



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Branchevejledning i LCA ved renovering

Forord:

Denne vejledning er udarbejdet med støtte fra InnoBYG-spireprojektordningen via Styrelsen for Forskning og Innovation samt støtte fra Grundejernes Investeringsfond.

Vejledningen er særligt målrettet bygherrerne / bygherrerådgivere, der udbyder renoveringsprojekter samt rådgivere, der efterfølgende udfører LCA på de udbudte projekter.

Vejledningen sigter mod at skabe fælles retningslinjer for LCA (livscyklus vurdering) på bygningsrenoveringer med fokus på at sikre tilstrækkeligt uddybede kravspecifikationer inden for området således, at konsistensen i de udførte LCA-beregninger styrkes. Derved kan LCAer i højere grad anvendes som beslutningsparameter inden for vurdering af renoveringers miljømæssige forhold.

Vejledningen er blevet til i samarbejde mellem Teknologisk Institut (projektleder og projektansøger) og Statens Byggeforskningsinstitut

Vejledning er udarbejdet af:

- Amdi Schjødt Worm, Teknologisk Institut (projektleder)
- Henrik Poulin, Teknologisk Institut
- Flemming Carøe Østergaard, Teknologisk Institut
- Harpa Birgisdottir, Statens Byggeforskningsinstitut
- Sussie Stenholt Madsen, Statens Byggeforskningsinstitut
- Freja Nygaard Rasmussen, Statens Byggeforskningsinstitut

Gennem 4 tværfaglige workshops med mere end 100 deltagere er byggebranchen blevet inddraget i forhold til problemstillinger ved udarbejdelsen af LCA på renoveringsprojekter, den praktisk håndtering af disse, samt eksempler på konkrete LCAer på renoveringsprojekter.

Teknologisk Institut
Byggeri og anlæg
December 2016

Amdi Worm
Projektleder

Indhold

Introduktion.....	3
Formål.....	3
Læsevejledning.....	4
Introduktion til LCA.....	5
Overordnede retningslinjer.....	5
LCA-værktøj	5
Miljøpåvirkningskategorier.....	5
Resultater.....	6
Inddatering af bygningsdele	6
Areal.....	6
Levetider på bygning og materialer.....	7
Bygningen.....	7
Materialer.....	7
Driftsenergi-scenarier.....	7
Faser i LCAen.....	7
Nye tilførte byggematerialer og drift.....	8
Nedrevne byggematerialer.....	8
Bibeholdte byggematerialer.....	8
Vejledning – niveau 1,2 og 3.....	9
Vejledning – niveau 1.....	9
Vejledning – niveau 2.....	11
Vejledning – niveau 3.....	12
Forslag til kravspecifikation til LCA i udbudstekst.....	13
Cases.....	14
Afrunding.....	15
Kreditering.....	15
Formidlingsoversigt.....	16

INTRODUKTION

LCA (livscyklus vurdering) er gennem de seneste år blevet et mere udbredt værktøj i beslutningsprocesserne omkring design af byggeri. Dette sker i takt med en stigende bevidsthed omkring bæredygtighed og dermed et behov for at betragte byggeriet mere helhedsorienteret.

Trafik- og Byggestyrelsen udgav i 2015 vejledningerne "Bæredygtighed i byggeriet" samt "Introduktion til LCA" med et dertil tilhørende LCAværktøj – LCAbyg, som kan anvendes til vurdering af bygningers miljømæssige påvirkning i hele deres livscyklus.

Certificeringsordninger som DGNB, LEED, BREEAM og Active House omfatter i dag livscyklusvurdering på bygningsniveau for nybyggeri, men er også begyndt at omfatte større renoveringsprojekter.

For at kunne anvende LCA som en beslutningsparameter er det nødvendigt, at vurderingen udføres på et konsistent grundlag, som kan gøre vurderingen sammenlignelig med andre projekter. Der foreligger allerede en del vejledninger og standarder, der beskriver, hvorledes en LCA opgøres for nybyggeri, men disse beskrivelser er i sammenhæng med renoveringsprojekter ofte mangelfulde i forhold til deres beskrivelse af fremgangsmåde og omfang. Der er i branchen endnu ikke fastsat nærmere retningslinjer for, hvordan der skal udføres LCA på renoveringsprojekter.

Formål

Formålet med denne vejledning er først og fremmest at opsætte fælles retningslinjer for LCA på bygningsrenoveringer, som de enkelte parter i byggeriets værdikæde kan henvise til, så der sikres et konsistent vurderingsgrundlag.

Vejledningen omhandler udelukkende LCA på renoveringsprojekter og tænkes ikke som en erstatning for eksisterende vejledninger eller standarder for LCA på bygninger, men som et supplement der specifikt adresserer en række udfordringer i forhold til konkret LCA vurdering på renoveringsprojekter.

Vejledningen har ikke som formål at fremvise "gode" eller "mindre gode" løsninger mht. LCA og renovering. Samtidig er det heller ikke formålet at fremvise parameterstudier over forskellige løsninger eller på anden måde anvise LCA-mæssigt

fordelagtige løsninger inden for området.

Vejledningens anbefalinger tager afsæt i erfaringer fra 5 LCA vurderinger af renoveringscases samt inputs fra to workshops afholdt med branchen og generel erfaring med udarbejdelse af LCA på bygningsniveau.

LCA vurderingerne udarbejdet som led i dette projekt er udført i Trafik- og Byggestyrelsens værktøj LCAbyg.

Læsevejledning

Erfaringerne fra beregningscases har vist, at det kan være nødvendigt at opstille retningslinjer alt efter formålet med beregningerne. Derfor angiver denne vejledning tre niveauer for opgørelse af LCA på renoveringsprojekter. De tre niveauer repræsenterer forskellige omfang (medtager forskellige faser af en bygnings livscyklus) og forskellige detaljeringsgrader for LCAen og bør derfor vælges ud fra en afklaring af formålet med LCAen. Under beskrivelsen af de enkelte niveauer er det angivet, hvilket niveau det anbefales at anvende til et givent formål med LCAen.

Selve vejledningen er opdelt i fire dele.

1. En kort introduktion til LCA.
2. "Overordnede retningslinjer", hvor der angives en række retningslinjer gældende uanset omfang og formål med den bygnings-LCA, man måtte ønske at udføre i forbindelse med et konkret renoveringsprojekt.
3. De tre "LCA-niveauer", hvor formål og omfang af de tre niveauer beskrives.
4. Eksempel på, hvorledes man som bygherre / bygherrerådgiver kan udforme en kravspecifikation omkring LCA på bygningsniveau ved renovering.

Vejledningen er udformet således, at man som bygherre direkte kan henvise til enten "niveau 1", "niveau 2" eller "niveau 3" og derved henvise til et sæt af retningslinjer, der i højere grad er målrettet den enkelte bygherres formål med LCAen.

INTRODUKTION TIL LCA

Trafik og Byggestyrelsen har i april, 2015 udgivet "Introduktion til LCA på bygninger". Den kan gratis downloades fra Trafik og Byggestyrelsens hjemmeside. Denne udgivelse giver en god og illustrativ indføring i LCAens faser, de enkelte miljøpåvirkningskategorier samt hvilke resultater, der kan uddrages af en LCA på bygningsniveau. Da der i denne branchevejlednings kommende afsnit vil blive brugt flere LCA-relaterede udtryk anbefales det at læse introduktionen fra Trafik og Byggestyrelsen, inden denne branchevejledning anvendes yderligere.

OVERORDNEDE RETNINGSLINJER

Dette afsnit indeholder generelle retningslinjer for LCA på renoveringsprojekter. Retningslinjerne er uafhængige af, hvilket "niveau" der henvises til. Afsnittet angiver retningslinjer for LCA værktøj og database, hvilke miljøpåvirkningskategorier resultaterne skal opgøres i, omfanget for inddatering af bygningsdele, areal angivelse samt hvilke levetider, der skal anvendes for bygning og materialer.

LCA-værktøj

Når der udarbejdes en LCA, skal det angives, hvilket værktøj / database der ønskes anvendt. Vejledningen anbefaler at følgende angives:

- Værktøj (herunder version)
- Database (herunder version)
- Evt. specifikation af kilde for miljøpåvirkning for driftsenergi

Miljøpåvirkningskategorier










En bygnings miljøpåvirkning kan opgøres i en række miljøpåvirkninger, som kaldes miljøpåvirkningskategorier. Som bygherre skal man tage stilling til, hvilke miljøpåvirkningskategorier man ønsker præsenteret.

Foretages LCAen som led i en certificering, vil der i baggrundsmaterialet for certificeringsordningen altid være angivet, hvilke miljøpåvirkningskategorier der ønskes medtaget.

Denne vejledning anbefaler at følgende miljøpåvirkningskategorier anvendes:

- Global opvarmning (GWP)
- Ozon nedbrydning (ODP)
- Fotokemisk ozon-dannelse (POCP)
- Forsuring (AP)
- Nærings saltbelastning (EP)
- Udtømmning af fossile ressourcer (ADPe)
- Udtømmning af fossile brændsler (ADPf)
- Primær energi (PEtot)
- Ikke-fornybar primærenergi (PEnr)

Disse kategorier er beskrevet i Figur 1

<ul style="list-style-type: none">• Kategori Global Opvarmning (GWP)• Enhed CO₂-ækvivalenter• Problem Når mængden af drivhusgasser i atmosfæren øges, opvarmes de jordnære luftlag med klimaændringer til følge.		<ul style="list-style-type: none">• Kategori Forsuring (AP)• Enhed SO₂-ækvivalenter• Problem Reagerer med vand og falder som "sur regn", der bl.a. medvirker til at nedbryde rodsystemer og udvaske planternes næringsstoffer.		<ul style="list-style-type: none">• 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.	
<ul style="list-style-type: none">• Kategori Ozonlag nedbrydning (ODP)• Enhed Ethen-ækvivalenter• Problem Nedbrydning af det stratosfæriske ozonlag som beskytter flora og fauna mod solens skadelige UV-A og UV-B-stråler.		<ul style="list-style-type: none">• Kategori Nærings saltbelastning (EP)• Enhed PO₄-ækvivalenter• Problem For høje tilførsler af næringsstoffer fremmer uønsket plantevækst i søer og økosystemer, f.eks. algevækst med fiskedød til følge.		<ul style="list-style-type: none">• Kategori Primærenergiforbrug (PEtot)• Enhed MJ eller kWh• Problem Et højt forbrug af ressourcer i primærenergi form fra fossile og fornybare kilder kan bidrage til udtømmning af naturlige ressourcer.	
<ul style="list-style-type: none">• 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.		<ul style="list-style-type: none">• 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.		<ul style="list-style-type: none">• 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.	

Figur 1 Miljøpåvirkningskategorier anvendt i LCAbyg

Resultater

Resultaterne skal angives, for hver miljøpåvirkningskategori der ønskes medtaget i beregningen. Vejledningen anbefaler, at der vælges én eller flere af følgende enheder for resultatopgørelse.

- [miljøpåvirkningskategori kg /m²SBA /år] evt. opdelt på materialer og drift
- [miljøpåvirkningskategori kg /år] evt. opdelt på materialer og drift
- Total påvirkning for den enkelte [miljøpåvirkningskategori kg] evt. opdelt på materialer og drift

Inddatering af bygningsdele

For at gøre indtastning af de enkelte bygningsdele i LCAen overskuelige, anbefales det, at det i videst muligt omfang sker iht. et bygningsdels-klassifikationssystem som SfB, Cunego eller andre. Dermed bliver det i højere grad gennemskueligt, hvilke dele af bygningen der indtastes under de enkelte hovedgrupper, og mulighed for evt. kvalitetssikring og ekstern gennemgang af LCAen forbedres. Denne vejledning anbefaler:

- Omfang svarende til SfB hovedgruppe 1-5 inddateret i LCAen (så fremt disse hovedgrupper er relevante i det specifikke projekt). Det vil sige: Bygningsbasis, primære bygningsdele, komplettering, overflader samt VVS-anlæg
- At materialer anvendt for altaner indgår.
- At materialer anvendt for terrasser og andre udendørs belægninger ikke indgår.

Vedr. inddatering af bygningsdele se i øvrigt under de enkelte LCA-niveauer.

Areal

I forbindelse med inddatering af areal er det vigtigt, at opmåling sker ud fra LCAens omfang. Der kan være forskel på arealet for drift, som anvendes som udgangspunktet for Be15 beregning af bygningens energibehov, og arealet for LCAen Beregning af areal i forbindelse med Be15 beregning fremgår af BR15 bilag 1.

Arealet for bygningens LCA.

LCAen skal som udgangspunkt omfatte hele bygninger. Men renoveringscases kan være meget forskellige, og derfor er der behov større fleksibilitet end ved nybyggeri. Det anbefales derfor, at bygherren nøje beskriver, hvad LCAen skal omfatte.

Denne branchevejledning anbefaler følgende tilgang til angivelse af arealet i LCAen:

- Bygningens opvarmede arealer (OA) iht. BR15 bilag 1 angives for bygningens drift.
- Bruttoarealet dvs. bygningens opvarmede og uopvarmede arealer (SBA) angives for bygningens LCA. Dvs. at f.eks. uopvarmede kælderarealer medtages med 100% af deres areal.
- Udearealer som altaner, terrasser, herunder også areal af tagterrasser indgår ikke.

På figur 2 ses eksempler på arealer anvendt ved LCA.



Figur 2 Eksempler hvor SBA er større end OA og SBA = OA (kilde: DGNB DK manual for boliger og etageejendomme)

Levetider på bygning og materialer

Bygningen

Den forventede resterende levetid for en renoveringscase kan være svær at angive, men denne vejledning anbefaler:

- En betragtningsperiode på 50 år for den renoverede bygning
- I bygningstyper der ofte ombygges / renoveres (eksempelvis hospitaler), kan bygherren evt. fravige dette, men skal da angive en alternativ betragtningsperiode.

Anbefalingen sker med følgende baggrund:

- LCA vil primært finde anvendelse ved større gennemgribende renoveringsprojekter. Disse optræder typisk med ca. 50 års mellemrum – særligt for boligbyggeri.
- En betragtningsperiode på 50 år giver rimelig sammenhæng mellem energifremskrivningsperioden frem til 2050 og den forventede levetid efter renovering
- De bibeholdte byggematerialer i byggeriet kan næppe forventes at have samme levetid som for nybyggeri, hvorfor eks. en 100 års betragtningsperiode ikke vurderes sandsynlig.

Materialer

I en LCA kan materialernes levetid have stor betydning for resultatet. For at sikre ensartede forudsætninger her anbefales følgende:

- Der anvendes "faktiske levetider" iht. SBI publikation 2013:30 Appendix G
- Forefindes der EPDer på de nye tilførte materialer, kan "Reference service life" (RSL) angivet i EPDen anvendes.

Driftsenergi-scenarier

Be15 beregningen anvendes som baggrundsdata for varme- og elbehov. Miljøpåvirkningen fra driftsenergien er imidlertid ikke statisk over betragtningsperioden, idet det danske energisystem gradvist omlægges til mere og mere vedvarende energi, og i 2050 udelukkende forventes at bestå af vedvarende energi. Program-

mer som LCAByg giver mulighed for enten at indregne driftsenergiens miljøpåvirkninger ud fra en statisk 2015-model eller ud fra en dynamisk 2015-2050 model. I 2015 modellen indregnes driftsenergien med samme miljøpåvirkning (2015 niveau) for alle år i betragtningsperioden.

I 2015-2050 modellen indregnes de gradvist reducerede miljøpåvirkninger grundet den stigende andel af vedvarende energi. Ved betragtningsperioder ud over 2050 regnes med påvirkningen i år 2050. I LCA ved renovering anbefaler vejledningen følgende:

- At driftsscenariet tager udgangspunkt i en dynamisk 2015-2050 model.
- I tilfælde, hvor LCAen udarbejdes i forbindelse med bygningscertificering, vælges den model som certificeringsordningen foreskriver.

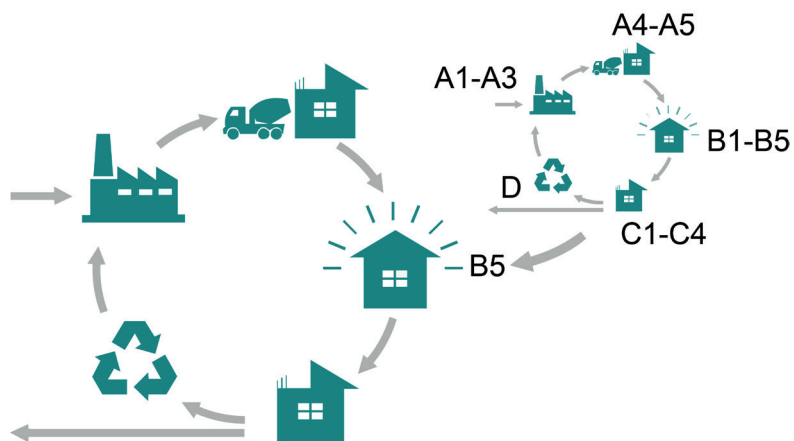
Faser i LCAen

Bygningens miljøpåvirkninger er opdelt i en række faser, der hver repræsenterer en del af den samlede livscyklus. Faserne er overordnet beskrevet i den tidligere nævnte "Introduktion til LCA" udgivet af Trafik- og Byggestyrelsen.

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	Energi/forbrug til drift	Vandforbrug til drift	Neftning/ædring	Transport	Afaldsbehandling	Bortskaffelse	Potentiale for genanvendelse, genvinding og genbrug
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

Figur 3 Faser i bygningens livscyklus

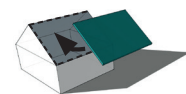
Med til forståelsen af begreberne og beregningerne i en LCA hører også, at selvom genopretningsindgrebet (f.eks. en renovering) foretages i bygningens brugsfase, så medfører materialeforbruget forårsaget af renoveringen, at yderligere livscyklusser inkluderes i beregningerne. For samtlige materialer installeret i en renovering (B5) vil der knytte sig både en produktfase (A1-A4), en brugsfase (B1-B5 med tilhørende genopretning, f.eks. udskiftning) samt en bortskaffelsesfase (C1-C4) og en eventuel indtræden i et nyt produktsystem (D).



Figur 4. En række af procesmodulerne i bygningens brugsfase, f.eks. B5, involverer yderligere livscyklusser for de materialer der introduceres og forbruges

Af CEN/TC 350-standarderne fremgår det, at B5 kun inkluderes som et procesmodul for sig i et nybyggeris samlede LCA, såfremt renoveringsindgrebet er planlagt allerede ved bygningens opførelse. Til beregningerne i denne vejledning omhandler beregningerne allerede eksisterende bygninger, hvorfra der ikke foreligger nogen tidligere LCA'er af de eksisterende konstruktioner. Det betyder, at renoveringsindgrebet bliver beregnet og rapporteret som produktion af nye materialer (A1-A3), udskiftninger i den efterfølgende brugsfase (B4) samt processerne ved endt levetid (C3-C4). [Kilde: SBI, 2015:29]

I de følgende afsnit er det beskrevet nærmere, hvilke faser de forskellige stadier i en renovering knytter sig til. Beskrivelsen er opdelt i "nye tilførte byggematerialer og drift", "nedrevne byggematerialer" og "bibeholdte byggematerialer". En mere detaljeret beskrivelse af faserne findes i i standarden EN15804 – "Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg – Grundlæggende regler for produktkategorien byggevarer".



Nye tilførte byggematerialer og drift

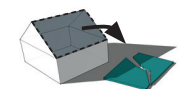
For de nye tilførte byggematerialer er følgende faser repræsenteret:

A1-A3: Miljøpåvirkning i forbindelse med byggevarens fremstilling. Dvs. miljøpåvirkninger forbundet med udvinding og forarbejdning af råmaterialer herunder transport.

B4: Miljøpåvirkning i forbindelse med udskiftning af byggematerialer i betragtningsperioden. Fasen finder anvendelse, såfremt byggematerialets levetid er kortere end betragtningsperioden for bygningen. Fasen indeholder påvirkninger for produktion og bortskaffelse af de materialer, der tilføres, mens bygningen er inden for betragtningsperioden

C3: Miljøpåvirkning i forbindelse med affaldsbehandling / forarbejdning af byggematerialer, der genbruges, genoprettes eller genanvendes efter endt levetid. Heri indgår også miljøpåvirkning ved forbrænding med en effektivitet på mere end 60%

C4: Miljøpåvirkning i forbindelse med deponi og forbrænding efter endt levetid. For forbrænding indgår miljøpåvirkning, hvis forbrændingseffektiviteten er mindre end 60%.



Nedrevne byggematerialer

For de nedrevne byggematerialer er følgende faser repræsenteret

C3: Miljøpåvirkning i forbindelse med affaldsbehandling / forarbejdning af nedrevne byggematerialer, der genbruges, genoprettes eller genanvendes efter endt levetid. Heri indgår også miljøpåvirkning ved forbrænding med en effektivitet på mere end 60%

C4: Miljøpåvirkning i forbindelse med deponi og forbrænding af nedrevne materialer. For forbrænding indgår miljøpåvirkning, hvis forbrændingseffektiviteten er mindre end 60%.



Bibeholdte byggematerialer

Miljøpåvirkningen, der kan beregnes for de bibeholdte materialer (for fasen A1-A3 og C3+C4) vil i princippet svare til den miljøpåvirkning, man sparer på materiale-siden ved at renovere frem for at rive ned og bygge tilsvarende nyt.

A1-A3: Miljøpåvirkninger i forbindelse med den udvinding og forarbejdning af råmaterialer herunder transport, såfremt materialet skulle tilføres byggeriet.

B4: Miljøpåvirkninger i forbindelse med udskiftning af byggematerialer i betragtningsperioden. Denne fase vil sjældent være relevant, idet bibeholdte materialer ved renovering ofte ikke vil blive udskiftet i hele betragtningsperioden.

C3: Miljøpåvirkning i forbindelse med affaldsbehandling / forarbejdning af byggematerialer, der genbruges, genoprettes eller genanvendes efter endt levetid. Det vil sige den miljøpåvirkning, der ville have været, såfremt de bibeholdte materialer bortskaffes. Heri indgår også miljøpåvirkning ved forbrænding med en effektivitet på mere end 60%

C4: Miljøpåvirkning, der ville forekomme i forbindelse med deponi og forbrænding, såfremt de bibeholdte materialer bortskaffes. For forbrænding indgår miljøpåvirkning, hvis forbrændingseffektiviteten er mindre end 60%.

VEJLEDNING – NIVEAU 1,2 OG 3

I de følgende 3 afsnit er angivet specifik vejledning, såfremt der henvises til niveau 1,2 eller 3. De tre niveauer afspejler de forskellige formål, der kan være med at udarbejde en LCA på bygningsniveau og giver konkrete anbefalinger til, hvilket omfang en LCA bør have på de tre niveauer.

Vejledning – niveau 1

LCA med stort omfang.

Relevant i følgende tilfælde:

A: Ved sammenligning af renovering inkl. nedrevne og bibeholdte materialer med nybyggeri.

B: Ved undersøgelse af, hvor stor en miljømæssig besparelse der er opnået i en renovering ved at bibeholde visse bygningsdele

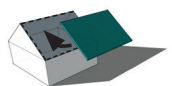
Uanset om "A" eller "B" er formålet, kræver niveau 1 en omfattende dataindsamling fx mængdeopgørelse af både bibeholde, nye og bortskaffede / nedrevne materialer. Det er samtidig en forudsætning, at der foreligger tegningsmateriale for de eksisterende bygningsdele. Det kan være udfordrende og dermed omkostningstungt at fremskaffe disse oplysninger.

Afhængig af LCAens formål kræver niveau 1 kendskab til bygningens beregnede energibehov (BE15 beregning) for det / de relevante scenarier (den eksisterende bygning, den renoverede bygning og / eller nybyggeriet) afhængig af LCAens formål.

Grundet niveau 1's omfattende karakter, bør denne kun anvendes ved gennemgribende renovering er større bebyggelser, hvor den store detaljeringsgrad kan tilføre værdi i form af miljømæssige afklaringer, der afdækker alle materialer i forbindelse med renoveringen og dermed modsvarer det øgede miljømæssige potentiale, der vil være i større renoveringsprojekter.

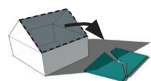
Omfang og faser

Omfang



Nye byggematerialer:

- Svarende til SfB hovedgruppe 1-5, dog uden søm, skruer og beslag
- Belægninger i terræn medtages ikke



Nedrevne byggematerialer:

- Svarende til SfB hovedgruppe 1-5, dog uden søm, skruer og beslag
- Belægninger i terræn medtages ikke



Bibeholdte byggematerialer:

- SfB hovedgruppe 1-4 dog uden søm, skruer og beslag
- Belægninger i terræn medtages ikke

Faser

Hvilke faser, der bør indgå, afhænger af LCAens formål:

A: Ved sammenligning af renovering inkl. nedrevne og bibeholdte materialer med nybyggeri.

Niveau 1 - A		Nye tilførte byggematerialer og drift													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		
	X					X		X				X	X		

Niveau 1 - A		Nedrevne materialer													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		
												X	X		

Niveau 1 - B		Bibeholdte materialer													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		
	X														

Herudover skal der udarbejdes LCA for det tilsvarende nybyggeri, som ovenstående sammenlignes med.

B: Ved undersøgelse af, hvor stor en miljømæssig besparelse der kan opnåes i en renovering ved at bibeholde visse bygningsdele

Niveau 1 - B		Nye tilførte byggematerialer og drift													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		
	X						X		X			X	X		

Niveau 1 - B		Nedrevne materialer													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		
												X	X		

Niveau 1 - B		Bibeholdte materialer													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4		
	X														

Besparselsen svarer til påvirkning fra de bibeholdte materialer for fase A1-A3.

Vejledning – niveau 2

LCA med middel omfang.

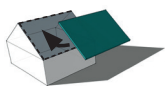
Relevant i tilfælde, hvor formålet er at anvende LCAen i forbindelse med bygningscertificering eller tilsvarende dokumentation af renoveringens miljøpåvirkninger.

Niveau 2 kan også anvendes som grundlag for beregning af renoveringens miljømæssige tilbagebetalingstid under forudsætning af, at der foretages Be15 beregning på både den ikke-renoverede og den renoverede bygning.

Niveau 2 kræver stadig en betydelig indsats, men kortlægningen af mængder og materialer er begrænset til de nye tilførte materialer og de nedrevne materialer. De nedrevne materialers miljøbelastning antager typisk ikke over 20% af den samlede miljøbelastning i LCAen, hvorfor disse anbefales opgjort på et overslagsmæssigt niveau, der kun andrager hovedkonstruktionerne – ydervæg, tag, terrændæk, fundament og vinduer. Udføres niveau 2 som en del af en certificering vil den enkelte certificeringsordning have retningslinjer for detaljeringen af mængdeopgørelserne.

Omfang og faser

Omfang:



Nye byggematerialer:

- Svarende til SfB hovedgruppe 1-5, dog uden søm, skruer og beslag
- Belægninger i terræn medtages ikke



Nedrevne byggematerialer (på overslagsmæssigt niveau)

- Svarende til SfB hovedgruppe 1-5, dog uden søm, skruer og beslag
- Belægninger i terræn medtages ikke

Faser:

Niveau 2	Nye tilførte byggematerialer og drift													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	
	X					X		X				X	X	

For de nævnte bygningsdele medtages følgende faser:

Niveau 2	Nedrevne materialer													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	
												X	X	

Vejledning – niveau 3

LCA med lille omfang.

Relevant i følgende tilfælde::

A: Ved vurdering (for-analyser) på bygningsniveau i designfasen

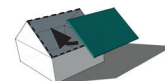
B: Ved vurdering (for-analyser) af forskellige bygningsdele

Niveau 3 medtager udelukkende miljøpåvirkningen fra nye tilførte materialer samt bygningens drift (ved LCA på bygningsniveau). Regnes der kun på bygningsdelsniveau, medtages udelukkende materialernes miljøpåvirkning. Dermed vil arbejdsbyrden særligt i forhold til omfanget af mængdeopgørelser være reduceret væsentligt. Niveau 3 kan udføres med overslagsmæssige mængder i tidlige faser, men kan også anvendes som dokumentation for valg af løsninger i forbindelse med projektering.

Med niveau 3 er det ikke muligt at vurdere den samlede miljømæssige rentabilitet på bygningsniveau og ej heller miljøpåvirkningen fra de bortskaffede / nedrevne materialer.

Omfang og faser

Omfang:



Nye byggematerialer:

- Svarende til SfB hovedgruppe 1-4, dog uden søm, skruer og beslag
- Belægninger i terræn medtages ikke

Faser:

Hvilke fase der bør indgå afhænger af LCAens formål.

A: At foretage vurdering (for-analyser) på bygningsniveau i designfasen

Niveau 3 - A	Nye tilførte byggematerialer og drift													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	
	X					X		X				X	X	

B: At foretage vurderinger (for-analyser) af forskellige bygningsdele

Niveau 3 - B	Nye tilførte byggematerialer													
Fase	A1-A3	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	
	X					X						X	X	

Forslag til kravspecifikation til LCA i udbudstekst

Herunder følger et eksempel på en kravspecifikation til en LCA i en renoveringsprojekt. Eksemplet er bygget op kronologisk i forhold til branchevejledningen og indeholder således en beskrivelse vedr. hvert forhold, som man som bygherre / bygherrerådgiver skal tage stilling til, såfremt man ønsker at anvende LCA i renoveringsprojektet.

EKSEMPEL

"For nærværende renoveringsprojekt ønskes foretaget LCA iht. branchevejledningens niveau 3A. Derudover skal LCAen udføres efter følgende retningslinjer:

Værktøj / database

LCAer udføres med LCAbyg eller tilsvarende værktøj med ökobau.dat database version 2013 eller nyere. Anvendes EPDer skal disse foreligge. Der skal anvendes data for energiforsyningens miljøpåvirkning svarende til data i LCAbyg.

Miljøpåvirkningskategorier

Følgende udvalgte miljøpåvirkningskategorier ønskes medtaget i LCAens resultat. (Her angiver bygherre de miljøpåvirkninger man ønsker resultater for) f.eks.:

- Global opvarmning (GWP)
- Ozon nedbrydning (ODP)
- Photokemisk ozon-dannelse (POCP)
- Forsuring (AP)
- Næringssaltbelastning (EP)

Areal

For areal anvendes det samlede bruttoareal svarende til xx m²

Levetider bygning

Levetiden for bygningen (betragtningperiode) sættes til 50 år.

Levetider byggematerialer

Vedrørende levetiden for byggematerialer henvises til SBI publikation 2013:30 appendix G eller alternativt RSL-levetider fra EPDer for nye tilførte byggematerialer

Driftsenergiscenarier

LCAen skal udføres med 2015-2050 scenarie for driftsenergi

Resultater

Følgende resultater ønskes vist for alle ovenfornævnte miljøpåvirkningskategorier
Samlet miljøpåvirkning indeholdende både drift og materialer opgjort i [kategori]/m²SBA/år.

Opdelt resultat for miljøpåvirkning for hhv. drift og materialer opgjort i [kategori]/m²SBA/år

CASES

I udarbejdelse af denne vejledning har 4 LCAer været inddraget som cases. Disse cases har bidraget som:

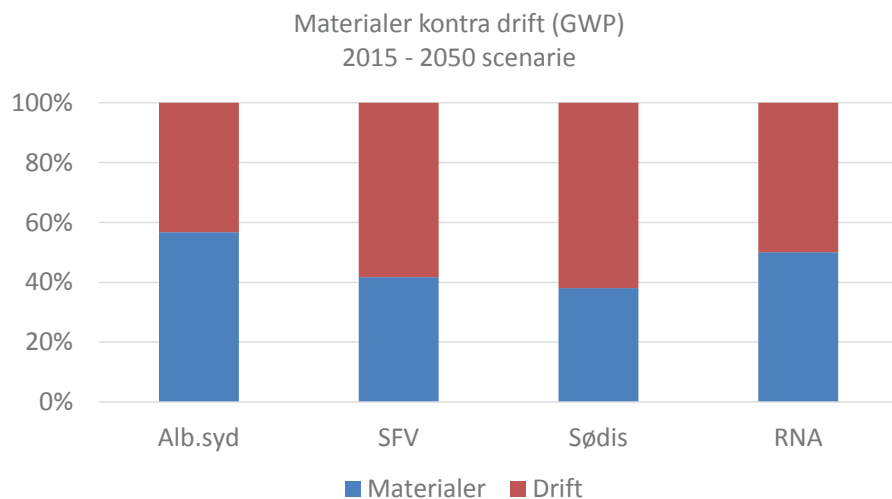
- Erfaringsgrundlag angående de problemstillinger der var behov for at branchevejledningen skulle belyse
- Analysegrundlag til bestemmelse af enkelte fasers betydning i en renoverings-LCA, herunder forholdet mellem materialers og driftens betydning for miljøpåvirkningerne.
- Praktiske eksempler i forhold til vurdering af omfang og gennemførelse af forskellige niveauer af LCAer

En gennemgang af projekterne og LCA resultaterne for de enkelte projekter er givet i Appendiks A.

Resume fra cases

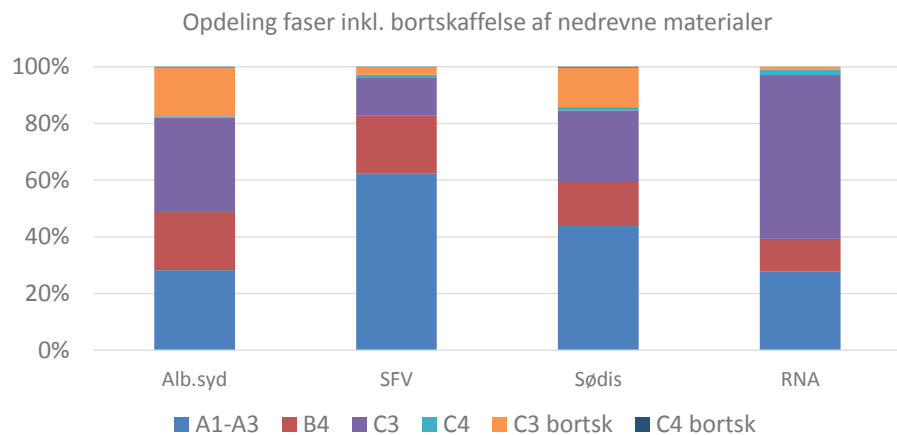
LCA på case-projekterne har været udført af branchevejledningens projektgruppe og af rådgiverne bag projekterne. Gennem udveksling af erfaringer mellem LCA-beregnerne er det blevet klart, hvilke problemstillinger der bør behandles i denne branchevejledningen.

Case-projekterne har desuden bidraget til en forståelse af, hvordan miljøpåvirkningerne fra en renovering fordeler sig – både i forhold til de enkelte faser i bygningens livscyklus og i forhold til materiale-flows med nye tilførte materialer, nedrevne / bortskaffede materialer og bibeholdte materialer. Det har vist sig, at miljøpåvirkningen fra de nye tilførte materialer over en 50-årig periode og med et 2015-2050 energiscenarie kan andrage mere en 50% af den samlede miljøpåvirkning fra renoveringen.



Figur 5 Potentiale for global opvarmning (GWP) fra drift og materialer på case-projekterne ud fra et 2015-2050 energiscenarie

Analysen af resultaterne på tværs af case-projekterne sammenholdt med de praktiske erfaringer fra tilblivelsen af LCAerne har desuden givet et billede af, hvilke faser og flows der har stor betydning og mindre betydning for LCA-resultaterne. Dermed har cases bidraget med værdifuld viden om, hvilke faser og materiale-flows der bør indgå, og hvilke der kan udelades, når der foretages en LCA i et renoveringsprojekt.



Figur 6 Procentuel fordeling af miljøpåvirkning fra global opvarmning (GWP) for de

enkelte cases fordel på faser og materiale-flows

Case-projekterne og erfaringsudvekslingen har også vist, at der kan være stor forskel på både renoveringernes omfang (og dermed tidsforbruget til LCAen) og formålet med udarbejdelsen af LCAen. Niveaudelingen i de tre niveauer er et udslag af denne forskellighed og et forsøg på at imødekomme denne forskellighed og styrke branchevejledningen relevans på tværs af renoveringsprojekternes størrelse og formål.

AFRUNDING

Arbejdet med denne branchevejledning har givet anledning til forslag til emner inden for området, der kunne belyses yderligere.

Når der arbejdes med scenarier for bortskaffelse og deponi af nedrevne byggematerialer (fase C3 og C4) kan det være vanskeligt at sammenkæde den faktiske bortskaffelsesproces med tilsvarende miljøpåvirknings-scenarier fra tilgængelige værktøjs-databaser. De bortskaffelses-scenarier, der findes i f.eks. ökobau.dat databasen, er som oftest udført med tyske baggrundsdata. Der er derfor behov for udvikling af flere affalds/bortskaffelses scenarier baseret på danske forhold, herunder også evt. scenarier indeholdende PCB eller andre farlige stoffer i de bortskaffede materialer.

Derudover kan det være interessant at vurdere potentialet for genanvendelse i de nedrevne byggematerialer (fase D). Her mangler der ligeledes data tilpasset danske forhold.

Projektgruppen har slutteligt løbende talt om muligheden for at udarbejde en vejledning for LCA ved nybyggeri. Nybyggeriet er sammenlignet med renovering betydeligt bedre beskrevet i forskellige europæiske standarder, men erfaringer har vist, at der stadig kan være stor forskel på detaljeringsgrad og forudsætninger i LCAer på nybyggeri. Med en sådan vejledning vil LCA som en del af udbudsmateriale og bygningsdesign blive mere tilgængeligt for både bygherre og rådgivere.

KREDITERING

Gennemførelsen af projektet er støttet af InnoBYG spireprojekt-ordningen, Grundejernes Investeringsfond samt Trafik og Byggestyrelsen.

Som et led i gennemførelsen af projektet er der blevet afholdt fire workshops. Ved disse workshops har mere end 40 forskellige virksomheder bidraget med kommentarer til projektet. Desuden har følgende virksomheder bidraget med præsentationer:

JJW arkitekter v/ Mathilde Landgren

Rambøll A/S v/ Gitte Hammershøj Olesen

Moe A/S v/Steffen Maagaard

Statens Byggeforskningsinstitut v/Sussie Stenholt Madsen og

Freja Nygaard Rasmussen

Teknologisk Institut v/ Amdi Worm og Mathias Høeg

FORMIDLINGSOVERSIGT

Projektet er formidlet via 4 workshops med ca. 100 deltagere. Del-resultater fra projektet har desuden været gengivet i forbindelse med afholdelse af firma-oplæg for MOE A/S samt Saint-Gobain Denmark samt i forbindelse med undervisning på Byggecentrum kurset "Bæredygtighed i Byggeriet" workshop 2 om LCA i byggeriet.

Projektet er også formidlet på Byggeri16 messen gennem Grundejernes Investeringsfond, og der har været udarbejdet opslag om projektet via sociale medier som LinkedIn og Twitter og via InnoBYGs hjemmeside med tilhørende projektblog.

Endelig har denne vejledning været til kommentering hos de personer, der har deltaget på workshops.