

Bygningers rolle i klimakampen

Camilla Damsø Pedersen, CONCITO
9. marts 2022



BYGNINGER OG
GRØN OMSTILLING

Agenda

Bygninger og Grøn Omstilling

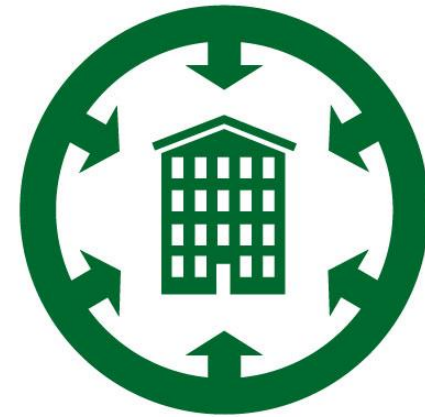
- Kort om BoGO-projektet
- Tendenser der påvirker byggeriet
- Spørgsmål

Byggematerialers klimapåvirkning

- Træ i byggeriet
- Beton i Byggeriet
- Spørgsmål

Projekt om Bygninger og Grøn Omstilling

- Finansieret af Realdania og Grundejernes Investeringsfond 2020-2022
- Projektpartnere: CONCITO og Rådet for Grøn Omstilling
- Fokus på formidling af viden om de tendenser udefra, som påvirker byggeriet i den grønne omstilling
- Fremsynsnotater, interviews, webinarer, artikler mv.
- Link til hjemmeside:
<https://concito.dk/projekter/bygninger-groen-omstilling>



**BYGNINGER OG
GRØN OMSTILLING**

Projektteamet



Camilla Damsø Pedersen,
CONCITO, cd@concito.dk



Søren Dyck-Madsen,
CONCITO, sdm@concito.dk



Christian Jarby, Rådet for Grøn
Omstilling, cj@rgo.dk

Overzicht fremsynsnotater

- [Beton i byggeriet](#)
- [Varmeforsyning nye boliger](#)
- [Bæredygtige installationer](#)
- [Kemikalier i byggematerialer og materialepas](#)
- [Værdien af et godt indeklima](#)
- [Anvendelse af træ i byggeriet](#)
- [Byggepladsens klimapåvirkning](#)
- [Den frivillige bæredygtighedsklasse](#)
- [Social bæredygtighed i den grønne omstilling](#)
- [Mærkning af bygninger SRI](#)
- [Udfasning af naturgasfyr](#)
- [Energifællesskaber i Danmark](#)



Bygninger er vigtige i klimakampen

- **20 %** af Danmarks CO₂-udledning kan knyttes til bygningers andel af energiforbruget på ca. 40 %
- **10 %** af Danmarks CO₂-udledning kan knyttes til byggepladsen og produktionen af byggematerialer
- **35 %** af al affald kommer fra bygge- og anlægsbranchen



Trends der påvirker byggeriet



Byggepladsens klimapåvirkning



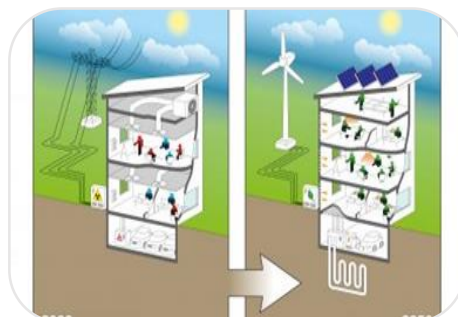
Materialers klimaaftryk



Energieffektivitet



Indeklima og komfort



Omstilling af energisystemet



Bygningers sociale funktion

Byggepladsens klimapåvirkning

- Byggepladsens klimapåvirkning er stort set ureguleret
- Forventes på sigt omfattet af CO₂ kravene til nybyggeriet
- Bygherrer og entreprenører vil skulle registrere forbrug og spild
- Byggepladsens maskiner forventes at blive elektriske
- Udskiftning af diesel med biodiesel kan vise sig uhensigtsmæssigt



Energieffektivisering

- Store potentialer for at reducere energiforbruget i de eksisterende bygninger
- Reduceret behov for investeringer i vedvarende energianlæg og i transmissions- og distributionsnet
- Understøtter forsynings sikkerheden og fleksibelt elforbrug
- Bedre indeklima og komfort
- Opretholder bygningens værdi som alternativ til nybyggeri



Indeklima og komfort

Mange fordele:

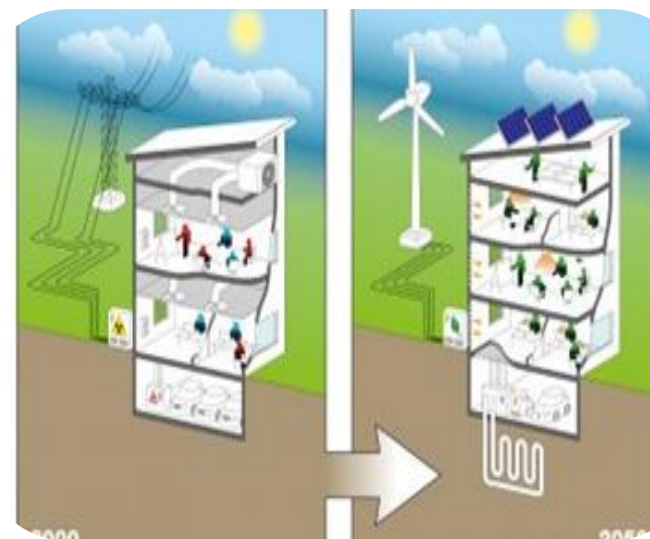
- Øget produktivitet
- Øget indlæring i skoler
- Sundhed og udvikling i daginstitutioner
- Øget komfort i beboelsesrum
- Osv.

Forbedring af indeklimaet medvirker også til at skabe værdi i energirenoveringer



Omstilling af energisystemet

- Udfasning af olie- og gasfyr
- Flere individuelle varmepumper og mere fjernvarme
- Etablering af energifællesskaber
- Øget lokal produktion af energi, herunder fluktuerende energi
- Intelligente bygninger med øget automatik og fleksibelt el- og varmeforbrug
- Aflastning af energisystemer ved spidslast



Bygningers sociale funktion

- Social sammenhængskraft
- Stigende utryghed
- Ensomhed
- Dårlig livskvalitet
- Mangel på billige boliger

Strategien for bæredygtigt byggeri (2020) udelader det sociale element

Inddrages i det nye regeringsudspil "Tættere på II – Byer med plads til alle" (2021)



Spørgsmål?

Byggematerialers klimaaftryk

Strategi for bæredygtigt byggeri 2021

Nybyggeri:

Fra 1. januar 2023 indføres:

- Krav om LCA-beregninger til alt nybyggeri
- CO₂-krav til nybyggeri > 1.000 m² svarende til 12 kg CO₂- ækv/m² /år
- CO₂-krav strammes trinvis frem mod 2029

Renoveringer:

Ultimo 2022 mødes aftaleparterne for at drøfte, om der skal stilles krav til klimapåvirkning ved renoveringer af byggeri



Bricks



Cement



Concrete



Sand



Reinforcement



Glass



Plastic



Wood



Tiles

Øget efterspørgsel efter træ i byggeriet

- I Danmark er ca. otte procent af byggeriet i træ
- Træ har typisk et lavere CO₂-aftryk end beton
- Flere kommuner, arkitekter, partier mv. ønsker at fremme byggeri i træ
- Flere hybridløsninger, hvor der både benyttes træ og beton



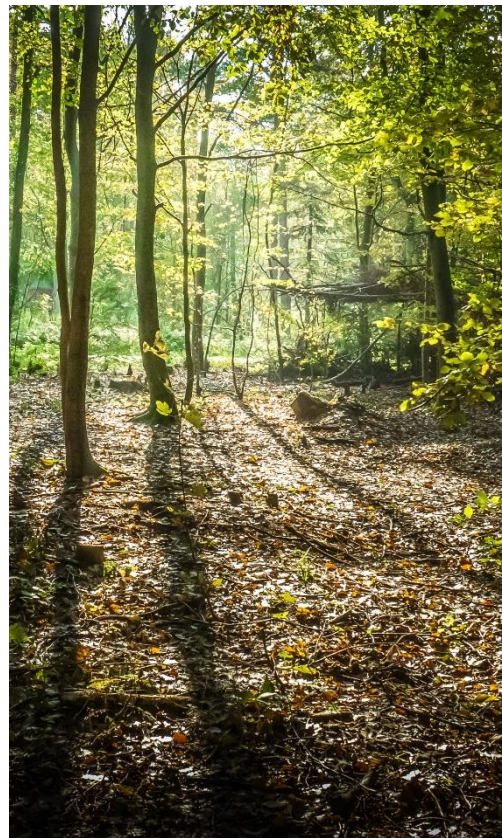
Hvor forventes træ især at spille en rolle?

- Øgede muligheder for at erstatte beton med træ i de bærende konstruktioner (fx CLT)
- Ikke teknisk relevant at substituere alle bygningsdele lavet af beton.
- Vanskeligt fx at erstatte beton til fundamenter/konstruktioner under terræn med træ.
- Større muligheder for at bruge træ i skillevægge, etagedæk og tagdæk



Forskel på bæredygtigheden i træet

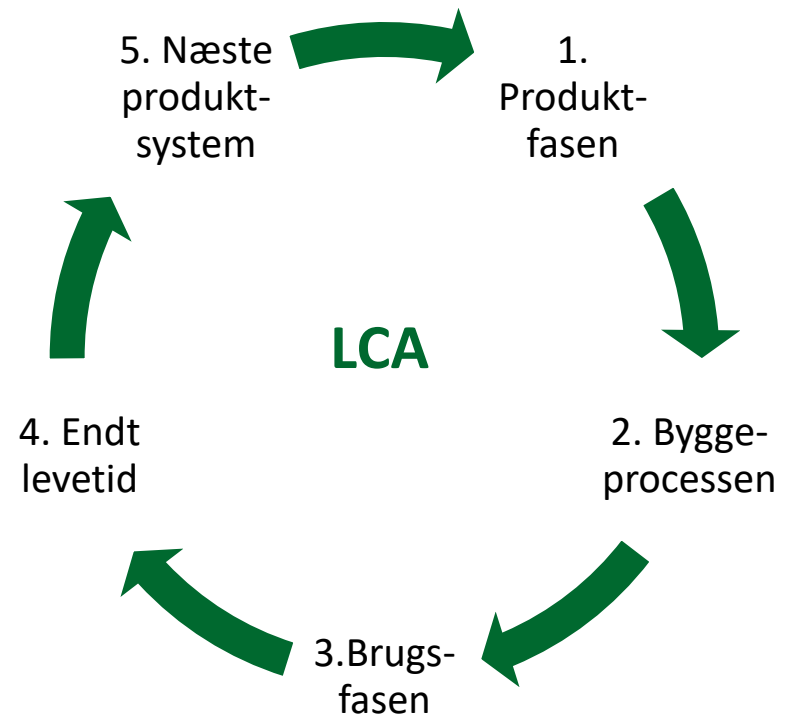
- Træ er ikke bæredygtigt bare fordi det er træ
- Forskel på bæredygtigheden i træ - sociale, miljø- og klimamæssige konsekvenser
- Større fokus på/ krav til bæredygtigheden i træ til byggeriet
- Cirkulære om sikring af bæredygtigt træ i statens indkøb – ingen krav til kommuner og regioner



Forskellige tilgange til Livscyklusanalyser

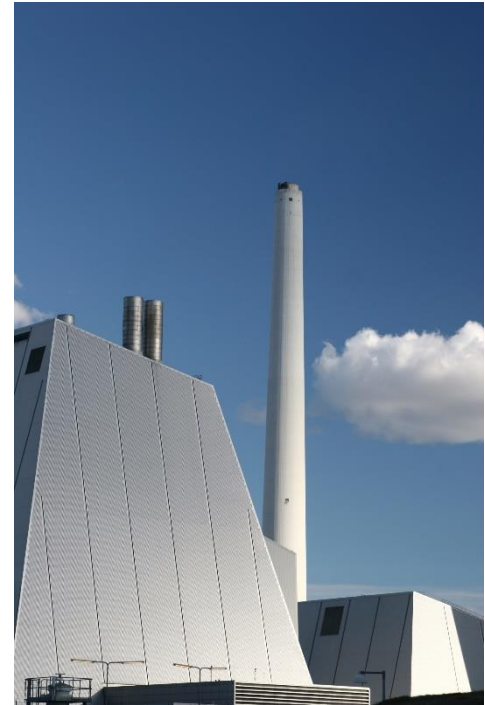
Resultater fra LCA-analyser af materialers klimaeffekter afhænger af:

- **LCA-metode**
Attributional eller Konsekvens LCA
- **Typen af bygning**
Højde, funktion o.l.
- **Miljøvaredata**
Generisk el. produkt/branchespecifik



Hvordan mødes den stigende efterspørgsel efter træ i byggeriet

- Skovrejsning– konkurrence om arealer en udfordring
- Øget udnyttelse af eksisterende dyrkede skovarealer
- Brug af nye træarter fx bøg
- Højere udnyttelse af det fældede træ i produkthierarkiet → større andel til byggematerialer mindre til afbrænding i energisektoren



IGN- studie fra Københavns Universitet (2020): *"i det omfang man kan udnytte træet bedre til fx byggeri eller en anden form for produktion, hvor træet får en lang levetid og på den måde binder CO2, vil det være bedre for klimaet, fremfor at bruge det som brændsel"*

Øget genbrug og genanvendelse

- Øget fokus på fremme af genbrug af træaffald fra:
 - Skovdriften
 - Interimkonstruktioner
 - Nedrivning
 - Renovering
- Ved genbrug forlænges lagringsperioden af CO₂-optaget

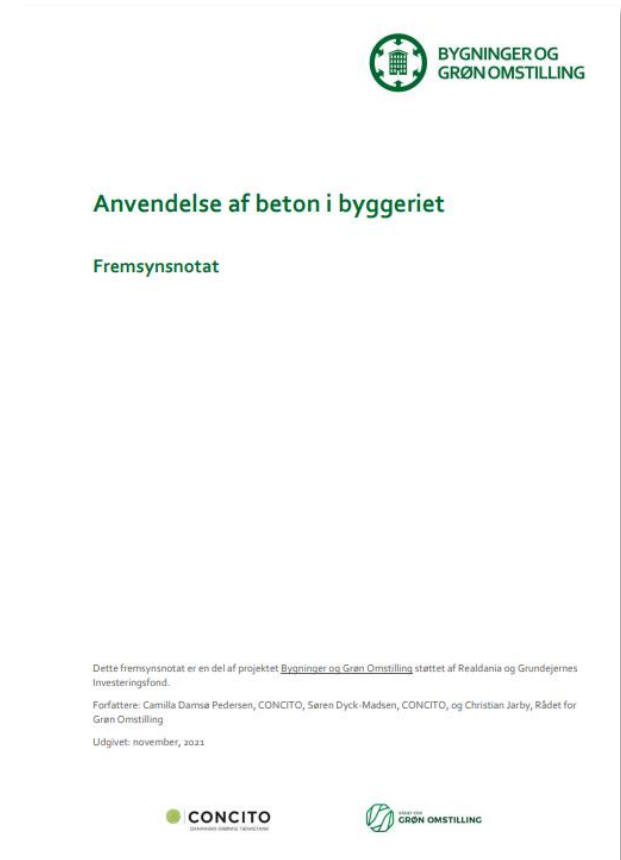


Opsummering – væsentlige tendenser træ

- **Stigende efterspørgsel** efter træ i byggeriet
- Øget fokus på krav til **bæredygtigheden** i træet
- Øget perspektiv på **konsekvenser** ved øget forbrug af træ i LCA-studier
- Fokus på udnyttelse af træ højt i **produkthierakiet**
- Øget **genbrug og genanvendelse**
- (Byggetekniske forhold: muligheder i præfab, fokus på brand- og lydkrav, indeklima samt fugtforhold)

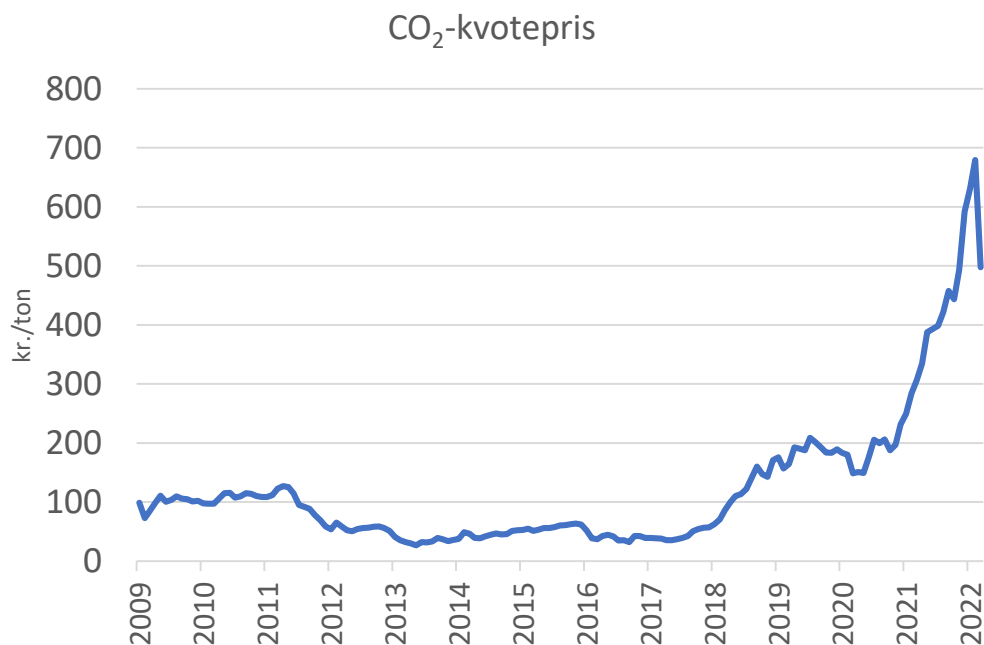
Anvendelsen af beton i byggeriet

- Beton er et af de mest anvendte byggematerialer i verden
- Især produktionen af cement til beton bidrager til CO₂-udledningen
- Aalborg Portland står for ca. 4 % af DK's drivhusgasudledninger



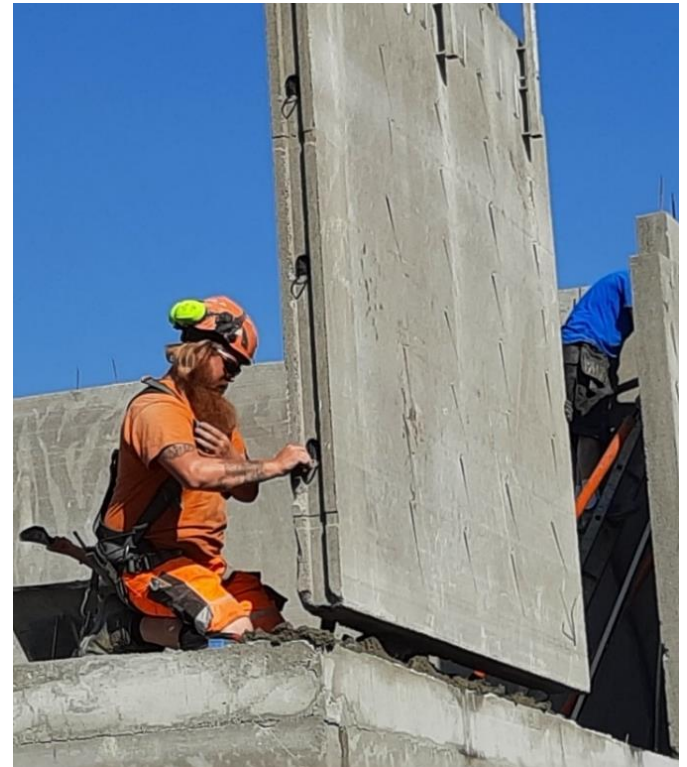
Flere drivere vil føre til udviklingen af beton (og cement) med lavere CO₂-aftryk

- Nye CO₂-krav til nybyggeriet
- Stigende CO₂-kvotepriser
- Indførslen af en CO₂-afgift
- Branchens ønske om at gå foran



Vil branchen kunne leve op til CO2-kravene til nybyggeriet?

- Ja - forventeligt uden problemer de første år, men afhænger af hvor kravene efter 2023 sættes
- Udvikles der ikke cement og beton med et lavt klimaaftryk vil disse på sigt blive mindre efterspurgt i byggeriet
- Alternativet → anvendelse af træ og andre biobaserede materialer i byggeriet



Flere initiativer vil medvirke til at nedsætte betons CO₂-aftryk

- **Anvendelse af nye cementtyper** med mindre CO₂-aftryk - på sigt CO₂-neutral cement
- **Optimering af cementindholdet** i betonproduktionen - på sigt knaphed på flyveaske
- **Optimering af materialeforbruget** via nye designmetoder, optimering af regnemetoder mv. → reduceret mængdebehov



Potentialer for genbrug af beton

- Større klimagevinst ved at genbruge betonelementer, søjler og bjælker end ved at genanvende knust beton til erstatning af tilslag i betonproduktion
- Er klimagevinsten størst ved at nedknuse betonen og genanvende den til ny "genbrugsbeton" eller genanvende den til vejfyld?
- Flere parametre end CO₂ vigtige: ressourcegevinst, økonomi, krav til kvalitet, holdbarhed, sikkerhed osv.
- Der er ikke nok affaldsbeton til at dække efterspørgslen til nybyggeri



Råstoffer til betonproduktion

- Globalt set en række regioner med udfordringer ift. især knaphed på sand
- Både Danmark og EU er i dag stort set selvforsynende med sand, grus og sten. Region Hovedstaden og Region Sjælland udfordret
- Store miljømæssige udfordringer i en række regioner globalt ift. indvindingen af sand



Opsummering –væsentlige tendenser beton

- **Udvikling af beton med et lavere CO₂-aftryk**
 - Cement med lavere CO₂-aftryk – på sigt CO₂-neutral
 - Optimering af cement-indholdet
 - Optimering af materialeindholdet
- **Øget genbrug og genanvendelse af betonaffald**
 - Potentialer skal afklares – ikke kun CO₂ – også andre hensyn
- **Råstoffer en udfordring på sigt**
 - Ikke umiddelbar knaphed på råstoffer til betonproduktion i EU og Danmark – men på sigt en udfordring
 - Ikke en stor miljøudfordring i Danmark – men i visse regioner globalt

Både beton og træ vil spille en vigtig rolle i fremtidens byggeri

- Det forventes, at både beton med en lavere klimabelastning og træ der er bæredygtigt produceret, vil have vigtige anvendelser i fremtidens bæredygtige byggeri.
- Det er ikke et enten/eller spørgsmål, når det handler om materialevalg
- Byggematerialer som beton og træ har forskellige styrker og svagheder
- Vurderingen af det rette materialevalg forventes udover CO₂-effekten også at afhænge af det konkrete byggeri, hvor parametre som bygningens funktion, holdbarhed, kvalitet, genbrug/genanvendelse, æstetik, etc. også har stor betydning

Spørgsmål?

Baggrundsplancher

Trinvis indfasning af CO₂-krav til nybyggeri

	Nybyggeri over 1000 m ²	Nybyggeri under 1000 m ²	Frivillig CO ₂ -klasse
2023	<p>Krav om LCA-beregning.</p> <p>Krav om CO₂-grænseværdi svarende til 12 kg CO₂- ækv/m² /år.</p>	Krav om LCA-beregning.	<p>Krav om LCA-beregning.</p> <p>Krav om CO₂- grænseværdi svarende til: 8 kg CO₂-ækv/m² /år.</p>
2025	<p>Krav om CO₂-grænseværdi, der fastsættes ud fra nyeste viden og data.</p> <p>Ved et krav på f.eks. 10,5 kg CO₂-ækv/m² /år vil ca. 1/3 af nybyggeriet skulle præstere bedre klimamæssigt end aktuelt.</p>		<p>Krav om CO₂- grænseværdi svarende til: 7 kg CO₂-ækv/m² /år.</p>
2027	<p>Krav om CO₂-grænseværdi, der fastsættes ud fra nyeste viden og data.</p> <p>Ved et krav på f.eks. 9 kg CO₂-ækv/m² /år vil ca. 3/4 af nybyggeriet skulle præstere bedre klimamæssigt end aktuelt.</p>		<p>Krav om CO₂- grænseværdi svarende til: 6 kg CO₂-ækv/m² /år.</p>
2029	<p>Krav om CO₂-grænseværdi, der fastsættes ud fra nyeste viden og data.</p> <p>Ved et krav på f.eks. 7,5 kg CO₂-ækv/m² /år vil ca. 9/10 af nybyggeriet skulle præstere bedre klimamæssigt end aktuelt.</p>		<p>Krav om CO₂- grænseværdi svarende til: 5 kg CO₂-ækv/m² /år.</p>
*Bygninger defineres som bygninger der er omfattet af energirammen i bygningsreglementet			

Kilde: Aftalen om en national strategi for bæredygtigt byggeri - 5. marts 2021. Uddrag af tabel.

Tendenser med betydning for brugen af byggematerialer

Indlejret CO₂

- Efterspørgsel efter Materialer med lavere klimaaftryk
- Brug af nye innovative materialer
- Optimering af bygningsdesign mv.

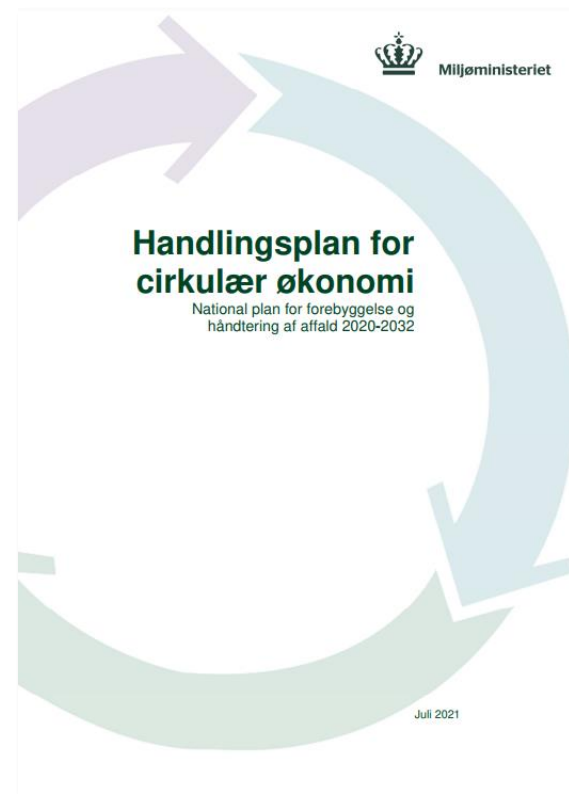
Cirkulær økonomi og ressourceknaphed

- Genbrug/genanvendelse
- Kæden fra nedrivning til genbrug
- Kemikalieindhold
- Fleksibelt design og design for adskillelse (nybyg)
- Renovering og transformation

Træbyggeri – fordele og ulemper

- Sammenlignet med betonbyggeri er **træbyggeri typisk lettere** (i vægt) bl.a. grundet et spinklere fundament
- Træbyggeri kræver **mindre transport** ift. færre og lettere lastvognstog, og kan håndteres med mindre kraner.
- Den lavere vægt medfører også **mindre affaldsmængder** ved byggeriets endte levetid.
- Træbyggeri indebærer dog ofte et vist forbrug af **problematiske stoffer** og kemi
- Brug af træ kan **påvirke byggeriets levetid** og vedligeholdelsesomkostninger
- Levetid afhænger dog af fx biocidforbruget, valg af træsort, konstruktiv træbeskyttelse og malingstype (vandbaseret/linolie) mv

Kilde: . National handlingsplan for cirkulær økonomi



Træ: Byggetekniske forhold – designfasen

- Designfasen af byggeriet vil skulle omfatte dokumentation og håndtering af eventuelle **miljøfarlige stoffer** i byggematerialerne både fra opførelses-, drifts- og nedrivningsfase og løbende vedligehold.
- For at **sikre holdbarheden af udendørs eksponeret træ** vil der komme større fokus på typen af træ, der benyttes, samt mulighederne for at anvende modificeret træ.
- Hertil kommer **konstruktiv træbeskyttelse** til at spille en større rolle, hvilket indebærer, at konstruktionen udformes, så træet mindst muligt bliver påvirket af klima, svampe og skadedyr.

Træ: Byggetekniske forhold: brand- og lydkrav

- **Bygningsreglementets brand- og lydkrav** opfattes som barrierer i dele af branchen.
- I forhold til **brandkrav** forventes de at blive lettere at opfylde med det nye vejledningskompleks til brandkrav (2021), hvori en ny præaccepteret løsning for træbyggeri og nye eksempler på træbyggeri i højden er inkluderet.
- Der forventes fokus på justering af den højdegrænse på højst 12 meter fra terræn til dæk, som i dag anvendes til at fastsætte kravniveau i de præaccepterede løsninger for bærende konstruktioners brandmodstandsevne.
- **Lydkrav** til især etageboliger i træ vil kræve fokus på udvikling af nye konstruktionspraksisser for at overholde kravene.
- En udarbejdelse af teknisk fælleseje for træbyggeri til opfyldelse af lydkravene kan gøre kravene lettere at opfylde for byggeriets aktører.
- Det forventes, som følge af Strategien for bæredygtigt byggeri (2021), at der vil blive defineret generiske konstruktionsløsninger for etagebyggeri med bærende konstruktioner i træ med fokus på støj.

Træ: Byggetekniske forhold: indeklima og fugt

- Byggebranchen vil skulle være opmærksom på, anvendelsen af træes betydning for **indeklimaet**. I den frivillige bæredygtighedsklasse sættes der krav om indeklimamålinger, hvilket vil øge fokuset på at fremme et sundt indeklima, hvis dette integreres i BR.
- **Undgåelse af fugt** i træet er vigtigt i hele værdikæden af byggeriet. Opfugtning af træ i et omfang, som er kritisk i forhold til vækst af skimmelsvamp og vækst af trænedbrydende svampe og råd, skal undgås. Teknologisk Institut oplever mange skadesager på grund af opfugtning af træ i byggeriet, og det forventes byggeriets aktører vil blive mere opmærksomme på udfordringerne.

Træ: Kompetenceopbygning

- I Danmark er erfaringerne med træbyggeri, især i højden, begrænsede i forhold til vores nabolande.
- Der vil derfor skulle udbredes viden til byggebranchen om træbyggeri, herunder, hvordan man undgår opfugtning af træet, hvordan man forlænger træets levetid, hvordan man overholder lyd- og brandkravene i etagebyggerier af træ mv.
- Behov for uddannelse og efteruddannelse i alle led af byggeriets værdikæde - dette gælder også i rådgivningsleddet i forhold til beregningstekniske kompetencer i design og projektering af træbyggeri.

Beton



Reduktion af betons CO₂-aftryk kræver cement med et lavere CO₂-aftryk

- Den primære andel af betons CO₂-aftryk udledes i produktionsfasen og skyldes cementindholdet
- Aalborg Portland største punktudleder i Danmark → ca. 4 % af Danmarks drivhusgasudledninger i 2018

Klimapåvirkningen for 1 m³ konventionel beton, 25 MPa . (kg CO₂-eq)

A1-A3	330,48
Fint tilslag	3,51
Groft tilslag	13,90
Cement	273,00
Vand	0,06
Tilsætningsstoffer	11,90
Transport	20,00
Produktion	6,89
Spild, knusning	1,22
C3-C4	12,20
Affaldsbehandling, knusning	12,20
D	-34,40
Undgået groft tilslag	-24,50
Undgået transport	-9,90

Note: Klimapåvirkning i kg CO₂-eq pr. m³ konventionel beton for henholdsvis produktionsfasen (A1-A₃), bortskaffelsesfasen (C₃-C₄) samt potentialet ved genanvendelse (D). Kilde: SBI (2019) [Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger](#)

Genbrug og genanvendelse af betonaffald - hvor er gevinsten størst?

Større klimagevinst ved at genbruge betonelementer, søjler og bjælker end ved at genanvende knust beton til erstatning af tilslag i betonproduktion ('genbrugsbeton')

Oversigt resultater for cirkulære løsninger i forhold til konventionel beton (kg CO₂-eq / m³)

Scenarie	A1-A3	C3-C4	D	Total	Besparelse
Konventionel beton	330,48	12,20	-34,40	308,28	-
Genbrugsbeton	327,97	12,20	-32,80	307,27	0,3 %
Genbrugte betonelementer	1,23	12,20	0,00	13,43	95,6 %
Genbrugte søjler/bjælker af beton	1,23	12,20	0,00	13,43	95,6 %

Note: Produktionsfasen (A₁-A₃), bortskaffelsesfasen (C₃-C₄) samt potentialet ved genbrug/genanvendelse (D). Besparelsen er defineret som CO₂-besparelsen ved den cirkulære løsning frem for referencen (den konventionelle beton). Kilde: Egen figur data fra SBi (2019) [Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning Forundersøgelse](#)

Betonbyggeri bidrager til omstillingen af energisystemet

- Omstilling til vedvarende energi, ofte lokalt produceret og fluktuerende (vind, sol etc.)
- Bygninger af tunge byggematerialer med et fleksibelt varmeforbrug kan lagre varme for fjernvarmenettet, og udjævne spidslastperioder
- Øget automatik og intelligente varmestyringssystemer



Standards betydning for beton med lavere klima- og ressourceaftryk

- Nye cementtyper med lavere CO₂-aftryk kan kræve ændringer i de danske betonstandarder.
- Genbrug og genanvendelse af betonaffald
- Kortlægning og håndtering af barrierer inden for standardisering
- Optimering af tidsprocessen for godkendelse af standarder uden at gå på kompromis med kvalitet



Betons CO₂-optag og klimaeffekt

- Når beton er i berøring med luften, sker der en såkaldt karbonatiseringsproces, hvori der forbruges CO₂.
- Processen bidrager positivt til betons CO₂-regnskab i løbet af en hel livscyklus.
- Bør CO₂-optaget indgå i vurderingen af betons CO₂-aftryk til brug for LCA-beregninger?
- Kan CO₂-optaget forstærkes og er der økonomi i det? (fx lade knust materiale ligge længere tid før det indbygges i nye produkter mv.)
- Betons CO₂-optag vil ikke kunne erstatte en udvikling af beton med markant lavere klimaaftryk



Miljøpåvirkninger ved råstofudvinding

- Globalt set store miljømæssige udfordringer. I en række regioner er indvindingen af sand i store flodsystemer og ved kyster ofte ikke reguleret, eller foregår ulovligt.
- I Danmark og EU er området reguleret via VVM-reglerne osv.
- Størstedelen af indvindingen af sand, sten og grus i DK finder sted på land med ca. 90 % og ca. 10 % fra havet
- Ofte landbrugsarealer der konverteres om til indvindingsområder
- Reetableres typisk til områder med større naturmæssig- og rekreativ værdi

