

# Temadark #5

## Klimagevinst ved genbrug og genanvendelse

Der er i samfundet stort fokus på at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen og dermed klimabelastningen af byggeriet. En samfundsmæssig fordel i den cirkulære økonomi er, at man ved genbrug og genanvendelse kan reducere CO<sub>2</sub>-udslip. Problemstillingen er dog kompleks, og det kan i nogle tilfælde variere fra byggesag til byggesag, hvor meget CO<sub>2</sub>, der kan spares.

Hvilke klimagevinster er der at hente ved genbrug og genanvendelse?

Hvordan måler vi klimagevinsterne korrekt?

# Klimagevinst ved genbrug og genanvendelse

## De store tal

Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren har peget på, at der er et stort potentiale i at ændre vaner og planer for at genbruge og genanvende mere på byggepladser. Initiativets estimerede effekt er 200-600.000 tons CO<sub>2</sub>/år [1], svarende til 0,5-1,4 % af de danske drivhusgasudledninger inden for Danmarks grænser.

Samtidig har et EU-studie estimeret potentialet fra to scenarier for forbedret cirkularitet i byggesektoren. Ved at nedskalere de samlede tal for de 27 EU lande fra rapporten [2] er det muligt at komme med et estimat for Danmark: i det første scenarie, hvor deponering og forbrænding reduceres til et minimum, og de bedste tilgængelige genanvendelsesteknologier implementeres, mens genbrug holdes på samme niveau som i dag, estimeres en klimabesparelse for Danmark på knap 520.000 tons CO<sub>2</sub>/år. I det andet scenarie, hvor de samme forhold som i scenarie 1 gælder, dog med en prioritering af forberedelse til genbrug over genanvendelse, estimeres en klimabesparelse for Danmark på knap 755.000 tons CO<sub>2</sub>/år. Disse klimabesparelser svarer til hhv. 1,2 og 1,7 % af de danske drivhusgasudledninger inden for Danmarks grænser.

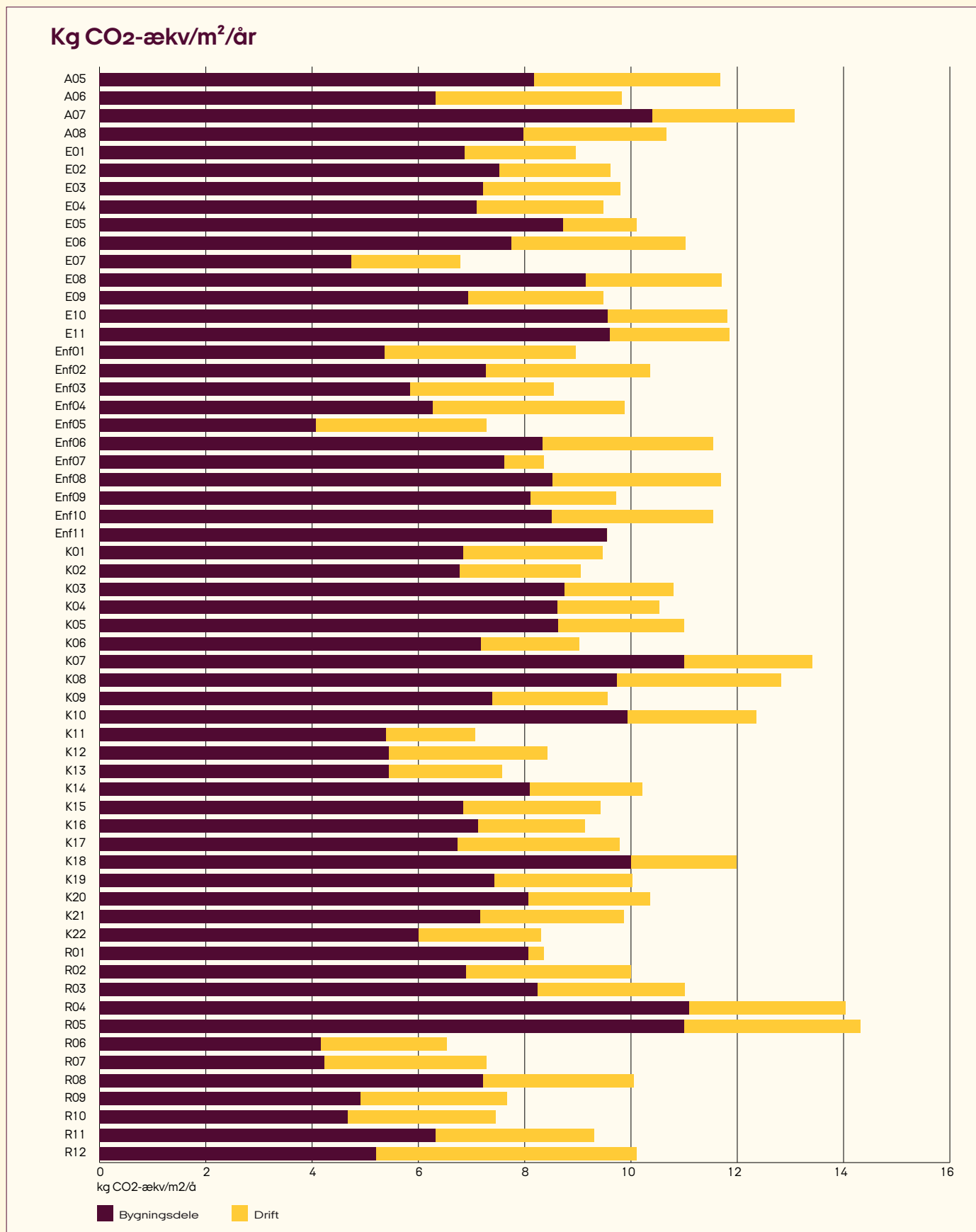
En tredje undersøgelse [3] har regnet et potentiale på 80-91.000 tons CO<sub>2</sub>/år for øget genbrug eller genanvendelse af fire udvalgte fraktioner (tagsten, stenuld, betonkonstruktioner samt interimstræ).

Circularity Gap-rapporten peger på, at cirkulære strategier inden for byggesektoren kan reducere Danmarks CO<sub>2</sub>-aftryk med 12%. Det kan for eksempel ske ved i langt højere grad at imødekomme efterspørgslen efter nybyggeri med genbrugte og genanvendte materialer og samtidig begrænse brugen af jomfruelige materialer. Derudover kan Danmark gå over til at bruge mere lokale og biobaserede materialer som træ og øge boligbebyggelsen, antal personer per bolig og multifunktionelle bygninger. Læs Circularity Gap rapporten for Danmark her.

## Klimaaftryk fra bygningens materialer

Byggeriet og byggematerialer har et væsentligt klimaaftryk. Det har historisk set været stort fokus på at minimere driftsenergi, men i takt med, at bygninger bliver mere energieffektive, bliver bidraget fra bygningens materialer mere og mere væsentlig. Set over en bygnings samlede levetid er byggematerialernes indlejrede klimaaftryk for nye (og dermed mere effektive) bygninger større end bidragene fra bygningens driftsenergiforbrug [4] og [5].

En undersøgelse af 60 case-bygninger med en 50-års betragtningsperiode viste, at der er stor variation i bygningernes samlede klimapåvirkninger, og påvirkningerne fra bygningernes materialer typisk er 2-4 gange højere end påvirkningerne fra driftsenergiforbruget [5] samt [6].



Figur 1 Klimapåvirkninger fra 60 cases-bygninger set over en 50-års betragtningsperiode fordelt på materialer og drift. Data kommer fra BUILD, 2021, og referer til scenarie 2 [5].

## FOKUS PÅ

### Klimakrav

I den nationale strategi for bæredygtigt byggeri fra 2021 lagde regeringen op til flere initiativer, som skal bidrage til en mere bæredygtig udvikling af byggeriet i Danmark. Som en del af initiativerne blev der i 2023 indfaset LCA-baserede klimakrav i bygningsreglementet for at reducere bygningers klimaaftryk.

Klimakravene gælder for nybyggeri over 1.000 m<sup>2</sup>, som fra 1. januar 2023 skal overholde en grænseværdi på 12 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år. Derudover skal alt nybyggeri under 1.000 m<sup>2</sup> dokumentere CO<sub>2</sub>-påvirkningen via LCA. Grænseværdier skærpes fra

2025. Samtidigt introduceres en frivillig "lav emissionsklasse" med grænse på 8 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år, som skærpes i 2025, 2027 og 2029.

En aftale om opdatering af klimakravene [7], som er offentliggjort i maj 2024, indeholder en betydelig stramning af kravene. Bl.a. skal flere byggerier end i dag omfattes af klimakravene (herunder byggeri under 1.000 m<sup>2</sup>), der introduceres differentierede (og skærpede) grænseværdier for forskellige bygningstyper, og byggeprocessen [faser A4 og A5] tages også med i beregningerne.

## Nøgletal for klimagevinst ved genbrug og genanvendelse af affald

Der er tit klimagevinster ved genbrug og genanvendelse af byggeaffald, men disse afhænger af en lang række faktorer, der vil variere fra projekt til projekt. Og i nogle tilfælde kan der være tale om en klimabelastning. Dette er fordi de processer, der er forbundet med genbrug og genanvendelse af byggeaffald (f.eks. energiforbrug til rensning og oparbejdning mm.), kan i nogle tilfælde have en større klimabelastning end den konventionelle håndtering af byggeaffaldet.

Den bedste måde at undersøge, hvor meget CO<sub>2</sub>, der kan spares ved genbrug og genanvendelse, er ved at lave en livscyklusvurdering (LCA) af sit projekt. En livscyklusvurdering er en metode til at vurdere potentielle miljøpåvirkninger af materialer/affaldsmaterialer, bygningsdele og bygninger i hele deres livscyklus.

Det er dog ofte ikke muligt af hensyn til tid og økonomi at lave en livscyklusvurdering i hvert enkelt projekt.

Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet (VCØB) har derfor lavet en guide med nøgletal for klimagevinsten eller klimabelastningen ved forskellig behandling af fem forskellige affaldsfraktioner. Der er tale om en klimagevinst, når tallene er negative og en klimabelastning, når tallene er positive. Udgangspunktet for tallene i Tabel 1 er behandling af affald og ikke fremstilling af byggematerialer (f.eks. behandling af 1 ton træaffald, som bruges til spånpladeproduktion, og ikke produktion af 1 ton spånplade lavet med genbrugstræ).

	Genbrug		Genanvendelse		Nyttiggørelse		Enhed
Beton	-77		-39,4	4,1	2,2	8,7	kg CO <sub>2</sub> -ækv./t betonaffald
Træ	-606	-547	-205		-458	90	kg CO <sub>2</sub> -ækv./t træaffald
Mursten	-104	-53			4,5		kg CO <sub>2</sub> -ækv./t mursten
Gips			-86,0	-59,0	-35,0	6,0	kg CO <sub>2</sub> -ækv./t gips
Stenuld			-5,4				kg CO <sub>2</sub> -ækv./t stenuld

**Tabel 1** Nøgletal for klimagevinst eller klimabelastning ved forskellig affaldsbehandling. Der er tale om en klimagevinst, når tallene er negative, og en klimabelastning, når tallene er positive. Intervallerne for nøgletallene dækker over, at der kan være forskel på klimagevinst og klimabelastning afhængigt af, hvilket materiale den pågældende affaldsfraktioner erstatter og/eller hvilken behandlingsmetode, der anvendes. Tabellen er adapteret efter VCØB-guiden [8].

## FOKUS PÅ

### Betonaffald

Den mest optimale behandlingsmetode for betonaffald har længe været et diskussionsemne. Omdrejningspunktet har tit været, hvorvidt der reelt er klimagevinster at hente ved at fremme genanvendelse af knust beton som tilslag i ny beton ift. anden materialenyttiggørelse (når knust beton anvendes som ubundne bærelag under veje), som foreslået af bl.a. EU's affalds-hierarkiet. Forskellige LCA'er er kommet frem til forskellige konklusioner, og derfor er der i 2023 lavet en kritisk analyse og perspektivering af den eksisterende viden omkring klimapotentiale fra genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse af beton i et LCA-perspektiv [9].

Vedr. genbrug af beton peger al eksisterende viden på, at der er betydelige klimagevinster ved at fremme direkte genbrug af betonelementer. Resultaterne for genanvendelse af betonaffald som tilslag i ny beton er til gengæld mere nuancerede: genanvendelse kan føre til enten større klimabelastninger eller mindre besparelser sammenlignet med konventionel beton. Afgørende parametre er betonrecepten (især cementforbruget), det substituerede materiale (grusgravmateriale eller granit) og transportafstande.

Genanvendelse bør derfor prioriteres over nyttiggørelse i følgende tilfælde:

- Betonaffald af høj kvalitet, korrekt sorteret, og hvor der er mulighed for anvendelse i produktion af høj kvalitet beton eller som kræver tilslag af højere kvalitet end grusgravmaterialer.
- Lokale genanvendelsesmuligheder med begrænset transportafstand, fx ved mobile knuseanlæg.
- Anvendelse i betonrecepter uden at øge cementindholdet.

En case-specifik analyse anbefales for at vurdere, om genanvendelse medfører en reel klimabesparelse eller en belastning.

Når fokus er på høj kvalitetsgenanvendelse, hvor den knuste beton genanvendes som tilslagsmateriale samt de ultrafine partikler, genanvendes som erstatning for cement, kan billedet ser anderledes ud. En nylig EU-rapport har vist, at høj kvalitetsgenanvendelse performer markant bedre end lav kvalitetsgenanvendelse/nyttiggørelse som vejfyld, med betydelig CO<sub>2</sub>-besparelser i stedet for en mindre CO<sub>2</sub>-belastning [10].

## VÆR OPMÆRKSOM PÅ

### Kompleksitet i livscyklusvurderinger

LCA-beregninger kan gennemføres i henhold til forskellige tilgange og ved brug af forskellige beregningsmetoder, som skal være afstemt med det spørgsmål, som beregningen skal give svar på. Anvendelsen af cirkulære materialer i produktionen af et bestemt produkt kan medføre komplekse kaskadeeffekter i form af ændringer i efterspørgslen

efter jomfruelige råvarer, andre sekundære materialer, energiforbrug og affaldsstrømme i andre sektorer. Her kan konsekvens-LCA være et vigtigt værktøj ift. at vurdere de reelle effekter af at bruge en bestemt sekundær materialestrøm til et bestemt formål, ved at tage højde for alle evt. kaskadeeffekter og markeds-konsekvenser.

## Potentielle klimagevinster ved cirkulære byggevarer

Der er klimagevinster for at bygge med genbrugte og genanvendte byggematerialer, men effekten varierer alt efter hvilket materiale og hvilken cirkulær løsning, der er tale om. I nogle tilfælde kan der endda være tale om en klimabelastning i stedet for en klimagevinst. Dette er fordi de processer, der er forbundet med bearbejdning af genanvendelige/genbrugelige materialer (f.eks. energiforbrug til rensning og oparbejdning, evt. indhold af jomfrueligt materiale mm.) kan i nogle tilfælde have en større klimabelastning end fremstilling af byggevarer fra jomfruelige materialer.

I 2019 blev der lavet en undersøgelse om livscyklusvurdering af cirkulære løsninger (f.eks. genbrugte byggevarer eller byggematerialer med genanvendt indhold) med fokus på klimapåvirkning. Nedenfor ses en oversigt over de udregnede klimabesparelser ved brug af cirkulære byggematerialer frem for konventionelle byggematerialer. Udgangspunktet for tallene i Tabel 2 er fremstilling af byggematerialer og ikke behandling af affald (f.eks. produktion af 1 m<sup>3</sup> spånplade lavet med genbrugstræ, og ikke behandling af 1 ton træaffald, som bruges til spånpladeproduktion).

Cirkulært scenarie	Referencescenarie	Klimabesparelse
<b>Mursten</b> Genbrugsmursten Genbrugsmurstonelement	Konventionelt murværk Konventionelt murværk	77% 61%
<b>Beton</b> Genbrugsbeton Genbrugte betonelementer el. søjler/bjælker af beton	Konventionel beton Konventionel beton	0,3% 96%
<b>Stål</b> Genbrugte stålprofiler	Konventionelle stålprofiler	78%
<b>Træ</b> Genbrugte bærende træbjælker og -stolper Genbrugte gulvbrædder Spånplade med genbrugstræ	Konventionelt træ Konventionelt trægulv Konventionel spånplade	77% 78% 9,4%
<b>Gips</b> Gipsplader	Konventionel gips	10%
<b>Tagsten</b> Genbrugstagsten	Konventionelle tagsten	98%
<b>Aluminiumsplader</b> Genbrugte aluminiumsplader som tag- eller facadebeklædning	Konventionelle aluminiumsplader	81%
<b>Vinduer</b> Kassevinduer af genbrugte termoruder	Konventionelt vindue	95%
<b>Facadebeklædning</b> Facadebeklædning af glaskeramik Facadebeklædning af genbrugte ventilationsrør	Konventionel glasfacade Konventionel galvaniseret stålfacade	-46% 56%
<b>Døre</b> Genbrugte indvendige døre	Konventionelle indvendige døre	80%
<b>Tagpap</b> Tagpap med 10% genanvendt tagpap	Konventionelt tagpap	69%

**Tabel 2** Besparelser i klimapåvirkningen ved at bruge en cirkulær løsning frem for en konventionel løsning. Det understreges i undersøgelsen, at der er tale om simplificerede screeninger og ikke indgående analyser af de udvalgte cirkulære løsninger, hvor alle relevante parametre er taget i betragtning. Der er stor usikkerhed om de data, der ligger til grund for beregningerne. Data i tabellen kommer fra BUILD, 2019 [11].

## VÆR OPMÆRKSOM PÅ

### Klimadata for genbrugte byggevarer ifm. klimakrav

Fra 1. januar 2024 tæller genbrugte byggematerialer som nul igennem hele bygningens livscyklus i beregningen af bygningers klimapåvirkning. Dette er en ændring fra tidligere, hvor genbrugte materialer blev behandlet på lige fod med nye materialer.

De nye beregningsprincipper blev introduceret for at understøtte udviklingen af et marked for genbrug, og de skal revurderes i 2025 for at evaluere, om tilgangen til at fremme genbrug i nybyggeri fortsat er hensigtsmæssig. Social- og Boligstyrelsen vil samtidigt arbejde på at opbygge viden og data om genbrugte byggematerialer.

## VÆR OPMÆRKSOM PÅ

### Det drejer sig ikke kun om klimapåvirkninger

En livscyklusvurdering (LCA) udregner ikke alene klimapåvirkninger. I en LCA vil der typisk være udregninger af en række miljøpåvirkninger, som f.eks. nedbrydning af ozonlag, forsurening, humantoksicitet og ressourceforbrug.

At spare ressourcer, særligt de knappe, er også vigtigt, og den besparelse indregnes ikke i forbindelse med opgørelser af klimapåvirkninger. Disse miljøpåvirkninger er også væsentlige i en bæredygtighedsbetragtning.

## FOKUS PÅ

### Transparens i livscyklusvurderinger (LCA'er) og CO<sub>2</sub>-beregninger

Resultaterne af en LCA afhænger meget af, hvilke forudsætninger og data, som LCA'en bygger på. Det er derfor vigtigt at have transparens omkring de valg, der er foretaget i LCA'en, og de data, der er anvendt.

En række faktorer er vigtige at definere og beskrive, eksempelvis hvilken funktionel enhed er valgt, hvilke livscyklusfaser er medtaget og hvilke levetider, der regnes med. Der kan læses mere om dette i to guider fra VCØB om LCA for bygninger samt CO<sub>2</sub> og ressourceopgørelser [12] og [13].

## Opsummering

### Er der klimagevinster at hente ved genbrug og genanvendelse?

Der eksisterer en række overslag og nøgletal i branchen, der viser, at der er betydelige besparelser at hente ved genbrug og genanvendelse. De største besparelser findes umiddelbart ved genbrug, hvilket hovedsageligt skyldes, at produktionen af et nyt byggemateriale spares. Ved genanvendelse skal byggeaffaldet undergå en ny produktionsproces, som er afgørende for, om der er tale om en besparelse eller en belastning.

Genbrug af beton har store potentielle klimamæssige gevinster, men er stadig svært i praksis. Genanvendelse af betonaffald som tilslag kan give klimabelastning eller mindre besparelser afhængigt af faktorer som betonrecept, erstattet materiale og transport, og en case-specifik analyse anbefales derfor for at vurdere gevinsterne. Genbrug af mursten har ligeledes klimamæssige gevinster, og her er der en række gode erfaringer i branchen. Genbrug af træ er også forbundet med klimamæssige gevinster, når alle faser af træets livscyklus medregnes. Genbrug af træ praktiseres i dag i mindre grad.

### Hvordan måler vi klimagevinsterne korrekt?

Den bedste måde til at finde ud af hvor meget CO<sub>2</sub>, der kan spares ved genbrug og genanvendelse er ved at lave en livscyklusvurdering (LCA) af et givent projekt. Resultaterne af en LCA afhænger meget af, hvilke forudsætninger og data, som LCA'en bygger på. Det er derfor vigtigt at have transparens omkring de valg, der er foretaget i LCA'en, og de data, der er anvendt.

## Manglende viden

- Der er brug for bedre data for genbrug og genanvendelse af byggeaffald, som kan bruges til at beregne valide klimagevinster. Mange af de eksisterende LCA-værktøjer indeholder kun generiske data for affaldshåndtering.
- Der er behov for at se på andre miljøpåvirkninger end klima. En LCA kan beregne mange andre miljøparametre, eksempelvis forurening og toksicitet. Der er behov for mere fokus på disse dele af LCA'en, samt på data, der kan understøtte valide resultater.



## REFERENCER

- [1] Regeringens Klimapartnerskaber - Bygge- og anlægssektoren, Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren, 2020. <https://kefm.dk/media/6649/klimapartnerskab-bygge-og-anlaegssektoren-hovedrapport.pdf>.
- [2] J. Cristobal Garcia, D. Caro, G. Foster, G. Pristera, F. Gallo, D. Tonini, Techno-economic and environmental assessment of CDW management in the EU Status quo and prospective potential, 2024. <https://doi.org/10.2760/721895>.
- [3] A. Damgaard, Cirkulær økonomi i byggeriet Analyse af potentialer for øget genbrug og genanvendelse af byggeaffald/Bilagsrapport A, 2020. [https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/218271061/2020\\_Cirkul\\_r\\_konomi\\_i\\_byggeriet\\_Prim\\_r\\_rapport.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/218271061/2020_Cirkul_r_konomi_i_byggeriet_Prim_r_rapport.pdf).
- [4] H. Birgisdóttir, S.S. Madsen, Bygningers indlejrede energi og miljøpåvirkninger Vurderet for hele bygningens livscyklus, 2017. <https://sbi.dk/Assets/Bygningers-indlejrede-energi-og-miljoepaavirkninger/SBi-2017-08.pdf>.
- [5] B. Tozan, E.B. Jørgensen, H. Birgisdóttir, Klimapåvirkning fra 60 bygninger: Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske branche EPD'er, 2021. <https://sbi.dk/Assets/IK-kompas-Etageboliger-vaerktog-til-holistisk-vurdering-af-indeklima/BUILD-Rapport-2021-04.pdf>.
- [6] R.K. Zimmermann, C.E. Andersen, K. Kanafani, H. Birgisdóttir, Klimapåvirkning fra 60 bygninger Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger, 2020. <https://build.dk/Assets/Klimapaavirkning-fra-60-bygninger/SBi-2020-04.pdf>.
- [7] Social- Bolig- og Ældreministeriet, Tillægsaftale mellem regeringen [Socialdemokratiet, Venstre og Moderaterne] og Socialistisk Folkeparti, Det Konservative Folkeparti, Enhedslisten, Radikale Venstre og Alternativet om national strategi for bæredygtigt byggeri, 2024. [https://www.sm.dk/Media/638525928477219508/Tillægsaftale\\_om\\_stramning\\_af\\_CO2e-krav\\_til\\_bygninger.pdf](https://www.sm.dk/Media/638525928477219508/Tillægsaftale_om_stramning_af_CO2e-krav_til_bygninger.pdf).
- [8] VCØB - Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet, CO2 Nøgletal til at vælge den bedste behandling af forskellige affaldsfraktioner, 2021. [https://vcob.dk/media/1993/vcob\\_kvikguide\\_co2\\_noegletal.pdf](https://vcob.dk/media/1993/vcob_kvikguide_co2_noegletal.pdf).
- [9] S. Butera, Klimapotentialer for beton i et cirkulært perspektiv - En kritisk gennemgang af klimapotentialer for genbrug og genanvendelse af beton, 2023. <https://www.teknologisk.dk/ydelser/baeredygtigt-byggeri/lca-for-beton-i-et-cirkulaert-perspektiv/30894,9>.
- [10] A. Damgaard, C. Lodato, S. Butera, T.F. Fruergaard, M. Kamps, L. Corbin, D. Tonini, T.F. Astrup, Background data collection and life cycle assessment for construction and demolition waste (CDW) management, 2022. <https://doi.org/10.2760/772724>.
- [11] C.E. Andersen, F.N. Rasmussen, R.K. Zimmermann, K. Kanafani, H. Birgisdóttir, Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning. Forundersøgelse, 2019. [https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/328959571/SBi\\_2019\\_08.pdf](https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/328959571/SBi_2019_08.pdf).
- [12] VCØB, LCA for bygninger, 2017. [https://vcob.dk/media/1555/vcob\\_kvikguide\\_lca.pdf](https://vcob.dk/media/1555/vcob_kvikguide_lca.pdf).
- [13] VCØB - Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet, CO2- og ressourceopgørelse - Hvordan?, 2020. [https://vcob.dk/media/1880/vcob\\_kvikguide\\_co2-og-ressourceopgoerelse.pdf](https://vcob.dk/media/1880/vcob_kvikguide_co2-og-ressourceopgoerelse.pdf).