

Kristin Holthe og Rolf Barlindhaug

# Status for livssyklus- kostnader i tilknytning til boliger



Prosjektrapport 374  
Kristin Holthe og Rolf Barlindhaug  
**Status for livssyklus kostnader i tilknytning til boliger**

Emneord: livssyklus kostnader, LCC, årskostnader

ISSN 0801-6461  
ISBN 82-536-0844-6

100 eks. trykt av:  
S.E. Thoresen as  
Innmat: 100 g Kymultra  
Omslag: 200 g Cyclus

Omslagsbilde:  
Lavenergihus i Lillestrøm. I samarbeid med Byggforsk, Husbanken og byggevareleverandørene har Mestehuskjeden ved Mesterhusforhandleren Fenstad Bygg AS oppført to lavenergihus, der oppvarmingsbehovet er mer enn halvert i forhold til hva som er vanlig for nye boliger i dag.

© Copyright Norges byggforskningsinstitutt 2004

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndverkslovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med Norges byggforskningsinstitutt er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B  
Postboks 123 Blindern  
0314 OSLO  
Tlf.: 22 96 55 55  
Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08  
[www.byggforsk.no](http://www.byggforsk.no)

# Forord

Denne rapporten inneholder en oversikt over eksisterende kunnskap og pågående initiativ vedrørende livssyklus kostnader (LCC) for byggverk. Oversikten omfatter byggverk generelt, med vekt på å se verktøyenes relevans for boligsektoren spesielt. LCC-verktøy kan bl.a. brukes som grunnlag for å velge gode energi- og miljøvennlige løsninger, noe som av forskjellige årsaker ikke gjøres i dag. Ulike begreper som LCC, bærekraft i forbindelse med boligbygging, samt økonomisk lønnsomhet knyttet til investeringer i bolig for ulike aktører er diskutert. Arbeidet har vært finansiert av Husbanken i Oslo.

Oversikten er hovedsakelig basert på en litteraturstudie av eksisterende dokumentasjon om emnet i Norge og Norden. Det er gjort litteratursøk i databasene ISI Web of knowledge, OCLC FirstSearch service, BIBISYS og Norske tidsskriftartikler (Norart). Videre er det gjort søk i generelle websøkemotorer som Kvasir, Fast og AltaVista. Det er også søkt etter prosjekter på Internettssidene til Nordisk Innovations center og EU ([www.cordis.lu](http://www.cordis.lu)). Det ble blant annet brukt følgende søkeord: årskostnad, totaløkonomi, livssyklus kostnad, kostnadsdekkende husleie, LCC, whole life cost, life cycle cost, life cycle profit etc.

Videre ble det opprettet en referansegruppe i tilknytning til prosjektet. Dette for å fange opp eventuelle metoder og verktøy som brukes i byggsektoren, men som det ikke finnes henvisninger til i tilgjengelig litteratur. Referansegruppen ble også brukt for å danne et bilde av erfaringer med bruk av livssyklus kostnader i boligsektoren og generelle oppfatninger om behov og ønsker i tilknytning til LCC.

Referansegruppen har bestått av:

Husbanken v/ Morten Skjennem  
Veidekke v/ Petter Nøstdal  
Selvaagbygg AS v/ Linn T. Bakke  
Boligprodusentene v/Svein Gloslie  
Statsbygg v/ Kirsten Lindberg  
OBOS prosjekt v/ Bjarne Bredviken  
Boligbygg Oslo KF v/ Svein Stidal og Knut Mathisen

Forfatterne ønsker å takke referansegruppen for verdifulle innspill til prosjektarbeidet og synspunkter på bruk av LCC i boligsektoren. Det rettes også en takk til Multiconsult v/Svein Bjørberg for innspill på temaet.

Arbeidet med rapporten har vært utført av Rolf Barlindhaug og Kristin Holthe. Kvalitetssikrer har vært Svein Erik Haagenrud.

Oslo, 05.08.04  
for Norges byggforskningsinstitutt

Jørn Brunsell  
Forskningssjef  
Installasjoner, energi og innemiljø

Kristin Holthe  
Prosjektleder

## **Sammendrag**

Livssyklus kostnader (LCC) er et samlebegrep på alle bygningsrelaterte kostnader som forekommer i en bygnings livsløp. Det er utviklet flere verktøy som ivaretar LCC, der hensikten er å vurdere investeringskostnader opp mot framtidige drifts-, vedlikeholds- og utviklingskostnader i planleggingen av bygninger. Et svært viktig resultat av å bruke LCC-verktøy er at man i mye større grad kan få bukt med uheldige effekter av kortsiktige valg underveis, slik som høye drifts- og vedlikeholdsutgifter, helseproblemer grunnet dårlig inneklima, kostnader ved skader og mangler etc.

Til tross for åpenbare fordeler er LCC lite utbredt i BAE-næringen, så også boligsektoren. Det er mange årsaker til dette. Den mest åpenbare er at de som i siste instans blir brukere av produktet, ikke er involvert i utviklings- og byggeprosessen. De som investerer penger og risiko tidlig i prosessen og som har til hensikt å selge med høyest mulig fortjeneste, vil ikke automatisk velge løsninger som er ressursøkonomiske på sikt, har god kvalitet og lang levetid. Informasjon om betydningen av kostnader knyttet til hele boligens livsløp, kan føre til mer krevende kunder i alle ledd av verdikjeden, og som etterspør kvalitet og miljø- og ressursøkonomiske løsninger.

For boligsektoren bør det utvikles gode LCC-modeller tilpasset de ulike aktørenes behov og ønsker. I dette ligger også behovet for nøkkeltall og utvikling av mekanismer som sikrer sammenliknbar informasjon for måling av effekter og forbedringer.

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Bakgrunn</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Livssyklus kostnader knyttet til boliger</b> .....	<b>9</b>
2.1 Særtrekk ved boligmarkedet .....	9
2.2 De profesjonelle byggherrene .....	9
2.3 Boligeiers valg .....	11
2.4 Samfunnets interesser .....	11
2.5 Tiltak for å dempe byggekostnadene .....	14
2.6 Diskontering og forholdet investering – drift .....	15
<b>3. Livssykluskostnader i Norge</b> .....	<b>16</b>
3.1 Kort historikk .....	16
3.2 Norsk standard for livssyklus kostnader for byggverk .....	17
3.3 Byggeprosessen og livssyklus kostnader .....	19
3.4 Bruk av livssyklus kostnader i Lov om offentlig anskaffelser .....	20
3.5 Metoder og verktøy .....	21
3.6 Databaser .....	24
3.7 Status på bruk av LCC i byggebransjen generelt og i boligsektoren spesielt .....	24
<b>4. Livssyklus kostnader internasjonalt</b> .....	<b>27</b>
4.1 Nordisk status .....	27
4.2 Europeiske erfaringer og prosjekter .....	29
4.3 Internasjonal standardisering av LCC .....	31
<b>5. Oppsummering og anbefalinger</b> .....	<b>34</b>
<b>6. Litteratur</b> .....	<b>37</b>



# 1. Bakgrunn

Livssyklus kostnader (engelsk; Life Cycle Costing, forkortet LCC) har de senere årene blitt et begrep på en bygnings totale kostnader gjennom dens levetid. I Norge ble begrepet ”årskostnader” lansert for ca 20 år siden, under mottoet ”å lage gode hus til riktig totaløkonomi”. Siden den gang er det publisert håndbøker, en rekke rapporter og utviklet verktøy. Arbeidet med årskostnader, og etter hvert livssyklus kostnader, har i Norge, som eneste nordiske land, resultert i en norsk standard om emnet, NS 3454 ”Livssyklus kostnader for byggverk. Prinsipper og struktur”. Standarden gjelder for alle typer byggeprosjekter og for bygningsdeler.

Allerede ved introduksjonen av begrepet årskostnader ble betydningen av et vellykket helhetsprosjekt påpekt. Suksessfaktoren skulle være en integrert, faglig gjennomføring, og bruk av årskostnader burde inngå som et av mange hjelpemidler for å oppnå dette. Utfordringen med å innføre årskostnader den gang var, og er det fortsatt i 2004 ved implementering av livssyklus kostnader, at byggebransjen består av en rekke aktører med ulike interesser. Det er få bedrifter eller individer som blir belastet for (betaler) alle kostnadene i et byggeprosjekt. Investorer og utviklere betaler kostnadene knyttet til de tidligste fasene av byggets levetid, og betaler driftskostnadene i de tilfeller de bygger for utleie eller selv disponerer bygget. Dermed prioriteres ikke nødvendigvis sammenhengen mellom valg av løsninger på investeringstidspunktet, levetider på enkeltkomponenter, og kostnadene knyttet til drift og vedlikehold av disse. Men dersom det i tilfeller med bygging for salg er full informasjon om sammenhengen mellom investerings- og driftskostnader, vil det være en fordel også for utbyggere å velge løsninger som er gunstige i henhold til en årskostnadsberegning.

Norsk byggebransje står ovenfor en rekke viktige og krevende utfordringer. For det første; ønsket om en utvikling i retning av mer effektiv og ressursøkonomisk boligbygging som gir nøkterne og rimelige boliger, samt valg av løsninger som gir lave drifts- og vedlikeholdskostnader. Bruk av livssyklus kostnader i boligbygging kan være et verktøy i denne sammenhengen, og forutsetter at byggherrer, større utbyggere, og ikke minst de enkelte kjøpere eller sluttbrukerne av nyproduserte boliger, innehar kunnskap om dette.

Videre; en mer miljøvennlig bolig- og bygningssektor er en hovedutfordring for myndighetene i dag. I St.meld. nr. 23 (2003-2004) ”Om boligpolitikken” er en av de viktigste strategiene å øke antall miljøvennlige boliger og boområder. For en kommende boligeier kan prioritering av lavere investeringskostnader medføre at de årlige og periodiske kostnadene knyttet til drift og vedlikehold blir betydelig høyere enn hva resultatet ville ha vært dersom det hadde vært investert noe mer ved oppføring av boligen. Resultatet av slike vurderinger kan medføre at det tas i bruk løsninger som er lite miljøvennlige for samfunnet som helhet, og som dermed bidrar til en større ressursbruk enn hva som er nødvendig.

Det er derfor en utfordring gjennom offentlig virkemiddelbruk å sette aktørene i stand til å velge økonomisk rasjonelt, og stimulere til å velge løsninger som også trekker i retning av hva som betraktes som bærekraftige løsninger.

I de følgende kapitlene presenteres først betraktninger rundt livssyklus kostnader knyttet til boliger spesielt. Det pekes på hvem som er aktørene, hvilke behov og ønsker de har, og

hvordan de foretar sine prioriteringer ut fra dette. Både investeringer i nye og eksisterende boliger blir berørt. Videre gis det en status på bruk av livssyklus kostnader i Norge, med presentasjon av aktuelle verktøy. Erfaringer basert på innspill fra referansegruppen behandles også i dette kapitlet. Det foreligger få erfaringer for bruk av LCC i tilknytning til boliger, statusen representerer derfor erfaringer fra byggebransjen som helhet. Deretter gis det en kort nordisk status på bruk av LCC og relevante initiativer i Europa for øvrig. Til slutt oppsummeres statusen og det gis anbefalinger for videre arbeid.



## **2. Livssyklus kostnader knyttet til boliger**

### **2.1 Særtrekk ved boligmarkedet**

Et vesentlig trekk ved boligmarkedet er den sentrale rollen eksisterende bygg spiller. Siden boliger har lang levetid utgjør den årlige ny-produksjonen av boliger bare en liten andel av den totale boligmassen. Boligen kan forandres gjennom ombyggings- og vedlikeholdsarbeider, den er bundet til et bestemt sted og kan ses på både som et konsum- og et investeringsgode. For goder med lang levetid er det vanlig å anta at prisene på kort sikt vil være et resultat av forholdet mellom tilbud og etterspørsel, mens prisene på lengre sikt styres av kostnadene ved å fremskaffe en ny enhet, dvs. tilbudssiden. Boligenes komplekse og heterogene karakter gjør at en ikke kan etterspørre eller konsumere "en enhet" bolig. En velger samtidig et knippe attributter som for eksempel hustype, planløsning, størrelse, utstyrstandard, materialkvalitet i tillegg til faktorer som beliggenhet, ytre miljø, service og naboer/bomiljø.

Boligmarkedet kjennetegnes ved at kjøper og selger har asymmetrisk informasjon om boligen. Enten det gjelder en ny eller brukt bolig er det vanskelig for en kjøper å avsløre hvilken standard det er på elementene i bygget og hva slags årlige drifts- og vedlikeholdskostnader som kan forventes. En større åpenhet og informasjon om sammenhengen mellom investeringskostnader og løpende kostnader vil derfor først og fremst være et element i en forbrukerpolitikk. For at forbrukerne skal ha reelle valg må en tilstrebe tiltak som utvisker informasjonsforskjeller mellom kjøper og selger av boliger. Tilstandsvurderinger, sertifikater og miljødeklarasjoner av ulike slag ville kunne gi forbrukeren relevant informasjon.

Når det gjelder nye boliger betaler byggherren for tomten, for kostnader knyttet til tomten og for entreprenørtjenestene. Entreprenørtjenestene kan splittes opp i material- og arbeidskostnader, samt entreprenørens fortjeneste. Også det som vanligvis oppfattes som materialer har vært gjenstand for en bearbeiding fra råvare. Graden av elementproduksjon eller prefabrikkering vil ofte bestemme forholdet mellom materialer og arbeidskostnader i bygging av boliger. Å fastlegge det riktige investeringskostnadsbegrepet kan derfor være en utfordring. For en kjøper vil det være kjøpesummen for boligen, mens en byggherre som bygger for utleie vil det være dennes kostnader, dvs. at fortjenesten holdes utenfor.

### **2.2 De profesjonelle byggherrene**

Det kan være hensiktsmessig å fokusere på hvilke formål ulike beslutningstakere har når det gjelder å benytte seg av LCC-beregninger. For det første kan vi skille mellom aktører eller byggherrer av nye boliger og eksisterende eiere av boliger. Når det gjelder nye boliger kan byggherrene grovt sett inndeles i engangsbyggherrer og profesjonelle byggherrer. De siste bygger enten for salg eller utleie. Interessen for bruk av LCC-beregninger vil særlig kunne variere med om en bygger for salg eller for utleie.

Ved bygging for salg skal boligene selges i konkurranse med andre utbyggere og da fokuseres det ofte på salgsprisen. De profesjonelle byggherrene skal på en måte gjøre vurderingen mellom investeringskostnader og senere driftskostnader på vegne av framtidige eiere. Byggherrene må dermed ta mer hensyn til hva sluttbrukeren oppfatter som et lønnsomt regnestykke enn hva de selv legger inn av forutsetninger. Mange utbyggere vil trolig være

forsiktig med å øke salgsprisen som følge av lønnsomme ekstrainvesteringer, der nytten av investeringen først framtrer over en lang tidsperiode i etterkant. For byggherrer som bygger for salg, vil hovedfokus være på å få solgt boligene til potensielle boligeiere, og salgsprisene i området vil ha avgjørende betydning for byggherrens valg av egenskaper ved boligen og dermed investeringene/kostnadene. Budsjetteringen for drift ligger på den framtidige boligeieren, og kan føre til at kostnader knyttet til forvaltning og drift nedprioriteres av byggherren. I hvilken utstrekning slike mekanismer gjør seg gjeldende har med flere forhold å gjøre, blant annet hvor synlig sammenhengen mellom investeringskostnader og driftskostnader er for kjøperen og hvor stor vekt kjøperen legger på sparte kostnader i dag sammenlignet med sparte kostnader i framtiden.

For byggherrer som bygger for leie, vil totaløkonomien i boligprosjektet komme mer i fokus. Lave drifts- og vedlikeholdskostnader vil nødvendigvis måtte få innflytelse på avgjørelser knyttet til investeringer tidlig i byggeprosessen.

Hovedformålet med LCC-beregninger for nye boliger er å kunne framskaffe et beslutningsunderlag for mange av investeringsvalgene som gjøres i prosjekteringsfasen. Dette gjelder for eksempel valg av oppvarmingssystem, fasadematerialer, vindusløsninger/plassering og standarden på en rekke komponenter. Som et biprodukt eller som et viktig delmål kan imidlertid datagrunnlaget brukt i LCC-beregningene inngå som viktige parametere i en vedlikeholdsplan for boligens brukstid.

Entreprenøren bygger boligene til fastsatt pris fra byggherren. Denne prisen skal dekke kostnader knyttet til byggevarene, underentreprenør/byggmester og egen fortjeneste. Valg av entreprisform vil påvirke entreprenørens behov for LCC-beregninger.

Selgerne, enten det er privatpersoner som selger brukte boliger eller utbyggere som selger nyproduserte boliger, har interesse av å selge boligen til høyest mulig pris. For utbyggeren vil det være avkastningen, dvs forskjellen mellom salgsprisen og de kostnadene utbyggeren har lagt ned i prosjektet som er avgjørende.

En utbyggerstrategi vil være å bruke rimelige materialer og standarder på produktene uten tanke på framtidige driftskostnader. Men i enkelte nisjer av markedet etterspørres det høy standard, særlig knyttet til bad og kjøkken. Standardhevninger i et slikt marked vil kunne tas igjen i salgsprisen, kanskje kan salgsprisen i enkelte tilfeller øke mer enn ekstrakostnadene for standardhevingen. Å legge seg på lav standard kan imidlertid gi utbyggeren et dårlig rykte og slik sett skape problemer i senere prosjekter. Strategien kan likevel forklares fordi en observerer at husholdninger skifter ut elementer i boligen lenge før det er teknisk nødvendig. I stedet for å vedlikeholde de valgte løsningene med små årlige midler, foretas heller en total fornyelse av hele rom. Den funksjonelle levetiden er kortere enn den tekniske. Det hevdes også at det er visse elementer som beboerne ikke er interessert i å bytte før den tekniske levetiden er over, for eksempel yttertak, vannrør, varmtvannsberedere og det elektriske anlegget. Dette kan lede til at boligprodusentene i sine salgsframstøt og i sine produktvalg fokuserer på de elementene som kjøperne er opptatt av og "glemmer" de elementene som kjøperne ikke bryr seg om.

Byggeforskriftene skal sikre at forbrukerne får tilfredsstillt de mest grunnleggende krav for at en bolig skal fungere. Ut over dette har Husbanken fram til nå stilt ytterligere krav (en minstestandard) for at boligene skal kunne finansieres der. I § 9-1 i TEK 1997 står det at installasjoner skal være slik at god energiøkonomi fremmes. Men det står ikke spesifikt at

valg av for eksempel oppvarmingsprinsipp tidlig i byggeprosessen vil få avgjørende betydning for drift. Dette er for øvrig også tilfelle for miljøkravene i TEK, der betydningen av en integrert, faglig tilnærming for å oppnå gode løsninger, samt påvirkningskraften tidlig i byggeprosessen, ikke er påpekt.

Bak alle investeringsbeslutninger ligger det en vurdering både av framtidige inntekter og utgifter knyttet til investeringen. Det kan synes som om en i LCC-beregninger ser bort i fra inntektssiden eller forutsetter at de ulike alternativer det velges mellom gir samme inntekter eller mer generelt samme nytte. For valg av ulike fasadematerialer kan nytten for byggherren være upåvirket av valget. Andre vil kanskje knytte arkitektoniske kvaliteter til visse materialtyper, mens visse materialer kan være forbundet med estetisk lite vakre bygg. Når det gjelder valg av oppvarmingssystem forutsettes det i LCC-beregninger at beslutningstaker er indifferent til nyttesiden av de ulike valgene. En enkel forutsetning vil være at alle systemer skal gi en viss romtemperatur og deretter beregnes kostnadene for å få dette til i de alternative systemene.

## **2.3 Boligeiers valg**

Den kommende boligeier har sjelden innvirkning på investeringer eller valg av løsninger i boliger som blir produsert i store serier. Det er i tilfeller av forhåndssalg at tilleggsvalg er aktuelt. Ofte er slike tilleggsvalg knyttet til valg av standard på kjøkken og bad, samt overflater. Påvirkningsmuligheten er imidlertid større ved salg av typehus/ferdighus. Slike boligprodusenter tilpasser seg i større grad til kundens behov og ønsker. Vegger kan flyttes og alternative oppvarmingssystem, for eksempel vannbåren varme eller elektrisitet, kan diskuteres. Bustadsoppføringsloven legger også vekt på muligheten for slike valg.

I tillegg til kjøpesummen, må boligeieren også bære det økonomiske ansvaret for kostnader knyttet til den etterfølgende bruksfasen. Boligeieren kan på denne måten risikere å "kjøpe" seg større kostnader i løpet av bruksfasen, enn det som kunne vært tilfelle dersom han hadde hatt innvirkning på valg av konsept og løsninger. For øvrig kan boligeieren nyttiggjøre seg LCC-analyser også i bruksfasen. Dette gjelder for eksempel ved større investeringer i boligen etter en tids bruk. For boligsameier og borettslag kan LCC-analyser i tillegg brukes til å forbedre eller endre driften, danne grunnlag for en vedlikeholdsplan etc.

LCC-beregninger er derfor relevant for eksisterende eiere av boliger. Særlig viktig er dette for kommuner, større sameier og borettslag, men også for individuelle småhuseiere som i løpet av husets levetid må skifte ut kostbare elementer. Forutsetningene for de valgene som ble gjort i byggeåret kan ha endret seg, og nye LCC-beregninger bør i prinsippet gjøres hver gang nye investeringer skal foretas. For eksisterende eiere kan det også lønne seg å skifte ut komponenter i boligen før de er slitt ut og må byttes.

## **2.4 Samfunnets interesser**

Hittil er det gjort betraktninger omkring privatøkonomiske kalkyler rundt investeringer og driftskostnader og påpekt problemer som forbrukeren har omkring reelle valg for å bringe årskostnadene ned, og hvilke alternative strategier utbyggere av boliger kan følge.

Myndighetene har det overordnede ansvaret for et velfungerende boligmarked, og ideelt sett imøtekomme alles behov for en bolig på en økonomisk effektiv, sosial rettferdig og miljøvennlig måte. Dette innebærer å fremskaffe boliger med de ønskede kvaliteter til en lavest mulig samfunnsøkonomisk kostnad. Endring i handlingsmønster ved planleggingen av

nye boliger kan få samfunnsøkonomisk betydning. Besparelser i FDVU-kostnader vil gi beløp som kan fristilles til andre formål.

Nasjonal Agenda 21 og nasjonal handlingsplan for bærekraftig utvikling har et overordnet mål for det norske samfunnet om at det skal være økonomisk, sosialt og økologisk bærekraftig, se St. meld. nr. 23 (2003-2004), kapittel 6.3. I rapporten Ørstavik, Bugge og Pedersen (2003) ses det på sentrale momenter som bør inngå i en overordnet innovasjonsstrategi i BAE-næringen. Det påpekes blant annet at bærekraftig utvikling er en overordnet problemstilling som all innovasjon i BAE-næringen må ta i betraktning, og at effektivitet og kvalitet i økende grad vil bli målt i forhold til miljøeffekter. Kostnader som før har vært utenfor aktørenes regnskaper vil måtte inkluderes, slike som energieffektivitet, energisparing, miljøvennlige materialer og produkter, gjenbruk og andre HMS-relaterte forhold. Også internasjonale forpliktelser, som Kyoto-avtalen og flere EU-direktiv gjelder gir rammebetingelser for politikken på dette området.

Staten fokuserer med andre ord i stor grad på miljøriktige løsninger. For det første gjelder dette i offentlig arealplanlegging der lokale myndigheter er gitt retningslinjer om å foreta en samordnet areal og transportplanlegging. En ønsker at bymessige områder skal fortettes og at ny boligbebyggelse i størst mulig grad legges til eksisterende trafikkknutepunkt. Beslutningene er imidlertid tillagt den enkelte kommune og i prinsippet kan det være uoverensstemmelse mellom hva som er kommunaløkonomisk og samfunnsøkonomisk riktig. Kommunene vil ta beslutninger som er kommunaløkonomisk lønnsomme innenfor statlige rammebetingelser.

Det er også i samfunnets interesse å fremme energieffektive løsninger i boliger, enten det gjelder isolasjon i yttervegger, gulv og tak, valg av oppvarmingssystemer eller effektiv styring og bruk av slike. Før energilovens tid ble nåverdiberegninger brukt som grunnlag for enøkstøtte. Energiselskapene hadde forsyningsplikt, og kunne da, istedenfor å bygge ut mer kraft, bruke midlene til støtte til enøk-tiltak.

I The European Commission, Enterprise, Competitiveness in Construction (2003) pekes det på at produkter påvirker miljøet gjennom tilførsel og effekter av alle prosesser knyttet til produktenes levetid. For eksempel brukes råvarer og energi i produksjonen av produktene, mens det ferdige produktet i løpet av levetiden kan ha virkninger på miljøet rundt og når det gjelder bygg spesielt, innvirkning på miljøet inne i bygget. En analyse som tar hensyn til alle miljøpåvirkningene gjennom et produkts levetid, kalles en livsløpsvurdering - LCA (Life Cycle Assessment). Det vises til at LCC- og LCA-analyser har utviklet seg separat, men at det å kombinere disse verktøyene kan bidra til at "de beste" løsningene velges. I tillegg nevnes at sosiokulturelle aspekt også må bringes inn som en del av beslutningsgrunnlaget.

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet betyr at befolkningen til sammen er villig til å betale minst så mye som tiltaket faktisk koster (Finansdepartementet, 2000). Dette innebærer ikke nødvendigvis at tiltaket er ønskelig sett fra samfunnets synsvinkel. Det skyldes for det første at ikke alle konsekvensene av et tiltak kan måles på en god måte i kroner og øre (foreksempel verdien av å beholde truede dyrearter, verdien av ikke å bruke opp ikke-fornybare ressurser osv.) For det andre må en vurdere hvordan virkningene av et tiltak blir fordelt i befolkningen.

Mange miljøvennlige løsninger vil boligkjøperne selv være villige til å betale for. Et viktig mål er å informere og spre kunnskap om løsninger innenfor disse områdene som er privatøkonomisk lønnsomme. På flere områder vil boligkjøpernes valg virke mot hva som synes å være miljømessig riktig. For det første vil et høyt arealforbruk pr. person kreve

tilsvarende oppvarmingskostnader. Så lenge det å eie sin bolig er sterkt skattemessig favorisert vil dette stimulere til et høyt boligkonsum og energiforbruk, særlig i områder der boligprisene i utgangspunktet er lave. En kan også spørre om de lave energiprisene gjenspeiler de samfunnsøkonomiske kostnadene ved å fremstille energi.

Det har vært en av Husbankens oppgaver å gi tilskudd til løsninger i boliger som er samfunnsøkonomisk nyttige, men som det ikke er individuell betalingsvilje for. Et alternativ vil være å lovfeste kravet til løsninger som bør tilstrebes. I regjeringens boligmelding sies det (kapittel 6.1 og 6.2):

*”Enkelte prioriterte kvaliteter vil ikke blir realisert i boligmarkedet i ønsket grad. Noen slike kvaliteter er det ikke naturlig å lovfeste på det nåværende tidspunkt. Disse må derfor gis særlig oppmerksomhet. Regjeringen ser det som en spesiell utfordring å øke andelen miljøvennlige og universelt utformede boliger og boområder.*

.....

*Regjeringen har som utgangspunkt at de økonomiske virkemidlene i boligpolitikken bør innrettes mot kvaliteter som det er ønskelig av samfunnsmessige grunner å støtte opp om og som ellers ikke blir realisert i boligmarkedet.*

.....

*Den tekniske byggeforskriften (TEK) vil fortsatt være en grunnstein i kvalitetssystemet. Ved framtidige revisjoner av byggeforskriften vil det bli vurdert å presisere kravene som stilles på de prioriterte kvalitetsområdene, særlig i forhold til fysisk tilgjengelighet og forhold som er vesentlig for helse, miljø og ressursbruk. Forutsetningen er at høyne krav i byggeforskriften er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Også prioriterte kvalitetstiltak som vil gi seg utslag i lavere driftsutgifter for boligene bør vurderes inntatt i byggeforskriften når investeringskostnaden lar seg forsvare sett over byggets levetid”.*

Et EU-direktiv om energibruk i bygninger ble vedtatt i 2003, og direktivet vil, i kraft av EØS-avtalen, legge føringer på det norske regelverket i forhold til energibruk i bygninger. Direktivets formål er rett og slett å redusere energibehovet i den Europeiske bygningsmassen, en helt konkret oppfølging av Kyotoavtalen. Ordninger for sertifisering av bygningers energieffektivitet skal være implementert i Norge senest i 2008. I EU-direktivet heter det at ”for bygninger som skal oppføres, selges eller leies ut, skal et sertifikat for bygningens energieffektivitet fremlegges for eieren eller av eieren for kjøper eller leietaker”. Videre skal det følge anbefalinger om kostnadseffektive forbedringer av energieffektiviteten. Det er klare fordeler med å implementere bruk av energisertifikat i byggesektoren, og for boliger kan dette føre til at langsiktige, energiøkonomiske løsninger faktisk må investeres i helt fra starten av et boligprosjekt. En av hovedhensiktene med sertifikatet er også å informere, og en mer opplyst brukergruppe vil føre til at energikvaliteter i boligen blir etterspurt i større grad.

En kan også alternativt til lovregulering tenke seg muligheten av å innføre avgifter på byggeprodukter som i bruk er miljømessig uheldig og subsidier på produkter som har positive eksterne effekter. Gjennom slike tiltak kan en i prinsippet få overensstemmelse mellom hva som er privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Husbankens tilskudd til boligkvalitet skal i utgangspunktet brukes til å stimulere til boligkvaliteter som er viktige ut fra samfunnsmessige hensyn både i nye og eksisterende boligområder hovedsakelig i byer og tettbygde strøk. Etter forskriften for ordningen kan det gis tilskudd til prosjekter vedrørende gode boforhold og levekår, bedre tilgjengelighet for alle i bygninger og bomiljøer, bærekraftig ressursbruk, god stedsutforming og god byggeskikk.

Regjeringen foreslår å avvikle tilskuddsordningen for boligkvalitet og la denne inngå i tilskuddet til kunnskap og kompetanseutvikling. Men Husbankens grunnlån skal bl.a. brukes på kvalitetsområdene miljø og tilgjengelighet og bli bakt inn som søkergrunnlag. Omleggingen fører til at de økonomiske incentivene både for profesjonelle og andre byggherrer for å velge ønskelige løsninger vil bli kraftig endret. Husbankens grunnlån har ingen statlige rentesubsidier. Til gjengjeld skal det satses på informasjon, forskning, forsøksbygging og tilstandsvurdering.

Enova er et statsforetak (eid av Olje- og Energidepartementet) som i 2001 ble etablert for å bidra til å styrke arbeidet med en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge. Enova har støtteprogram i tilknytning til boliger der hensikten er å øke markedandelen av energieffektive lavenergiboliger. Målgruppen er de som fatter beslutninger eller gjør investeringer i boligprosjekt (husprodusenter, boligbyggelag, større entreprenører og produsenter av byggevarer og utstyr). Støtten skal i hovedsak dekke deler av merkostnadene ved planlegging og prosjektering av energieffektive løsninger, men det er også mulig å søke investeringsstøtte til deler av merkostnadene ved bygging. Private boligeiere/privathusholdninger kan ikke søke. Støtten fra Enova til privathusholdninger er basert på informasjon, der den enkelte kan henvende seg til Enova via en svartjeneste per telefon/e-mail, der de kan få gratis energiråd. I tillegg det utviklet betydelig informasjonsmateriale.

## 2.5 Tiltak for å dempe byggekostnadene

I regjeringens boligmelding (St. meld. 23, 2003-2004) legges det vekt på å få dempet veksten i byggekostnadene. En ønsker å gjennom å redusere veksten i byggekostnadene å dempe veksten i boligprisene. Samtidig er regjeringen oppmerksom på forholdet mellom byggekostnader og senere driftskostnader, sitat:

*”Når boligpriser og byggekostnader skal vurderes, er det også viktig å ta hensyn til de langsiktige kostnadene til drift, forvaltning og vedlikehold, eventuelt også til utvikling eller fysiske endringer av boligen. Investering i kvalitet som reduserer disse kostnadene, vil kunne la seg forsvare avhengig av hvor mye tiltaket reduserer de løpende driftsutgiftene, eller om de utsetter eller overflødiggjør et vedlikeholds- eller endringsarbeide. For å få et reelt bilde av kostnadene, må de vurderes over byggets «livsløp». Jo lengre en bygningsdel holder, uten at den behøver repareres eller byttes ut, jo lavere blir de langsiktige totalkostnadene både for eier og samfunnet forøvrig. Ved å velge produkter med lave livsløpskostnader kan selv løsninger som gir høyere pris på oppføringstidspunktet vise seg å være økonomisk lønnsomme over tid. Det fordi de gir reduserte drifts- og forvaltningskostnader på lang sikt. De langsiktige kostnadene påvirkes imidlertid av den pris man betaler for produktet i utgangspunktet, blant annet pga. renteutgifter.”*

Den samme oppmerksomheten finner vi igjen i ”Innstilling fra en arbeidsgruppe byggekostnader” (2004). I sitt forslag til et nytt forsknings og innovasjonsprogram er følgende hovedmål satt slik:

*”Økt kostnadseffektivitet som skal gi en mer konkurransedyktig næring og gi rimelige boliger og bygg med god kvalitet”*

I mandatet sies det at lavere kostnader verken skal gå på bekostning av kvalitet eller føre til høyere forvaltnings- drifts- og vedlikeholdsutgifter i boliger eller bygg.

## 2.6 Diskontering og forholdet investering – drift

Myhre (1997) påpeker at kostnader som ligger langt fram i tid får liten verdi i årskostnadsberegninger og livssyklusberegninger. Svært tydelig blir dette når en ser på verdien for beslutningstakerne i å bygge et bygg med materialer som etter for eksempel 60 år kan gjenbrukes. Selv om denne verdien stipuleres høyt, vil den nærmest forsvinne i nåverdiberegningene. Med en realrente på 4 prosent vil nåverdien utgjøre 9,5 prosent av verdien etter 60 år. En privat beslutningstaker vil derfor ikke tillegge dette aspektet noen betydning. En privat profesjonell utbygger kan kanskje legge noe vekt på dette som et symbol i profileringen av egen bedrift.

Høye kalkulasjonsrenter trekker i retning av mindre vekt på framtidige kostnader. Framtidige besparelser i energibruk vil i et høyrenteregime få liten betydning og minske interessen for å investere i energibesparende oppvarmingssystemer.

I LCC-beregninger for offentlige bygninger skal skatt ikke tas med (Marshall 1988). Skatt skal tas med dersom bygningen eies av institusjon som betaler skatt. I beregninger knyttet til bolig vil dette som regel være en husholdning. Kalkulasjonsrenten vil i slike tilfeller være en realrente etter skatt.

Berg (1993) påpeker at tradisjonelle nåverdiberegninger ikke er tilstrekkelige når investeringene er irreversible. Med irreversible investeringer menes installasjoner som ikke kostnadsfritt kan anvendes til et annet formål enn hva som opprinnelig ble planlagt. Problematikken er først og fremst knyttet til kjøp av tomtegrunn og grunnlagsinvesteringer som blir gjort. Har en først gjort slike investeringer, må en som regel fullføre prosjektet. Berg bringer i slike sammenhenger inn verdien av å vente med investeringen. Kanskje viser det seg i ettertid at hadde en ventet et par år med grunnlagsinvesteringen ville boligene kunne bli solgt til en lang høyere pris enn hva som ble tilfellet. En vanlig oppfatning er at investorer vil diskriminere prosjekter med en høy grad av irreversibilitet.

Den samme problematikken vil gjøre seg gjeldende med investeringer som har effekter på framtidige drift- og vedlikeholdskostnader. Særlig vil dette gjelde ved utskiftninger av elementer i eksisterende bygg, der gjennomføringstidspunktet er mer fleksibelt enn ved nybygg. For private aktører vil kalkulasjonsrenten kunne endre seg over tid. Svarene på lønnsomhet kan bli forskjellig, avhengig av hvilket tidspunkt en regner fra. Det hersker også usikkerhet knyttet til teknologiutviklingen og framtidige energipriser. Vil det komme et nytt produkt om et par år som er langt mer lønnsomt enn eksisterende teknologi?

## 3. Livssykluskostnader i Norge

### 3.1 Kort historikk

Det eksisterer flere metoder og verktøy for livssykluskostnader i Norge. RIF startet arbeidet med å utvikle kompetansen innen kostnadskonsekvenser ved investeringer på slutten av 1970-tallet. Dette ledet til Bernt Borrings "Årskostnader – RIF" fra 1981. Årskostnader er en metode for integrering av investeringskostnader og tilhørende forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdskostnader. Metoden er et resultat av betydelig forskningsinnsats gjennom flere år, og var også utgangspunkt for Frank Henning Holms "Økonomi i byggesaker" (Holm 1983).

I 1988 ble den norske standarden NS 3454 Årskostnader for bygninger utgitt av Norges Byggstandardiseringsråd, og bøkene "Årskostnader 1, 2 og 3" ble skrevet i 1993/94 (Bjørberg, Eide og Stang 1993; Henriksen og Thorsnes 1994; Thorsnes og Bjørberg 1994). Dette er 3 bøker med utdypende teorigrunnlag hvor det er forslag til praktisk anvendelse.

I perioden 1984-1988 ble det fra 3B-programmet til Norges Teknisk-Naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF, nå del av Norges Forskningsråd) utviklet en beregningsanvisning der hensikten var å øke kunnskapen om årskostnader i byggebransjen, i tillegg til å fungere som lærebok for universiteter og høyskoler. Statsbygg utviklet tidlig på 1990-tallet en husleiemodell bygget på årskostnadsmetoden. Dette innebærer at kapitalkostnader og årlige FDV-kostnader sammenstilles på felles sammenlignbar form og danner til sammen den totale årlige kostnaden for bygningen. De årlige kostnadene som faller på utleier skal dekkes opp av den årlige husleien som leietaker betaler.

Statsbygg har hele tiden vært en sterk pådriver for implementering av standarden. Gjennomføringen har vært konsentrert omkring en rekke pilotprosjekter, først og fremst med hensyn til næringsbygg. Arbeidet har inntil de senere år ikke ført til noen vid anvendelse. Dette skyldtes først og fremst mangelen på gode og lettanvendelige verktøy, systemer for datainnsamling med derav følgende generering av gode nøkkeltall. Bruk av LCC er helt avhengig av dette.

I de senere år er det tatt betydelige skritt for å bøte på dette, igjen sentrert omkring Statsbyggs arbeid. I 2000 ble videreutviklet til NS 3454 "Livssykluskostnader for byggverk. Prinsipper og struktur", det ble etter hvert laget et Web-basert verktøy (LCProfit) og startet en innsamling av nødvendige data gjennom foreningen Nettverket nøkkeltall for benchmarking. Ny lov om offentlig anskaffelser påla offentlige byggherrer (stat og kommuner) å ta hensyn til LCC og miljø ved anskaffelser. I 2001 ble det også etablert et prosjekt i regi av Nordisk Innovation Centre som har som mål å etablere en felles nordisk modell og kostnadsklassifisering for LCC kalkyler. Modellen skal implementeres i de nordiske land, og det er også en oppgave å arbeide for en påvirkning av den internasjonale standarden som utarbeides av ISO/TC59/ SC14/WG 5 "Life Cycle Costing". For å få implementert bruk av LCC-verktøy og tankegang i BAE næringen er det, i regi av det nordiske prosjektet, etablert et norsk nettverk.

For å gjennomføre beregninger av en bygnings livssykluskostnader, er det nødvendig med erfaringsdata/nøkkeltall som gir realistiske innspill til kostnadskalkylene. Det finnes flere kilder for FDV-dokumentasjon i Norge.



Til nå har utviklingen og implementeringen vært konsentrert i overveiende grad om næringsbygg. De utfordringene boligsektoren står ovenfor med kravet om en mer miljø- og kostnadseffektiv boligbygging, tydeliggjør imidlertid på samme måte behovet for LCC-tankegang, verktøy og nøkkeltall i slike bygg.

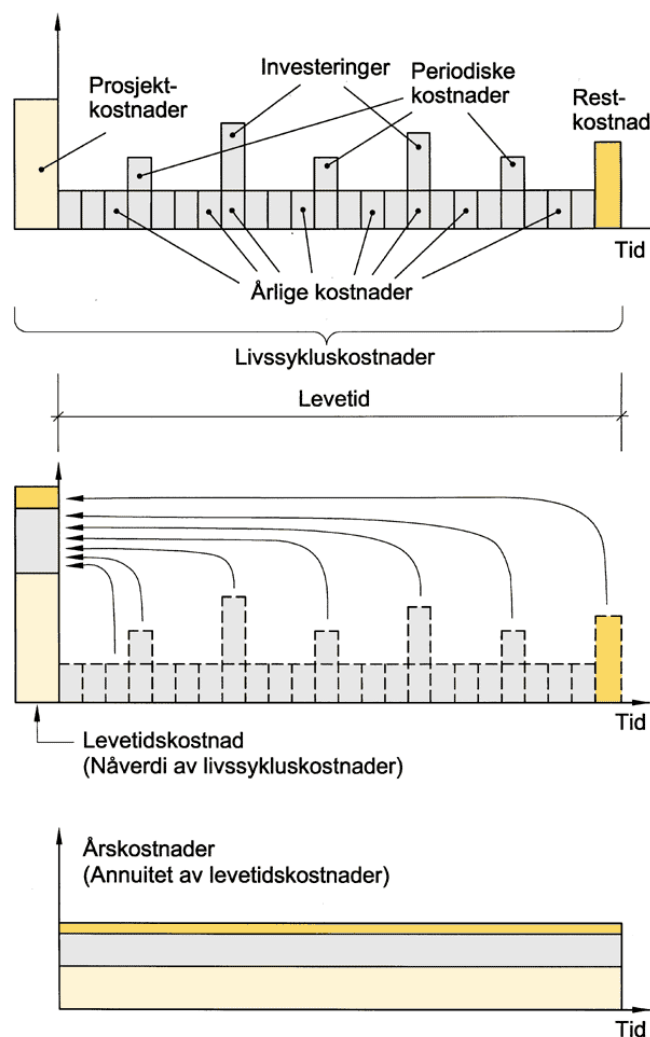
### **3.2 Norsk standard for livssyklus kostnader for byggverk**

Livssyklus kostnader er et samlebegrep på alle bygningsrelaterte kostnader som forekommer i bygningens livsløp (figur 1). Dette inkluderer prosjektkostnader pluss restkostnader pluss årlige kostnader til forvaltning, drift og vedlikehold og utvikling. Service-/støttekostnader til kjernevirksomheten som sentralbord, kantine, møbler, tele og IT, post og kopiering (konto 7 i NS 3454) inngår ikke i livssyklus kostnadene. Har bygget en eventuell restverdi skal denne trekkes i fra kostnadene. Kostnadene uttrykkes i pengemessige termer. I NS 3454 er det fastlagt en kostnadsoppstilling (kontoplan) med de hovedposter som inngår for hele bygningens livsløp. Ved å bruke samme kontoplan, skapes et felles grunnlag som gjør det mulig å drive sammenlikning/benchmarking med nøkkeltall.

Nøkkeltall er registrerte kostnader, forbrukstall o.l. per enhet (f.eks. pr. m<sup>2</sup>) over tid eller samtidig registrerte kostnader, forbrukstall o.l. for like enheter.

Hovedpostene i kostnadsoppstillingen i standarden er 1-6, postene 7-9 er tilleggsposter:

1. Kapitalkostnader
2. Forvaltningskostnader
3. Driftskostnader
4. Vedlikeholdskostnader
5. Utviklingskostnader
6. (Ledig)
7. Service-/støttekostnad til kjernevirksomheten
8. Potensialet i eiendom
9. (Ledig)



Figur 1: Sammenhengen mellom kostnadsbegreper som inngår i livssyklus-kostnader for et bygg (Byggforskserien, Byggforvaltning 624.010).

Prosjektkostnad er summen av samtlige kostnader ved prosjektets ferdigstillelse. Merk at dette omfatter entrepris-kostnader, generelle kostnader og spesielle kostnader i henhold til NS 3454. Ved festeavgift legges nåverdien av festeavgiften til. Årlige kostnader er beregnede eller registrerte kostnader for de enkelte årene. Restkostnad er avhendingskostnad ved utgangen av brukstiden for å rive/fjerne bygget.

Kostnadene er relatert til ulike tidspunkt i byggets levetid. Begrepet levetidskostnader tar hensyn til dette ved at det beregnes en nåverdi av alle kostnader som skjer etter byggetidspunktet fratrukket en eventuell restverdi. Når denne nåverdien legges til prosjektkostnaden framstår levetidskostnaden. Når levetidskostnaden spres som en annuitet over byggets levetid framkommer begrepet årskostnad.

For et byggs eier vil det være et mål å få en så lav årskostnad som mulig i forhold til visse funksjonskrav til bygget som må oppfylles. Alternativt kan en definere problemstillingen slik; en husholdning har ut fra sine preferanser og inntekter bestemt seg for et visst nivå på årskostnadene eller hvor mye en årlig vil betale for å bo. Husholdningen vil så spørre hvor mye "kvalitet" den kan få for pengene. Høye prosjektkostnader bidrar isolert sett til å øke årskostnadene, det samme gjør høye drift- og vedlikeholdskostnader. En kan oppnå de samme

årskostnadene ved en kombinasjon av høye prosjektkostnader og lave driftskostnader som ved en kombinasjon av lave prosjektkostnader og høye driftskostnader.

Det er derfor en forskningsmessig utfordring å finne fram til sammenhenger mellom investeringskostnader knyttet til et byggs ulike elementer og framtidige driftskostnader knyttet til disse elementene. Valg av en kostbar vedlikeholdsfri fasade kan gi lavere årskostnader enn en rimeligere fasade som jevnlig må vedlikeholdes. Mangelen på gode levetidsdata for bygget og dets elementer er en klar barriere for bruk av metoden.

### **3.3 Byggeprosessen og livssyklus kostnader**

Hovedhensikten med bruk av livssyklus kostnader i byggeprosjekter er å oppnå en gunstig totaløkonomi, som muliggjøres ved å synliggjøre konsekvensene av alternative investeringer. I NS 3454 påpekes det at standarden skal være et hjelpemiddel både ved programmering og prosjektering og ved forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) av et bygg. Standarden kan brukes ved budsjettering av et prosjekt til å beregne kostnader i følgende sammenhenger;

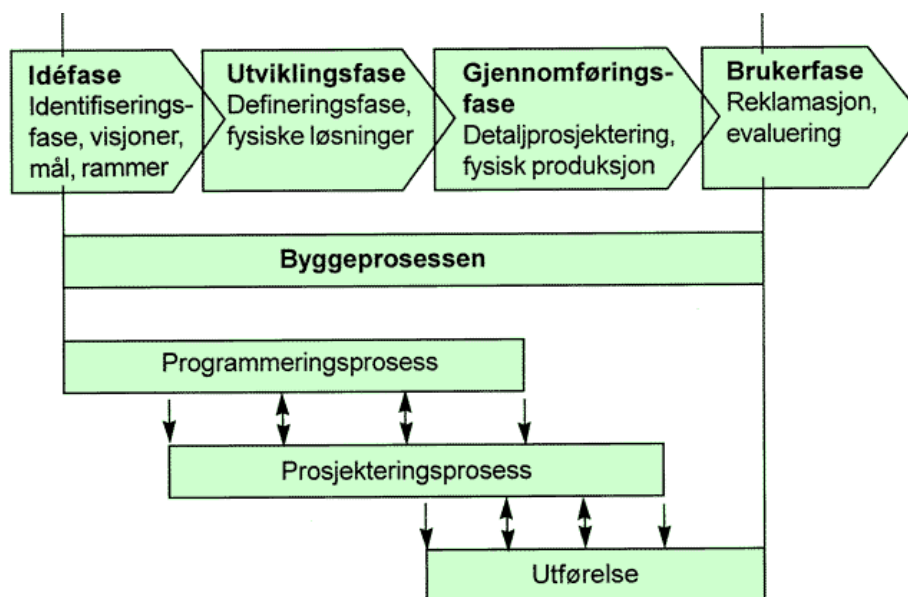
- planlegging, programmering og prosjektering
- bygging
- bruk

Kostnadsberegningene kan også brukes til å vurdere alternative investeringer ved:

- ulike utforminger og detaljutforming
- valg mellom alternative materialer, komponenter og systemer
- ombygging, påbygg eller tilbygg
- forbedret eller endret drift

Erfaringer viser at kostnadsberegningene også brukes til å fastlegge husleie i ulike typer bygg, i vurderinger om en aktør skal leie, bygge eller kjøpe et bygg og i rangering av hvilke bygg som skal tilføres vedlikeholdsressurser, der rammene for vedlikehold er knappe. Offentlige eiere av bygg, som Statsbygg, Forsvaret og kommuner bruker ofte såkalt ”kostnadsdekkende husleie”. Dette betyr i praksis at husleien dekker årskostnadene.

Det er svært mange aktører involvert i byggeprosessen. Aktørene i boligsektoren består av byggherrer (individuelle/profesjonelle), boligutviklere/utbyggere, entreprenør/boligprodusent, arkitekt/rådgiver, byggevareprodusent, underentreprenør/byggmester, boligforvalter, boligeier/borettslag. Staten er en svært sentral aktør som setter premisene for byggeriet. Aktørene er inne på ulikt tidspunkt i byggets levetid, og beslutningene tas på bakgrunn av deres respektive interesser og behov. I større byggeprosjekter er det arkitekter og profesjonelle rådgivere som bør gi utbygger alternativer som en del av design, programmerings og prosjekteringsarbeidet. Som grunnlag for valgene må det følge med konsekvensvurderinger og det er nettopp dette LCC-beregningene skal gi.



Figur 2: Byggeprosessen sine faser. Kjerneprosessene har en rekkefølge, men i praksis er det betydelig overlapp i tid mellom fasene (Byggforskserien, Planløsning 220.010).

Figur 2 viser fasene i byggeprosessen, men ikke hvilke aktører og på hvilket tidspunkt de ulike aktørene er inne i prosessen. Siden både programmeringsfasen og prosjekteringsfasen overlapper med utførelsesfasen i figuren, kan i prinsippet LCC-beregninger også foretas i utførelsesfasen. Slike beregninger i utførelsesfasen kan foretas av profesjonell rådgiver som gir grunnlag for utbygger til å justere bygget underveis. Når byggherrerollen og entreprenørrollen er ulike subjekter, er det også mulig å tenke seg at byggherren eller utbyggeren har fått med i kontrakten med entreprenøren at entreprenøren skal frambringe LCC-beregninger for enkelte valg som gjøres underveis.

I livssyklusberegninger som benyttes til alternative investeringsvalg vil fokuset først og fremst være på marginale endringer i investeringskostnadene og hvordan dette slår ut i marginale endringer i drift- og vedlikeholdskostnader. I prinsippet bør en derfor foreta en rekke LCC-beregninger slik at en gjør optimale valg av alle enkeltelementer i bygget. Under hvert enkelt valg er det kun investeringskostnadene knyttet til de alternativer valget står i mellom som er relevante. Antakelig vil disse isolerte valgene henge sammen, noe som gjør analysene komplekse og beslutningsgrunnlaget komplisert. Ofte gjøres ikke valgene hver for seg, men innenfor en total økonomisk ramme. Dette kan føre til at en må velge ut noen blant flere lønnsomme investeringer.

### 3.4 Bruk av livssyklus kostnader i Lov om offentlig anskaffelser

En svært viktig milepæl for innføring og bruk av livssyklus kostnader kom ved Lov om offentlig anskaffelser i revidert utgave 1. juli 2001. I ny § 6 står det at ”det skal tas hensyn til livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen”. Dette er fulgt opp av 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”.

Kravet i § 6 blir tolket forskjellig. Loven tar ikke stilling til hvilken fremgangsmåte oppdragsgiver skal benytte ved vurdering av livssyklus kostnader. Loven sier heller ikke noe

om hvor omfattende vurderingene skal være, Oppdragsgiver kan derfor benytte eksisterende verktøy eller basere seg på egne metoder, tilpasset den konkrete anskaffelsen.

Det er nå utviklet en veileder av Nærings- og handelsdepartementet til forskriften. I veiledningen er det angitt eksempler på en enkel modell for beregning av livssyklus kostnader, samt noe informasjon om tilgjengelige verktøy.

I boligsektoren er den største andelen av investorer, utviklere og boligeiere private aktører, og omfattes dermed ikke av loven og offentlige anskaffelser. Unntaket er kommunene, som i mange tilfeller eier og forvalter boliger som tilbys vanskeligstilte. En stor eier og forvalter er Boligbygg Oslo KF (tidligere Boligdriften), som på vegne av Oslo kommune har ansvar for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU) av 11 500 boliger. En aktuell utvikling i disse boligene er tilpassing av boliger fra en vanskeligstilt brukergruppe til en annen, som for eksempel krever nye installasjoner. Innkjøp av denne typen krever at investeringen vurderes mot fremtidige kostnader tilknyttet drift og vedlikehold. Per i dag handles det i tråd med loven, men det er foreløpig ikke etablert rutiner for dokumentasjon. Det er også et behov for informasjon om livssyklus kostnader generelt og hvilke verktøy som eksisterer.

En av de største utfordringene for Boligbygg Oslo KF er forøvrig, slik det er for de fleste offentlige forvaltere i dag, å dokumentere behovet for vedlikehold og oppgradering av bygningsmassen. Det etterspørres enkle og praktiske FDVU-verktøy som kan bidra til å dokumentere behovet for vedlikehold, og som også kan angi de økonomiske konsekvensene av et stadig økende etterslep.

### **3.5 Metoder og verktøy**

For å gjennomføre beregninger av en bygnings livssyklus kostnader, er det nødvendig med verktøy og erfaringsdata/nøkkeltall som gir realistiske innspill til kostnads kalkylene. Det har vært en god utvikling på dette i de siste årene etter revisjonen av NS 3454 i 2000. De verktøyene som er utviklet og den utprøvingen som har vært gjort i praksis viser imidlertid at innsatsen i stor grad har vært knyttet til næringsbygg. Den statusen som presenteres her, er derfor for det meste knyttet til denne bygningstypen. For å få et inntrykk av status, ønsker og behov i boligsektoren ble det til dette prosjektet opprettet en referansegruppe, som har fått anledning til å gi innspill i rapporten.

#### **NS 3454 Livssyklus kostnader for byggverk. Prinsipper og struktur (2. utgave mars 2000)**

Norge er eneste land i Norden som har en standard for LCC. Nåværende standard erstatter NS 3454 Årskostnader for bygninger (1. utgave fra 1998) og omfatter alle bygningstyper og deler. Det er foretatt endringer mellom de to standardene, der de viktigste er:

Ny post om utviklingskostnader

I forholdet mellom postene driftskostnader og vedlikeholdskostnader er det bedre samsvar med driftspersonalets arbeidsoppgaver (behovet for rasjonell kontering)

Restverdi (under posten kapitalkostnader) er tatt ut

Service-/støttekostnader til kjernevirksomhet og potensial i eiendommen er tatt med

Standarden gir mulighet for registrering av erfaringstall, oppbygging av nøkkeltall og sammenlikning mellom byggverk. Til tross for den skal omfatte alle bygningstyper, er den for omfattende og detaljert for vurdering av LCC i tilknytning til boliger. En slik tilpassing vil

blant annet kreve en del justeringer og tilpassing av kontoplanen til boliger, som for eksempel for postene 5 Utviklingskostnader (inkluderer blant annet løpende ombygging, offentlige krav og pålegg) og 7 Service-/støttekostnad til kjernevirksomhet. Det er imidlertid viktig at justeringene ses i forhold til hvem som er bruker av standarden.

### **Statsbyggs årskostnadsberegningsmodell ([www.lcprofit.com](http://www.lcprofit.com))**

Statsbygg har utviklet et Excel-basert verktøy for beregning av livssyklus kostnader, som følger NS3454. I samarbeid med SCC Scandiaconsult og sentrale aktører innenfor LCC, drives stadig utvikling av programmet. I Statsbygg brukes metoden i flere sammenhenger:

- Ved alternativsvurderinger, f.eks., leie, bygge eller kjøpe
- Ved valg av løsninger under prosjekteringen
- Ved FDVU-budsjettering
- Som grunnlag for leieberegningene

Statsbyggs husleiemodell bygger på årskostnadsmodellen. Dette innebærer at kapitalkostnader og årlige FDV-kostnadene sammenstilles og danner til sammen den totale årlige kostnaden for bygningen. De årlige kostnadene som faller på utleier skal dekkes opp av den årlige husleien som leietaker betaler.

LCProfit er det ledende LCC-verktøyet i Norge. Verktøyet kan benyttes for alle typer av prosjekter, nybygg, ombygging, tilbygg eller påbygg. Den kan også benyttes i alle faser av prosjekteringen, men egner seg best til en detaljert analyse (Statsbygg 1998). Verktøyet er utviklet for Statsbyggs bygningstyper, og er dermed ikke optimalt for bruk på boliger, blant annet fordi den blir for detaljert. Men det danner et svært godt grunnlag for videre utvikling også til denne bygningstypen. Internt i Statsbygg er det utviklet en ”light”-versjon av modellen.

### **Årskostnader**

Serien består av tre bøker med tema 1) Beregningsanvisninger, 2) årskostnader for bygninger i bruk og 3) beregningseksempler med oppgaver og løsningsforslag. I boken om beregningsanvisninger det et eksempel med boligbygg. Beregningene gjøres for utredning/programmering og programmering/skisseprosjekt. Eksemplet har blant annet fokus på å kalkulere de totale årskostnadene og fastsette den totale prosjektkostnaden. Beregninger for alternative valg mellom fasader, materialer til innvendig bruk, oppvarmingsløsninger etc utredes ikke.

- Bjørberg, Svein, Ina Eide og Eigil Stang (1993) Årskostnader. Bok 1: Beregningsanvisning for bygninger. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo
- Henriksen, Tori, og Torgeir Thorsnes (1994) Årskostnader. Bok 2: Bygninger i bruk. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo
- Thorsnes, Torgeir og Svein Bjørberg (1994) Årskostnader. Bok 3: Beregningseksempler. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo

### **Verktøy for beregning av årskostnad/nåverdi ([www.grip.no](http://www.grip.no))**

Som oppfølging til § 6 i loven om offentlig anskaffelser har GRIP laget et utvalg veiledningsmaterieell til profesjonelle innkjøpere. En del av dette materialet er et Excel-regneark som beregner et kjøps eller en investerings nåverdi og årskostnad. Skjemaet kan benyttes generelt til alle større kjøp eller investeringer, og muliggjør også følsomhetsanalyser. Til forskjell fra LCProfit, er Grips verktøy ikke utviklet spesielt for bygg, og dermed ikke opp

i tråd med kontoplanen i NS 3454. Dette kan vanskeliggjøre en eventuell tilpasning til bruk for boliger.

#### **Akelius Økonomi analyse (<http://www.akelius.no/produkter/index.html>)**

Akelius har utviklet et PC-program for økonomianalyse. En av mulighetene i programmet er en investeringsanalyse, der investeringens lønnsomhet og usikkerhet belyses gjennom:

- Kontantstrømanalyse
- Nåverdiprofil
- Følsomhetsanalyse

Analysen er bygd opp ved bruk av nåverdi- og internrentemetoden, og kan brukes ved vurdering av investering i næringsseiendom. Programmet er ikke utviklet for investering i boliger.

#### **Mur-Sentret ([www.mursentret.no](http://www.mursentret.no))**

Multiconsult har på oppdrag fra Mur-Sentret utviklet et regnearksbasert LCC-verktøy til bruk på boliger og kommunale bygg. Verktøyet er utviklet i tråd med retningslinjer gitt i NS 3454. Målgruppen for verktøyet er i første rekke boligprodusentene og landets kommuner.

#### **Norsk Kommunalteknisk Forening. Forum for offentlige bygg og eiendommer (FOBE)**

FOBE har utviklet et regneark med en metode for beregning av kostnader knyttet til forvaltning, drift og vedlikehold av kommunale bygninger, inkludert boliger. Regnearket er basert på kontoplan og hovedposter i NS 3454.

#### **Andre (energioptimale løsninger/lønnsomhet)**

*ENØK normtall ([www.enova.no](http://www.enova.no))*

ENØK normtall er et verktøy for å energioptimalisere løsninger, både for eksisterende og nye bygninger. I programmet er det lagt vekt på at det skal angis energi- og effektbehov det er realistisk å oppnå. Det er utarbeidet ENØK normtall for 9 forskjellige bygningstyper. Disse er kontorbygg, sykehjem, lager, barnehage, barne- og ungdomsskole (uten gymsal), universitet og høyskole (uten gymsal), enebolig, rekkehus og boligblokk. Det følger med et sett standard input-verdier for alle normtallsparemetere (referanseverdier) basert på energistatistikk.

Beregningene gjøres ved at kun de verdiene som er forskjellige fra standard endres. På et tidlig stadium i byggeprosessen kan foreløpige/overslagsmessige beregninger gjøres ved å endre de parameterne som er mest utslagsgivende. Lenger ut i prosessen kan detaljeringsnivået økes ved at flere parameters endres og nøyaktigheten på beregningsresultatene økes tilsvarende. Ved overslagsmessige beregninger av alternative løsninger for nybygg, er utgangspunktet referanseverdiene i TEK 1997.

*Enøk lønnsomhet ([www.enova.no](http://www.enova.no))*

EDB-program utarbeidet for beregning av lønnsomhet til enøk-, og vedlikeholds- og inneklimatiltak, og for beregning av foreløpig kontantstrøm i tidlig utvikling av et prosjekt. Programmet består av to beregningsmoduler; lønnsomhet og kontantstrøm.

## 3.6 Databaser

I det følgende presenteres kort et utvalg av databaser i Norge hvor det finnes nøkkeltall for boliger. Det finnes per i dag ingen nasjonal database.

### **Nettverket nøkkeltall for benchmarking ([www.nfb.no](http://www.nfb.no)).**

Ved registrering i databasen brukes NS 3457 Bygningstypetabellen, og den som registrerer velger selv detaljeringsnivå (ett-, to- eller tre-sifret). Rapporteringer fra 2002 viser at det totalt sett har vært et økende omfang i areal og antall bygg som er lagt inn i NFB's database. For øvrig har enkelte bygningskategorier et mindre registreringsomfang for 2002 enn tidligere år. Registreringer på grunnskole, universitets- og høyskole, idrettsbygg og kontorbygg har økt i 2002. Allmennfaglig, hotell og restaurantbygning, sykehjem og sykehus har et mindre omfang. Av boligbygninger er det i 2002 registrert < 20 objekter, til forskjell fra grunnskoler hvor det er registrert > 100.

### **Statistisk sentralbyrå (SSB) ([www.ssb.no](http://www.ssb.no))**

Vedlikehold og reparasjon av bolig (indeks som viser endringer over tid).

### **Forum for Offentlige bygg og eiendom (FOBE) ([www.kommunalteknikk.no](http://www.kommunalteknikk.no))**

Omfatter FDV-statistikk for alle offentlig bygg og eiendommer, inkludert boliger.

### **Statsbyggs drift og vedlikeholdsstatistikk ([www.statsbygg.no](http://www.statsbygg.no))**

Statsbyggs årlige drift- og vedlikeholdsstatistikk har gjennomsnittlige faktiske vedlikeholdskostnader siden 1984. Statistikken omfatter bygg i Norge som inngår i kategoriene: biltilsyn, høyskoler, kontorer og spesialskoler. Denne statistikken er ikke aktuell for boliger.

### **HolteProsjekt ([www.holteprosjekt.no](http://www.holteprosjekt.no))**

Kalkulerte kostnader for flere bygningstyper.

## 3.7 Status på bruk av LCC i byggebransjen generelt og i boligsektoren spesielt

Oversikten over metoder, verktøy og databaser knyttet til livssyklus kostnader viser at det har vært lagt ned betydelig arbeid med temaet i en årrekke, spesielt for næringsbygg. Dette har imidlertid ikke ført til utstrakt bruk LCC blant aktørene i byggeprosjektene.

I Arbouzov og Sarsten (2002) er det gjort en kartlegging på bruk av livssyklus kostnader i byggebransjen i Norge i 2002. Flere aktører ble kontaktet og spurt om kjennskap til LCC, loven om offentlige anskaffelser, hvilke LCC-metoder som ble anvendt og eventuell erfaring med disse. Svarprosenten var 20 %, noe som i seg selv kan være en indikator på hvor utbredt LCC er.

Aktørene som ble kontaktet bestod av representanter fra kommuner, arkitekter, det offentlige, rådgivere, entreprenører, forvaltere og leverandører. Svært få av aktørene var fra boligsektoren spesielt.

Undersøkelsen viste at av de 20 % som svarte, brukte om lag halvparten av disse LCC. Det er aktører innenfor det offentlige Norge som har kommet lengst i bruken av LCC. De kjenner godt til både NS 3454 og verktøyet LCProfit. Videre var det en stor andel av de rådgivende



som forholdt seg til LCC, som en konkret følge av loven om offentlige anskaffelser. Av de kommunene som responderte på undersøkelsen, henviste de til at livssyklusnoder var lite utbredt, men at utviklingen går i retning av mer bevisst forvaltning, drift og vedlikehold. Dette til tross for at de er omfattet av loven om offentlige anskaffelser. Hos de entreprenørene og forvalterne (ikke boligforvaltere) som responderte på undersøkelsen, var bruken rundt 40 %. Kun et fåtall av entreprenørene var fra boligsektoren, og av disse var det svært få som brukte LCC. En av grunnene til at LCC var lite utbredt, var at ingen av de private byggherrene stilte krav om at livssyklusnadsbetraktninger skulle inngå ved valg av løsninger. De mente at byggherrens krav og fokus er helt avgjørende for om LCC blir inkludert i entreprisen. Kun en av entreprenørene hadde brukt LCProfit for å vurdere livssyklusnoder tilknyttet boliger, og fant at det ikke var egnet. Dette fordi den i utgangspunktet er utviklet for Statsbyggs bygningstyper, og ved overføring til boliger kom flere usikkerheter inn i bildet.

Undersøkelsen viste at NS 3454 og LCProfit var de mest brukte verktøyene. Erfaringene var at ved bruk av LCProfit til andre byggtypen enn de Statsbygg eier, ble verktøyet for detaljert og arbeidskrevende å bruke. I tillegg vil en overføring til andre bygningstyper gjøre at flere usikkerheter trekkes inn. Loven om offentlige anskaffelser var ukjent for mange, en situasjon som for øvrig kan endre seg med den nylig utgitte veilederen. Generelt sett ble det i undersøkelsen trukket en konklusjon om at LCC foreløpig ikke er i bruk i utstrakt grad, loven om offentlig anskaffelser er lite kjent og de verktøyene som brukes er for lite tilpasset den enkelte aktørs behov.

Det er all grunn til å tro at den samme statusen gjelder for boligsektoren, og at livssyklusnoder er enda mindre utbredt blant aktørene der.

Erfaringer viser at for aktører med ansvar/interesse for eksisterende boliger, har oppmerksomheten vært rettet mot ytre vedlikehold. Det er blant annet utviklet vedlikeholdsbudsjetter for borettslag, i form av enkle Excel-verktøy konstruert rundt bygningsdelstabellen som skal ivareta planlagt periodisk vedlikehold, PPV (Norges byggforskningsinstitutt, 1986). Verktøy av denne typen var ingen suksess. Derimot har systemer basert på Husbankens tilstandsrapporter vist seg å fungere bra. Tilstandsrapporten går over i en vedlikeholdsplan og ender opp i en likviditetsanalyse, slik at styrene i borettslagene ved hjelp av analysen kan formulere gode forslag til sine respektive generalforsamlinger.

For boligbyggelag, borettslag og sameier er boligens innvendige vedlikehold beboers plikt, og informasjonsarbeid for å fremme dette blir dermed viktig.

Kommunene sitter i mange tilfeller på store boligmasser. Kundegruppen deres er avgjørende for de valg som blir gjort ved oppussing. Hvis boligene skal tilbys vanskeligstilte, velges solide materialer tilpasset røff bruk. Hvis boligene tilbys de eldre i kommunen, er slike forhold mindre avgjørende. Generelt sett er for lite midler til oppgradering og vedlikehold av bygningsmassen et problem. Økonomien styres sentralt og kommunen er prisgitt bevilgninger som gjøres fra år til år. For bedre å kunne dokumentere behovet for vedlikehold og optimalisere investeringene som gjøres, er det behov for FDVU-verktøy, nødvendig datagrunnlag og ytterligere kompetanse i kommunene. Mange erfaringstall "sitter" i hodet på nøkkelpersoner, og er ikke nedfelt i dokumenter og lignende. I 2003 opprettet regjeringen et nytt utvalg som skal se på hvordan kommuner og fylkeskommuner forvalter sine skolebygg

og andre bygninger (Eiendomsforvaltningsutvalget). Utvalget skal vurdere kriteriene for god eiendomsforvaltning, og dersom det avdekkes svakheter skal det foreslås nødvendige tiltak.

Rådgiverne ser også at det er en betydelig etterspørsel etter støtte på området bygningsforvaltning. For å kunne dekke behovene til de ulike aktørene er de avhengig av at det utvikles verktøy og samles inn nødvendige nøkkeltall.

Av de boligaktørene som bygger for salg, er LCC foreløpig ikke et viktig tema. I de tilfeller der det gjøres investeringer som kan gi kunden (kommende boligeier) gunstigere forhold i driftsfasen, opplever de at kunden mistenkeliggjør hensiktene deres. F.eks. at installering av balansert ventilasjon, som i tillegg til bedre luftkvalitet og komfort innendørs, også muliggjør varmegjenvinning og sparte energikostnader, kan bli et tegn på at uteluften ikke er god nok. Dermed utgjør balansert ventilasjon et negativt salgsargument. For boligbyggere som derimot også bygger for utleie, er balansert ventilasjon lønnsomt, men da også i den betydning at de slipper å male om taket når de skifter leietaker. Generelt kan man anta at LCC er mer aktuelt for aktører som bygger for utleie.

Husbanken fyller en svært viktig rolle for myndighetene som redskap for å fremme ”sunne” hus og mer miljø- og ressursøkonomiske løsninger. Husbanken har en rekke tilskuddsordninger som skal stimulere til dette. Spørsmålet er hvorvidt betingelsene Husbanken setter, og spesielt kravet til maksimale kostnader, vil kunne styre noen av de valgene som gjøres. Gunstige investeringer ut fra framtidige besparelser ville sprengte kostnadsgrensene og dermed ikke gjennomføres, noe som igjen vil kunne og bidra til kostnadstak og lavere kvalitet.

Husbankens intensjon er å få mest mulig effekt ut av tilskuddene som gis. I støtteordninger som har eksistert med tanke på å lette investeringer av for eksempel tekniske installasjoner for å spare energikostnader på sikt, har Husbanken blant annet etterspurt LCC-beregninger. Erfaringer viser imidlertid at dette er informasjon som sjelden blir dokumentert i søknader.

Som kapittel 2 viser, består boligsektoren av en rekke aktører som handler og investerer i tråd med sine interesser til produktet i verdikjeden; boligen. Interessene er ikke nødvendigvis sammenfallene, og er dermed en sentral barriere for implementering og utstrakt bruk av livssyklus-kostnader. Det er myndighetene som har det overordnede ansvaret for at det utvikles boliger som ivaretar samfunnets overordnede interesser. I loven om offentlige anskaffelser, hvor krav om bruk av LCC er nedfelt, viser de at livssyklus-kostnader er redskap de vil satse på. For øvrig vil også andre aktører tjene på å gjøre investeringer og valg av løsninger i forhold til kostnader knyttet til hele boligens livsløp, fra utbygger/bestiller i den ene enden og til boligeier i den andre. En utfordring i dette er å informere om sammenhengen mellom valg ved investering og konsekvensene for drift, og vise den enkeltes aktørs gevinst. På denne måten kan en få mer ”krevende kunder” som etterspør kvalitet i alle ledd. Informasjonen bør støttes opp av gode eksempler, blant annet basert på forsøksbygging.

Av de LCC-verktøyene som eksisterer, er få/ingen godt egnet for boligsektoren. En utvikling av egnede verktøy er en forutsetning, i tillegg til innsamling av nøkkeltall som kan danne grunnlag for sammenlikning og ”benchmarking”.

## 4. Livssyklus kostnader internasjonalt

Bruk av livssyklus kostnader i tilknytning til byggebransjen har vært et viktig tema i flere år, både i Norden og i flere andre Europeiske land. I erkjennelsen av at LCC er et nyttig verktøy, kommer også behovet for felles metoder, strategier implementering og databaser. Dette har resultert i en rekke prosjekter og initiert et internasjonalt standardiseringsarbeid på området.

### 4.1 Nordisk status

I 2001 ble det avsluttet et prosjekt som dokumenterer status for bruk av LCC i byggebransjen i Norden. Nedenfor gis en kort status for bruk av livssyklus kostnader i de nordiske landene, foruten Norge, basert på Statsbygg, Nordiske industrifond (2001) og Haugbøle, Kim (2003). Utarbeidelse av denne statusen dannet grunnlaget for det nordiske prosjektet om LCC for byggverk som ferdigstilles i 2004.

#### Danmark

I Danmark førte oljekrisen i 1973 til at begrepet totaløkonomi hovedsakelig ble brukt på varmebesparelser i bygninger. Blant annet ble det utviklet systemer som viste hvordan investeringer i bygningsisolering og tekniske installasjoner for å redusere energibruk ble satt i forhold til tilbakebetalingstiden for disse investeringene. I midten av 1980-årene tok ”Byggeriets Udviklingsråd” (BUR) opp temaet bygningsdrift, og det ble utgitt litteratur om planlegging av driftsvennlighet og drift av boliger. I tillegg ble det utgitt en rekke publikasjoner om totaløkonomi. Prinsipper for totaløkonomi har på forsøktbasis blitt brukt som miljøstyringsverktøy ved prosjektering av bygninger.

I 1991 ble ”Foreningen Dansk Facilities Management-Netværk” etablert. Videre ble situasjonen i Danmark radikalt forandret i 1998 da det danske By- og Boligministeriet innførte krav om totaløkonomiske vurderinger ved nybygging av boliger som kunne motta støtte fra ministeriet. Ved at det samlede husleienivået skulle danne grunnlag for støtte, flyttet dermed fokus vekk fra kun å dreie seg om anleggskostnadene.

I kjølevannet av kravet i 1998 utviklet Boligministeriet beregningsverktøyet TRAMBOLIN ([www.ebst.dk](http://www.ebst.dk)). Det er det eneste offentlige tilgjengelig verktøyet hvor det er mulig å foreta en samlet totaløkonomisk beregning for en bygning, og brukes ved valg mellom forskjellige bygningstekniske løsninger. Et annet verktøy på det danske markedet er OptiBuild ([www.cenergia.dk](http://www.cenergia.dk)) som brukes til å gjøre energiberegninger.

Det er gjort flere undersøkelser om erfaringer med bruk av blant annet TRAMBOLIN, hvor det har vist seg at verktøyet har hatt begrenset suksess. En av årsakene til dette er at det i for liten grad er tilpasser den faktiske beslutningssituasjonen som eiendomsadministratorene står ovenfor, i tillegg til at rådgiverne krever ekstra betaling for å gjøre totaløkonomiske vurderinger, noe byggherrer ikke umiddelbart er innstilt på å honorere.

I Danmark er Foreningen ”Dansk Facility Management – Nøgletal” (DFM-Nøgletal) lengst fremme når det gjelder å systematisk samle inn nøkkeltall som dekker de overordnede kostnadene knyttet til drift til vedlikehold, energiforsyning, renhold, fellesdrift og faste eiendomsutgifter. Nøkkeltallene er samlet i en database og danner grunnlag for statistiske analyser. Videre, fra 1997 skulle samtlige driftsregnskaper fra allmenne boligsektorer og

avdelinger, samt bolig organisasjoner meldes inn elektronisk til Landsbyggefonden og By- og Boligministeriet og offentliggjøres på [www.bm.dk](http://www.bm.dk).

Til tross for flere års innsats med å effektivisere og forbedre eiendomsdriften i Danmark, pekes det på flere utviklingsbehov. Dette er blant annet behovet for eksempler for god praksis og tommelfingerregler, flere nøkkeltallsrapporter, forbedret IT-verktøy og informasjonsmateriale som kan vise prinsipper og metoder.

### **Sverige**

I Sverige finnes det en rekke IT-verktøy innenfor området. I tillegg til livssyklus kostnader, har det også vært fokusert på metoder for såkalt livssyklusgevinst (Life Cycle Profit – LCP) der et prosjekts lønnsomhet (avkastning) beregnes.

Den første kontoplanen for fast eiendom ble utviklet for mer enn 20 år siden og fikk navnet FastBAS. Videre har det siden 1995 eksistert et hjelpemiddel for leilighetsforvaltning (AFF – ”Avtal för fastighetsförvaltning”, [www.aff.nu](http://www.aff.nu)).

Det finnes også flere databaser over kostnader knyttet til boliger som ble utviklet på 1980-tallet, men databasene har ikke blitt kontinuerlig oppdatert. REPAB er et rådgivningsfirma i Sverige, og har per i dag databaser med årskostnader for boliger, skoler, kontorbygg, barnehager, sykehus og industribygg.

Det er ingen formaliserte nettverk knyttet til LCC i Sverige.

### **Finland**

I Finland har det også i over 20 vært samlet kostnadsdata tilknyttet bygging, i tråd med det finske spesifikasjonssystemet for bygninger ([www.rts.fi](http://www.rts.fi)). Det er også utviklet en rekke LCC-verktøy, spesielt for boliger. Disse omfatter:

- Analyser knyttet til investeringer, pengestrømanalyser og usikkerhetsanalyser
- Systemer for forvaltning av eiendomsverdier har blitt utviklet av flere konsulentfirma, noen inneholder også muligheter for LCC-beregninger
- Egne LCC-verktøy som TILA-SUKU utviklet av private konsulenter
- Verktøy som ser på mulighetene for å kostnads optimalisere visse forhold i bygningen, slik som energi.

Det foregår stor aktivitet i mange miljøer Finland for å utvikle og implementere LCC i bransjen, men det er ikke noe organisert nettverk.

### **Island**

På Island har interessen for LCC vært lav, noe som blant annet skyldes at øya består av en stor del forholdsvis nye bygninger (stor byggeaktivitet gjennom 1969, 70 og 80 årene) med en gjennomsnittsalder på ca 25 år. Denne situasjonen er imidlertid i ferd med å endre seg, blant annet fordi det er mindre nybygging og det at flere selskap går over fra å eie til å leie bygninger. Dette har ført til større fokus på forvaltning og vedlikehold.

Videre har to private rådgivningsselskap utviklet IT-baserte LCC-verktøy, til tross for at markedet ikke er så stort.

### **Nordisk LCC-prosjekt ([www.lcc-bygg.com](http://www.lcc-bygg.com))**

Våren 2002 ble det, med støtte fra Nordisk Innovations Center, igangsatt et LCC-prosjekt med partnere fra alle de nordiske landene. Hensikten med prosjektet er at det skal etableres en felles nordisk modell og kostnadsspesifikasjon for LCC-kalkyler og miljønøkkeltall, og få dette implementert i de nordiske landene. Videre skal prosjektet arbeide for at den nordiske modellen skal danne basis i utviklingen av LCC metodikk i det internasjonale standardiseringsarbeidet igangsatt gjennom ISO/TC 59/SC 14 "Design Life".

Det er opprettet både nasjonale og nordiske nettverk. Nettverkene deltar i den faglige utviklingen av modellen, og er også viktige ledd i implementeringen av livssyklus-kostnader i byggesektoren. Fra Norge er Statsbygg prosjekteiere og Multiconsult as prosjektledere. Det norske nettverket er delt inn i sju grupperinger med følgende oppgaver:

1. Formidling/markedsføring. Etablere nettverk og kanaler for formidling av LCC-kompetanse
2. LCC-verktøy. Utarbeide en oversikt over verktøy som finnes i dag og vurdere behov for videreutvikling
3. Kalkylenivå relatert til formål. Gi en anbefaling om kalkylenivå i forhold til ulike forhold, for å reflektere at ulike behovshavere kan ha ulike nivåbehov for tilsynelatende samme formål
4. Byggeprosjekters organisering og dokumentasjon for miljø- og livsløpshensyn. Utarbeide en veileder som bidrar til at bygg generelt kan anses som gode i miljø- og livsløpsperspektiv (skal inkludere kravene §6 i Lov om offentlige anskaffelser)
5. Kravspesifikasjon og kontraktmessige forhold. Gjennomgå eksisterende kravspesifikasjon for utførelse av LCC-kalkyler i prosjekt med tanke på forbedring og presisering
6. Nøkkeltall inkl. miljø. Diskusjon og gjennomgang av hvilke nøkkeltall som er formålstjenlige
7. Arkitektur i livsløpsperspektiv. Utarbeide en kortfattet oversikt over hva og hvordan livsløpsperspektivet skal ivaretas i arkitekturen

Nettverkene består av en rekke aktører i bransjen, både utviklere, rådgivere, boligbyggelag, forvaltere/eiere, forbund og foreninger.

Prosjektet skal ferdigstilles i 2004. I følge prosjektleder vil prosjektet resultere i en felles kontoplan for de nordiske landene, for Norges del vil dette resultere i noen mindre justeringer i NS 3454. Det har også lyktes å få inn referanser til den nordiske modellen i det internasjonale standardiseringsarbeidet på LCC. Implementeringen av LCC i bransjen var hovedsakelig tenkt å foregå via de nasjonale nettverkene. Det har bare delvis lyktes å opprette nettverk i alle de nordiske landene, men alle landene kan vise til aktivitet innen området, selv om det ikke har resultert i nettverk.

Resultatene fra LCC-prosjektet vil bare delvis gi innspill til behovene for LCC i boligsektoren. Arbeidet gjøres i tråd med NS 3454, som også skal omfatte boliger, men denne er for omfattende til at den kan brukes av aktørene i boligsektoren.

## **4.2 Europeiske erfaringer og prosjekter**

For byggesektoren er det spesielt to prosjekter under EUs 5. rammeprogram som er sentrale, Eurolifeform (2001-2004) og Investimmo (2001-2004). Videre er det, som del av EUs arbeid for en mer konkurransedyktig europeisk byggebransje, utarbeidet omfattende dokumentasjon

om bruk av LCC i byggebransjen, anbefalinger for utvikling av metodikk og implementering, samt hvordan LCC kan inngå som verktøy for å fremme bærekraftighet i bransjen.

### **Eurolifeform (<http://eurolifeform.teknologisk.dk>)**

Eurolifeform (engelsk; “Probabilistic approach for predicting life cycle costs and performance of buildings and civil infrastructure”) har som hovedmål å utvikle en metode for design av bygninger og sivil infrastruktur, med understøttende data. Hovedsakelig skal det ses på rene tekniske- og kostnadsrelaterte problemstillinger, men også den miljømessige påvirkningen skal også vurderes (kun kvalitativt). Partnere fra 7 land deltar i prosjektet, der Norden er representert ved Danmark og Finland.

LCC-modellen nedfelles i et IT-verktøy. Verktøyet skal kunne brukes ved praktisk bygningsdesign, for å optimalisere livssyklus-kostnadene og i forbindelse med vedlikehold og reparasjoner og er ment for utviklere, eiere, arkitekter. Hvert deltakerland skal ha et casestudie, men av de som er tilgjengelige over Internett, er alle kontorbygninger.

### **Investimmo (<http://investimmo.cstb.fr/english/objective.asp>)**

Investimmo (engelsk; “Decision-making tool for long-term efficient investment strategies in housing maintenance and refurbishment”) har hovedfokus på vedlikehold og renovering av eksisterende bygningsmasse. Målet er å utvikle en metode og et verktøy for å organisere vedlikehold og renovering av bygninger der langsiktige økonomiske investeringer, utfordringer knyttet til miljø og bruk av ressurser og de sosiale aspektene knyttet til bygninger ivaretas. Verktøyet muliggjør en rangering av bygninger og deres komponenter blant annet i forhold til:

- Bygningens fysiske og funksjonelle tilstand

- Beboernes livskvalitet

- Muligheter for reduksjon av løpende kostnader/hvilke ressurser som er nødvendig for å opprettholde dem

Hensikten er at verktøyet skal brukes i arbeidet for å skape et beslutningsgrunnlag i forhold til hvilke bygninger og komponenter som har størst behov for vedlikehold, og på denne måten optimalisere investeringene som gjøres, både økonomisk, miljømessig og sett i forhold til brukerens krav (sosiale aspekter). I dette prosjektet er det fokus på boliger, blant annet ligger også utviklingen av en europeisk database over forringelse av bygningselementer, basert på en undersøkelse av ca 300 boliger, inne. Dette skal danne grunnlag for simuleringer knyttet til å estimere fremtidig forringelse og investeringer. Av totalt 7 deltakende land, er Danmark det eneste nordiske.

### **Sustainable Construction – Life Cycle Costs in Construction (<http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/suscon/sustcon.htm>)**

I de senere årene har det i flere av de europeiske landene pågått arbeid for å utvikle nasjonale retningslinjer og strategier for byggebransjen i tråd med målet om en bærekraftig utvikling. Dette er i tråd med erkjennelsen av at bærekraftig utvikling krever en helhetlig tilnærming for å skape vinn-vinn-situasjoner, og har ført til at begrepet ”grønne bygg” etter hvert har blitt erstattet av ”bærekraftig bygd miljø”.

Som del av EUs arbeid for en mer konkurransedyktig europeisk byggebransje, ble det i 1999 foreslått en agenda for en bærekraftig byggebransje og nedsatt en rekke arbeidsgrupper bestående av representanter fra EU, medlemsland og bransjen. En av arbeidsgruppene hadde

som hovedmandat å ta for seg livssyklus kostnader, noe som har resultert i rapporten The European Commission, Enterprise, Competitiveness in Construction (2003). De viktigste anbefalingene til medlemslandene og den europeiske byggebransjen er:

- Innføre en felles europeisk metodikk for LCC i byggebransjen
- Oppmuntre til innsamling av nøkkeltall for sammenlikning/”benchmarking”
- Inkludere bruk av LCC i offentlige kontrakter
- Synliggjøre LCC for bygget for brukerne, kundene
- Sørge for at LCC inngår som en naturlig del tidlig i designfasen ved nybygging og ombygging/rehabilitering
- Vurdere hvordan skattesystemet kan justeres for å promotere LCC
- Utvikle retningslinjer og faktaark for å vise fordelene med bruk av LCC i nybygging og rehabilitering av eksisterende bebyggelse. Disse bør støttes av gode eksempler (case)

### 4.3 Internasjonal standardisering av LCC

Byggeveredirektivet og plan og bygningsloven krever at de grunnleggende kravene til bygget og dets elementer skal oppfylles under byggets økonomiske levetid. Bestandighet og levetid er derfor etter hvert blitt produkttegenskaper som skal dokumenteres før produktet omsettes og brukes. Levetidsdata er også helt avgjørende for verdifastsettelse av bygninger, forsvarlig vedlikehold og til bruk i livssyklus kostnader, livsløpsanalyser og miljødeklarasjoner.

#### **Generelt om ISO 15686 “Building and constructed assets – Service life planning”**

Det internasjonale standardiseringsarbeidet på LCC gjøres innenfor ISO/TC59/SC14 ”Design life of buildings” og utviklingen av standardserien ISO 15686 ”Building and constructed assets – Service life planning” (levetidsplanlegging av bygg og komponenter). Standarden vil bli helt sentral for implementering av kravet til dokumentasjon av levetid (Sjöström et. al 2002). Under arbeidet med ISO 15686 ble behovet for kunnskap innen området levetidsprosjektering av byggverk raskt avdekket. I dag består 15686-serien av åtte deler, hvorav delene 1-3 er publisert. Visse deler av standarden har karakter av understandarder til den opprinnelige hovedstandard, ISO 15686-1 (del 1). De fordyper således de prosjekterendes arbeid, mens de øvrige delene omfatter andre aspekter ved levetidsprosjektering som for eksempel kvaliteten på levetids- og tilstandsdata, referanselevetider for byggkomponenter etc. Del 5 omfatter livssyklus kostnader.

#### **Beskrivelse av standardens deler**

Den opprinnelige hovedstandard (ISO 15686-1) omhandler de allmenne prinsipper, spørsmål og data som behøves for å prediktere og sammenligne levetider. Standarden angir ellers anbefalte kategorier for antatte levetider for bygningskomponenter. I det europeiske systemet for produktgodkjenninger har EOTA etablert ISO 15686 som sin basis, mens CEN vil benytte den for neste generasjon av produktstandarder. Normgivende levetider for bygget og dets komponenter er etablert av EOTA med basis i ISO 15686, se tabell 1. ISO 15686 krever nasjonalt tilpassede standarder, også til de enkelte produktgrupper. Dette er allerede gjort i flere land.

Tabell 1: Normgivende levetider for byggprodukter etablert av EOTA.

Antall levetid	Antatte levetider for byggprodukter i ETAGs, ETAs og hENs (år)				
	Kategori	År	Reparerbare-lett utskiftbare	Reparerbare, men vanskeligere utskiftbare	Faste, ikke utskiftbare
Kort		10	10	10	10
Middels		25	10	25	25
Normal		50	10	25	50
Lang		100	10	25	100

Ved planlegging og prosjektering av bygg må tilgjengelige levetidsdata (referanselevetider) tilpasses/estimeres for aktuelle bygg eller bygningsdel. Her foreskriver ISO 15686-1 den såkalte faktormetoden. Med den kan levetidene for bygget og dets kritiske komponenter estimeres ved å modifisere referanselevetidene ut fra de aktuelle verdier for viktige påvirkningsfaktorer på følgende måte:

$$ELB = RLB \times A \times B \times C \times D_{1-3} \times E \times F$$

der

ELB = estimert levetid for bygget/bygningsdelen

RLB = referanselevetid for bygget/bygningsdelen

De ulike faktorene er definert i tabell 2.

Tabell 2: Faktorer som inngår i faktormetoden for beregning av et byggs/bygningsdels estimerte levetid.

Nedbrytnings-faktorer	Faktor	Relevante betingelser (eksempel)	
Nedbrytnings-faktorer relatert til oppnådd kvalitet	A	Komponent/materiale	Produksjon, lagring, transport, materiale, beskyttelse, alder
	B	Utforming/prosjektering	Installering, regnbeskyttelse fra andre komponenter
	C	Arbeids-utførelse	Arbeidsplassledelse, , værforhold under arbeidet
Eksponerings-miljø	D1	Innendørsmiljø	Aggressivitet, ventilasjon, kondens
	D2	Utendørs	Byggets nærhet til sjø/hav, mikromiljø, klima, forurensninger
	D3	I jord og vann	Resistivitet, forurensninger
Drifts-betingelser	E	Bruk	Mekanisk påvirkning, brukerkategorier, slitasje
	F	Vedlikeholds-nivå	Kvalitet og frekvens av vedlikehold, tilgjengelighet

I sin enkleste anvendelse kan faktormetoden ses som en huskeliste over hvilke faktorer som har betydning, og som må vurderes ved anvendelse av eksisterende levetidsdata for et spesifikt prosjekt.

ISO 15686-2 (del 2) gir en generell metodikk for utprøving av funksjonalitet over tid for komponenter med tanke på levetidsprediksjon. Hovedbrukerne av denne delen antas å bli materialspecialister og prøvningsorganisasjoner som har behov for å tolke eller utforme funksjonsprøvinger. Norges byggforskningsinstitutt er et eksempel på en slik organisasjon



og utfører mange av disse funksjonsprøvingene i dag i egne laboratorier, i felt og i eksisterende bygninger (tilstandsanalyse).

ISO 15686-3 anviser metoder og prosedyrer som skal brukes ved planlegging av revisjon og egenkontroll av om de nødvendige program og aktiviteter er fulgt mht. levetidsprosjektering.

ISO 15686-4 (foreløpig status som teknisk rapport) vil angi krav til data for å kunne fastlegge levetider.

ISO 15686-5 vil inneholde en veiledning for bedømmelse av byggverkets livssyklus kostnader. Norge, ved Statsbygg og Multiconsult, er representert i dette arbeidet. NS 3454 er lagt til grunn fra norsk side.

ISO 15686-6 beskriver hvordan det skal tas hensyn til og bedømme påvirkningen på miljøet for alternative levetidsutførelser.

ISO 15686-7 (ledes av NBI) skal lage en veiledning for å forbedre kvaliteten på levetids- og tilstandsdata fra tilstandsbesiktigelse av eksisterende bygningsmasse. Arbeidet har tatt utgangspunkt i NS 3424 "Tilstandsanalyse for byggverk".

ISO 15686-8 skal lage en veiledning for å skaffe referanselevetider for byggkomponenter som skal anvendes ved bruk av bl.a. faktormetoden. Dette arbeidet er svært viktig og må egentlig utføres i hvert enkelt land for tilpassing til nasjonale forhold. NBI jobber aktivt med dette. ISO/TC59/SC14 har derfor nylig vedtatt et nytt standardiseringstema "Guide on the inclusion of requirements of service life assessment and service life declarations in product standards". Hovedutfordringen på dette standardiseringsområdet er nettopp å komplettere eksisterende produktstandarder med underkapitler som beskriver metoder for evaluering og deklarerer av levetidsdata.

## 5. Oppsummering og anbefalinger

Utviklingen av metoder, verktøy og data for LCC er en forutsetning for implementering i byggsektoren. Etter omforent arbeid i bransjen kom derfor standarden for årskostnader allerede i 1988. Statsbygg har hele tiden vært en sterk pådriver for implementering av standarden. Gjennomføringen har vært konsentrert omkring en rekke pilotprosjekter, først og fremst mht. næringsbygg. Arbeidet har inntil de senere år ikke ført til noen bred anvendelse selv om dette er et overordnet ønske fra myndighetenes side. Dette skyldtes først og fremst mangelen på gode og lettanvendelige verktøy, systemer for datainnsamling med derav følgende generering av gode nøkkeltall. Bruk av LCC er helt avhengig av dette.

Arbeidet er intensivert de senere år, og igjen med Statsbygg som pådriver. I 2000 ble standarden for årskostnader videreutviklet til NS 3454 "Livssyklus-kostnader for byggverk". Etter hvert ble det også utviklet et webbasert verktøy (LCProfit) og startet en innsamling av nødvendige data gjennom Nettverket for nøkkeltall for benchmarking. Ny lov om offentlig anskaffelser påla offentlige byggherrer (stat og kommuner) å ta hensyn til LCC og miljø ved anskaffelser. I 2001 ble det også etablert et prosjekt i regi av Nordisk Innovation Centre som blant annet har som mål å etablere en felles nordisk modell og kostnadsklassifisering for LCC kalkyler. Modellen skal implementeres i de nordiske land, og det er også en oppgave å arbeide for en påvirkning av den internasjonale standarden som utarbeides av ISO/TC59/SC14/WG 5 "Life Cycle Costing". For å få implementert bruk av LCC-verktøy og tankegang i BAE næringen er det i regi av det nordiske prosjektet etablert et norsk nettverk.

Også internasjonalt pågår det i en rekke land, utenom de nordiske, arbeid med utvikling av metoder, standarder og verktøy for implementering av LCC. Landene har kommet ulikt i utviklingen og det er dessuten et stort behov for harmonisering.

Til nå har utviklingen og implementeringen vært konsentrert i overveiende grad om næringsbygg. De utfordringene boligsektoren står ovenfor med kravet om en mer miljø- og kostnadseffektiv boligbygging, tydeliggjør imidlertid på samme måte myndighetenes behov for LCC-tankegang, verktøy og nøkkeltall.

Boligsektoren består av en rekke aktører. Behovene for LCC er imidlertid i dag klart forskjellige for de ulike aktørene og om det er privatøkonomiske interesser eller samfunnsøkonomiske. Ulike interesser er dermed en sentral barriere for implementering og utstrakt bruk av livssyklus-kostnader. Mange investeringer og valg av løsninger i forhold til kostnader knyttet til hele boligens livsløp vil være privatøkonomisk lønnsomme. En utfordring i dette er å informere om sammenhengen mellom valg ved investering og konsekvensene for drift, og vise den enkeltes aktørs gevinst. På denne måten kan en få mer "krevende kunder" som etterspør kvalitet i alle ledd. Informasjonen bør støttes opp av gode eksempler, blant annet basert på forsøksbygging.

For byggherrer som bygger for salg, vil hovedfokus være på å få solgt boligene til potensielle boligeiere, og salgsprisene i området vil ha avgjørende betydning for byggherrens valg av egenskaper ved boligen og dermed investeringene/kostnadene. Boligene kan lett bli mindre salgbare om investeringskostnadene øker. Dette har sammenheng med kjøpernes manglende bevissthet om sammenhengen mellom investerings- og driftskostnader og usikkerheten omkring hvordan boligkjøperne vurderer økte investeringskostnader i dag mot besparelser i

fremtiden. Den kommende boligeier har sjelden innvirkning på investeringer eller valg av løsninger i boligen. Valgmulighetene synes å være størst ved bygging av småhus, spesielt i hus som bestilles fra ferdighusprodusenter. Også her er det et stort behov for informasjon og opplæring i bruk av LCC.

For byggherrer som bygger for utleie, vil totaløkonomien i boligprosjektet komme mer i fokus. Lave drifts- og vedlikeholdskostnader vil nødvendigvis måtte få innflytelse på avgjørelser knyttet til investeringer tidlig i byggeprosessen.

Offentlige etater som kommuner og fylkeskommuner har arbeidet med systemer for registrering og rapportering av livssyklus-kostnader, f.eks. gjennom FOBE, der det er samlet inn nøkkeltall fra kommunale bygninger. Arbeidet har imidlertid stoppet noe opp ut fra behovet for samordning av systemene. Kommunene har et stort behov for metodikk, systemer og data i forbindelse med tiltak rettet mot FDVU av kommunal eiendomsmasse. LCC er helt sentralt ved vurdering og optimalisering av de ulike alternativer for utvikling og forvaltning av de ulike eiendommene i den betydelige kommunale boligmassen.

I tillegg til dels ulike og motstridende interesser nevnt ovenfor er barrierene for etablering og bruk av LCC i boligsektoren mye av de samme som for næringsbygg:

Mangel på utviklede og tilpassede NS 3454 standarder for ulike segmenter av boligmarkedet (offentlig, privat, nye og eksisterende, utbyggere, utleiere, etc).  
Gode verktøy og systemer for datainnsamling for utvikling av gode nøkkeltall. I Danmark ble det nedfelt i lovverket at LCC skulle legges til grunn for at det danske ministeriet skulle investere i byggingen. Mye av dette datagrunnlaget er samlet i en database. En slik nasjonal database med nøkkeltall, basert på en felles kontoplan, vil det være av stor betydning å få etablert i Norge for sammenlikning og "benchmarking".

Det foreslås at Husbanken i gangsetter pilotprosjekter i to faser med sikte på å implementere LCC tankegangen innen boligsektoren.

#### *Fase 1*

Bør omfatte metodeutvikling og feltstudier med datainnsamling både av typiske bolighus og boligblokker fra de siste tiår mht. byggemetode, materialbruk, investeringskostnader, levetider, vedlikeholdsintervaller og –kostnader, samt tilstand på enkelte bygningsdeler. På dette grunnlag sammenstilles forhold mellom investeringskostnader og livssyklus-kostnader, metodene ferdigstilles og web-baserte verktøy tilpasses. Det tas sikte på en integrering med det nordiske LCC-prosjektet.

#### *Fase 2*

Det foreslås at Husbanken tar sikte på etablering av et permanent system for erfaringstilbakeføring av kostnader og tilstandsvurderinger fra boligmassen som grunnlag for en miljø- og kostnadseffektiv forvaltning til beste for samfunnet og den enkelte.

På lengre sikt anbefales det at Husbanken bidrar aktivt til å:

Informere om betydning av livssyklus-kostnader i boligsektoren, for alle de berørte parter. Det kan for eksempel igangsettes et informasjonsprogram for Husbanken av tiltak som allerede er privatøkonomisk gunstige (jmf. Husbankens nye rolle som kunnskapssenter).

Fokuserer på tiltak som kan påvirke justeringer i TEK og som er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Det kan for eksempel foreslås noen tiltak som gjøres til gjenstand for nytte-kostnadsanalyser. (jmf. boligmeldingen)

Ta initiativ til å etablere og igangsette forsøksbygging i nært samarbeid med aktuelle aktører i bransjen, der det fokuseres på miljø- og kostnadseffektiv boligbygging. Et eksempel er FoU-prosjektet ”OIKOS NOMOS – utvikling av framtidsrettede byboliger (2003-2006)”, der løsninger prøves ut byggeprosjekter. Prosjektet er et samarbeid mellom Norges forskningsråd, Selvaagbygg, OBOS, Siemens, ORAS og NBI, og støttes også av Husbanken. I denne typen prosjekter er det viktig at tiltakene evalueres mot betalingsvilje/preferanser for å teste om de er privatøkonomisk lønnsomme eller om de kun er samfunnsøkonomisk lønnsomme.

## 6. Litteratur

Arbouzov, Victor og Ragnhild Sarsten (2002) *Status på livssyklus kostnader i byggebransjen i Norge i 2002*. Hovedoppgave B02-4, Høgskolen i Oslo

Berg, Claes (1993) Värde av at vänta vid irreversibla processer. *Economisk Debatt* 1993, årg 21, nr. 5, s. 465-471

Bjørberg, Svein, Ina Eide og Eigil Stang (1993) *Årskostnader. Bok 1: Beregningsanvisning for bygninger*. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo

Bjørberg, Svein, Anders Larsen og Håkon Øiseth (2003) *Livssyklus kostnader for bygninger. Innføring og prinsipper. Beslutningsprosessen. Kalkyleanvisning. Eksempler*. 1. utg. mai 2003, RIF – Organisasjon for rådgivere, Norges Bygg- og Eiendomsforening, Norges forskningsråd og Multiconsult.

Borring, Bernt (1981) *"Årskostnader – RIF"*. RIF, Oslo.

Byggforskserien, Byggforvaltning 624.010 *Livssyklus kostnader for byggverk. Beregningseksempler*.

Byggforskserien, Planløsning 220.110 *Programmering av byggeprosjekter*

Finansdepartementet (2000): *Veiledning i samfunnsøkonomiske analyser*. Oslo

Forskrift nr 33, TEK (1997): *Om krav til byggverk og produkter til byggverk*

Haugbøle, Kim (2003) *Life cycle economics: State-of-the-art in the Nordic countries*. 2<sup>nd</sup> International Symposium ILCDES 2003, Integrated Life-time Engineering of Buildings and Civil Infrastructure, December 1-3, 2003 Kuopio, Finland

Henriksen, Tori, og Torgeir Thorsnes (1994) *Årskostnader. Bok 2: Bygninger i bruk*. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo

Holm, Frank Henning (1983) *Økonomi i byggesaker*. Univ.forl., Oslo

Innstilling fra arbeidsgruppe byggekostnader (2004) Arbeidsgruppe oppnevnt av Kommunal og regionaldepartementet. Oslo 3. februar 2004.

ISO, International Organization for Standardization 2000, *Building and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles*, ISO 15686-1

Lindahl, M. Utbult, M., P. Värmsjö (2003) *Energioptimering av flerbostadshus – En LCC-studie av ett nybyggnadsprosjekt i Sannegårdshamnen*. Examensarbeite, Institutionen för byggtknikk, Chalmers Lindholmen.

Marshall, Harold E. (1988) *Techniques for Treating Uncertainty and Risk in the Economic Evaluation of Building Investment*. U.S: Department of Commerce. National Institute of Standards and Technology. NIST Special Publication 757.

Myhre, Lars (1997) *Discounting and Environmental concern in Economic Assessments of Building Projects*. Paper to CIB-conference Paris 1997, The Norwegian Building Research Institute, Norway

Nettverket nøkkeltall for benchmarking, NFB (2003) *Nøkkeltall FDVUS 2002. Resultat av datainnsamling Februar – juli 2003*. [www.nfb.no](http://www.nfb.no)

Norges byggforskningsinstitutt (1986): *Planlagt periodisk vedlikehold – PPV. Et program for beregning av vedlikeholdskostnader for boliger. Brukerveiledning*.

Norsk standard NS 3454 *Livssyklus kostnader for byggverk. Prinsipper og stryktur*. 2. utgave mars 2000.

NS 3424 *Tilstandsanalyse for byggverk*

Nærings- og handelsdepartementet (2001) *Lov om offentlige anskaffelser*.

Nærings- og handelsdepartementet (2004) *Miljø og regelverket for offentlige anskaffelser*. Veileder.

Sjöström, Ch., P. Jernberg, P. Caluwaerts, S. Kelly, S. Haagenrud and J. L. Chevalier (2002): *Implementation of the European Construction Products Directive via the ISO 15686 standards*. 9<sup>th</sup> International Conference on Durability of Buildings Materials and Components Brisbane Convention & Exhibition Centre, Australia, 17-21 March 2002

St. meld. 23 (2003-2004) *Om boligpolitikken*

Statsbygg (1998) *ÅRSKOSTNADSANALYSE Beskrivelse og brukerveiledning for beregningsmodellen*. Versjon 2.0 1.9.98. [www.lcprofit.com](http://www.lcprofit.com)

Statsbygg, Nordiske industrifond (2001) *LCC for byggverk. Rapport fra kartleggingsprosjekt i de fem nordiske land*.  
[http://www.statsbygg.no/veiledning/aarskostnader/Hoveddokument.html#\\_Toc504975828](http://www.statsbygg.no/veiledning/aarskostnader/Hoveddokument.html#_Toc504975828)

Statsbyggs årskostnadsberegningsmodell [www.lcprofit.com](http://www.lcprofit.com)

Sterner, Eva (2000) *Life-cycle costing and its use in the Swedish building sector*. Building Research & information, Volume 28 Number 5/6 September – December 2000

The European Commission, Enterprise, Competitiveness in Construction (2003) *Life Cycle Costs in Construction*. Final Report, Task Group 4 LCC in Construction, Version 29 October 2003. <http://onlinebookshop.villareal.fi/>

Thorsnes, Torgeir og Svein Bjørberg (1994) *Årskostnader. Bok 3: Beregningseksempler*. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 1994

3B-programmet (1984-1988): *Sluttrapport*

Westin, Thomas. (1989) *Kostandskalkylering med LCC-modell. Tillämpning för byggprocessens olika skeden*. Rapport R27:1989, Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm, Sverige

Ørstavik, Finn, Markus Bugge og Trond Einar Pedersen (2003) "*Bare plankekjøring? Utvikling av en overordnet innovasjonsstrategi i BAE-næringen*". STEP rapport 21-2003, STEP – Centre for Innovation Research, Oslo

