

# Rapport

Oppdrag: **Temahefte**

Emne: **Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet i bygninger**

Rapport: **Innføring og prinsipper**

Oppdragsgiver: **KOBE**

Dato: **1. september 2007**

Oppdrag- / Rapportnr. **116042 / 400**

Tilgjengelighet **Begrenset**

Utarbeidet av:	<b>Anders Larsen, Svein Bjørberg</b>	Fag/Fagområde:	<b>Bygg- og eiendomsforvaltning</b>
Kontrollert av:	<b>Anne Kathrine Larssen</b>	Ansvarlig enhet:	<b>Spesialrådgivning</b>
Godkjent av:	<b>Svein Bjørberg</b>	Emneord:	<b>Tilpasningsdyktighet, LCC, LCE</b>

Sammendrag:

1	September		27	anl, sb	akl	sb
<b>Utg.</b>	<b>Dato</b>	<b>Tekst</b>	<b>Ant.sider</b>	<b>Utarb.av</b>	<b>Kontr.av</b>	<b>Godkj.av</b>

## **Innholdsfortegnelse**

1.	Introduksjon.....	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Bygninger som innsatsfaktor .....	4
1.3	Heftets innhold.....	4
2.	Aktualitet.....	5
3.	Hva er livsløpsplanlegging .....	5
4.	Bygningers livsløp.....	6
4.1	Utviklingen over tid .....	6
4.2	Livsløpsplanlegging i de ulike fasene.....	9
5.	Livssyklus kostnader og totaløkonomi.....	11
5.1	Livssyklus kostnader (LCC) .....	11
5.2	Utviklingstrekk innenfor LCC - fokus på totaløkonomi .....	12
5.3	Tidligfaseplanlegging – liten investering med stor verdi.....	13
6.	Tilpasningsdyktighet .....	14
6.1	Definisjoner.....	14
6.2	Ulike bygningstypers behov for tilpasningsdyktighet.....	14
6.3	Tilpasningsdyktighet i praksis .....	16
7.	Livsløpsplanlegging – konsekvenser for miljøbelastning .....	19
8.	Nytteverdi av livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet.....	20
9.	Ulike aktører – ulikt fokus.....	21
10.	Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet – videre utvikling av eksisterende bygningsmasse.....	22
11.	Eksempel – økonomisk konsekvens av tilpasningsdyktighet.....	25
12.	Stikkord – nye og eksisterende bygg.....	27

## **Forord**

For å optimalisere driften av enhver organisasjon og for å skape et best mulig miljø for virksomheten, er det essensielt at bygningene hvor aktiviteten foregår blir forvaltet på best mulig måte. Det primære målet bør være å ha bygninger som er optimale for sitt bruk over en lang levetid, også med hensyn på ressursforbruk og miljøkonsekvenser. "Bærekraftig utvikling" er et begrep som er kjent internasjonalt og som står sentralt ved planlegging av byggeprosjekter og forvaltning av eksisterende eiendomsmasse.

Livsløpstankegang begynner å bli en naturlig del av mange byggeprosjekter, men det er likevel nødvendig med økt fokus på temaet som vi heretter vil benevne "Livsløpsplanlegging". For private bedrifter er økonomisk vinning hovedsakelig motivasjonen for slik tenkning, men gjennom revidert lov om offentlige anskaffelser stilles det nå krav til økt bevissthet også hos offentlige byggherrer, -eiere og -forvaltere. Lovens § 6 sier at det skal tas hensyn til livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen.

Målet med dette temaheftet er å bidra til en sterkere bevisstgjøring av å tenke livsløp og bygningers funksjonalitet over tid. I dette bildet står bygningenes tilpasningsdyktighet sentralt. Heftet gir både en teoretisk introduksjon til livsløpsplanlegging, men gir også noen praktiske tips og råd om hvordan dette fokuset kan ivaretas i nye prosjekter og for eksisterende bygningsmasse.

Dette heftet er støttet av BE-prosjektet "KOBÉ". Ansvarlig for utarbeidelsen er MULTICONSULT ved Anders Larsen, Anne Kathrine Larssen og Svein Bjørberg.

Oslo, september 2007

Svein Bjørberg  
FoU-leder, professor

## 1. Introduksjon

### 1.1 Bakgrunn

Den totale bygningsmassen i Norge består av ca 325 millioner kvadratmeter bruttoareal. Av dette utgjør ca 115 millioner kvadratmeter formålsbygg, hvorav ca 45 millioner kvadratmeter er i offentlig eie. Resterende bygningsmasse omfatter primært private boliger. Samlet sett har denne bygningsmassen en **teknisk verdi** på anslagsvis 4 000 – 4 500 mrd kr. Årlig blir om lag 150 – 180 milliarder investert i nybygg og ombygginger, 15 milliarder er anslag på årlige byggefeil/skader og i tillegg kommer ca 170 – 200 milliarder i FDV-kostnader.

Samlet utgjør dette enorme verdier og ressurser, og betyr et stort ansvar for alle involverte i bygg og eiendom, så vel byggeherrer, entreprenører, bygg- og eiendomsforvaltere og brukere.

For at disse ressursene skal bli utnyttet best mulig og for at verdiene skal bli opprettholdt (eller øke), samt det viktigste av alt: at de fremstår som gode fysiske rammebetingelser for virksomheten i bygget, er det viktig å ha fokus på livsløpsplanlegging. Det primære målet bør følgelig være: ”**å bygge og forvalte bygninger som er optimale for sitt bruk over en lang levetid, med effektiv ressursutnyttelse og begrenset miljøbelastning**”. Dette sammenfaller også med målet om bærekraftig bygging.

### 1.2 Bygninger som innsatsfaktor

Bygninger er en sentral innsatsfaktor i nærmest all virksomhet. Gjennom sin utforming, kvalitet og standard utgjør bygningene rammer for både rasjonelle og effektive arbeidsprosesser og er premissgiver og påvirkningsfaktor på organisasjon og arbeidstakere. Dette gjelder så vel industrilokaler som kontorbygninger, sykehusbygninger etc.

For at en bygning skal være hensiktsmessig for kjernevirksomheten må den være funksjonell i forhold til de ønsker og krav som stilles av brukeren. Tar vi med i betraktning at alle virksomheter (som samfunnet for øvrig) utvikler seg over tid, og således opplever mer eller mindre løpende endringer i behov for fysiske fasiliteter, er det essensielt at bygningene kan endre seg i takt for å opprettholde funksjonaliteten. Det vil si at bygningenes tilpasningsdyktighet er sentralt for å kunne imøtekomme disse endringene, samt at endringene kan gjennomføres med en forsvarlig ressursbruk.

Å tallfeste bygningenes samlede påvirkning på virksomheten er nærmest et umulig regnestykke. Mange parametere, med til dels stor usikkerhet, i kombinasjon med de menneskelige og organisatoriske aspektene vanskeliggjør slike beregninger. Imidlertid er de økonomiske størrelsene slik at dersom bygningenes utforming og kvalitet bidrar til noen få prosent økt effektivitet, litt mindre sykefravær, økt trivsel etc. er gevinsten av investering i ”optimalisering” av bygningsmassen utpreget god totaløkonomi.

### 1.3 Heftets innhold

Hovedfokus i dette heftet er å belyse viktigheten av livsløpsplanlegging, hva det innebærer og hvordan dette kan håndteres i praksis. Det settes et spesielt lys på tilpasningsdyktighet som et avgjørende element i livsløpsplanleggingen, herunder å klarlegge hva som er avgjørende for tilpasningsdyktighet og hvordan fokus på tilpasningsdyktighet kan bidra positivt på sikt, både for en virksomhets totaløkonomi og for den enkelte bruker.

Livsløpsplanlegging er et omfattende og komplekst tema. Dette heftet er ikke ment å være uttømmende, men å gi leseren en introduksjon, belyse sentrale elementer og bidra til økt fokus på tematikken i byggeprosjekter og i forvaltningen av eksisterende bygningsmasse.

## 2. Aktualitet

Den romerske arkitekt Vitruvius postulerte at byggverk skulle være funksjonelle, varige og vakre. Med andre ord skulle de være gode å oppholde seg i, behagelige å se på samt vare over lang tid. På den tid ble funksjonene oppfattet som konstante over tid.

I vår moderne tid ser vi at krav til funksjonell endring kommer raskere og raskere for en del bygningstyper. Dette betyr at utsagnet kan suppleres med at byggverk skal være funksjonelle over tid. Om dette tilfredsstilles vil levetiden for byggverkene forlenges og miljøbelastningen minskes gjennom produksjon, bruk og avfall.

Dette krever at livsløpsplanlegging må settes i system og mer på dagsorden.

Aktualiteten av livsløpsplanlegging er stadig økende. Det er flere årsaker til dette, men tre sentrale forhold er:

- Erkjennelsen av bygningenes betydning for, og innvirkning på, virksomheten i bygget
- Markedstilpasning, dvs.:
  - Høyere krav til effektivitet
  - Økende konkurranse i markedet
  - Hyppigere endringer enn før: ny teknologi, organisasjonsendringer, nye måter å jobbe på
  - Byggherrer med økende fokus på livssyklus og totaløkonomi
  - Økende krav fra leietakere
- Økt fokus på bærekraft og miljø, blant annet gjennom Lov om Offentlige Anskaffelser (LOA) § 6.
  - LOA kom i revidert utgave 2006. 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, hvor det sies: "Ved utforming av kravene skal det legges vekt på livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen".

## 3. Hva er livsløpsplanlegging

Livsløpsplanlegging betyr, som ordet sier, at man skal planlegge for hele byggverkets livsløp. Så enkelt, men samtidig meget utfordrende og komplisert.

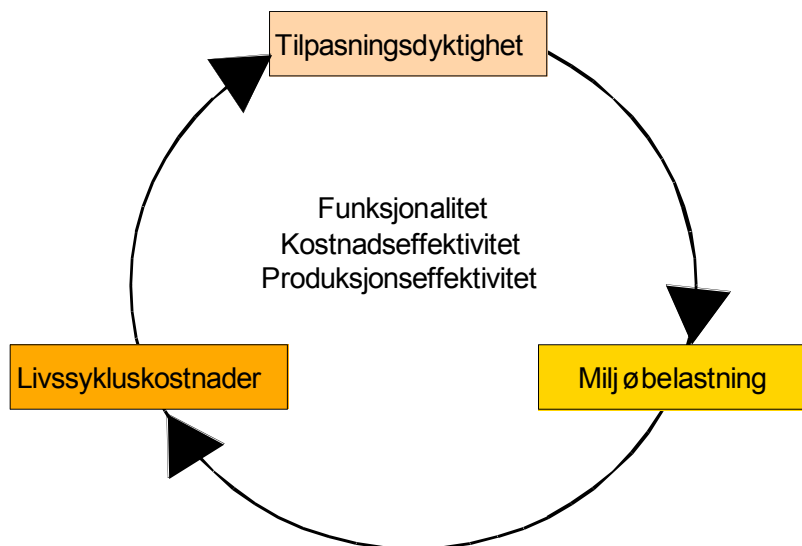
Livsløpsplanlegging betyr at planlegging, prosjektering og bygging også må omfatte konsekvensene av investeringen, dvs. konsekvensene for FDVU (Forvaltning, Drift, Vedlikehold og Utvikling), service og støttefunksjoner for kjernevirksomheten, miljøbelastning (mot omgivelsene, brukere og ressursbruk) samt mulige funksjonelle endringer i bruksfasen. Med dagens voksende miljøfokus vil også riving/gjenvinning bli et sentralt element i det totale livsløp.

Ovennevnte må da ses i relasjon til det overordnede formålet om å skape et funksjonelt bygg for den aktuelle virksomhet over tid.

Oppsummert kan man si at livsløpsplanlegging i bygninger omhandler følgende tre hovedelementer:

- **Livssyklus kostnader (Life Cycle Costs, LCC)**
  - dvs. optimalisering av bygningsdrift
- **Tilpasningsdyktighet (TPD)**
  - dvs. skape og opprettholde funksjonelle bygninger over tid
- **Miljøbelastninger (Life Cycle Analysis, LCA)**
  - dvs. begrense ressursbruk, miljøfarlige stoffer og avfall

Figur 1. illustrerer sammenhengen og avhengighetene mellom det å oppnå kostnadseffektivitet og produksjonseffektivitet gjennom funksjonelle bygninger, som kan tilpasses over tid gjennom god tilpasningsdyktighet og som tilrettelegger for lave livssyklus kostnader og minimal miljøbelastning. Det hele kan oppsummeres i begrepet **bærekraftig bygging**.



Figur 1: Bærekraftig bygging (ref. MULTICONSULT)

## 4. Bygningers livsløp

### 4.1 Utviklingen over tid

Begrepet ”livsløp” omfatter i all enkelthet hele verdikjeden, dvs. alt fra idé (unntagelse), planlegging, prosjektering og bygging (svangerskapet), overtagelse (fødsel), bruk med alle endringer (livet med aldring, fornying), riving (død) og gjenbruk av materialer (reinkarnasjon).

Figur 2 illustrerer utviklingen over tid og oppsummerer sentrale begrep i et normalt livsløp:

- Planlegging, produksjon og overtagelse

Perioden fra konsept/idé til ferdigstillelse av bygningen omfatter de tradisjonelle byggefasene; konsept – skisseprosjekt – forprosjekt – detaljprosjekt – bygging. Det er viktig å være klar over at påvirkningsmulighetene er avtagende i den samme perioden,

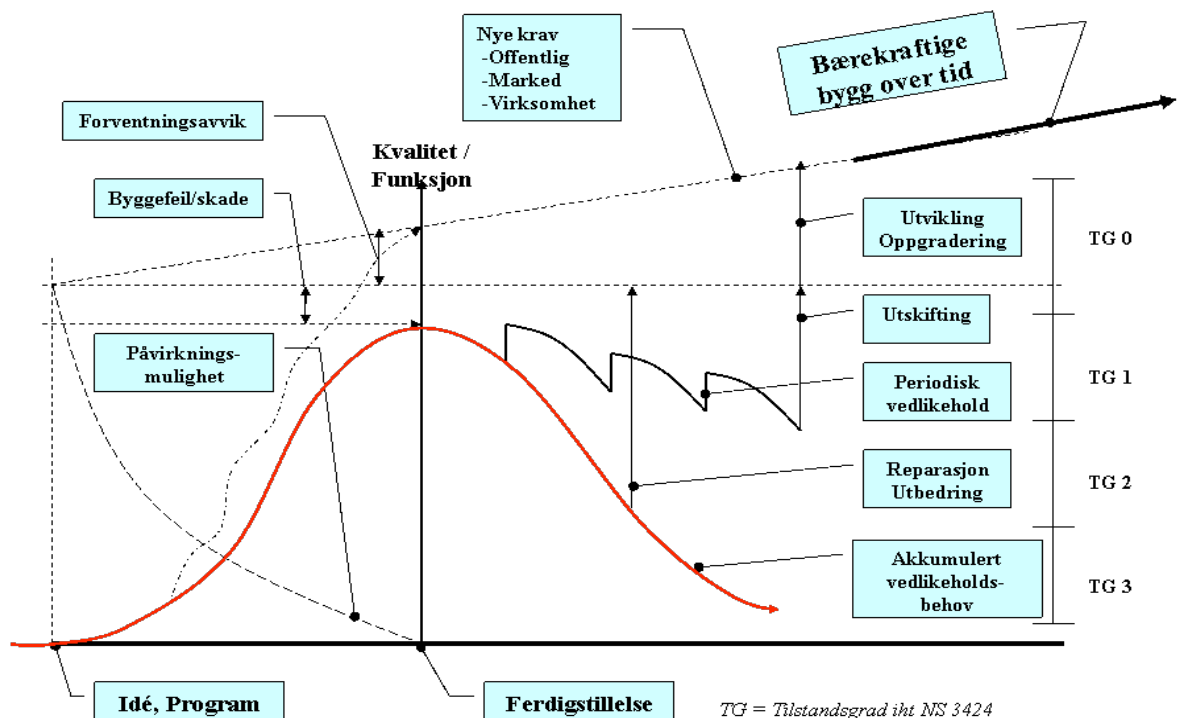
og at eventuelle endringer blir mer og mer kostnadsdrivende utover i prosjektet. Det er primært i de innledende fasene, tidligfase, at rammer og vilkår for fremtidig effektiv FDV og utvikling i bruksfasen (driftfasen) legges. Ved overtagelse kan det allerede være et gap (forventningsavvik) mellom faktisk ferdig bygg og ønsket kvalitet og funksjon generert gjennom samfunnets kontinuerlige utvikling med påfølgende endringer i behov og krav. Videre er det dessverre et for stort omfang av byggefeil og byggeskader (10 – 15 mrd kr på landsbasis pr år) i norske byggerier.

- Bruks/driftsfase

Fra ”dag 1” er enhver bygning utsatt for påkjenninger som medfører nedbrytning. Den samlede nedbrytningshastigheten avhenger av påkjenningene som virker (mekaniske, kjemiske, biologiske etc.), den initielle motstanden mot nedbrytningen (materialkvalitet, design, utførelse etc.), samt vedlikehold som den korrektive innsatsen. Avhengig av nedbrytningen vil tilstanden forringes, og definerte akseptkriterier og ambisjonsnivåer bestemmer behovet for utskiftninger, reparasjoner og utvikling/oppgradering. Manglende vedlikehold og utbedringer/oppgraderinger vil på sikt føre til akkumulert etterslep og dårlig tilstand.

- Avhending

De fleste bygninger vil på et tidspunkt ”gå ut på dato”, det vil si at et eller flere av akseptkriteriene er overskredet og en vesentlig oppgradering og fornying ikke vurderes som hensiktsmessig eller økonomisk forsvarlig. Årsakene for valg om avhending er ofte flerfoldig, men den vanligste årsaken er imidlertid kombinasjonen av dårlig teknisk tilstand og uhensiktsmessig funksjonalitet for brukerne. Det vil si bygninger som er svært kostnadskrevende å oppgradere/rehabiliterer, samtidig som egnetheten som oppnås vurderes å ikke være god nok. Andre forhold som av og til er utslagsgivende er et ønske om å benytte tomt til annet formål og i enkelte tilfeller ekspropriasjon.



Figur 2: Utviklingen over tid (ref. MULTICONSULT)



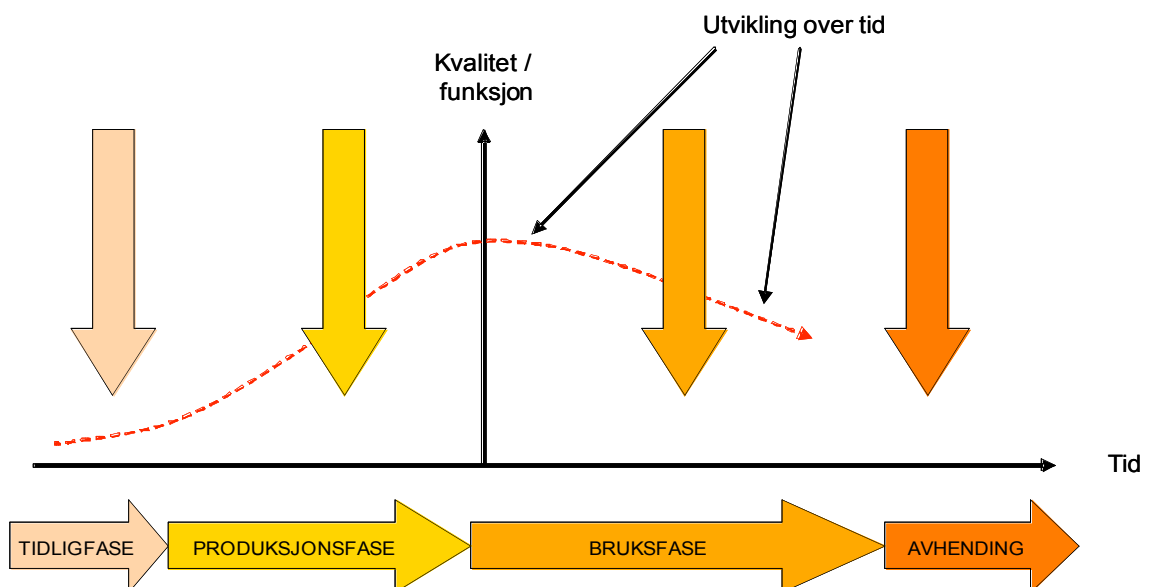


## 4.2 Livsløpsplanlegging i de ulike fasene

Bruk av "fase" som begrep i byggeprosjekter er godt innarbeidet, riktignok med noen variasjoner i ordlyden. I det understående er det en kort introduksjon til viktige elementer i forhold til livsløpsplanlegging for de ulike fasene. For enkelthetens skyld er de ulike tradisjonelle fasene her sammenstilt i følgende fire "hovedfaser":

- Tidligfase (omfatter idé, konsept/program og skisseprosjekt)
- Produksjonsfase (omfatter forprosjekt, detaljprosjekt og bygging)
- Bruksfase (omfatter hele bruksperioden (levetiden))
- Avhendingsfase (omfatter riving, evt. omfattende ombygging, salg / alternativ bruk)

Figur 3 illustrer de fire hovedfasene



Figur 3. De ulike hovedfaser (ref. MULTICONSULT)

- Tidligfase – fra idé til visualisert beslutningsgrunnlag

Fasen er sentral i livsløpsplanleggingen. Det er i denne fasen man fastlegger både ambisjonene og strategiene for bygningens funksjonalitet for sluttbrukerne over tid, bygningens levetid og fremtidig ressursbruk. Det vil si at fokus bør ligge på funksjoner, krav til grad av tilpasningsdyktighet og miljøbelastning. Fasen kjennetegnes også ved mulighetene for løpende endringer til liten kostnad. LCC analyser utarbeides på overordnede nivå, dvs. ved bruk av nøkkeltall korrigert for prosjektspesifikke forhold. Det nedfelles policy i forhold til miljøbelastning og fremtidig energibruk.

- Produksjonsfase – produksjon for å kunne bygge (prosjektering) og det å bygge

Basert på godkjent beslutningsunderlag i tidligfase er utfordringene å bære ut ambisjoner, strategier og policy i konkrete løsninger. Muligheten for å foreta endringer i produksjonsfasen er avtagende, med økende kostnadskonsekvens. Valgte løsninger skal dokumenteres i forhold til kravene i tidligfase. LCC kalkyler skal utarbeides, og sentrale valg dokumenteres gjennom alternativsvurderinger, synliggjøring av løsninger

som ivaretar tilpasningsdyktighet og miljøkrav er sentralt. Opplegg for, og komplett leveranse innen, FDV- dokumentasjon må være på plass.

- Bruksfase – omfatter bruk av bygget inkl. FDV og Utvikling (endringer)

Bruksfasen, byggeriets formål, starter med godkjent produkt fra produksjonsfasen (overlevering) og omfatter daglige og periodiske forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsaktiviteter. Muligheter for endringer i denne fasen er et resultat av de forutsetninger og tilrettelegginger som er foretatt i tidligfase og produksjonsfase. Fokuset i denne fasen er å optimalisere FDV og påse at lover og forskrifter ivaretas, samt å ha brukerfokus, dvs. å fange opp endringsbehov og gjennomføre endringer som bidrar til brukernes effektivitet. I dette ligger utviklingselementet, dvs. både teknisk utvikling (lover/forskrifter, ressursoptimering, kvalitetsoppnåelse) og funksjonell utvikling (endrede brukerkrav, nye brukere etc.)

- Avhendingsfase – omfatter riving/fjerning (evt. salg eller totalombygginger)

Innledningen til denne fasen vil være en kartlegging/vurdering og erkjennelse av at bygningen ikke lenger tilfredsstiller funksjonelle og/eller tekniske krav. Før beslutning om riving tas, bør fokus være rettet mot muligheter for alternativ bruk og økonomiske konsekvenser av evt. endret bruk gjennom totalombygginger og omfattende rehabiliteringer. Bygningens tilpasningsdyktighet vil være avgjørende for disse mulighetene. Er beslutning om riving tatt skal fokus ligge på miljøkartlegging, miljøsanering og riveplan. Basert på de tilrettelegginger som er foretatt i tidligfase/produksjonsfase skal potensialet for ombruk, gjenbruk og gjenvinning tas ut.

## 5. Livssyklus kostnader og totaløkonomi

### 5.1 Livssyklus kostnader (LCC)

Sentralt i livsløpsplanleggingen er å tilrettelegge og fokusere på konsekvenser i driftsfasen, herunder LCC. LCC er en forkortelse for det engelske uttrykket Life Cycle Cost, tilsvarende livssyklus kostnader på norsk. Livssyklus kostnader omfatter alle kostnader i løpet av en bygning brukstid, det vil si alt fra investering ved anskaffelse, via FDVU i driftsfasen til kostnader til riving. Konseptet er å danne et helhetlig bilde av et produkts livssyklus.

Livssyklus beregninger utføres på bakgrunn av definisjoner og kostnadsstruktur gitt i NS 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk – prinsipper og struktur". Standarden klargjør blant annet forholdet mellom livssyklus kostnader, årlige kostnader, levetidskostnader og årskostnader.

#### Prosjekt kostnader:

Tilsvare total investering ved anskaffelsestidspunktet. Kostnadsoppstillingen er gitt i NS 3453.

#### Årlige kostnader:

Er beregnede (eller registrerte) kostnader for de enkelte år. Kostnadene stilles opp iht NS 3454, og er delt i FDVU og U.

#### Restkostnad:

Avhendingskostnaden (evt verdien) ved endt brukstid. Dersom brukstid tilsvare levetiden, vil restkostnad tilsvare rivningskostnader.

#### Livssyklus kostnader:

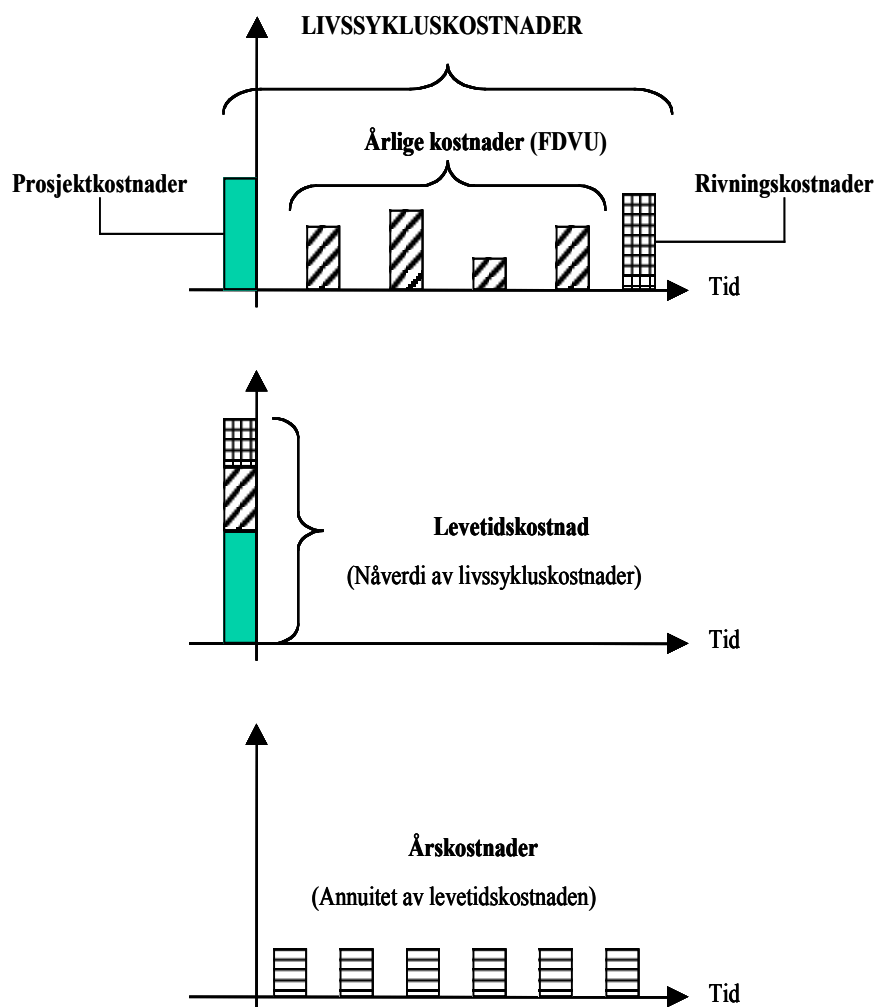
Samlebegrep for alle kostnader som opptrer over byggets brukstid.

#### Levetidskostnad:

Summen av alle kostnader neddiskontert til nåverdi.

#### Årskostnader:

Tilsvare annuitet (like årlige kostnader) av levetidskostnaden.



Figur 4. De ulike kostnadsbegrepene

Beregning av livssyklus kostnader synliggjør de totale konsekvensene av en investering og gjør det enklere å velge mellom ulike løsninger.

Et interessant og avgjørende spørsmål som kan besvares ved bruk av livssyklusberegninger, vil være hva som kan vinnes på driftssiden mot hvilken investering dette krever på kapitalsiden. Hva gir lavest kostnad og i forhold til hvilken kvalitet? FDVU-kostnader utgjør ofte opp mot 40 – 50 % av totale levetidskostnader (se definisjoner) forbundet med bygninger.

Kostnadsstrukturen gitt i NS 3454 gir videre grunnlag for å etablere entydige erfaringstall og nøkkeltall for benchmarking mellom byggverk og virksomheter. Med benchmarking menes her sammenligning og erfaringsoverføring med tanke på å avdekke forbedringspotensial og eventuelt gjennomføre tiltak for kostnadseffektivisering.

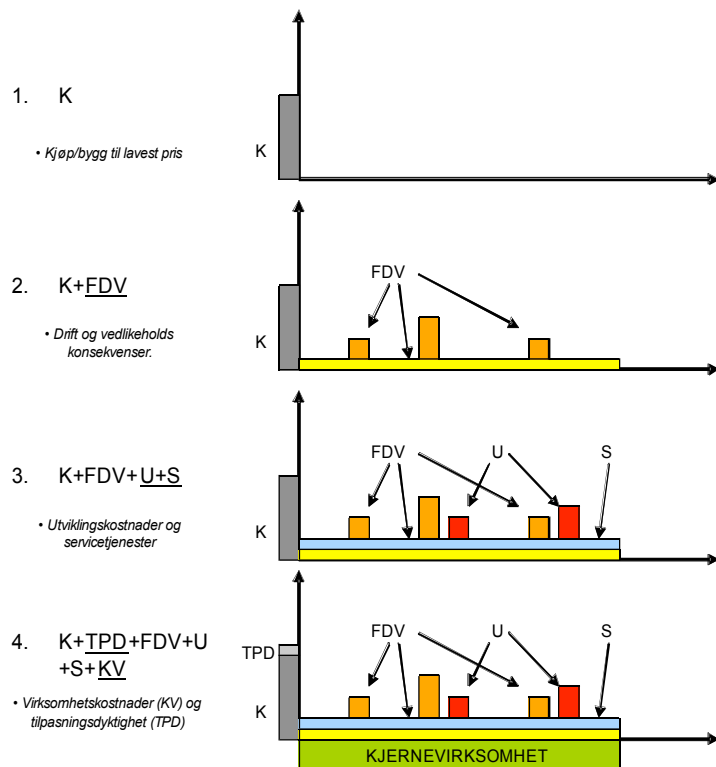
Stikkordsmessig kan livssyklus kostnadsberegninger være et verktøy for å:

- vurdere ulike alternativer
- gi riktig beslutningsgrunnlag for valg av løsning
- bestemme den mest kostnadseffektive balansen mellom kapital- og driftskostnader
- synliggjøre kostnadsnivå til FDVU (budsjett)
- synliggjøre reelle totale kostnader forbundet med bruk av bygninger
- avdekke forbedringsområder og gevinster
- sammenligne med andre alternativer

## 5.2 Utviklingstrekk innenfor LCC - fokus på totaløkonomi

Kostnadsfokus i byggeprosjekter har utviklet seg de siste tiårene. Selv om det i dag stadig er (for) stort fokus på investeringskostnader, har forståelsen, interessen og fokuset på kostnader i bruksfasen vært økende. Figuren under illustrerer denne utviklingen i fire trekk:

Der man tidligere hadde et mer eller mindre ensrettet fokus på å bygge/kjøpe til lavest mulige pris (pkt 1), ble det etter hvert vanlig å også hensynta kostnadene for å drifte og vedlikeholde bygningen (pkt 2). Forståelsen for implikasjonene mhp. utvikling av bygningsmassen for å tilfredsstille nye funksjonskrav samt servicekostnadene til kjernevirksomheten, var et resultat av nye arbeidsmåter og teknologisk utvikling i arbeidslivet (pkt 3). Det (foreløpige) komplette bildet (pkt 4) er hensyntatt først i de senere år, dvs. i større grad å se på bygningenes innvirkning på kjernevirksomheten som en viktig innsatsfaktor



Figur 5. Utviklingstrekk innenfor LCC (ref. MULTICONSULT)

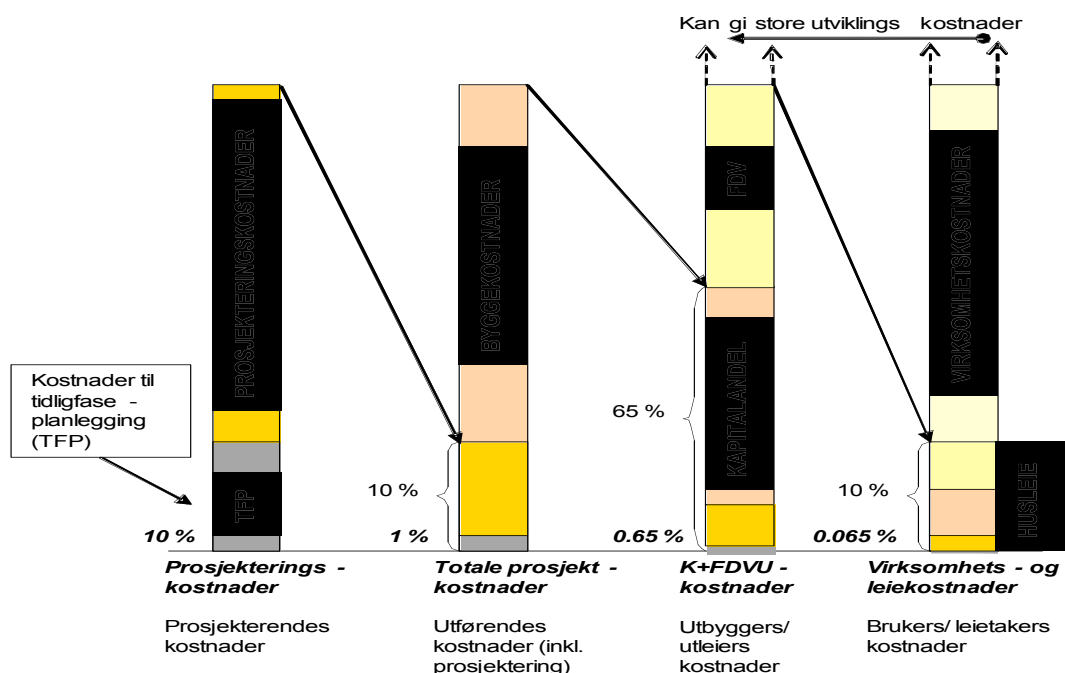
### 5.3 Tidligfaseplanlegging – liten investering med stor verdi

Som omtalt i kapittel 5.2 har utviklingstrekkene pekt mot et stadig mer helhetlig og komplett kostnadsbilde, som etter hvert også inkluderer virksomhetskostnader. Som følge av at virksomhetskostnader i en så stor grad overstiger bygningsrelaterte kostnader, har dette gitt økt fokus på bygningenes implikasjoner på virksomheten. Med andre ord fokus på bygningene som sentral innsatsfaktor. Dette har igjen ført til økt forståelse for betydningen av god livsløpsplanlegging i tidligfase og gevinstene dette gir.

Ved erkjennelsen av verdien av god tidligfaseplanlegging er det viktig å ha i mente at eventuell merkostnad knyttet til gjennomarbeidede vurderinger i denne fasen har minimal kostnad i et livsløpsperspektiv. Som omtalt i kapittel 4.2 er det i tidligfase at påvirkningsmulighetene er størst samt at kostnader for å endre forutsetninger er minst.

Figur 6 under illustrerer tidligfasens kostnader i forhold til de samlede kostnadene som løper over en bygnings livssyklus. Regnestykket er som følger:

- Tidligfaseplanlegging utgjør anslagsvis 10 % av samlede prosjekteringskostnader (planleggingskostnader)
- Samlede prosjekteringskostnader utgjør anslagsvis 10 % av samlede prosjektkostnader (byggekostnader). Det tilsier at tidligfaseplanlegging utgjør ca 1 % av prosjektkostnadene.
- Totale prosjektkostnader utgjør igjen erfaringsmessig ca 65 % av samlede bygningsmessige livsløpskostnader (varierer noe mellom bygningstyper). Det gir følgelig at tidligfaseplanleggingen utgjør ca 0,65 % av samlede bygningsmessige livsløpskostnader.
- Videre utgjør de samlede bygningsmessige livsløpskostnadene (ofte i form av husleie) anslagsvis ca 10 % av samlede virksomhetskostnader. Det gir følgelig at tidligfaseplanleggingen utgjør til syvende og sist kun 0,065 % av totale livsløpskostnader (bygg + virksomhet).



Figur 6. Tidligfaseplanleggings andel av kostnader over et livsløp (de 4 økonomisystemer) (ref. MULTICONSULT)

## 6. Tilpasningsdyktighet

### 6.1 Definisjoner

En bygnings tilpasningsdyktighet er egenskapen den har til å møte vekslende krav til funksjonalitet og fremkommer som en funksjon av bygningens generalitet, fleksibilitet og elastisitet. Disse tre begrepene defineres av Multiconsult som følger:

Fleksibilitet: *Frihet til planendring innen samme funksjon (for eksempel endring fra cellekontorer til åpne kontorlandskap), dvs. reorganisere bruksarealet eksklusiv bæresystem/kjerner.*

Generalitet: *Frihet til endret funksjon (for eksempel skole til boliger, fra lagerbygg til bilforretning/verksted el.), dvs. evne til å kunne oppfylle krav til endrede nyttelaster, brannsikring, etc. uten altfor store inngrep og kostnader.*

Elastisitet: *Evnen en bygning har til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri. For eksempel mulighet til å kunne utvide med tilbygg/påbygg eller å fjerne deler av bygningen*

Dette vil i praksis bety en bygnings egenskap til å endre arealutforming, huse ulike funksjoner, bygges om, til eller på, evt. seksjoneres.

Når man snakker om tilpasningsdyktighet, er det derfor egentlig en samlebetegnelse på disse tre forholdene. Om man sier at en bygning har krav om høy grad av tilpasningsdyktighet, vet man derfor ikke hvordan kravene til fleksibilitet, generalitet og elastisitet er. Noen bygninger vil for eksempel ha behov for en høy grad av fleksibilitet, mens generalitet og elastisitet er mindre viktig. Dette avhenger av bygningstype, virksomhetens arbeidsmåter, fremtidsantakelser osv. Ved planlegging av nye bygninger er det viktig at denne differensieringen på tilpasningsdyktighet blir opprettholdt.

### 6.2 Ulike bygningstypers behov for tilpasningsdyktighet

#### Generelt

Ulike bygningstyper vil normalt ha ulike krav til tilpasningsdyktighet. I slike betraktninger fokuseres det på hvilke krav de ulike kjernevirksomhetene (altså brukerne) stiller til bygningenes evne til å endres over tiden. Eksempelvis vil monumentale bygninger som kirker, teater-/konsertbygg og museer ha lite behov for å være tilpasningsdyktige som følge av den "statiske" virksomheten bygningene skal tjene. Et sykehus vil på den annen side ha et mye større behov for å være dynamisk, grunnet de hyppige endringene innen medisin, teknologi, pasientgrupper, organisasjonsformer etc. I tillegg er kravene til effektivitet og funksjonalitet store, både for pasienter og personell. Rent bygningsmessig krever også sykehus store driftsressurser for å dekke renhold, energi etc., mens kravene til for eksempel et lager er mye mindre.

Oppsummert kan det sies at grad av tilpasningsdyktighet avhenger av:

- Behov - er det behov for endring over tid (dynamisk/statisk virksomhet)
- Frekvens - hvor ofte vil endringsbehovene komme
- Levetid - hvor lang er tiltenkt levetid for bygningen

Figur 7 viser eksempler på ulike bygningstyper og deres ulike krav til tilpasningsdyktighet og normale tiltenkte brukstider.

*Figur 7. Ulike bygningstypers krav til tilpasningsdyktighet (ref. MULTICONSULT)*

En bygning kan i prinsippet huse flere forskjellige funksjoner, både samtidig, og til ulike tider. Enhver funksjon stiller visse krav til bygningen. Blir kravene oppfylt er bygningen funksjonell i forhold til denne bestemte funksjonen. Tilpasningsdyktighet handler imidlertid om hvordan bygningen kan tilpasses endrede funksjonskrav, både innen samme virksomhet, og en helt ny funksjon. Tilpasningsdyktighet er følgelig en bygningsteknisk egenskap og er ikke entydig tilknyttet en spesiell funksjon eller virksomhet. Betraktninger vedrørende bygningstypers krav til tilpasningsdyktighet slik de fremkommer i figur 7 er således ikke dekkende, da den innebærer både forenklinger og generaliseringer av endringsbehov, virksomheter og ”aktørfokus”. Med ”aktørfokus” menes her ulike interessenters motiv for å stille krav til tilpasningsdyktighet (mer om ulike aktørers fokus i kapittel 9.).

### **Krav til fleksibilitet, generalitet og elastisitet**

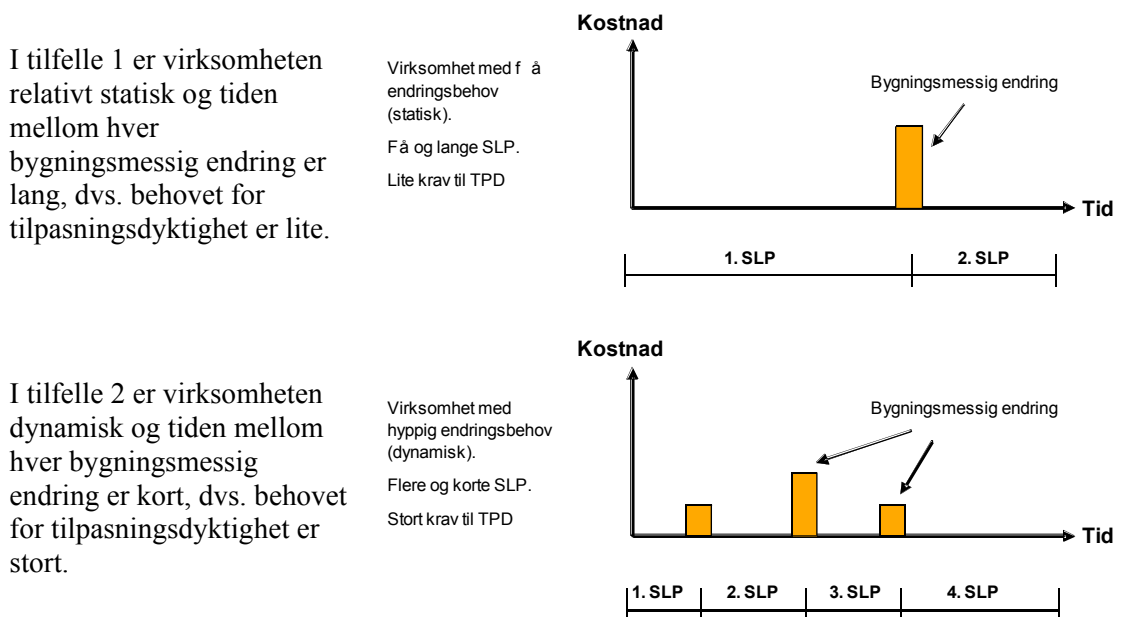
Som omtalt innledningsvis er tilpasningsdyktighet et produkt av faktorene fleksibilitet, generalitet og elastisitet. Det kan derfor være flere variasjoner innenfor disse faktorene som gir nivået på tilpasningsdyktighet, og ulike aktører vil ha ulik syn på nytteverdier av disse:

- Fleksibilitet er forenklet sagt, evnen bygningen har til å endre planløsning, også innenfor samme virksomhet. Fleksibilitet er følgelig viktig for brukeren for å oppnå god funksjonalitet, mens eier vil kunne oppnå en høyere markedsverdi(leie) som følge av god funksjonalitet.
- Generalitet er evnen bygningen har til å endre funksjon. Dette kan være både innenfor samme virksomhet eller tilpasning til ny virksomhet (for eksempel kontorbygning til forretningsvirksomhet). Brukere (virksomheter) som krever flere funksjoner vil således kunne utnytte generalitet til omrokkeringer og omdisponeringer for således å oppnå forbedret logistikk, utvidelse av funksjonsområder etc. Eier av bygningen vil ha fokus på generalitet, da dette gir muligheter for alternativ bruk og således et større marked.
- Elastisitet er bygningens evne til å endre volum, dvs. bygge til eller eventuelt seksjonering. For brukerne (virksomhetene) vil dette ha verdi i form av mulighetene for å ekspandere/krympe uten å måtte relokalisere seg. For eier er dette sentralt for å kunne øke sin leieinntekt, holde på leietagere, utnytte tomtepotensialet etc., evt. leie ut til andre virksomheter ved seksjonering.

### Service Level Period (SLP) - frekvens

Et sentralt forhold som påvirker behovet for tilpasningsdyktighet er vurderinger om hvor ofte endringsbehovene vil komme, dvs. med hvilken frekvens. Perioden mellom hver ombygging kan betegnes "bruksperiode" (eng.: Service Life Periode SLP), dvs. den periode hvor bruken stort sett er statisk. Om SLP skal være hele byggets livsløp så er det ikke behov for tilpasningsdyktighet (TPD), for eksempel ny opera. Men der SLP er kort dvs. det skal stadig vekk endres så er det stort behov for tilpasningsdyktighet, for eksempel nytt sykehus (nytt rikshospital har hatt ca 30 ombygginger i løpet av de første 5 år).

Figur 8 illustrerer to ulike hyppigheter av endringsbehov som genererer bygningsmessige endringer:



Figur 8. Variasjon i bruksperiode (Service Life Period)

### 6.3 Tilpasningsdyktighet i praksis

Som omtalt er bygningsmessig tilpasningsdyktighet tekniske egenskaper ved en bygning. Tilpasningsdyktighet handler til en viss grad om overdimensjonering, men i mange tilfeller handler det vel så mye om å tenke smart og alternativt. Men hvilke egenskaper er det egentlig vi snakker om?

Tilpasningsdyktighet i praksis omhandler i hovedsak fire forhold, som kan oppsummeres slik:

- Bygningsmessig utvidelse
  - Det vil si muligheter for å bygge på eller til
- Installasjonsplass
  - Det vil si muligheter for utvidelse av tekniske føringer og tilgjengelighet til disse



- Arealdisponering
  - Det vil si muligheter for utforming av planløsninger
- Unngå bindinger
  - Det vil si at bygningskomponenter (med ulik levetid) kan skiftes uten at det berører tilleggende komponenter (minimerer bygningsmessige inngrep og unngå at tilleggende komponenter ”går med i sluket”)

I det understående er det gitt noen eksempler på bygningstekniske egenskaper som er avgjørende med tanke på ovenstående forhold. De ulike parameterne vil være relevante i ulike sammenhenger ut fra ønsket om endring og hvorvidt man snakker om fleksibilitet, generalitet eller elastisitet.

- Etasjehøyde
  - Fremføring av installasjoner i himling (el, ventilasjon, gasser etc)
  - Plassering av stort utstyr, evt. takhengt utstyr
  - Tilstrekkelig volum (luftmengder, romfølelse etc)
- Vertikale sjakter
  - Fremføring av tekniske installasjoner (utvidelsesmuligheter, tilgjengelighet)
- Tekniske mellometasjer
  - Som føringsveier og installasjonsplass for tekniske anlegg (utvidelsesmuligheter, tilgjengelighet, unngå forstyrrelse av kjernevirksomheten)
- Lastkapasitet i dekker
  - Mulighet for store nyttelaster / utstyr
- Bæresystem
  - Lastkapasitet gir mulighet for å bygge på en eller flere etasjer
  - Ingen (eller få) bærende innervegger gir muligheter for endringer i planutformingen
  - Lange spenn gir økt mulighet for arealutforming og frie flater
- Hulltakingsmuligheter i dekke
  - Montering av utstyr, fremføring av nye installasjoner, punktuttak av el, ventilasjon etc.
- Areal pr. etasje
  - Enkelte funksjoner krever et minsteareal for å fungere tilfredsstillende
  - Mulighet for etablering av frie, åpne flater (romstørrelse)
  - Bygningsbredde, planutforming og lystilgang
- Bredde kommunikasjonsveier
  - Korridorbredde, for eksempel behov for trilling av (2) senger/pasienter
- Bindinger mellom bygningsdeler
  - Minimale bindinger forenkler utskiftninger uten at inngrepene ”tar med seg” andre bygningskomponenter (for eksempel unngå innebygde installasjoner, føringer i lettvegger etc.)
- Tomteforhold og plassering på tomt

- Utnyttelsesgrad og høyde (reguleringsplansbestemmelser) samt plassering på tomt avgjør muligheten for utvidelser (vertikalt/horizontalt).
- Teknisk grid
  - Et tett spredenett gir muligheter for punktuttak uten større omlegginger eller bygningsmessige inngrep

Figur 9 oppsummerer noen sentrale parametere i forhold til fleksibilitet, generalitet og elastisitet.

Parametere av betydning for installasjonsplass og utstyr	Parametere av betydning for arealdisponering og tilgjengelighet	Parametere av betydning for utvidelsesmuligheter
Tekniske mellometasjer	Mulighet for frie flater (spennvidder)	Tomteforhold (mulighet for tilbygg)
Netto etasjehøyde	Bredde kommunikasjonsveier	Lastkapasitet bæresystem (mulighet for påbygg)
Vertikale sjakter/installasjonsplass	Innervegger (tuinge/lette) konstruksjoner	
Mulighet for hulltaking i dekke	Bygningsbredde	
Lastkapasitet dekke	Arealmengde pr etasje	
<b>Fleksibilitet og generalitet</b>		<b>Elastisitet</b>

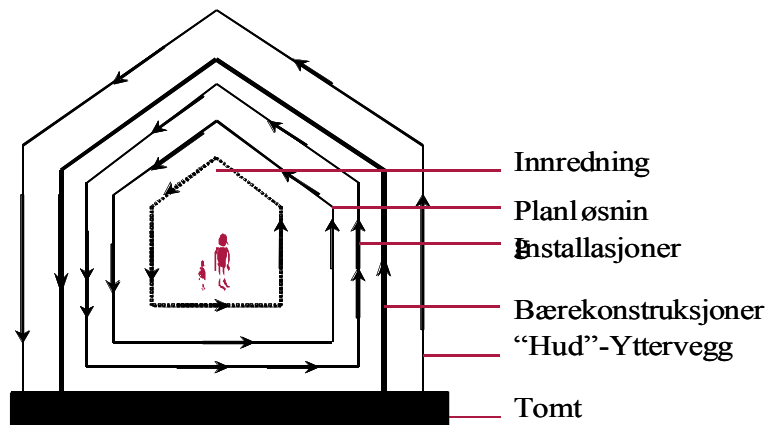
Figur 9. Sentrale bygningstekniske parametere i fht. Tilpasningsdyktighet (ref. MULTICONSULT)

Når det gjelder målsetningen om å unngå bindinger mellom ulike bygningskomponenter med ulik levetid og/eller endringstakt illustrerer Stuart Brands lagdelingsmodell sentrale grunnprinsipper.

Figur 10 viser lagdelingsmodellen. Modellen viser i alt seks ulike ”komponentsystemer” som grovt sett kan sies å innad ha tilnærmet lik levetid/endringstakt:

- Tomt: er evigvarende
- Bærekonstruksjoner: skal stå i hele bygningens levetid
- Hud/yttervegg: skal normalt ha lang levetid (avhengig av material) og ha få/ingen utskiftninger i bruksperioden (40 – 60 års levetid)
- Installasjoner: relativt lang levetid, målsetning er å oppnå forventede tekniske levetider (20 – 40 år)
- Planløsning: avhenger av virksomhet, men bør endres når nytt behov oppstår (10 – 15 år)
- Innredning: avhenger av virksomhet, men kan være fra dag til dag basis (0 – 10 år)

Figur 10 leses slik at jo tykkere strek jo lengre forventet levetid



Figur 10. Stuart Brands lagdelingsmodell

## 7. Livsløpsplanlegging – konsekvenser for miljøbelastning

Byggebransjen, slik den fremtrer i dag, er ofte kalt for 40 % -bransjen, dvs. den står for 40 % av:

- energiforbruket
- alt avfall
- all forurensing

Grovt sett kan man i dag si at ca 90 % av miljøbelastningene finner sted i bruksfasen og tilsvarende ca 10 % fra idé og frem til ferdigstillelse (planleggings- og produksjonsfasen). Det betyr at det tilsynelatende ikke er vesentlige forskjeller ved valg av byggesystem / materialvalg.

Men om bygget ikke kan brukes over lang tid, dvs. ikke kan tilpasses nye krav til funksjonalitet og effektiv drift grunnet manglende tilpasningsdyktighet, vil riving og et nytt bygg gi en større miljøbelastning enn om bygget har tilpasningsmuligheter. Eventuelt vil situasjonen kreve større eller mindre ombygging ved at bygget tømmes for brukere. Dette betyr at miljøbelastningen i brukstiden må påplusses belastning som følge av del-riving og ombygging evt. total riving og nybygg. Midlertidig lokaler for brukerne vil også være en miljøbelastning.

Miljøbelastningen kan således betraktes helt analogt med LCC, og fokus bør ligge på å etablere klassifikasjonssystem for LCA (Life Cycle Analysis) tilsvarende det vi har for LCC.

Fokus på livsløp og premisser lagt i tidligfase og produksjonsfase vil i tillegg kunne påvirke den fremtidige energibruken betydelig. Med det nye bygningsenergidirektivet på plass er fokuset på energiltak stadig økende.

Livsløpsplanleggingens og tilpasningsdyktighetens betydning for miljøbelastningen er følgelig helt parallell og følger prinsippene skissert i kapittel 6, dvs.:

- Lengre levetider og "mer effektive" ombygginger bidrar til redusert ressursbruk i ny produksjon og reduserer avfall
- Fokus på "0-friksjon" mellom bygningsdeler bidrar til at færrest mulig komponenter må skiftes
- Fokus på konsepter og materialer som bidrar til økt gjenvinning, gjenbruk og ombruk bidrar til redusert behov for ny produksjon og avfall

## 8. Nytteverdi av livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet

Som omtalt tidligere er verdien av livsløpsplanlegging generelt og tilpasningsdyktighet spesielt avhengig av flere forhold, og ulik for ulike aktører. I det understående er kort oppsummert noen sentrale forhold i så måte:

- Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet bidrar til god funksjonalitet over tid:
  - God funksjonalitet gir god produktivitet/effektivitet i kjernevirksomheten (god ressursutnyttelse (kostnader) og høye inntekter)
  - Godt planlagte bygg gir effektiv ressursutnyttelse i forbindelse med bygningsmessig drift, herunder energi.
- Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet bidrar til god markedsverdi for eier:
  - God funksjonalitet gir grunnlag for høyere leieinntekter
  - God tilpasningsdyktighet (generalitet) gir et større (bredere) marked i form av alternativ bruk (kan huse ulike virksomheter) – kan følge markedsutviklingen
  - God funksjonalitet og korte ombyggingstider bidrar til lengre leieavtaler og større bruksutnyttelse (bygget står mindre tomt)
  - Bidrar til å strekke bygningenes levetid - gjøre investeringer langsiktige
  - Bidrar til økt restverdi
- Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet bidrar til lave kostnader for eier:
  - Tilpasningsdyktighet reduserer ombyggingskostnader
  - Gir god tilgjengelighet og forenkler utskiftning av komponenter
- Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet bidrar til lav miljøbelastning:
  - Bidrar til å strekke levetider, som igjen minimerer ny produksjon og avfall
  - Bidrar til økt omfang av gjenvinning, gjenbruk og ombruk
  - Bidrar til bruk av miljøvennlige materialer og reduserer energibruk
- Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet bidrar til samfunnsutviklingen:
  - Skaper verdier – kutter kostnader og øker produktivitet
  - Bevarer miljøet
  - Tilrettelegger for menneskene i bygningene (kvalitet, innemiljø, egnethet)

Figur 11 oppsummerer nytteverdiene av livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet.



Figur 11. Nytteverdier av livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet (ref. MULTICONSULT)

Det er viktig å påpeke at forholdet mellom eier og bruker kan ha ulike former, og ”fordelingen av nytteverdiene” vil således kunne variere.

## 9. Ulike aktører – ulikt fokus

Frem til nå har ikke innsatsen med å optimalisere bygninger og bygningselementer med fokus på tilpasningsdyktighet vært fremtredende nok i bransjen. Det hevdes til og med det på visse områder utvikles mer spesialiserte bygninger i dag enn tidligere, skreddersydd til en bruker, med små muligheter for tilpasninger. Bakgrunnen ligger i erkjennelsen av den store verdien av funksjonalitet, dvs. fokus er rettet mot en optimal bygning for nåværende/tiltenkte funksjon.

For å få dreid fokuset mot å satse på tilpasningsdyktige bygninger og løsninger, er det viktig å belyse og dokumentere gevinstene av dette i et lengre perspektiv, dvs. økt funksjonalitet, produktivitet og lønnsomhet over et livsløp. I de tilfellene en står ovenfor økt kapitalkostnad som følge av satsning på tilpasningsdyktige løsninger, må det bevises at det kan forsvares i form av økte økonomiske fordeler over tid. Det må derfor gjøres en analyse av livssyklus-kostnadene.

For å oppnå ønsket resultat, må dette også kombineres med fornuftige entrepris- og kontraktsformer. Den tradisjonelle løsningen hvor en byggherre engasjerer et entreprenørselskap til å bygge, men hvor driften av bygningen blir overlatt til byggherren/eieren/brukeren fra dag en, er ingen hensiktsmessig løsning, da entreprenøren ikke har noen insentiver for å bygge driftsvennlig og med fokus på tilpasningsdyktighet. Dette krever i så fall en svært bevisst byggherre evt. leietaker. Løsninger hvor økonomisk ansvar for driften også delvis tillegges den prosjekterende/utførende, kan være med på å skape bedre grunnlag for investering i tilpasningsdyktighet. OPS-avtaler er eksempel på en kontraktsform som kan skape grobunn for gode, langsiktige løsninger.

Eksempler på bruk av LCC-beregninger for å belyse forholdet mellom økte kapitalkostnader og fremtidige besparelser er vist i kapittel 11.

For å eksemplifisere ulike aktørers fokus i forhold til tilpasningsdyktighet er det i det understående gitt noen generelle betraktninger med utgangspunkt i *kontorbygninger*.

Primært kan man dele interessentene i fire aktører, 1) Bruker som bygger egen bygning (er selv byggherre), 2) Bruker som leier lokaler, 3) Profesjonell utleier og 4) Profesjonell utbygger for salg

- Bruker som bygger egen bygning for sin kjernevirksomhet

Denne aktøren vil være opptatt av at bygningen skal være funksjonell i forhold til deres virksomhet og de arbeidsmetodene som benyttes. Høy grad av funksjonalitet vil

derfor oppleves som en klar nytteverdi for bedriftens økonomi, dvs. både i forhold til virksomhetens drift og bygningsmessig drift.

Fokus på tilpasningsdyktighet og krav til prosjekterende/entreprenør krever stor bevissthet og vurdering både i forhold til fremtidig utvikling av egen virksomhet og alternativt avhendingsverdi (salgsverdi) til annen bruk. Nytteverdien vil derfor inntreffe enten når brukeren må gjøre endringer for å tilpasse til sin egne nye behov, eller ved eventuelt videresalg av bygningen hvor man kan forvente å oppleve en mulig merverdi grunnet at bygningen er tilpasset flere bruksformål.

Prosjekterende/entreprenør har ingen egne incentiver for å satse på tilpasningsdyktighet.

- Bruker som leier lokaler

Nytteverdien i forhold til funksjonalitet vil gjelde på samme måte som for aktøren som eier egne lokaler. En bruker som leier lokaler har i utgangspunktet kun fokus på funksjonalitet og ikke tilpasningsdyktighet. En bevisst leietaker ser imidlertid nytteverdien ved å betale ekstra for å leie en bygning som har høy grad av tilpasningsdyktighet. Dette er imidlertid mest knyttet til lokalenes evne til å kunne endres i korrelasjon med nye arbeidsmåter og teknologi innenfor kjernevirksomheten. De etterspør derfor lokaler som i tillegg til å være funksjonelt også er fleksibelt. Generalitet og elastisitet vil neppe være avgjørende elementer, men kan selvfølgelig være viktig for virksomheter som innehar flere funksjoner eller forventer en ekspansjon.

- Profesjonell utleier

En profesjonell utleier/utbygger har et lengre perspektiv på bygningen enn den rendyrkede leietakeren. Fokus vil være å tilby det markedet etterspør. Da markedsforutsetningene endres over tid, vil det for en utleier være helt sentralt å sørge for at bygningene har de egenskapene som skal til for at de kan tilpasses disse endrede forhold. Ved fokus på bygningens tilpasningsdyktighet kan dette aspektet ivaretas. Alle forhold ved tilpasningsdyktighet vil således stå sentralt, både fleksibilitet for å kunne tilfredsstille leietaker, generalitet for å ha et bredere marked og elastisitet for å kunne utnytte markedspotensialet.

- Profesjonell utbygger for salg

En utbygger som bygger utelukkende for å selge vil i utgangspunktet ha få/ingen egne incentiver for å fokusere på tilpasningsdyktighet. Ved ferdigstilling og overlevering har aktøren ingen interesse av brukperioden. En bevisst og krevende kunde kan imidlertid legge de nødvendige føringene. Incentivet for en slik utbygger kan naturligvis være markedsføringen og anerkjennelsen av stå for godt utviklede konsepter og et godt rykte i forhold til oppføring og salg av bygninger med god kvalitet og hvor livsløpet (brukstiden) er satt i fokus.

## 10. Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet – videre utvikling av eksisterende bygningsmasse

Hva med eksisterende bygningsmasse? Som omtalt i dette heftet er det viktig med fokus på livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet i tidligfase og produksjonsfase. For eksisterende bygningsmasse er følgelig de fleste premisser og egenskaper allerede fastlagt og gitt. Ut fra et livsløpsperspektiv blir det da viktig å satse på de riktige bygningene, dvs. de bygninger som har størst forutsetninger for å gi god funksjonalitet over tid. I tillegg kommer forhold knyttet til eksisterende bygningsmasses tekniske tilstand og eventuelt behov for teknisk oppgradering.

Spesielt innenfor offentlig sektor er det som kjent omfattende tilfeller av akkumulert vedlikeholdsetterslep og store behov for oppgraderinger.

For eksisterende bygningsmasser, bygningsporteføljer, vil det således være essensielt å kartlegge og vurdere disse med tanke på egenskaper i forhold til:

- Dagens funksjonalitet
- Egenskaper i forhold til tilpasningsdyktighet
- Teknisk tilstand og evt. behov for oppgraderinger

Kombinasjonen av ovenstående vil kunne gi et verdifullt bidrag i vurderingen av hvilke bygninger som er mest "levedyktige" og som det på sikt vil være mest fordelaktig å foreta investeringer i. Det vil si at parameterne er viktige i beslutninger om den videre satsningen og utviklingen av bygningsmassen og hvor sannsynligheten er best for å gjøre investeringene langsiktige.

For eksisterende bygningsmasser bør derfor følgende prosess gjennomføres:

- Kartlegge dagens funksjonalitet

I hvilken grad en bygning tilfredsstillter dagens behov vil avhenge av en rekke forhold og til dels være virksomhetsspesifikk. Forhold som arealmengde, arealutforming, teknisk infrastruktur, intern og ekstern logistikk, nærhet til støttefunksjoner, innemiljø, trivselsfremmende faktorer etc. er sentrale stikkord.

- Kartlegge egenskaper i forhold til tilpasningsdyktighet

Det vil si å gå gjennom de tekniske egenskapene ved bygningen som er av betydning for tilpasningsdyktighet. Parameterne som fremkommer i kapittel 6 er sentrale i så måte. I vurderingen av disse vil det være viktig å definere hva som kan bidra til hhv. god og dårlig tilpasningsdyktighet. Med det menes at det må stilles krav til hva som er god etasjehøyde, god lastkapasitet, god installasjonsplass etc.

- Kartlegge teknisk tilstand

Kartlegging av teknisk tilstand gjøres best etter prinsippene nedfelt i Norsk Standard 3424 "Tilstandsanalyse av byggverk". Dette innebærer en nedtegnelse av dagens tilstand og å definere et referansenivå i forhold til hva som er akseptabel og ikke akseptabel tilstand. Kostnadsestimater på evt. istandsetting og teknisk oppgradering bør inkluderes.

Som omtalt flere ganger er det viktigste at kjernevirksomheten har gode arbeidsforhold, dvs. at funksjonaliteten er god. I en situasjon hvor man finner funksjonaliteten å være uakseptabel, må man vurdere hvilke muligheter man har til forbedring. Denne forbedringen kan løses på bl.a. følgende måter:

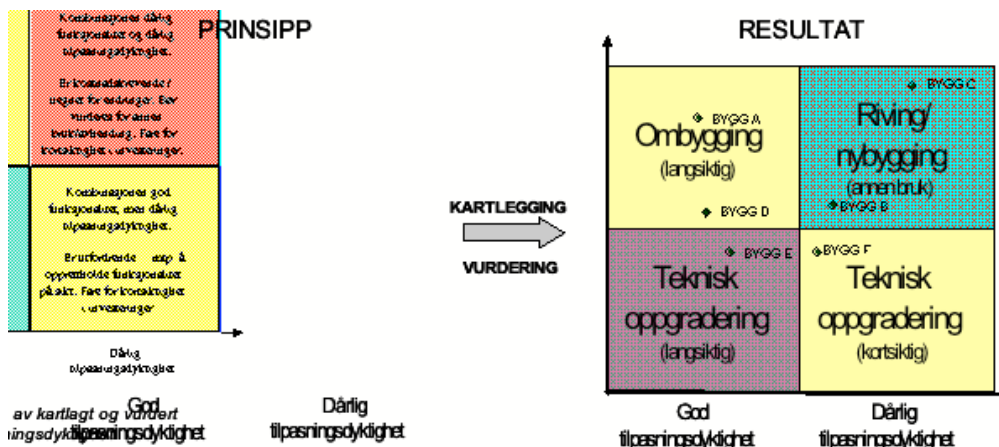
- Gjøre bygningsmessige tilpasninger – dette betinger at bygningsmassen er kapabel til å gjennomføre de nødvendige tilpasningene innenfor rimelig økonomi, dvs. betinger god tilpasningsdyktighet.
- Gjøre organisasjonsmessige endringer / omrokkeringer – dette betinger at endringene ikke går utover effektivitet og produktivitet. Som omtalt i kapittel 6 er virksomhetsøkonomien mye større enn bygningsøkonomien. Dette tilsier at det (normalt) bør være virksomheten som setter betingelser til bygningsmassen, og ikke bygningsmassen som setter betingelser for virksomheten.
- Avhende/selge bygningen og bytte lokaler – dette krever da nye lokaler og flytting. For eksisterende bygningsmasse blir da eventuell alternativ bruk løsningen, evt. riving.

Hvilke valg man tar, vil til syvende og sist avhenge av de tekniske og økonomiske forutsetningene som ligger til grunn, og hvordan man kan optimalisere ressursbruken.

Ved en erkjennelse om at ens bygning ikke lenger tilfredsstillende krav som stilles iht. funksjonalitet, må de som eier/bruker bygningen, gjøre seg opp en mening om det er økonomisk forsvarlig å endre bygningen slik at den fortsatt bidrar til optimale forhold for kjernevirksomheten. For å gjøre det må funksjonaliteten ses i sammenheng med nivået på tilpasningsdyktigheten.

Ved å se på forholdet mellom bygningenes funksjonalitet og tilpasningsdyktighet, samt vurdering av teknisk tilstand, har man således skaffet seg et godt utgangspunkt for å vurdere hvilke bygninger som bør være gjenstand for nærmere utredning i forhold til videre drift.

Figur 12 viser eksempel på et slikt oppsett ("plott"), hvor ulike bygninger er plassert i forhold til henholdsvis god og dårlig funksjonalitet og god og dårlig tilpasningsdyktighet.



Figur 12. Sammenhengen mellom funksjonalitet og tilpasningsdyktighet. (ref. MULTICONSULT)

På bakgrunn av et plott som vist i figur 12 kan man således identifisere hvilke bygg som bør bli gjenstand for nærmere analyser. Havner lokalene i den røde boksen opppe til høyre er de dårlig egnede for dagens bruk, og samtidig vanskelig og kostnadskravende å tilpasse. Lokalene bør da sterkt vurderes benyttet til noe annet som de egner seg bedre for, evt. avhendes. Er lokalene samtidig i dårlig teknisk stand bør man revurdere bruken av lokalene før man velger å investere i teknisk oppgradering. Det vil være stor risiko for kortsiktighet ved slike investeringer.

Det grønne feltet, nederst til venstre viser en situasjon hvor både funksjonaliteten og tilpasningsdyktigheten er god. Her er altså en situasjon hvor kjernevirksomheten har gode bygningsmessige rammer for å gjøre sine arbeidsoppgaver effektivt og rasjonelt, samtidig som bygningskroppen tillater at det kan gjøres (lønnsomme) endringer for å imøtekomme nye behov.

De gule feltene viser situasjoner hvor man på den ene siden har dårlig egnede bygning i dag, men mulighet for å gjøre lønnsomme tilpasninger (kan bli langiktig), og på den andre siden en bygning som fungerer bra i dag, men som vil være kostnadskravende å utvikle i tråd med endrede behov (kan bli kortsiktig).



## 11. Eksempel – økonomisk konsekvens av tilpasningsdyktighet

Som omtalt i foregående kapitler vil en bevisst satsning, og eventuelt økt investering, i tilpasningsdyktighet være lønnsomt i et livsløpsperspektiv forutsatt at:

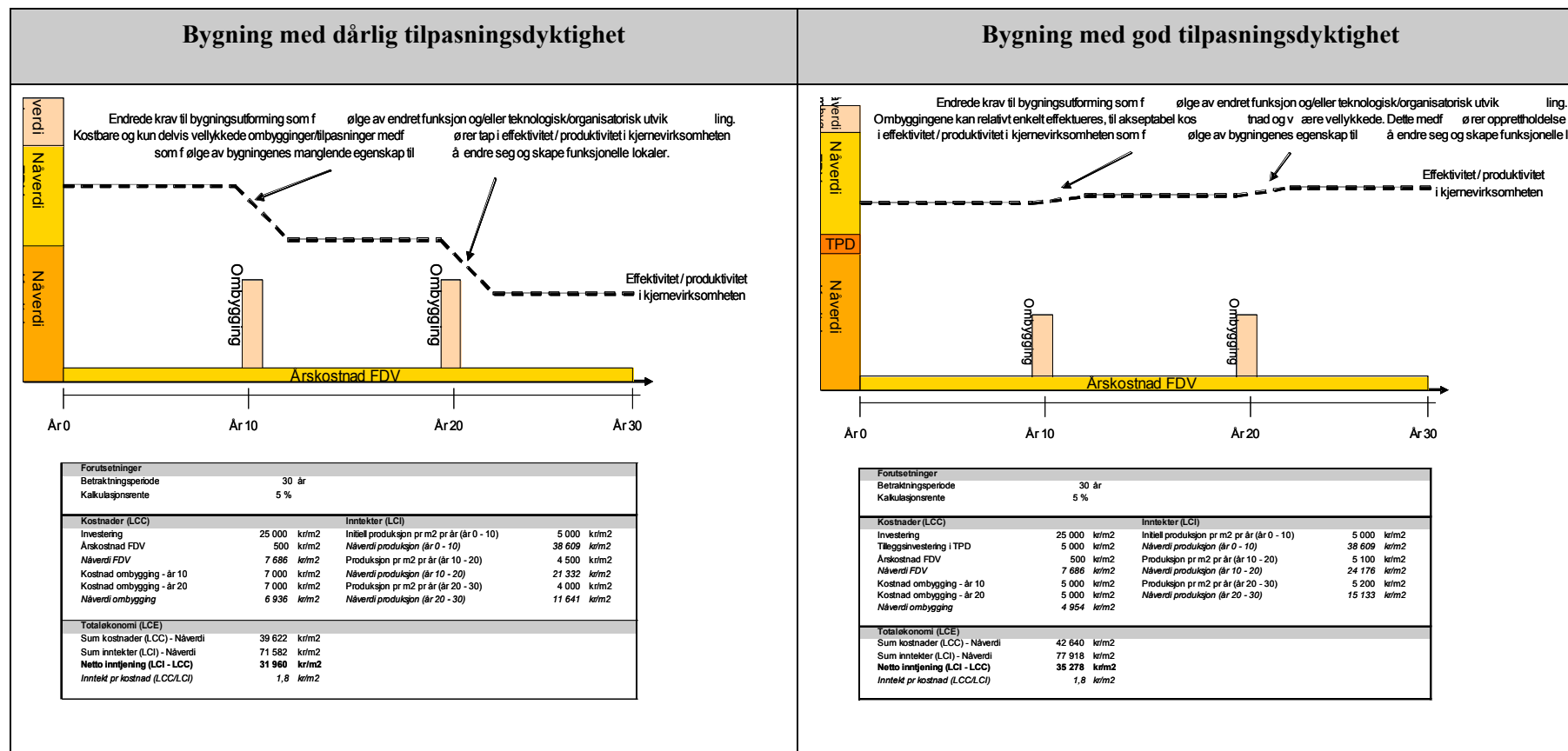
- Virksomheten har relativt hyppige endringsbehov
- Tilpasningsdyktigheten ”tas i bruk”
- Tilpasningene som gjennomføres sørger for å opprettholde (evt. øke) funksjonalitet

I det understående er det gitt et forenklet beregningseksempel på livsløpsøkonomien for en fiktiv virksomhet i to ulike bygninger med henholdsvis god og dårlig tilpasningsdyktighet.

Eksempelet er basert på følgende forutsetninger:

- Det ses på bygningsrelaterte kostnader i relasjon til virksomhetsinntjeningen pr kvadratmeter. Med virksomhetsinntjening menes sum inntekter fratrukket virksomhetsrelaterte kostnader, dvs. driftsresultat før bygningsrelaterte kostnader. Det betyr at beregningseksemplet således omfatter alle kostnader og inntekter og gir totaløkonomien
- Behovet for bygningsmessige endringer kommer hvert 10. år, som følge av nye funksjonelle krav.
- For bygningen med god tilpasningsdyktighet har dette medført 20 % økning i investering
- For bygningen med dårlig tilpasningsdyktighet koster de bygningsmessige endringene (ombyggingene) 40 % mer pr gang enn i bygningen med god tilpasningsdyktighet
- For bygningen med dårlig tilpasningsdyktighet medfører de funksjonelle og de bygningsmessige endringene en nedgang i inntjening på 10 % pr gang, mens det for bygningen med god tilpasningsdyktighet medfører en liten oppgang på 2 % pr gang.
- Betraktningsperiode er 30 år og kalkulasjonsrente 5 %

Figur 13 illustrerer de to tilfellene og viser beregningen av livssyklus kostnadene (LCC), livssyklusinntektene (LCI) og således totaløkonomien (LCE).



Figur 13. Beregningseksempel på LCE - bygning med hhv. god og dårlig tilpasningsdyktighet

Som det fremkommer av figur 12 viser beregningseksemplet, med de forutsetninger som er gitt, at investeringen i tilpasningsdyktighet er lønnsom. Eksemplet viser en forbedret netto inntjening (totaløkonomi) på ca 10 % (differanse på ca 3300 kr/m<sup>2</sup> netto).

Det understrekes at eksemplet over er fiktivt og ment for illustrere beregning av økonomiske konsekvenser av tilpasningsdyktighet. I et reelt tilfelle kreves inngående vurderinger (også om fremtiden) for fastsettelse av de ulike parameterne.

En følsomhetsberegning av ovenstående eksempel viser at dersom kostnaden for tilpasningsdyktighet (investering + ombyggingskost) går opp 10 %, mens effekten på produksjonen snus fra + 2 % pr gang til - 2 %, ender de to tilfellene tilnærmet likt.

## 12. Stikkord – nye og eksisterende bygg

Avslutningsvis i dette temaheftet er det gitt noen stikkord som man bør ha i bakhodet ved henholdsvis oppføring av nybygg og for eksisterende bygningsmasse med tanke på livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet. Stikkordene er ikke uttømmende.

### Nybygg:

- Ha fokus på tidligfase og fastlegg krav til livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet, tenk helhet.
- Foreta vurderinger om bygningens fremtidige bruk. Hvilken virksomhet skal benytte bygningen, er virksomheten en typisk ”dynamisk virksomhet” og vil ha behov for hyppige endringer, hvor lang er brukstid (evt. leietid), hvordan er markedet for lignende virksomheter, bør det tilrettelegges for andre markedssegmenter (andre typer virksomhet), hvordan bør bygningen plasseres på tomt mtp. fremtidig utvidelse etc.
- Med utgangspunkt i vurderinger om fremtidig bruk, hvor mye bør det satses på tilpasningsdyktighet? Og hva slags tilpasningsdyktighet anses som mest sentralt, hhv. fleksibilitet, generalitet og/eller elastisitet.
- Husk at tilpasningsdyktighet ikke nødvendigvis gir tilleggsinvesteringer, men er en måte å tenke på når man velger løsninger.
- Valg av bygningskonsept/bygningsstruktur. Tenk alternativt og let etter gode løsninger som gir tilpasningsdyktighet. Vurder om det er lønnsomt med tilleggsinvesteringer i tilpasningsdyktighet i form av overdimensjonering.
- Vurder parametere som lastkapasiteter, bæresystem (lange spenn, ikke-bærende innervegger), etasjehøyder, tekniske føringsveier (god plass, lett tilgjengelighet), modularitet (arealutforming, lettvegger, seksjonering, påbygninger), unngå bindinger mellom bygningsdeler med ulik levetid (0-friksjon), tenk på kommunikasjonsveier (horisontalt og vertikalt), vurder tetthet på den tekniske grid'en (fleksibilitet i uttak) osv.
- Tenk miljøbelastning. Legg vekt på gode energiløsninger. Legg til rette for økte levetider på bygningskomponenter og tenk gjenvinning, gjenbruk og ombruk. Unngå miljøfarlige materialer.
- Bruk LCC beregninger til å vurdere alternativer og dokumentere konsekvensene av de valgene som gjøres.
- Bruk betraktninger om fremtidig utviklinger (scenarier) til å vurdere totaløkonomien, dvs. LCC i forhold til LCI.
- Vær klar over ulike aktørers ulike interesser og fokus. Still krav.
- Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet kan ha stor markedsverdi for både eier og bruker og gir samfunnsnytte

### Eksisterende bygningsmasse

- Få oversikt over bygningenes funksjonelle og tekniske tilstand, samt bygningenes egenskaper i forhold til tilpasningsdyktighet.
- Foreta kartlegginger først på et overordnet nivå for samtlige bygninger, gå mer detaljert til verks på utvalgte eiendommer

- Bruk kombinasjonen av funksjonalitet, tilpasningsdyktighet og teknisk tilstand til å vurdere hvilke bygninger som er mest "levedyktige" og sats på de riktige bygningene.
- Sett funksjonalitet høyest. Ved svikt i funksjonalitet vurder ombyggingsmuligheter og tilpasninger, både i forhold til eksisterende virksomhet og for alternativ bruk
- Vær kritisk til omfattende tekniske oppgraderinger i bygningsmasse med begrenset tilpasningsdyktighet. Ha fokus på å gjøre investeringer langsiktige.
- Bruk LCC beregninger til å vurdere alternativer og dokumentere konsekvensene av de valgene som gjøres.
- Bruk betraktninger om fremtidig utviklinger (scenarier) til å vurdere totaløkonomien, dvs. LCC i forhold til LCI.
- Tenk forbedringsmuligheter innen FDV, og spesielt energibruk
- Ha bevisst forhold til vedlikehold og utfør dette jevnlig, unngå etterslep og ad-hoc løsninger
- Ved avhending/riving, tenk miljø. Hva kan gjenvinnes, gjenbrukes og ombrukes.