

---

Svein Bjørberg, Anders Larsen, Håkon Øiseth

# Livssyklus kostnader for bygninger

Innføring og prinsipper

Beslutningsprosessen

Kalkyleanvisning

Eksempler



---

Svein Bjørberg, Anders Larsen, Håkon Øiseth

## Livssyklus kostnader for bygninger

ISBN 82-91510-64-4

3. utg. mars 2007

RIF – Organisasjonen for rådgivere  
Essendrops gate 3  
Pb. 5491 Majorstuen  
0368 Oslo

Tlf. 22 85 35 70, Faks 22 85 35 71  
e-post [rif@rif.no](mailto:rif@rif.no)  
[www.rif.no](http://www.rif.no)

Norges Bygg- og Eiendomsforening  
Pb. 73, 1325 Lysaker

Tlf. 67 52 60 10, Faks 67 52 60 11  
e-post: [arne@tfsk.no](mailto:arne@tfsk.no)  
[www.nbef.no](http://www.nbef.no)

### Innholdsfortegnelse

Forord .....	3
1. Innledning .....	4
1.1 Bakgrunn og erfaringer .....	4
1.2 Statistiske data .....	4
2. Definisjoner og Beregningsmodell .....	6
2.1 Definisjoner .....	6
2.2 Beregningsmodell .....	8
3. Kostnadsoppstilling, NS 3454, Kontoplanen .....	9
4. Beslutningsprosessen .....	10
4.1 Fremgangsmåte .....	11
4.1.1 Oppgavebeskrivelse .....	12
4.1.2 Alternativer .....	12
4.1.3 Analyse av alternativer .....	13
4.1.4 Beslutningstagernes diskusjon .....	13
5. Kalkyleanvisning .....	14
5.1 Nivå 1: Grovtallsnivå .....	14
5.2 Nivå 2: Nøkkeltallsnivå .....	14
5.3 Nivå 3: Bygningsdelsnivå .....	14
6. Lov om offentlige anskaffelser .....	15
6.1 Bakgrunn .....	15
6.2 Mål bak kravet .....	15
6.3 Forberedende arbeider (program – skisse) .....	15
6.4 Forprosjekt .....	15
6.5 Detaljprosjekt .....	16
6.6 Byggefase .....	16
6.7 Overlevering .....	16
7. Verdibegrep – husleie .....	16
7.1 Verdibegrep .....	16
7.2 Husleieprinsipper .....	17
7.2.1 Kostnadsdekkende leie .....	17
8. Oppgradering eller vedlikehold? .....	17
9. Risiko og likviditet .....	17
10. Hvordan kan årskostnadene påvirkes? .....	18
10.1 Forvaltningskostnadene .....	18
10.1.1 Skatter og avgifter .....	19
10.1.2 Forsikring .....	19
10.1.3 Administrasjon .....	19
10.2 Driftskostnader .....	19
10.2.1 Løpende drift .....	19
10.2.2 Renhold .....	20
10.2.3 Energi .....	20
10.2.4 Vann og avløp .....	21

10.2.5	Renovasjon	21
10.2.6	Vakt og sikring	21
10.2.7	Utendørs	21
10.3	Vedlikeholdskostnader	21
10.3.1	Planlagt vedlikehold	22
10.3.2	Utskifting	22
10.4	Utviklingskostnader	23
11.	Levetid, tilpasningsdyktighet og funksjonalitet	23
12.	Beregningseksempler	25
12.1	Eksempel: Leie, kjøpe eller bygge	26
12.2	Eksempel: Valg av lettvegger	28
12.3	Eksempel: Drift og vedlikehold, valg av gulvbelegg	31
12.4	Eksempel: Driftskostnader, valg av ytterveggskonstruksjon	32
12.5	Eksempel: Kontorbygg nøkkeltall, nivå 2	34
14.	Vedlegg	37
14.1	Beregningsfaktorer	37
14.2	Vedlikeholdskostnader	39
14.3	Vedlikeholdsintervaller	39

### Forord

Store kostnader er forbundet med investeringer i nybygg, ombygninger, riving og årlig forvaltning drift og vedlikehold av bygninger. Det er viktig at mengden av ressurser forbundet med dette blir holdt så lavt som mulig sett helhetlig over bygningenes levetid, og at den ønskelige kvaliteten blir opprettholdt.

Livssyklus kostnader er summen av kapitalkostnad og alle kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling i brukstiden og restkostnad ved avhending.

Interessen for en bygnings livssyklus kostnader er økende. Mange ser nå betydningen av å vurdere investeringskostnadene i sammenheng med de etterfølgende kostnader ved bruk av bygningen - kostnader som påløper både årlig og periodisk for å opprettholde funksjonell og teknisk standard.

Analyse av livssyklus kostnader (ofte kalt LCC-analyser etter det engelske uttrykket "Life Cycle Cost), dvs "Livssyklus analyser", begynner nå å bli betraktet som nøkkelen til å oppnå bedre verdi av de investerte midlene. Ved hjelp av slike analyser kan man foreta konsekvensvurderinger av alternativer. Dette muliggjør valg av løsning som treffer den mest kostnadseffektive balansen mellom kapital- og driftskostnader og minimerer risikoen for tidlige feil og tap av funksjonalitet i bygget. Det er ikke et mål i seg selv å ha lavest mulig årskostnad, men de involverte parter skal kunne sette kostnadstall på konsekvensene av de valg som treffes.

Lov om offentlige anskaffelser krever i §6 at det skal tas hensyn til livssyklus kostnader ved planlegging av anskaffelsen samt de miljøkonsekvenser den har over samme tidsperiode.

Gjennom FoU-prosjektet "Verdiskapning gjennom utvikling av bygningsforvaltning" ledet av Multiconsult AS er det utviklet et nært samarbeide med eiendomsforvaltere, kommuner, fylker, organisasjoner, NTNU og internasjonale kontakter spesielt i Norden. FoU-prosjektet er støttet av Norges Forskningsråd, offentlige eiendomsforvaltere og Multiconsult. Denne veilederen er laget av Anders Larsen, Håkon Øiseth og Svein Bjørberg.

Oslo, mai 2003

Svein Bjørberg, Multiconsult

FoU-leder, professor

NBEF, RIF og Multiconsult ønsker å gjøre dette heftet tilgjengelig for flest mulig og har derfor besluttet at det legges ut til fri nedlasting på hjemmesiden til KoBE-programmet hos Bygningsteknisk Etat (BE) i tillegg til hos NBEF og RIF. I denne utgaven er levetidstabeller tatt ut.

Oslo mars 2007

Svein Bjørberg

## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn og erfaringer

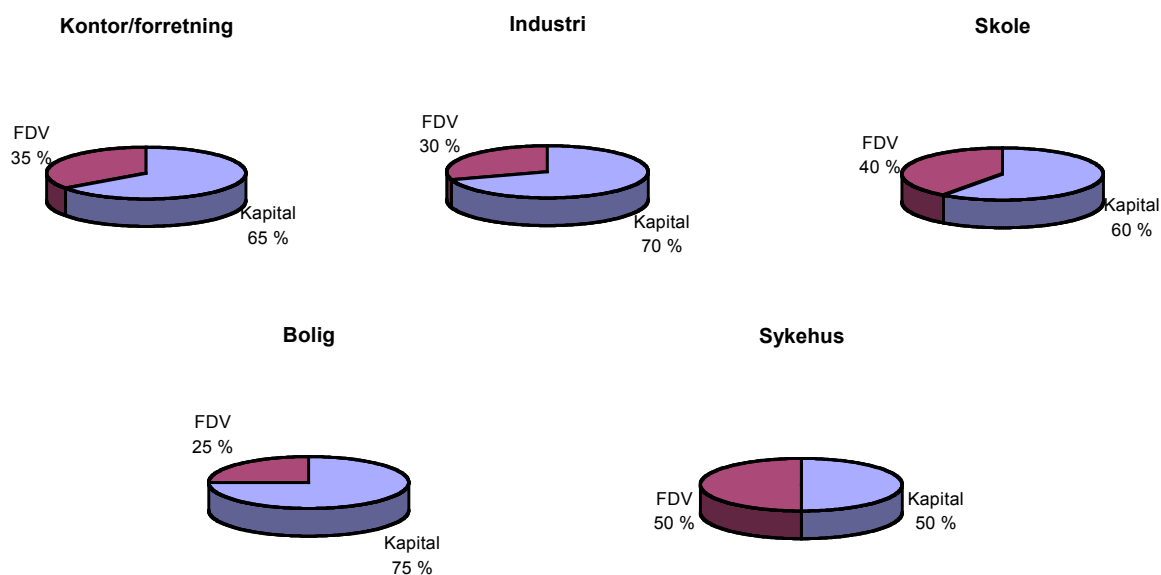
En analyse av livssyklus kostnader (LCC) omfatter alle investeringer i nær fremtid (kapitalkostnaden) sammenholdt med drifts- og vedlikeholdskostnader over et lengre tidsperspektiv. Det interessante og avgjørende spørsmål blir derfor hva som kan vinnes på driftsiden (FDVU, dvs **F**orvaltning, **D**rift, **V**edlikehold og **U**tskifting) mot utlegg på kapitalsiden. Livssyklus kostnader forbundet med ulike valg av løsninger, komponenter og materialer vil danne grunnlaget for en totaløkonomisk vurdering. Konseptet bak livssyklus - kostnadsanalyser er å danne et helhetlig bilde av et produkts livssyklus. Dette er i harmoni med filosofien bak Facility Management.

Det er ikke noe mål i seg selv å ha lavest mulig årskostnader (eller livssyklus kostnad), men det er et mål å synliggjøre årskostnader (eller livssyklus kostnader) for de valg man står overfor. De som prosjekterer og bygger skal synliggjøre kostnadskonsekvenser for de alternativ som foreligger, mens det er byggherrens rett til å velge hvilket alternativ han vil ha.

For en bygning kan det allerede i skissefasen settes opp forskjellige oversikter over drifts- og vedlikeholdskostnader ut fra ulike forutsetninger.

### 1.2 Statistiske data

Norge har en total bygningsmasse på ca. 325 mill m<sup>2</sup>, fordelt på boliger (210 mill m<sup>2</sup>) og yrkesbygg (115 mill m<sup>2</sup>). Antall bygninger er ca. 3,5 millioner, hvorav ca. 1,4 millioner boligbygg utgjør, ca. 0,35 millioner hytter/sommerhus og ca. 0,75 millioner næringsbygg. Over disse bygningers livsløp utgjør FDVU-kostnadene en stor andel av de totale kostnadene. I figur 1.1 er det angitt ca. FDV- kostnader i forhold til kapitalkostnader med 7% kalkylerente over 60 års levetid. U-kostnader er ikke medtatt da det pr dd ikke finnes godt nok nøkkeltallsmateriale for alle byggkategorier.



Figur 1.1: Fordeling av levetidskostnader på kapital og FDV (7% kalkylerente over 60 års horisont)

Ved en mer bevisst planlegging kan det oppnås store reduksjoner av de årlige kostnadene og dermed redusere de totale kostnadene over hele levetiden. Kapitaldelen vil da utgjøre en større del av "kaken".

I figur 1.2 er det illustrert hvordan FDV – kostnader for en kontorbygning kan fordele seg. Tallene representerer et snitt hentet fra erfaringstall. Ut fra dette ser vi at Drift (løpende drift, renhold og energi) utgjør 66% av FDV- kostnadene noe som tilsier at disse faktorene bør vektlegges ved en investering. Ved en mer detaljert vurdering av FDV – kostnadene ser vi at renhold og energi utgjør de største utgiftspostene.



Figur 1.2: Gjennomsnittlig fordeling av FDV- kostnader for en kontorbygning.

FDVU gjennom levetiden er forbundet med store kostnader i forhold til totalen, noe som viser at det også kan oppnås store besparelser ved bevisst planlegging. For en kontorbygning på for eksempel 2000 m<sup>2</sup> kan DV-kostnadene variere med inntil 300.000 kr. pr. år avhengig av bevisste valg og forutsetninger.

## 2. Definisjoner og Beregningsmodell

### 2.1 Definisjoner

ISO-standard 15686 Part 5 som er under utvikling, har definert begrepet "whole life costing" (kostnadsestimering for hele levetiden) på følgende måte (fritt oversatt):

*.....et verktøy til å evaluere kostnadsresultatet til bygningsarbeider, med mål om å gjøre det enklere å velge der det finnes flere alternativer som møter klientens krav og der disse alternativene fraviker fra hverandre, ikke bare i investeringskostnad, men også i de etterfølgende kostnader.*

Mange begreper kan være vanskelig å skille fra hverandre fordi de synes nokså like.

For lettere å forstå sammenhengen mellom de relevante kostnadsbegrepene som blir brukt er disse illustrert ved hjelp av figur 2.1.

Hovedkomponentene ved beregninger av levetidskostnaden består av

- Kapitalkostnader
- FDVU- kostnader
- renter
- brukstid
- restverdi ved brukstidens utløp.

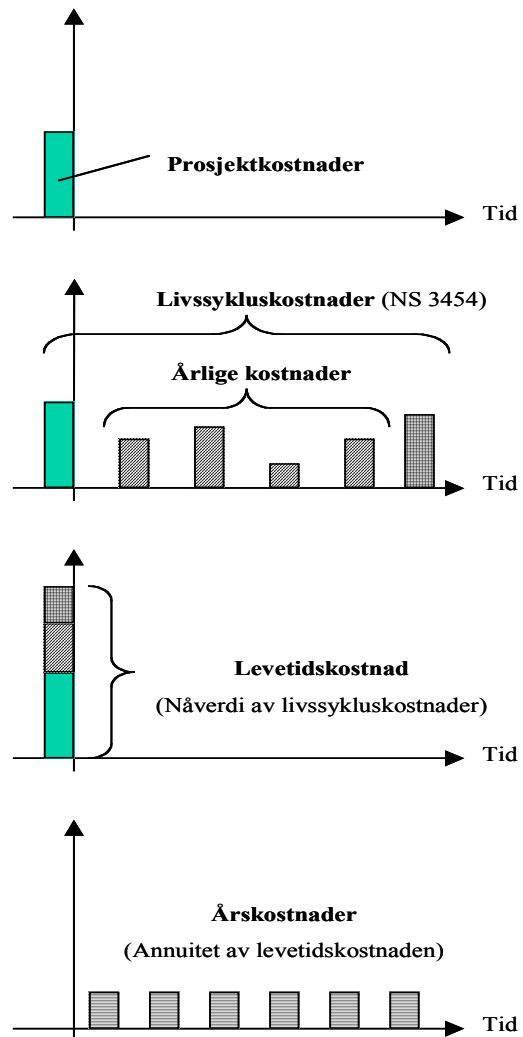


Fig 2.1: Sammenheng mellom begreper

*Prosjektkostnad*  $K_0$

Summen av samtlige investeringskostnader ved prosjektets ferdigstilling.

*Restkostnad*  $R_T$

Avhendingskostnad ved utgangen av brukstiden T for å rive/fjerne byggverket.

*Kapitalkostnad*  $N$

Prosjektkostnad fratrukket nåverdien av restverdi  $\rightarrow N = K - R$ . Når bygningen rives ved slutten av brukstiden, er  $N =$  summen av prosjektkostnad og restkostnad.



<i>Forvaltningskostnader F</i>	Kostnader som påløper bygningen uansett om den er i drift eller ikke. Dette er kommunale skatter og avgifter, forsikringer og administrasjon.
<i>Driftskostnader D</i>	Kostnader til løpende drift, renhold, vakt, sikring, energi. (Omfatter også løpende vedlikehold, skade og hærverk)
<i>Vedlikeholdskostnader V</i>	Med vedlikeholdskostnader menes kostnader som er nødvendige for å opprettholde bygningen og de tekniske installasjoner på et fastsatt kvalitetsnivå, og dermed gjøre det mulig å bruke bygningen til sitt tiltenkte formål innenfor en gitt brukstid. Kostnader som skal dekke standardheving skal betraktes som en investering og inngår i utviklingskostnadene.
<i>Utviklingskostnader U</i>	Med utvikling menes løpende, mindre ombygginger som følge av omorganisering, nytt utstyr, nye krav fra myndigheter samt standardheving ut fra utgangspunktet
<i>Servicekostnader S</i>	Kostnader for de aktiviteter som ikke er FDVU men nødvendig for at virksomheten i bygget skal foregå mest mulig effektivt. Dette er post, bibliotek, kantine, flytting, møblering, IT-tjenester, sentralbord etc
<i>Potensialet P</i>	Kostnader til større ombygginger som følge av bruksendring, tilpasning til gjeldende krav og forskrifter, etc. Denne posten er å betrakte som en strategisk post for planlegging og budsjettering, dvs en fremtidig kapitalkostnad. Ved effektivering av arbeidene vil kostnaden inngå som del av kapitalkostnaden.
<i>Brukstid T</i>	Det antall år bygningen blir brukt eller planlegges brukt til samme formål. Vesentlige bruksendringer og/eller ombygginger betraktes som et nytt prosjekt.
<i>Levetid</i>	Det må skjelnes mellom:
<i>Estetisk levetid</i>	Den tid en bygningsdel oppfyller sitt estetiske krav.
<i>Funksjonell levetid</i>	Den tiden bygningen/bygningsdelen oppfyller sine funksjonelle og tekniske krav.
<i>Økonomisk levetid</i>	Den tiden bygningen/bygningsdelen kan utnyttes uten at det er økonomisk å rive, bygge om eller skifte ut.  Levetiden påvirkes av materialtekniske egenskaper, design (utdeltaljing materialvalg), utførelse (håndverksmessig standard), påkjenninger (klima/bruk) og vedlikehold (forebyggende)
<i>Faste priser</i>	Pengeverdien knyttet til en bestemt dato. Omregning fra løpende priser til faste priser gjøres ved en prisindeks som angis i beregningene. Historiske kostnader justeres frem med prisindeks, mens fremtidige kostnader angis direkte i faste priser.
<i>Realrente r</i>	Relativ avkastning av kapital når avkastningen regnes i samme pengeverdi som kapitalbeløpet, dvs. differansen mellom nominell rente og inflasjon. Realrenten uttrykker avkastningen av beste alternative bruk av ressursene som bindes i bygningskapital.

<i>Nominell rente <math>r_n</math></i>	Relativ avkastning på kapital når avkastningen regnes i løpende verdi, og kapitalbeløpet regnes i nominell historisk verdi.
<i>Nåverdi</i>	Den sum som i dag settes til forrentning, for at man på et nærmere angitt tidspunkt skal ha det beløpet som forfaller til betaling. Nåverdien regnes ut ved å multiplisere det fremtidige beløp med en faktor som kalles diskonteringsfaktoren.
<i>Diskonteringsfaktor</i>	Nåverdien av en krone innbetalt i slutten av år $n$ .
<i>Livssyklus kostnad</i>	Alle kostnader som inntreffer over levetiden (evt brukstiden)
<i>Levetidskostnader LK</i>	Summen av kapitalkostnad og nåverdien av alle kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) i levetiden (evt brukstiden), dvs neddiskontert verdi av livssyklus kostnaden.
<i>Årskostnad ÅK</i>	Summen av årskostnadene til kapital og FDVU. Årskostnaden beregnes ved å multiplisere levetidskostnaden med annuitetsfaktoren.
<i>Annuitetsfaktor</i>	Den faktor en må multiplisere levetidskostnaden med for å få like årlige beløp over brukstiden. Annuitetsfaktor er kun avhengig av rente og brukstid.

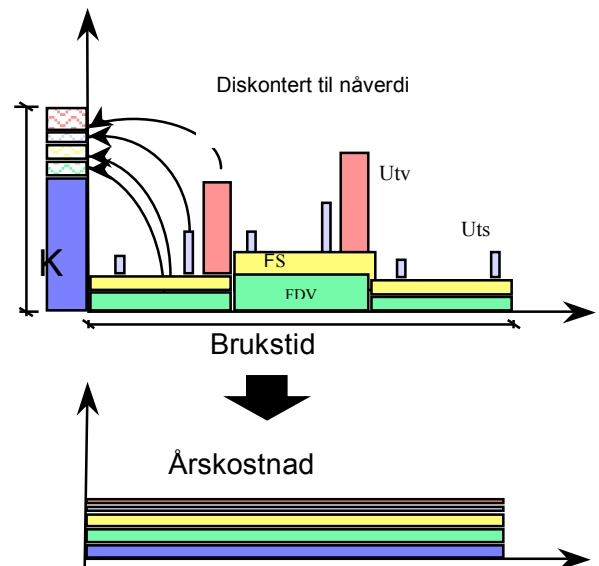
## 2.2 Beregningsmodell

For å beregne årskostnaden må en gå veien om levetidskostnaden, dvs nåverdien av de forventede årlige kostnadene gjennom bygningens levetid, evt brukstid. Eventuelt neddiskontert restverdi trekkes fra levetidskostnaden.

Årskostnaden fås så ved å legge levetidskostnaden ut som en annuitet over den samme tidshorizonten. Det er det beløpet som må settes av hvert år for å dekke renter og avskrivninger på kapitalen pluss de årlige FDVU-kostnader.

Fremtidig kroneverdi er sannsynligvis lavere enn dagens kroneverdi. Derfor må alle beløp føres til samme tidspunkt. Det er kronenverdien på dette tidspunkt som er grunnlag for sammenligningen av alternativer i faste priser. Denne omregningen til ett tidspunkt kalles diskontering.

Diskonteringsfaktoren er basert på realrenten som representerer prisen på å låne eller låne ut penger. Når man har funnet en total nåverdi sum for alle fremtidige kostnader, er det mulig å fordele disse likt på hvert enkelt år gjennom resten av levetiden dvs få en årskostnad, slik som figur 2.3 viser.



Figur 2.3: Levetidskostnaden lagt ut som annuitet blir årskostnaden

Levetidskostnaden omfatter verdien av prosjektkostnad ( $K_0$ ) + neddiskontert verdi av kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) for å opprettholde teknisk og funksjonell standard ± neddiskontert verdi av eventuell restverdi/rivningskostnad ( $R$ ). Renten ( $r$ ) er renten av binding av kapital, dvs. avkall på avkastning ved alternativ investering. Alle kostnadsvariable måles på tidspunkter ( $t$ ) gjennom brukstiden ( $T$ ). Brukstiden ( $T$ ) er også bindingsverdien av kapitalen og tidshorisonen frem til salg/eventuell rivning som gir enten en netto salgsverdi av bygningen ( $R$  er positiv) eller rivningskostnad ( $R$  er negativ)

I henhold til NS 3454, /2/, uttrykkes levetidskostnaden  $K$  som:

$$(1) \quad K = K_0 + \sum_{t=1}^T [(1+r)^{-t} \cdot FDVU_t] - R(1+r)^{-T}$$

Ved å multiplisere levetidskostnaden ( $K$ ) med annuitetsfaktoren ( $b$ ) får vi årskostnaden ( $\text{ÅK}$ )

$$(2) \quad \text{ÅK} = b \times K \quad \text{der} \quad b = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$$

Årskostnaden er et uttrykk for de gjennomsnittlige årlige kostnader inkludert renter og avskrivninger av kapitalen som påløper bygningen.

Årskostnaden er forskjellig fra de årlige kostnader fordi de periodiske tiltakene varierer fra år til år.

### 3. Kostnadsoppstilling, NS 3454, Kontoplanen

Norsk standard NS 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk, prinsipper og struktur" fastlegger hovedposter for livssyklus kostnader, årlige kostnader, levetidskostnad og årskostnader og klargjør forholdet mellom disse (kfr fig 2.1). Dette gir mulighet for registrering av erfaringstall og oppbygging av nøkkeltall. Da blir det mulig å sammenligne byggverk (benchmarking).

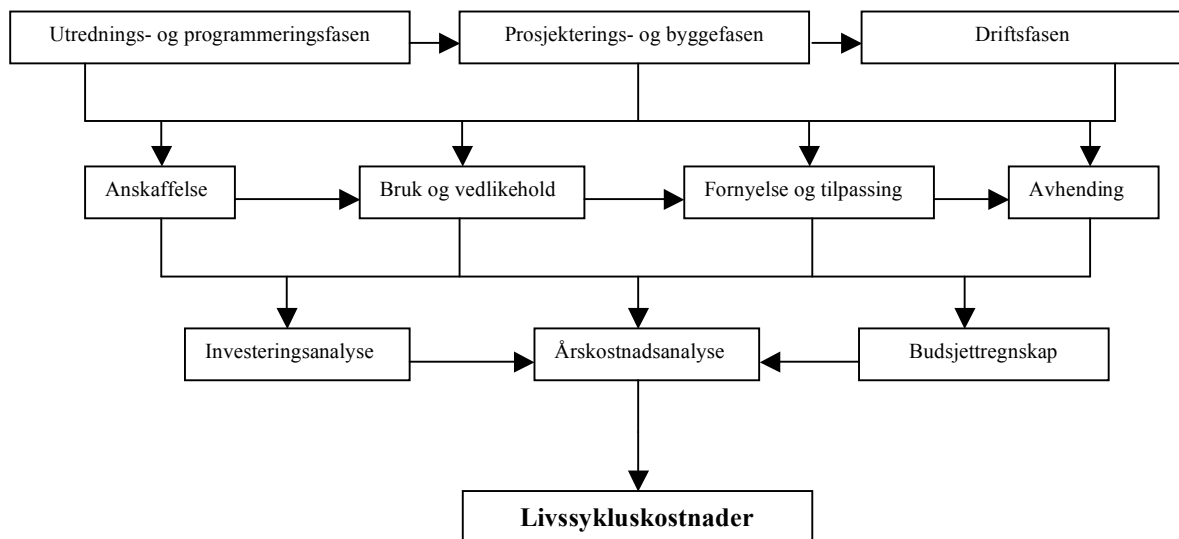
Standarden gjelder alle typer byggeprosjekter og bygningsdeler. Den er et hjelpemiddel ved programmering, prosjektering og forvaltning, drift, vedlikehold, utvikling (FDVU). En standard kontoplan for føring av kostnader synliggjør utgiftene knyttet til egen virksomhet i relevante kostnadsposter. Hovedpostene i kostnadsoppstillingen er

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| 1. Kapitalkostnader      | investeringen, restverdi ved salg, riving   |
| 2. Forvaltningskostnader | offentlige avgifter, forsikringer, administrasjon, dvs det koster selv om vi ikke bruker bygget                         |
| 3. Driftskostnader       | løpende drift, ettersyn, energi, renhold, dvs det daglige, ukentlige, månedlige som skal til for at bygget skal fungere |
| 4. Vedlikeholdskostnader | periodisk vedlikehold og utskiftninger, dvs det vi kan definere som prosjekter for å opprettholde funksjon              |

5. Utviklingskostnader      endringer i bygget som følge av endringer i virksomhet, offentlige pålegg og standardheving
6. Ledig                      Kan f.eks benyttes til avbruddskostnader, dvs de tap virksomheten i bygget lider dersom aktiviteter eller tekniske FDV -anlegg svikter.
7. Service/Støttekostnad til kjernebedriften      kantine, resepsjon, IT, etc., dvs kostnader som ikke er hovedvirksomheten i bygget eller FDVU
8. Potensial i eiendom      strategiske analyser for "utvikling" av hele eiendommen. Blir kapitalkostnad når tiltaket effektueres
9. Ledig

### 4. Beslutningsprosessen

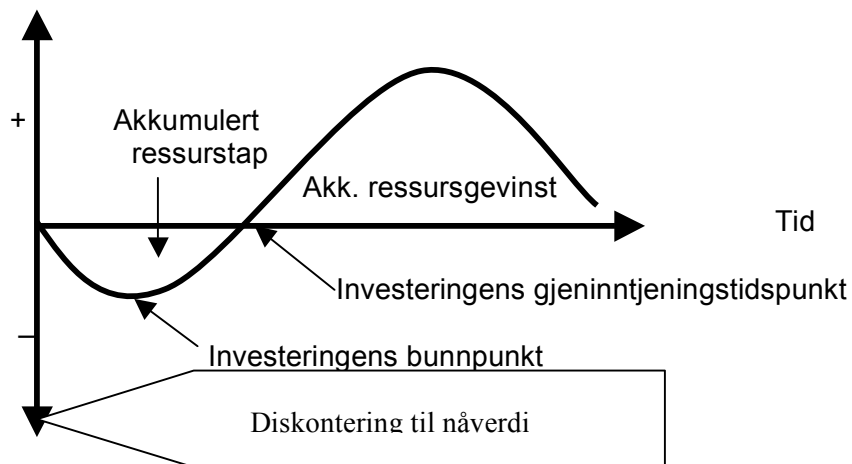
Investeringsanalyser, livssyklus- og årskostnadsberegninger er metoder som benyttes i forskjellige faser i en beslutningsprosess. Prosjekteringsfasen omfatter skisseprosjekt til detaljprosjekt, dvs. beregningene må utføres på forskjellige detaljeringsnivåer. Figur 4.1. illustrerer bruk av slike metoder på ulike nivåer i beslutningsprosessen.



Figur 4.1 Bruk av kostnadsanalyser

En investeringsanalyse foretas i utredningsfasen og er en summering av alle inntekter mot alle kostnader som er forbundet med investeringen. Investeringsanalysen viser om prosjektet gir overskudd eller underskudd. For å vurdere investeringens verdi benyttes fire måter innenfor generell prosjektøkonomi (Mer effektivt prosjektarbeid. Jessen SA, Tano Aschehoug, 2000.)

- Beregning av investeringens totale lønnsomhet (nåverdi\*)
- Beregning av investeringens gjeninntjeningstidspunkt
- Beregning av investeringens maksimale ressursbelastning
- Beregning av investeringens rentabilitet.



Figur 4.2. Illustrasjon av investeringsanalyser (ref. Jessen, 2000)

En investeringsanalyse kan derfor benyttes som grunnlag for en beslutning om å gjennomføre ett byggeprosjekt. Videre kan den danne grunnlag for årskostnadsanalyser og LCC - analyser.

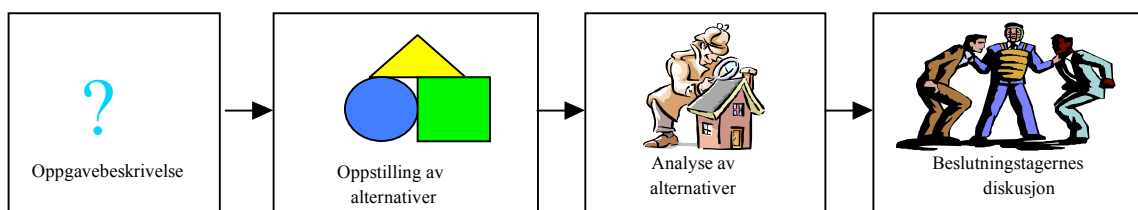
Livssyklus kostnader omfatter prosjektkostnad, årlige kostnader for alle årene i livssyklusen og restkostnad (riving inkludert borttransport og deponi). Alle livssyklus kostnadene neddiskontert til nåverdi gir levetidskostnaden. Årskostnaden er levetidskostnaden lagt ut som annuitet over den samme tidsperioden.

Årskostnader og levetidskostnader kan benyttes som grunnlag for alternative prosjekter/løsninger, eller som grunnlag for valg av alternative materialer og komponenter. Det er også nyttig å foreta i driftsfasen som grunnlag for eventuelle beslutninger om driftsendringer for å synliggjøre driftsbesparelser som del av forbedringsprosesser.

#### 4.1 Fremgangsmåte

Når man skal foreta en analyse av livssyklus kostnader, er man nødt til å se problemstillingen fra forskjellige vinkler slik at man videre kan se for seg forskjellige løsninger. Lov om offentlige anskaffelser krever at de forskjellige involverte partene i et prosjekt tar hensyn til levetidskostnadene. En helhetlig planlegging krever også at de prosjekterende tar ansvar for kostnader gjennom levetiden.

Beslutningsprosessen kan oppdeles i fire faser som illustrert i figur 4.3.



Figur 4.3: Beslutningsprosessen

### 4.1.1 Oppgavebeskrivelse

I beskrivelse av oppgaven må følgende spørsmål besvares:

- Hva er oppgaven? Det kan være vurdering av alternative totale prosjekter, valg av alternative bygningsdeler, forbedringsprosesser oa.
- Hvor stor er oppgaven? Sett i forhold til andre oppgaver ved prosjektet, og dens ? betydning
- Hva vil man oppnå? Det kan være synliggjøring av konsekvenser, få frem beslutningsunderlag, innpill til husleieavtale oa.
- Skal rådgiver kontaktes? Kompleksiteten kan innebære at ekstern rådgiver kan være påkrevet sett i relasjon til egen kompetanse.
- Bør en langsiktig helhetsplan utarbeides? Det kan være hensiktsmessig for synliggjøring av kommende kostnader, dvs langtidsbudsjett for FDVU-kostnader.
- Hva er maksimal budsjetttramme? Dette betyr synliggjøring og erkjennelse av hvor mye man har mulighet til å bruke av ressurser.

### 4.1.2 Alternativer

Det er ofte lurt å få en ekstern rådgivers forslag til hvilke alternative løsninger som kan løse oppgaven. Før man kontakter rådgiveren, bør man selv ha en mening om mulige alternativer. Videre, eventuelt i samarbeid med rådgiveren, skal man finne svar på spørsmål som:

- Hvilke materialer ønsker man? Kan bety mye for hvilken "image" en ønsker å eksponere, for eksempel i fasader, representative arealer qa.
- Hva er tidshorisonten? Her må en ta stilling til hvilken tidshorisont en ønsker lagt til grunn for kalkylen. Fasader må ses over lang tid mens en innredning ofte ses over kort tid, særlig i virksomheter med hyppige endringer.
- Hvilke opplysninger foreligger om levetider, garantier, vedlikehold, miljøforhold, tilskuddsordninger og driftsdata? Dette er opplysninger som må fremskaffes eller antas da de er nødvendige for selve kalkylen.

Når så alle data en ønsker å benytte er fremkommet, kan selve analysearbeidet gjennomføres.

### 4.1.3 Analyse av alternativer

Nå skal alternativene analyseres og tekniske og kostnadmessige konsekvenser vurderes. Prosjektkostnadene skal analyseres og sammenlignes med de fremtidige kostnader som vil følge investeringen. Hvert av de foreslåtte alternativene skal analyseres og sammenlignes med tanke på følgende punkter:

- Investeringsskostnad Kalkuleres på vanlig måte og med den nøyaktighet som formålet tilsier. For bygningsdeler og komponenter er det som regel greit, men for hele byggverk vil det være noe risiko avhengig av hvor i planprosessen man er.
- FDVU – kostnad Nøkkeltall eller levetider / frekvenser samt valg av kalkylerente
- Konsekvenser for totale årskostnader De totale årskostnader vil gjenspeile kostnadsdekkende husleie som må inn for å benytte arealene.
- Anvendte driftsdata i beregningene Dette omfatter alle data omkring ressursbruk dvs energi, vann, søppel samt omfang av driftspersonale.
- Risiko og eventuelle garantier Følsomhetsanalyse av inngangsdata slik at en kan bedømme risiko i kalkylen. Garantier på aktuelle produkter så vel på kalkylen kan ha betydning.

Analysen av alternativene kan variere betraktelig fordi det for noen bygningsdeler eksisterer nøkkeltall for økonomi og levetid, mens det i andre tilfelle vil være manglende eller foreldede data. Dersom nødvendige nøkkeltall eller sammenligningsgrunnlag er mangelfullt, bør man basere sin beslutning på en kombinasjon av

- rådgivererfaring
- opplysninger og garantier fra leverandører
- egne opplysninger og erfaringer
- relevant og kvalifisert skjønn
- og ikke minst sunn fornuft !!!!!!!!!!!!!

### 4.1.4 Beslutningstagernes diskusjon

En viktig del av beslutningsprosessen er beslutningstagernes diskusjon av forskjellige alternativer og konsekvensen for den samlede kostnad. Her bør man ikke la seg stanse av manglende mulighet for å beregne alle detaljer. Det vil ofte være mulig å fremlegge realistiske prisoverslag og konsekvensberegninger for de kommende års samlede kapitalkostnader og FDVU– kostnader. Denne diskusjonen kan for eksempel dreie seg om:

- fordeler og ulemper ved de forskjellige alternativer (miljø, attraktivitet etc)
- finansiering av investeringer (egenkapital, fremmed kapital)
- gjennomføring av prosjektet (tidshorisont, forstyrrelser etc)
- hvordan kostnadene skal fordeles (mellom eier og bruker)
- oppstilling av plan for FDVU (forventet budsjett)

Resultat av diskusjonen vil resultere i et valg som er påvirket av de enkelte beslutningstagernes interesser og følgelig utgjøre den beste løsningen sett fra et samlet synspunkt. Noen forhold vil være vanskelig å vurdere den økonomiske

konsekvensen av, men gjennom diskusjon kan man synliggjøre de forhold som vil bli berørt av de forskjellige alternativene. Lover, miljø og estetikk er eksempler på hva som kan være bestemmende faktorer hvor en totaløkonomisk analyse kan hjelpe til å anslå økonomiske konsekvenser.

### 5. Kalkyleanvisning

Kalkyler gjøres på flere nivåer avhengig av i hvilken fase av prosjektet en befinner seg. Likeledes vil detaljeringsgrad og informasjon som er tilgjengelig, være bestemmende. Hovedprinsippet for nivå på beregning av årskostnader er tilsvarende detaljeringsgrad som en benytter ved beregning av prosjektkostnaden.

Eksempler på kalkyler er vist i kapittel 12.

#### 5.1 Nivå 1: Grovtallsnivå

Dette nivå brukes helt innledningsvis, dvs en vet stort sett bare hva som skal bygges, brutto areal etc. På basis av anslått entreprisekostnad kan total FDV-kostnad anslås.

Nivå 1 blir nå lite brukt fordi man har fått bedre nøkkeltall på tosiffer nivå iht kontooppstillingen i NS 3454. Investeringsanslaget og FDV.anslaget vil til sammen gi antatt levetidskostnad. For å få årskostnaden legges antatt levetidskostnad ut som annuitet med vedtatt tidshorisont og kalkylerente.

#### 5.2 Nivå 2: Nøkkeltallsnivå

Benyttes også innledningsvis, men en bør vite litt mer om kvalitet, materialbruk, omfang av tekniske anlegg, energiløsninger etc. Dette gir grunnlag for tosiffernivå på FDVU-kostnadene.

Nivå 2 gir et godt bilde av fremtidig FDVU-kostnad. Nøkkeltall på tosiffer nivå finnes tilgjengelig fra flere kilder. Noen store byggforvaltere opererer med egne nøkkeltall, mens andre benytter de som finnes tilgjengelig. Sammen med FDVU-tallene må investeringskostnaden tas med over en vedtatt tidshorisont og kalkylerente for å få den totale årskostnad.

#### 5.3 Nivå 3: Bygningsdelsnivå

Dette er det mest detaljerte nivået hvor alle mengder etc er kjent. Benyttes i prosjektering, bygging og drift. Kalkylen forutsetter at hver bygningsdel har kjent investering, frekvenser for levetid og vedlikehold. For ressursforbruk kalkuleres som for nivå 2 eller basert på grundig energianalyse etc.

Nivå 3 gir et detaljert bilde av konsekvensene av investeringen totalt og for de enkelte bygningsdeler etc. Når mengdeberegningen er delt opp på en driftsmessig god måte (etasjer, avsnitt, bygninger etc), får man et forventet kostnadsbilde over tid, dvs et FDVU-budsjett.



## 6. Lov om offentlige anskaffelser

### 6.1 Bakgrunn

I § 6 står det at "**det skal tas hensyn til livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen**". Dette er fulgt opp i Forskrift til loven, §5-1 og 11.4 Krav til konkurransegrunnlaget "Ved utforming av kravene skal det legges vekt på livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen".

Statsbygg stilte allerede i september 1998 krav til de prosjekterende om at de skal beregne FDV-kostnadene i tillegg til prosjektkostnaden. Regnearkmodellen er senere videreutviklet til FDVU-kostnader og omfatter nå en komplett LCC-beregning fra de prosjekterende.

### 6.2 Mål bak kravet

Begrepet "*Bærekraftig Utvikling*", betyr også "*Bærekraftig Bygging*". Byggverk skal fungere optimalt for sin virksomhet over tid med optimalt ressursforbruk og miljøkonsekvenser (kostnader, energi, negativiteter).

### 6.3 Forberedende arbeider (program – skisse)

I den innledende fasen estimeres prosjektkostnad, dvs her kan vi estimere FDVU-kostnad med samme nøyaktighetsgrad som for prosjektkostnaden. For å synliggjøre Livssyklus kostnaden, må vi også ta stilling til **Levetidskategori** for byggverket.

Målet er å vise konsekvensene av investeringen. For eksempel kan politikerne se hva de forplikter seg til av FDVU-kostnader når de vedtar og bevilger midler til nye prosjekter (også ombyggingsprosjekter).

Om investerings- og FDVU-kostnadene videreføres på produksjonsenheter (arbeidsplasser, elever etc), kan en også synliggjøre konsekvenser ved alternative prosjektvalg.

Underlag for å gjøre estimater i denne fasen er nøkkeltall på tosifret nivå. Evt kan det estimeres iht nivå 1 (kfr kap 5.1) med basis i prosjektkostnaden.

Levetidskategori kan hentes fra ISO 15686 "Service Life Planning" Part 1 (kfr tabell 9.1 i kap 9). I tillegg bør det fastlegges hvilken grad av tilpasningsdyktighet byggverket skal ha (grad 0 betyr maksimal f.eks. sykehus, grad 3 betyr ingen, for eksempel opera).

Miljøregnskap (ved hjelp av grove nøkkeltall) bør gjennomføres. Videre bør prinsippene i "Miljøriktig prosjektering" følges opp. Dette betyr at en allerede på dette stadium skal klargjøre de viktigste miljøaspektene ved prosjektet både når det gjelder ressursforbruk, forhold til omgivelsene og brukerne.

### 6.4 Forprosjekt

Til forprosjekt krever Statsbygg kalkyle av FDVU-kostnadene iht sitt regneark-program. Sett i forhold til nivåene i kap 5, er dette programmet en forenklet nivå 3-kalkyle. Når investeringskostnadene kalkuleres med basis i mengder, bør det settes opp en fullstendig nivå 3-kalkyle. Antatte frekvenser for vedlikehold og levetider finnes i NBI's detaljblader.

Statsbyggs mål er å få frem underlag til en "kostnadsdekkende husleie", mens en fullstendig nivå 3-kalkyle gir et fremtidig FDVU-budsjett.

Det bør også settes opp et miljøregnskap, spesielt med tanke på synliggjøring av miljøgodhet mht oppnådde faktorer (kfr faktor 4- og faktor 10-målsettingen i ØkoBygg-rapport Factors 4 and 10 in the Nordic Countries).

### 6.5 Detaljprosjekt

Det skal gjennomføres alternativskalkyler for material- og komponentvalg i det omfang det er naturlig å vurdere. Nivå 3 (iht kap 5) bør være riktig nivå. Dette betyr at endelige valg har en klar forankring også i det totaløkonomiske aspekt. Detaljkalkyler kan også omfatte vurderinger om en skal satse på egne ansatte til ulike formål innen løpende drift (hovedkonto 3) eller benytte serviceavtaler med eksterne.

Det bør også redegjøres for hvordan man har løst kravene til fleksibilitet, generalitet og elastisitet iht grad av tilpasningsdyktighet som beskrevet kap 11

Det bør redegjøres om miljøvalg og hensyn som er tatt med tanke på ombruk, gjenbruk og gjenvinning.

### 6.6 Byggefasen

Prosjektleder/prosjekterende skal påse at det leveres FDVU-dokumentasjon fra de utførende entreprenører og leverandører. De skal også sammenstille sin egen dokumentasjon, samt påse at byggherren ferdigstiller sin del.

Ved innspill fra entreprenører og leverandører om alternative valg skal prosjektleder/prosjekterende påse at det medfølger livsløpskalkyle på nivå 3. En kalkyle på dette nivå vil også gi bedre grunnlag for dimensjonering av byggets drift.

### 6.7 Overlevering

Ved overlevering av bygget skal livsløpskalkylen på nivå 3 ajourføres i forhold til hva som er bygget. Dette vil gi forvaltningsansvarlig av bygget et forventet FDVU-budsjett. Dette gir grunnlag for oppfølging og avvikshåndtering i bruksfasen.

Forvaltningsansvarlig bør også oppfordres til å følge opp FDVU-regnskap slik at det kan etableres nøkkeltall for bygget over tid. Dette vil bidra til forbedringsprosesser.

## 7. Verdibegrep – husleie

For å få en bedre forståelse av mulige fremtidige inntekter og utgifter er det viktig å forstå verdibegrepene som blir lagt til grunn for beregningene. Hvilken verdi har investeringen nå og i fremtiden dvs. hva kan legges til grunn for fastsettelse av husleie og eventuelt salg i fremtiden.

### 7.1 Verdibegrep

Følgende verdibegrep er av interesse

- Nybyggverdi                      Verdien av et bygg ved overtagelse
- Gjenanskaffelsesverdi        Nybyggverdi med fradrag for slitasje
- Teknisk verdi                    Nybyggverdi med fradrag for oppgradering. Ofte blir teknisk verdi og gjenanskaffelsesverdi betraktet som det samme.

- Nedskrevet verdi Regnskapsmessig nedskrivning pga alder.
- Panteverdi % del av teknisk verdi (pantegivers risikovurdering)
- Markedsverdi Det markedet er villig til å betale. Dette kan være over eller under teknisk verdi.
- Avkastningsverdi Nåverdi av netto inntekter dvs kontantstrøm (inn-ut) justert for inntektsutvikling/kostnadsutvikling.

### 7.2 Husleieprinsipper

Hensikten av å innføre internhusleie for eiendommer tilhørende en organisasjon kan kort oppsummeres i følgende punkt:

- Rolleavklaring
- Økt brukerpåvirkning
- Bedre arealeffektivitet
- Synliggjøring av kostnader

Det finnes flere modeller for fastsettelse av internhusleie. Kostnadsdekkende husleie er relevant der det ikke finnes noe marked for eiendommen. Dette gjelder gjerne "formålsbygg" som sykehus, barnehager og lignende. LCC – beregninger er nøkkelen for fastsettelse av kostnadsdekkende leie.

#### 7.2.1 Kostnadsdekkende leie

Kostnadsdekkende husleie er det beløpet som kreves for å betjene kapitalkostnader, samt FDV-kostnader for å opprettholde bygningens kvalitetsnivå over en gitt betraktningstid. Kapitalkostnadene baseres i dette tilfellet på investeringen i bygget (evt teknisk verdi av et eksisterende bygg).

Ved totaløkonomiske beregninger vil ofte investeringen ha en verdi også ved tidspunktet for enden av livsløpsberegningene. Denne verdien kan ha både negativt og positivt fortegn alt ettersom det dreier seg om avhendingskostnad eller salg ved periodens slutt.

## 8. Oppgradering eller vedlikehold?

Det er regnskapsmessig skille mellom hva som defineres som vedlikehold og hva som defineres som oppgradering etter norsk lovgivning. Oppgraderinger vil etter regnskapsmessige regler heve verdien på bygningen og denne verdiøkningen må aktiveres i regnskapet. Dersom investeringen kan defineres som vedlikehold vil dette på den annen side betraktes som en utbedring av vedlikeholdsetterslep og den regnskapsmessige verdien på bygget vil ikke øke. Vedlikehold trenger ikke å aktiveres i regnskapet og avgiftene blir mindre.

## 9. Risiko og likviditet

Grunnlaget for investeringskalkulasjonene kan ha stor usikkerhet knyttet til seg. Noen av disse usikkerhetene kan bl.a. være:

- prisutvikling Kalkylerenten som benyttes ved neddiskontering til nåverdi er en tilnærmet differanse mellom lånerente og prisstigning.

- FDVU-kostnader  
Lånerenten er som regel kjent, mens prisstigning må antas. Disse vil avhenge av kvaliteten på alle variable input-data. Likeledes bruksbelastning og brukers ambisjonsnivå. på byggets estetikk etc
- teknologisk utvikling  
Utviklingen kan føre til endrede krav på byggets planløsning og tekniske utrustning. Dette kan gi utslag i hurtige behov for endringer, dvs utvikling av bygget som igjen kan gi uforutsette kostnader.
- levetid  
Levetiden på en bygningsdel påvirkes av materialtekniske egenskaper, design (utdeltaljing materialvalg), utførelse (håndverksmessig standard), påkjenninger (klima/bruk) og vedlikehold (forebyggende). Levetid på bygningen vil avhenge av etterspørsel og tilpasningsdyktighet
- forventede og faktiske besparelser  
Forventninger om besparelser er som oftest forankret i en rekke antatte parametere. Om disse ikke er innenfor rimelig sikkerhet kan de faktiske besparelser bli mindre evt bli negative.

Totalt sett er det mange usikkerheter men det er viktig å legge vekt på de faktorer som har størst utslag. For eksempel gir variasjon i kalkylerente større utslag en variasjon i levetid. Det vil derfor alltid være riktig å gjennomføre en følsomhetsanalyse, dvs endre noen av parametrene for så å se hvilke utslag dette gjør.

For å begrense den totale risikoen kan det benyttes en såkalt trinnvis kalkulasjon og spredningsberegninger der innsatsen med å begrense usikkerheten konsentreres om de deler av kalkulasjonen der usikkerheten og konsekvensen er størst.

## 10. Hvordan kan årskostnadene påvirkes?

Årskostnadskalkyler som konsekvens av valg kan man lære seg å gjennomføre. Men det er like viktig å kunne se hvor og når man har mulighet til å påvirke. Kapitalkostnaden, dvs investeringen, påvirkes av areal og bygningsform, valg av konstruksjoner, materialer, omfang av tekniske installasjoner samt grad av tilpasningsdyktighet. Mye kan gjøres med tilpasningsdyktighet gjennom å avklare detaljer uten at det nødvendigvis høyner kostnadene.

Størst utslag gjør arealbruken pr produksjonsenhet i bygget, dvs pr arbeidsplass, skoleelev, sengeplass oa Derfor betyr arealeffektivitet mye for både investeringen, FDVU-kostnadene og derved totaløkonomien.

Den største påvirkningsmuligheten ligger i planleggings- og prosjekteringsfasen, dernest ved oppfølging i byggefasen, samt etterprøving og aktiv holdning i bruksfasen.

### 10.1 Forvaltningskostnadene

### 10.1.1 Skatter og avgifter

Skatter og avgifter varierer sterkt fra kommune til kommune. Eiendomsskatten baseres på skattetakst som tar utgangspunkt i tilstanden pr 1. januar, i praksis hvor gammelt bygget er. Opplysninger om eiendomsskatt fås hos det lokale ligningskontor.

Avgifter omfattet tidligere vann- og kloakk- samt feieravgift som faste årlige kommunale avgifter. I dag er det stort sett feieravgiften igjen som avregnes i forhold til antall pipeløp og lengde. Noen kommuner har også søppelavgift, men de fleste kommuner har gått over til faktura etter faktisk forbruk. Derfor er disse postene nå å finne i under hovedkonto "Driftskostnader". Hvordan det er i aktuell kommune må sjekkes.

### 10.1.2 Forsikring

Forsikring varierer med byggets verdi, risiko (brannklasse), lokalisering (risikosone) etc samt hvilke forhold en vil forsikre seg mot. Forsikring utgjør 1 – 3 promille av prosjektkostnaden.

Premien kan reduseres ved

- forhøyet egenandel. Kan gi opp mot 15 % rabatt.
- installasjon av ulike beskyttelsesordninger ut over det som er krav, dvs sprinkler / alarmanlegg.
- å se forsikring av innbo. Løsøre, lagervarer etc i sammenheng med byggets forsikring. For eksempel kan sprinkler i et lagerbygg (hvor det ikke er påkrevet) gi forsikringsreduksjon som kan forsvare tilleggsinvesteringen,
- god tilgjengelighet for brannvesenet.

### 10.1.3 Administrasjon

Denne posten har man liten påvirkning på.

## 10.2 Driftskostnader

### 10.2.1 Løpende drift

Posten skal dekke daglig drift og ettersyn av bygget med sine tekniske installasjoner inkludert løpende vedlikehold.

Kostnadene vil variere sterkt avhengig av omfang av teknisk utstyr, materialkvaliteter etc. I tillegg vil krav fra bruker / eier ha stor betydning for kostnadsnivået, for eksempel minimering av driftsstans og tilrettelegging for drift, dvs tilgjengelighet og gode arbeidsforhold for driftspersonale samt klare instruksjoner for hva/hvordan/når ting skal gjøres

Et høyt nivå på tekniske anlegg vil kreve spesialkompetanse hos driftspersonalet med tilhørende lønnsnivå. En vurdering av omfang av eget personale kontra innkjøpte tjenester vil også kunne påvirke kostnadsnivået.

Garantier på innkjøpte tjenester og utstyr / komponenter, tilgjengelighet og lagerhold av komponenter for utskifting vil gi god økonomi i tillegg til bruk av mest mulig standardkomponenter.

### 10.2.2 Renhold

Renhold er en av de største kostnadene med 25 – 30% av FDVU-kostnadene, hvorav gulvrenngjøring utgjør den største delen. Kostnaden varierer med hyppighet, enhetstid, timepris og areal. Timeprisen avhenger av overflate og metode samt tilgjengelighet. For å oppnå god renholdsøkonomi må man se på renholdsvennligheten. Dette er et sammensatt begrep som i hovedtrekk omfatter det å unngå nedsmussing samt sørge for at renholdet er enkelt å utføre. Nedsmussing kan reduseres betraktelig ved gjennomtenkte plan- og detaljløsninger med spesiell vekt på utforming av kommunikasjonsveier og inngangsparti ("gå av seg skitten"). Likeledes vil møblering og valg av sanitærutstyr bety mye, dvs mest mulig åpne flater (veggfaste reoler eller sarger, veggmonterte toaletter etc).

Tilrettelegging for renhold med plassering av renholdsrom og utstyr betyr også en del for tidsforbruket og derved kostnadsnivået.

Renhold starter i byggeprosessen med byggrenhold. En god spesifisering av dette gir rask innkjøringsperiode samt et godt innemiljø fra første dag.

For fasaderenhold vil tilgjengelighet og vindusutforming ha stor betydning for kostnadsnivået.

*Tabell 1 Påvirkningsfaktorer for renhold*

<b>Planløsning</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Arealkategorier/soner</li><li>- Inngangsparti</li><li>- Rominndeling</li><li>- Kommunikasjonsveier</li><li>- Korridorbredder</li></ul>
<b>Detaljløsninger</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- fasader</li><li>- søyler, trapper, glasspartier og listverk.</li><li>- vinduer</li><li>- dørbredder og -terskler</li><li>- Plassering av dørstoppere</li><li>- Møbler og innredningsdetaljer</li><li>- Rørføring i våtrom</li><li>- Sanitærutstyr</li><li>- Radiatorer/panelovner</li></ul>
<b>Overflatematerialer</b>	

### 10.2.3 Energi

Kostnadsnivået er avhengig av geografisk beliggenhet, byggets utforming, isolasjon, belysning, omfang av tekniske anlegg etc. Men soneinndeling, driftsrutiner med automatikk og regulering gjør også store utslag i forhold til personalbelastningen dvs hvor mye arealene er i bruk.

Oppvarmingssystemet med tariffer etc vil også ha betydning. Vannbåren varme med energifleksibilitet i form av elkraft, biobrensel, olje eller gass, kan gi store muligheter med varierende priser over døgnet og lengre tid.

Tabell 2 Påvirkningsfaktorer for energi

<b>Planløsning/arkitektur/materialer</b>	Beliggenhet Bygningens form og størrelse Fasadeutforming, vinduer, isolasjon
<b>Tekniske installasjoner</b>	Belysning Ventilasjonssystem Varmeanlegg Varme- og energikilder Kjøleanlegg Heis
<b>Temperatur</b>	
<b>Bruksintensitet</b>	

### 10.2.4 Vann og avløp

Avregnes stort sett etter forbruk.

### 10.2.5 Renovasjon

Komprimatoranlegg kan redusere hyppigheten av henting / borttransport og dermed redusere renovasjonskostnadene.

Kostnadene til innsamling av avfall i bygget er avhengig av byggkategori og organisering av tjenesten. Avfallssortering på de enkelte arbeidsplasser / produksjonsplasser er mer eller mindre obligatorisk i dag. I for eksempel kontor- og skolebygg, kan den enkelte bringe avfall til sentrale plasser for henting og eventuell komprimering.

### 10.2.6 Vakt og sikring

Virksomhetens sikkerhetskrav bestemmer kostnaden. Tilrettelegging av resepsjon og adgangskontroller kombinert med nødprosedyrer kan redusere kostnaden. Overvåkningskameraer med skallsikring kan gi reduserte kostnader.

### 10.2.7 Utendørs

Kostnadsnivået her vil være avhengig av størrelsen på utearealet, krav til utseende, dvs hvor velfrisert skal det være til enhver tid samt andel av opparbeidet areal med plener, beplantning etc. Posten skal også omfatte renhold inkludert snørydding. Det er derfor viktig å tilrettelegge for snødeponi der det kan komme store snømengder.

## 10.3 Vedlikeholdskostnader

Krav om vedlikehold og hvem som har ansvaret er nedfelt i plan og bygningsloven. Men tidlig i historien finner vi også klare lover, som f. eks. i Magnus Lagabøters landslov fra 1276 hvor det står for leilendinger (husets leietaker):

*Han skal tekke huset vel og holde dem dråpeslause, og vedlikeholde torvtak, vindskier og rafter slik at det ikke kommer fuktighet på veggene. Om husene blir vedlikeholdt slik, kan leilendingen ikke gjøres ansvarlig for at hus eldes. Men lar han et hus råtne ned av vannrøkt, må han bygge et nytt i stedet.*

For kirkebygg stod det videre i loven:

*Bøndene plikter å tjærebre kirken hvert tredje år om vinteren*

Disse gamle lover definerte hvem som hadde ansvaret, når vedlikehold skulle gjøres og hvordan dvs med hvilke materialer.

### 10.3.1 Planlagt vedlikehold

Materialvalg og detaljutforming sett i forhold til aktuell påkjenning har mest betydning for kostnadsnivået. I tillegg kommer estetiske krav. Det er av avgjørende betydning å ha klarlagt alle typer påkjenninger, dvs ikke bare se på bruksbelastningen (kontor kontra militærforlegning, antall timer i døgnet), men også kjemisk påvirkning (forurensing, produksjon etc) og fysisk belastning i form av snø/is, slagregn, vind etc.

Det er viktig med klare instruksjoner om periodisk vedlikehold;

- hva (f. eks. males),
- hvordan (hvilken type maling, krav til forarbeid etc) og
- når (hva det skal reageres på, evt faste frekvenser).

Tilgjengelighet til det som skal vedlikeholdes er av vesentlig betydning for kostnadsnivået spesielt for tekniske anlegg og systemer.

Et godt periodisk vedlikehold øker levetiden på enkeltkomponenter og materialer.

<b>Planløsning/arkitektur/materialer</b>	Bygningsvolum Planløsning Konstruksjoner Materialer Tilgjengelighet
<b>Garantier</b>	Materialer Komponenter Installasjoner Innkjøpte tjenester
<b>Lagerhold</b>	tilgjengelighet til reservedeler/komponenter
<b>Tekniske anlegg</b>	Valg av systemer og komponenter
<b>Bruksbelastning/virksomhet</b>	

### 10.3.2 Utsifting

Slitasje og kortere levetid for enkelte komponenter og materialer enn bygningens totale levetid /brukstid gjør det nødvendig med utskiftninger. Påvirkningsmulighetene er stort sett de samme som for periodisk vedlikehold.

I tillegg må det tas hensyn til at materialer / komponenter med ulik levetid og som ligger inntil hverandre skal ha minst mulig binding / friksjon. I tillegg må en påse at det ikke skal være nødvendig å demontere noe med lang levetid for å komme til noe med kort levetid.



#### 10.4 Utviklingskostnader

Utvikling av bygget kommer som følge av endrede krav fra virksomheten eller fra offentlige myndigheter. I mange virksomheter kommer endringene raskere og raskere, f. eks. i sykehus, terminalbygg på flyplasser etc. Derfor må vi ta hensyn til at endringsbehovene skal kunne effektueres så raskt som mulig med minimale kostnader. Det er dette som kalles "tilpasningsdyktighet".

### 11. Levetid, tilpasningsdyktighet og funksjonalitet

Det bør være et overordnet mål at bygningene rundt oss skal vare så lenge som mulig og fungere optimalt for kjernevirksomheten i bygget over tid. For å oppnå dette er det helt nødvendig at bygninger som huser virksomheter med stort behov for forandringer kan endres i harmoni med virksomheten og varierende krav, ellers vil bygget fort bli ineffektivt og derved "gå ut på dato". Slike egenskaper kaller vi gjerne tilpasningsdyktighet og funksjonalitet.

Tilpasningsdyktighet representerer byggets generalitet, fleksibilitet og elastisitet. Disse tre begrepene kan defineres slik

- **Fleksibilitet:** Frihet til planendring innen samme funksjon, dvs. reorganisere bruksarealet eksklusiv bæresystem/kjerner.
- **Generalitet:** Fleksibilitet + frihet til endret funksjon dvs. endrede nyttelaster, brannsikring, etc.
- **Elastisitet** Mulighet til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri.

Behovet for tilpasningsdyktighet vil naturligvis variere etter hvilket formål bygget er tiltenkt. Eksempelvis vil monumentale bygg som kirker, teater-/konsertbygg og museer ha lite behov for å være tilpasningsdyktig som følge av den "statiske" virksomheten bygget skal tjene. Da er det viktig å velge materialer / løsninger med høy kvalitet og lang levetid med lite vedlikehold.

Et sykehus vil på den annen side ha et mye større behov for å være dynamisk, dvs tilpasningsdyktig. Det stilles høye krav til funksjonalitet, lover og forskrifter endres, nye måter å utføre helsetjeneste på for å oppnå effektiv drift kommer ofte. Dette betyr at sykehus lett må kunne tilpasses forandringer. Bygningsdeler med ulik brukstid (levetid) og som ligger inntil hverandre, må ha minimal friksjon dvs binding seg imellom. Det må være lett å ta bort en del med kort brukstid i forhold til en del med lang brukstid.

Betegnelse/Klasse	Levetid	Eksempler på aktuelle bygninger.
FI 0	Avtalt tid < 10 år	Ikke permanente anlegg, brakker, utstillingsbygg.
FI 10	Minimum 10 år	Midlertidige klasserom, bygninger for tidsbegrensede industriprosesser, bygninger for salg og lagring.
FI 30	Minimum 30 år	Mesteparten av industribygninger
FI 60	Minimum 60 år	Nye helse og undervisningsbygg, nye boliger, generelle, næringsbygg.
FI 150	Minimum 150 år	Nye offentlige bygg og andre bygg med høy kvalitet (monumentalbygg)
FI betyr "forutsatt levetid").		

Tabell 9.1 Foreslåtte levetidskategorier

Tabellen over levetidskategorier er gjengitt etter veiledning til NS 3454 og er bearbejdet etter levetidskategorier gitt i ISO 15686 "Service Life Planning" Part 1.

Graden av tilpasningsdyktighet et bygg bør ha, bestemmes altså ut fra virksomheten bygget skal betjene. Tilpasningsevne og funksjonalitet kan beregnes etter samme metodikk benyttet ved overordnede tilstandsanalyser beskrevet i NS 3424 "Tilstandsanalyse for byggverk". Der benyttes tilstandsgrader etter en firedeling. På samme måte kan man benytte tilpasningsgrader for å vurdere tilpasningsdyktighet. TpG 0 kan representere god tilpasningsdyktighet og TpG 3 dårlig.

En slik vurdering må ta hensyn til tilpasningsdyktighet for de enkelte bygningselementene og for bygningen som helhet. Naturligvis vil forskjellige bygninger ha ulike behov for tilpasningsdyktighet.

Dersom en bygning har dårlig tilpasningsdyktighet ut fra en generell vurdering, trenger ikke det å tilsi at bygget ikke passer til sin virksomhet eller ikke vil fortsette å gjøre det over tid. For eksempel kan den nye Operaen bli vurdert til TpG 3, men likevel passe glimrende til sitt bruk nå, i 150 år eller i 300 år for den saks skyld. Et sykehus med tilpasningsgrad 3 derimot, vil etter all sannsynlighet ikke tjene sin virksomhet på en tilfredstillende måte gjennom den forventede levetiden. Gjennom en slik vurdering av hva som er viktig for ulike bygningstyper, kan bygninger settes i kategorier etter hvilken tilpasningsdyktighet de bør ha for å fungere tilfredstillende gjennom den forventede levetiden (diagram).

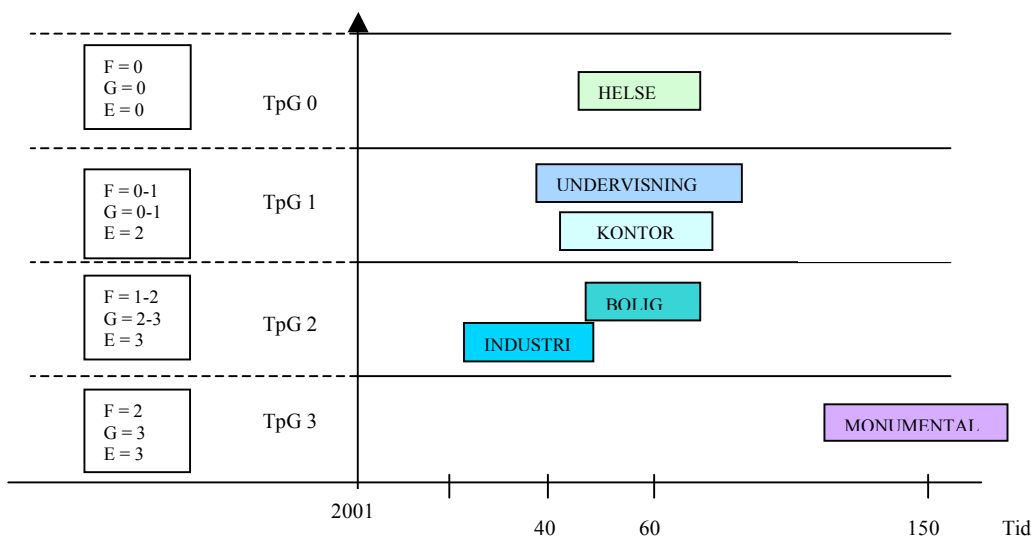


Fig 9.1 Gradering av tilpasningsdyktighet (TpG = Tilpasningsgrad)

Diagrammet illustrerer hvordan de forskjellige bygningstypene kan kategoriseres ut i fra deres behov til å være tilpasningsdyktige, men er basert på forventet levetid foreslått i veiledning til NS 3424. Dersom vi vurderer behov for drift-, vedlikehold- og utviklingsmidler for de ulike bygningstypene ser vi også at plasseringen i diagrammet fungerer som en grov kategorisering i forhold til ressursbehov der bygningstypene øverst i diagrammet har de høyeste DVU – kostnadene. (Vi ser bort fra monumentalbygg)

Ved evaluering av en bygning tilpasningsevne, vil det være nyttig med en del forhåndskunnskaper om bygget. Bygningstyper fra ulike tidsepoker er bygget på forskjellige måter. Tekniske detaljer ved disse bygningene er kjent og kan dermed benyttes til å identifisere egenskapene i bygget.

## 12. Beregningseksempler

Eksemplene for å vise hvordan totaløkonomiske prinsipper kan benyttes i beslutningsprosessen, er hentet fra virkeligheten.

Valg av alternativer må baseres på en økonomisk totalvurdering hvor både investeringen og tilhørende FDVUS (Forvaltning, Drift, Vedlikehold, Utvikling, Service) – konsekvens inngår. Den standardiserte metoden i NS 3454 ligger til grunn for disse beregningene.

### Beregning av levetidskostnad

Siden utregning av levetidskostnader dreier seg om diskontering av fremtidige utgifter til ett og samme tidspunkt for å få et referansegrunnlag, er det først tatt med eksempel på hvordan formelen for levetidskostnader brukes til å regne ut referansegrunnlaget.

Vi bruker altså formlene som vist tidligere for levetidskostnader og årskostnader. Vi skal regne ut nåverdien av levetidskostnaden ved kjøp av et kontorbygg. For enkelhets skyld benyttes vanligvis tabeller for neddiskontering etc, kfr vedlegg.

### Forutsetninger:

Bygningens levetid:	60 år
Areal:	3700m <sup>2</sup>
Kjøpspris:	24 mill. kr inkl. omkostninger
Forvaltningskostn.:	Kommunale avgifter 35 kr/m <sup>2</sup> /år. Forsikring 1,25 promille av prosjektkostnad pr. år
Driftskostnader:	Løpende drift: 30 kr/m <sup>2</sup> /år Renhold: 100 kr/m <sup>2</sup> /år Energi: 80 kr/m <sup>2</sup> /år
Vedlikeholdskostn.:	55 kr/m <sup>2</sup> /år
Kalkulasjonsrente:	7%

$$\text{Levetidskostnad (K)} = K_0 + \sum_{t=1}^T [(1+r)^{-t} \cdot FDV_t] - R(1+r)^{-T}$$

Fra forutsetningene summeres FDV-kostnadene til 308 kr/år.

$$K = 24.000.000 + \sum_{t=1}^{60} [(1+0,07)^{-t} \cdot 308]$$

(Her sløyfer vi det siste leddet fordi restverdien forutsettes å være lik 0)

$$K = 24.000.000 + \left( \frac{308}{1,07^1} + \frac{308}{1,07^2} + \frac{308}{1,07^3} + \dots + \frac{308}{1,07^{60}} \right) \rightarrow$$

$$K \approx \underline{10.800 \text{ kr/m}^2}$$

$$\text{Årskostnad } \text{ÅK} = b \times K \quad \text{der } b = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$$

$$\text{ÅK} = 10.800 \times \frac{0.07}{1 - (1,07)^{-60}} \rightarrow \underline{\text{ÅK} = 770 \text{ kr/m}^2}$$

## 12.1 Eksempel: Leie, kjøpe eller bygge.

### Problembeskrivelse

Vegkontoret i Østfold leier lokaler i en privateid kontorbygning i Moss. Leieavtalen løper ut ved utgangen av året. Vegkontoret er tilbudt fornyet leieavtale, eventuelt å kjøpe lokalene de i dag disponerer. Samtidig planlegges en kontorbygning for andre statsetater i Moss. Det vil være mulig å utvide nybyggprosjektet til også å omfatte Vegkontoret. Lokalene vil her kunne tilpasses nøyaktig til etatens behov, og nødvendig areal blir derfor vesentlig lavere enn leie- og kjøpsalternativene.

### Oppstilling av alternativer

Ut fra beskrivelsen over har vi følgende alternativer.

- Leie varighet 20 år
- Kjøpe levetid 60 år
- Bygge levetid 60 år

### Analyse av alternativer

Kostnadene for hvert av alternativene sammenstilles, inkludert fremtidige FDV-kostnader, slik at diskontert årskostnad kommer frem. De følgende tabellene viser en oversikt over disse kostnadene for de tre alternativene ved bruk av 7% kalkylerente.

Kostnadene ved alternativene fordeler seg som følger:

#### 1. Leiealternativet: Areal 3.700m<sup>2</sup>

Kostn. type	Nåverdi		Årskostnad			
	Totalt	pr. m <sup>2</sup>	annuitetsfaktor, b	pr. m <sup>2</sup>	Totalt	%
1. Kapitalkostnad	24.000.000	6.483	0,0944	612	2.264.400	75,8
2. Forvaltning	0	0	"	0	0	0,0
3. Drift	7.055.600	1.907	"	180	666.000	22,3
4. Vedlikehold	587.960	159	"	15	55.500	1,9
Levetidskostnad	31.643.570	8.549	"	807	2.985.900	100,0

#### 2. Kjøpsalternativet: Areal 3.700m<sup>2</sup>

Kostn. type	Nåverdi		Årskostnad			
	Totalt	pr. m <sup>2</sup>	annuitetsfaktor, b	pr. m <sup>2</sup>	Totalt	%
1. Kapitalkostnad	24.000.000	6.483	0,0712	462	1.709.400	60
2. Forvaltning	2.239.250	605	"	43	159.100	5,6
3. Drift	10.908.460	2.948	"	210	777.000	27,3
4. Vedlikehold	2.856.980	772	"	55	203.500	7,1
Levetidskostnad	40.004.690	10.812	"	770	2.849.000	100,0

3. Byggealternativet: areal 3.000m<sup>2</sup>

Kostn. type	Nåverdi		Årskostnad			
	Totalt	pr. m <sup>2</sup>	annuitets- faktor, b	pr. m <sup>2</sup>	Totalt	%
1. Kapitalkostnad	25.000.000	8.333	0,0712	593	1.779.000	66,4
2. Forvaltning	1.912.840	638	"	45	135.000	5,0
3. Drift	8.424.520	2.808	"	200	600.000	22,4
4. Vedlikehold	2.316.470	772	"	55	165.000	6,2
Levetidskostnad	37.652.830	8.549	"	807	2.679.000	100,0

Ved en totaløkonomisk vurdering bør man også ta i betraktning at dersom det gamle bygget beholdes, vil det være risiko for større uventede vedlikeholdskostnader og oppgraderingskostnader som følge av byggets alder. Videre kan det også nevnes at funksjonaliteten kan være bedre tilpasset bedriften dersom det bygges nytt, noe som kan føre til bedre produktivitet.

Det er ikke nødvendigvis store økonomiske forskjeller på løsningene om man kun sammenligner prosjektkostnadene, men vi ser at det blir store utslag i levetidskostnaden.

*Diskusjon og beslutninger – konklusjon*

Vi ser at byggealternativet har lavest total årskostnad. Årskostnaden pr. m<sup>2</sup> er høyere enn for de andre alternativene, men siden bygget er mindre får vi en lavere total årskostnad. Leiealternativet kommer dårligst ut.

### 12.2 Eksempel: Valg av lettvegger

Forskjell i kostnadene ved bruk av plassbygde lettvegger kontra systemvegger ved fremtidig ombygging, er et viktig kriterium for valg av løsning. Dette eksempelet viser hvilke konsekvenser valg av bygningstekniske løsninger kan ha på utviklingskostnaden.

Iht. NS 3454 uttrykkes levetidskostnaden som

$$K = K_0 + \sum_{t=1}^T (1+r)^{-t} \cdot FDV_t \quad (\text{restverdi er satt til } 0)$$

Dersom ombyggingskostnadene  $O$  blir tatt hensyn til, blir formelen for levetidskostnaden

$$K = K_0 + \sum_{t=1}^T (1+r)^{-t} \cdot FDV_t + \sum_{t=1}^T (1+r)^{-t} O_t \quad (\text{restverdi er satt til } 0)$$

- Årskostnadene skal beregnes ved ombygging hvert 3. år med plassbygde vegger og med systemvegger.
- Årskostnadene skal beregnes ved ombygging hvert 10. år med plassbygde vegger og med systemvegger.

*Forutsetninger:*

- Prosjektkostnad:  
Kun de kostnadene som er ulike for de to alternativene er nødvendig for å vurdere.
- FDV – Kostnader:  
Ved like overflater avviker FDV – kostnadene i liten grad med de aktuelle løsningene og medtas ikke her.
- Ombyggingskostnader:  
Kostnadene ved flytting av veggene (systemvegger) evt. oppsetting av nye vegger (plassbygde vegger) medtas.
- Brukstid 30 år
- Realrente 7%
- Restverdi 0
- Prosjektkostnad 1. oppsetting av plassbygde vegger (lettvegger med malt strie, inkl. veggskjørt mot korridor) kr 330.000
- Prosjektkostnad 1. oppsetting av systemvegger kr 318.000
- Ombyggingskostnad plassbygde vegger kr 336.000
- Ombyggingskostnad systemvegger kr 211.000

### Løsningsforslag

Beregningsfaktor er:

$$b = 0,0806$$

Ved å gå veien om levetidskostnaden fås følgende formel:

$$K = K_0 + \sum_{t=1\text{år}}^{T=30\text{år}} (1+r)^{-t} \cdot O_t$$

a) Ombygging hvert 3. år, dvs. totalt 9 ganger

Alternativ 1: Plassbygde vegger

$$\begin{aligned} K &= 330.000 \text{ kr} + [1/(1,07)^3 + 1/(1,07)^6 + 1/(1,07)^9 + 1/(1,07)^{12} + 1/(1,07)^{15} + 1/(1,07)^{18} \\ &\quad + 1/(1,07)^{21} + 1/(1,07)^{24} + 1/(1,07)^{27}] \cdot 336.000 \text{ kr} \\ &= 330.000 \text{ kr} + (3,7283 \times 336.000 \text{ kr}) \\ &= 330.000 + 1.252.709 \text{ kr} = 1.582.709 \text{ kr} \end{aligned}$$

$$\text{ÅK}_1 = K \cdot b = 1.582.709 \text{ kr} \cdot 0,0806 \approx \underline{127.570 \text{ kr}}$$

Alternativ 2: Systemvegger

$$\begin{aligned} K &= 318.000 \text{ kr} + [1/(1,07)^3 + 1/(1,07)^6 + 1/(1,07)^9 + 1/(1,07)^{12} + 1/(1,07)^{15} + 1/(1,07)^{18} \\ &\quad + 1/(1,07)^{21} + 1/(1,07)^{24} + 1/(1,07)^{27}] \cdot 211.000 \text{ kr} \\ &= 318.000 \text{ kr} + (3,7283 \times 211.000 \text{ kr}) \\ &= 318.000 \text{ kr} + 786.671 \text{ kr} = 1.104.671 \text{ kr} \end{aligned}$$

$$\text{ÅK}_1 = K \cdot b = 1.104.671 \text{ kr} \cdot 0,0806 \approx \underline{89.040 \text{ kr}}$$

b) Ombygging hvert 10. år, dvs. totalt 2 ganger

Alternativ 1: Plassbygde vegger

$$\begin{aligned} K &= 330.000 \text{ kr} + [1/(1,07)^{10} + 1/(1,07)^{20}] \cdot 336.000 \text{ kr} \\ &= 330.000 \text{ kr} + 0,7668 \cdot 336.000 \text{ kr} \\ &= 330.000 \text{ kr} + 257.634 \text{ kr} = 587.634 \text{ kr} \end{aligned}$$

$$\text{ÅK}_1 = K \cdot b = 587.634 \text{ kr} \cdot 0,0806 \approx \underline{47.360 \text{ kr}}$$

Alternativ 2: Systemvegger

$$K = 318.000kr + [1/(1,07)^{10} + 1/(1,07)^{20}] \cdot 211.000kr$$

$$= 318.000kr + 0,7668 \cdot 211.000kr$$

$$= 318.000kr + 161.795kr = 479.785kr$$

$$\text{ÅK}_2 = K \cdot b = 479.785 \text{ kr} \cdot 0,0806 \quad \approx 38.690 \text{ kr}$$

### **Konklusjon**

Oppgave a): Ved ombygging hvert 3. år, dvs. totalt 9 ganger i løpet av brukstiden, er årskostnadene for plassbygde vegger og systemvegger hhv. 127.566 kr og 89.036 kr.

Dvs. ut fra rent økonomiske hensyn er det i dette tilfellet lønnsomt å velge systemvegger fremfor plassbygde vegger.

Oppgave b): Ved ombygging hvert 10. år dvs. totalt 2 ganger i løpet av brukstiden, er årskostnadene for plassbygde- og systemvegger hhv. 47.363 kr og 38.671 kr.

I dette tilfellet er forskjellen i årskostnadene mindre enn under a). Dette fordi ombyggingen skjer bare hvert 10. år. Her vil ikke valg av systemvegger gi like stor økonomisk gevinst.

### *Kommentarer*

Tidshorisont, realrente og levetid er forhold som har betydning for en årskostnadskalkyle.

I tider med lav realrente er det mye å hente ved å investere i materialer/løsninger som gir minimalt vedlikehold og har lang levetid.

### *Renhold*

Rengjøringskostnadene for de to løsningene er ikke beregnet. Det antas at systemvegger gir noe lavere renholdskostnader på grunn av:

- Evt. redusert belasting av veggene (Støvsamlere)
- Opphengsystem for hyller etc. som gir "benløse" kontormøbler og forenkler renhold av gulvbelegget.

### *Innemiljø*

Enhver form for byggevirksomhet fører til miljøforstyrrelser. Flytting av innvendige vegger i kontorer medfører kortsiktige og langsiktige forstyrrelser av virksomheten i form av:

- Støy som gir mindre effektiv virksomhet og lavere produktivitet i byggeperioden.
- Støv som gir økt fare for luftveisinfeksjoner samt kan skade teknisk utstyr (PC-er etc.)

Støv kan også samle seg i himlinger, ventilasjonskanaler og lignende og gi "senscade" lenge etter at ombyggingsarbeidene er gjennomført.



Flytting av kontorplasser i byggeperioden medfører lavere effektivitet og uproduktivt merarbeid for arbeidstakerne.

Ved oppføring av systemvegger demonteres eksisterende vegger som flyttes og settes opp i ny posisjon, evt. suppleres med nye systemvegger. Dette medfører kortere byggeperiode og begrenset støy, støv og gassforurensinger. Ut fra et videre miljøperspektiv er denne løsningen også gunstig som følge av minimal avfallsproduksjon.

Ved flytting av plassbygde vegger, må eksisterende vegger rives og nye vegger settes opp i stedet. Dette medfører lang byggetid og betydelig støy, støv og gassforurensinger.

### 12.3 Eksempel: Drift og vedlikehold, valg av gulvbelegg

Det skal anslås drift og vedlikeholdskostnader ved valg av fliser eller linoleum i kantine for å anslå det mest kostnadseffektive alternativet over den betraktede levetiden.

Gulvareal er 700 m<sup>2</sup>.

Følgende forutsetninger vil påvirke årskostnadene:

	<b>Fliser</b>	<b>Linoleum</b>
Investeringskostnad	500 kr/m <sup>2</sup>	210 kr/m <sup>2</sup>
Levetid	60 år	30 år
Renholdskostnad	140 kr/m <sup>2</sup>	125 kr/m <sup>2</sup>
Planlagt vedlikehold	125 kr/m <sup>2</sup> /intervall	75 kr/m <sup>2</sup> /intervall
Intervall planlagt vedlikehold	30 år	15 år
Utskiftning	-	240 kr/m <sup>2</sup>
Intervall utskiftning	-	30 år
Realrente	7%	7%

Ut fra forutsetningene skal vi vurdere hvilket belegg som er mest økonomisk. Driftsbesparelsen skal beregnes pr. år ved valg av dette belegget.

Vi ser også på utslaget en reduksjon i renholdskostnaden med 20% for fliser vil få.

**Løsningsforslag**

Utgiftspost	Intervall	Kostnad kr/m <sup>2</sup>	Beregningsfaktor	Fliser kr/m <sup>2</sup>	Linoleum kr/m <sup>2</sup>
Investeringskostnad				500	210
Planlagt vedlikehold	- etter 15 år	75	0,3624		27
	- etter 30 år	125	0,1314	16	
	- etter 45 år	75	0,0476		4
	- etter 30 år	240	0,1314		32
Utskifting					
Renhold:	Linoleum	125	14,039		1755
	Fliser	140	14,039	1965	
Nåverdi				2482	2027
<b>Årskostnad</b>			<b>0,0712</b>	<b>177</b>	<b>144</b>

*Konklusjon:*

Eksempelet viser en besparelse på 33 kr/m<sup>2</sup> over 60 år ved å velge linoleum.  
Driftsbesparelse pr. år:

$$700 \text{ m}^2 \times 33 \text{ kr/m}^2 = \underline{23100 \text{ kr}}$$

Dersom de årlige renholdskostnadene for fliser reduseres med 20%, vil også årskostnaden endres med samme beløp:

$$177 \text{ kr/m}^2 - (0,2 \times 140 \text{ kr/m}^2) = \underline{149 \text{ kr/m}^2}$$

Vi ser at ved å redusere den anslåtte renholdskostnaden for fliser med 20%, vil forskjellen i årskostnad for de to alternativene være marginal. Et riktig anslag for renholdskostnad vil her sannsynligvis være utslagsgivende for valget av materiale.

**12.4 Eksempel: Driftskostnader, valg av ytterveggkonstruksjon**

Bør isolasjonstykkelsen være 100 eller 150 mm i en innfyllingsvegg?

Følgende forutsetninger vil påvirke årskostnadene:

	Alternativ 1, 100 mm	Alternativ 2, 150 mm
Investeringskostnad	1.100	1.200
U – verdi (U)	0,40 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K
Graddagstall (G)	5.000 K døgn/år	5.000 K døgn/år
Energipris	0,80 kr/kWh	0,80 kr/kWh
Realrente	7%	7%
Levetid	60 år	60 år
Areal (A)	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>

$$\text{Årlig energibehov i kWh, } q = \frac{24 \cdot G \cdot U \cdot A}{1.000}$$

### Løsningsforslag

Beregningsfaktor er:  $1/b = 14,04$

100 mm isolasjon		150 mm isolasjon	
$q_{100} = \frac{24 \cdot 5000 \cdot (0,4 \cdot 1)}{1.000}$	= 48 kWh	$q_{150} = \frac{24 \cdot 5000 \cdot (0,3 \cdot 1)}{1.000}$	= 36 kWh
Årskostnad energi 48 kWh x 0,80 kr/kWh	= 38,40 kr	Årskostnad energi 36 kWh x 0,80 kr/kWh	= 28,80 kr
Nåverdi energikostnad 38,40 kr x 14,04	= <u>540 kr</u>	Nåverdi energikostnad 28,80 kr x 14,04	= <u>404 kr</u>

### Resultat:

	100 mm isolasjon	150 mm isolasjon
Investering	1.100 kr/m <sup>2</sup>	1.200 kr/m <sup>2</sup>
Energikostnader	540	404
Sum nåverdi	1.640 kr/m <sup>2</sup>	1.604
Årskostnad	117 kr/m <sup>2</sup> /år	114 kr/m <sup>2</sup> /år

### Konklusjon:

Beregningen viser en marginal besparelse (3 kr/m<sup>2</sup>/år) ved valg av 150 mm isolasjonstykkelse.

### Kommentar:

Flere viktige faktorer påviser kostnadsbildet og er avgjørende i en helhetsvurdering (energioptimalisering av bygninger). For eksempel.:

- Konstruksjonens vindtetthet
- Vindusareal
- Vindustype
- Arealtap ved økt isolasjonstykkelse
- Omhyllingsflate

Denne beregningen skal først og fremst vise prinsippet for årskostnadsberegning av en bygningsdel.

### 12.5 Eksempel: Kontorbygg nøkkeltall, nivå 2

Det er ønskelig å få anslått de totale årskostnader for en kontorbygning som er på skisseprosjekt stadiet. Det skal gjøres en vurdering av årskostnadene på nivå 2 basert på erfaringstall fra tilsvarende bygninger.

#### Forutsetninger

- Tomt i Oslo, verdi nå antatt til 15 mill kr.
- Bruttoareal 8.200 m<sup>2</sup>
- Hyppig renhold
- Realrente = 7%
- Brukstid 60 år
- Investeringskostnad anslått til 17.000 kr/m<sup>2</sup> ekskl. tomt
- Skattetakst 60% av prosjektkostnad, premiesats (eiendomsskatt) 3 promille av takst.
- Vannforbruk antatt til 1m<sup>3</sup> pr m<sup>2</sup> bruttoareal pr. år.  
Vannavgift: 6 kr/ m<sup>3</sup>, kloakkavgift: 6 kr/ m<sup>3</sup>
- Renovasjon. Sjøppelvolum antatt til 80 m<sup>3</sup>/mnd.  
Renovasjonsavgift: 450 kr/ m<sup>3</sup>
- Forsikring 1,25 promille av prosjektkostnad
- Administrasjon antatt til 10 kr/m<sup>2</sup> pr. år.
- Utskifting antas lik 70% av løpende drift og planlagt vedlikehold.

I tillegg er det ønskelig å få vurdert hva husleien må være pr m<sup>2</sup> pr. år for å dekke kostnadene. Det antas her at leietaker dekker renholds- og energikostnadene.

#### Løsningsforslag

Beregningsfaktorene er:  $d = 0,0173$  og  $b = 0,0712$

Post 1. Kapitalkostnad

11	Prosjektkostnader: 8.200 m <sup>2</sup> x 17.000 kr	=	139.400.000 kr
	Tomtekostnad:	=	15.000.000 kr
12	Restverdi (kun tomt) 15.000.000 kr x 0,0173	=	-260.000 kr
	Nåverdi kapitalkostnad	=	154.140.000 kr
	$\dot{A}K_K = 154.140.000 \times 0,0712$	=	10.975.000 kr

## Livssyklus kostnader

---

### Post 2. Forvaltningskostnad

#### 21 Skatter og avgifter

Prosjektkostnad:	139.400.000
Tomtekostnad:	<u>15.000.000</u>
	<u>154.400.000</u>

$$154.400.000 \text{ kr} \times 0,6 \times 0,003 = 278.000 \text{ kr}$$

$$22 \text{ Forsikring: } 139.400.000 \text{ kr} \times 0,00125 = 174.000 \text{ kr}$$

$$23 \text{ Administrasjon: } 10 \text{ kr/m}^2 \times 8.200 \text{ m}^2 = 82.000 \text{ kr}$$

$$\text{\AA}K_F = \underline{1.064.000 \text{ kr}}$$

### Post 3. Driftskostnader

$$31 \text{ L\o}pende drift: 55 \text{ kr/m}^2 \text{ (N\o}kkeltall) \\ 55 \text{ kr/m}^2 \times 8200 \text{ m}^2 = 450.000 \text{ kr}$$

$$32 \text{ Renhold: } 105 \text{ kr/m}^2 \text{ (N\o}kkeltall) \\ 105 \text{ kr/m}^2 \times 8.200 \text{ m}^2 = 861.000 \text{ kr}$$

$$33 \text{ Energi: } 110 \text{ kr/m}^2 \text{ (N\o}kkeltall) \\ 110 \text{ kr/m}^2 \times 8200 \text{ m}^2 = 902.000 \text{ kr}$$

$$34 \text{ Vann- og kloakkavgift:} \\ 8.200 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times (6+6) \text{ kr/m}^2 = 98.000 \text{ kr}$$

$$35 \text{ Renovasjon: } 80 \text{ m}^3/\text{mnd} \times 12 \text{ mnd} \times 450 \text{ kr/ m}^3 = 432.000 \text{ kr}$$

$$\text{\AA}K_D = \underline{2.213.000 \text{ kr}}$$

### Post 4. Vedlikeholdskostnader

$$41 \text{ Planlagt vedlikehold: } 60 \text{ kr/m}^2 \text{ (N\o}kkeltall) \\ 60 \text{ kr/m}^2 \times 8.200 \text{ m}^2 = 492.000 \text{ kr}$$

$$42 \text{ Utskiftninger:} \\ \text{Antas lik 70\% av sum post 31 og 41: } 942.000 \times 0,7 = 659.000 \text{ kr}$$

$$\text{\AA}K_V = \underline{1.151.000 \text{ kr}}$$

## Årskostnadsoppstilling

		Areal (m2 BTA)	8200	Annuitetsfaktor b	0,0712
Kostnadstype	Nåverdi		Årskostnad kontor		
	Totalt	Pr. kvm	Totalt	Pr. kvm	
<b>1. Kapitalkostnad</b>	<b>154 140 000</b>	<b>18 798</b>	<b>10 974 000</b>	<b>1 338</b>	
11 Prosjektkostnader	139 400 000	17 000	9 925 000	1 210	
Tomt	15 000 000	1 829	1 068 000	130	
12 Restkostnad	-260 000	-32	-19 000	-2	
<b>2. Forvaltning</b>	<b>7 500 000</b>	<b>915</b>	<b>534 000</b>	<b>65</b>	
21 Skatter og avgifter	3 904 000	476	278 000	34	
22 Forsikringer	2 444 000	298	174 000	21	
23 Administrasjon	1 152 000	140	82 000	10	
<b>3. Drift</b>	<b>38 525 000</b>	<b>4698</b>	<b>2 743 000</b>	<b>335</b>	
31 Løpende drift	6 320 000	771	450 000	55	
32 Renhold	12 093 000	1475	861 000	105	
33 Energi	12 669 000	1545	902 000	110	
34 Vann og avløp	1 376 000	168	98 000	12	
35 Avfallshåndtering	6 067 000	740	432 000	53	
<b>4. Vedlikehold</b>	<b>16 166 000</b>	<b>1 971</b>	<b>1 151 000</b>	<b>140</b>	
41 Planlagt vedlikehold	6 910 000	843	492 000	60	
42 Utskiftninger	9 256 000	1129	659 000	80	
<b>Levetidskostnad</b>	<b>216 331 000</b>	<b>26 382</b>	<b>15 402 000</b>	<b>1 878</b>	

## 13. Referanser

Årskostnader , NBI og RIF1993

Bok 1: *Beregningsanvisning for bygninger* (S. Bjørberg, I. Eide, T. Thorsnes, T. Henriksen, E. Stang)

Bok 2: *Bygninger i bruk* (T. Thorsnes, T. Henriksen)

Bok 3: *Beregningseksempler* (S. Bjørberg, T. Thorsnes)

NS 3454 Livsyklus kostnader for byggverk, prinsipper og struktur, mars 2000

BUR: "Totaløkonomi i beslutningsprosessen" , utgitt av Byggeriets Udviklingsråd (BUR)

**14. Vedlegg**

For å lette arbeidet med kalkyler for årskostnader finner du her rentetabeller og levetidstabeller som kan benyttes i kalkulasjonen.

**14.1 Beregningsfaktorer***Diskonteringsfaktor*

Rente Tid	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
1	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091
2	0,9426	0,9246	0,9070	0,8900	0,8734	0,8573	0,8417	0,8264
3	0,9151	0,8890	0,8638	0,8396	0,8163	0,7938	0,7722	0,7513
4	0,8885	0,8548	0,8227	0,7921	0,7629	0,7350	0,7084	0,6830
5	0,8626	0,8219	0,7835	0,7473	0,7130	0,6806	0,6499	0,6209
6	0,8375	0,7903	0,7462	0,7050	0,6663	0,6302	0,5963	0,5645
7	0,8131	0,7599	0,7107	0,6651	0,6227	0,5835	0,5470	0,5132
8	0,7894	0,7307	0,6768	0,6274	0,5820	0,5403	0,5019	0,4665
9	0,7664	0,7026	0,6446	0,5919	0,5439	0,5002	0,4604	0,4241
10	0,7441	0,6756	0,6139	0,5584	0,5083	0,4632	0,4224	0,3855
15	0,6419	0,5553	0,4810	0,4173	0,3624	0,3152	0,2745	0,2394
20	0,5537	0,4564	0,3769	0,3118	0,2584	0,2145	0,1784	0,1486
25	0,4776	0,3751	0,2953	0,2330	0,1842	0,1460	0,1160	0,0923
30	0,4120	0,3083	0,2314	0,1741	0,1314	0,0994	0,0754	0,0573
35	0,3554	0,2534	0,1813	0,1301	0,0937	0,0676	0,0490	0,0356
40	0,3066	0,2083	0,1420	0,0972	0,0668	0,0460	0,0318	0,0221
45	0,2644	0,1712	0,1113	0,0727	0,0476	0,0313	0,0207	0,0137
50	0,2281	0,1407	0,0872	0,0543	0,0339	0,0213	0,0134	0,0085
55	0,1968	0,1157	0,0683	0,0406	0,0242	0,0145	0,0087	0,0053
60	0,1697	0,0951	0,0535	0,0303	0,0173	0,0099	0,0057	0,0033

*Invers annuitetsfaktor*

Rente Tid	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
1	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091
2	1,9135	1,8861	1,8594	1,8334	1,8080	1,7833	1,7591	1,7355
3	2,8286	2,7751	2,7232	2,6730	2,6243	2,5771	2,5313	2,4869
4	3,7171	3,6299	3,5460	3,4651	3,3872	3,3121	3,2397	3,1699
5	4,5797	4,4518	4,3295	4,2124	4,1002	3,9927	3,8897	3,7908
6	5,4172	5,2421	5,0757	4,9173	4,7665	4,6229	4,4859	4,3553
7	6,2303	6,0021	5,7864	5,5824	5,3893	5,2064	5,0330	4,8684
8	7,0197	6,7327	6,4632	6,2098	5,9713	5,7466	5,5348	5,3349
9	7,7861	7,4353	7,1078	6,8017	6,5152	6,2469	5,9952	5,7590
10	8,5302	8,1109	7,7217	7,3601	7,0236	6,7101	6,4177	6,1446
15	11,9379	11,1184	10,3797	9,7122	9,1079	8,5595	8,0607	7,6061
20	14,8775	13,5903	12,4622	11,4699	10,5940	9,8181	9,1285	8,5136
25	17,4131	15,6221	14,0939	12,7834	11,6536	10,6748	9,8226	9,0770
30	19,6004	17,2920	15,3725	13,7648	12,4090	11,2578	10,2737	9,4269
40	23,1148	19,7928	17,1591	15,0463	13,3317	11,9246	10,7574	9,7791
50	25,7298	21,4822	18,2559	15,7619	13,8007	12,2335	10,9617	9,9148
60	27,6756	22,6235	18,9293	16,1614	14,0392	12,3766	11,0480	9,9672

Årskostnads-/annuitetsfaktor

Rente Tid	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
1	1,0300	1,0400	1,0500	1,0600	1,0700	1,0800	1,0900	1,1000
2	0,5226	0,5302	0,5378	0,5454	0,5531	0,5608	0,5685	0,5762
3	0,3535	0,3603	0,3672	0,3741	0,3811	0,3880	0,3951	0,4021
4	0,2690	0,2755	0,2820	0,2886	0,2952	0,3019	0,3087	0,3155
5	0,2184	0,2246	0,2310	0,2374	0,2439	0,2505	0,2571	0,2638
6	0,1846	0,1908	0,1970	0,2034	0,2098	0,2163	0,2229	0,2296
7	0,1605	0,1666	0,1728	0,1791	0,1856	0,1921	0,1987	0,2054
8	0,1425	0,1485	0,1547	0,1610	0,1675	0,1740	0,1807	0,1874
9	0,1284	0,1345	0,1407	0,1470	0,1535	0,1601	0,1668	0,1736
10	0,1172	0,1233	0,1295	0,1359	0,1424	0,1490	0,1558	0,1627
15	0,0838	0,0899	0,0963	0,1030	0,1098	0,1168	0,1241	0,1315
20	0,0672	0,0736	0,0802	0,0872	0,0944	0,1019	0,1095	0,1175
25	0,0574	0,0640	0,0710	0,0782	0,0858	0,0937	0,1018	0,1102
30	0,0510	0,0578	0,0651	0,0726	0,0806	0,0888	0,0973	0,1061
40	0,0433	0,0505	0,0583	0,0665	0,0750	0,0839	0,0930	0,1023
50	0,0389	0,0466	0,0548	0,0634	0,0725	0,0817	0,0912	0,1009
60	0,0361	0,0442	0,0528	0,0619	0,0712	0,0808	0,0905	0,1003



## 14.2 Vedlikeholdskostnader

Tabellen under gir eksempel på faktorer som innvirker på vedlikeholdskostnadene. Kostnader ved ulike løsninger kan vurderes opp mot et lavt, normalt eller høyt nivå. Tabellen er utarbeidet med tanke på kontorbygg, men den kan også benyttes ved vurdering av andre bygningstyper.

Faktorer/ bygnings- deler	Lave kostnader	Normale kostnader	Høye kostnader
Tomt	Plan, vesentlig naturtomt og grasarealer	50 % gras og beplantning, 50 % asfalt	Lite gras, varierende beleg, gjerder og støttemurer
	Liten tomt	Tomtearealer ca. lik golvareal	Tomteareal større enn golvareal
Beliggenhet	Beskyttet	Normale miljøpåkjenninger	Værhardt/forurenset miljø
Bygningsform	Konsentrert	Normal	Oppløst bygningsform
23 Yttervegg	Tegl, naturstein	Betong, puss Metallplater	Tre og/eller sammensatt av flere materialer
233 Vinduer	Metallvinduer, faste	Trevinduer, i alt vesentlig faste	Hengslede trevinduer
26 Yttertak	Skråtak med kobber eller takstein	Skråtak med papp/metallplater	Flate tak med mange detaljer
245 Innervegger	Ubehandlede vegger	Malte vegger	Tapet
254 Golv	Linoleum, vinyl, keramiske fliser	Parkett, tregolv, tepper med høy kvalitet	Tepegolv med lav kvalitet
255 Himling	Kassetter/ metallhimlinger	Kassetter/ metallhimlinger	Malte himlinger
31 Sanitær	Normalt sanitærutstyr	Kantine	Kantine med kjøkken Pumpekummer for kloakk
32 Varmeanlegg	Eloppvarming	Vannbasert varmeanlegg m/fjernvarme eller elektrokjel	Vannbasert varmeanlegg med egen oljekjel
36 Lufbehandlingsanlegg	Avtreksventilasjon	Enkelt ventilasjonsanlegg	Ventilasjon med varmegjenvinning, kjøling
62 Heiser	Ingen heis	Heis	Flere heiser
Innredning	Kontorlandskap	Kombikontorer	Cellekontorer

## 14.3 Vedlikeholdsintervaller

Intervaller og levetider er vanskelig å anslå og varierer mye. Hva som anbefales fra leverandør av bygningskomponenter/materialer vil ofte avvike fra hva som praktiseres. Variasjoner i vedlikeholdsintervallene er likevel ikke det som gjør størst utslag på byggets levetidskostnad, men disse tabellene vil være nyttig underlag for en kalkyle.

Som utgangspunkt henvises til Byggforskserien.