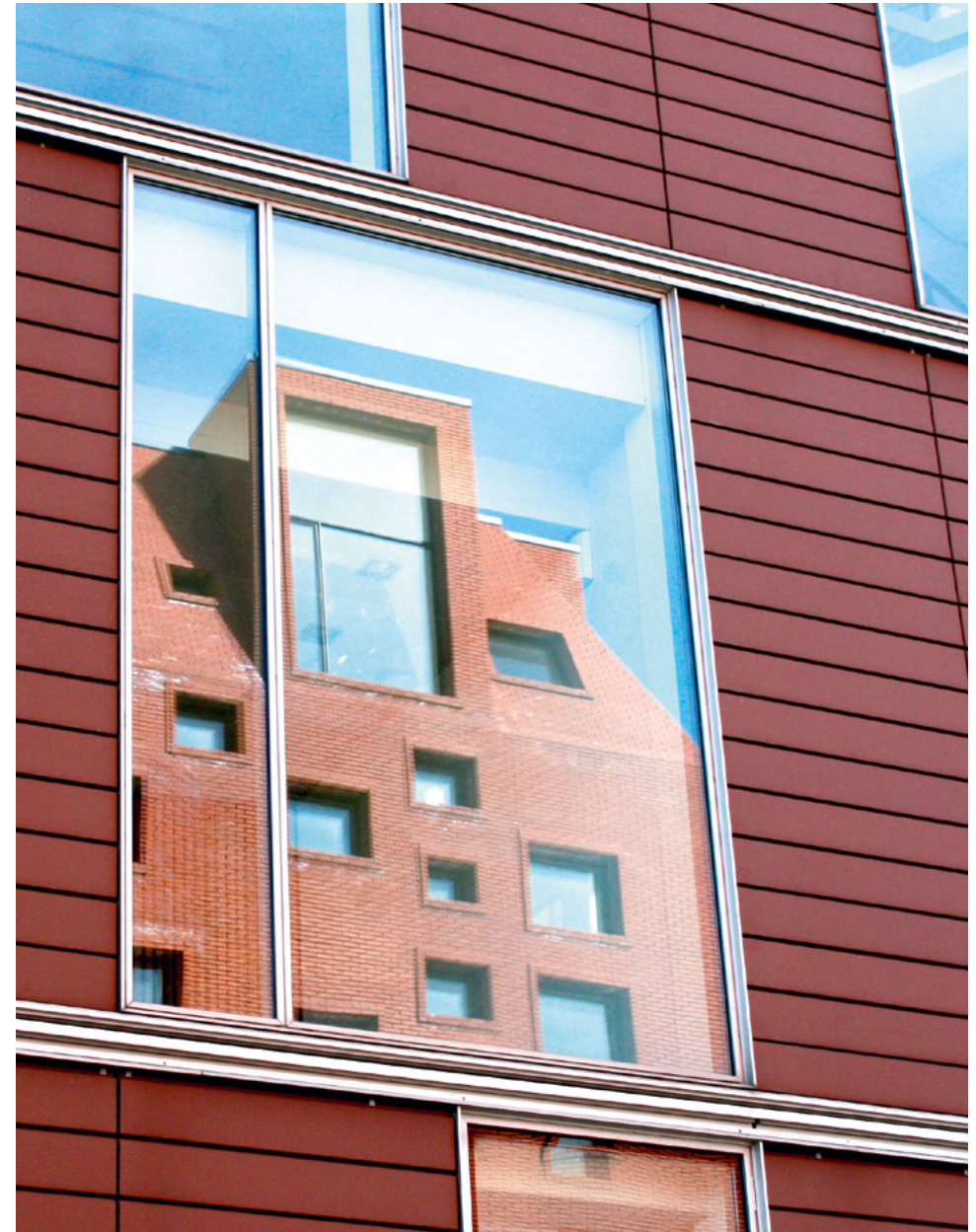


# Introduktion til LCA på bygninger

# Indhold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduktion</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>Bygningens livscyklus</b> .....                                     | <b>4</b>  |
| Hvordan ser bygningens livscyklus ud? .....                            | 5         |
| Typiske miljøpåvirkninger som indgår<br>i en livscyklusvurdering ..... | 6         |
| <b>Hvad kan en LCA fortælle?</b> .....                                 | <b>7</b>  |
| Livscyklusfasernes betydning .....                                     | 7         |
| <b>Hvad skal bruges til en LCA på en bygning?</b> .....                | <b>9</b>  |
| Materialer og mængder .....  | 10        |
| Levetider på bygninger og byggevarer .....                             | 11        |
| Det samlede etageareal .....   | 12        |
| Energi i driftsfasen .....   | 12        |
| Data .....   | 13        |
| Beregningsværktøj .....  | 14        |
| Livscyklusfaser .....  | 15        |
| Kategorier og indikatorer .....  | 16        |
| <b>Baggrund – standarder for LCA</b> .....                             | <b>17</b> |
| Generel fremgangsmåde for LCA .....                                    | 17        |
| Specifikt for bygninger .....  | 17        |



# Introduktion

Livscyklusvurdering (LCA) er en metode som i stigende grad bliver brugt til at vurdere potentielle miljøpåvirkninger og ressourceforbrug for produkter og ydelser. Det gælder også for byggeri, hvor LCA er en væsentlig del af vurderingen af bygningers miljømæssige bæredygtighed. Livscyklustankegangen flytter fokus fra forholdene omkring det færdige byggeri til at indebære hele bygningens livscyklus.

LCA indgår de i europæiske standarder for bæredygtigt byggeri, i byggevareforordningen og i certificeringsordninger for bæredygtigt byggeri. I regeringens byggepolitiske strategi er LCA ligeledes udpeget som en vigtig del af indsatsområdet bæredygtigt byggeri.

LCA giver de forskellige aktører der arbejder med vurdering af den miljømæssige del af bæredygtigt byggeri en

grundlæggende viden om hvilke parametre der bidrager til ressourceforbrug og potentielle miljøpåvirkninger i bygningens livscyklus. Ved at inddrage LCA som et værktøj i byggeriers designfase kan byggevarernes og de forskellige bygningsdeles betydning ses i sammenhold med f.eks energiforbrug på byggepladsen og driftsenergiforbruget. LCA kan der ved bruges som et led i miljørigtig design af bygninger og til at dokumentere resultaterne.

Denne introduktion til LCA på bygninger udgives samtidig med at Energistyrelsen lancerer et værktøj for LCA på bygninger – LCAByg. Publikationen har desuden relation til en række andre samtidige publikationer om bæredygtigt byggeri fra Energistyrelsen: Vejledning for bæredygtigt byggeri, Introduktion til LCC på bygninger og Bygningens livscyklus.

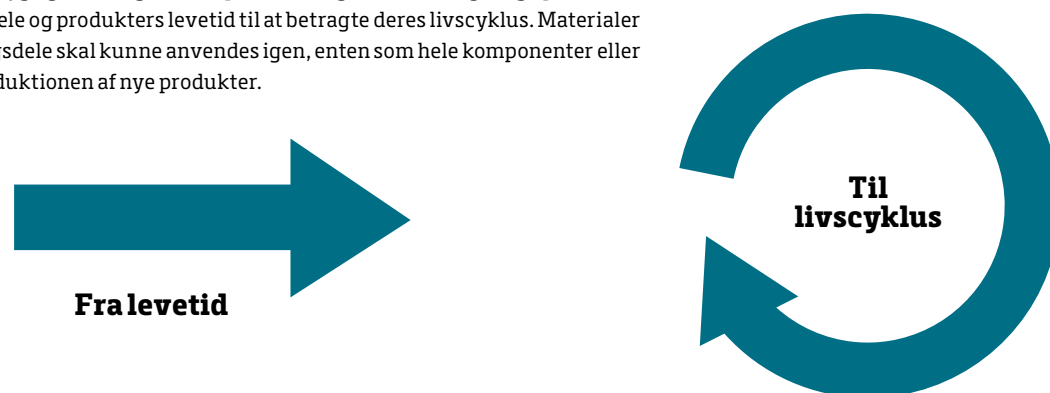
Formålet med publikationen er at give en introduktion til:

- **Hvad LCA på bygninger kan bruges til**
- **Hvordan bygningens livscyklus kan karakteriseres**
- **Hvordan LCA på bygninger udføres i praksis**

Publikationen henvender sig bl.a. til arkitekter, rådgivere, bygherrer og entreprenører som ønsker at få et indblik i hvorledes LCA kan bruges som et led i udvikling af bæredygtigt byggeri.

## Figur 1

Mere bæredygtige løsninger skal opnås ved at gå fra at betragte og optimere bygningsdele og produkters levetid til at betragte deres livscyklus. Materialer og bygningsdele skal kunne anvendes igen, enten som hele komponenter eller indgå i produktionen af nye produkter.



# Bygningens livscyklus

Livscyklusvurdering af bygninger indebærer normalt vurderinger af hele bygningens livscyklus. Det betyder at samtlige faser inkluderes i vurderingen, alt fra udvinding af ressourcer til fremstilling af byggevarer over byggeprocessen, brugsfasen og nedrivningen og til materialerne bortskaffes eller genanvendes.

Bygningens livscyklus er således opdelt i fem faser som er vigtige at forholde sig til: Produktfase, byggeprocesfase, brugsfase, endt levetid og næste produktsystem.

Oftest har man bedst kendskab til de første to faser, også selvom der i praksis kan opstå udfordringer med at fremskaffe tilstrækkelige data til beregningerne. De efterfølgende tre faser er scenariebaserede, hvilket betyder at man må gøre sig antagelser om hvorledes bygningen bruges, vedligeholdes og afslutningsvis nedrives. Ifølge den europæiske standard EN 15978:2011 skal den sidste fase, som vedrører genanvendelse af byggeaffald, rapporteres som en separat del af beregningerne.



## 1. Produktfasen

Fasen vedrører de processer, der har at gøre med produktionen af de byggevarer, der benyttes i bygningen: Udvinning af råstoffer, transport til produktionssted samt den endelige produktion af byggevarerne.



## 2. Byggeprocesfasen

Fasen dækker de processer, der har at gøre med byggevarernes vej fra produktionen og frem til det tidspunkt, hvor de er installeret som en del af det færdige byggeri: Transport fra producent frem til byggepladsen samt installationen i byggeriet.



## 3. Brugsfasen

Denne fase vedrører de processer der relaterer sig til byggevarernes fortsatte ydeevne som en del af bygningen, dvs. vedligehold, udskiftning, reparation mm. Dertil kommer processer vedrørende det løbende forbrug af vand og energi til bygningens drift. Processerne vil oftest basere sig på scenarier, altså forestillinger om hvordan processerne vil ske.



## 4. Endt levetid

Processerne i denne fase er ligeledes scenariebaserede. De omhandler det der sker når bygningen er udtjent, dvs bygningens nedrivning og de efterfølgende processer for oparbejdning eller behandling af byggevarer/materialer frem til bortskaffelse eller videre brug i andre produktsystemer.



## 5. Næste produktsystem

Denne scenariebaserede fase indeholder de beregnede gevinster og ulemper fra genbrug og genanvendelse af byggevarer/materialer. Bidrag fra denne fase skal ifølge de europæiske standarder betragtes som udenfor systemgrænsen og rapporteres separat.

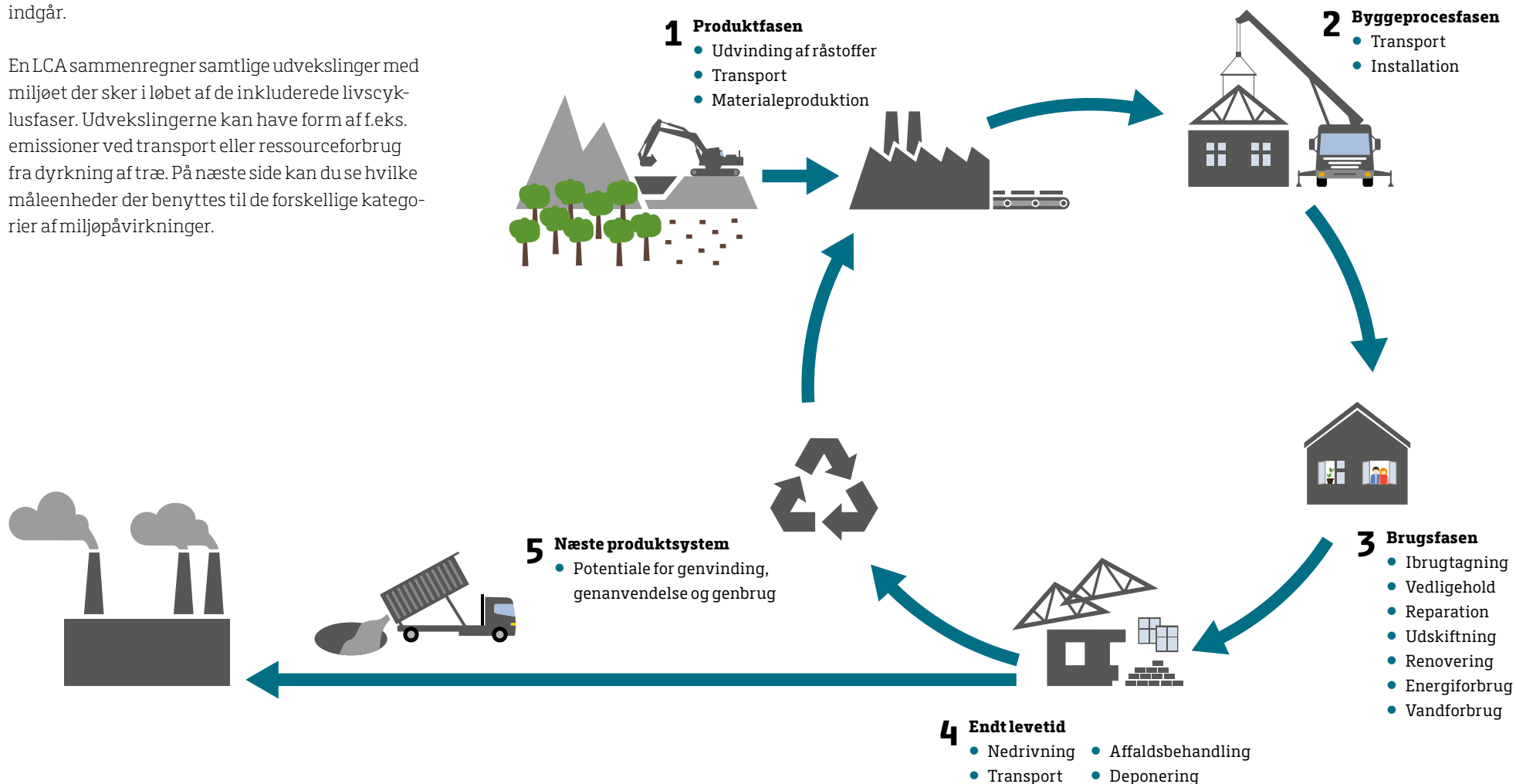
## Hvordan ser bygningens livscyklus ud?

Figur 2 viser hvordan en typisk livscyklus for en bygning ser ud og hvilke faser og processer der indgår.

En LCA sammenregner samtlige udvekslinger med miljøet der sker i løbet af de inkluderede livscyklusfaser. Udvekslingerne kan have form af f.eks. emissioner ved transport eller ressourceforbrug fra dyrkning af træ. På næste side kan du se hvilke måleenheder der benyttes til de forskellige kategorier af miljøpåvirkninger.

**Figur 2**

Typiske faser i bygningens livscyklus: Produktfase, byggeprocesfase, brugsfase, endt levetid og næste produktsystem.



## Typiske miljøpåvirkninger som indgår i en livscyklusvurdering

LCA indebærer en kortlægning af alle input og output i forbindelse med det undersøgte systems livscyklus. Ud fra alle input og output, dvs. forbruget af ressourcer og de emissioner som kan associeres til de forskellige processer, beregnes potentielle miljøpåvirkninger.

Resultaterne af en livscyklusvurdering opgøres på en udvalgt række af målbare indikatorer. Ved siden af er ofte benyttede indikatorer til vurdering af miljøpåvirkninger og ressourceforbrug.

- **Kategori**  
Global Opvarmning (GWP)



- **Enhed**  
CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

- **Problem**  
Når mængden af drivhusgasser i atmosfæren øges, opvarmes de jordnære luftlag med klimaændringer til følge.

- **Kategori**  
Forsuring (AP)



- **Enhed**  
SO<sub>2</sub>-ækvivalenter

- **Problem**  
Reagerer med vand og falder som "sur regn", der bl.a. medvirker til at nedbryde rodstystemer og udvaske planternes næringsstoffer.

- **Kategori**  
Udtømmning af abiotiske ressourcer – fossile brændsler (ADPf)



- **Enhed**  
MJ

- **Problem**  
Et højt forbrug af abiotiske ressourcer kan bidrage til udtømmning af tilgængelig energi i form af fossile brændsler.

- **Kategori**  
Ozonlagsnedbrydning (ODP)



- **Enhed**  
Ethen-ækvivalenter

- **Problem**  
Nedbrydning af det stratosfæriske ozonlag som beskytter flora og fauna mod solens skadelige UV-A og UV-B-stråler.

- **Kategori**  
Nærings saltbelastning (EP)



- **Enhed**  
PO<sub>4</sub>-ækvivalenter

- **Problem**  
For høje tilførsler af næringsstoffer fremmer uønsket plantevækst i sarte økosystemer, f.eks. algevækst med fiskedød til følge.

- **Kategori**  
Primærenergiforbrug (PEtot)



- **Enhed**  
MJ eller kWh

- **Problem**  
Et højt forbrug af ressourcer i primærenergiform fra fossile og fornybare kilder kan bidrage til udtømmning af naturlige ressourcer.

- **Kategori**  
Fotokemisk ozondannelse (POCP)



- **Enhed**  
R11-ækvivalenter

- **Problem**  
Bidrager i forbindelse med UV-stråler til at danne jordnær ozon (sommersmog) som bl.a. er skadelig for luftvejene.

- **Kategori**  
Udtømmning af abiotiske ressourcer – grundstoffer (ADPe)



- **Enhed**  
Sb-ækvivalenter

- **Problem**  
Et højt forbrug af abiotiske ressourcer kan bidrage til udtømmning af tilgængelige grundstoffer i form af f.eks. metaller eller mineraler.

- **Kategori**  
Forbrug af sekundære brændsler (Sek)



- **Enhed**  
MJ eller kWh

- **Problem**  
Sekundære brændsler (f.eks. affald) er i princippet en begrænset ressource, og derfor kan et højt forbrug af sekundære brændsler indirekte føre til ressourceknaphed.

# Hvad kan en LCA fortælle?

## Livscyklusfasernes betydning

LCA giver dig et overblik over miljøpåvirkningerne i de forskellige faser i bygningens livscyklus.

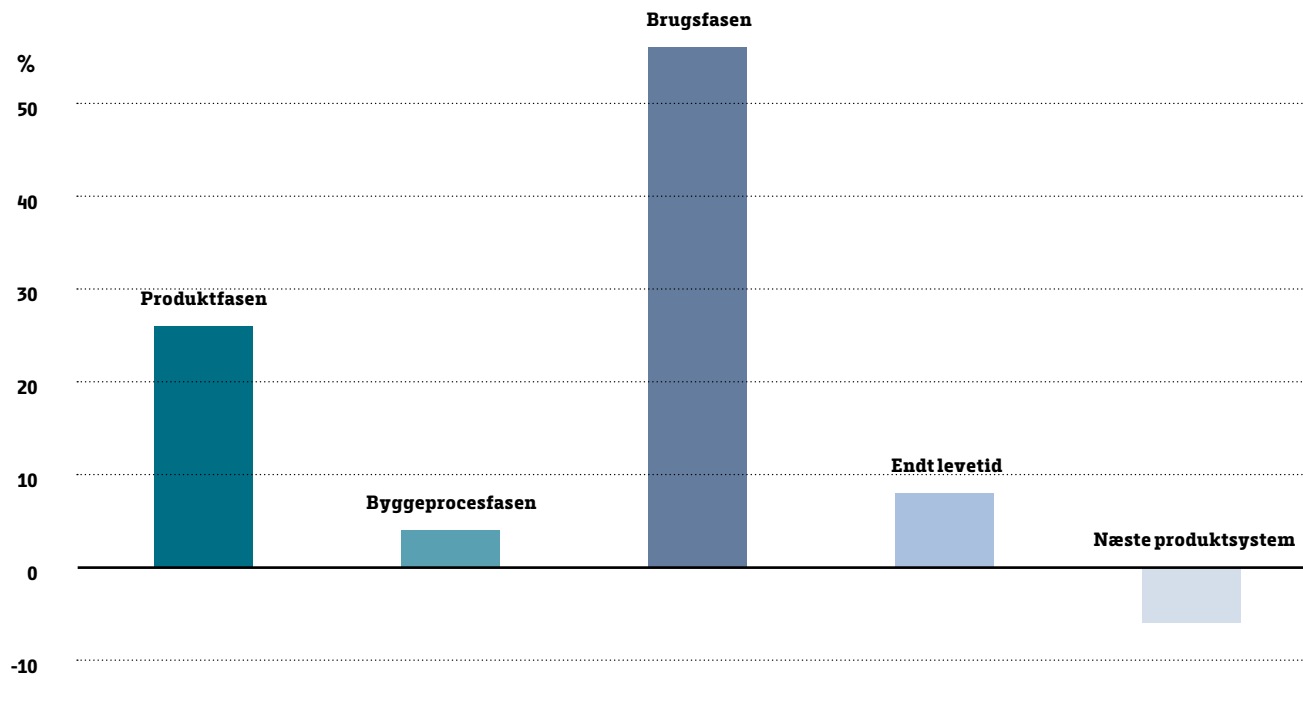
Figuren til højre illustrerer hvordan en bygnings LCA-resultater for en påvirkningskategori, her potentialet for global opvarmning, kan opdeles på de forskellige inkluderede livscyklusfaser. Herfra er det muligt at rette fokus mod de mest betydende livscyklusfaser og forsøge at minimere de negative bidrag.

Med en LCA kan du få hjælp til at prioritere din optimeringsindsats på et informeret grundlag og vurdere de enkelte processer op mod det større perspektiv af bygningens samlede livscyklus. For eksempel:

- **Hvad betyder materialepåvirkninger mod energiforbruget i bygningen?**
- **Hvor meget bidrager de forskellige bygningsdele med?**
- **Hvordan kan materialevalget optimeres for at reducere miljøpåvirkningerne?**

**Figur 3**

Eksempel på fordeling af bidrag til miljøpåvirkninger fra de forskellige livscyklusfaser. Her den procentvise fordeling af potentialet for global opvarmning (GWP).





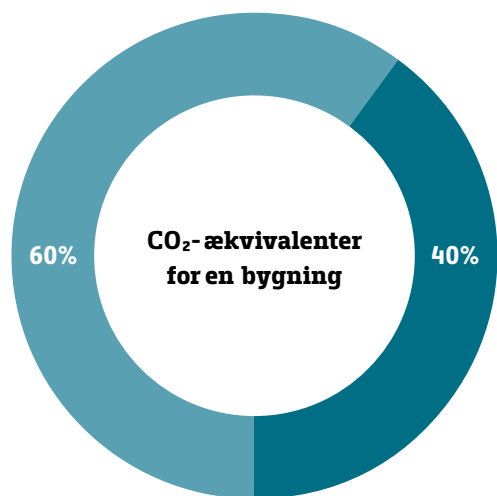
### 1. Materialer vs. energi

Som vist i figuren nedenfor, giver LCA dig mulighed for at dele processerne op i dem der har med energiforbruget i bygningens brugsfase at gøre og dem der har med materialerne at gøre. Sidstnævnte betegnes ofte som "indlejrede" påvirkninger.

Miljøpåvirkninger fra energiforbruget har traditionelt været den største bidragsyder til bygningers LCA-resultater. Eftersom fremtidens bygninger forventes både at have et lavt energiforbrug til drift samt at komme fra vedvarende energikilder, kommer de indlejrede påvirkninger fra byggevarer dog til at fylde forholdsmeæssigt mere i den samlede LCA for en bygning.

Figur 4

● Materialer ● Driftsenergi



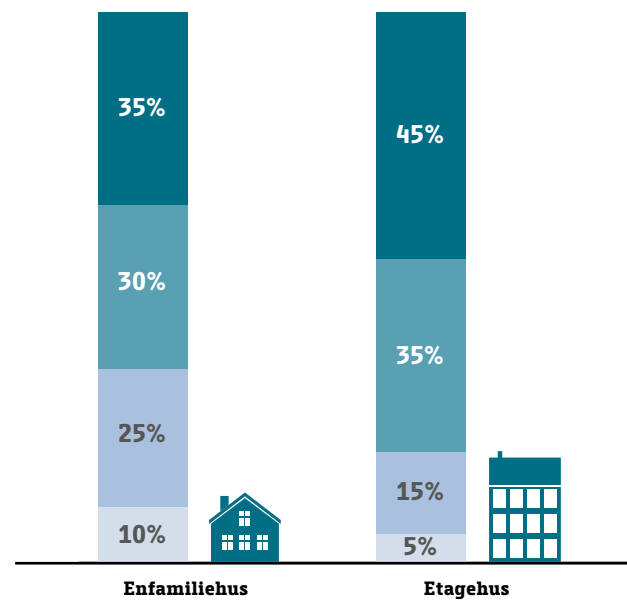
### 2. Bygningsdelenes betydning

LCA giver dig overblik over hvordan de forskellige bygningsdele bidrager til de samlede miljøpåvirkninger. På denne måde kan du få hjælp til at bestemme hvilke bygningsdele du skal være opmærksom på hvis du vil begrænse de potentielle miljøpåvirkninger fra din bygning.

Eller du kan, som vist på figuren nedenfor, afprøve forskellige bygningsformer og se hvordan de samlede resultater ændrer sig såvel som fordelingen mellem de enkelte bygningsdele.

Figur 5

Bidrag til GWP fra: ● Dæk ● Vægge ● Tag ● Teknik



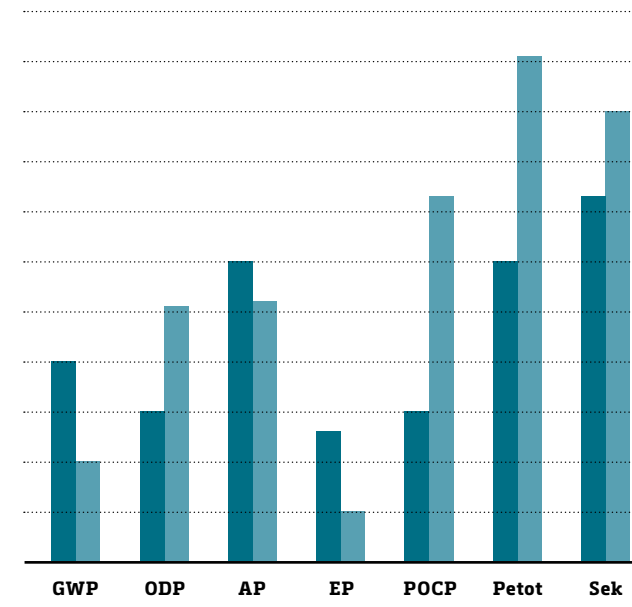
### 3. Materialernes betydning

LCA giver dig mulighed for at sammenligne materialer eller byggevarer med samme byggetekniske egenskaber på deres miljøprofil. På denne måde kan du få hjælp til at vurdere miljøprofilen af forskellige løsninger, for eksempel ved materialevalg til bygningsdele.

Vær opmærksom på at resultaterne af de mange kategorier af miljøpåvirkninger ikke kan lægges sammen til et enkelt resultat. Man må derfor afveje resultaterne for de forskellige kategorier hver for sig.

Figur 6

● Materiale 1 ● Materiale 2





# Hvad skal der bruges til en LCA på en bygning

For at kunne udføre en LCA på din bygning skal du have klarhed og rådighed over følgende, som beskrives uddybende på de kommende sider:

## INFO OM BYGNINGEN

- Materialer og mængder
- Levetider på bygning og byggevarer
- Det samlede etageareal
- Energi i driftsfasen



**Side 10**

## REDSKABER

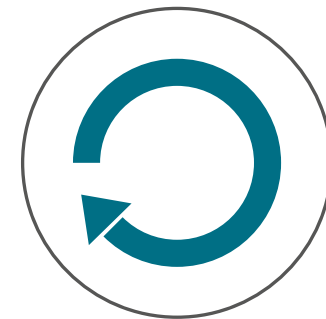
- Datagrundlag
- Beregningsværktøj



**Side 13**

## LCA-SPECIFIKKE OVERVEJELSER

- Livscyklusfaser
- Kategorier og indikatorer



**Side 15**



## Materialer og mængder

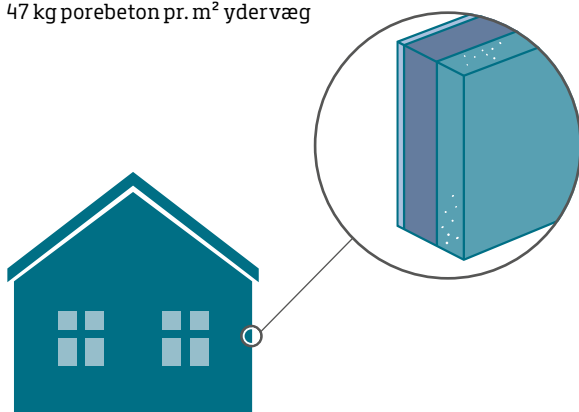
Oplysninger om mængder af samtlige benyttede materialer skal bruges til beregningen af bygningens potentielle miljøpåvirkninger i en LCA-beregning.

Alt efter LCA'ens formål kan opgørelsen være mere eller mindre detaljeret. Til tidlige screeningsformål kan det være tilstrækkeligt at regne på hovedkomponenterne i de primære bygningsdele. En mere detaljeret vurdering indeholder flere informationer, f.eks. mere detaljeret materialeopgørelse. I princippet kan LCA'en regne ned til sidste skrue og liste i din bygning, men det kan være en tidskrævende proces at kortlægge mængder på så højt et detaljeringsniveau.

**Figur 7**

Eksempel på materialer i en ydervæg.

- 13 kg fibercement pr. m<sup>2</sup> ydervæg
- 10 kg mineraluld pr. m<sup>2</sup> ydervæg
- 47 kg porebeton pr. m<sup>2</sup> ydervæg



Indsamling af data over materialeforbruget er nok den mest tidskrævende del af udførelsen af en LCA. Det skyldes at der under normale omstændigheder aldrig foreligger en endelig opgørelse over det totale forbrug af de enkelte materialer. Det er derfor ofte nødvendigt at sammenstykke denne information ud fra for eksempel:

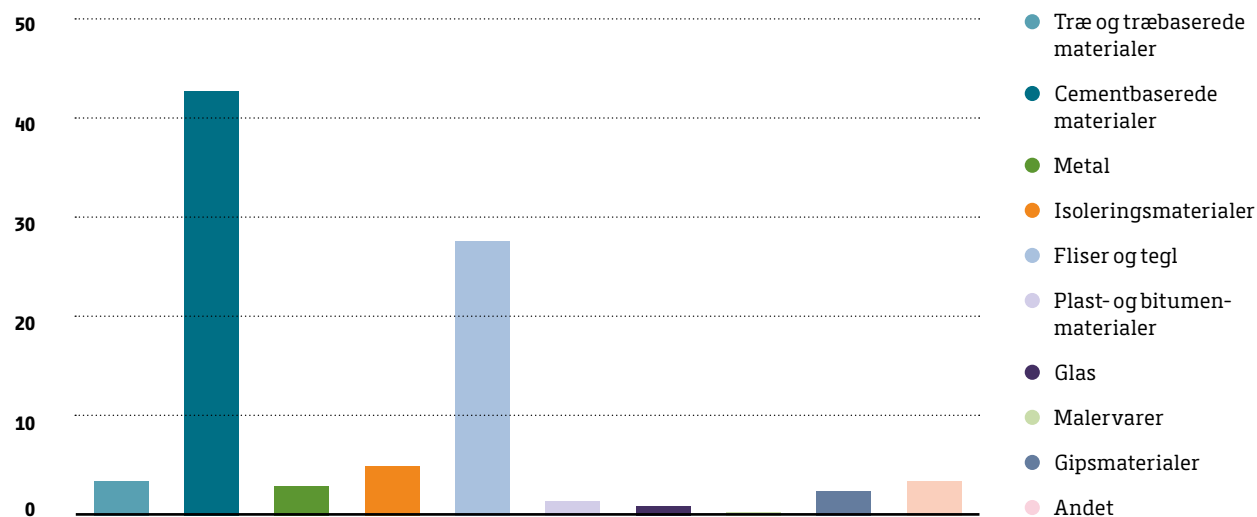
- **Udbudsmateriale**
- **BIM modeller**
- **Tegninger**
- **Produktinformation for benyttede byggevarer**

Hvert enkelt materiale knyttes efterfølgende til et eller flere datasæt for de processer man regner med i livscyklussen. Datasættene kan stamme fra databaser eller fra produkt-specifikke miljøvaredeklarationer (se side 13).

I de fleste danske byggerier vil cementbaserede materialer og/eller tegl udgøre en stor del af bygningens samlede masse som illustreret i figur 8. Det betyder dog ikke nødvendigvis at disse materialer står for de største bidrag til LCA-resultaterne. Kilogram for kilogram kan der nemlig være stor forskel på miljødata materialerne imellem.

**Figur 8**

1.000 kg materiale ved opførelse af et typisk dansk enfamiliehus i ét plan.





## Levetider på bygninger og byggevarer

Betragtningsperioden er den periode (antal år) som livscyklusvurderingen bliver beregnet for. Den valgte periode har dermed bl.a. betydning for hvor mange udskiftninger af byggevarer der tælles med i beregningerne og hvor stort det samlede energiforbrug for brugsfasen bliver. Som udgangspunkt anbefales at bygningens forventede levetid benyttes som betragtningsperiode.

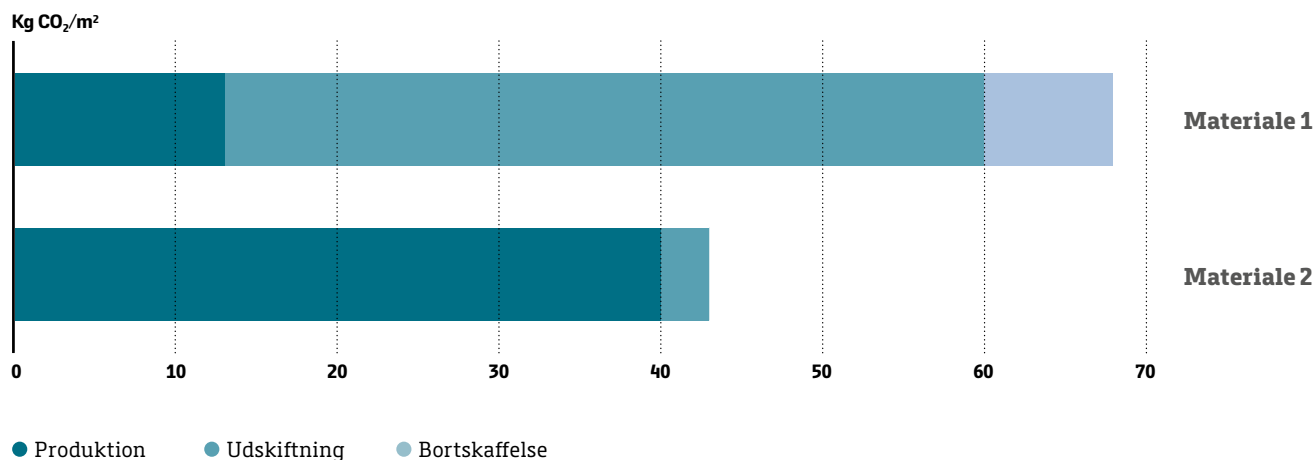
Betragtningsperioden benyttes desuden ofte i analysen af resultater. Bygningens LCA-resultater fordeles ud over årrækken for at gøre resultaterne sammenlignelige med andre bygningers LCA-resultater selvom levetiden for de sammenlignede bygninger måske ikke er ens. Bruges der en kort betragtningsperiode, f.eks. 30 år, vil langtidsholdbare materialer fremstå dårligere end hvis en betragtningsperiode på f.eks. 70 år er valgt.

Levetider på de byggevarer der indgår i bygningen er naturligvis også væsentlige for bygningens samlede LCA-resultater. Det er de i den forstand at jo hyppigere en byggevarer skal udskiftes jo flere byggevarer skal der produceres. Den øgede produktion medfører yderligere miljøpåvirkninger, og der kan derfor være fordele forbundet med at tænke i langtidsholdbare materialer til brug i bygningsdesignet.

Der findes forskellige kilder til gennemsnitlige levetider for materialer og byggevarer, blandt andet SBI-rapport 2013:30, "Levetider af bygningsdele ved vurdering af bæredygtighed og totaløkonomi".

**Figur 9**

Eksempel på fordeling af to alternativer for materialevalg med vidt forskellig levetid. Materiale 1 skal udskiftes hyppigt og bidrager derfor samlet set mere til bygningens LCA-resultater end Materiale 2 der er langtidsholdbart.



### Vejledende levetider for bygninger

| Bygning  | Eksempler  | Levetid |
|--|--|---------|
| Bolig, kontor, institution, undervisning og kultur | F.eks. bolig, kontor, hotel, restaurant, kulturhus, skole og institutioner | 100 år  |
| Produktions- og fritidsbygninger                   | F.eks. fabrik, lagerhal, garage- og transportanlæg                         | 60 år   |
| Mindre bygninger til opbevaring                    | F.eks. garager, carport og udhus   | 40 år   |



## Det samlede etageareal

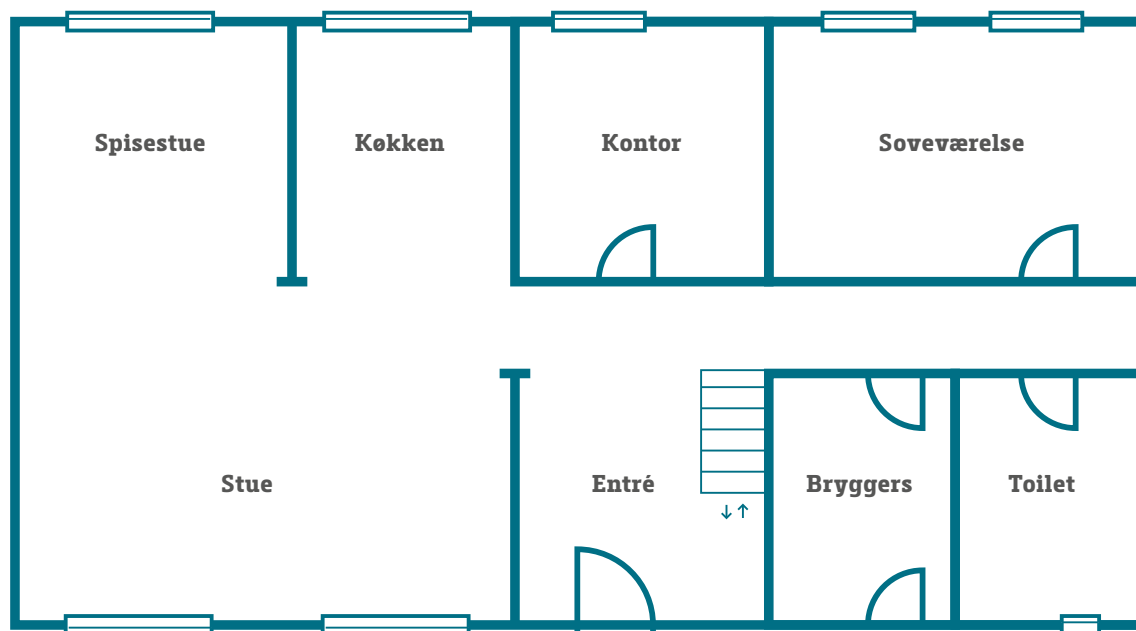
For at kunne sammenligne forskellige bygningers LCA-resultater skal resultaterne være opgjort på samme enhed. I de fleste tilfælde gør man derfor resultaterne på de enkelte indikatorer op pr m<sup>2</sup> pr år, f.eks 10 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter/m<sup>2</sup>/år. Man fordeler altså her bygningens samlede udledninger af drivhusgasser gennem hele livscyklussen over

etagearealet og det antal år man har valgt som betragtningsperiode.

Etagearealet er BBR-arealet, som er en sammenlægning af bruttoarealer af samtlige etager. Dog tillægges delvis opvarmede kældre med ½ værdi. Bruttoarealet måles til ydersiden af ydervæggene.

Figur 10

Eksempel på plantegning til opmåling af etageareal.



## Energi i driftsfasen

Bygningens forventede energibehov i brugsfasen er en vigtig bidragsyder til resultaterne for en samlet LCA på en bygning. Det er i denne forbindelse både vigtigt at kende:

- **Energibehovet pr m<sup>2</sup>/år i kWh eller MJ**  
Dette tal afhænger af bygningens energiprofil og kan bl.a. estimeres via en BE10-beregning.
- **Energiforsynings sammensætning**  
Der kan være stor forskel på miljøpåvirkningerne alt efter den teknologi der ligger bag produktionen af elektricitet og varme. F.eks. er de miljømæssige påvirkninger fra et gasfyr og fra et pillefyr forskellige.

De europæiske standarder for LCA på bygninger foreskriver brug af energi-EPD'er til beregning af miljøpåvirkningen fra el og varme.

Fordi el- og fjernvarmeforsynings sammensætning ændrer sig med tiden er der dog forskellige tilgange til hvordan det inkluderes i en bygningens livscyklus der forventes at række op mod 100 år ud i fremtiden. Grundlæggende kan man tale om 2 forskellige tilgange:

1. Nutids-scenarium for energiforsyningen for hele betragtningsperioden. Det vil sige at den nuværende sammensætning af energiteknologier benyttes som den gældende for hvert år i beregningens betragtningsperiode.
2. Fremskrivnings-scenarier for energiforsyningen. Tilgangen dækker over en fremskrivning af den sammensætning af energiteknologier der ligger bag energiforsyningen.



## Data

Data for materialer og processer som indgår i bygningens livscyklus kobles sammen med relevante LCA-data. Dataene kan være generiske data, dvs. gennemsnitsdata for f.eks. en produktgruppe, eller de kan være produkt-specifikke data fra en given producent. Disse data fås enten gennem LCA-databaser eller miljøvaredeklarationer (EPD'er) for specifikke produkter.

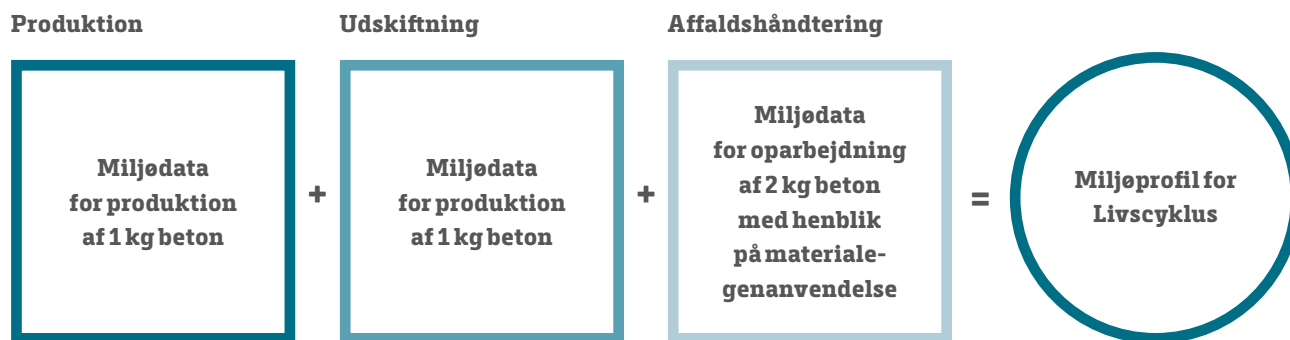
Der findes ikke en original dansk LCA-database med byggevarer. Det betyder at man skal være opmærksom på at de data der eventuelt hentes fra andre landes databaser ikke nødvendigvis afspejler danske forhold. Den

skævhed det giver i resultaterne skal man holde for øje, og f.eks. fokusere tolkningen af sine resultater på forholdene mellem bygningsdele og ikke de præcise tal for de enkelte bygningsdele.

LCA-data for den enkelte byggevarer udvalgte livscyklusfaser kobles til de benyttede mængder af byggevarer i bygningen, som illustreret i eksemplet i figur 11. Samme kobling udføres for alle byggevarer der indgår i bygningen, og på denne baggrund udregnes bygningens samlede LCA-resultater.

**Figur 11**

Eksempel på kobling mellem mængder og miljødata.



### Miljøvaredeklarationer

En miljøvaredeklaration eller EPD (Environmental Product Declaration) dokumenterer en byggevarer miljømæssige egenskaber og udvikles iht. anerkendte Europæiske og internationale standarder. Det er altså en standardiseret metode til at levere informationer om energi- og ressourceforbruget samt miljøpåvirkningerne fra produktionen, anvendelsen og bortskaffelsen af en byggevarer.

- **Besøg epddanmark hjemmeside for danske miljøvaredeklarationer på byggevarer** ([www.epd.dk](http://www.epd.dk))
- **Besøg epdnorge hjemmeside for norske miljøvaredeklarationer på byggevarer** ([www.epd-norge.no](http://www.epd-norge.no))
- **Besøg Institut bauen und umwelt hjemmeside for tyske miljøvaredeklarationer på byggevarer** ([www.bau-umwelt.de](http://www.bau-umwelt.de))
- **Besøg eco-plattform hjemmeside for europæiske miljøvaredeklarationer på byggevarer** ([www.eco-plattform.org](http://www.eco-plattform.org))



## Beregningsværktøj

Selve beregningen af LCA-resultaterne udføres når alle materialemængder er kortlagt og data for samtlige materialer og processer er tilgængelige.

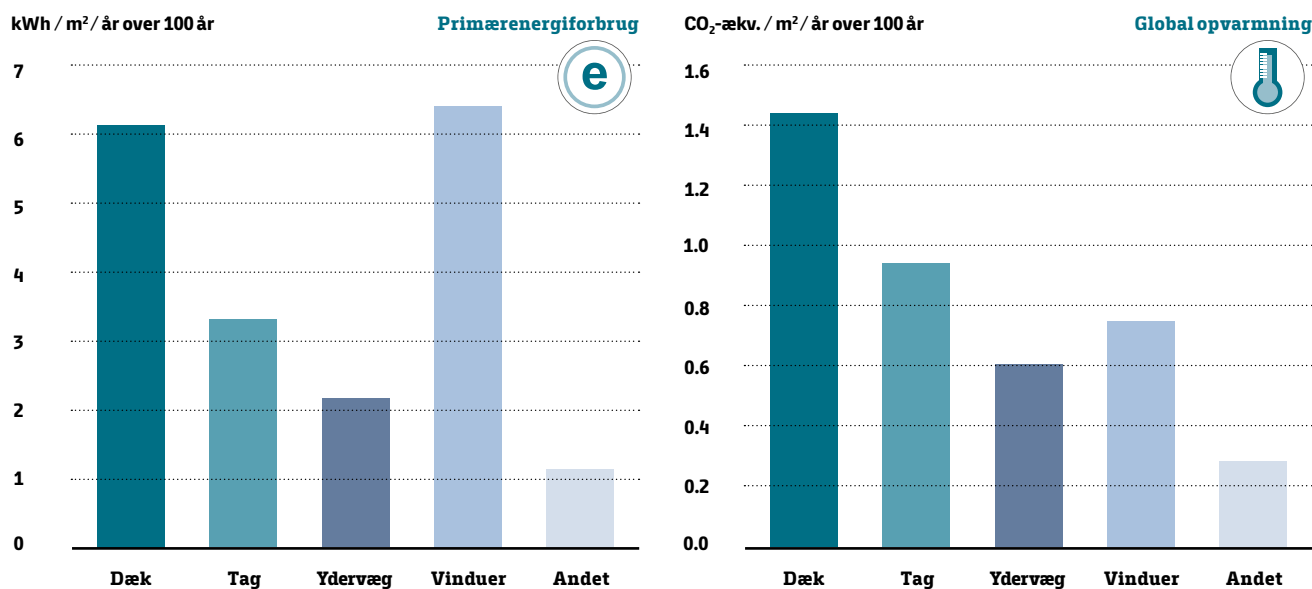
Software-værktøjer beregnet til formålet letter arbejdet med udregningerne betydeligt. Ofte vil de også give mulig-

heder for forskellige former for resultatvisning og analyse der kan gøre det lettere at bruge de endelige LCA-resultater.

Der er en del forskellige værktøjer på markedet. De fleste kræver en eller anden form for licens, men der findes også frit tilgængelige værktøjer.

Figur 12

Eksempler på udvalgte resultater for et kontorhusbyggeri beregnet med LCAByg. Bemærk at de individuelle indikatorresultater ikke kan sammenlignes på tværs, da hver indikator har forskellig enhed.



### LCAByg

LCAByg er et LCA-værktøj udviklet af SBI for Energi-styrelsen og lanceret i foråret 2015. Med LCAByg kan du beregne et byggeris miljøprofil og ressourceforbrug. Du indtaster informationer om bygningsdelene og evt. bygningens energiforbrug. Værktøjet tager sig automatisk af LCA-beregningerne og samler resultaterne i en rapport.

LCAByg baserer sig på en tysk database for byggevarer, Ökobau. Programmet kan beregne en række af bygningens livscyklusfaser på et udpluk af de indikatorer der findes i de europæiske standarder for vurdering af bygningers miljømæssige kvalitet.

Programmet er fleksibelt og kan anvendes til både nybyggeri og renoveringsprojekter. LCAByg indeholder et par eksempelbygninger som kan bruges til inspiration. I disse kan du se eksempler på hvad en LCA på en bygning indeholder af informationer samt LCA-resultater på et par typiske danske bygninger.

LCAByg er frit tilgængeligt og kan downloades fra [www.ens.dk/byggeri/bæredygtighed](http://www.ens.dk/byggeri/bæredygtighed)



## Livscyklusfaser

Definition af LCA'ens systemgrænser er en vigtig parameter når der skal udføres LCA. Systemgrænsen fortæller hvilke faser, og hvilke processer under hver enkelt fase, der er inkluderet i LCA'en.

Forståelse af LCA'ens systemgrænser er også vigtig når f.eks. LCA- resultater fra byggevarer skal bruges i vurdering af en bygning eller når resultater fra en LCA på en bygning skal bruges til at træffe beslutninger ud fra.

Det er meget vigtigt for gennemsigtigheden af LCA'ens resultater at systemgrænserne er klart definerede og til at gennemskue.

Den europæiske standard EN 15978:2011 definerer bygningens livscyklusfaser som der ses på figuren nedenfor (uofficiel dansk oversættelse).

Vær opmærksom på at LCA'er på bygninger sjældent inkluderer samtlige af de faser og processer der skal inkluderes i henhold til standarden. Det kan skyldes manglende datagrundlag eller at formålet med LCA'en retfærdiggør en forsimpning.

Uanset hvilken baggrund der er for eventuelle forsimplinger bør det dog fremgå tydeligt hvilke processer der er inkluderet i en LCA.

**Figur 13**

Livscyklusfaser som defineret i den europæiske standard EN 15978:2011.

| Modul           | A1-A3        |           |            | A4-A5       |                     | B1-B7 |                 |            |             |            |                         |                       | C1-C4                 |           |                   | D                     |   |
|-----------------|--------------|-----------|------------|-------------|---------------------|-------|-----------------|------------|-------------|------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-----------------------|---|
| Livscyklusfaser | Produkt      |           |            | Byggeproces |                     | Brug  |                 |            |             |            |                         |                       | Endt levetid          |           |                   | Uden for systemgrænse |   |
| Processer       | Råmaterialer | Transport | Produktion | Transport   | Opførelse/montering | Brug  | Vedligeholdelse | Reparation | Udskiftning | Renovering | Energiforbrug til drift | Vandforbrug til drift | Nedtagning/nedrivning | Transport | Affaldsbehandling | Bortskaffelse         | Potentiale for genanvendelse, genvinding og genbrug |
|                 | A1           | A2        | A3         | A4          | A5                  | B1    | B2              | B3         | B4          | B5         | B6                      | B7                    | C1                    | C2        | C3                | C4                    | D   |





## Kategorier og indikatorer

De potentielle miljøpåvirkninger og ressourceforbrug fra en bygnings livscyklus opgøres i kategorier, f.eks. global opvarmning. Inden for hver enkelt kategori måler man påvirkningens omfang i en indikator-enhed. F.eks. er indikatorenheden kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter for kategorien global opvarmning.

Kategorierne der vælges til en LCA bør bredest muligt afspejle potentielle konsekvenser for de tre overordnede beskyttelsesområder:

1. **Menneskers sundhed**
2. **Det naturlige miljø**
3. **Naturlige ressourcer**

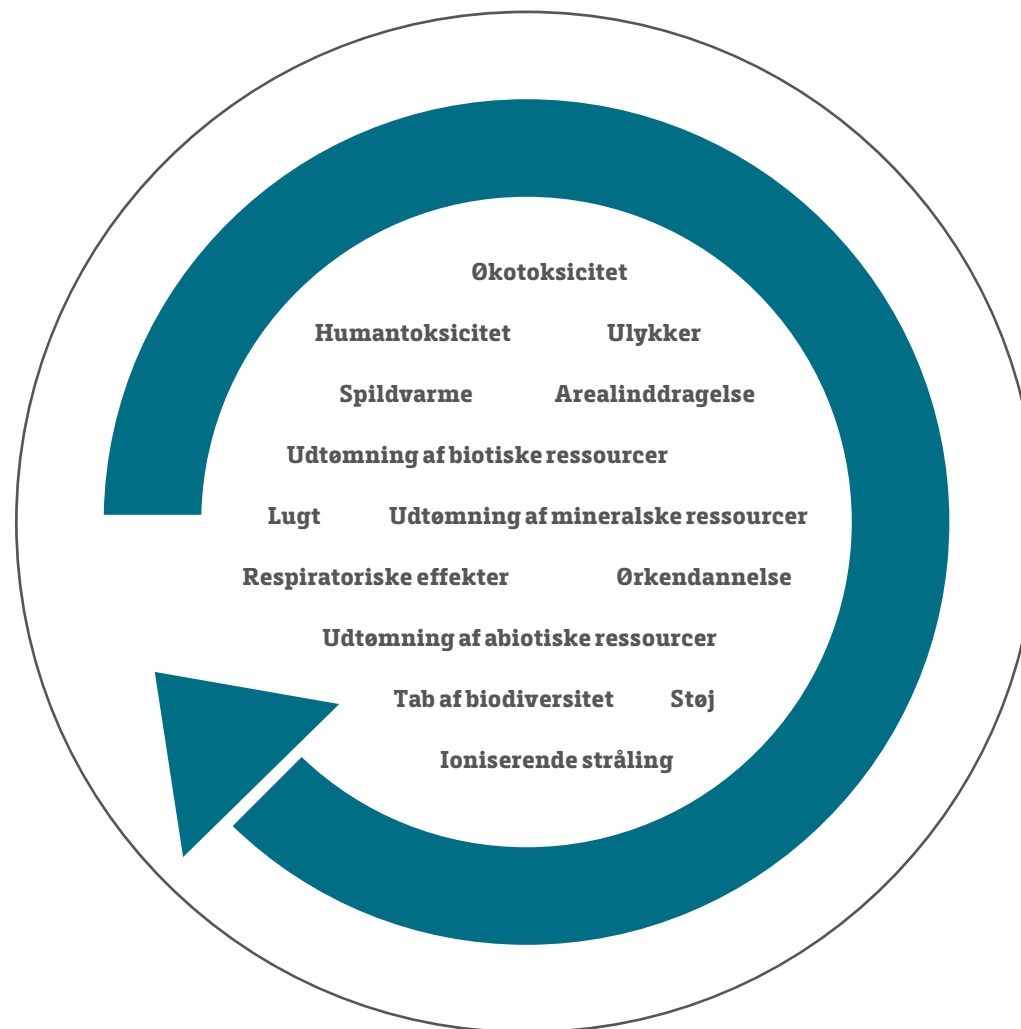
ILCAbyg er der valgt at bruge de syv kategorier præsenteret på side 6. Disse syv udvalgte kategorier er primært valgt på grund af at det er dem der benyttes i den database som indgår i LCAbyg, Ökobau.dat. Samtidig er kategorierne et udpluk af de kategorier der benyttes i forbindelse med de europæiske standarder for bæredygtigt byggeri (se side 17).

Ud over de kategorier der benyttes i LCAbyg findes der mange yderligere kategorier og indikatorer som bidrager til et mere detaljeret billede af konsekvenser for miljø og ressourcebeholdning, f.eks. kategorierne vist i figur 14.

Det er vigtigt at huske på at resultaterne der opnås inden for de valgte kategorier ikke umiddelbart kan lægges sammen på tværs af kategorierne. Kun ved en forudgående proces der omfatter principper om normalisering og vægtning, kan resultaterne lægges sammen på tværs af kategorierne. Det er dog en proces der kræver specialiseret viden da det indebærer en afvejning af de forskellige miljømæssige konsekvenser.

**Figur 14**

Eksempler på forskellige kategorier til yderligere belysning af potentielle påvirkninger og ressourceforbrug.



# Baggrund

## – standarder for LCA

Livscyklusvurderingsmetoden er standardiseret, både generelt for alle produkter med ISO standarder og specifikt for bygninger og byggevarer. Det er vigtigt at kende til disse standarder, idet de sætter vigtige rammer for hvorledes LCA bør udføres, både generelt og specifikt for bygninger og byggevarer.

### Generel fremgangsmåde for LCA

- **DS/EN ISO 14040:2008 Miljøledelse – Livscyklusvurdering – Principper og struktur**  
Standarden beskriver principperne for udarbejdelse af LCA, f.eks. hvilke effektkategorier der skal medtages, krav om datatransparens mv.
- **DS/EN ISO 14044:2008 Miljøledelse – Livscyklusvurdering – Krav og vejledning**  
Standarden beskriver krav til udførelse af LCA. Den er en hjælp til at gennemføre en LCA og den bliver normalt refereret til.

### Specifikt for bygninger

- **EN 15643-2:2011 Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg. Vurdering af bygninger. Del 2: Rammer for vurdering af miljørelaterede egenskaber** (på engelsk).  
Standarden beskriver krav og vurdering af de miljømæssige påvirkninger fra byggeri.
- **EN 15978:2011 Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg. Vurdering af bygningers miljømæssige kvalitet. Beregningsmetode** (på engelsk).  
Standarden beskriver beregningsmetoden for udførelse af LCA på bygninger.
- **EN 15804:2012 Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg. Miljøvaredeklarationer. Grundlæggende regler for produktkategorien byggevarer** (på engelsk).  
Standarden beskriver struktur, indhold og principper af en miljøvaredeklaration (EPD) for byggevarer for at sikre at de laves efter samme fremgangsmåder og præsenteres i et ensartet format.

### Få mere at vide

#### Om bæredygtigt byggeri:

- **Regeringens byggepolitiske strategi.**  
Udgivet af Klima-, Energi- og Bygningsministeriet, 2014.
- **Bæredygtigt byggeri.**  
Udgivet af Energistyrelsen, 2015.
- **Kortlægning af bæredygtigt byggeri.**  
Udgivet af SBI, 2013.

#### Om LCA på bygninger:

- **Bygningens livscyklus – Identifikation af væsentlige bygningsdele, materialegrupper og faser i en miljømæssig vurdering.**  
Udgivet af SBI, 2015.
- **LCA-profiler for bygninger og bygningsdele.**  
Udgivet af SBI, 2014.
- **Arkitektur og miljø – form, konstruktion, materialer og miljøpåvirkning.**  
Udgivet af Arkitekt skolens Forlag, 2000.

**Introduktion til LCA på bygninger**

1. udgave, 2015

**Udgiver**

Energistyrelsen  
Amaliegade 44  
1256 København K  
Tlf.: 33 92 67 00  
Fax: 33 11 47 43  
E-mail: [ens@ens.dk](mailto:ens@ens.dk)  
[www.ens.dk](http://www.ens.dk)

**ISBN**

978-87-93071-95-7

**Forfattere**

Harpa Birgisdóttir og  
Freja Nygaard Rasmussen,  
Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)

**Foto**

Energistyrelsen

**Design**

e-Types & e-Types Daily

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