LCP-analyser. UTC-meddelande nr 1, Stiftelsen Svenskt Underhållstekniskt Centrum, Stockholm.

Westin, T. Kostnadskalkylering med LCC-modell. Tillämpning för byggprocessens olika skeden. Byggforskningsrådet R27:1989.

Öfverholm, I. Livscykelkostnader för byggnader. Byggforskningsrådet R99:1984.



**R2:1994**

ISBN 91-540-5612-8

Byggnadsrådet, Stockholm

Art.nr: 6814002

Abonnementsgrupp:

R. Byggnadens ekon. och org.

T. Fastighetsförvaltning

Distribution:

Svensk Byggtjänst

171 88 Solna

Cirka pris: 75 kr inkl moms