

# Cirkulært byggeri – fra drøm til virkelighed

Ambitiøs regulering skal drive  
omstillingen mod en cirkulær  
byggeribranche



Rådet for  
Grøn  
Omstilling



# DISPOSITION

- 1** Indledning: Indlejret CO<sub>2</sub> og cirkulært byggeri er kommet på dagsordenen, men ...
- 2** 10 anbefalinger til det politiske Danmark: Regulering skal drive omstillingen mod et cirkulært byggeri
- 3** Politikere og byggebranchen er klar over, at reduktioner i indlejret CO<sub>2</sub> er afgørende, men handlingen udebliver
- 4** Cirkularitet er stadig byggeriets ømme tå
- 5** Tre ressourcetunge byggeklodser: stål, cement og aluminium
- 6** Fremtidens cirkulære byggeri – hvordan ser det ud?
- 7** Bag om rapporten
- 8** Videnskilder



## INDLEDNING

# 1. INDLEJRET CO<sub>2</sub> OG CIRKULÆRT BYGGERI ER KOMMET PÅ DAGSORDENEN, MEN ...

Energiforbedringer og energieffektivitet. Det har i mange år været svarene på, hvordan vi kan gøre vores byggeri mere klimavenligt. Fokus har således både fra politisk hånd og i branchen i høj grad været på at mindske CO<sub>2</sub>-belastningen fra driften af byggeriet.

Knap så meget opmærksomhed har været givet til det store ressource- og klimaaftryk, som det, vi bygger, har bag sig – altså den CO<sub>2</sub>, der udledes i forbindelse med materialeproduktion, transport, byggeprocesser, renovering og nedrivning. Men byggematerialerne har et betydeligt klimaaftryk og udgør en væsentlig del af byggeriets samlede CO<sub>2</sub>-belastning. Hele 11 pct. af den samlede globale CO<sub>2</sub>-udledning kommer således i dag fra produktionen af byggematerialer – det, man kalder indlejret CO<sub>2</sub>. [Se tekstboks 1.](#) Det svarer til cirka en tredjedel af byggeriets samlede CO<sub>2</sub>-udledninger.

Oven i dette skal medtages, at den indlejrede CO<sub>2</sub> og brugen af byggematerialer også lægger et stort pres på vores fælles ressourcer og miljø. Byggeriet er i dag en absolut storforbruger af naturressourcer som sand, grus, ler, metaller og træ og anvender 50 pct. af de materialer, vi udvinder på globalt plan. Det er selvsagt ikke holdbart, når vi kigger ind i en fremtid, hvor ressourceknaphed er et vilkår – både globalt og her i Danmark – og hvor reduktioner i ressourceforbrug også er fuldstændig afgørende i forhold til at bremse klimakrisen. [Se tekstboks 2.](#)

En fortsat manglende indsats i forhold til den indlejrede CO<sub>2</sub> vil derfor også have betydning for, hvorvidt vi når vores klimamål. I FN's årlige statusrapport på byggeri og anlægssektoren<sup>1</sup> fra 2022 lyder konklusionen, at "bygge- og anlægssektoren ikke er på vej til at opnå dekarbonisering inden 2050. Og kløften mellem sektorens faktiske klimapræstationer og dekarboniseringsvejen udvides." Rapporten peger også på, at manglende tiltag og fokus på materialeforbrug og materials klimaaftryk er en af de primære årsager til, at byggeriet ikke er på rette vej. "På trods af sit massive bidrag til de globale CO<sub>2</sub>-udledninger har indlejret CO<sub>2</sub> indtil videre været underprioriteret i strategier målrettet reduktioner i byggeriet," hedder det i rapporten.

Det skal også ses i lyset af, at den indlejrede CO<sub>2</sub>'s andel af byggeriets klimaaftryk fremadrettet forventes at vokse markant. Over de kommende år ventes en del politiske tiltag målrettet energiforbedringer og -effektivitet at blive implementeret. Da der endnu ikke er tilsvarende indsatser målrettet den indlejrede CO<sub>2</sub>, vil der forventeligt ikke ske reduktioner på samme niveau i forhold til denne del af byggeriets klimaaftryk. Det er en udvikling, som allerede er slået igennem på nybyggeri. Kigger man alene på energieffektivt nybyggeri, udgør indlejret CO<sub>2</sub> i dag op mod 80 pct. af klimaaftrykket i bygningens levetid.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 2022 Global Status Report for Buildings and Construction, UNEP, 2022 (<https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>).

<sup>2</sup> Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation, ScienceDirect, 2020. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919317945?via%3Dihub>).

Et andet væsentligt aspekt, der taler for yderligere fokus på indlejret CO<sub>2</sub>, er timingen og den hastighed, hvormed vi i dag skal i gang med at reducere byggeriets klimaaftryk. Da mængden af indlejret CO<sub>2</sub> i høj grad knytter sig til materialevalg og byggeplads, har den stor betydning for udledninger her og nu, i modsætning til driften, der strækker sig over en bygnings levetid på måske 50 eller 100 år. Og netop her og nu-reduktioner er noget, vi har brug for, hvis vi skal reducere i det omfang, der er lagt op til frem mod 2030 og 2050. Derfor er det et vigtigt område at fokusere på, når man kigger på de CO<sub>2</sub>-reduktioner, vi står over for inden for de næste år og årtier.

De seneste par år har vi set et voksende politisk fokus på den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggeriet. Flere lande, herunder Danmark, er i gang med at indføre krav, der netop forsøger at adressere den indlejrede CO<sub>2</sub> og bane vejen for reduktioner i byggematerialernes klimaaftryk. Også EU har en revision af bygningsdirektivet (det såkaldte Energy Performance of Buildings Directive) på vej, som, hvis den bliver vedtaget i sin nuværende form, for første gang sætter fokus på indlejret CO<sub>2</sub>. Også dele af branchen er i stigende grad begyndt at rette opmærksomheden på indsatser og tiltag, der kan fremme reduktioner i den indlejrede CO<sub>2</sub>. Vi ser i dag flere i branchen, der arbejder strategisk med at reducere klimabelastningen fra byggematerialer og i stigende grad retter fokus på at udvikle cirkulære løsninger, der muliggør en bedre udnyttelse og genbrug af byggematerialer.

Men der er dog endnu lang vej, når det kommer til effektiv regulering og ambitiøse krav, udvikling af konkrete løsninger, skalering og i sidste ende realiseringen af mere cirkulært byggeri og hermed de nødvendige reduktioner i byggeriets indlejrede CO<sub>2</sub>. Det vil kræve en målrettet indsats, der kan fremme en omfattende ændring i den måde, vi bygger på. Det kræver initiativer, som kan bane vejen for større grad af erfaringsudveksling, udvikling af best practice, klarere incitament og skærpede krav. Og så er der generelt brug for en større forståelse for, hvordan man skaber en cirkulær byggebranche. Alt dette skal til, for at byggeriet kan komme i gang med at realisere det reduktionspotentiale, der ligger i den indlejrede CO<sub>2</sub>.

### TEKSTBOKS 1. HVAD ER INDLEJRET CO<sub>2</sub>?

**Den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggeriet er alle de CO<sub>2</sub>-udledninger, der er forbundet med selve bygningskonstruktionen og materialeindholdet. Det omfatter den CO<sub>2</sub>, der udledes ved udvinding, produktion, transport og installation af byggematerialer i byggeriet. Og det omfatter de udledninger, der er forbundet med nedtagning, håndtering og bortskaffelse af byggematerialer, når en bygning skal rives ned eller renoveres.**

En vigtig forudsætning er, at politikerne sætter sig for at accelerere omstillingen af branchen. Rammevilkårene bør i langt højere grad bruges som en drivkraft til at reducere den indlejrede CO<sub>2</sub>. Det, der ligger i støbeskeen i dag, får os ikke i mål. Men det kan politikerne heldigvis ændre.

### TEKSTBOKS 2. DET GLOBALE BYGGEBOOM ØGER PRESSET PÅ RESSOURCERNE

**På grund af en øget urbanisering og global vækst forventes det, at byggearealet på globalt plan vil være fordoblet i 2060 i forhold til 2020. I rene tal betyder det, at der vil blive tilføjet 230 milliarder m<sup>2</sup> nyt gulvareal til den globale bygningsmasse.<sup>3</sup> Det er det samme som at tilføje et bygningsareal svarende til hele New York City til verden hver måned i 40 år. Det vil øge efterspørgslen på ressourcer og materialer til byggeri og dermed også øge byggeriets pres på klimaet, hvis ikke vi ændrer måden at bygge på.**

<sup>3</sup> Why the Built Environment?, Architecture 2030, 2023 (<https://architecture2030.org/why-the-building-sector/>).

**”Byggeriet er lige nu på et spor langt over de planetære grænser, og derfor er der brug for handling og indsatser nu. Det vil kræve, at der fra politisk side skabes nye rammebetingelser, og så kræver det forskning og udvikling og et styrket samarbejde på tværs af sektoren.”**

Steffen Petersen, professor  
på Institut for Byggeri og  
Bygningsdesign, Aarhus  
Universitet





## 10 ANBEFALINGER TIL DET POLITISKE DANMARK

# 2. REGULERING SKAL DRIVE OMSTILLINGEN MOD ET CIRKULÆRT BYGGERI

Der er brug for en langt mere ambitiøs og omfattende politisk indsats fra dansk side, hvis omstillingen til et mere cirkulært byggeri skal realiseres, og hvis aftrykket fra den indlejrede CO<sub>2</sub> i vores byggeri skal reduceres i det tempo og omfang, som vores klimaambitioner tilskriver. Politikere og myndigheder bør derfor gennem regulering og tiltag fremover spille en mere tydelig rolle som katalysator for en cirkulær omstilling.

Rådet for Grøn Omstilling mener, at følgende **10 politiske** tiltag er afgørende, hvis den danske byggebranches omstilling til mere cirkulært og ressourcevenligt byggeri skal realiseres. Politikerne skal:

- 1.** Indføre en høj og ensartet CO<sub>2</sub>-afgift, der inkluderer alle aktører i byggeriet. Den bør ideelt set være 1500 kr./ton, som anbefalet af Klimarådet. Producenter af byggematerialer skal ikke have rabat, som det ellers blev aftalt med den grønne skattereform fra 2022, men skal som minimum betale 1125 kr./ton og ideelt set op til 1500 kr./ton, så afgiften afspejler klimabelastningen.
- 2.** Se på hele det lovgivningsområde, der vedrører byggeriet, med cirkulære briller. Det gælder eksempelvis planlovgivningen, affaldsreguleringen og andre dele af bygningsreglementet, der rækker ud over de nuværende krav i bygningsreglementet til livscyklusanalyser og indlejret CO<sub>2</sub>. Det vil i første omgang kræve en omfattende kortlægning, der afdækker både potentialer, men også barrierer ved nuværende lovgivning i forhold til at fremme mere cirkulært byggeri. Det gælder også i forhold til andre krav som eksempelvis bygningsreglementet, der potentielt spænder ben for mere cirkularitet.
- 3.** Indføre nye udbudsregler, som fremmer et langt større fokus på cirkularitet i byggebranchen eksempelvis ved at lade offentlige udbud følge de cirkulære rammer og krav, der er fastsat i EU's taksonomi for bæredygtige investeringer.
- 4.** Sætte fokus på hele byggemassen – og ikke kun nybyggeri – i forhold til både krav til indlejret CO<sub>2</sub> og cirkulære krav for hermed også at fremme bevarelse og transformation af den eksisterende bygningsmasse. Det er langt at foretrække frem for nybyggeri set i et klimaperspektiv.

**5.** Sørge for hurtigere implementering af højere krav til den indlejrede CO<sub>2</sub> i bygningsreglementet. Den nuværende politiske aftale, der ligger for indfasning af krav til CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år er ikke ambitiøs nok i forhold til at bane vejen for de klimareduktioner, som byggeriet skal levere, og i forhold til det klimaaftryk, som byggeriet i dag har.

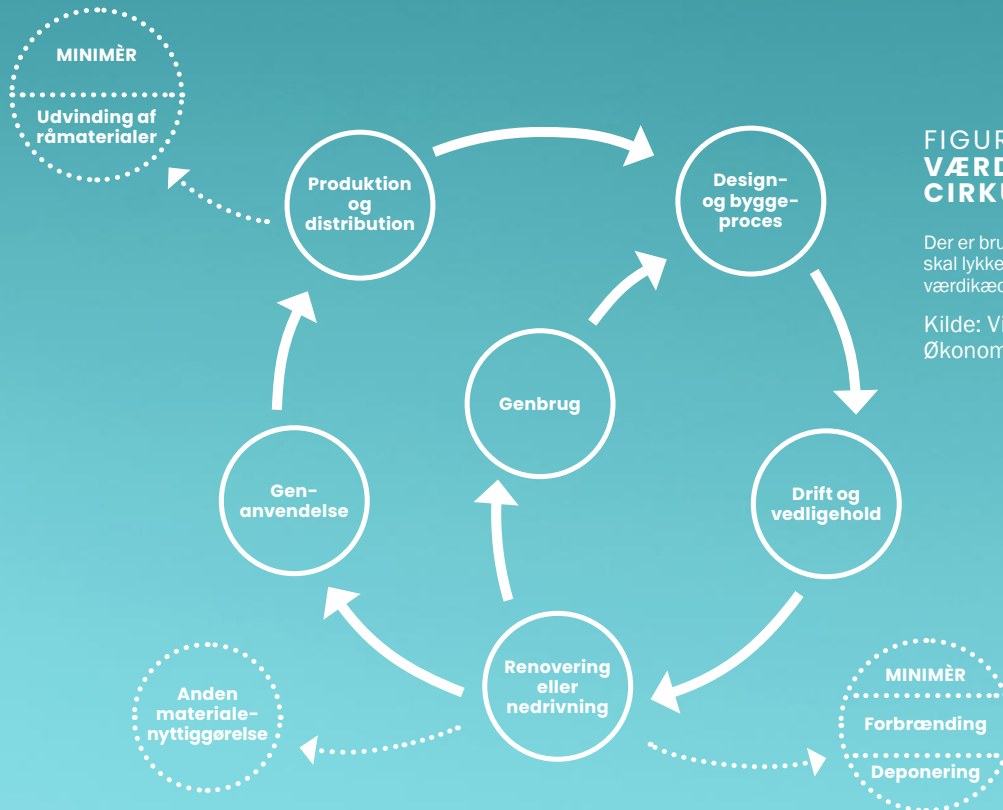
**7.** Bane vejen for en stærkere kommercialisering af markedet for cirkulære materialer. Det kan gøres med følgende initiativer: at fremme en fælles og transparent adgang til data om materialerne, indføre krav om materialepas og udvide dette til også at inkludere genbrugsmaterialer samt at lave tiltag, der kan minimere risici i forbindelse med brug af genbrugsmaterialer i byggeriet. Dertil er der brug for nye krav til indhold i byggematerialer, så vi kan undgå brugen af skadelige kemikalier i vores bygninger.

**9.** Indtænke byggeriet i en samlet strategisk plan for Danmarks råstof- og ressourceforbrug. Der er brug for, at man fra politisk hånd udformer en samlet og langsigtet strategi for råstoffer, ressourcer og cirkulær økonomi. Politisk har der i mange år primært været fokus på energi i den grønne omstilling. Og den lille indsats, der er kommet i forhold til cirkularitet, er i høj grad begrænset til affaldshåndtering. Der er brug for at øge det politiske fokus på at reducere vores ressourceforbrug – både som bidrag til et mindre klimaaftryk, men også for at sikre vores forsyningssikkerhed.

**6.** Vedtage et minimumskrav i forhold til ressourcekortlægning af den eksisterende bygningsmasse ved nedrivning og renovering. Dette kunne gøres ved at udvide den lovpligtige miljøkortlægning ved nedrivning til også at inkludere en lovpligtig ressourcekortlægning, som afdækker det cirkulære potentiale i en bygning. Der kan være brug for, at kravet til en ressourcekortlægning kun gælder for bygninger af en vis størrelse. Det er vigtigt, at krav om ressourcekortlægning ses i sammenhæng med de kommende regler for selektiv nedrivning.

**8.** Øge støtten til nye cirkulære aktører og cirkulære værdikæder. [Se figur 1](#). Der mangler i dag virksomheder i den cirkulære værdikæde. Her er særligt brug for testfaciliteter i forhold til analyse og data på konkrete genbrugsmaterialer og upcyclingcentre, der kan sikre genbrug og højværdigenanvendelse af byggematerialer. Det vil også være nødvendigt at kigge på at fremme udvikling af symbioser og industrielle partnerskaber på tværs af byggeriet og andre sektorer med henblik på at fremme cirkularitet. Det kunne eksempelvis være symbioser mellem landbrug og byggeri om nye cirkulære materialestrømme i forhold til produktion af biogene byggematerialer.

**10.** Arbejde for en ambitiøs EU-politik på området. Der sker meget i disse år på europæisk niveau i forhold til regulering af byggeriet, der kan fremme cirkularitet og reduktioner i den indlejrede CO<sub>2</sub>. EU's tiltag vil utvivlsomt sætte retningen og bestemme tempoet for klimaomstillingen i byggeriet i mange år frem. Derfor er det vigtigt, at danske politikere og myndigheder arbejder for, at EU's lovgivning på området bliver ambitiøs nok til at flytte byggebranchen, så den ikke trækker veksler på klimaet, miljøet og vores ressourcer.



**FIGUR 1. VÆRDIKÆDE FOR CIRKULÆRT BYGGERI**

Der er brug for politiske tiltag, hvis vi skal lykkes med at skabe en kommerciel værdikæde for cirkulært byggeri.

Kilde: Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet - VCØB

**“Vi har en god mulighed i Danmark for at få en global førerposition i forhold til hele det cirkulære marked. Men det kræver, at vi politisk starter udviklingen i dag. Vi mangler rammerne, der kan sætte fart på udviklingen.”**

Thomas Kingo, ejer af nedrivningfirmaet Kingo Karlsen





# 3. POLITIKERE OG BYGGEBRANCHEN ER KLAR OVER, AT REDUKTIONER I INDLEJRET CO<sub>2</sub> ER AFGØRENDE, MEN HANDLINGEN UDEBLIVER

De seneste år er indlejret CO<sub>2</sub> i stigende grad kommet på den politiske radar. Der er en øget politisk erkendelse af, at vi også får brug for at hente betydelige CO<sub>2</sub>-reduktioner i byggeriets materialeforbrug, hvis klimaambitionerne skal kunne indfries. Vi begynder at se politiske skridt mod flere incitament, regulering og formulering af nye krav med henblik på at fremme reduktioner i den indlejrede CO<sub>2</sub>.

Herhjemme har man gennem bygningsreglementet over en årrække skærpet kravene til energiforbrug og -effektivitet i byggeriet. I 2021 landede en bred politisk aftale om den såkaldte Nationale Strategi for Bæredygtigt Byggeri,<sup>4</sup> som med 21 konkrete initiativer lægger den strategiske ramme for den danske byggesektor frem mod 2030, og som inkluderer krav til indlejret CO<sub>2</sub> i nybyggeri. Som del af udmøntningen af den strategi er der fra januar 2023 indført konkrete klimakrav til byggeriet, som betyder, at det i dag er et lovkrav at gennemføre en livscyklusanalyse på alt nybyggeri, ligesom der i dag er sat et loft på CO<sub>2</sub>-udledningen for alt nybyggeri over tusind kvadratmeter. For de store nybyggerier må der med de nye regler ikke ske en overskridelse af 12 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år. Den grænse vil over de kommende år blive nedsat, og i 2029 vil den, som planen ligger i dag, være på 7,5 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år. [Se figur 2.](#) Det er desuden besluttet, at kravene til indlejret CO<sub>2</sub> i bygningsreglementet fra 2025 skal gælde for alt nybyggeri. Desuden er det i år politisk besluttet, at byggeriet fra januar 2024 kan indregne genbrugsprodukter med en CO<sub>2</sub>-udledning til en fast procentfrem (indtil nu har genbrugte materialer i beregninger haft samme aftryk som nye byggematerialer) – for hermed at øge incitamenterne til at benytte genbrugte byggematerialer i nybyggeri.

Der er dog god grund til at tro, at der over de kommende år vil ske en yderligere opskalering af de politiske ambitioner og tiltag i forhold til at adressere den indlejrede CO<sub>2</sub>. Kigger man således på gennemsnittet for en dansk bygnings klimaaftryk er det i dag 9,6 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år, baseret på medianen for CO<sub>2</sub>-udledning af dansk byggeri over en 50-årig periode. Hvis nyt byggeri i Danmark skal holde sig inden for Parisaftalen, så skal udledningen reduceres til 0,4 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år inden 2036. Det fremgår af det såkaldte Reduction Roadmap<sup>5</sup>, som er udviklet i et tværfagligt samarbejde mellem rådgiverne EFFEKT, CEBRA og MOE og en række af Danmarks førende forskere i byggeri og klima (herunder Steffen Petersen (Aarhus Universitet), Harpa Birgisdottir (Aalborg Universitet), Morten Ryberg (Danmarks Tekniske Universitet) og Morten Birkved (Syddansk Universitet)). [Se figur 3.](#)

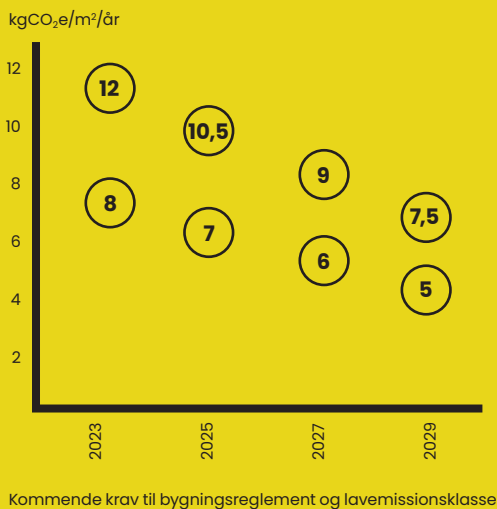
Branchen er således langt fra at kunne holde sig inden for Parisaftalens klimamål. Og lovgivningen er ikke ambitiøs nok. Selv hvis man medtager den frivillige lavemissionsklasse, er der i dag stadig langt til reduktioner på det niveau. I lavemissionsklassen er der i dag lagt op til, at udledningen i 2029 skal ligge på maksimalt 5 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> om året, hvilket stadig er mere end ti gange det niveau, som byggeriet skal ned på, hvis man skal holde sig inden for de rammer, som Parisaftalen udstikker. Meget tyder altså på, at skruen vil strammes markant over de kommende år i forhold til den indlejrede CO<sub>2</sub>.

Der er således også politisk lagt op til, at man i aftalekredsen omkring Bygningsreglementet vil kigge på grænseværdierne, men der er endnu ikke lagt noget konkret frem fra regeringen eller forligspartierne.

<sup>4</sup> National strategi for bæredygtigt byggeri, Indenrigs- og Boligministeriet, 2021 (<https://im.dk/Media/637787884257325807/National%20strategi%20for%20b%C3%A6redygtigt%20byggeri-a.pdf>).

<sup>5</sup> Reduction Roadmap, 2022 (<https://reductionroadmap.dk/>).

FIGUR 2.  
**NYE KRAV TIL INDLEJRET  
 CO<sub>2</sub> I BYGGERIET**



## EU ER OGSÅ PÅ VEJ

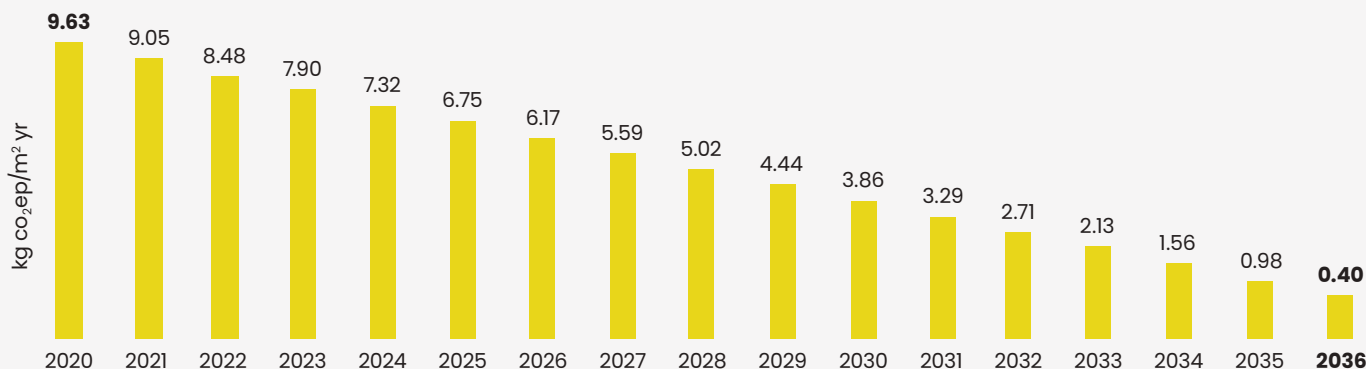
Det er ikke kun herhjemme, at vi ser et øget politisk fokus på at reducere byggeriets udledning af indlejret CO<sub>2</sub> og mindske ressourceforbruget i byggeriet. Det er inden for særligt de sidste par år også kommet på radaren i mange andre lande. Eksempler er Canada, Frankrig, Holland og Sverige, som i dag – dog på forskellig vis, på forskellige stadier og med forskelligt ambitionsniveau – har igangsat et arbejde i forhold til at beregne på og udarbejde lovgivningsmæssige rammer for den indlejrede CO<sub>2</sub>.  
[Se tekstboks 3.](#)

EU er begyndt at tage hånd om sagen via en række forskellige direktiver og reguleringer. Fra EU's side er et af de vigtigste tiltag revisionen af bygningsdirektivet, det såkaldte Energy Performance of Buildings Directive (EPBD).

Der vil via Bygningsreglementet over de kommende år gradvist komme skærpede krav til den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggeriet. I 2029 vil grænsen være på 7,5 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup>. For den frivillige lavemissionsklasse vil grænsen blive nedsat til 5 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup>.

Kilde: Bolig- og Planstyrelsen, 2022.<sup>6</sup>

FIGUR 3. **BYGGERIET ER LANGT FRA AT KUNNE OVERHOLDE PARISAFTALEN**



Hvis nyt byggeri i Danmark skal holde sig inden for Parisaftalen, så skal udledningen reduceres til 0,4 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år inden 2036. I dag er gennemsnittet for et nyt byggeri i Danmark 9,6 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år. Der er med andre ord maksimalt 13 år til at reducere byggeriets klimaaftryk med 96 pct.

Kilde: Reduction Roadmap, 2022.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Klimakrav (LCA) i bygningsreglementet, Bolig- og Planstyrelsen, 2022 (<https://bpst.dk/da/Byggeri/Baeredygtigt-byggeri/NY-Klimakrav-i-bygningsreglementet#introduktion>).

<sup>7</sup> Reduction Roadmap, 2022 (<https://reductionroadmap.dk/>).

### TEKSTBOKS 3: FLERE LANDE ER PÅ VEJ MED MERE REGULERING

Det er i dag ikke kun Danmark og EU, der har udråbt indlejret CO<sub>2</sub> som en nødvendig del af redskabskassen i arbejdet med at fremme mere klimavenligt og bæredygtigt byggeri. I flere lande er man fra politisk hånd inden for de seneste par år begyndt at kigge på indlejret CO<sub>2</sub> og på, hvordan man med nye datakrav og grænseværdier for indlejret CO<sub>2</sub> kan fremme mere cirkularitet og mindre ressourceaftryk i byggeriet. Eksempler på dette er blandt andet Canada, Singapore, Hongkong, UK, Sverige, Frankrig og Holland.

Holland regnes for en pioner inden for beregning af LCA på byggeri og politisk regulering målrettet indlejret CO<sub>2</sub>. For et årti siden indførte den daværende hollandske regering krav om rapportering på bygningernes indlejrede CO<sub>2</sub>-aftryk. Siden 2018 har alle nye bolig- og kontorbygninger på mere end 100 m<sup>2</sup> skullet redegøre for og rapportere på deres indbyggede klimapåvirkninger baseret på et fælles nationalt beregningsværktøj (kaldet en 'MPG'). Der indføres gradvist krav til udledning pr. m<sup>2</sup> over de næste år, og målet er at halvere klimaaftrykket pr. m<sup>2</sup> senest i 2030.

Frankrig har fra juli 2022 indført ny regulering under navnet RE2020, som sætter nye klimakrav til byggeriet. I 2030 skal der ske en 50 pct. reduktion i aftrykket fra indlejret CO<sub>2</sub> i byggeriet og fuld dekarbonisering i 2050. Med den nye lovgivnings fokus på indlejret CO<sub>2</sub> er der krav til data og reduktioner med afsæt i hele livscyklussen i et konkret byggeprojekt – fra materialeudvinding, produktion, transport, byggeplads, drift, nedrivning og bortskaffelse af en bygning. RE2020 gælder indledende først for boligbyggeri, men vil fra 2023 blive udvidet til at gælde for resten af byggeriet. Som del af implementeringen er der udviklet et beregningsværktøj til at udregne en bygnings miljø- og klimamæssige aftryk i et livscyklusperspektiv.

I Sverige og Finland er der endnu ikke politisk vedtaget konkrete maksimumværdier på indlejret CO<sub>2</sub> i byggeriet, men begge lande er på vej med nye krav og har udviklet modeller til beregning af LCA på bygninger. I Sverige blev det i 2022 som del af byggetilladelsesprocessen et krav, at bygherrer skal beregne de indbyggede CO<sub>2</sub>-udledninger for nye bygninger og indgive dem til svenske myndigheder. Beregningerne skal dække upfront-indbyggede emissioner, der omfatter de indledende materialeproduktions- og byggefaser i en bygnings livscyklus. Planen er, at man i Sverige fra 2027 vil indføre maksimale værdier med afsæt i data om klimapåvirkningen, som indsamles over de kommende år. Finland vil indføre krav fra 2025.

Også Canada har fokus på indlejret CO<sub>2</sub> og reduktion af byggematerialers CO<sub>2</sub>-aftryk. Som del af deres såkaldte Greening Government Strategy har den canadiske regering sat en ambition om at reducere klima- og miljøbelastningen af strukturelle byggematerialer ved at indføre krav om LCA på større byggeprojekter fra 2022. Der er også sat en konkret reduktionsmålsætning på 30 pct. på større byggeprojekter frem mod 2025 – med fokus på cirkularitet, materialeeffektivitet og præstationsbaserede designstandarder. Der er desuden vedtaget krav om at gennemføre livscyklusvurderinger på hele byggeriet fra og med 2025 for større bygninger og infrastrukturprojekter.

Som noget helt nyt sætter forslaget fokus på indlejret CO<sub>2</sub> i de byggematerialer, vi anvender. Mere konkret lægger EU op til, at medlemsstater senest fra 2027 skal offentliggøre "en køreplan med detaljerede oplysninger om indførelsen af grænseværdier for det samlede kumulative GWP (Global Warming Potential – en indikator, der kvantificerer en bygnings potentielle bidrag til den globale opvarmning i hele dens livscyklus) i hele livscyklussen for alle nye bygninger." Dertil lyder det i forslaget, at de senest fra 2030 skal fastsætte mål for nye bygninger. [Se tekstboks 4.](#)

Det er dog langt fra den eneste lovændring fra EU's side, som har fokus på byggematerialer og den indlejrede CO<sub>2</sub>. Der ligger aktuelt også et forslag på bordet fra EU-Kommissionen om revision af det såkaldte Construction Products Regulation (CPR), som på dansk går under navnet Byggevareforordningen. Her sættes der fokus på at fremme mere klimavenlige og cirkulære byggevarer i EU. Et af de primære formål med revisionen er, at man vil forbedre cirkulariteten af byggevarer og herunder skubbe på for mere genbrug, genanvendelse og reparation. I forslaget til revisionen af CPR'en lægges der blandt andet op til, at producenter af byggematerialer skal oplyse om produkters miljøaftryk i et livscyklusperspektiv. Mere konkret vil revisionen af CPR'en betyde følgende:

- Byggevarer skal så vidt muligt fremstilles af genanvendte materialer.
- Fabrikanten skal kunne stille reservedele til rådighed. Der lægges op til, at de skal være til rådighed i minimum 10 år, efter at produkttypen er blevet markedsført i EU.
- Producenter skal gøre brugsanvisninger og reparationer af produkterne tilgængelige i produkt databaser.
- Der skal ske ændringer i produkt design, så byggevareren fremstilles på en sådan måde, at den så vidt muligt kan repareres og/eller bruges flere gange, samt at materialerne senere kan genanvendes efter endt brug.
- Virksomheder i produkt fremstillingen skal holde sig inden for minimumsforpligtigelserne i forhold til andelen af genanvendte materialer og desuden overholde andre grænseværdier i forhold til produkters miljømæssige bæredygtighed.

I forslaget lægges desuden op til, at genbrugte byggevarer (som tidligere har været brugt inden for EU) vil blive fritaget for ovenstående krav ud fra en argumentation om, at genbrug er godt i forhold til klima- og miljøaftryk.

Endelig er der EU's taksonomi for bæredygtige investeringer, som stiller krav om dokumentation af

klima- og miljømæssigt bæredygtige økonomiske aktiviteter, hvilket også har og får stor betydning for byggebranchen. Taksonomien fastsætter seks konkrete klima- og miljømål, som virksomheder fremadrettet skal rapportere på:

1. Modvirkning af klimaændringer
2. Tilpasning til klimaændringer
3. Bæredygtig anvendelse og beskyttelse af vand- og havressourcer
4. Omstilling til cirkulær økonomi
5. Forebyggelse og bekæmpelse af forurening
6. Beskyttelse og genopretning af biodiversitet og økosystemer.

Indtil videre er der kommet tekniske screeningskriterier for de første to mål. Men man regner med, at der vil komme screeningskriterier for de resterende fire klima- og miljømål i løbet af 2023, herunder også kravene til mål nummer fire om cirkulær økonomi. Der ligger dog i dag et forslag fra den såkaldte Platform for Sustainable Finance (PSF) til EU-Kommissionen om, at et byggeri for at være et bæredygtigt aktiv skal indeholde mindst 50 pct. cirkulært materiale – baseret på en kombination af genbrugte komponenter, genanvendt indhold eller ansvarligt fremskaffede vedvarende materialer. De 50 pct. bør bestå af mindst 15 pct. genbrugte komponenter og mindst 15 pct. af genanvendt indhold, lyder anbefalingen.

Dokumentationskravene, når de falder på plads, gælder i første omgang kun for store virksomheder, det vil sige over 500 ansatte også inden for byggebranchen (i 2025 virksomheder med mere end 250 ansatte). Dermed omfatter de ikke den store andel af mindre aktører i den danske byggebranche. Alligevel vil taksonomien få betydning for alle aktører i byggeriets værdikæde. Det skyldes nye krav om dokumentation af klima- og miljømæssig bæredygtighed, som større aktører skal sende videre ud i værdikæden, hvis de skal kunne leve op til de rapporteringskrav, som ligger i taksonomien.

Samlet set vil EU's indsats betyde, at der vil komme yderligere pres på i forhold til klimaomstillingen, hvilket i høj grad også ventes at øge fokus på den indlejrede CO<sub>2</sub> og ressourceforbruget i byggeriet. Det er noget, som den danske branche også får at føle de kommende år, og som kommer til at have stor betydning for byggeriet.

## BRANCHEN BEGYNDER AT VÅGNE OP

Tilbage i 2019 afleverede repræsentanter fra byggebranchen i det regeringsnedsatte Klimapartnerskab for Bygge- og Anlægssektoren deres anbefalinger til, hvordan byggebranchen kunne bidrage til realiseringen af Danmarks klimamål. Her fremgik det helt tydeligt, at man fra branchens side ser et større fokus på den indlejrede CO<sub>2</sub> og på at nedbringe klimaaftrykket fra materialer og byggefasen som en nødvendig trædesten for at kunne opnå de nødvendige klimareduktioner i byggeriet.

Det viser, at indlejret CO<sub>2</sub> også er en dagsorden, som flere og flere i branchen de seneste år er begyndt at tage til sig. Vi har således set en række større virksomheder i branchen, herunder materialeproducenter, byggevaremarkeder, entreprenører og pensionselskaber, som er begyndt at kigge ud over energieffektiviseringer og arbejde strategisk med indlejret CO<sub>2</sub> og cirkulære forretningsmodeller. Flere i branchen sætter konkrete klimamål, integrerer livscyklusanalyser i byggeprojekter og igangsætter cirkulære partnerskaber.

Et eksempel er PensionDanmark, som er en af de store finansielle aktører, der de seneste år har sat fokus på investeringer i bæredygtigt byggeri, og som er begyndt at fokusere på indlejret CO<sub>2</sub> og mere cirkularitet. Konkret arbejder PensionDanmark i forhold til investeringer i ejendomme med en ambition om, at deres byggeprojekter i dag skal holde sig inden for 8 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup>. Målsætningen hedder dog, at de byggeprojekter, som Pensiondanmark investerer i 2032, skal være nede på 0,4 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup>.

Flere aktører i branchen peger på, at en væsentlig katalysator for virksomhedernes øgede interesse for cirkularitet og bæredygtighed skal findes i den politiske indsats på området. Dansk og kommende europæisk lovgivning er med til at øge incitamenterne og presset for at gå den vej. En anden katalysator er også de seneste års forsyningsudfordringer, som er kommet efter coronapandemien og derefter energikrisen. Disse har skabt mere usikre forsyningskæder for byggesektoren og dermed øget incitamenterne for at reducere materialeforbruget

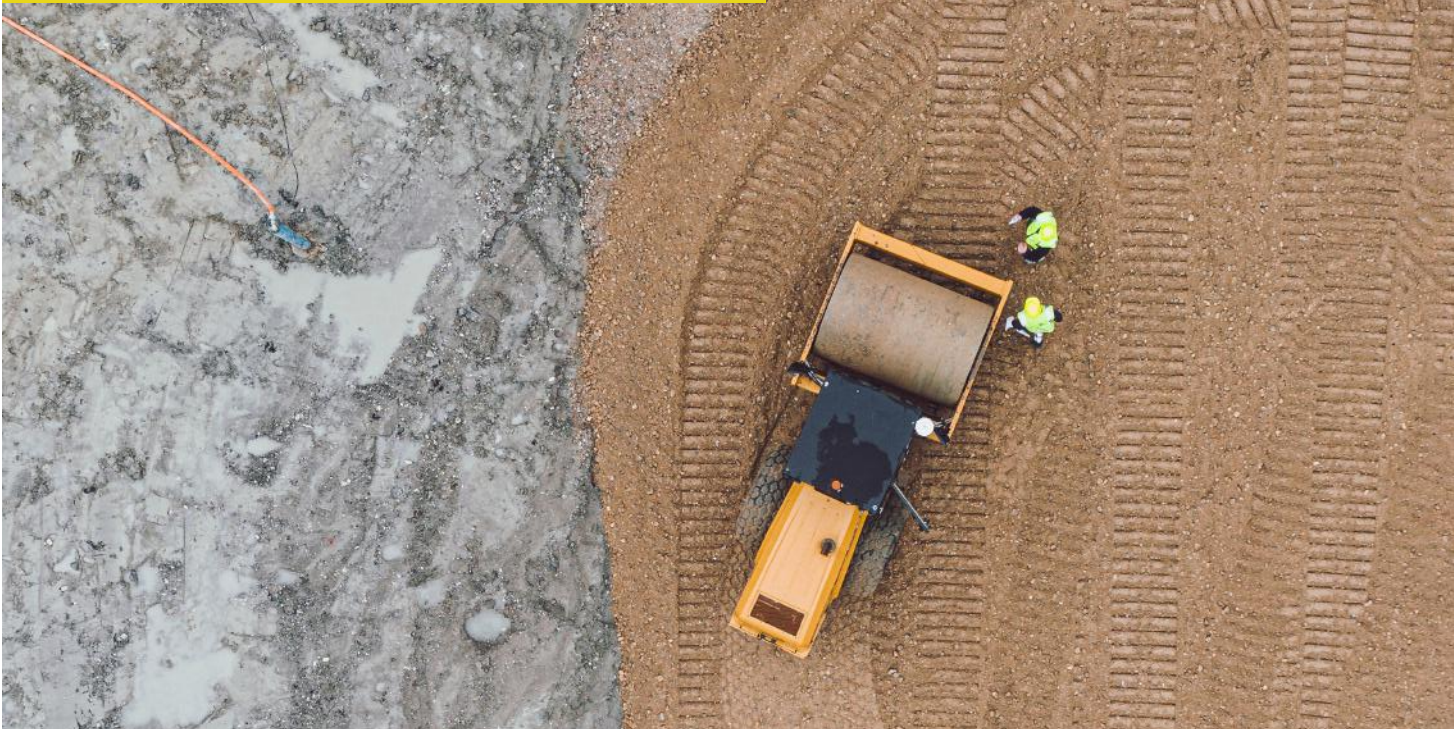


## TEKSTBOKS 4. EU-KOMMISSIONENS UDSPIL TIL REVISION AF BYGNINGSDIREKTIVET INKLUDERER INDLEJRET CO<sub>2</sub>

I det nuværende forslag til kompromistekst til revisionen af EU's bygningsdirektiv (EPBD) er der indskrevet en række ambitioner i forhold til medlemsstaternes arbejde med den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggeriet.

I det foreløbige forslag står der følgende:

“For at sikre reduktioner i CO<sub>2</sub>-udledningen skal medlemsstaterne senest den 1. januar 2027 offentliggøre en køreplan med detaljerede oplysninger om indførelsen af grænseværdier for alle nye bygningers samlede kumulative GWP i hele deres livscyklus og fastsætte mål for nye bygninger fra 2030 (...). Disse maksimale grænseværdier skal være i overensstemmelse med unionens mål om at opnå klimaneutralitet.”



og tænke mere cirkulært. En analyse fra erhvervsorganisationen SMVDanmark fra 2022 viser, at 61 pct. af de små og mellemstore virksomheder (SMV'erne)<sup>8</sup> i bygge- og anlægsbranchen er udfordret af stigende priser på materialer og råvarer. 38 pct. af bygge- og anlægsbranchen i Danmark oplever produktionsbegrænsninger grundet mangel på materialer og råvarer.

Desuden begynder der at tegne sig mere klare økonomiske muligheder og fordele ved at medregne indlejret CO<sub>2</sub>. Det er blandt andet noget, som EU's taksonomi for bæredygtige investeringer er med til at skubbe på for. En prognose viser, at det globale marked for grøn-

ne byggematerialer forventes at vokse med 11,2 pct. om året fra 2023-2033.<sup>9</sup> Primære drivere for dette er krav og øget fokus på reduktion i CO<sub>2</sub>-udledning.

Desuden peger de seneste års erfaringer med bæredygtigt byggeri på, at der kan være en økonomisk gulerod ved at bygge med grønne briller på. Et eksempel: En rapport fra ejendomsrådgivervirksomheden CBRE peger på, at lejeboliger, der er bygget bæredygtigt, er en bedre forretning end konventionelt byggeri. Rapporten viser således, at lejen i København over en femårig periode er mere end en fjerdedel højere på bæredygtigt certificerede bygninger end på bygninger uden.

<sup>8</sup> Forsyningskrise hos SMV'er i byggebranchen, SMVDanmark, 2022 (<https://smvdanmark.dk/analyser/temaanalyser/forsyningskrise-hos-smver-i-byggebranchen>).

<sup>9</sup> Green Buildings Materials Market Outlook, Future Market Insights (FMI), 2023 (<https://www.futuremarketinsights.com/reports/green-building-materials-market>).

**“Vi har talt om cirkulært byggeri i mange år, men vi er stadig kun ved enden af begyndelsen og ikke rigtigt kommet i gang. Mange vil gerne og har forsøgt sig, men det har stadig ikke rigtig taget fart herhjemme.”**

Lars Storr-Hansen, administrerende direktør  
for Danske Arkitektvirksomheder

## STADIG KUN VED BEGYNDELSEN

Trods både medvind fra politikere og branchens tilsagn og ambitioner på området er der dog lang vej, når det kommer til byggeriets faktiske arbejde og reduktionsstier i forhold til indlejret CO<sub>2</sub>.

Først og fremmest er indsatsen med at reducere den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggeriet først for alvor ved at tage fart. Det betyder, at der både i branchen og politisk stadig er lang vej i forhold til at få udformet nye praksisser, attraktive forretningsmodeller og storskala-løsninger, som kan bidrage til at reducere den indlejrede CO<sub>2</sub> i byggeriet.

Branchen mangler simpelthen viden og erfaringer at trække på for at kunne igangsætte og implementere initiativer, der kan bane vejen for reduktioner i den indlejrede CO<sub>2</sub>. Vi kan se tilbage på mere end et halvt århundrede, hvor branchen har udviklet og dygtiggjort

sig inden for energieffektivisering i selve driftsfasen, hvilket blandt andet er drevet frem af bygningsreglementet og de energiramme krav, der i mange år har været i forhold til at beregne og begrænse energiforbruget. Blandt andet hed det i bygningsreglementet fra 2010, at “Formålet med kravene til bygningers energiforbrug er at begrænse miljøbelastningen ved drift af bygninger mest muligt.”

Den type krav er man først lige begyndt at stille til byggeriet i forhold til den indlejrede CO<sub>2</sub>, og derfor er der i dag slet ikke den samme erfaring eller viden om, hvad der virker, og hvordan man integrerer strategier for mindre indlejret CO<sub>2</sub> i byggeriet. Det handler i bund og grund om, at der skal være styr på mængderne og materialetyper, som indgår i et byggeprojekt – og det er ikke en opgave, som de fleste i byggeriet er vant til at løfte.

## LOVGIVNINGEN SKAL LØFTES

Rent lovgivningsmæssigt er indlejret CO<sub>2</sub> også en ny ting. Få lande har regulering på området, og der er i dag meget få erfaringer med politiske indsatser målrettet indlejret CO<sub>2</sub> i byggeriet. Hvad virker, hvor er der brug for yderligere støtte, hvornår er kravene høje nok, eller er de for høje? Det er med andre ord et politisk område, hvor lovgiverne også mangler erfaring at læne sig op ad.

Det viser arbejdet med udmøntningen af Danmarks Nationale Strategi for Bæredygtigt Byggeri også, hvor meget endnu ikke er lagt fast, og hvor man stadig to år efter sidder i arbejdsgrupper og arbejder med udmøntningen af strategien.

Det afspejler sig også tydeligt i det nuværende politiske ambitionsniveau og det tempo, man i dag lægger

op til, for indfasning af krav til indlejret CO<sub>2</sub>. Kravet om at holde sig under 12 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år regnes af flere for at være en meget højt sat grænseværdi, som næsten alle nybyggerier allerede i dag kan leve op til. Build – Institut for Byggeri, By og Miljø på Aalborg Universitet sammenligner i en rapport klimapåvirkningen fra 60 forskellige bygninger lige fra enfamiliehuse til lejligheder og kontorer. Den konkluderer, at kun syv af dem havde en klimapåvirkning på over 12 kg CO<sub>2</sub> pr.m<sup>2</sup> pr. år.<sup>10</sup> Medianen lå på 9,5 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år. Det tyder på, at man lovgivningsmæssigt i dag har lagt sig et pænt stykke fra, hvad der kunne skabe et klart træk mod reduktioner i den indlejrede CO<sub>2</sub>, og hvad der er den rette lovgivningsmæssige ramme i forhold til at få byggeriet til at reducere hurtigt nok i forhold til nationale klimamål.

**“Der sker for lidt, og vi bliver for meget i ‘vi plejer’.  
Derfor er det vigtigt, at vi får kigget på incitament,  
der kan være med til at fremme langt mere cirkulært  
byggeri. Det skal gøre mere ondt at gøre tingene  
forkert, og det skal være nemmere og mindre  
risikofyldt at vælge cirkulære materialer. Det kræver,  
at man politisk kigger med cirkulære briller på  
lovgivningen og har politisk mod til at være ambitiøse.  
Eksempelvis som nu, hvor det er meldt ud at lade  
genbrugsmaterialer medregnes med 0 kg CO<sub>2</sub> i  
LCA’en.”**

Jens Breinholt,  
bæredygtighedschef i PensionDanmark

---

<sup>10</sup> Forsyningskrise hos SMV'er i byggebranchen, SMVDanmark, 2022  
(<https://smvdanmark.dk/analyser/temaanalyser/forsyningskrise-hos-smv-i-byggebranchen>).



## 4. CIRKULARITET ER STADIG BYGGERIETS ØMME TÅ

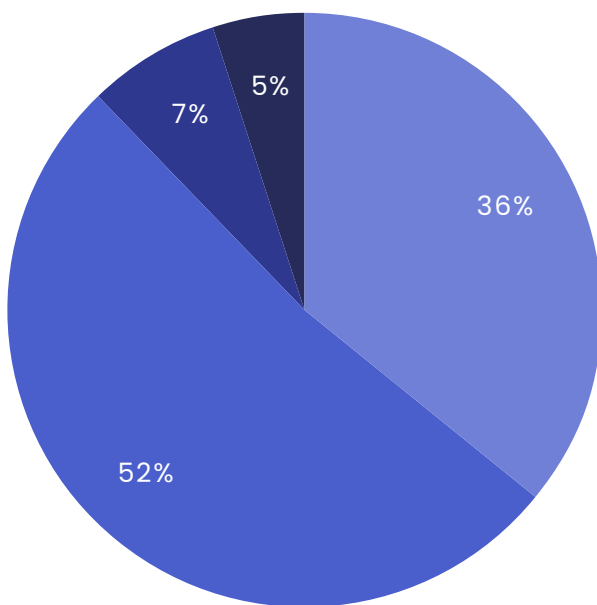
Når man kigger på indlejret CO<sub>2</sub> og ressourceforbrug i byggeriet, er mere cirkularitet en af de absolut vigtigste indsatsområder, hvis byggeriet skal opnå store reduktioner i deres klimaaftryk. Branchen skal omstille sig til at tænke og agere cirkulært. Den skal bruge mindst mulige jomfruelige materialer og dermed genbruge langt flere materialer end i dag. På den måde ender færre materialer deres dage på forbrændingen.

Tager man status på byggeriet i dag, er vi langt fra et scenarie, hvor cirkularitet for alvor er brudt igennem. Tal fra Miljøstyrelsen viser, at der produceres 5 mio. ton bygge- og anlægsaffald i Danmark om året, men at kun 36 pct. af det genbruges.<sup>11</sup> Resten ender på forbrændingen, deponeres i jorden eller knuses og genanvendes til langt mere lavværdimaterialer som eksempelvis støjvolde eller vejunderlag. [Se figur 4.](#)

Sammenlignet med andre brancher ligger byggeriet i den tunge ende. Andelen af genanvendt affald fra andre brancher ligger på mellem 50-74 pct., som f.eks. industrien, der genanvender 74 pct. af deres affald.

Det har ellers ikke skortet på udmeldinger om, at byggeriet skulle være mere cirkulært. Både politisk og i branchen har der i mange år været talt meget om genbrug og genanvendelse. Cirkularitet har således været et genkommende hovedtema på diverse byggekonerferencer og i politiske brandtaler, og flere i branchen har i mange år haft cirkularitet som en ambition. Vi har desuden de seneste år set mange flagskibsbyggeprojekter, som er blevet udråbt som cirkulære best practice-eksempler.

Men vi har endnu til gode at se storskala cirkulære projekter, der er bygget på kommercielle vilkår. Og kigger man på de aktuelle tal for byggeriets ressourceforbrug, så er det tydeligt, at cirkularitet ikke er blevet normen i sektoren endnu.



FIGUR 4. TONSVIS AF BYGGEAFFALD GENBRUGES IKKE

- Nyttiggørelse, fx i nedknust form under veje og pladser
- Genanvendelse (inkl. forberedelse til genbrug)
- Bortskaffelse (deponering)
- Forbrænding

Langt størstedelen af byggeriets store affaldsmængder bliver brændt af eller laves om til vejfyld og andre lavværdiprodukter. Det er i dag kun lidt over en 1/3 del af byggeriets affald, der genbruges.

Kilde: Miljøstyrelsen, 2021.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Cirkulær økonomi i byggeriet, Realdania, 2021 ([https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark\\_samlet\\_inkl.\\_I\\_sevejledning\\_final](https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark_samlet_inkl._I_sevejledning_final)).

<sup>12</sup> Cirkulær økonomi i byggeriet, Realdania, 2021 ([https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark\\_samlet\\_inkl.\\_I\\_sevejledning\\_final](https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark_samlet_inkl._I_sevejledning_final)).

## GEVINSTEN VED AT BRUGE MURSTEN IGEN OG IGEN

Adskillige analyser og studier har de seneste år dokumenteret, at der er store klimareduktions-potentialer i, at byggeriet bliver mere cirkulært. Blandt andet peger en analyse fra Ellen MacArthur Foundation på, at alene omstillingen til en mere cirkulær økonomi kan reducere globale CO<sub>2</sub>-reduktioner fra byggeriet med hele 38 pct. i 2050<sup>13</sup> – særligt ved at efterspørgslen på cement, stål, aluminium og plastik reduceres.

Tilsvarende viser beregninger fra FN's Internationale Ressourcepanel,<sup>14</sup> som kigger på potentialet for reduktion af byggeriets klimaaftryk gennem materialeeffektivitetsstrategier i G7-landene, at ambitiøse politiske materialeeffektivitetsstrategier, herunder anvendelse af genanvendt materialer, kan reducere CO<sub>2</sub>-udledningen i beboelsesejendommens materialecyklus med over 80 pct. i 2050.

Også i rapporten "Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning – Forundersøgelse" fra Build<sup>15</sup> – Institut for Byggeri, By og Miljø ved Aalborg Universitet – sammenlignes en række nyproducerede versus genanvendte og genbrugte byggematerialer. Her identificeres en lang række CO<sub>2</sub>-besparelser ved at recirkulere materialer. Deres beregninger viser store klimareduktionspotentialer for genbrug af en række materialer – herunder eksempelvis tagsten, mursten og aluminiumsplader. [Se tekstboks 5.](#)

Tager man alene mursten, så er den samlede klimapåvirkning for 1 m<sup>2</sup> murværk af genbrugsmursten 14,34 kg CO<sub>2</sub>.<sup>16</sup> Til sammenligning er den samlede klimapåvirkning for 1 m<sup>2</sup> konventionelt murværk 64,11 kg CO<sub>2</sub> – altså mere end fire gange højere, end hvis man byggede med genbrugte mursten.

Rådet for Grøn Omstilling og CONCITO har i projektet Bygninger og Grøn Omstilling udarbejdet notatet

“Cirkulær Økonomi i byggeriet – med fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer”.<sup>17</sup> I fremsynsnotatet beskrives en række muligheder og barrierer for genbrug og genanvendelse og stiller dem op imod fordele og ulemper i forhold til brug af nye ressourcer og byggematerialer. Her er konklusionen også meget tydeligt, at der er store klimapotentiale for mere genbrug.

Potentialet er også til stede, når det kommer til praksis på selve byggepladsen. Ifølge Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren er der således et stort reduktionspotentiale i at ændre vaner og planer for at genbruge og genanvende mere på byggepladser.<sup>18</sup> Partnerskabet vurderer således, at der kan ligge en CO<sub>2</sub>-besparelse på 200-600.000 ton CO<sub>2</sub> pr. år, hvis man integrerer cirkulære løsninger – alene på byggepladsen.

Der er også potentielle økonomiske gevinster ved at gå den cirkulære vej. Ellen MacArthur Foundation lavede tilbage i 2015 en analyse af de økonomiske potentialer for cirkulær økonomi i Danmark og fandt et af de største potentialer i byggeindustrien og bygninger. Analysen viste, at genbrug og højværdi-genanvendelse af komponenter og materialer kan medføre en nettoværdi på 0,8-1,1 mia. kr. pr. år i 2035.

## HVOR BLIVER STORSKALA-PROJEKTERNE AF?

De seneste år har vi herhjemme i stigende grad set initiativer og projekter målrettet udvikling af cirkulære byggematerialer og processer. Der er også blevet givet store summer fra både offentlige og private fondsmidler til udviklings- og demonstrationsprojekter. Vi har set en lang række partnerskaber mellem virksomheder, investorer, forskningsinstitutioner og også offentlige myndigheder omkring konkrete cirkulært forankrede byggeprojekter. Desuden har vi set en lang række partnerskaber inden for byggebranchen, som er etableret netop med det formål at fremme cirkulære materialestrømme.

<sup>13</sup> Reimagining our buildings and spaces for a circular economy, Ellen MacArthur Foundation, 2023 (<https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/built-environment/overview>).

<sup>14</sup> 2022 Global Status Report for Buildings and Construction, UNEP, 2022 ([https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/FULL%20REPORT\\_2022%20Buildings-GSR\\_1.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/FULL%20REPORT_2022%20Buildings-GSR_1.pdf)).

<sup>15</sup> Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019. (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).

<sup>16</sup> Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019. (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).

<sup>17</sup> Cirkulær økonomi i byggeriet – med fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer, Rådet for Grøn Omstilling, 2022 (<https://rgo.dk/cirkulaer-oekonomi-i-byggeriet-med-fokus-paa-genbrug-og-genanvendelse-af-byggematerialer/>).

<sup>18</sup> Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren, Regeringens Klimapartnerskaber for Bygge- og anlægssektoren, 2020

hylderne, som gør det muligt og nemt for aktører i byggeriet at vælge mere cirkulære produkter. Markedet består i dag af mindre aktører, som baserer sig på mere sporadiske materialestrømme, og de store spillere inden for salg af byggevarer gør sig stadig kun i meget lille omfang i cirkulære produkter.

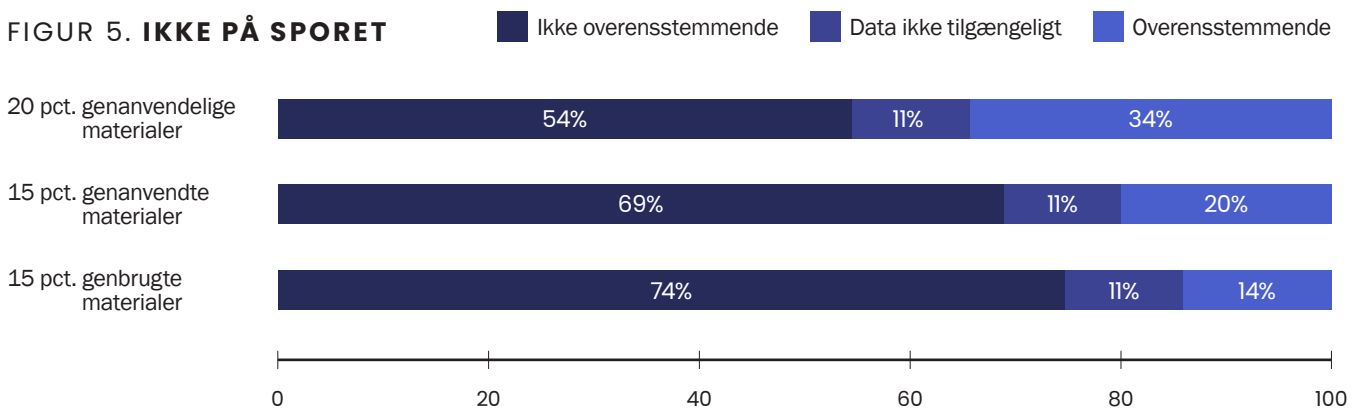
Der er heller ikke i byggeriet etableret de værdikæder og nye produktionsstrømme, som kan sikre, at nedtagne byggematerialer får nyt liv og ikke bare ender deres dage på forbrændingen. Det gælder eksempelvis forarbejdningsfaciliteter, upcycling centre og testfaciliteter, som kan være med til at klargøre og kvalitetssikre brugte byggematerialer til genbrug. Og når det kommer til cirkularitet i konkrete byggeprojekter, er det primært i form af bløde hensigtserklæringer og ikke konkrete krav til eksempelvis andelen af genbrugt materiale eller analyse af cirkulær værdi på nedtaget byggemateriale.

Meget skal også ændres i forhold til, hvordan vi håndterer brugte byggematerialer, som i dag ofte er genanvendelse på et lavt niveau, og hvor der stadig er meget lidt direkte genbrug.<sup>20</sup> Når byggematerialer som eksempelvis aluminium, stål og gips indgår i et cirkulært kredsløb efter at være blevet taget ud af en bygning og skal genanvendes, sker det således ofte gennem en større omarbejdningsproces, som ofte både er energitung og omkostningsfuld.

Trods klimapotentialer og et stort antal innovationsprojekter er der dog ikke sket et reelt gennembrud for cirkulært byggeri. En analyse fra 2023 lavet af tyske DGNB baseret på 38 bygninger fra forskellige europæiske lande – herunder syv bygninger i Danmark – viser således, at ingen af bygningerne lever op til de krav, som Platform for Sustainable Finance i dag anbefaler skal være grundlag for EU taksonomiens cirkulære kriterier.<sup>19</sup> Det gælder både i forhold til genanvendelsesprocent og genbrugsprocent. Se figur 5. Analysen konkluderer således, at industrien ikke er “forberedt på den transformation til en cirkulær økonomi, som EU foreskriver.”

Vi har også stadig til gode at se et kommercielt gennembrud for cirkulære løsninger i byggeriet. Vi har i dag ikke meterverer af cirkulære produkter på

FIGUR 5. IKKE PÅ SPORET



Både herhjemme og i flere andre europæiske lande bliver der i dag ikke bygget inden for de krav, som ligger i EU's lovgivning på det finansielle område.

Kilde: DGNB, 2023.<sup>21</sup>

<sup>19</sup> Study: Buildings don't meet EU Circular Economy Taxonomy requirements, Circular, 2023 (<https://www.circularonline.co.uk/news/study-buildings-dont-meet-eu-circular-economy-taxonomy-requirements/>).

<sup>20</sup> Byggeaffald i tal, VCØB, 2023 (<https://vcob.dk/vcob/nedrivning/hvad-er-byggeaffald/>).

<sup>21</sup> Circular Economy Taxonomy Study: buildings do not meet EU requirements, DGNB, 2023 (<https://www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilungen/2023/circular-economy-taxonomy-study>).

**“Vi vil gerne, men det er svært. Vi har brug for, at der politisk bliver stillet flere cirkulære krav til os som bygherrer og til rådgivere. Det skal være noget, vi skal gøre.”**

Pernille Kern Kernel, specialkonsulent,  
Region Hovedstaden



## TEKSTBOKS 5. STORE REDUKTIONSPOTENTIALER VED GENBRUG OG GENANVENDELSE

“Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning – Forundersøgelse” udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, viser, at der er klimagevinster at hente ved mere cirkularitet.

For en række materialer er der en stor (> 50 pct.) gevinst at hente ved cirkularitet

Det omfatter:

- Murværk af genbrugsmursten
- Genbrugt murværkselement
- Genbrugte betonbjælker
- Genbrugte stålprofiler
- Genbrugte bærende træbjælker og -stolper
- Genbrugt trægulv
- Kassevinduer af genbrugte termoruder
- Genbrugstagsten
- Facadebeklædning af genanvendte ventilationsrør
- Genanvendte aluminiumsplader som beklædning af facade eller tag
- Genbrugt indvendig dør
- Genanvendt tagpap

For andre materialer er der en mindre (10-50 pct.) gevinst at hente.

Det omfatter:

- Spånplader med genanvendt træ
- Gipsplader med genanvendt gips

For enkelte materialetyper er der ikke nogen klimagevinst (<10 pct.) eller ligefrem en højere udledning forbundet med det genanvendte/genbrugte scenarie.

Det omfatter:

- Genanvendt beton
- Facadebeklædning af glaskeramik



## FLERE BARRIERER STÅR I VEJEN

Der er en række centrale barrierer, der i dag forhindrer en reel cirkulær omstilling af byggeriet – og som er nødvendige at adressere, hvis cirkularitet for alvor skal op i volumen i byggebranchen.

### ► GENNEMGRIBENDE OPGØR MED, HVAD VI PLEJER

Ellen MacArthur Foundation<sup>23</sup> har cirkulært byggeri som et af deres store fokusområder og har gennemført flere analyser på området, som afdækker både muligheder, men også de største barrierer for mere cirkularitet i byggeriet. De peger på, at cirkularitet først kan blive en realitet, hvis der sker et gennemgribende redesign af både produkter, værdikæder, partnerskaber og nye måder at tænke et byggeprojekt. Det er selvsagt ikke nogen nem opgave at gentænke hele byggeprocessen på tværs af værdikæden. Det kræver ny viden og nye kompetencer fra både arkitekter, bygherrer, entreprenører, håndværkere og affaldshåndtering. Det er ikke en viden eller kompetencer, som er til stede bredt set i branchen i dag.

### ► HVEM LØBER RISIKOEN?

En anden barriere for udviklingen af et større udbud af cirkulære materialer er, at der mangler afklaring og sikkerhed i forhold til, hvem der tager ansvaret og står inde for kvaliteten af et cirkulært produkt – og således også løber risikoen ved brug af genbrugsmaterialer. Mange nye byggematerialer har i dag en klar kvalitetsmærkning. Det er ikke gældende, når man kigger på eksempelvis gamle tag-spær, betonkonstruktioner eller isoleringsmateriale, hvilket gør det sværere at dokumentere sikkerheden. Det kan være svært at vide, hvordan og af hvad de er fremstillet, hvad de tidligere har været anvendt til, og hvilke påvirkninger de tidligere har været udsat for. Derfor er der blandt aktører i branchen en bekymring for, at de med genbrugte materialer kan få problemer på den længere bane i forhold til sikkerhed og holdbarhed. Noget af det, der diskuteres i branchen, er muligheden for en forsikringsordning eller støttepuljer, som kan hjælpe til at sikre aktører, der vælger at bruge genbrugte materialer.

### ► MANGLENDE DATA OG VIDEN

Der mangler i dag transparent data, som er nødvendige for at sikre mere genbrug og genanvendelse. Blandt andet peger taksonomi-analysen fra DGNB på mangelfuld information og data som en ud af to primære grunde til, at byggerierne i EU-landene ikke kan leve op til cirkulære krav.<sup>24</sup> En af de store udfordringer i forhold til data er viden om de cirkulære værdier, der ligger i eksisterende byggeri – som skal bruges ved nedrivning og renovering og være med til at sikre, at de byggematerialer, som i dag ender på forbrændingen eller genanvendes til lavværdi formål, kommer ind i et bedre cirkulært kredsløb – med fokus på genbrug og højværdi-genanvendelse. Det er sjældent, at der gennemføres en ressourcekortlægning, hvor man afdækker værdien af bygningen og potentielle "høstede" materialer og bygningsdele. Ifølge Videnscenter for Cirkulært Byggeri skal en ressourcekortlægning levere "en detaljeret bygningsgennemgang med henblik på at kortlægge tilgængelige ressourcer inden nedrivning eller renovering". Kortlægningen giver med andre ord et detaljeret overblik over indholdet af materialer egnet til genbrug, genanvendelse og materialenyttiggørelse. Desuden mangler der inden for byggebranchen data, som klart og kvalificeret dokumenterer CO<sub>2</sub>-effekten af cirkulære byggematerialer. Aktører i branchen har i dag ikke adgang til tilgængelig og kvalificeret data om enkelte byggematerialer, bygningsprofiler og data om flowet af materialer, baseret på prognoser for kommende byggeprojekter, hvor der er materialer på vej.

### ► MANGLENDE LOVGIVNING

Når det kommer til klimaaftryk, har lovgivningen på byggeriområdet i mange år primært fokuseret på at fremme energiforbedringer og effektivisering. Indlejret CO<sub>2</sub> og cirkularitet er både et nyere og mindre prioriteret politisk indsatsområde. De seneste års politiske tiltag er stadig meget mangelfuld i forhold til for alvor at få omstillingen til et mere cirkulært byggeri op i omdrejninger. Det gælder både i forhold til krav og incitament, der fremmer og står i vejen for cirkulære valg. Konkrete eksempler er blandt andet, at der i dag ikke er krav til cirkularitet ved nedtagning af eksisterende bygninger, ligesom der i bygningsreglementet er en række krav til sikkerhed og standarder, som gør det svært for genbrugte varer at finde vej ind på et kommercielt marked.

<sup>22</sup> Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019 (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).

<sup>23</sup> Circular Buildings Toolkit, Ellen MacArthur Foundation, 2023 (<https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/circular-buildings-toolkit>).

<sup>24</sup> Circular Economy Taxonomy Study: buildings do not meet EU requirements, DGNB, 2023 (<https://www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilungen/2023/circular-economy-taxonomy-study>).

## › INGEN ØKONOMISK GULEROD

Det er i dag ofte dyrere at bygge cirkulært. Det skyldes i høj grad, at markedet for cirkulære byggevarer fortsat er relativt umodent, og der derfor ikke er samme udbud af genbrugte byggematerialer. Typisk er det også en mere omkostningsfuld proces at få nedtaget, kvalitetssikret, efterbearbejdet og genbrugt et konkret byggemateriale – sammenlignet med at købe nyproducerede alternativer, eller hvis man vælger at downcycle materialer. Dertil afspejles klima- og ressourcegevinsterne ved genbrug ikke i prisen på genbrugte byggematerialer. [Se tekstboks 6](#). Det kunne man sikre gennem eksempelvis en højere og målrettet CO<sub>2</sub>-afgift, som ville øge de økonomiske incitamenter til at vælge genbrugte alternativer.

### TEKSTBOKS 6. PRIS BETYDER MERE I DANMARK END I VORES NABOLANDE

Bæredygtighed er for alvor på vej frem som et vigtigt parameter i valget af materialer i byggebranchen. En undersøgelse blandt arkitekter og rådgivere i de fire nordiske lande, Danmark, Finland, Norge og Sverige, lavet af Nordic Architect Panel viser, at bæredygtighed i flere lande er blevet vigtigere end prisen, når et materiale skal vælges. I Finland tilkendegiver hele 93 pct. af de adspurgte arkitekter, at bæredygtighed er vigtigere end pris, når de skal vælge byggematerialer, mens det tilsvarende tal for Sverige og Norge er henholdsvis 73 pct. og 67 pct. I Danmark ser det dog ikke helt ud på samme måde. Her er det nemlig kun 46 pct. af de adspurgte, der erklærer sig enig i, at bæredygtighed er vigtigere end pris.

## › BRUG FOR FLERE CIRKULÆRE MATERIALER

Vi har umiddelbart ikke nok brugte byggematerialer til at møde efterspørgslen, hvis ikke der sættes en væsentlig dæmper på byggetrangen – det gælder både herhjemme, i EU og globalt. Derfor er der brug for at kigge på udvikling af cirkulære materialestrømme fra andre sektorer, herunder blandt restprodukter fra landbruget og biogene byggematerialer, hvis man vil sikre, at byggeriets ressourceaftryk og indlejret CO<sub>2</sub> ikke stiger markant over de næste år. Men det er ikke værdikæder, man for alvor er i gang med at opdyrke i dag, og der er endnu ikke etableret materialestrømme i en skala, som gør det kommercielt attraktivt.

## › KUN FÅ KOMMUNER SÆTTER KRAV

Den offentlige sektor i Danmark udbyder årligt for over 30 mia. kr. i bygge- og anlægsopgaver og er derfor en potentiel muskel i forhold til at drive og udvikle byggebranchen i en mere cirkulær retning. [Se tekstboks 7](#). Men det er i dag stadig småt med tydelige krav eller klare incitamenter i offentlige udbud, der direkte fremmer cirkularitet i byggeriet. Det hører således til undtagelserne, når en kommune vælger at stille krav eksempelvis om brug af genbrugte materialer. En af de kommuner, som dog har valgt at gå en mere cirkulær vej i deres byggeprojekter, er Københavns Kommune. Her besluttede byrådet tilbage i 2019, at nye byggeprojekter skal screenes i forhold til det cirkulære potentiale. Desuden blev det besluttet, at udvalgte byggeprojekter skal have et øget særskilt fokus på cirkulær økonomi. Med afsæt i den ambition har Københavns Kommune siden hen lanceret et katalog med konkrete cirkulære kravsspecifikationer til cirkularitet i byggeprojekter inden for kommunens grænser. [Se case side 35](#).

**”Vi står over for et paradigmeskifte. Vi skal finde helt nye måder at gøre tingene på. Det er ikke let, og der er mange barrierer, der skal adresseres, hvis vi skal blive gode til at bygge med genbrug, genanvendelse og nye designprincipper, der gør, at ressourcer bruges længst muligt og af flest muligt.”**

Tine Lange, grundlægger af Responsible Assets og Videnscenter for cirkulært byggeri

## ► HULLER I DEN CIRKULÆRE VÆRDIKÆDE

Projektet CircleBank,<sup>25</sup> som har fået en bevilling fra Innovationsfonden og Realdania, har kortlagt den cirkulære værdikæde i byggeriet og identificeret de primære huller i forhold til at fremme cirkulære materialestrømme. Se case side 36. Deres kortlægning peger på, at det største hul lige nu er mangel på forarbejdnings- og upcycling-faciliteter, der kan aftage materialer fra byggeriet og gøre dem klar til at indgå i kredsløbet igen. Desuden peger deres analyse på, at der mangler en samlet markedsplads for cirkulære byggeprodukter, som kan sikre den nødvendige skala og det nødvendige udbud af konkrete produkter, så det kan blive en reel mulighed at vælge cirkulære alternativer, når man sidder i en konkret byggeproces. Taksonomi-analysen fra DGNB peger også på, at manglende tilgængelighed af cirkulære byggevarer er en ud af to primære barrierer i forhold til at leve op til EU's cirkulære krav.<sup>26</sup>

## TEKSTBOKS 7. CIRKULÆRT BYGGERI: DE STØRSTE FORANDRINGSDRIVERE

Ellen MacArthur Foundation og konsulenthuset Arup udpeger i rapporten “First steps towards a circular built environment”,<sup>27</sup> som omhandler cirkulær omstilling af byggeriet, de tre forandringsdrivere – politikere, investorer og udviklere – der har størst potentiale for at fremme cirkularitet i byggeriet. I rapporten udpeges de vigtigste handlinger, som hver af de tre forandringsagenter kan igangsætte for at fremme omstillingen til en langt mere cirkulær byggebranche:

Politikere skal:

- Arbejde med industrien for at udvikle en understøttende politisk ramme på flere niveauer
- Bruge politiske løftestænger som offentlige indkøb til at stimulere efterspørgslen efter cirkulære løsninger
- Initiere og facilitere offentlig-private partnerskaber for at udvikle skalerbare projekter

Investorer skal:

- Indgå i offentlig-private partnerskaber for at udvikle skalerbare projekter
- Støtte forskning i nye værdiansættelsesteknikker, der eliminerer strukturelt affald og opretholder eller øger værdien af materialer

Udviklere skal:

- Lede offentlig-private partnerskaber med henblik på at udvikle skalerbare projekter
- Udvikle evidensbaseret base, der demonstrerer værdien af et cirkulært bygget miljø

<sup>25</sup> Construction made circular, Circle Bank, 2023 (<https://circlebank.dk/>).

<sup>26</sup> Circular Economy Taxonomy Study: buildings do not meet EU requirements, DGNB, 2023 (<https://www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilung/2023/circular-economy-taxonomy-study>).

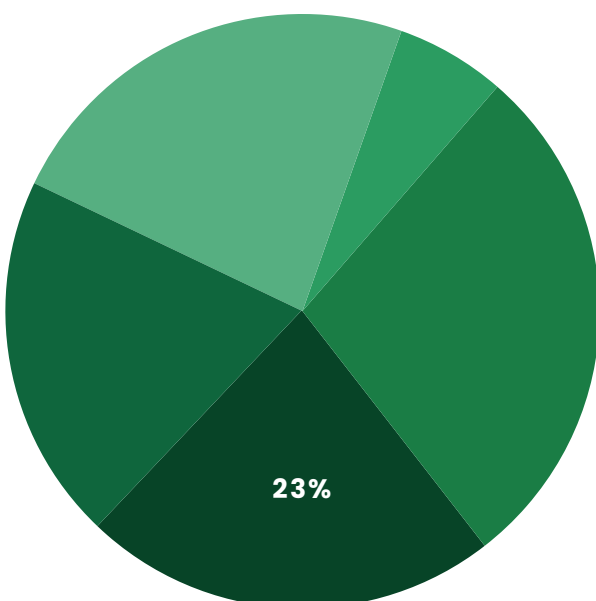
<sup>27</sup> First steps towards a circular built environment, Ellen MacArthur Foundation, 2018 (<https://emf.thirdlight.com/file/24/tU0Jh7utUp7OUpUoNStpe3lPX/First%20steps%20towards%20a%20circular%20built%20environment.pdf>).



## 5. TRE RESSOURCETUNGE BYGGEKLODSE: STÅL, CEMENT OG ALUMINIUM

Stål, cement og aluminium er tre store hovedpiner i byggeriet, når man kigger på mindre ressourceforbrug og klimaaftryk. Alene beton, som er det mest anvendte byggemateriale i verden, tegner sig for 8 pct. af den globale CO<sub>2</sub>-udledning. Samlet set tegner de tre materialer sig globalt for 23 pct. af den totale globale CO<sub>2</sub>-udledning – og langt størstedelen af forbruget af stål, beton og aluminium sker i byggeriet. [Se figur 6](#). Og det er endnu ikke lykket at knække kurven i forhold til at mindske udledningerne. Ifølge IEA er CO<sub>2</sub>-udledningen fra stålindustrien steget over det seneste årti – primært på grund af øget efterspørgsel.<sup>30</sup> Kigger man på prognoser for byudvikling

og forventet aktivitet i byggeriet de kommende år, så må efterspørgslen på de tre materialer forventes at fortsætte med at stige – og dermed også CO<sub>2</sub>-udledningen, hvis ikke der findes og implementeres en række klimareducerende tiltag. Kigger man alene på beton, forventes den globale cementproduktion at stige fra det nuværende niveau på 4,4 til 7,0 mia. ton pr. år i 2050.<sup>31</sup> Således fastslår World Green Building Council også, at det at finde mere bæredygtige byggematerialer vil være et af de mest effektive midler til at nå vores globale mål for at takle klimaforandringerne.



FIGUR 6. ENORMT KLIMAAFTRYK FRA DE TRE POPULÆRE MATERIALER

- Transport
- Andre
- Drift af bygninger
- Industri
- Cement og beton (11%)
- Stål (10%)
- Aluminium (2%)

Kilde: Architecture 2030, 2023.<sup>32</sup>

<sup>30</sup> Iron and steel, IEA, 2022 (<https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>).

<sup>31</sup> Forskningsprojekt skal udvikle cement med op mod 50 pct. CO<sub>2</sub>-reduktion, Teknologisk Institut, 2023 (<https://www.teknologisk.dk/ydelsler/forskningsprojekt-skal-udvikle-cement-med-op-mod-50-pct.-co2-reduktion/42899>).

<sup>32</sup> Actions for a Zero Carbon Built Environment, Embodied Carbon, Architecture 2030, 2023 (<https://architecture2030.org/embodied-carbon-actions/>).

Derfor er der i den grad brug for indsatser og tiltag, som kan være med til at skubbe de tre klimatunge byggematerialer i en klimavenlig retning.

Det er også en erkendelse, der har ramt flere aktører inden for alle tre sektorer. Her sættes der i stigende grad klimamål, udformes bæredygtighedsstrategier, igangsættes alliancer og partnerskaber og investeres i udvikling og implementering af nye og mere klimavenlige løsninger.

Vi har de seneste år set et stadig større fokus på at reducere CO<sub>2</sub>-aftrykket fra selve produktionsfasen af de tre materialer med investeringer fra flere virksomheder i energieffektivitet og i udvikling af nye produktionsformer baseret på elektrificering eller mindre klimaskadelige energikilder – og på længere sigt på at kunne basere produktionen på PtX fremstillet med vedvarende energi og elektrolyse. Desuden ser vi et fokus på optimering af forbruget af materialer i byggeriet – med henblik på materialereduktioner gennem nye designmetoder og samarbejdsformer. Ud over dette ser vi også et stigende fokus på udvikling og skalering af mere cirkulære forretningsmodeller og på at skabe bedre muligheder for genanvendelse og genbrug af de tre materialestrømme.

En lang række analyser og opgørelser viser, at der i forhold til både stål, beton og aluminium er store klimagevinster ved cirkularitet. Et eksempel: Ifølge European Aluminiums notat "Recycling Aluminium. A Pathway to Sustainable Economy" kræver genanvendelsesprocessen kun 5 pct. af energiforbruget sammenlignet med produktionen af primærmetall.<sup>33</sup> Tager man produktionen af aluminium, som er baseret på scrap (genanvendt), udledes 0,5 kg CO<sub>2</sub> pr. produceret kg aluminium. Til sammenligning udledes 20 kg pr. produceret kg jomfrueligt aluminium – alt afhængigt af om energikilden er kul eller baseret på vandkraft eller atomkraft, som er de mest udbredte energiformer brugt i produktionen af aluminium i dag. [Se figur 7.](#)

Men når det kommer til at få skabt højværdi cirkulære materialestrømme inden for alle tre materialer, er man dog langt fra at være i mål. I forhold til beton er produktionen og anvendelsen af genbrugsbeton endnu langt fra at nå noget, der minder om industriel skala, og i forhold til stål og aluminium er der i dag stor grad af genanvendelse, men ikke meget direkte genbrug. Skal potentialerne ved direkte genbrug og højværdigenanvendelse indfries, er der i den grad brug for yderligere produktinnovation, nye værdikæder, attraktive forretningsmodeller og fælles standarder, som kan være med til sikre, at de tre klimatunge materialestrømme i byggeriet recirkuleres igen og igen.

## STADIG MEGET LIDT DIREKTE GENBRUG

Både stål og aluminium er materialer, som allerede i dag har en positiv materialeleværdi i forhold til genanvendelse. De kan omsmeltes og bruges igen og igen, uden at egenskaberne eller kvaliteten forringes, og der er god økonomi i at indsamle og genbruge begge materialer. Der findes således allerede i dag flere processer og systemer, som sikrer, at både stål og aluminium får flere liv. Og genanvendelsesgraden er på globalt plan høj – det gælder også inden for byggeriet. I forhold til aluminium vurderer man, at omkring 75-80 pct. af aluminium er i cirkulære kredsløb i dag.

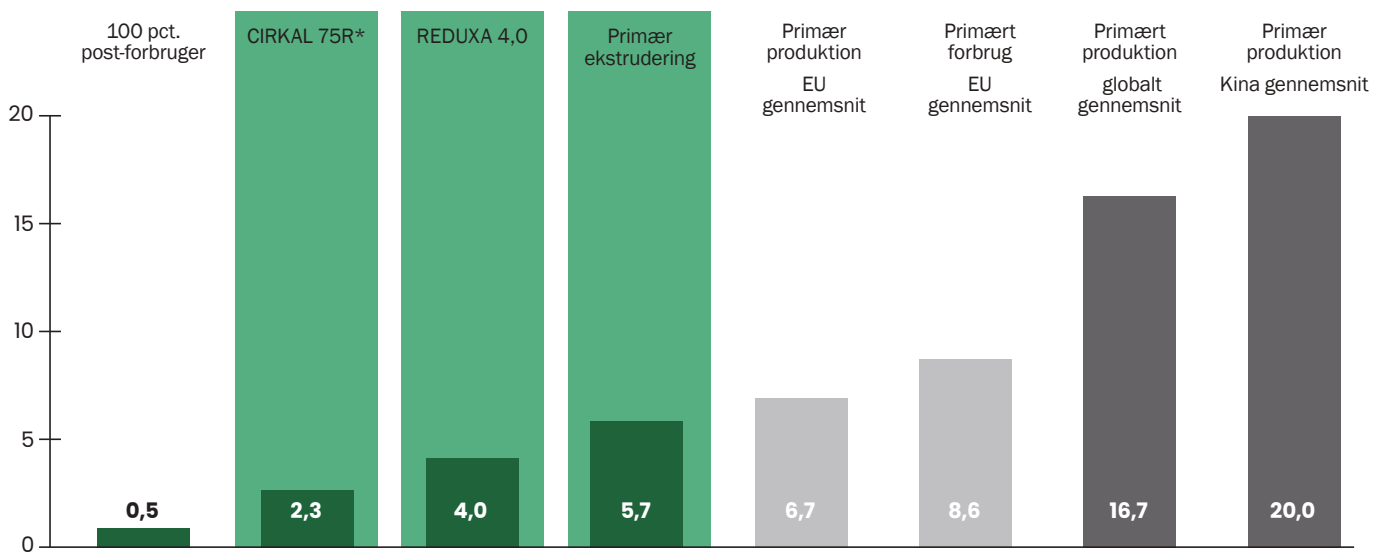
Beton har i dag en lavere materialeleværdi, og en stor del af den eksisterende beton fra byggeriet ender på forbrændingen. Det anslås således, at der årligt generes ca. 2 mio. ton betonaffald i Danmark, svarende til ca. 25 pct. af alt bygge- og anlægsaffald. Kun godt 1 mio. ton betonaffald bliver registreret, og af dette genanvendes +90 pct. – men i lavværdikredsløb primært som vejfyld.<sup>34</sup> Her adskiller Danmark sig fra flere andre lande, hvor der er mange eksempler på, at beton bliver genanvendt i ny beton som tilslag, der iblandes ny beton. I Danmark er dette endnu ikke udbredt.

<sup>33</sup> What to look out for when specifying recycled aluminium system, WICONA, 2021 (<https://www.wicona.com/en/baltics/wicona/news-overview/what-to-look-out-for-when-specifying-recycled-aluminium-systems/>).

<sup>34</sup> Anvendelse af beton i byggeriet, CONCITO & Rådet for Grøn Omstilling, 2021 (<https://concito.dk/sites/concito.dk/files/media/document/2021.11.26%20Fremsynsnotat%20beton%20i%20byggeriet.pdf>)

<sup>35</sup> Effektvurdering i Circular Builders projektet – Samlet notat, Teknologisk Institut, 2022 ([https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/09/Samlet-notat\\_Circular-Builders.pdf](https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/09/Samlet-notat_Circular-Builders.pdf)).

**FIGUR 7. GENANVENDELSE AF ALUMINIUM HAR STORE KLIMAPOTENTIALER**



Når man producerer aluminium baseret på eksisterende aluminium restprodukter, udledes der i produktionsprocessen kun 5 pct. af energiforbruget sammenlignet med produktionen af aluminium baseret på jomfruelige materialer.

Kilde: WICONA, 2021.<sup>36</sup>

De største klimabesparelser i forhold til alle tre byggematerialer findes dog ikke ved genanvendelse, men når det er muligt at genbruge materialerne. En væsentlig årsag til dette er, at hele forarbejdningsprocessen og produktionen af et nyt byggemateriale undgås – hvilket er en stor del af materialernes CO<sub>2</sub>-aftryk, også selvom en del eller hele produktionen er baseret på ikke-jomfrueligt materiale. En forundersøgelse fra SBi af 11 byggematerialers klimabelastning fra 2019 viser, at genbrugte betonelementer og genbrugte betonsøjler/bjælker udleder 13,4 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>3</sup>, hvilket svarer til 95,6 pct. mindre end konventionel beton. Til sammenligning har beton med 20 pct. genanvendt tilslag en potentiel CO<sub>2</sub> besparelse på 0,3 pct.<sup>35</sup> Tilsvarende viser "Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning – Forundersøgelse" udarbejdet af SBi, at der er mere end 50 pct. CO<sub>2</sub>-besparelse ved genbrug af stålprofiler og aluminiumsplader.

<sup>36</sup> What to look out for when specifying recycled aluminium systems?, WICONA, 2021 (<https://www.wicona.com/en/baltics/wicona/news-overview/what-to-look-out-for-when-specifying-recycled-aluminium-systems/>).

## IKKE DESIGNET TIL GENBRUG

Som det også er gældende for en lang række materialer i byggeriet, er der aktuelt meget lidt direkte genbrug af aluminium, stål og beton i byggesektoren.<sup>37</sup> Når beton, stål og aluminiumselementer i dag genbruges, er det primært på forsøgsplan eller enkeltstående byggeprojekter, hvor en arkitekt får en ide om, at noget skal baseres på genbrugte materialer. Det er med andre ord ikke noget, man gør bredt i branchen.

En af de primære barrierer for mere direkte genbrug af både stål, aluminium og beton i byggeriet, men i øvrigt også for mange andre byggematerialer, er, at mange af de materialer, som kom ind i byggeriet for 20, 30 og 50 år siden, ikke er designet med genanvendelse og nedtagning for øje.

Det gør, at de ofte er produceret, så de kan være svære at skille ad igen – det gælder eksempelvis betonelementer, som typisk støbes sammen med beton, hvilket gør det svært at skille ad uden at beskadige elementerne. Dertil kan være usikkerhed om kemikalieindholdet og sikkerhedskrav, i forhold til om byggematerialerne lever op til de nuværende krav på området. Kemikalier i byggematerialer er en af de helt store hindringer for direkte genbrug.

Derfor er der brug for, at der fremadrettet udvikles beton-, stål- og aluminiumsprodukter, som er designet til direkte genbrug. Det skal ske gennem mere enkle produktsammensætninger, mindre brug af kemikalier, modulært design mv. Det har man blandt andet forsøgt i projektet Circle House, hvor bygningens betonelementer er blevet sammenboltret i stedet for at blive støbt sammen, for at de hermed senere kan demonteres og efterfølgende blive anvendt igen andetsteds. [Se case side 36 og tekstboks 8.](#)

En ting er dog fremadrettet produktion, noget andet er at sikre, at alle de klimatunge stål-, aluminiums- og betonmaterialer i den eksisterende bygningsmasse også kan blive genbrugt. Det vil kræve, at der udvikles yderligere løsninger og teknologier, som kan være med til at bearbejde, kvalitetssikre og redesigne eksisterende beton, aluminium og stålprodukter til at kunne genbruges i større omfang i byggeriet. Det vil også kræve, at der opbygges et led i værdikæden, som kan analysere, kvalitetssikre og klargøre beton, stål og aluminiumsmaterialer til direkte genbrug – og sideløbende, at der udvikles en kommerciel attraktiv model for dette, hvilket analyser peger på ikke er tilstrækkeligt til stede i dag. Et eksempel på dette er projektet ReCreate, som arbejder på at forbedre den tekniske og økonomiske model for at adskille og genbruge betonelementer, som ikke er blevet designet til at blive adskilt.

### TEKSTBOKS 8. DESIGN TIL ADSKILLELSE

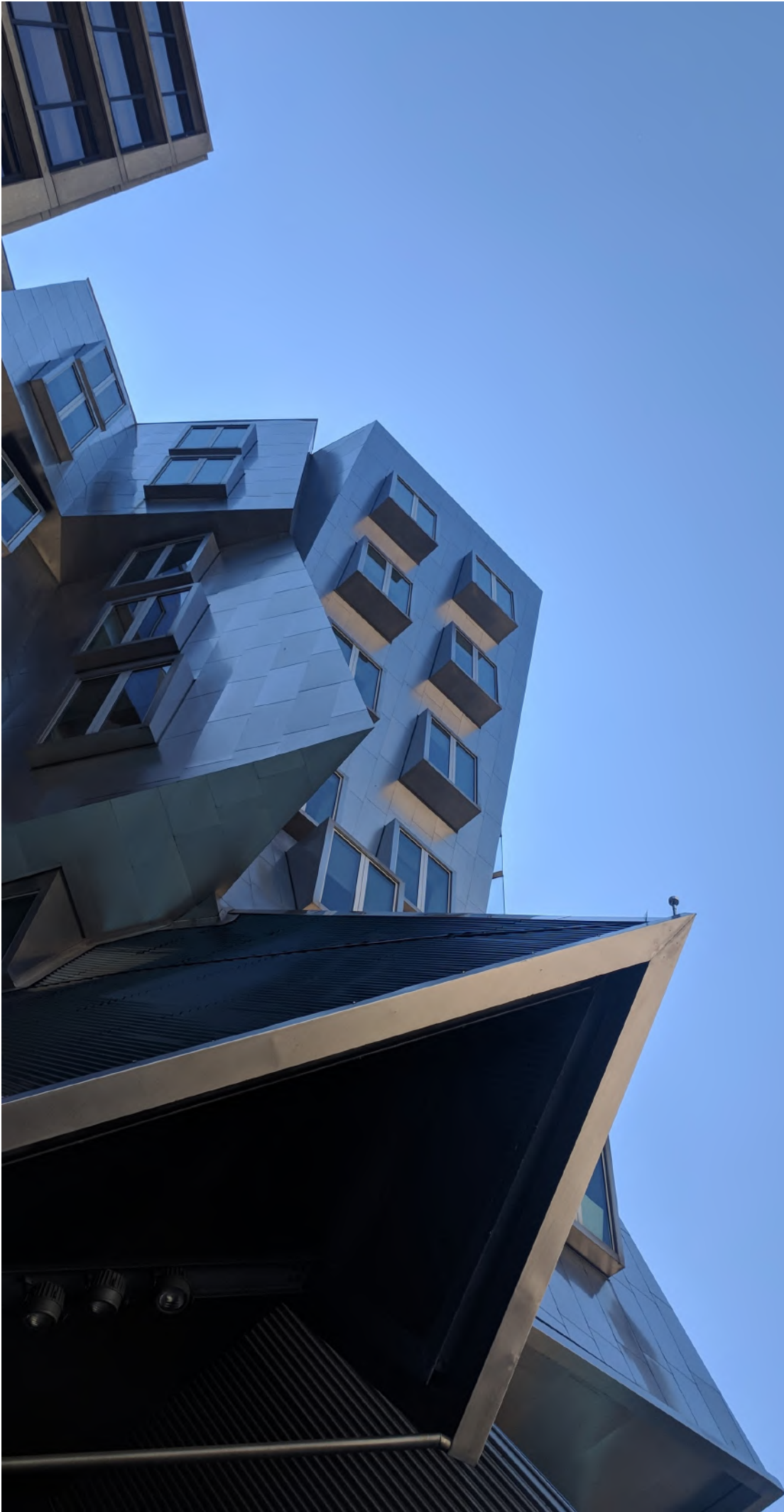
Der er i år kommet en ny ISO-standard DS/ISO 20887, som sætter en ny ramme for "design for adskillelse" i byggeriet.<sup>38</sup> På dansk hedder den "Design med henblik på afmontering og tilpasning", oversat fra engelsk "Design for Disassembly and Adaptability". Standarden guider aktører i byggeriet i, hvordan man designer et bygge- eller anlægsprojekt, så man senere kan adskille de forskellige bygningskomponenter – som en del af at sikre omstillingen til et mere cirkulært byggeri. Den nye standard bliver også nævnt i EU-taksonomien som en anbefalet metode til at bevise bygningens cirkularitet. I standarden fremlægges 10 designprincipper til at konstruere bygninger. De er følgende:

- **Alsiddighed**
- **Konvertibilitet**
- **Udvidelsesmuligheder**
- **Nem adgang**
- **Uafhængighed og reversible samlinger**
- **Undgåelse af unødvendig behandling og finish**
- **Understøttelse af cirkulær økonomi**
- **Enkelhed**
- **Standardisering**
- **Sikkerhed ved demontering**

<sup>37</sup> Direkte genbrug af beton i byggeriet, Gate 21, 2022 ([https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/11/Argumentkatalog\\_genbrug-af-beton-01.pdf](https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/11/Argumentkatalog_genbrug-af-beton-01.pdf)).

<sup>38</sup> Byggestandard kan hjælpe virksomheder med at leve op til EU-taksonomien, Dansk Standard, 2023 (<https://www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2023/03/byggestandard-kan-hjaelpe-virksomheder-med-at-leve-op-til-eu-taksonomien>).







## 6. FREMTIDENS CIRKULÆRE BYGGERI – HVORDAN SER DET UD?

Flere aktører i branchen arbejder i dag med udvikling af mere cirkulært byggeri gennem forskellige forsknings- og udviklingspartnerskaber. Det er eksempler, som peger i retning af, hvordan fremtidens cirkulære byggeri ser ud – hvem, hvordan, med hvad og med hvilket klima- og ressourceaftryk.

Her præsenteres et udpluk af de projekter, som er i gang i branchen, hvor cirkularitet og mindre ressourceforbrug er i fokus.

### CASE: 4-1 PLANET – SÅDAN BYGGER VI INDEN FOR DE PLANETÆRE GRÆNSER

”Med Boligbyggeri fra 4 til 1 planet vil vi inspirere og udfordre materialeproducenter, designere, entreprenører og bygherrer til, ved fælles hjælp, at udvikle boliger med en markant lavere udledning af CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser.” Sådan lyder formålet med Boligbyggeri 4-1 planet-projektet, som Villum Fonden og Realdania står bag.<sup>39</sup> Målet er at udvikle løsninger og opføre eksempler på sunde og attraktive boliger, som reducerer det samlede klimaaftryk fra vugge til grav for nyt boligbyggeri i Danmark med 75 pct. inden 2030. I projektet er udvalgt ni eksempelbyggerier med et samlet areal på 95.000 m<sup>2</sup>, svarende til 3 pct. af Danmark årlige byggeri, som over de næste år skal forsøges opført med en klimabelastning på kun 2,5 kg CO<sub>2</sub> pr. m<sup>2</sup> pr. år.<sup>40</sup> Erfaringerne fra de ni projekter skal deles bredt ud i branchen ud fra en ambition om at udvikle markedet og erfaringerne med klimavenligt og cirkulært byggeri.

### CASE: KØBENHAVNS KOMMUNES NYE CIRKULÆRE UDBUDSKRAV

Københavns Kommune har sat fokus på at fremme mere cirkulært byggeri og har som led i dette besluttet, at cirkularitet skal indgå som en del af pointgivningingen ved udbud til konkretet byggeprojekter.<sup>41</sup> De skriver direkte, at ambitionen er, at byggeprojekter ”inden for projektets økonomiske ramme implementerer flest mulige af de cirkulære elementer”.

Konkret har Københavns Kommune udvalgt otte DGNB-kriterier, som danner rammen for, hvordan kravene til cirkulært byggeri i kommunen formuleres og realiseres:

- Kvalitet i forberedelsen af projektet
- Bæredygtighed i entrepriseudbud
- Byggeplads/byggeproces
- Livscyklusvurdering
- Miljøfarlige stoffer
- Ansvarsbevidst ressourceindvinding
- Fleksibilitet og tilpasningsevne
- Nedtagning og genanvendelse.

Pointgivningingen foretages i samarbejde mellem projektleder eller projektchef, rådgiver og Byggeri Københavns specialister i cirkulær økonomi. Herudover skal der i enkelte udvalgte projekter arbejdes med et særskilt øget fokus på cirkulær økonomi for at sikre løbende udvikling af området.

Baseret på dette har København Kommune formuleret en række konkrete krav, som indsættes i udbuddene blandt andet til miljø- og ressourcekortlægning ved nedrivning, krav til rådgiver om analyse af sorteringspotentiale af eksempelvis gips og beton og krav om design til genbrug i forhold til en række materialer.

<sup>39</sup> Boligbyggeri - fra 4 til 1 planet, 2023 (<https://www.4til1planet.dk>).

<sup>40</sup> Jagter vildt mål: 9 bygherrer skal reducere CO<sub>2</sub>-aftrykket med 75 pct., Dagens Byggeri, 2023 (<https://www.dagensbyggeri.dk/artikel/119745-jagter-vildt-mal-9-bygherrer-skal-reducere-co2-aftrykket-med-75-pct>).

<sup>41</sup> Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi, Københavns Kommune, 2022 (<https://byk.kk.dk/sites/default/files/2022-12/Bilag%20til%20Håndbog.pdf>).

## CASE: CIRCLE BANK – MERE DATA

Transparent og åben data om alle bygninger i Danmark, og hvilke materialer de indeholder. En national markedsbørs over genbrugte materialer. Rådgivning og støtte til bygherren, der fremmer det cirkulære valg. Tre tiltag, som tilsammen skal bane vejen for en reel skalering af brugen af genbrugte materialer i den danske byggebranche. Dette er ambitionen i innovationsprojektet Circle Bank<sup>42</sup>. Projektet er et treårigt projekt under Grand Solutions, som er finansieret af Innovationsfonden og Realdania.

I samarbejde med en lang række aktører fra branchen arbejdes der på at udvikle en fælles, digital platform, der samler viden om konkrete materialer i det eksisterende byggeri, som kan gøre det nemmere at genbruge og genanvende til højværdi-løsninger for aktører i branchen.

Desuden er fokus på skalering af en større og fælles markedsplatform, som kan være med til at gøre det nemmere, billigere og forudsigeligt at bygge med genbrugsmaterialer.

## CASE: CIRCLE HOUSE – DESIGN MÅLRETTET ADSKILLELSE OG GENBRUG

Circle House<sup>43</sup> er nok det mest kendte og omtalte byggeprojekt i Danmark inden for cirkulært byggeri til dato. Når byggeriet er færdigt ultimo 2023 eller 2024, vil det bestå af 60 almene boliger, der ligger i Lisbjerg ved Aarhus, som er bygget ud fra principperne for cirkulær økonomi. Målsætningen i byggeprojektet lyder mere konkret, at 90 pct. af boligernes materialer skal kunne bruges igen uden at miste "nævnværdig værdi". Senere mulighed for genbrug er således tænkt ind i bygningerne og materialevalget helt fra design- og udviklingsfasen – med fokus på udvikling af mere modulerbart boligbyggeri, langtidsholdbarhed i materialevalg, sikring af adskillelse af materialer og en ambition om at anvende så få elementtyper til at bygge de forskellige bygningstypologier som muligt. En anden målsætning for Circle House-byggeriet er, at boligerne skal kunne opføres inden for gældende økonomirammer for alment byggeri – ud fra ambitionen om at demonstrere, at cirkulært byggeri faktisk er muligt også på kommercielle vilkår. Projektet, som er støttet med 6,9 millioner kroner af Miljøstyrelsen og 3 millioner kroner af Realdania, involverer mere end 60 forskellige virksomheder på tværs af hele byggeriets værdikæde.

## CASE: FELDBALLE FRISKOLE – BIOGENE RESTPRODUKTER FÅR NYT LIV

Byggeri uden at trække veksler på klimaet og ressourcerne. Det er netop, hvad arkitektvirksomheden Henning Larsen Architects har villet demonstrere med en 250 m<sup>2</sup> udbygning på Feldballe Friskole i Rønne på Djursland, hvor alt er designet og konstrueret med naturlige materialer som træ og halm. Her har fokus været på at designe en bygning, som udnytter og upcycler restprodukter fra landbruget, uden at bruge kemikalier i materialer, og hvor alt er designet og konstrueret til adskillelse. I selve designprocessen har afsættet for Henning Larsen Architects været en klar materialestrategi med fokus på biogene materialer, simple konstruktionsprincipper og potentialer for CO<sub>2</sub>-reduktion. Det er målet, at bygningens endelige klimaaft tryk vil være negativt, det vil sige, at der lagres mere CO<sub>2</sub> i selve bygningen, end der samlet set udledes i byggeprocessen.

## CASE: PARTNERSKAB FOR CIRKULÆRT GIPS

Mere klimavenligt byggeri forudsætter, at byggematerialer pr. automatik sorteres og tilbageføres i "closed loops" til byggeriet igen via cirkulære kredsløb. Det er for langt de fleste materialers vedkommende ikke tilfældet i dag, hvor store dele af materialer ryger direkte til forbrænding eller brydes ned til lavværdiprodukter som eksempelvis vejfyld. Netop det er formålet med partnerskabet<sup>44</sup> for cirkulært gips, som består af en række aktører i byggeriet, der ønsker at etablere nye cirkulære materialestrømme for gips. Ifølge partnerskabets estimater ryger godt halvdelen af de 140.000 ton gips, der om året tages ud af byggeriet, direkte på forbrændingen – ikke på grund af manglende egenskaber, men manglende sortering. Og af den del, der i dag genanvendes, er det hovedsagelig i lavværdiprodukter (down-cycling), hvor det iblandes cement eller bruges til jordforbedring på marker og som strøelse til køer. Partnerskabet, som består af gipsproducenterne Saint-Gobain Denmark og Knauf, affaldsbehandlerne Norrecco og RGS Nordic samt nedrivningsentreprenøren Tscherning, har som ambition at fordoble genanvendelsen af gips og sikre, at gipsen bruges til gips igen. De arbejder med et tredelt formål:

- Øge andelen af gipsaffald, der bliver oparbejdet til gipspulver til genanvendelse, i produktionen af nye gipsprodukter
- Sikre rammebetingelser, der fremmer genanvendelsen af gipsaffald til brug i nye gipsprodukter, herunder identifikation af barrierer
- Sikre kvalitet og sporbarhed, som understøtter ønsket om øget genanvendelse.

<sup>42</sup> Construction made circular, Circle Bank, 2023. (<https://circlebank.dk>).

<sup>43</sup> Circle House vil bane vejen for cirkulært byggeri, LEJERBO, 2020 (<https://www.lejerbo.dk/-/media/lejerbo/k/filer/om-lejerbo/byg/faktaark-circle-house-20200306.pdf?la=da&hash=7EF02CF5217FECC343D12F702B45CD2172B0A01D>).

## CASE: NORDIC SUSTAINABLE CONSTRUCTION – NYE CIRKULÆRE KOMPETENCER

En væsentlig barriere for mere cirkulært byggeri er manglen på viden og kompetencer inden for byggesektoren. Netop det er fokus i et nyt tværnationalt nordisk projekt, som skal sikre, at cirkulær forståelse bliver en del af pensum på erhvervsuddannelserne. Projektet blev sendt i udbud i efteråret 2022 og blev vundet af et konsortium bestående af konsulentfirmaet Norion Consult og Videnscenter for Håndværk og Bæredygtighed i januar 2023. Konsortiet skal udvikle, teste, udbrede og evaluere supplerende undervisningsmateriale i tæt samarbejde med nordiske erhvervsuddannelser med den klare ambition at "ruste fremtidens ansatte inden for byggeriet til at tænke og agere mere cirkulært i praksis". Ambitionen med at køre projektet i de nordiske lande er, at man på tværs af landene kan lære af hinanden og samarbejde.

---

<sup>44</sup> Genanvendelse FAQ, Saint-Gobain, 2023  
(<https://www.saint-gobain.dk/genanvendelse-faq#partnerskab>).



## 7. BAG OM RAPPORTEN

Denne rapport er baseret på en lang række interviews – dels med aktører i byggebranchen, dels med eksperter, som beskæftiger sig med cirkulært byggeri.

Desuden inddrager rapporten en stor del af den viden, som Rådet for Grøn Omstilling (RGO) gennem årene har opbygget på byggeri- og ressourceområdet, og de publikationer og notater, som RGO tidligere har publiceret.

Endeligt trækker rapporten på relevante og kvalificerede analyser, som bidrager med viden om cirkulært byggeri – fra både danske og internationale kilder.

Rapporten er skrevet af Anna Fenger Schefte, seniorrådgiver inden for ressourceområdet i Rådet for Grøn Omstilling, og den er finansieret af European Climate Foundation.

## 8. VIDENSKILDER

1. 2022 Global Status Report for Buildings and Construction, UNEP, 2022 ([https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/FULL%20REPORT\\_2022%20Buildings-GSR\\_1.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/FULL%20REPORT_2022%20Buildings-GSR_1.pdf)).
2. Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation, ScienceDirect, 2020 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919317945?via%3DIihub>).
3. Why the built environment?, Architecture 2030, 2023 (<https://architecture2030.org/why-the-building-sector/>).
4. National strategi for bæredygtigt byggeri, Indenrigs- og Boligministeriet, 2021 (<https://im.dk/Media/637787884257325807/National%20strategi%20for%20b%C3%A6redygtigt%20byggeri-a.pdf>).
5. Reduction Roadmap, 2022 (<https://reductionroadmap.dk/>).
6. Klimakrav (LCA) i bygningsreglementet, Bolig- og Planstyrelsen, 2022 (<https://bpst.dk/da/Byggeri/Baeredygtigt-byggeri/NY-Klimakrav-i-bygningsreglementet#introduktion>).
7. Reduction Roadmap, 2022 (<https://reductionroadmap.dk/>).
8. Forsyningskrise hos SMV'er i byggebranchen, SMV Danmark, 2022 (<https://smvdanmark.dk/analyser/temaanalyser/forsyningskrise-hos-smver-i-byggebranchen>).
9. Green Buildings Materials Market Outlook, Future Market Insights (FMI), 2023 (<https://www.futuremarketinsights.com/reports/green-building-materials-market>).
10. Klimapåvirkning fra 60 bygninger, SBI 2020 (<https://build.dk/Assets/Klimapaavirkning-fra-60-bygninger/SBI-2020-04.pdf>).
11. Cirkulær økonomi i byggeriet, Realdania, 2021 ([https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark\\_samlet\\_inkl.\\_l\\_sevejledning\\_final](https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark_samlet_inkl._l_sevejledning_final)).
12. Cirkulær økonomi i byggeriet, Realdania, 2021 ([https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark\\_samlet\\_inkl.\\_l\\_sevejledning\\_final](https://issuu.com/realdania.dk/docs/temaark_samlet_inkl._l_sevejledning_final)).
13. Reimagining our buildings and spaces for a circular economy, Ellen MacArthur Foundation, 2023 (<https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/built-environment/overview>).
14. 2022 Global Status Report for Buildings and Construction, UNEP, 2022 ([https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/FULL%20REPORT\\_2022%20Buildings-GSR\\_1.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/2022-11/FULL%20REPORT_2022%20Buildings-GSR_1.pdf)).
15. Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019 (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).
16. Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019 (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).
17. Cirkulær økonomi i byggeriet – med fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer, Rådet for Grøn Omstilling, 2022 (<https://rgo.dk/cirkulaer-oekonomi-i-byggeriet-med-fokus-paa-genbrug-og-genanvendelse-af-byggematerialer/>).



18. Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren, Regeringens Klimapartnerskaber for Bygge- og anlægssektoren, 2020 (<https://www.danskindustri.dk/globalassets/billedarkiv/kampagnesites/klimapartnerskaber/klimapartnerskaber-rapport-weboptimeret-final.pdf>).
19. Study: buildings don't meet EU Circular Economy Taxonomy requirements, Circular, 2023 (<https://www.circularonline.co.uk/news/study-buildings-dont-meet-eu-circular-economy-taxonomy-requirements/>).
20. Circular Economy Taxonomy Study: buildings do not meet EU requirements, DGNB, 2023 (<https://www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilung/2023/circular-economy-taxonomy-study>).
21. Byggeaffald i tal, VCØB, 2023 (<https://vcob.dk/vcob/nedrivning/hvad-er-byggeaffald/>).
22. First steps towards a circular built environment, Ellen MacArthur Foundation, 2018 (<https://emf.thirdlight.com/file/24/tU0Jh7utUp70UputUoNStpe3IPX/First%20steps%20towards%20a%20circular%20built%20environment.pdf>).
23. Circular buildings Toolkit, Ellen MacArthur Foundation, 2023 (<https://ellenmacarthurfoundation.org/articles/circular-buildings-toolkit>).
24. Circular Economy Taxonomy Study: buildings do not meet EU requirements, DGNB, 2023 (<https://www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilung/2023/circular-economy-taxonomy-study>).
25. Construction made circular, Circle Bank, 2023 (<https://circlebank.dk/>).
26. Circular Economy Taxonomy Study: buildings do not meet EU requirements, DGNB, 2023 (<https://www.dgnb.de/de/aktuell/pressemitteilung/2023/circular-economy-taxonomy-study>).
27. Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019 (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).
28. Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning, SBI, 2019 (<https://build.dk/Assets/Livscyklusvurdering-for-cirkulaere-loesninger-med-fokus-paa-klimapaavirkning/SBI-2019-08.pdf>).
29. Bæredygtighed er nu vigtigere end prisen på byggeriet, Dansk Byudvikling, 2022 (<https://dansk-byudvikling.dk/baeredygtighed-er-nu-vigtigere-end-prisen-paa-byggeriet/>).
30. Iron and steel, IEA, 2022 (<https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>).
31. Forskningsprojekt skal udvikle cement med op mod 50 pct. CO<sub>2</sub>-reduktion, Teknologisk Institut, 2023 (<https://www.teknologisk.dk/nyheder/forskningsprojekt-skal-udvikle-cement-med-op-mod-50-pct-co2-reduktion/42899>).
32. Actions for a Zero Carbon Built Environment, Embodied Carbon, Architecture 2030, 2023 (<https://architecture2030.org/embodied-carbon-actions/>).
33. What to look out for when specifying recycled aluminium system, WICONA, 2021 (<https://www.wicona.com/en/baltics/wicona/news-overview/what-to-look-out-for-when-specifying-recycled-aluminium-systems/>).
34. Anvendelse af beton i byggeriet, CONCITO & Rådet for Grøn Omstilling, 2021 (<https://concito.dk/sites/concito.dk/files/media/document/2021.11.26%20Fremsynsnotat%20beton%20i%20byggeriet.pdf>).
35. Effektvurdering i Circular Builders projektet – Samlet notat, Teknologisk Institut, 2022 ([https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/09/Samlet-notat\\_Circular-Builders.pdf](https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/09/Samlet-notat_Circular-Builders.pdf)).
36. Direkte genbrug af beton i byggeriet, Gate 21, 2022 ([https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/11/Argumentkatalog\\_genbrug-af-beton-01.pdf](https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2022/11/Argumentkatalog_genbrug-af-beton-01.pdf)).
37. What to look out for when specifying recycled aluminium systems?, WICONA, 2021 (<https://www.wicona.com/en/baltics/wicona/news-overview/what-to-look-out-for-when-specifying-recycled-aluminium-systems/>).
38. Byggestandard kan hjælpe virksomheder med at leve op til EU-taksonomien, Dansk Standard, 2023 (<https://www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2023/03/byggestandard-kan-hjaelpe-virksomheder-med-at-leve-op-til-eu-taksonomien>).
39. Boligbyggeri - fra 4 til 1 planet, 2023 (<https://www.4til1planet.dk>).
40. Jagter vildt mål: 9 bygherrer skal reducere CO<sub>2</sub>-aftrykket med 75 pct., Dagens Byggeri, 2023 (<https://www.dagensbyggeri.dk/artikel/119745-jagter-vildt-mal-9-bygherrer-skal-reducere-co2-aftrykket-med-75-pct.>).
41. Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi, Københavns Kommune, 2022 (<https://byk.kk.dk/sites/default/files/2022-12/Bilag%20til%20Håndbog.pdf>).
42. Construction made circular, Circle Bank, 2023 (<https://circlebank.dk>).
43. Circle House vil bane vejen for cirkulært byggeri, LEJERBO, 2020 (<https://www.lejerbo.dk/-/media/lejerbodk/filer/om-lejerbo/byg/faktaark-circle-house-20200306>).
44. Genanvendelse FAQ, Saint-Gobain, 2023 (<https://www.saint-gobain.dk/genanvendelse-faq#partnerskab>).

## FOTOKILDER

- Side 4.** Elvir k, Unsplash
- Side 7.** Photoholic, Unsplash
- Side 11.** Alexander Andrews, Unsplash
- Side 17.** Mads Eneqvist, Unsplash
- Side 24.** Mads Eneqvist, Unsplash
- Side 33.** Kyle Sung, Unsplash

**RÅDET FOR GRØN OMSTILLING**

KOMPAGNISTRÆDE 22, 3. SAL

1208 KØBENHAVN K.

DANMARK

**[WWW.RGO.DK](http://WWW.RGO.DK)**



Rådet for  
Grøn  
Omstilling