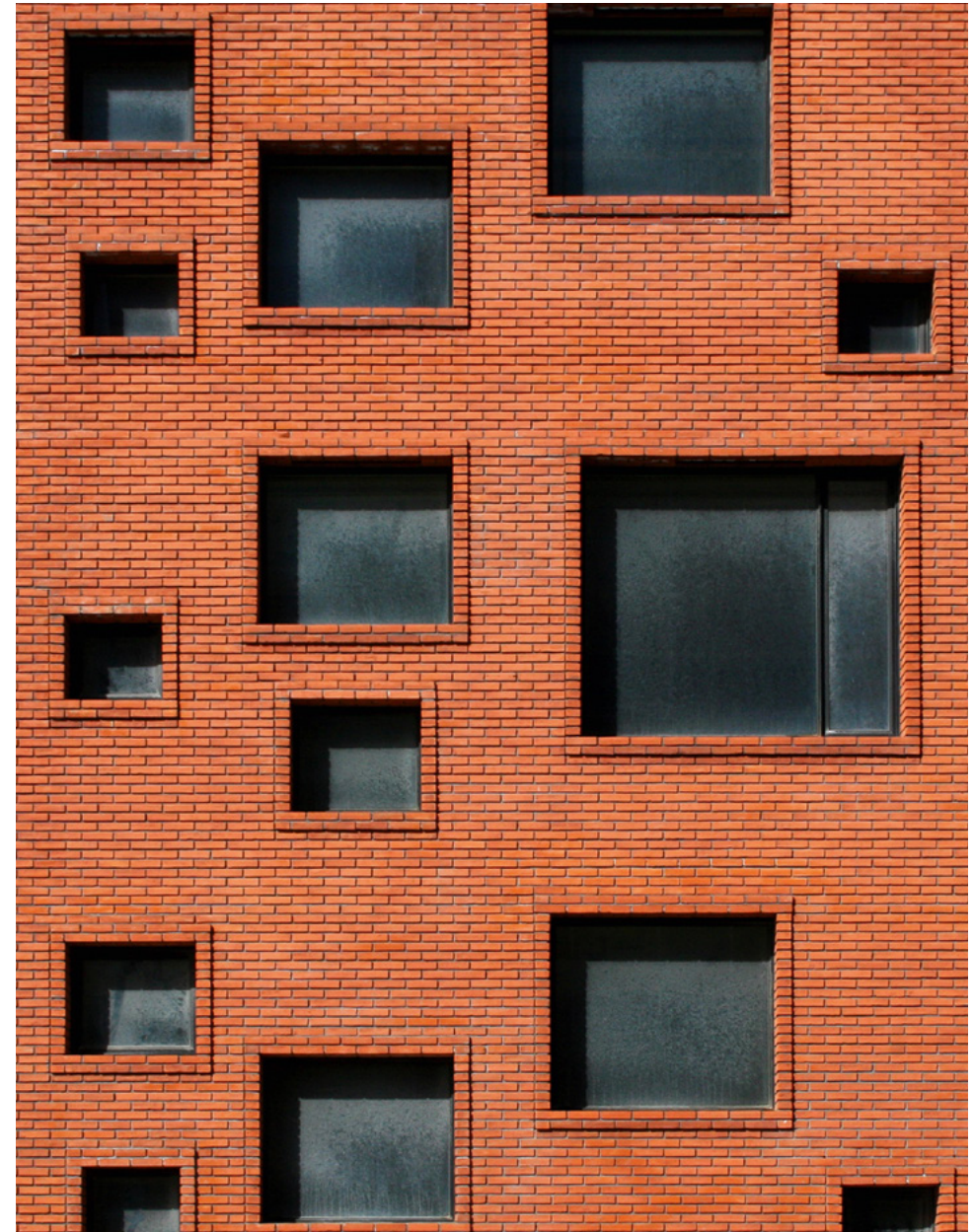


Introduktion til LCC på bygninger

Indhold

Introduktion	3
Aktuelle tendenser	3
Hvorfor bruge totaløkonomi?	4
Hvem kan bruge totaløkonomi?	5
Hvad rummer en totaløkonomisk analyse?	5
Hvad kan totaløkonomiske analyser bruges til?	6
Totaløkonomiske principper	7
Definition	7
Nogle vigtige begreber	7
Nutidsværdi, rente og tid	8
Et eksempel	8
Beregning af totaløkonomi	9
Hvad betyder mest?	9
Fælles referencegrundlag	9
Kalkulationsperiode og investeringshorisont	10
Prisudvikling	11
Kalkulationsrente	12
Levetider	13
Genopretning/udskiftning	14
Kontoplan	14
Driftsdata og kilder til data	15
Gode råd	16
Udarbejd en totaløkonomisk strategi	16
Vær opmærksom på forskelle i livscyklus	17
Implementering af totaløkonomi kræver nye vaner	18
13 tips om totaløkonomi	19
Få mere at vide	20
Tak til	22



Introduktion

Økonomisk bæredygtighed handler i al væsentlighed om at foretage valg ud fra helhedstænkning, kvalitet og vurdering af de langsigtede konsekvenser af valg af løsninger. Der stræbes efter:

- At **optimere** bygningens eller bygningsdelens anlægsøkonomi og den efterfølgende driftsøkonomi.
- At **sikre** ejendommens værdi over tid via god kvalitet, optimeret funktionalitet og stor fleksibilitet..
- At **effektivisere** brugen af bygningens og ejendommens arealer.
- At **fremme** en samfundsøkonomisk forsvarlig og optimal tilgang til byggeri og ressourceanvendelse.

Ideelt set vil økonomisk bæredygtighed inkludere omkostninger såvel som gevinster for alle interessenter herunder f.eks. øgede lejeindtægter mv. I praksis vil økonomisk bæredygtighed dog ofte fokusere mere snævert på at opgøre de samlede levetidsomkostninger over tid – dvs. at lave en totaløkonomisk analyse.

Andre hensyn som arkitektur, indeklima mv. er naturligvis også vigtige at tage hånd om. Totaløkonomi kan med fordel suppleres med f.eks. en livscyklusvurdering (LCA) til

dokumentation af et projekts miljøeffekter for at sammenkæde økonomisk og miljømæssig bæredygtighed med det sociale i et helhedsperspektiv.

Aktuelle tendenser

Nybyggeri af almene boliger og større renoveringer støttet af Landsbyggefonden har i flere år været omfattet af krav om brug af totaløkonomi. I de seneste år har tre nye tendenser aktualiseret en bredere brug af totaløkonomi i byggeriet:

- **Nye regler** for kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri, som pålægger offentlige bygherrer at gennemføre totaløkonomiske vurderinger i alle projekter og bruge totaløkonomiske beregninger ved statsligt byggeri over 5 mio. kr. og ved kommunalt og regionalt byggeri over 20 mio. kr.
- **Certificering af bæredygtige bygninger og byområder**, hvor økonomisk kvalitet, herunder totaløkonomi, har en meget fremtrædende placering.
- **Et nyt europæisk udbudsdirektiv**, der gør det lettere at bruge totaløkonomi (LCC) som tildelingskriterium ved udbud fremfor blot laveste anskaffelsespris.



Til støtte for totaløkonomiske beregninger har Energi styrelsen udviklet en første version af et nyt fælles beregningsværktøj kaldet LCCbyg. Der er også udarbejdet en tilhørende installationsguide og brugervejledning, som detaljeret beskriver, hvordan værktøjet anvendes.

Hvorfor bruge totaløkonomi?

Totaløkonomi eller på engelsk Life Cycle Costing (LCC) eller Total Cost of Ownership (TCO) er en tilgang til nybyggeri og renovering, som udvider perspektivet fra alene at fokusere på anskaffelsesomkostningerne til også at inkludere de omkostninger, som opstår under driften og brugen af bygningen. Totaløkonomiske analyser hviler principielt på et totalomkostningsprincip, hvor alle relevante omkostninger og indtægter er inkluderet. Omkostningerne vil ofte omfatte f.eks. køb af grund, projektering,

håndværkerudgifter, omkostninger til energi og renhold. I praksis er indtægter og en række omkostninger dog ofte udeladt, herunder restværdi, omkostninger til nedrivning og bortskaffelse, inventar mv.

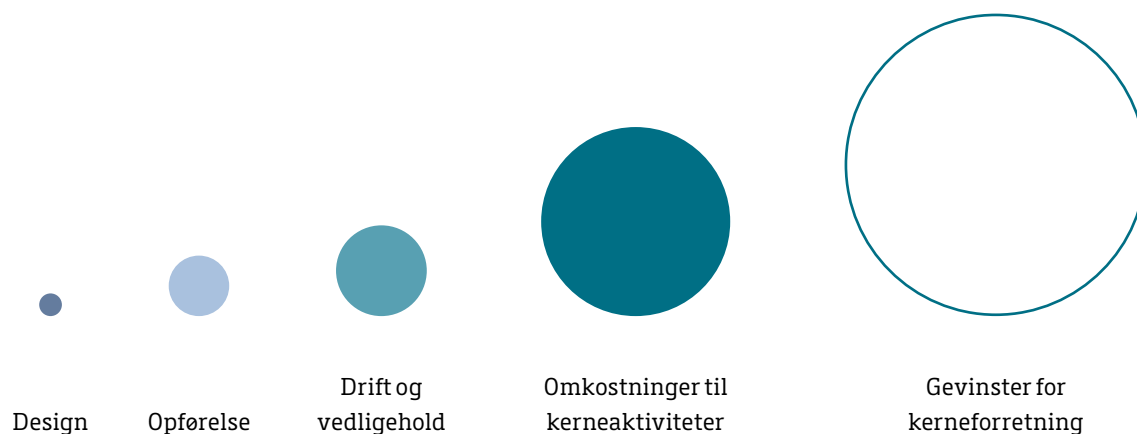
De største omkostninger og gevinster er ofte ikke knyttet til hverken opførelse eller drift af bygninger, men til de aktiviteter, som bygningerne skaber rammerne for. Mere hensigtsmæssige bygninger kan bedre understøtte

kerneaktiviteterne og have store potentielle gevinster i form af højere produktivitet, mindre sygefravær, øget læring mv. Selv små ændringer under design kan således have stor indflydelse på kerneforretningen.

Fordelene ved at foretage totaløkonomisk rentable investeringer omfatter bl.a.:

- 1 **Lavere driftsudgifter** i form af lavere husleje (udgifter til udvendig vedligeholdelse, renholdelse, fælles forsyning mv.) og betaling af individuel forsyning (varme, vand, el mv.) ved siden af huslejen.
- 2 **Brugerfordele** i form af sparet indvendig vedligeholdelse og rengøring samt andre gevinster (Non Energy Benefits), blandt andet bedre komfort, bedre indeklima og bedre miljø (arkitektur, tryk mv.).
- 3 **Økonomiske gevinster for kommuner og stat** i form af sparede udgifter på social- og sundhedsområdet og forsyningsområdet, f.eks. klimatilpasning.
- 4 **Samfundsøkonomiske gevinster** i form af øget fokus på byggeriets kvalitet og positive eksternaliteter, især på miljø- og energiområdet, men også på sundhedsområdet (f.eks. færre sygedage).

Relativ fordeling af omkostninger og gevinster



Hvem kan bruge totaløkonomi?

Totaløkonomiske analyser bruges på forskellig vis:

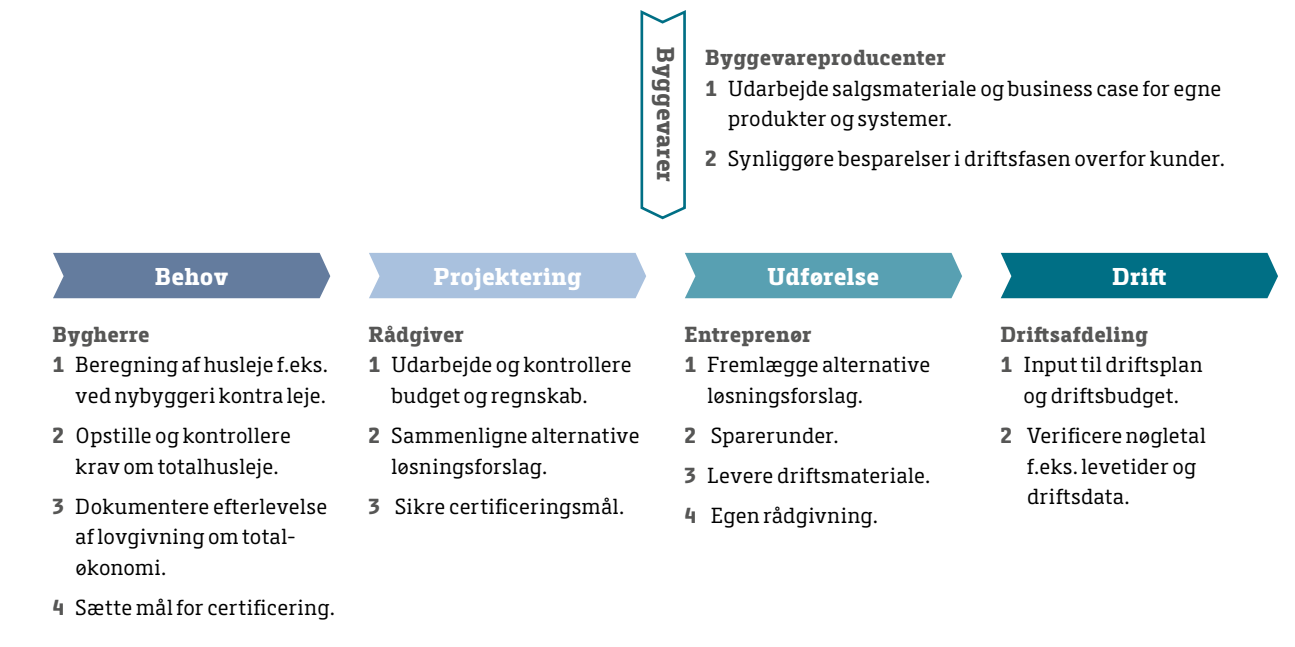
- **Bygherrer, investorer og developere** vil ofte bruge totaløkonomiske analyser til f.eks. at vurdere det kommende huslejeniveau, fremlægge alternative investeringsforslag som lavenergibyggeri eller dokumentere efterlevelse af lovkrav eller certificeringskrav.
- **Rådgivere** vil oftest have nytte af at udarbejde totaløkonomiske analyser f.eks. som grundlag for valg mellem forskellige designløsninger og som input til driftsbudget og -planer.
- **Udførende** kan f.eks. anvende totaløkonomiske analyser til at vurdere spareforslag under sparerunder.
- **Producenter** kan f.eks. opstille, vurdere og beskrive en business case for egne produkter eller systemer i forhold til konkurrerende produkter og systemer.
- **Driftspersonale** kan især drage nytte af totaløkonomiske analyser som input til driftsplaner og driftsbudgetter.

Hvad rummer en totaløkonomisk analyse?

Totaløkonomiske analyser hviler principielt på et totalomkostningsprincip, hvor alle relevante omkostninger og indtægter er inkluderet. Omkostningerne vil ofte omfatte f.eks. køb af grund, projektering, håndværkerudgifter, omkostninger til energi og renhold. I praksis er indtægter og en række omkostninger dog ofte udeladt, herunder restværdi, omkostninger til nedrivning og bortskaffelse, inventar mv.

Omfanget af beregninger og hvilke omkostninger, der inddrages, vil afhænge af formålet med den konkrete analyse. I nogle tilfælde skal man blot sammenligne to alternative bygningsdele f.eks. mekanisk kontra naturlig ventilation, mens man i andre tilfælde er interesseret i de samlede omkostninger for hele bygningen f.eks. for at sammenligne nybyggeri med renovering af en eksisterende ejendom eller køb/leje af en anden ejendom. I mange tilfælde kan man derfor tillade sig at udelade en række omkostninger, fordi de ikke er relevante for analysen. En vigtig del af analysen er således at tage stilling til, hvad der skal med, og hvad der med rimelighed kan udelades.

Hvem kan bruge totaløkonomi til hvilke formål?



Hvad kan totaløkonomiske analyser bruges til?

Totaløkonomiske analyser anvendes til at sammenligne to eller flere alternative løsninger, der har forskellige omkostningsprofiler over tid. Det er ofte vanskeligt at sammenligne alternativer, fordi deres samlede omkostninger varierer over tid. Et tænkt – men ikke utænkeligt – eksempel kan illustrere udfordringen. I eksemplet ønskes det at sammenligne tre forskellige alternativer, som f.eks. kan være løsninger med:

- Høje anskaffelsesomkostninger, men relativt billig i drift.
- Lave anskaffelsesomkostninger, men dyr i drift.
- Middelhøje anskaffelsesomkostninger, meget lave driftsomkostninger, men med kort levetid, der kræver udskiftning undervejs.

Hvis den procentuelle fordeling af omkostninger på anlæg og drift vises i cirkeldiagrammer, er det enklere at sammenligne anlægsomkostningerne med driftsomkostningerne.

Det er imidlertid ikke så nemt at vurdere hvilken af de tre løsninger, der er den mest optimale ud fra et totaløkonomisk perspektiv. Ved at beregne nutidsværdien for hvert af de tre alternativer kan de dog bringes på en sammenlignelig form og dermed hjælpe beslutningstageren med at vurdere hvilken af de tre alternative løsninger, som bør vælges ud fra et totaløkonomisk perspektiv, som det vises senere.

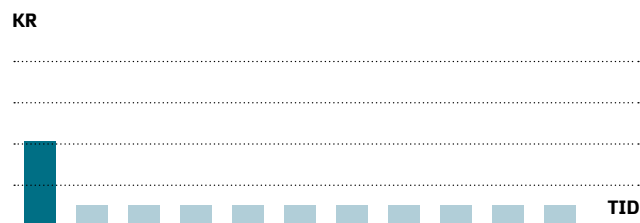
Løsning 1

Høje anskaffelsesomkostninger, lave driftsomkostninger.



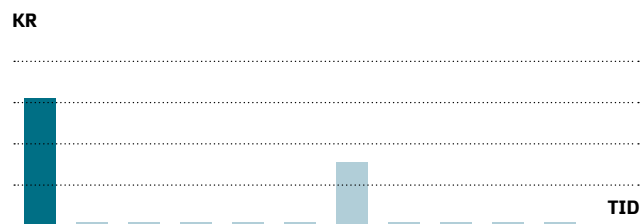
Løsning 2

Lave anskaffelsesomkostninger, høje driftsomkostninger.



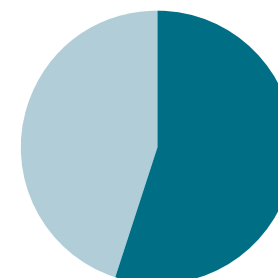
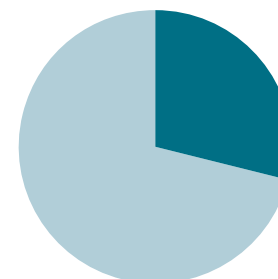
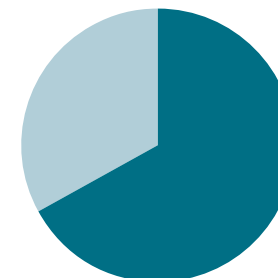
Løsning 3

Middelstore anskaffelsesomkostninger, meget lave driftsomkostninger, men med udskiftning undervejs.



Procentuel fordeling af omkostninger på anlæg og drift

● Anlæg ● Drift



Totaløkonomiske principper

Definition

Der findes flere bud på en definition af totaløkonomi bl.a. den danske bekendtgørelse om kvalitet, OPP og totaløkonomi, fjerde del af den europæiske standard DS/EN 15643-serie om bæredygtighed inden for byggeri og anlæg samt den internationale standard ISO 15686 Service Life Planning, Part 5 Whole Life Costing.

Fælles for disse definitioner er, at de fastlægger en række principper for totaløkonomiske analyser:

- Der foretages en **økonomisk vurdering**, som afvejes i forhold til en række andre lige så legitime vurderinger om miljø, arkitektur mv.
- Det aftales **hvilke omkostningstyper**, der skal indgå i analysen, da disse som udgangspunkt ikke er fastlagt i standarderne.
- **Kalkulationsperioden fastlægges** i det konkrete tilfælde, da standarderne og retningslinjer normalt ikke fastlægger kalkulationsperioden.
- Kun **relevante og væsentlige omkostninger** medtages i analysen.
- De omkostninger, som er nødvendige for at **opretholde ydeevnen** af bygningen eller bygningsdelen over kalkulationsperioden medtages.

Vigtige begreber

Nutidsværdien	Årsomkostningen	Kalkulationsrenten
Defineres som summen af de tilbagediskonterede fremtidige pengestrømme. Nutidsværdien er et udtryk for hvor mange penge, der skal sættes til side i dag for at kunne afholde alle fremtidige omkostninger i beregningsperioden med den valgte kalkulationsrente.	Defineres som en annuitet af nutidsværdien. Årsomkostningen udtrykker dermed hvor mange penge, der gennemsnitligt skal afsættes hvert år i beregningsperioden.	Betegnelsen for den renteprocent eller omregningsfaktor, som anvendes ved beregningen af nutidsværdien. Jo højere rente, jo lavere er nutidsværdien i dag af de omkostninger og indtægter, som ligger ude i fremtiden.

Nogle vigtige begreber

For at kunne sammenligne de valgte alternativer er der brug for at kunne omregne værdien af alle omkostninger til ét fælles tidspunkt. Det kaldes at tilbagediskontere de fremtidige omkostninger til en nutidsværdi. Summen af nutidsværdien af alle de fremtidige omkostninger er et udtryk for, hvor mange penge der skal sættes til side i dag for at kunne betale alle omkostninger over tid, givet at det tilsidesatte beløb forrentes med kalkulationsrenten. På den måde fås nu en samlet nutidsværdi for hvert af de valgte alternativer. Den laveste af disse nutidsværdier er et udtryk for det billigste af de valgte alternativer.

Hvis man ønsker det, kan nutidsværdien omregnes til en gennemsnitlig årlig omkostning i stedet for – en såkaldt årsomkostning – som svarer til en fast årlig husleje, hvor alle drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er indregnet.

Nutidsværdi, rente og tid

Normalt har de fleste økonomiske aktører en præference for at have pengene i hånden i dag snarere end i morgen. Værdien i dag af penge, som betales i fremtiden, er normalt lavere end værdien af penge, der betales i dag.

For at bestemme værdien i dag af penge, der betales i fremtiden, anvendes en såkaldt kalkulations- eller diskonteringsrente, som er et udtryk for forventningerne til inflation, forrentning og risiko i fremtiden. Jo højere kalkulations- eller diskonteringsrenten er, jo mindre vil værdien i dag være af penge, der betales i fremtiden.

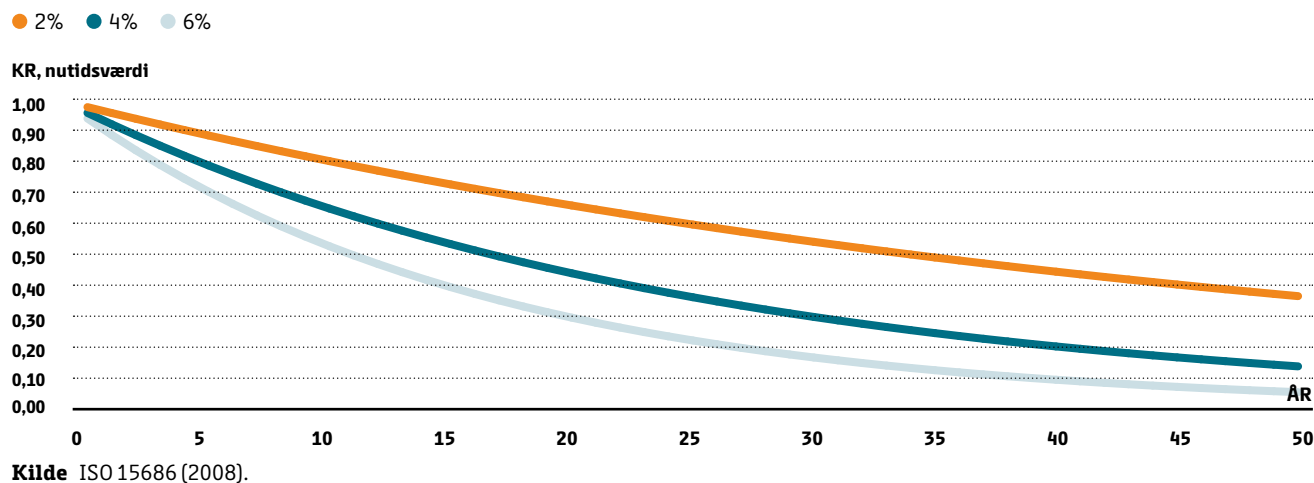
Figuren her viser, hvordan nutidsværdien af penge, som betales på forskellige tidspunkter i fremtiden, udvikler sig afhængig af kalkulationsrenten.

Et eksempel

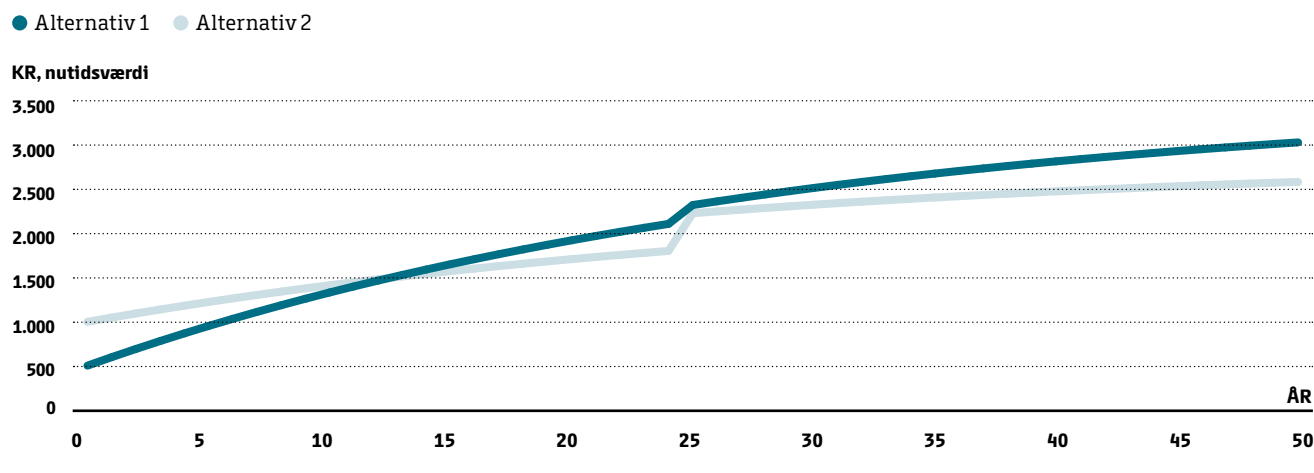
Eksemplet i figuren kan demonstrere, hvordan nutidsværdien for to alternativer akkumuleres år for år. For simpelhedens skyld er kun angivet to alternativer over en kalkulationsperiode på 50 år, hvor begge alternativer har en levetid på 25 år, som medfører omkostninger til genopretning/udskiftning efter 25 år.

Eksemplet illustrerer, at hvorvidt det ene alternativ er lønsomt i forhold til det andet alternativ afhænger af tidshorisonten for investeringen. Med en investeringshorisont under 10 år er alternativ 1 billigst (den mørkeblå linje), mens alternativ 2 (den lyseblå linje) samlet er billigst efter 10 år, forudsat at investeringen ikke har en restværdi ved udgangen af investeringshorisonten.

Nutidsværdien af en krone over tid, ved kalkulationsrente på 2, 4 eller 6%



Eksempel



Beregning af totaløkonomi

Hvad betyder mest?

Det er ikke alt, som er lige vigtigt i en totaløkonomisk analyse. Erfaringsmæssigt er de vigtigste faktorer i prioriteret rækkefølge:

- 1 **Kalkulationsrente og prisudvikling.**
- 2 **Levetider og genopretningsprocent.**
- 3 **Drift- og vedligeholdsdata for de konkrete løsninger.**

Fælles referencegrundlag

Et fælles referencegrundlag for totaløkonomiske analyser er en nødvendig forudsætning for at sikre gennemsigtige og pålidelige beregninger. Referencegrundlaget kan i sig selv være differentieret og fastlagt for forskellige typer af regioner, ejendomme, bygninger og bygningsdele. Anbefalingerne til et fælles referencegrundlag er opsummeret i tabellen.

Det bør bemærkes, at der er tale om dynamiske værdier f.eks. for renter og prisudvikling, som kan og vil ændre sig over tid. Opdaterede værdier bør altid anvendes til beregninger.

Det vil være muligt at afvige fra referencegrundlaget i konkrete byggesager, men afvigelserne bør begrundes, og deres konsekvenser beskrives. De enkelte begreber og anbefalinger vil blive gennemgået i detaljer efter tabellen.

Begreb	Kategori	Anbefaling
Kalkulationsperiode		50 år
Prisudvikling	Generelt	2,0%
Prisudvikling – energi (real)	Fjernvarme Gas Flydende brændsel Fast brændsel El	1,88% -0,89% 4,13% -0,34% 1,88%
Prisudvikling – øvrige omkostninger (real)	Renovation Vandforsyning Vandafledningsafgift	1,36% 1,92% 5,24%
Prisudvikling – reparation og vedligeholdelse (real)	Reparation og vedligeholdelse	0,34%
Kalkulationsrente (real)	Offentlige bygherrer	År 1 – 35: 4,0% År 36 – 70: 3,0% Efter år 70: 2,0%
Kalkulationsrente (real)	Generelt	3,0%
Genopretningsprocent	Bygningsdele efter SfB-systemet	125%
Levetider	Bygningsdele efter SfB-systemet	SBI-rapport 2013: 30
Kontoplan	Hovedomkostningsgrupper	Anskaffelsesomkostninger Drift og vedligehold (af bygningsdele) Forvaltning Forsyning Renhold

Kalkulationsperiode og investeringshorisont

Totaløkonomiske analyser anvender to forskellige begreber om tid. Det ene tidsperspektiv er kalkulationsperioden (eller beregningsperiode), der vedrører den periode, som beregningerne foretages over. Kalkulationsperioden vil være bestemt af, hvad der giver bedst mening i forhold til bygningens funktion, karakteristika, forventet levetid mv.

Det andet tidsperspektiv er investeringshorisonten, som er knyttet til investorens eller beslutningstagerens tidshorisont for sin investering, som kan være kortere end levetiden f.eks. fordi bygningen forventes solgt inden

da. Her vil fokus være på, om investeringen er rentabel indenfor den valgte investeringshorisont. Spørgsmålet om restværdi vil være helt centralt her, særligt ved en kort investeringshorisont. Disse to tidsperspektiver vil ofte være sammenfaldende, men er det ikke nødvendigvis.

Kalkulationsperioden er central for en totaløkonomisk analyse, da den afgør hvor stor en andel af de fremtidige omkostninger, der bliver inddraget i analysen. Valget af kalkulationsperiode bør tage hensyn til hvilken bygningstype, som analysen vedrører. De forventede levetider af

forskellige bygningstyper er meget forskellige. Alle bygninger under ét forventes at have en levetid på 100 år.

For mange praktiske anvendelser vil en kalkulationsperiode på 100 år dog ofte blive opfattet som værende for lang, fordi bygninger kan undergå mange forandringer over tid. Disse forandringer kan kun vanskeligt simuleres på en meningsfuld måde og giver derfor en større usikkerhed på resultatet. Desuden vil bidraget til nutidsværdien være beskedent fra omkostninger, som ligger meget langt ude i fremtiden.

Korte kalkulationsperioder på f.eks. 5-10-20 år vil ofte matche investeringshorisonten for mange beslutningstager. På den anden side vil en kortere kalkulationsperiode være problematisk, da den reelt vil ignorere mange udskiftninger f.eks. af de tekniske anlæg, som kan være særdeles omkostningstunge.

En kalkulationsperiode på 30-50 år vil være et pragmatisk kompromis, som tilgodeser langsigtede hensyn, tager hensyn til den fremtidige usikkerhed, og synliggør hvilke investeringer der er rentable på både kortere og længere sigt. I tråd med certificeringsordningen DGNB for bæredygtige bygninger og bydele anbefales det derfor at anvende en kalkulationsperiode på 50 år, mens investeringshorisonten kan være betinget af bygherrens økonomiske og politiske interesser.

Levetid for forskellige bygningstyper

Funktionel middellevetid (år)	Bygningsanvendelse
40	Avls- og driftsbygninger i landbruget / Sekundære bygninger, skure o.l.
60	Transportanlæg, garager og lagerbygninger / Sommerhuse og kolonihavehuse / Sportsanlæg, klubhuse og tribuner
80	Fabrikker og værksteder / El-, gas-, vand- og varmeværker / Kontorer / Detailhandel, hoteller og restaurationer
100	Dag- og døgninstitutioner / Skoler, universiteter og forskningsfaciliteter / Hospitaler, klinikker og hospices / Idræts- og multihaller
120	Parcelhuse, rækkehuse og tæt-lav-boliger / Stuehuse til landbrug / Etageboliger og kollegier / Kirker og andre religiøse bygninger / Museer, teatre og slotte
100	Alle bygninger under ét

Kilde Aagaard et al. (2013).

Prisudvikling

Inflation eller prisudvikling spiller en vigtig rolle i forhold til at fastlægge en passende kalkulationsrente, uanset om denne opgøres nominelt eller reelt. Grundlæggende er der to spørgsmål, som skal besvares:

- 1 **Skal der regnes i faste eller løbende priser?**
- 2 **Udvikler priserne sig ens for alle typer af omkostninger?**

Principielt kan man arbejde med faste eller løbende priser, så længe man er konsekvent i, hvad man gør. Ved brug af faste priser skal der anvendes en real kalkulationsrente (dvs. opgjort uden inflation) og eventuelt fastlægges en real prisudvikling for nogle typer af omkostninger, som kan forventes

at stige hurtigere eller langsommere end de gennemsnitlige prisstigninger. Ved brug af løbende priser skal der anvendes en nominel kalkulationsrente (dvs. opgjort med inflation) og fastlægges pristigningsstakter for alle omkostninger.

Der er mange modeller og institutioner, som udarbejder økonomiske prognoser baseret på mere eller mindre avancerede metoder og mængder af statistiske data. Modellerne har hver deres fordele og ulemper, ligesom formålet med at anvende de forskellige modeller varierer betydeligt. Det foreslås at anvende en simpel lineær model baseret på historiske dataserier, som er forholdsvis let tilgængelige fra bl.a. Danmarks Statistik.

Den faktiske udvikling i forbrugerprisindekset eller inflationen har over de seneste ca. 100 år varieret ganske kraftigt. I de seneste ca. 25 år har der dog været en meget stabil prisudvikling på ca. 2% som afspejler, at et højt prioriteret mål i den økonomiske politik har været en lav og stabil inflation.

Statistikbanken fra Danmarks Statistik opgør historiske tidsserier over den gennemsnitlige årlige prisudvikling for forskellige energiformer. I perioden 2000-14 har den gennemsnitlige prisudvikling (udover den almindelige inflation på ca. 2,12% i samme periode) været:

- **Fjernvarme** **1,88%**
- **Gas** **-0,89%**
- **Flydende brændsel** **4,13%**
- **Fast brændsel** **-0,34%**
- **El** **1,88%**

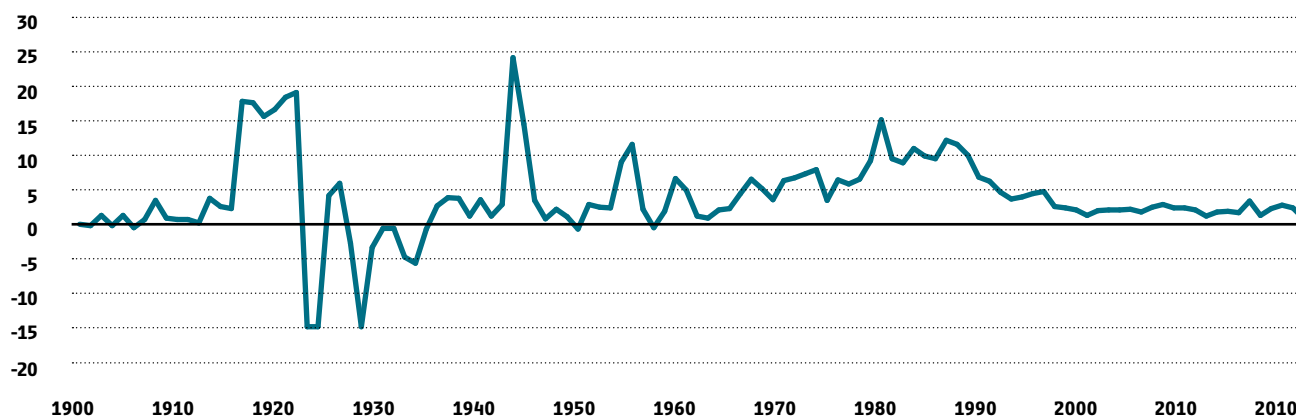
Af andre relevante bygnings- og boligrelevante omkostninger gælder for den samme periode, at den gennemsnitlige årlige prisudvikling udover den almindelige inflation har været:

- **Renovation** **1,36%**
- **Vandforsyning** **1,92%**
- **Vandafledningsafgift** **5,24%**

Endelig er den historiske udvikling i forbrugerprisindekset for omkostninger til reparation og vedligeholdelse af boliger i perioden 2000-2014 på 2,46% per år, dvs. 0,34% over den generelle inflation. Til sammenligning er udviklingen i byggeomkostningsindekset for boliger over de seneste 15 år steget med 2,65% årligt i gennemsnit jfr. Danmarks Statistik.

Den gennemsnitlige årlige inflation i Danmark 1900-2012

● Årlig inflation i %



Kilde Danmarks Statistik.

Kalkulationsrente

Kalkulationsrenten (eller diskonteringsrenten) er den helt afgørende faktor, når nutidsværdien for en løsning skal beregnes. Generelt gælder, at jo lavere kalkulationsrenten er, jo mere betyder de fremtidige omkostninger for det samlede resultat. Omvendt betyder en høj kalkulationsrente, at det er mindre attraktivt at foretage langsigtede investeringer.

Kalkulationsrenten kan fastsættes på forskellige måder som:

- 1 en stigende rentekurve over tid (konkav model),
- 2 en trappemodel med faldende rente over tid, eller
- 3 en flad rentekurve med fast gennemsnitsværdi.

De tre modeller er illustreret i figuren.

Den første model er den stigende rentekurve over tid (konkav rentestruktur), som afspejler en typisk markeds-mæssig tilgang, hvor de kortsigtede rentesatser – normalt

– er lavere end de langsigtede rentesatser. Dette forhold afspejler, at usikkerheden stiger, jo længere tidshorisonen er. For private bygherrer vil dette være den sædvanlige situation. Rentekurven er baseret på en risikofri rente fra Finanstilsynets daglige diskonteringsrentekurve tillagt en risikopræmie på 2,07% jfr. Dimson et al. (2006).

Den anden model er den aftagende rentetrappe, som offentlige myndigheder er forpligtet til at følge jfr. Finansministeriets generelle budgetvejledning og vejledning om samfundsøkonomiske analyser med diverse tillæg. I den seneste vejledning fra Finansministeriet i 2013 fastsættes en kalkulationsrente, der følger en trappestruktur med tre trin, som gradvist nedsættes for projekter med lang løbetid. Aftrapningen af kalkulationsrenten indebærer, at kalkulationsrenten for en effekt, der indtræffer i f.eks. år 50, skal beregnes ved at anvende en kalkulationsrente på 4% de første 35 år og en kalkulationsrente på 3% de efterfølgende

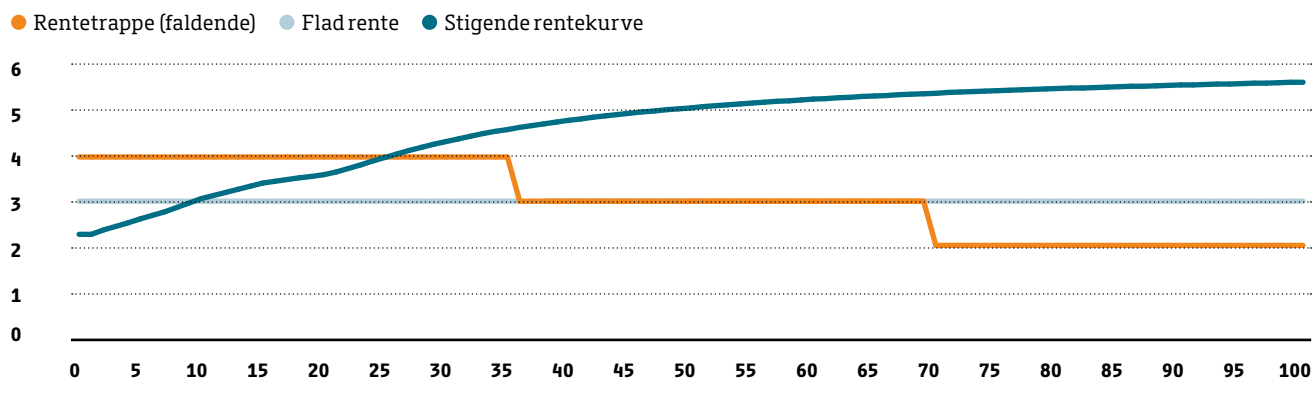
15 år. Den samfundsøkonomiske kalkulationsrente opgøres realt, og der regnes i faste priser.

Den tredje model er den flade rentestruktur, hvor en fast gennemsnitlig kalkulationsrente ligger til grund for beregningerne. Den flade rentestruktur anvendes i en lang række sammenhænge f.eks. EU, Landsbyggefondens totaløkonomimodel, model for totaløkonomi ved energirenoveringer i almene boliger (udviklet for Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter), certificeringsordningen DGNB Danmark og en række private værktøjer.

Det anbefales at anvende en fast gennemsnitlig real kalkulationsrente på 3,0% og faste priser over en 50-årig kalkulationsperiode generelt. For offentlige bygherrer gælder dog Finansministeriets rentetrappe.

Kalkulationsrenten afhænger bl.a. af det generelle renteniveau. Da kalkulationsrenten har meget stor betydning for resultatet, anbefales det at gennemføre en følsomhedsanalyse ved at foretage beregninger med ændrede rentesatser for at vurdere, hvor meget resultaterne ændrer sig, og om det giver anledning til andre valg af løsninger.

Illustration af tre typiske rentekurver



Den samfundsøkonomiske kalkulationsrente, realt

Periode	Kalkulationsrente, realt
År 0 – 35	4,0%
År 36 – 70	3,0%
År 70 og efterfølgende år	2,0%

Kilde Finansministeriet (2013).

Levetider

De næstvigtigste faktorer er levetiden for løsningen og genopretningsprocenten, dvs. omkostningerne til genopretning/udskiftning, når levetiden er udtjent. Det anbefales for nærværende, at totaløkonomiske analyser tager udgangspunkt i en fælles anerkendt tabel over levetider.

SBi/Aalborg Universitet har i SBI-rapport 2013: 30 udarbejdet en sådan levetidstabel på basis af en række danske og internationale kilder. Levetidstabellen følger SfB-systemet, da det er velkendt og velindarbejdet i dansk byggepraksis.

På et senere tidspunkt kan opdaterede levetidstabeller og andre klassifikationssystemer komme på tale. Ligeledes kan der være særlige behov for at anvende nye eller ikke bredt kendte løsninger. Her vil andre levetider kunne anvendes, hvis der foreligger en garanti eller udtalelse fra producenten.

Uddrag af levetidstabel

SfB hoved-gruppe	Bygningsdel, gruppe		Faktisk levetid						
				Natursten	Kalkmørtel	Beton, terazzo og cementmørtel	Porebeton	Letklinkerbeton	Gips
			e0	f1	f2 f3	f4	f5	f7	
1	Bygningsbasis								
	10 Bygningsbasis, terræn								
		(10)4	Pælefundamenter og brøndfundamenter			120			
		(10)5	Fundamenter i terræn			120			
	12 Fundamenter, bygning								
		(12)1	Liniefundamenter			120			
		(12)2	Punktfundamenter			120			
		(12)3	Pladefundamenter			120			
		(12)4	Fundamenter, fugt- og varmeisolering						
	13 Terrændæk, bygning								
		(13)1	Terrændæk, kældre			100			
		(13)2	Terrændæk i terrænniveau			100			
		(13)3	Terrændæk, fugt- og varmeisolering						
	18 Bygningsbasis bygning, øvrige								
		(18)1	Kanaler under terræn			80			
		(18)2	Gruber og sumpe			80			
2	Primære bygningsdele								
	20 Primære bygningsdele, terræn								
		(20)1	Sekundære bygninger	50		50	50	50	
		(20)2	Hegsmure	50		50			
		(20)3	Støttemure	80		60			
		(20)4	Teknikgange i terræn inkl. rør-broer og tunneler	60		60			
		(20)5	Fodgængerbroer, viadukter mm	100		80			
		(20)6	Trapper og ramper i terræn	100		80			

Kilde Aagaard et al. (2013).

Genopretning/udskiftning

Jo kortere levetiden er, jo hyppigere skal bygningsdelen skiftes ud. Udover omkostningen til selve bygningsdelen kommer også supplerende omkostninger til nedtagning af den eksisterende løsning og reetablering omkring løsningen. Det kunne f.eks. være supplerende malerarbejde efter udskiftning af et vindue. Genopretningsprocenten udtrykker, hvor meget det koster at udskifte en bygningsdel på genanskaffelsestidspunktet i forhold til nyprisen.

Datagrundlaget for at fastsætte en genopretningsprocent er meget begrænset. V&S Prisbøger har i tidligere versioner af prisbøgerne foreslået en genopretningsprocent på 150% af nyprisen, mens f.eks. den norske stats byggherre Statsbygg i deres totaløkonomiske kalkulationsprogram LCProfit anvender et tillæg til genopretning på 15%. Det anbefales i tråd med den danske udgave af DGNB-ordningen at anvende en fælles sats på 125% for alle typer af bygningsdele, indtil et bedre datagrundlag er tilvejebragt.

Kontoplan

For at kunne opgøre og sammenligne omkostninger systematisk er der behov for et fælles klassifikationsprincip for omkostningerne. Der findes allerede i dag et antal forskellige kontoplaner, men det er vanskeligt at standardisere disse på tværs af forskellige kategorier af bygherrer, bygningstyper mv.

I stedet anbefales det at arbejde med en forholdsvis simpel kontoplan for de overordnede omkostningsgrupper, som kan fyldes ud med undergrupper afhængigt af bygherrens behov og mere detaljerede krav til kontoplan. Følgende hovedomkostningsgrupper kan indgå:

- Anskaffelsesomkostninger (f.eks. byggegrund, rådgiverhonorar og bygherreomkostninger).
- Drift og vedligehold (f.eks. løbende drift og vedligehold af bygningsdele og genopretning/udskiftning).
- Forvaltning (f.eks. administration, skatter og forsikring).
- Forsyning (f.eks. vand, varme, elektricitet og affald).
- Renhold (f.eks. indvendig renhold, udvendig renhold, vinduespudsning og pasning af udearealer).

Efter behov kan kontoplanen suppleres med indtægtsrelaterede konti, som kan dække positiv indvirkning på driften i form af forbedret velbefindende, øget produktivitet, bedre indlæringsevne mv. for bygningsbrugerne.

Driftsdata og kilder til data

Det kan være udfordrende at få adgang til pålidelige driftsdata. Andre parametre som f.eks. kalkulationsrenten har som regel langt større betydning for resultatet end de konkrete driftsdata. En vis usikkerhed på konkrete driftsdata kan derfor være til at leve med. Fremfor at bruge mange ressourcer på at fremskaffe meget præcise driftsdata vil det oftest være mere formålstjenligt at bruge ressourcerne på at fastlægge kalkulationsrente mv.

Upræcise driftsdata kan håndteres på forskellige vis. For det første bør **omfanget af beregninger begrænses** til nogle få betydende udgiftsposter, som betyder meget for enten dele af anskaffelsessummen eller for driftsudgifterne som f.eks. energi og renhold. Især renhold er en meget betydelig omkostning for bygningsejeren, som ofte negligeres under design og valg af byggetekniske løsninger.

For det andet bør bygherren ikke afstå fra at lave totaløkonomiske vurderinger pga. upræcise data, men i stedet kan bygherren og dennes rådgivere forsøge at **håndtere usikkerheden** ved at:

- Give et kvalificeret skøn på de upræcise data f.eks. baseret på principperne fra successiv kalkulation.
- Gennemføre en følsomhedsanalyse på nogle få udvalgte parametre f.eks. renten eller levetiden for de vigtigste bygningsdele.
- Opbygge egne nøgletal f.eks. ved at indsamle driftsoplysninger fra leverandører mfl.

For det tredje kan supplerende oplysninger og data om drift og vedligehold indhentes fra **andre videnskilder** som f.eks.:

- Landsbyggefonden har etableret en nøgletalsdatabase baseret på driftsregnskaberne fra over en halv million almene boliger.
- Dansk Facility Management har etableret et samarbejde omkring benchmarking af alle typer af bygninger, men dog med fokus på kontorbygninger.
- V&S Prisbøger rummer drifts- og vedligeholdsprocenter for en række bygningsdele.
- Generelle forbrugstal f.eks. om vandforbrug kan findes hos Danmarks Statistik i Statistikbanken.
- Pris- og afgiftsstruktur, gennemsnitsforbrug med statistisk spredning mv. kan ofte oplyses af kommuner, forsyningsselskaber mfl.
- Diverse analyser og rapporter med nøgletal f.eks. for PCB-saneringer og grønne regnskaber fra f.eks. regioner, kommuner og boligselskaber.
- Den tidligere Energiledelsesordning publicerede en række nøgletal, som stammer fra perioden 1997-2002 for forskellige bygningstyper. Energiledelsesordningen blev erstattet af Energimærkningsordningen. Der er endnu ikke offentliggjort lignende tal fra denne ordning.
- Gennemgå produktdatablade for relevante oplysninger f.eks. om levetider.
- Lav data-mining på egne regnskabstal, som allerede findes internt i organisationen. Disse er ofte frembragt af andre grunde, men kan eventuelt også bruges som input til totaløkonomiske analyser.
- Kontakt producenter, leverandører, rengøringsfirmaer, facilities management firmaer mv.
- Egne nøgletal og erfaringstal hos kolleger, samarbejdspartnere mfl.

Gode råd

Udarbejd en totaløkonomisk strategi

Det er en god ide at udarbejde en strategi for arbejdet med de totaløkonomiske analyser, herunder at få fastlagt formål, ambitionsniveau og ressourceindsats. Der kan med fordel skelnes mellem to typer af strategier:

- 1 **en generel overordnet strategi for organisationens arbejde med totaløkonomi og**
- 2 **en projektspecifik strategi eller handlingsplan for arbejdet med totaløkonomi i det konkrete projekt.**

Det første element i en totaløkonomisk strategi er byggherrens opbakning, dvs. at organisationen reelt har forpligtet sig til at bruge totaløkonomiske principper. Det kan f.eks. ske ved, at de besluttende organer fastlægger et forpligtende og styrende budget, som omfatter både anskaffelse og drift samt sikrer en løbende opfølgning.

Et andet element i en sådan strategi er en afklaring af, hvad formålet med analysen skal være. Totaløkonomi bliver i Danmark ofte forbundet med at opnå de laveste samlede omkostninger. Der kan dog være grund til at holde sig for øje, at totaløkonomiske analyser kan tjene forskellige formål og også inkludere indtægter, kvalitet mv.:

- Lavere totaløkonomi – Reducere omkostninger.**
- Samme totaløkonomi – Ændre pengestrømme over tid.**
- Højere totaløkonomi – Maksimere profit.**

Et tredje element i strategien drejer sig om at afklare, hvilke analyser der skal udarbejdes, og hvornår i processen dette skal ske. Her kan man skelne mellem tre forskellige niveauer svarende til detaljeringniveauet på det konkrete projekt:

Niveau 1 Udredning/programmering, hvor der kalkuleres på et overordnet niveau svarende til årsomkostningen for anskaffelse og årsomkostningen for driften. Grundlaget kan her være behov for antal kvadratmeter i rumprogrammet, brutto/netto faktoren og kvadratmeter gulvareal.

Niveau 2 Programmering/skitseprojekt, hvor der kalkuleres på et lidt mere detaljeret niveau svarende til årsomkostningen for anskaffelse og årsomkostningen for hver af de øvrige hovedomkostningsgrupper. Grundlaget kan her være kvadratmeter gulvareal, materialevalg, kvalitetsniveau og udstyrsniveau.

Niveau 3 Projektering, byggeri og drift, hvor der kalkuleres på et detaljeret niveau svarende til årsomkostningen opdelt på hver hovedomkostningsgruppe. Grundlaget vil her være bygningsdele og frekvenser for udskiftning mv.

Niveau	Grundlag	Fase
1	m ² rumprogram Brutto / Netto faktor m ² gulvareal	Udredning
		Program
2	m ² gulvareal Materialevalg Kvalitet Udstyrsniveau	Projektering
3	Bygningsdele Frekvenser	Byggefase
		Driftsfase

Kilde Bjørberg et al. (1988). Årskostnader for bygninger. Beregningsanvisninger. Oslo: NTNF.

Et fjerde element i strategien kan handle om at afklare omfanget af beregninger, så disse reelt skaber værdi for byggeriet. Først og fremmest skal det afklares, hvornår der er behov for egentlige beregninger henholdsvis vurderinger. Desuden skal der tages stilling til, hvorvidt analyserne skal være rettet mod hele bygningen eller blot mod konkrete løsninger. I begge tilfælde er det vigtigt at få afklaret hvor mange alternativer, der skal regnes på for at undgå et alt for stort ressourceforbrug. Ofte vil 2-4 alternativer være et passende antal, men der kan naturligvis være situationer, hvor der er behov for at regne på flere alternativer eller på flere varianter af det samme alternativ.

Endelig bør strategien som **femte element** afklare, hvordan analysen skal håndtere usikkerhed på beregningsforudsætninger og datagrundlag. Her gælder det om at få fastlagt krav til opbygning af scenarier, herunder valg af strategiske analyseværktøjer, præcision, behov for detaljeringsniveau og omfang af følsomhedsanalyser. Som minimum bør der laves følsomhedsanalyser på kalkulationsrente og prisudvikling.

Vær opmærksom på forskelle i livscyklus

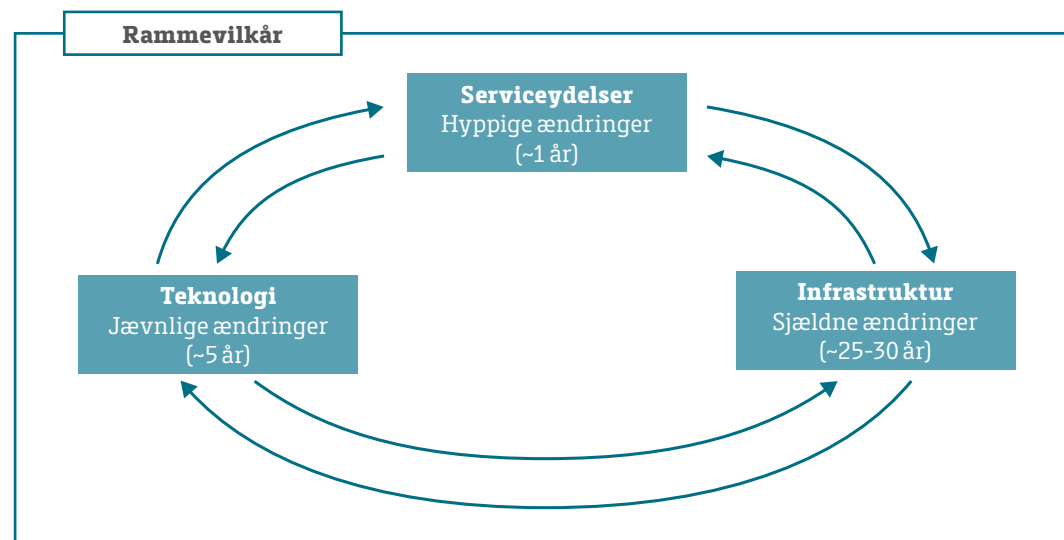
Det kan overvejes, om andre udbudsformer som f.eks. ESCO og OPP kan fremme totaløkonomiske hensyn. Intentionen med sådanne udbudsformer er at sikre større sammenhæng mellem anlæg og drift.

I den sammenhæng er det vigtigt at være opmærksom på forskellene i livscyklus, som kan have stor betydning for de kontraktuelle forhold. Erfaringer fra engelske hospitalsbyggerier har peget på, at der er store forskelle i forandringstempoet for serviceydelser, sundhedsteknologier og infrastrukturen:

- Kravene til **serviceydelser** og fornyelsen heraf sker med meget korte intervaller, sædvanligvis på årlig basis eller hyppigere.
- Forandringerne i **sundhedsteknologier** har en lidt længere livscyklus og kan typisk måles i nogle få år.
- Livscyklussen for **infrastrukturen** i form af bygninger o. lign. er derimod væsentlig længere og måles snarere i årtier.

De store forskelle i livscyklus er en stor udfordring for både totaløkonomiske analyser og tilrettelæggelsen af driften af komplekse bygninger som eksempelvis hospitaler, idet forandringer i sundhedspolitik, serviceydelser og teknologier kan betinge enten større fleksibilitet eller hyppigere ændringer i infrastrukturen.

Forskelle i livscyklus



Kilde Tilpasset efter Barlow, J. & Köberle-Gaiser, M. (2008). Delivering innovation in hospital construction. Contracts and collaboration in the UK's Private Finance Initiative hospitals program. California Management Review, 51 (2), 126-143.

Implementering af totaløkonomi kræver nye vaner

Totaløkonomisk tænkning lægger op til og udnytter tidlig involvering af flere af byggeriets parter – herunder entreprenører, leverandører og Facilities Management selskaber. Indførelse og brug af totaløkonomi er en læreproces og ikke mindst en organisatorisk forandringsproces, som tager tid, fordi gamle indgroede vaner skal aflæres og erstattes af nye vaner og rutiner. Det vil næppe være muligt at høste det fulde udbytte af totaløkonomi her og nu, men læreprocessen vil i sig selv skabe ny viden og erfaringer, der kan understøtte det videre arbejde med at implementere totaløkonomi.

Implementeringen af totaløkonomiske analyser rummer tre beslægtede udfordringer, som er knyttet til det konkrete projekt, basisorganisationen (f.eks. en bygherre eller rådgivervirksomhed) og samspillet mellem disse to.

Udfordringerne i forhold til implementering af totaløkonomiske analyser **i det enkelte byggeprojekt** drejer sig især om konkret problemløsning og kan f.eks. handle om:

- Udarbejdelse af driftsorienterede udbudskrav.
- Indsamling af valide data.
- Dokumentation af efterlevelse af lovkrav.
- Krav til retvisende budget for både anlæg og drift.

Udfordringerne i forhold til at adoptere totaløkonomi **i basisorganisationen** handler især om at indføre ny viden, teknologi, værktøjer mv. i organisationen og kan f.eks. omfatte:

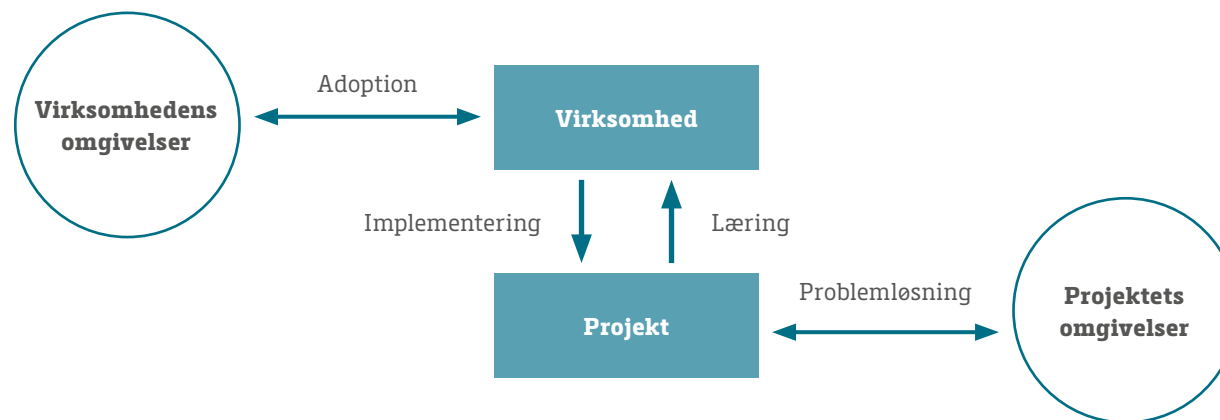
- Træning i brug af nye værktøjer.
- Validering af et fælles referencegrundlag for branchen.
- Adgang til nøgletal, databaser mv.
- Opsamling af erfaringer med deltagelse i udviklings- og demonstrationsprojekter, udveksling af erfaringer med samarbejdsparter mv.

Udfordringerne i forhold til **samspillet mellem basisorganisationen og de enkelte byggeprojekter**, som basisorganisationen har ansvaret for, kan f.eks. omfatte:

- Videndeling mellem igangværende projekter.
- Intern opsamling og videreformidling af erfaringer over tid.

Forskellige teorier og metoder om organisatoriske forandringsprocesser og implementering af ny teknologi kan med fordel konsulteres.

Innovationsmodel



Kilde Winch, G. (1998). Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction. Building Research & Information, 26 (5), 268-279.

13 tips om totaløkonomi

SBi har tidligere gennemført en evaluering af erfaringer med totaløkonomi i 10 forsøgsbyggerier, som har ledt til følgende 13 gode råd om totaløkonomi:

1

Indførelse og brug af totaløkonomi er en læreproces, som tager tid.

2

Aktørerne kan have modsatrettede økonomiske interesser, som totaløkonomiske analyser ikke kan fjerne.

3

Synliggørelse af totaløkonomi fører ofte til valg af andre løsninger.

4

Andre udbudsformer kan være med til at fremme totaløkonomiske hensyn.

5

Den totaløkonomiske ramme for projektet skal fastlægges så tidligt som muligt.

6

Metodefrihed kræver fælles referencegrundlag.

7

De direkte omkostninger til bløde værdier som f.eks. arkitektur kan som regel gøres op, mens det er vanskeligere at opgøre den økonomiske gevinst ved de bløde værdier.

8

Miljøhensyn og totaløkonomiske hensyn går ikke nødvendigvis hånd i hånd.

9

Sparerunder kræver særlig opmærksomhed for at undgå løsninger, som ikke er hensigtsmæssige ud fra et totaløkonomisk perspektiv.

10

Løbende opfølgning gennem hele bygningens livscyklus er nødvendig.

11

Omfanget af beregninger bør begrænses til nogle få betydende udgiftsposter.

12

Totaløkonomiske vurderinger kan gennemføres trods mangelfulde og upræcise data.

13

Nøgletal for det konkrete byggeri skal sammenlignes med nøgletal for referencebyggeri.

Få mere at vide

BEK nr. 1179 af 04/10/2013. Bekendtgørelse om kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri.

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=145555>

Danmarks Statistik (u. d.). Statistikbanken. København: Danmarks Statistik.

<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1600>

Dimson, E., Marsh, P. & Staunton, M. (2006). The worldwide equity premium: a smaller puzzle. EFA 2006 Zurich Meetings Paper; AFA 2008 New Orleans Meetings Paper.

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=891620

DS/EN 15643 (2012). Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg - Vurdering af bygninger - Del 4: Rammer for vurdering af økonomiske egenskaber. København: Dansk Standard.

Due, P. H., Tolstrup, C. & Teisen, O. (2013). Driftsorienteret byggeproces. København: Værdibyg.

http://www.vaerdibyg.dk/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=158&Itemid=

Finansministeriet (2013). Faktaark. Ny og lavere samfundsøkonomisk diskonteringsrente.

København: Finansministeriet.

http://www.fm.dk/nyheder/pressemeddelelser/2013/05/ny-og-lavere-samfundsøkonomisk-diskonteringsrente/-/media/Files/Nyheder/Pressemeddelelser/2013/05/Faktaark_ny%20og%20lavere%20samfunds%C3%B8konomisk%20diskonteringsrente.pdf

Finanstilsynet (2015). Diskonteringssatser ved måling af forsikringsforpligtelser.

København: Finanstilsynet.

<https://www.finanstilsynet.dk/da/Tal-og-fakta/Oplysninger-for-virksomheder/Oplysningstal-om-forsikring-og-pension/Diskonteringssatser.aspx>

Green Building Council Denmark & Larsen, T. S. (2014). Mini-guide til DGNB for kontorbygninger.

Frederiksberg: Green Building Council Denmark.

<http://www.dk-gbc.dk/publikationer/mini-guide-til-dgnb-for-kontorbygninger.aspx>

Grontmij & COWI (2014). Undersøgelse af erfaringspriser for PCB-sanering. 2. april 2014.

København: PCB-guiden.

http://pcb-guiden.dk/file/481521/undersoegelse_erfaringspriser_for_pcbsanering.pdf

Note

Links der ikke er aktive kan kopieres og indsættes i din browser.

Få mere at vide

Haugbølle Hansen, K., Henriksen, K. R. & Østergaard, J. (2000). Totaløkonomi i beslutningsprocessen. Nybyggeri og renovering. Hørsholm: Byggeriets Udviklingsråd.

Haugbølle, K, Sørensen, N. L., Pihl, D. & Scheutz, P. (2015). LCCbyg, Version 1. København.
<http://lccbyg.dk/program/>

Henriksen, K. R. & Haugbølle, K. (2002). 13 tips om totaløkonomi. Et redskab til bedre beslutninger om byggeri. København: Erhvervs- og Boligstyrelsen.
<http://erhvervsstyrelsen.dk/file/1166/trettentips.pdf>

Landsbyggefonden & Funch rådgivende ingeniører ApS (2014). Totaløkonomiske vurderinger. København: Landsbyggefonden.
<https://totaloekonomi.lbf.dk/>

Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter (2014). Model for totaløkonomi ved energirenoveringer i almene boliger. København: Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter.
<http://mbbl.dk/model-totaloekonomi-ved-energirenoveringer-i-almene-boliger>

Rambøll (2013). ESCO & OPP. Erfaringsindsamling af garantielementer i nationale og internationale ESCO og OPP projekter. København: Energistyrelsen.
http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/publikationer/downloads/16_08-2013_rapport_garantimodeller_fi-nal.pdf

Rambøll Management Consulting (2009). Bedste Praksis-manual om totaløkonomi. København: Erhvervs- og Byggestyrelsen.
<http://www.bygst.dk/media/22293/Bedste-praksis-manual.pdf>

VEJ nr. 9605 af 06/11/2013. Vejledning til bekendtgørelse om kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri.
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=158644>

Aagaard, N.-J., Brandt, E., Aggerholm, S. & Haugbølle, K. (2013). Levetider af bygningsdele ved vurdering af bæredygtighed og totaløkonomi. København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. SBI2013: 30.
<http://www.sbi.dk/byggeteknik/kvalitet/levetider-af-bygningsdele-ved-vurdering-af-baeredygtighed-og-totalokonomi-1/levetider-af-bygningsdele-ved-vurdering-af-baeredygtighed-og-totalokonomi>

Note

Links der ikke er aktive kan kopieres og indsættes i din browser.

Tak til

En stor tak rettes til følgegruppen, som på værdifuld vis har bidraget aktivt og konstruktivt til udformning af vejledningen. Følgegruppen har haft deltagelse af:

- **Formand for DK-GBC Nikolaj Hertel,**
NCC Property Development.
- **Konsulent Lau Raffnsøe Markussen,**
Green Building Council Denmark.
- **Konsulent Mikael Koch,**
Danske Ark.
- **Informationschef Inge Ebbensgaard,**
FRI.
- **Projektleder Line Maj Aagreen,**
Bygherreforeningen.
- **Chefkonsulent Flemming Løkke Petersen,**
Dansk Industri.
- **Branchedirektør Per Thomas Dahl,**
Dansk Byggeri.
- **Konsulent, arkitekt Mette Mens Rasmussen,**
Dansk Byggeri.
- **Specialkonsulent Karsten Hjorth Hansen,**
Bygningsstyrelsen.
- **Fuldmægtig Niels Bøttger-Rasmussen,**
Bygningsstyrelsen.
- **Arkitekt Jan Henning Nielsen,**
Bygningsstyrelsen.
- **Chefkonsulent Michael Jacobsen,**
Styrelsen for Slotte og Kulturejendomme.
- **Chefkonsulent Karsten Gullach,**
Ministeriet for By, Bolig og Landskab.
- **Underdirektør Christian Hartmann,**
ATP Ejendomme.
- **Fuldmægtig Henrik Sørensen,**
Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse.
- **Planchef Mette Preisler,**
Rudersdal Kommune.
- **Projektleder Kristian Lindegaard Sørensen,**
Middelfart Kommune.
- **Specialkonsulent Jens Runge,**
Københavns Ejendomme.
- **Chefkonsulent Poul Heller Bunde,**
Region Hovedstaden.
- **Chefkonsulent Helle Lunde Obers,**
Region Hovedstaden.
- **Projektkonsulent Lone Nyholm Christensen,**
Region Hovedstaden.
- **Juridisk konsulent Marianne Kaae Nielsen,**
Region Hovedstaden.
- **Direktør Henrik Funch,**
Hfabc Pro.
- **Salgsdirektør John Sommer,**
MTHøjgaard.
- **Bæredygtighedskonsulent Juliane Münch,**
COWI.
- **Markedschef Annette Walter,**
COWI.
- **Kompetencechef Steffen Maagaard,**
MOE.
- **Arkitekt MAA Flemming C. Østergaard,**
Årstiderne Arkitekter P/S.
- **Innovationschef Morten Zimmermann,**
EKJ rådgivende ingeniører a/s.

Introduktion til LCC på bygninger

1. udgave, 2015

Udgiver

Energistyrelsen
Amaliegade 44
1256 København K
Tlf.: 33 92 67 00
Fax: 33 11 47 43
E-mail: ens@ens.dk
www.ens.dk

ISBN

978-87-93071-96-4

Redaktion

Energistyrelsen

Tekst og tegninger

Kim Haugbølle,
SBI/Aalborg Universitet

Foto

Energistyrelsen

Design

e-Types & e-Types Daily

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.