



**BYGNINGER OG
GRØN OMSTILLING**

Cirkulær økonomi i byggeriet

Med fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer

Fremsynsnotat

Dette fremsynsnotat er en del af projektet "Bygninger og Grøn Omstilling" støttet af Realdania og Grundejernes Investeringsfond.

Forfattere: Søren Dyck-Madsen og Emil Høg, CONCITO, og Christian Jarby, Rådet for Grøn Omstilling

Udgivet: December 2022, justeret marts 2023

Indhold

| | |
|--|----|
| 1. Introduktion | 2 |
| 2. Cirkulær ressourceøkonomi og genbrug og genanvendelse i byggeriet | 3 |
| 3. Renovering i stedet for riv-ned-og-genbrug | 6 |
| 4. Nye byggematerialer kontra genanvendelse af eksisterende materialer | 7 |
| 5. God klimaeffekt ved genbrug af byggematerialer | 9 |
| 6. Vanskelig økonomisk værdiskabelse i genbrug og genanvendelse i byggeriet | 20 |
| 7. Materialeflow i forbindelse med genbrug og genanvendelse – lagerproblematikken | 21 |
| 8. Dokumentation af genbrugte materialer er ofte vanskelig | 22 |
| 9. Behov for justering af arkitektonisk opfattelse | 23 |
| 10. Potentialet i cirkulær tankegang for byggematerialer | 23 |
| 11. Omvendt projekteringsproces | 24 |
| 12. Viden om miljømæssige forhold ved genbrug af byggematerialer | 25 |
| 13. Selektiv nedrivning og kvalitet af materialer fra det eksisterende byggeri | 26 |
| 14. Klima- og ressourcegevinst ved genbrugte byggematerialer | 28 |
| 15. Hvilke byggematerialer egner sig bedst til genbrug | 28 |
| 16. Affaldshierarkiet – forebyggelse, genbrug og genanvendelse | 29 |
| 17. Nuværende rammebetingelser m.v. for at fremme cirkulær økonomi | 31 |
| a) EU's handlingsplan for cirkulær økonomi | 31 |
| b) Danmarks handlingsplan for cirkulær økonomi | 32 |
| c) Strategien for bæredygtigt byggeri | 34 |
| d) Pulje til bæredygtigt byggeri | 35 |
| e) Nyt Nordisk program for bæredygtigt byggeri | 36 |
| 18. Sikring af fremtidigt genbrug og genanvendelse af nybyggeriets byggematerialer | 37 |
| 19. Vil LCA-beregninger skulle justeres ved anvendelse af Design for genbrug? | 38 |
| 20. Uønskede kemikalier i byggematerialer til nybyggeriet | 38 |
| 21. Bygnings- og materialepas | 39 |
| 22. Dansk Standards arbejde med cirkulær økonomi | 41 |
| 23. Cirkulære udbud | 42 |
| 24. Betydning for byggeriets aktører | 44 |
| 25. Målgrupper for dette fremsynsnotat | 48 |

1. Introduktion

Skal mennesket kunne bebo planeten Jorden i tusindvis af år endnu, så er menneskene nødt til at respektere klodens evne til at kunne understøtte et godt liv for mennesker, dyr og planter, uden at overskride de planetære grænser.

Gennem menneskets udvikling og stigende teknologiske kunnen, har den traditionelle anvendelse af ressourcerne med "forbrug og smid væk" ført til, at menneskeheden nu står med en overvældende evne til at forbruge så meget og smide så meget væk, at vi afgørende er ved at ændre på klodens betingelser for liv.

Overforbruget af klodens ressourcer og en omfattende "Brug og smid væk" kultur har ikke mindst været gældende i den måde, vi bygger, bruger og kasserer brugte ressourcer fra vores bygninger på.

Der er i dag et langt større fokus på et skift væk fra den "gammeldags" måde med "Forbrug-og-smid-væk" over til en fremadrettet moderne bevidsthed, hvor vi får indrettet vores livsstil efter de betingelser, som kloden på en stabil og bæredygtig måde kan levere til os.

Vejen til en mere bæredygtig livsstil har flere spor:

1. Fremover forbruger vi kun ressourcer, som kloden på forholdsvis kort tid kan regenerere på bæredygtig vis. Det gælder i et vist omfang fx. biomasse, energi fra vind og sol, vand fra naturens vandkredsløb og materialer, som der ikke er knaphed på, og som kan leveres tilbage til naturen igen.
2. Dette sker ikke fra dag 1, så vi må også erkende, at vi er nødt til at bruge for mange af naturens ressourcer på nogle områder, men til gengæld, må vi sikre os, at vi bruger dem igen og igen uden at smide dem væk. Det gælder ikke mindst for en række byggematerialer.

Der arbejdes meget med udvikling af nye materialer og udvikling af nye byggeformer, som baserer sig på anvendelse af biogene ressourcer, som efter endt anvendelse i byggeriet kan indgå i det store biologiske kredsløb. BUILD har f.eks. udgivet en rapport om "Biogene materialers anvendelse i byggeriet".¹ Dette forbrug kan i sin bedste form kaldes cirkulær økonomi² og ligger under punkt 1.

Skal der således være tale om egentlig cirkulær økonomi, skal byggematerialerne designes, så deres ressourceforbrug fuldt ud kan sendes tilbage til naturen efter endt brug, og herved gendannes i sin oprindelige form.

Dette fremsynsnotat vil fokusere på punkt 2.

Det vil sige, at notatet vil fokusere på byggeriets muligheder for at anvende byggematerialerne længst muligt og på mulighederne for genbrug og genanvendelse af nedtagne byggematerialer fra det eksisterende byggeri. Desuden vil notatet forholde sig til, hvorledes fremtidige byggeriers byggematerialer kan genanvendes maksimalt til nye bygninger ved endt funktion til nye bygninger.

¹ Kilde: "[Biogene materialers anvendelse i byggeriet](#)", BUILD rapport 2022:09 – 25.3.2022 – støttet af Realdania

² Den biobaserede cirkulære brug af naturens ressourcer til byggematerialer vil blive behandlet i et kommende fremsynsnotat med udgivelse i 2023.

Vi vil derfor have fokus på anvendelse af byggematerialer med lange levetider i bygninger, og mulighederne for, at de kan genbruges og genanvendes mest muligt, men hvor materialerne ikke kan gå tilbage til naturen i den form, de blev indhøstet.

Genbrug og genanvendelse er således et skridt på vejen mod at udnytte naturens ressourcer bedst muligt, men skal der være tale om fuld cirkularitet, skal ressourcerne vende fuldt tilbage til naturen.

2. Cirkulær ressourceøkonomi og genbrug og genanvendelse i byggeriet

I den cirkulære økonomi er der fokus på, at materialerne skal kunne gå tilbage til naturen og gendannes herfra igen. For genbrug og genanvendelse er der tale om at holde materialer og produkter i det økonomiske og ressourcemæssige kredsløb med den højeste mulige værdi længst muligt³.

Begrebet "Cirkulær økonomi" får større og større opmærksomhed, også i forhold til byggeriet, som står for ca. 35 procent af al affaldsproduktion i Danmark og ca. 30 procent af CO₂-udledningen.⁴

Der findes i dag flere forskellige definitioner af cirkulær økonomi. Udgangspunktet for dem alle er, at naturens råmaterialer er begrænsede, og alle ressourcer skal bruges så effektivt som muligt og derefter gå tilbage til naturen. Cirkulær økonomi er således et opgør med den lineære økonomi, hvor produkter produceres, bruges og smides væk.⁵

Grundlæggende sigter genbrug og genanvendelse mod at minimere både nyt ressource- og energiforbrug samt reducere dannelsen af affald, der optimalt set ikke eksisterer i en cirkulær økonomi.

En cirkulær økonomi drives således af vedvarende energi og af, at naturens råmaterialer recirkuleres gennem genbrug og genanvendelse for derigennem at undgå (eller mindske) udvinding af nye ressourcer og produktion af materialer, med udledning af drivhusgasser og andre miljøpåvirkninger til følge. Cirkulær økonomi kan derfor i mange tilfælde bidrage til at nå klimamål ved at reducere udledningen af drivhusgasser.⁶

Byggeri og anlæg står som nævnt for en stor del af Danmarks affald målt på vægt, og det er derfor oplagt at tænke både i cirkulær økonomi, lange brugstider og i genbrug og genanvendelse, så værdifulde ressourcer så vidt muligt ikke går tabt undervejs i byggefasen, i driftsfasen, eller når en bygning har udtjent sit formål.

³ <https://mst.dk/affald-jord/affald/cirkulaer-oekonomi-og-ressourceeffektivitet/om-en-cirkulaer-oekonomi/>

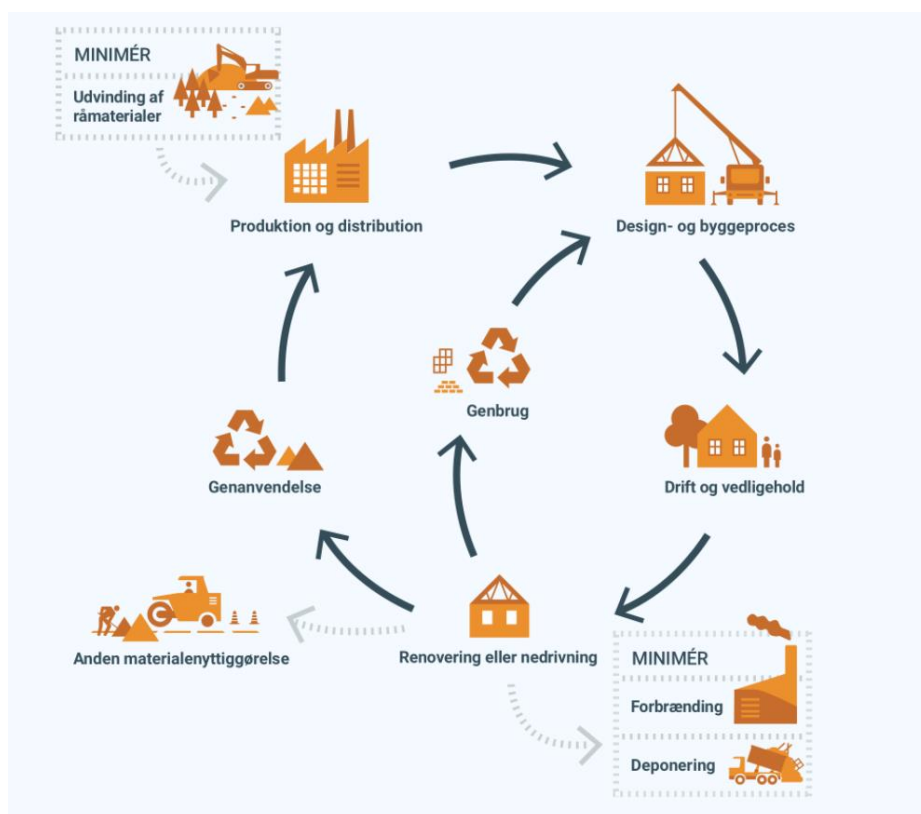
⁴ Kilde: Klimapartnerskabet

⁵ VCØB (2021) [Om Cirkulær Økonomi](#) - Besøgt d.7/9-2021, Ellen MacArthur Foundation – Towards the circular economy vol.1, 2013)

⁶ VCØB (2021) [Om Cirkulær Økonomi](#) - Besøgt d.7/9-2021, Ellen MacArthur Foundation – Towards the circular economy vol.1, 2013)

Cirkulært byggeri

I nedenstående figur⁷ ses den gængse opfattelse af cirkulær økonomi i byggeriet, som ofte ender med "kun" at være en indsats for længst mulig levetid og maksimal genbrug og genanvendelse fra indvinding til bortskaffelse. Dvs. der er ikke tale om fuld cirkularitet som beskrevet ovenfor.



Genbrug og genanvendelse

I den cirkulære ressourceøkonomi omtaler vi ofte genbrug og genanvendelse som cirkulær økonomi, selv om der ikke her er tale om fuld cirkularitet.

- *Genbrug* har umiddelbart den største værdi, da materialet her genbruges i sin eksisterende form til den samme funktion, så der ikke sker en nedgradering af anvendelse af materialet, og der heller ikke bruges ressourcer på at lave det om til et andet produkt.
- Ved *genanvendelse* gennemgår materialet en proces, så det kan anvendes til noget (ofte af mindre værdi) i en ny form. Det kan fx være genanvendelse af knust beton som tilslag i ny beton, eller genanvendelse af beton til vejfyld osv.

Bedre genbrug og genanvendelse af de materialer, vi bygger med i dag, forventes at komme til at fylde mere og mere for byggeriets parter, som en konsekvens af det øgede fokus på at nå længst

⁷ Kilde: VCØB (2021) [Cirkulært Byggeri](#)

muligt hen mod cirkulær økonomi. Der ses også et øget politisk fokus på området, både i Strategien for bæredygtigt byggeri (2021) og Handlingsplanen for cirkulær økonomi (2021).

Cirkulær økonomi, genbrug og genanvendelse handler i høj grad om affaldsforebyggelse, hvilket kan være med til at nedsætte forbruget af jomfruelige råstoffer. Klima- og miljøeffekten vil i høj grad afhænge af, hvilke typer materialer der er tale om, hvilken type bygning, hvilken proces de skal igennem, oprinder de fra et eksisterende byggeri, eller et nybyggeri, hvor der i sidstnævnte tilfælde kan forventes bedre dokumentation af materialerne osv.

I forhold til **nybyggeriet** forventes der større fokus på, at den cirkulære økonomi og genbrug og genanvendelse fremmes hele vejen gennem byggeriets værdikæde. Planlægningen skal sigte på, at bygningen og byggematerialer *fremadrettet* let kan gå tilbage til naturen eller genbruges eller genanvendes, når bygningen skal ombygges eller ultimativt rives ned.

I forhold til det **eksisterende byggeri** forventes der også større fokus på, om der kan renoveres med bevarelse af flest mulige byggematerialer og, at der kan anvendes genbrugte eller genanvendte materialer, når der skal bruges "nye" byggematerialer ved renoveringer.

Her er der endvidere et særligt behov ved udskiftning af synlige enkeltdele, hvor den "nye" del gerne må falde godt ind i helheden. Til dette formål egner genbrugte materialer sig godt, da de ofte kan have samme patina, som den bygningsdel, hvor de skal indpasses. Derudover vil der komme øget fokus på transformation af eksisterende bygninger til nye formål frem for at rive ned og bygge nyt.

Længere holdbarhed anses som den bedste form for cirkulær økonomi, idet de anvendte materialer og ressourcer bare kan fortsætte deres funktion i endnu længere tid uden behov for nedtagning eller omarbejdning med dertil hørende ressourceforbrug.

Indsatsen for at bevæge os mod cirkulær økonomi i byggeriet kan opdeles i forskellige tiltag:

1. Hvordan sikrer vi, at vi når længere frem mod egentlig cirkulær økonomi herunder genbrug og genanvendelse af de materialer, som vi allerede har bygget ind i vores eksisterende bygninger og anlæg?
2. Hvordan sikrer vi os fremadrettet, at vores nybyggeri er forberedt med sigte på genbrug og genanvendelse af byggematerialer eller at indeholde egentlige muligheder for cirkulær økonomi?
3. Hvordan sikrer vi en kobling mellem ressourceflowet mellem det, vi allerede har bygget ind og det vi bygger nyt, bedst muligt?
4. Og hvordan udvikler vi genbrug og især genanvendelse af spildprodukter fra f.eks. industrien til brug i byggeriet?

I forhold til både det eksisterende byggeri, men også det fremtidige byggeri, vil dokumentation af kvaliteten af de nedtagne byggematerialer være en udfordring. For de eksisterende allerede indbyggede materials vedkommende har vi i dag sjældent tilstrækkelig viden. Dette gælder især den miljømæssige kvalitet af materialerne. For nogle materialer kender vi godt deres tekniske egenskaber, men mangler viden om deres miljømæssige tilstand. Dette hæmmer vores muligheder for at kunne genbruge eller genanvende disse igen på linje med nye dokumenterede materialer.

Også for potentiel genbrug af byggematerialer, som fremadrettet bygges ind i nye bygninger, vil det være en udfordring at fastholde kendskabet til disse materials tekniske og miljømæssige potentiale for genbrug og genanvendelse - fra produktion og indbygning samt gennem års drift og vedligehold - når de om mange år skal nedtages efter endt funktion.

Skal der være tale om egentlig cirkularitet, så skal byggematerialerne designes, så deres ressourceforbrug fuldt ud kan sendes tilbage til naturen efter endt brug, og herved gendannes i sin oprindelige form jf. ovenfor.

Hvis ikke der udvikles metoder, der muliggør en større viden og en egentlig certificering af genbrug og genanvendelse i langt højere grad, vil vi fastholde den uheldige situation, hvor bygherren typisk må tage alt for stort ansvar og bære risikoen for uforudsete problemer fra anvendelse af genbrugte ikke-certificerede byggematerialer.

3. Renovering i stedet for riv-ned-og-genbrug

Der vil i fremtiden komme mere og mere fokus på, at lang holdbarhed af nye bygninger helt overvejende er den bedste måde at "genbruge" byggematerialerne på.

Dertil kommer, at nænsom renovering med bevarelse af flest mulige allerede indbyggede materialer, kan forlænge disse materials levetid betydeligt.

Der vil samtidigt være et kraftigt stigende fokus på nye byggematerialer, som i BUILD's kortlægning af 60 nye bygningers klimapåvirkning viste sig at udgøre omkring 75 % af de nye bygningers samlede klimapåvirkning over en 50 års betragtningsperiode.

Med forventede klimakrav også ved renovering forventes det, at der kommer et øget fokus på at renovere eksisterende bygninger i stedet for at rive dem ned og bygge nyt, idet disse krav vil skulle øge tilskyndelsen til at renovere med bevarelse af flest muligt af de allerede indbyggede byggematerialer.

Bolig- og Planstyrelsens udbud af en guide⁸ til bygningsejere og rådgivere omkring genanvendelse af de bærende konstruktioner i eksisterende bygninger er et tydeligt tegn på, at der også fra myndighedsside tænkes i, at bevarelse af allerede indbyggede byggematerialer ved renovering er klart at foretrække, som den mest bæredygtige anvendelse. Dette skal ses i forhold til en nænsom nedtagning og oparbejdning af de genanvendelige dele til indbygning i nye bygninger.

I dette fremsynsnotat vil vi - på trods af dette øgede hensyn til bevarelse af byggematerialer gennem renovering - holde fokus på potentialet og barrierer for genbrug og genanvendelse af byggematerialer, som ikke kan bibeholdes i en renovering, og som har et potentiale for at blive genbrugt eller genanvendt i nye byggerier.

⁸ Bolig- og Planstyrelsens udbud kan findes [her](#)

4. Nye byggematerialer kontra genanvendelse af eksisterende materialer

Der anvendes langt flere nye byggematerialer til at bygge nyt byggeri, end der nedtages byggematerialer fra bygninger, som har afsluttet deres funktion.

Det er derfor under alle omstændigheder nødvendigt at forfølge en tilgang, hvor produktionen af nye byggematerialer, baserer sig på anvendelse af ressourcer, som kloden kan genskabe inden for en kortere årrække.

For at mindske presset på produktion af nye materialer med brug af nye ressourcer er det nødvendigt at se på, hvor mange af de allerede indbyggede materialer, som realistisk kan genbruges eller genanvendes - helst så højt oppe i affaldshierakiet som muligt.

Første skridt i denne vurdering er en opstilling af en liste over fordele og ulemper ved henholdsvis anvendelse af nye byggematerialer og anvendelse af allerede indbyggede byggematerialer efter nedtagning. Denne liste kunne f.eks. omfatte nedenstående punkter.

Nye byggematerialer:

Fordele:

1. Kræver mindre lagre, da der altid kan produceres flere, når behovet opstår
2. Kan underlægges kontrol og f.eks. gives en CE-mærkning på en enkelt måde og herved danne grundlag for en kvalitetsgaranti fra producenten
3. Vil fremover blive udstyret med en miljøvaredeklaration (EPD), der kan anvendes til beregning af klimapåvirkning
4. I princippet kan der viderebringes viden om eventuel anvendelse af uønskede kemikalier
5. Kan give solidt grundlag for etablering af Materialepas og Bygningspas (se afsnit om Materialepas og Bygningspas senere)
6. Er ofte billige på grund af industriel stordrift og manglende eller meget lav prissætning af anvendelse af ikke-fornybare ressourcer
7. Kan produceres i ensartede store produktioner på anmodning

Ulemper:

1. Anvendelse af nye byggematerialer giver anledning til negativ klimapåvirkning ved produktion, transport og indbygning af disse
2. Produktionen af nye byggematerialer bruger nye ressourcer, som sjældent kan komme tilbage til klodens kredsløb
3. Nye byggematerialer skaber nye affaldsstrømme, hvis dette ikke imødegås inden valg af produktion og indbygning
4. Produktion af nye byggematerialer betyder øget anvendelse af problematiske kemikalier, som kan skade miljø og sundhed og desuden bidrage til dårligt indeklima

Brugte byggematerialer:

Fordele:

1. Genbrugte materialer har som hovedregel betydelige klimamæssige fordele frem for anvendelse af nye konventionelle byggematerialer.
2. Genanvendte byggematerialer har ofte også klimamæssige fordele, men ikke så store, som hvis direkte genbrug af byggematerialerne kan ske
3. Både genbrugte og genanvendte byggematerialer reducerer behovet for deponering eller behandling af affald i form af brugte byggematerialer
4. De reducerer efterspørgslen efter både nye fornybare og ikke-fornybare ressourcer
5. Reducerer anvendelsen af yderligere kemikalier i ny produktion af byggematerialer
6. Genbrugte bygningsmaterialer skal ikke "dunste af", som det er tilfældet for mange nye byggematerialer

Ulemper:

1. Genbrugte byggematerialer fås sjældent som standardprodukter i store ensartede batches
2. Skal ofte bruges som beset, hvorfor typisk bygherren må tage et større ansvar
3. Kræver nænsom nedtagning, hvilket er fordyrende
4. Har ofte fysiske skader fra drift, tilpasning, påvirkning og nedtagning i allerede foretagne indbygning
5. Kan som hovedregel ikke deklareres, hverken med teknisk styrke eller miljømæssige egenskaber
6. Har ofte brug for mellemlagre, hvis ikke samtidighed mellem nedtagning og genbrug kan opnås
7. Har ofte brug for oparbejdning / rensning mellem nedtagning og genbrug for at skabe brugbare materialer af rimelig ensartet kvalitet
8. Kan kræve så meget efterbearbejdning, at dette behov gør dem mere klimabelastende end anvendelse af nye byggematerialer – dog under hensyn til at der spares nye ressourcer
9. Kræver ofte meget mere manuelt arbejde, hvilket stort set altid gør dem dyrere at fremskaffe og gøre klar til at blive anvendt på lige fod med nye byggematerialer
10. Eventuelt indhold af uønskede kemikalier i byggematerialerne kendes ikke

Denne oversigt over fordele og ulemper ved anvendelse af genbrugte eller genanvendte materialer sammenholdt med anvendelsen af nye byggematerialer giver anledning til opstilling af nogle helt centrale problemstillinger. Disse skal løses fremadrettet for at sikre en øget anvendelse af principperne på vejen mod cirkulær økonomi i byggeriet.

I de følgende kapitler fokuseres på fordelene ved og de vigtigste barrierer for at genbruge (eller genanvende) byggematerialer.

5. God klimaeffekt ved genbrug af byggematerialer

Der er pæne klimagevinster ved de fleste genbrugte byggematerialer, hvis de vel at mærke kan genbruges direkte. For ved direkte genbrug spares der i de fleste tilfælde både på behovet for nye ressourcer og på den energi, som f.eks. skal bruges til omsmelting til nye produkter.

Også genanvendelse af byggematerialer, hvor det ikke er muligt at genbruge materialerne direkte, vil for det meste have en pæn klimagevinst, men ikke så stor som ved direkte genbrug.

Klimagevinsterne er dog ujævnt fordelt på de forskellige gængse typer af byggematerialer.

Kun genbrug af enkelte materialer som facadebeklædning med glaskeramik og visse former for genanvendt beton kan direkte have en negativ klimaeffekt.

Hertil spares der ofte på indvindingen af nye ressourcer til produktion af nye byggematerialer.

Nedenstående vurderinger af klimagevinster for en række typiske byggematerialer ved at anvende genbrugte eller genanvendte byggematerialer i stedet for nye byggematerialer er indsat fra et notat om klimagevinster ved genbrug og genanvendelse⁹ udarbejdet af EA Energianalyse på foranledning af dette projekt, baseret på *Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse*, af SBi, Andersen et al, 2019 hvor en analyse fra 2019 fra SBi¹⁰ er lagt til grund:

Murværk

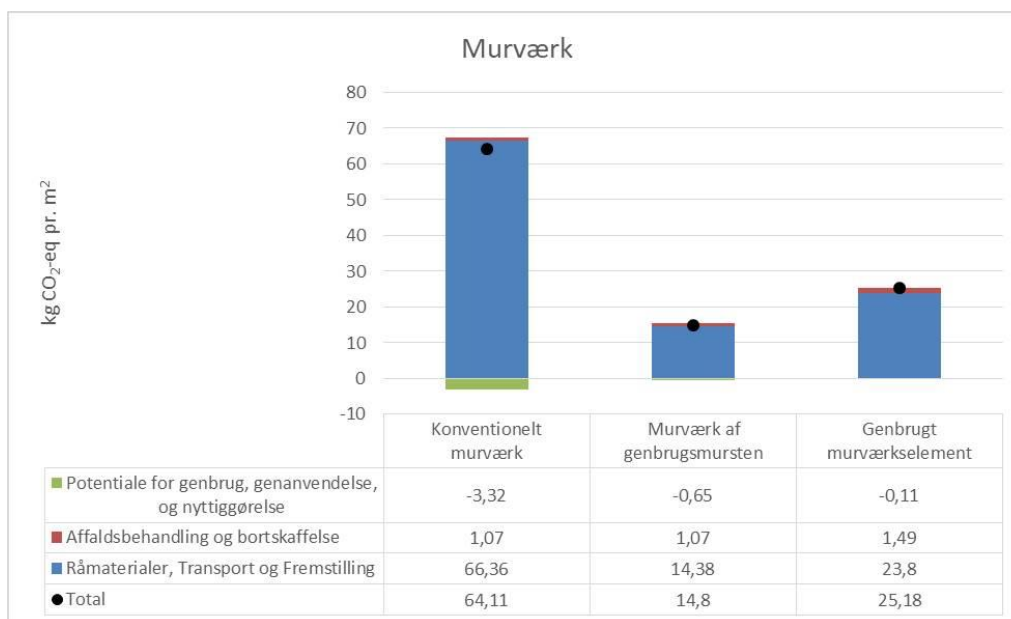
”SBI-rapporten sammenligner tre scenarier: Konventionelt murværk, murværk af genbrugsmursten og genbrug af murværkselement. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m² murværk. Mursten genbruges allerede i dag, men det er som udgangspunkt kun mursten anvendt før 1960, som kan genbruges. Det skyldes, at murværk fra før 1960 er opført med kalkmørtel, som kan fjernes uden at beskadige stenen, hvorimod man begyndte at bruge cementmørtel efter 1960, som ofte er stærkere end selve murstenen. Dette besværliggør genbrugsprocessen, da stenen kan knække, når man forsøger at fjerne mørtlen.

Ved genbrug af mursten bør man være opmærksom på, om der kan være sket afsmitning med PCB fra f.eks. vinduesfuger. Det gælder især byggerier opført eller renoveret i perioden 1950 til 1977. Derfor bør bygninger fra denne periode undersøges for PCB.

Ved murværk af genbrugsmursten antages det, at der anvendes genbrugte mursten, som opføres med jomfruelig mørtel. Ved genbrugte murværkselementer skæres et stykke af en eksisterende murstensvæg ud med mursten og eksisterende mørtel inkl. tilføjelse af genanvendt beton med armering på bagsiden af murværkselementet for lettere håndtering. Ved alle scenarierne antages det, at murstenene ved endt levetid knuses og anvendes til erstatning for stabilgrus og vejfyld. Resultaterne viser, at der er størst gevinst ved genbrug af mursten direkte, mens der også er en gevinst ved murværkselementer. Den højere udledning for murværkselementer kommer fra genanvendt beton og armering på bagsiden af elementet.”⁹

⁹ [”Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer”](#), af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022

¹⁰ [”Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse”](#), SBi, Andersen et al, 2019



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBi, Andersen et al, 2019

Beton

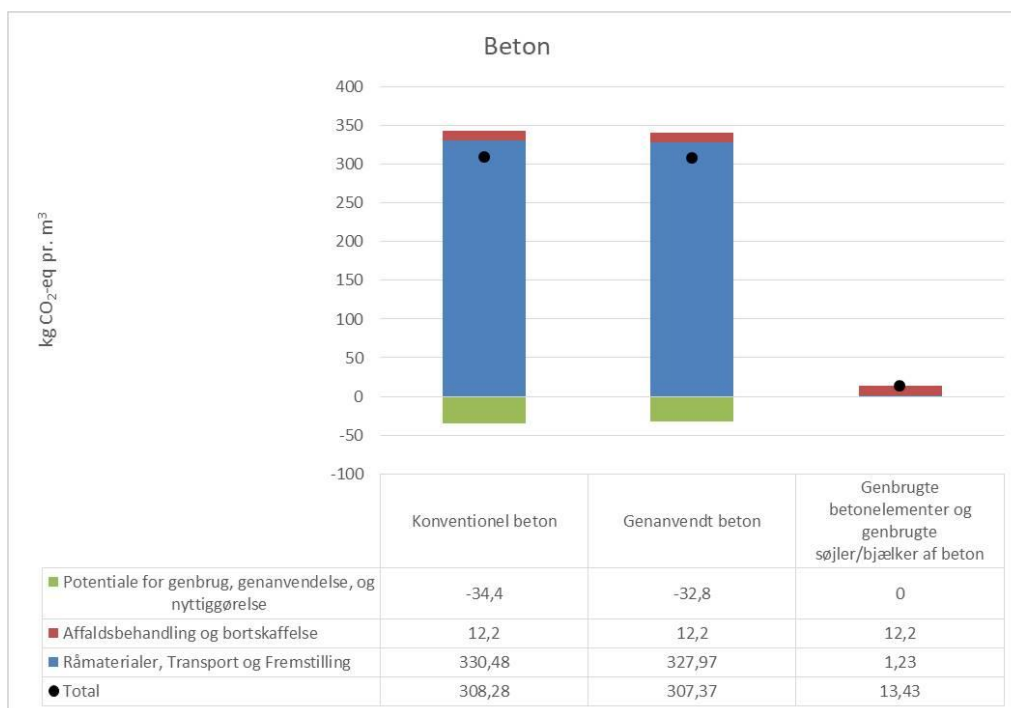
"SBI-rapporten sammenligner tre scenarier: Konventionel beton, genanvendt beton og genbrugte betonelementer og genbrugte søjler/bjælker af beton. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m³ beton. For genanvendt beton antages det, at 20 % af groft tilslag erstattes af knust beton, mens den resterende del af betonen består af jomfruelige materialer ligesom konventionel beton. Groft tilslag er grus, som tilsættes betonen. Derfor mindskes anvendelsen af jomfrueligt grus.

Ved alle scenarierne antages det, at betonen ved endt levetid knuses og anvendes til erstatning for stabilgrus og vejfyld. For konventionel beton kommer størstedelen af udledningen fra produktion af cement. Det samme gør sig gældende for genanvendt beton, da kun en lille andel af materialet udgøres af genanvendt beton. Klimabelastningen for genbrugte betonelementer er meget lav, da de kan genbruges direkte uden nogen form for forarbejdning udover tilskæring, som tilføjer et mindre spild. Dermed er der et stort reduktionspotentiale i direkte genbrug af betonelementer, men ikke i anvendelse af genanvendt beton.

Selvom der ikke er et CO₂-reduktionspotentiale ved at bruge genanvendt beton, så kan genanvendelsen være med til at reducere ressourceforbruget af grus.

Man kan også diskutere, hvor stort potentialet er for at genanvende betonbjælker, da bygningen skal være designet med demonterbarhed fra starten af, hvilket kun få eksisterende bygninger er."¹¹

¹¹ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBi, Andersen et al, 2019

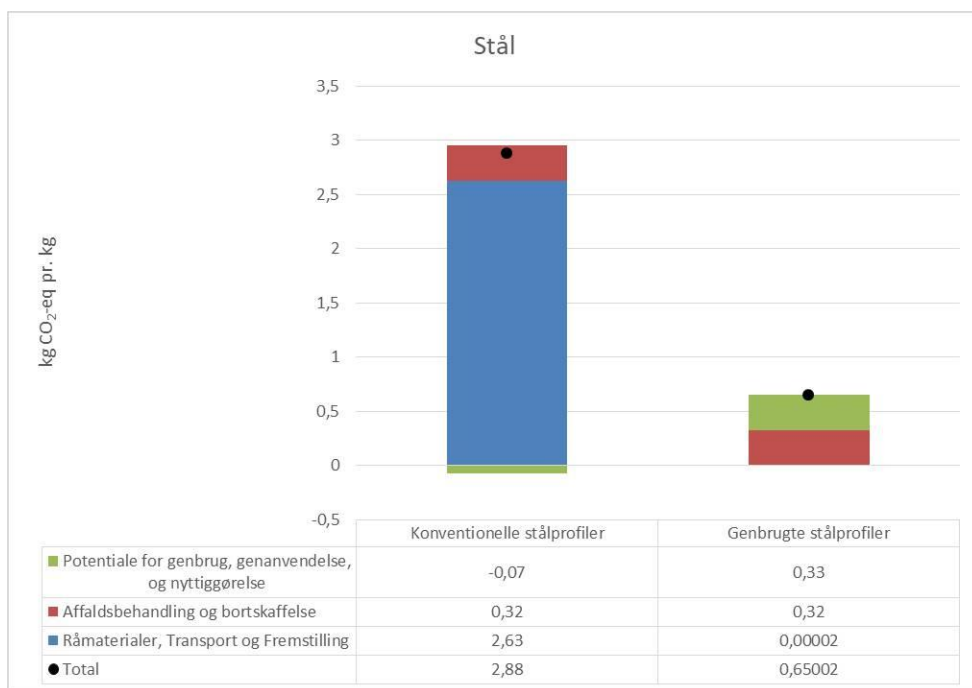
Stål

"SBi-rapporten sammenligner to scenarier: Konventionelle stålprofiler og genbrugte stålprofiler. Udledningen er opgjort i kg CO₂-ekv pr. kg stål. Der er et stort potentiale for genbrug af stålprofiler, hvis det allerede i designfasen indtænkes, at profilerne skal være demonterbare.

Ved genbrug af stålprofiler tilrettes og genbruges stålprofilerne direkte.

Konventionelt stål består af 80 % genanvendt stål og 20 % jomfrueligt stål. Ved begge scenarier antages det, at stålprofilerne omsmeltes og anvendes til nye stålprofiler ved endt levetid. Resultaterne viser, at der er en stor klimagevinst ved genbrug af stålprofiler. Analysen viser samtidig, at størstedelen af udledningen for konventionelt stål kommer fra produktionen af stålbjælken, mens anvendelsen af jomfrueligt stål kun bidrager til udledningen i mindre grad. Derfor kommer størstedelen af CO₂-reduktionen fra, at man sparer omsmeltingen af stålprofilen.¹²

¹² Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBI, Andersen et al, 2019

Træ

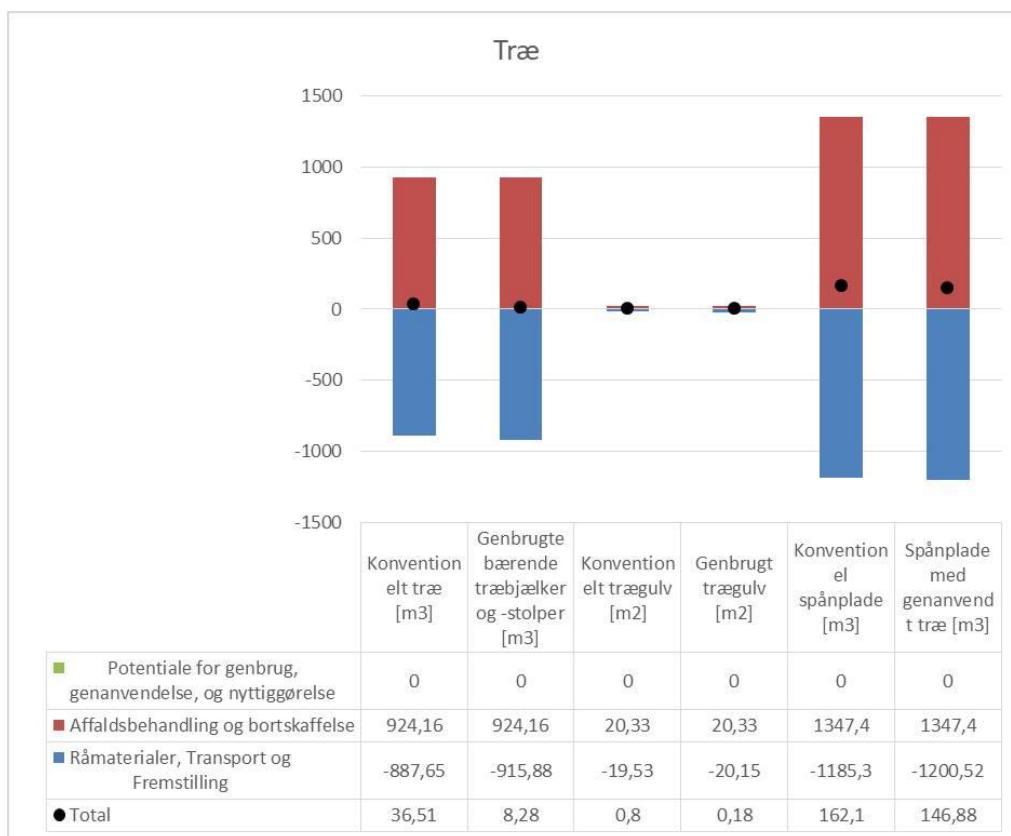
"SBI-rapporten sammenligner seks scenarier: Konventionelt træ sammenlignet med genbrugte bærende træbjælker og -stolper, konventionelt trægulv sammenlignet med genbrugt trægulv og konventionel spånplade sammenlignet med spånplade af genanvendt træ. Bemærk at scenarierne opgøres i forskellige enheder, dog er de scenarier, som sammenlignes, opgjort i samme enhed. Enhederne fremgår af figuren.

Ved endt levetid antages, det at træet går til forbrænding dog uden at indregne energiudnyttelsen fra afbrændingen. For genbrugte træbjælker og -gulve antages det, at bjælkerne genbruges direkte, hvorfor der kun opstår et mindre spild fra opskæring. Det antages endvidere, at spånplader af genanvendt træ består af 70 % genanvendt træ, samt at der opstår et mindre spild ved genanvendelse af træet til pladen. Resultaterne viser, at der er en stor klimagevinst ved at genbruge træbjælker og trægulve, men kun en lille gevinst i at genanvende spånplader.

Hvis det antages, at anvendelsen af genbrugstræ giver en CO₂-besparelse i kraft af, at der fældes mindre træ i skovene, vil CO₂-besparelsen blive væsentligt større.

Ea Energianalyse har tidligere vurderet på baggrund af en analyse fra Københavns Universitet (Nielsen et al., 2020) at udledningen fra anvendelse af biomasse til energi er ca. 35 kg CO₂/GJ, hvilket svarer til ca. 350 kg CO₂/m³ træ. Udledningen på 35 kg CO₂/GJ svarer til den mængde CO₂, der er tilbage i atmosfæren efter 30 år. Den resterende udledning fra forbrænding er optaget i ny skovvækst over de 30 år.¹³

¹³ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



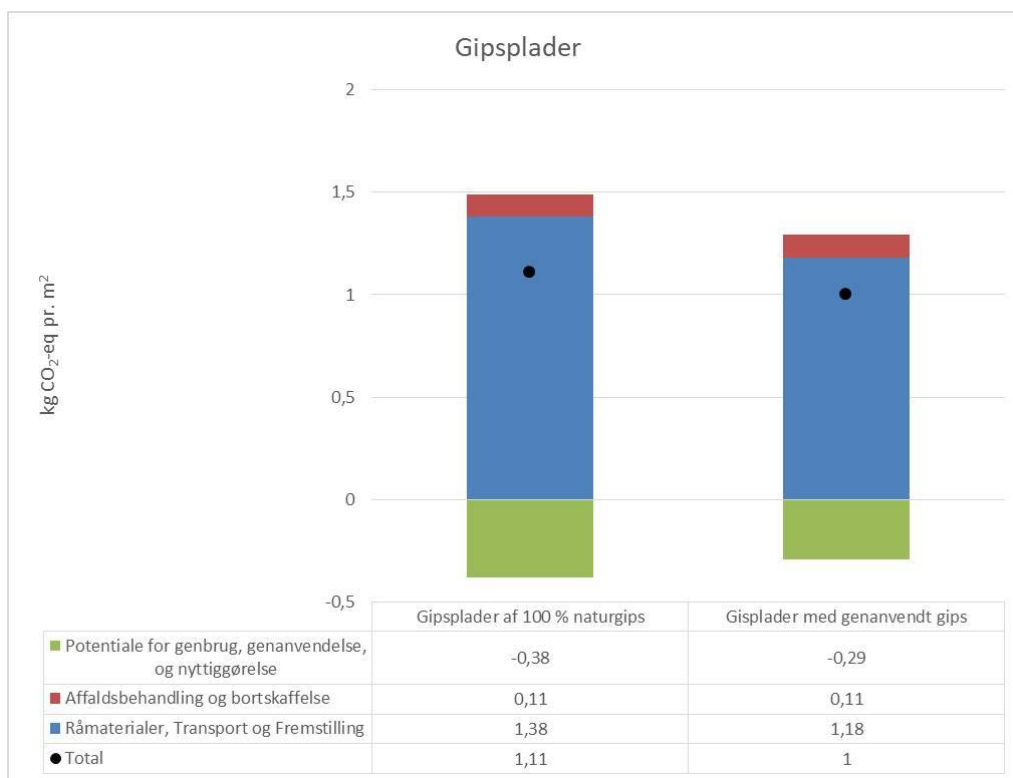
Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBI, Andersen et al, 2019

Gipsplader

"SBI-rapporten sammenligner to scenarier: Gipsplader af 100 % naturgips og gipsplader med genanvendt gips. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m² gipsplader. Det konventionelle scenarie er en gipsplade som består af 100 % naturgips, selvom det er normal praksis at anvende genanvendt gips. Ved endt levetid for begge scenarier nedknyttes gipspladerne og genanvendes til nye gipsplader med en genanvendelsesandel på 40 %. Forbruget af naturgips udgør den største klimabelastning. For gipsplader af genanvendt gips antages det, at de består af 25 % genanvendt gips, som efter endt levetid bliver genanvendt 40 % og de resterende 60 % går til deponi ligesom for de konventionelle gipsplader.

I praksis er genanvendelsen af gips begrænset af adgangen til genbrugt gips på markedet, mens anvendelsen af naturgips især er defineret af adgangen til industrigips fra især de danske kraftværker, som i vid udstrækning ekstraheres fra røggasafsvovlingsanlæg (KNAUF, 2021). I takt med at kulraft udfases fra det danske elsystem formindskes denne mængde."¹⁴

¹⁴ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBi, Andersen et al, 2019

Vinduer

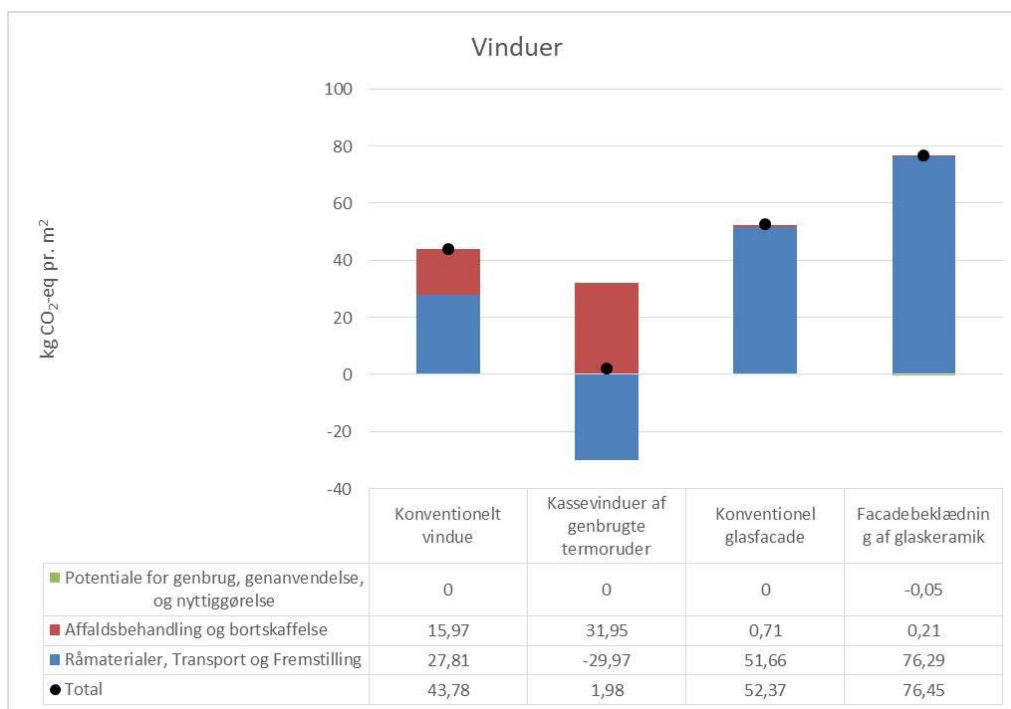
"SBI-rapporten sammenligner fire scenarier: Konventionelt vindue sammenlignet med kassevinduer af genbrugte termoruder og konventionel glasfacade sammenlignet med facadebeklædning af glaskeramik. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m².

Vinduer, som nedtages efter endt levetid og er tiltænkt genbrug, vil ofte ikke overholde bygningsreglementets energikrav. Dog kan ruderne genbruges i nye vinduer med mindre strenge komponentkrav, som f.eks. kan anvendes i sommerhuse eller rum som ikke er opvarmede, hvor bygningsreglementet ikke har lige så strenge komponentkrav. De kan også indgå i nye specialfremstillede 2-lagskassevinduer, der overholder komponentkravene. Kassevinduer af genbrugte termoruder består af to genbrugte termoruder omkranset af ramme/karm af træ. Det bemærkes, at der kan være særlige udfordringer forbundet med at genbruge vinduer produceret før 1977, da fugemassen i vinduet kan indeholde PCB.

Der er også usikkerhed om holdbarheden af genbrugte vinduer. Samlet set er der begrænsede muligheder for at genanvende vinduer grundet udfordringerne nævnt. Det er samtidig værd at bemærke, at anvendelse af vinduer af en ringere energimæssig kvalitet i et sommerhus vil have en betydning for energiforbruget i huset, hvilket beregningen ikke tager højde for.

Resultatet viser, at der er en stor klimagevinst i at genbruge termoruder til kassevinduer, dog med de nævnte forbehold. For facadebeklædning af glaskeramik tages der udgangspunkt i en miljødeklaration fra Magna Glaskeramik.

Resultatet viser, at der er en højere udledning for facadebeklædning af glaskeramik end for konventionelle glasfacader.¹⁵



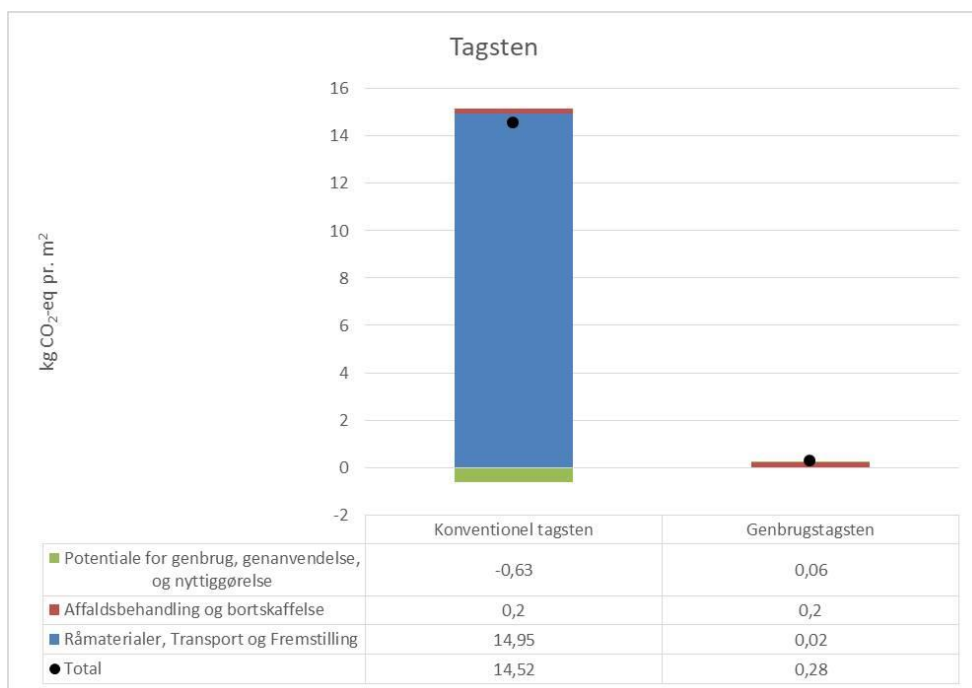
Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBi, Andersen et al, 2019

Tagsten

"Sbi-rapporten sammenligner to scenarier: Konventionel tagsten af tegl og genbrugstagsten af tegl. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m² tagsten. Tagsten er lette at genbruge og har generelt en meget lang levetid, men der kan opstå problemer i at matche de genbrugte tagsten med de mange forskellige formater og farver af tagsten på markedet i dag. For begge scenarier antages det, at tagstenene efter end levetid knuses og erstatter stabilgrus og vejfyld. Resultaterne viser, at der er et stort reduktionspotentiale for genbrug af tagsten."¹⁶

¹⁵ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022

¹⁶ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBI, Andersen et al, 2019

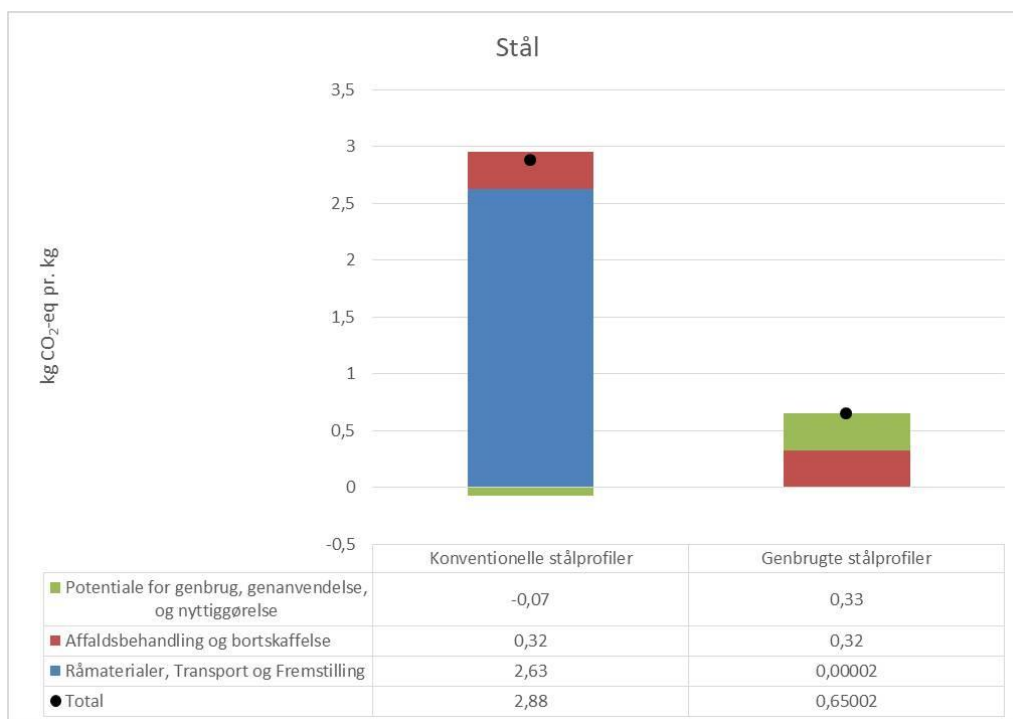
Stålfacader

"SBI-rapporten sammenligner to scenarier: Konventionelle stålplader til facadebeklædning og genanvendelse af ventilationsrør til facadebeklædning. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m² facadebeklædning. Ved genanvendelse presses rørene på en fabrik til facadeplader. Konventionelle stålplader består af 80 % genanvendt stål og 20 % jomfrueligt stål. Ved endt levetid omsmeltes de konventionelle stålfacader til nye stålplader. Resultatet viser, at der relativt set er et stort potentiale i genanvendelse af ventilationsrør til facadebeklædning.

Størstedelen af CO₂-udledningen fra den konventionelle stålplade kommer fra produktionen af pladen, mens råmaterialerne kun bidrager til udledningen i mindre grad. Derfor kommer størstedelen af CO₂-besparelsen fra ventilationsrør fra, at man sparer omsmeltningen.

Ved genanvendelse af stål til facadebeklædning bør man overveje om stålet reelt erstatter nyt stål, eller om man anvender genanvendt stål til facadebeklædning i stedet for et andet materiale, som muligvis har en lavere udledning."¹⁷

¹⁷ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBI, Andersen et al, 2019

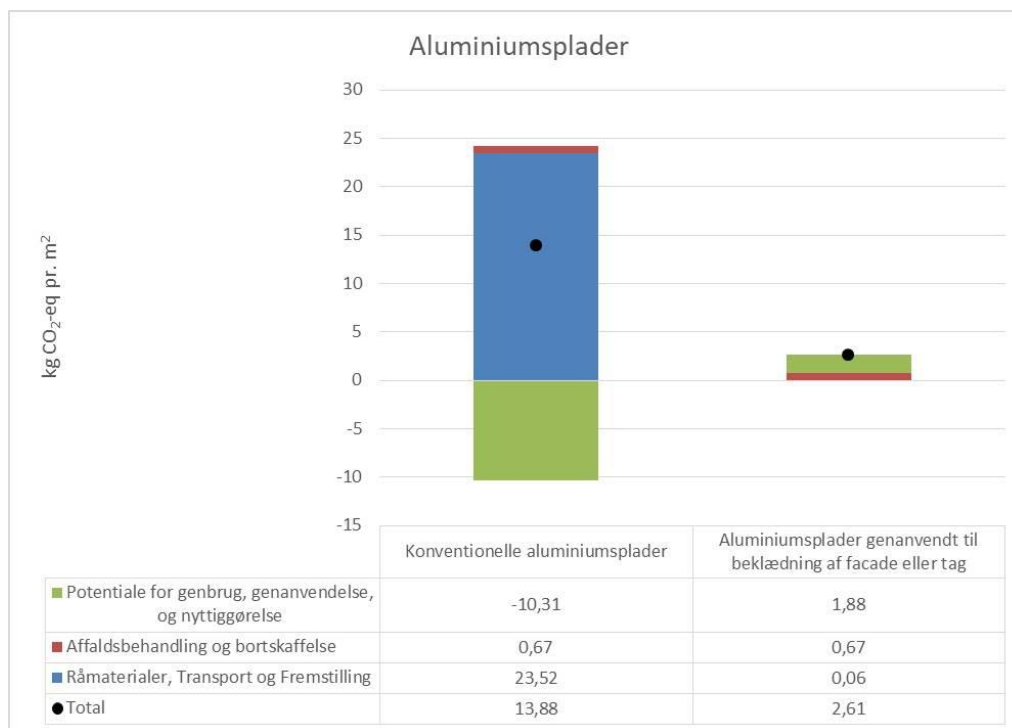
Aluminiumsplader

"SBI-rapporten sammenligner to scenarier: Konventionelle aluminiumsplader sammenlignet med aluminiumsplader genanvendt til beklædning af facade eller tag. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m². Konventionelle aluminiumsplader består af 54 % jomfrueligt aluminium og 46 % genanvendt aluminium. Det antages, at aluminiumspladerne genanvendes direkte og på samme lokation, så der ikke er nogen transport, men et mindre spild, da enkelte plader vil være for dårlig kvalitet til direkte genanvendelse. Ved endt levetid antages det at pladerne genanvendes til nye plader. Resultaterne viser et stort reduktionspotentiale i at genanvende aluminiumsplader til beklædning af facade eller tag.

Alternativet til at genbruge aluminiumsplader direkte er, at de genanvendes, hvor de smeltes om til nye plader. Derved undgås produktionen af nyt jomfrueligt aluminium. På den baggrund er forskellen mellem SBI's to scenarier, at man undgår omsmeltingen af pladen, når man genbruger den direkte. Beskrivelsen herunder beskriver tallene fra de forskellige kategorier.

Størstedelen af CO₂-udledningen fra den konventionelle aluminiumsplade kommer fra produktionsfasen. Produktionsfasen udgør en udledning på ca. 23,5 kg CO₂-eq pr. m² aluminiumsplade, hvoraf anvendelsen af jomfrueligt aluminium udleder ca. 12 kg CO₂ og produktionen af pladen udgør ca. 11 kg CO₂. Udledningen fra genanvendt aluminium står kun for 0,33 kg CO₂ i produktionsfasen. Ved endt levetid genanvendes pladen, hvilket i analysen giver en negativ udledning fra undgået jomfrueligt aluminium på ca. 10 kg.

Ved genanvendelse af aluminium til facadebeklædning bør man overveje om aluminiumspladen reelt erstatter nyt aluminium eller om man anvender genanvendt aluminium til facadebeklædning i stedet for et andet materiale, som muligvis har en lavere udledning.¹⁸



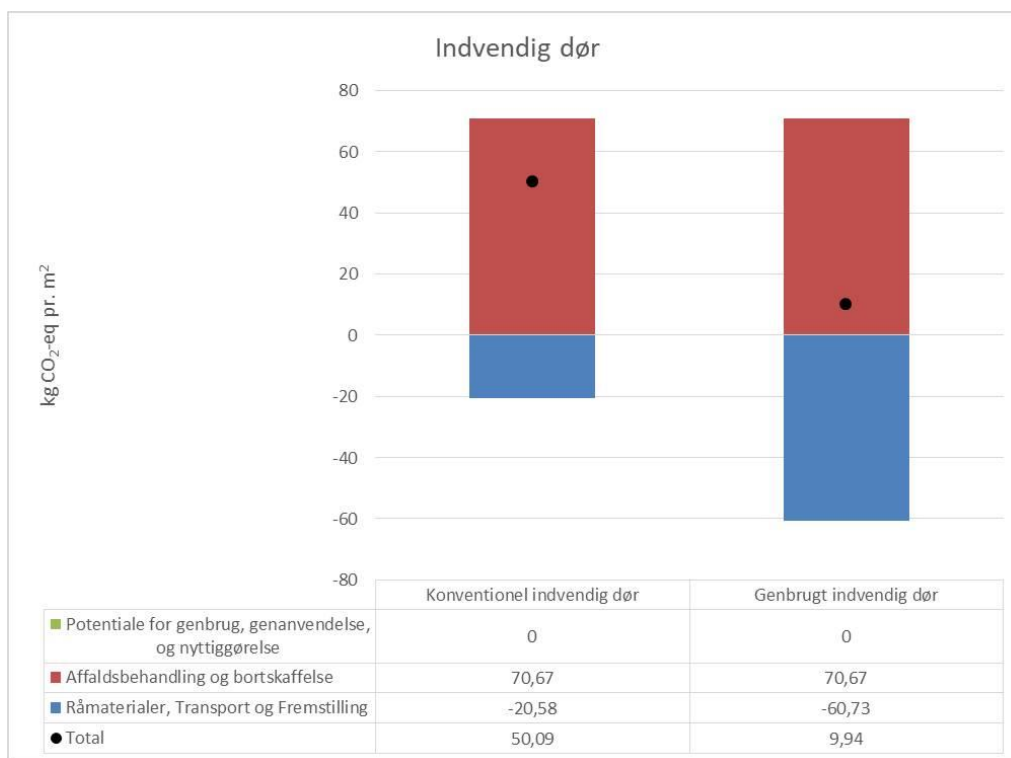
Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBI, Andersen et al, 2019

Indvendige døre

"SBI-rapporten sammenligner to scenarier: Konventionel indvendig dør og genbrugt indvendig dør. Dørene er lavet af træ. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m². Ved genbrug af døre antages det, at dørene genbruges direkte, dog inkl. at de skal males og et mindre spild, da nogle døre ikke vil kunne genbruges. Det antages, at dørene genbruges på samme lokation, så der ikke er noget transport. Resultatet viser, at der er en stor klimagevinst ved at genbruge døre."¹⁹

¹⁸ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022

¹⁹ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



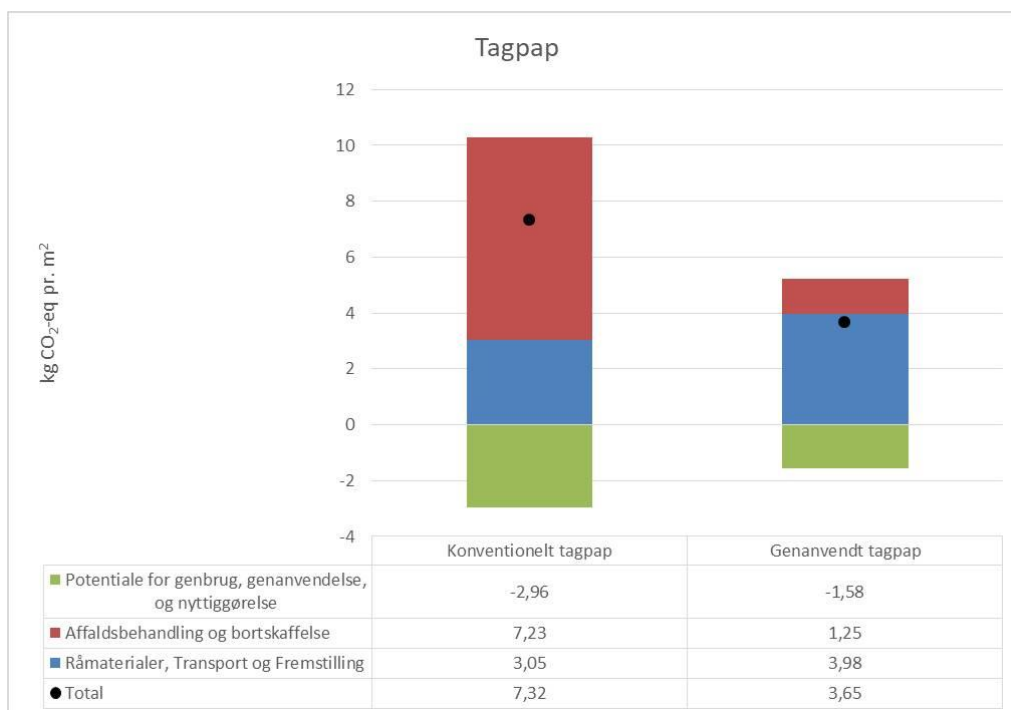
Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBi, Andersen et al, 2019

Bitumen fra tagpap

"SBI-rapporten sammenligner to scenarier: Konventionelt tagpap sammenlignet med genanvendt tagpap. Udledningen er opgjort i kg CO₂-eq pr. m² tagpap. Ved produktion af ny tagpap kan bitumen, som er et stof der kommer fra raffinering af råolie, og som anvendes i produktionen af tagpap, genanvendes. Der tages udgangspunkt i en miljødeklaration fra European Waterproofing Association.

Det antages, at genanvendelsesprocenten for genanvendt tagpap er 10 % og at der kun sker et meget lille spild på 0,2 %. Resultaterne viser, at der er en klimagevinst ved at anvende genanvendt tagpap."²⁰

²⁰ Citat fra "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022



Kilde: EA Energianalyse pba. "[Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimaoptimering – Forundersøgelse](#)", SBi, Andersen et al, 2019

En tilsvarende analyse²¹ af en række genbrugte og genanvendte byggematerialer udført af Teknologisk Institut i projektet Circular Builders for Gate 21 viser samme tendenser for klimapotentialet ved genbrug og genanvendelse af nedtagne byggematerialer.

6. Vanskelig økonomisk værdiskabelse i genbrug og genanvendelse i byggeriet

På trods af de oftest meget positive klimateffekter og ressourceeffekter ved genbrug og genanvendelse, så må bestræbelserne på at forbedre betingelserne for genbrug og genanvendelse i høj grad ske ud fra en betragtning om, at dette skal kunne bidrage positivt til både økonomien og til samfundet gennem reduktion af klimapåvirkning, reduktion af forbrug af nye ressourcer og reduktion af affaldsmængderne som helhed.

Genbrug og genanvendelse forventes til trods for ovennævnte udfordringer med den ofte manglende økonomiske konkurrencedygtighed med nye byggematerialer at få en betydelig rolle især på lidt længere sigt. Fokus på genbrug og genanvendelse er vigtige i bestræbelserne på at nedbringe CO₂-udledninger og forbruget af naturlige ressourcer, samtidig med, at både miljø og folkesundhed kan forbedres.

Værdiskabelsen i en cirkulær økonomi kan derfor optræde både som monetære- og ikke-monetære værdier, der er svære at prissætte.

²¹ "[Effektvurdering i Circular Builders projektet – Samlet notat](#)", af Stefania Butera, Teknologisk Institut, August 2022

I konventionel økonomisk teori er værdi bundet op på den profit, der skabes gennem forskellige aktiviteter mellem forbrugere og virksomheder, med produkter eller services, der skaber værdi for begge parter. Værdierne skal helst være hurtigt realiserbare, og har ofte en kort levetid.

I en lineær økonomi spiller prisen på et produkt eller en service ofte en afgørende rolle og er i høj grad drevet af konkurrencen på det givne marked. Fokus er derfor ofte på at reducere omkostninger for at øge den økonomiske indtægt ved at holde prisen nede. Der er derfor kun i mindre grad fokus på den værdi, som behandlingen af et produkt kan have "end of life" gennem genbrug eller genanvendelse.

Som konsekvens af dette går værdifulde ressourcer tabt undervejs i værdikæden. Det er derfor afgørende at tabet af "værdi" stoppes, for i stedet at skabe-, og til sidst udnytte værdierne hele vejen gennem værdikæden.²²

Der går dertil ofte mange dyre mandetimer til at nedtage, sortere, genoparbejde, lagre og transportere materialer, som potentielt kan genbruges og genanvendes.

Modsat er prisen på yderligere forbrug af klodens ressourcer og deponering af affald ikke særlig høj. Vi må dog forvente, at prisen på nye byggematerialer kan blive væsentligt højere end i dag pga. knaphed.

På trods af, at der således er betydelige fordele ved anvendelse af principperne om cirkulær økonomi i byggeriet, så falder den økonomiske virkelighed oftest ud til fordel for anvendelse af nye byggematerialer.

7. Materialeflow i forbindelse med genbrug og genanvendelse – lagerproblematikken

En anden klar barriere er, at vi i byggeriet er vant til, at nye byggematerialer kan bestilles i en ensartet udformning i lige præcis de mængder, der er brug for – og kan leveres, når der er brug for materialerne.

Dette er ikke gældende i forbindelse med anvendelse af genbrugte og genanvendte materialer. Her er det centralt, at der er et rimeligt sammenfald mellem behov for nedtagning af en bygning, som kan levere tilstrækkelige ensartede genbrugte materialer til et nybyggeri i det omfang og i den takt, der er brug for materialerne.

Projektet Circle Bank²³ og andre lignende initiativer, arbejder med at oprette en markedsplads for herved at knytte en screening af mængden og kvaliteten af byggematerialer i eksisterende bygninger, som står over for nedtagning, sammen med et behov for genbrugte materialer til nybyggeri. Ideen er interessant, og nogle materialer kan givetvis genanvendes ved på denne måde at skabe så stor en samtidighed mellem nedtagning og nybyggeri som muligt. Det har potentiale til at kunne reducere det fordyrende led i forretningsflowet, der fremkommer, når der er behov for lagre, hvis samtidigheden ikke er til stede.

²² For yderligere viden se bl.a. hjemmesiden om "[Capturing the value of the circular economy](#)" Ramboll Group

²³ Læs mere om [Circle Bank](#) via dette link

Oprettelsen af en markedsplads Circle Bank har dog stadig en udfordring med at sikre en bygherre, at de genbrugte byggematerialer, der ligger til salg på materialebørsen, er til stede i tilstrækkelige mængder, og ikke er købt af andre, når materialerne skal bruges.

8. Dokumentationen af genbrugte materialer er ofte vanskelig

En forretningsmodel som Circle Bank, som baserer sig på en screening og efterfølgende levering af brugte materialer, må betegnes som et køb som beset.

Det betyder, at det er køber/bygherre, som nødvendigvis må påtage sig risikoen for de screenede materials kvalitet, både teknisk og miljømæssigt, hvilket ikke i længden er hensigtsmæssigt i en byggebranche, som i større og større grad er bygget op om kvalitetsstandarder og produktstandarder.

Det skyldes, at det generelt ikke vil være muligt at sikre hverken ensartethed, garantier for tekniske styrker og andre egenskaber, samt garantere, at materialerne ikke kan være forurenede med uønskede kemiske stoffer helt tilbage fra den oprindelige produktion, fra indbygningen og over årenes drift af bygningen.

En række bygherrer påtager sig frivilligt den risiko, som opstår ved at indarbejde genbrugte materialer i deres bygninger. Herved udsætter de sig for uventede problemer under hensyn til at gøre en indsats for både klima, ressourceminimering og biodiversitet. Disse bygherrer vurderer således at hensynet til at gå foran med genbrug og genanvendelse af byggematerialer vejer tungere end den ekstra risiko, som de løber.

Det er uklart, om bygherrer både nu og fremadrettet er klar til at påtage sig dette ansvar og den deraf afledte usikkerhed.

Det kan derfor være nødvendigt at skabe enten en større (og fordyrende) kontrol af genbrugte materialer for at flytte dokumentationen af tekniske og miljømæssige kvaliteter ved genbrugte materialer tilbage til byggematerialeleverandøren - som ved levering af nye byggematerialer.

Eller er der i stedet behov for garantiordninger, som kan kompensere bygherrer, der oplever, at deres frivillige accept af at påtage sig ansvaret pludselig udløser store ekstraomkostninger til udbedringer. Dette kan enten være som følge af uventede tekniske og styrkemæssige mangler eller miljømæssige problemer med forureninger, som ikke var forudset.

Der kan i denne forbindelse nævnes, at der i april 2021 er igangsat et forskningsprojekt, som skal udvikle metoder til at teste kvaliteten af beton, stål og træ og dermed åbne for mere genbrug og dermed for at nedbringe byggeriets klimabelastning.²⁴

²⁴ ["Test skal dokumentere kvalitet i genbrugte byggekomponenter"](#) 13. april 2021

9. Behov for justering af arkitektonisk opfattelse

I øjeblikket er der en klar trend, der taler positivt for, at en ny bygning signalerer i sin arkitektur, at her er bygherren gået langt for at sikre genbrug og genanvendelse af brugte nedtagne byggematerialer.

Det må således vurderes, hvorvidt denne accept af en ny arkitektur kan blive bred nok og holdbar nok til, at der også på længere sigt generelt skabes villighed til at betale ofte ikke ubetydelige ekstraomkostninger for at signalere klima- og resourceansvar ved at anvende genbrugte byggematerialer.

Både anvendelse af genbrugte byggematerialer, men også en forventet stigning i anvendelsen af nye typer af biogene materialer vil kræve en ny arkitekturforståelse – og deraf følgende læring om nye konstruktions- og vedligeholdelsesmetoder. Også med denne indsats må det forventes, at arkitekturen både umiddelbart efter opførelsen - men især patineringen af bygningen - vil have en betydelig anderledes karakter end ved anvendelse af traditionelle nye byggematerialer som f.eks. tegl.

10. Potentialer i cirkulær tankegang for byggematerialer

På trods af disse mange barrierer for større anvendelse af princippet om cirkulær økonomi må det forventes, at der fortsat vil være bygherrer, som vil søge at bygge med stor andel af genbrugte og genanvendte byggematerialer.

For at sikre et forøget fokus på cirkulær tankegang i byggeriet, er det imidlertid også nødvendigt at forbedre den økonomiske konkurrenceevne mellem genbrugte og genanvendte byggematerialer og nye byggematerialer.

Videnscenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet peger på følgende tiltag, som kan forbedre værdiskabelsen gennem en stærkere fokus på cirkulær økonomi i byggeriet.

”Den værdiskabelse kan man principielt opnå ved:

- *at ”sikre tætte cirkler”, dvs. sikre at materialerne og produkter forbliver i brug ved vedligehold og levetidsforlængelse samt genbrug.*
- *At recirkulere produkter og komponenter flere gange, ved fx at forlænge levetiden via vedligeholdelse og opgradering.*
- *At tage udgangspunkt i kaskadeanvendelse²⁵ og substitution af produkter/komponenter og materialer på tværs af forskellige produkter og værdikæder.”²⁶*

²⁵ Man taler om kaskadeanvendelse, hvor man eksempelvis først udnytter en højværdikomponent og derefter arbejder videre med restprodukterne gennem forskellige trin. På den måde opnår man en bedre udnyttelse af hele råvaren.” Begrebet benyttes ofte i forbindelse med benyttelse af bioressourcer, her vil det første trin af et stammetræ fx være tømmer til byggeriet, det næste spånplader, det næste trin vil være fiberbaseret produkter og det sidste trin kan være afbrænding med energiudnyttelse.

²⁶ VCØB (2021) [Om Cirkulær Økonomi](#) - Besøgt d. 7. september 2021

Der må dog forventes fortsatte barrierer for, at det er økonomisk attraktivt at genbruge og genanvende allerede brugte byggematerialer eller byggematerialer, som indbygges i kommende byggerier i større omfang.

Det er derfor tydeligt, at hvis genbrug og genanvendelse skal kunne understøttes økonomisk, skal der indføres betydelige regulatoriske krav og incitamenter for at sikre, at dagens ofte meget ulige økonomiske konkurrenceevne til fordel for anvendelse af nye byggematerialer, brydes.

Disse regulatoriske krav og incitamenter kan f.eks. have form af øvre CO₂-grænser, afgifter på nye materialer, certificeringssystemer, som kræver forberedelse til genbrug, krav om både materiale og bygningspas osv.

11. Omvendt projekteringsproces

For at imødegå problemet med, at genbrugte materialer ikke kan efterspørges i ubegrænsede mængder som nye byggematerialer (efter at design og fuld projektering af en bygning er gennemført), kan det forventes, at der måske fremadrettet skal tænkes i andre baner.

Begrebet "Omvendt projektering" er her brugt på følgende måde:

Normalt træffes beslutning om igangsætning af et byggeri ud fra en række bygherreønsker om funktionelle, arkitektoniske og økonomiske forventninger. Herefter igangsættes typisk en projektering, der fører frem til et udbud, hvortil der indkommer tilbud fra en række udførende virksomheder. Udbudsprojektet omfatter beskrivelse af de byggematerialer, der skal anvendes samt arbejdets udførelse.

Udbudsprocessen kan være udfordret, hvis der stilles krav fra bygherres side om anvendelse af genbrugte byggematerialer, da genbrugsmaterialer endnu ikke er en standardvare, der er tilgængelig i store og ensartede mængder.

Det kan derfor være nødvendigt med anderledes udbud af opgaver, hvor der indgår ønsker om større anvendelse af genbrugsmaterialer, om at (en del af) materialerne fx bliver en bygherreleverance eller om, at der afholdes udbud baseret på konkurrencepræget dialog eller udbud med forhandling.

Hvis man meget gerne vil anvende genbrugte materialer i større omfang i sit nye byggeri, er det således nødvendigt at anvende nye udbuds- og konkurrenceformer, da genbrugte byggematerialer ikke bare kan købes ind, så de opfylder alle de krav, som undervejs gennem projekteringen er forudsat i projektet.

Der vil i de kommende år forventeligt blive gjort forsøg med nye projekterings- og udbudsformer for at åbne for en større indtænkning af genbrugte byggematerialer.

Det kan f.eks. ske via en projekteringsproces, hvor man har fokus på, hvilke genbrugelige materialer, der kan findes enten hos bygherren selv eller via markedsaktører, og som egner sig til det konkrete projekt. Med tiden kan det forventes, at der opstår flere virksomheder, der forhandler eller formidler

adgang til genbrugte byggematerialer. De første aktører på dette marked er ved at etablere sig og flere må forventes at komme til.

I hvert fald står det ret klart, at byggeriets nuværende meget store fleksibilitet til frit at vælge at indkøbe nye byggematerialer til brug for opførelse af en ny bygning vil blive stærkt begrænset, hvis der fremover i stigende grad kræves, at der i langt højere grad genbruges nedtagne eksisterende bygningsdele. Der skal således i fremtiden mere tænkes, i det man kan kalde en "Omvendt projektering" dvs., at man skal tage udgangspunkt i, hvilke genbrugelige og genanvendelige materialer der er tilgængelige på markedet frem for først at projektere og derefter indkøbe materialerne.

12. Viden om miljømæssige forhold ved genbrug af byggematerialer

Vi ved faktisk ikke ret meget om indholdet af uønskede skadelige stoffer i de allerede indbyggede byggematerialer, som vi forventer at kunne genbruge og genanvende i et større omfang.

En undersøgelse fra Syddansk Universitet påpeger, at når vi undersøger indholdet af uønskede kemiske stoffer i f.eks. træ og beton, som er nedtaget efter endt liv i bygninger, fremkommer et ganske diffust billede af vores viden.

De fremførte konklusioner fra undersøgelsen er:

- Spektrografisk undersøgelse af kemisk indhold i træprodukter beregnet til genbrug i nye bygninger viste, at mere end 90 % af de kemiske emissioner fra træet ikke kunne bestemmes. Den største emission kom af pyridine, som stammer fra maling/lakering.
- For beton var 55 % af emissionerne ikke mulige at bestemme. En betydelig del af de identificerede emissioner kom fra benzen, som formentlig var tilført betonen i driftsfasen f.eks. fra bygningens anvendelse til transportformål eller parkering. Benzen er kræftfremkaldende.
- Der er betydelig manglende viden om genbrugsmaterialers faktiske kemiske emissioner, og de nuværende LCA-beregningsmodeller omfatter ikke den fulde kemiske forurening. Det gjorde det svært at vurdere, hvorvidt den potentielle (ikke så store) positive effekt ved genanvendelse af træ eller beton faktisk kunne opveje den potentielle negative sundhedseffekt fra kendte og ukendte kemiske emissioner fra genbrugsmaterialerne.²⁷

Ovenstående usikkerhed er årsag til, at det ofte anbefales at holde genbrugsmaterialer uden for klimaskærmen eller bruge dem til sekundære bygninger (fx skure²⁸), hvor der ikke er fast ophold, således at uventede indhold af problematiske stoffer, som over lang tid kan fordampe til indeklimaet, undgås.

²⁷ Udpluk fra præsentation i februar 2022 af professor Morten Birkved, head of SDU Life Cycle Engineering, baseret på forskning gennemført på SDU refereret i en artikel: – offentliggjort januar 2022.

²⁸ Næste producerer fx skure baseret på genbrugsmaterialer (<https://www.naeste.dk/>).

13. Selektiv nedrivning og kvalitet af materialer fra det eksisterende byggeri

Langt størstedelen af affaldet fra det eksisterende byggeri stammer fra nedrivning og renoveringsprojekter. Nedrivningsprocessen forventes derfor at være et afgørende led i at skabe en reel cirkulær- økonomi og værdikæde i byggeriet. Nedrivningsprocessen kan i fremtiden være en kilde til værdifulde ressourcer for byggeriet, frem for store affaldsmængder uden værdi.

Videncenteret for Cirkulær Økonomi forklarer selektiv nedrivning som følger:

“... bygningen nedtages på en sådan måde, at materialerne kan sorteres korrekt og efterfølgende anvendes bedst muligt. Med bedst muligt menes, at materialerne anvendes så tæt på deres oprindelige funktion og dermed så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt under hensyntagen til en samlet vurdering af omkostninger og miljøeffekter. Samtidig kan de materialer der indeholder problematiske mængder af miljøfremmede stoffer, udsorteres til bortskaffelse”.

Selektiv nedrivning indebærer desuden, at der udarbejdes en miljø- og ressourcekortlægning af byggerier, der skal nedrives, så det fremgår, hvor eventuelle problematiske stoffer findes, hvordan de håndteres og hvilke ressourcer, der har genbrugs-, og genanvendelsespotentialer.

I nedenstående figur ses en illustration af processerne i selektiv nedrivning²⁹.



²⁹ Kilde: Circle House Lab, Green paper 02 | 06 – Selektiv nedrivning, 2020.

Selektiv nedrivning indebærer en række nye opgaver for alle involverede parter, og stiller større krav til inddragelse af parterne, samt til planlægning af hele processen.

Ressourcekortlægningen i forbindelse med selektiv nedrivning indebærer blandt andet at materialerne testes for problematiske stoffer og, at potentialet for genbrug og genanvendelse afdækkes, herunder den tekniske kvalitet af genbrugsmaterialerne. Derudover skal det afklares, hvordan materialerne, under hensyntagen til arbejdsmiljøet, bedst håndteres når de skal ud af byggeriet.

Det er vigtigt, at kompetencer til selektiv nedrivning ikke kun udbredes blandt de største aktører på markedet men til hele branchen, da det forventes, at efterspørgslen på selektiv nedrivning vil stige i fremtiden.

Som en del af den nationale handlingsplan for cirkulær økonomi³⁰ vil der fra 2023 blive indført krav om standardiserede nedrivningsplaner og kompetencekrav til selektiv nedrivning.

Derudover skal det undersøges, om der kan indføres direkte krav eller retningslinjer for selektiv nedrivning. Initiativet skal bidrage til bedre kildesortering af materialefraktioner samt udsortering af materialer med problematiske stoffer. Og initiativet skal sikre, at værdifulde materialer i højere grad end i dag genbruges og genanvendes, før de nyttiggøres som fx fyld under veje eller i støjvolde.

Det forventes at EU, i kraft af Handlingsplanen for cirkulær økonomi, ligeledes vil have et øget fokus på selektiv nedrivning for at sikre korrekt kildesortering og fremme genbrug og genanvendelse af brugte byggematerialer.

Udfordringer for selektiv nedrivning

Der er en række udfordringer relateret til selektiv nedrivning. En af dem er øgede omkostninger og et øget tidsforbrug ift. traditionel nedrivning

Ifølge et casestudie udført i forbindelse med et InnoBYG-projekt er prisen for selektiv nedrivning ved total nedrivning op til dobbelt så høj sammenlignet med traditionel nedrivning. Dette skyldes, at store maskiner ofte ikke kan benyttes i processen, der derfor kræver betydeligt flere mandetimer.

Merudgiften ved renoveringsprojekter er noget lavere, da den nødvendige nedtagning af byggematerialer, som skal udskiftes, i sig selv kræver en mere nænsom nedtagning af materialer og bygningsdele. I casestudiet er prisen for selektiv nedrivning ved renovering op til en halv gang højere end ved traditionel nedrivning.

For bygherrer skal værdien af selektiv nedrivning derfor findes i besparelser på nye materialer og ressourcer ved genbrug og genanvendelse, ved CO₂ besparelser eller gennem arkitektonisk og kulturhistorisk værdi ved bevarelse af fx bygningsdele. Den egentlige økonomiske værdi af selektiv nedrivning skal derfor ses i lyset af de regulatoriske krav og afgifter, som påvirker den samlede økonomi for byggeriet.

³⁰ [Handlingsplan for cirkulær økonomi](#), juli 2021

14. Klima- og ressourcegevinst ved genbrugte byggematerialer

Som tidligere skrevet, er fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer begrundet især i tre forhold:

1. ønsket om at reducere byggematerialernes negative klimaeffekt
2. ønsket om at nedbringe forbruget af nye ressourcer til byggematerialer
3. ønsket om at mindske affaldsproduktionen ved nedtagning af bygninger efter endt levetid

Det forventes, at det kan give værdi at genbruge og genanvende eksisterende nedtagne byggematerialer for at reducere behovet for nye ressourcer og minimere affaldsmængderne, også selv om klimagevinsten for nogle materialer er lille, som angivet i Temaark 5 fra Videncenter for Cirkulær Økonomi^{31, 32}.

15. Hvilke byggematerialer egner sig bedst til genbrug

Den tidligere Transport og Byggestyrelse udarbejdede for nogle år siden en række "Anbefalesblade" for 7 betydelige kategorier af byggematerialer – i samarbejde med en arbejdsgruppe nedsat fra "Branchepanelet for byggeri"

Udarbejdelsen af disse "Anbefalesblade" skete på baggrund af, at en række kommuner var begyndt at stille ganske skrappe krav om indbygning af genbrugte materialer i nye byggerier – uden egentlig at gøre opmærksomme på den meget mangelfulde viden om både tekniske forhold og miljømæssige forhold.

Der blev udarbejdet "Anbefalesblade" for disse 7 almene byggematerialer, hvor det forventedes, at der var de bedste muligheder for direkte genbrug. Dette var f.eks. mursten, tagtegl, stålspær og elektriske kabler.

Principper i bladene for de syv produkter var, at man gjorde opmærksom på muligheden for genbrug, at man kort redegjorde for, hvor genbrug mest optimalt kunne forventes, hvilke forhold og anvendelser af materialer, som man skulle tage under overvejelse, såsom behovet for at kende den tekniske styrke af f.eks. stålspær ved genanvendelse eller den miljømæssige kvalitet af andre materialer. Dette skal ske under hensyn til, at der især ved en ikke så nænsom nedtagning kunne være sket skader, der nedsætter den tekniske kvalitet, og at der generelt var betydeligt ukendskab til det miljømæssige problematiske indhold af uønskede kemiske stoffer i materialerne.

Anbefalesbladene anførte således, at dette ukendskab betød, at der ikke kunne forventes at foreligge CE-mærkning, hvorfor det blev bygherren, som måtte påtage sig det fulde ansvar, hvis der efterfølgende viste sig problemer med indbygningen af de genbrugte materialer.

Anbefalesbladene blev desværre aldrig udgivet, selv om det er en god ide med sådanne anbefalinger, som på en gang både udvider viden om, hvilke brugte materialer, som kunne

³¹ Temaark 5, Videncenter for Cirkulær Økonomi, 2021, "[Klimagevinst v/ genbrug og genanvendelse](#)"

³² Reference til "[Notat om klimabelastning fra genbrugte og genanvendte byggematerialer sammenlignet med jomfruelige materialer](#)", af Emil Dokkedal Johnsen, EA Energianalyse, fra den 9.11.2022

genbruges eller genanvendes, men som også advarede om, hvor i en ny bygning man skulle være forsigtig med at anvende dem.

16. Affaldshierarkiet – forebyggelse, genbrug og genanvendelse

Anvendelsen af principperne om cirkulær økonomi i byggeriet må have fokus på at reducere de store mængder affald branchen står for. Det anslås som nævnt, at byggeriet i dag står for ca. 35 procent af al affaldsproduktion i Danmark.

I den forbindelse er affaldshierarkiet et helt centralt begreb. Her rangordnes forebyggelsen af dannelse af byggeaffald og derefter anvendelsen af de alligevel nedtagne bygningsdele m.v. efter nyttiggørelsen af disse.

Den kommunale affaldshåndtering skal nemlig ifølge affaldsbekendtgørelsen ske på baggrund af affaldshierarkiet, og den omvendte pyramide fungerer som et prioriteringsværktøj.

Affaldshierarkiet



Kilde: VCØB (2021) [Affaldshierarkiet](#)

Nedenstående gennemgang er baseret på [Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriets hjemmeside](#), medmindre andet er angivet.³³

Øverst i hierarkiet prioriteres **affaldsforebyggelse**. Affaldsforebyggelse sker allerede inden et produkt bliver til affald, og handler generelt om at reducere mængden af affald, der bliver genereret, både nu og i fremtiden. Dette kan blandt andet gøres ved at:

- Minimere behovet for nye produkter og bygninger gennem design for færre m² pr formål, ved at bygge lettere og ved i højere grad at omforme og genanvende eksisterende bygninger m.v.
- Minimere materiale- og ressourceforbruget i produkter og bygninger gennem design, proces og byggeteknik og optimere mulighederne for efterfølgende genanvendelse (fx Design for Disassembly, modulelementer).

³³ VCØB (2021) Hjemmesider besøgt den 22/9-2021 "[Genvend Byggevarer](#)", "[Affaldshierarkiet](#)"

- Minimere indholdet af problematiske stoffer tilført ved produktionen af byggematerialer og tilført undervejs i driften af bygningen for at opnå højst mulig værdi og kvalitet af byggematerialerne ved genbrug og genanvendelse i fremtiden.
- Ensarte/standardisere produkter herunder byggematerialer på en sådan måde, at både udsortering og genbrug kan optimeres.
- Reducere materialespild i byggeprocessen.

Materialespild i byggeprocessen skønnes i rapporten – “Potential for Denmark as a Circular Economy” fra Ellen MacArthur Foundation (2015) til at ligge på 10-15 % af det samlede materialeforbrug til bygningen.³⁴

Under affaldsforebyggelse indgår også **genbrug**.

“Genbrug er, når en gammel byggevarer anvendes igen direkte til samme formål uden forarbejdning...”. Produkter, fx nyere vinduer, der kan genbruges direkte³⁵, er omfattet af byggelovgivningen. Kravene hertil kan særligt findes i Byggevareforordningen, som stiller krav om CE-mærkning af byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard, samt i bygningsreglementet, som stiller administrative og funktionsbaserede tekniske krav til bygninger. Byggevarer, der genbruges direkte er dog ikke kategoriseret som affald og dermed ikke omfattet af affaldslovgivningen.

Næst i hierarkiet er **forberedelse til genbrug**. Her kræver produkter forarbejdning, fx i form af reparation, vask og rens før de kan genbruges. Produkter, der kræver forarbejdning inden genbrug, er omfattet af affaldslovgivningen og skal håndteres derefter. Hvilken lovgivning, der skal følges, afgøres derfor af, om der sker en forarbejdning af produktet eller ej. Byggevarer, der kan genbruges efter mindre forarbejdning, er omfattet af byggelovgivningen, når de sættes på markedet og indgår i nyt byggeri.

Genanvendelse findes som den midterste kategori i hierarkiet. *“Genanvendelse er, når affaldsmaterialerne bliver forarbejdet og derefter indgår i produktionen af nye byggevarer eller byggematerialer”*. Fx nedknust beton som tilslag i ny beton.

Genbrug og forberedelse til genbrug rangerer højere end genanvendelse i affaldshierarkiet, da det oftest er mere ressourcebesparende at genbruge end at genanvende. Samt at der generelt sker en værdi- og kvalitetsforringelse af byggematerialerne ved at være nødt til at genanvende dem i stedet for direkte at kunne genbruge dem.

Anden nyttiggørelse dækker over forskellige anvendelser, men er generelt *“når affaldet opfylder et nyttigt formål ved at erstatte anvendelsen af andre materialer, der ellers ville være blevet anvendt til at opfylde en bestemt funktion. Affaldet kan også blive forberedt med henblik på at opfylde en funktion”*, eller forbrændes for energiudnyttelse – fremadrettet gerne med fangst og deponering af den herved udledte CO₂. Disse anvendelser er dog i den nederste del af hierarkiet, da dette er forbundet med ressource tab, energiomkostninger og generelt lavere udnyttelsesværdi end genbrug og genanvendelse.

³⁴ Ellen MacArthur Foundation – [Potential for Denmark as a Circular Economy](#), 2015

³⁵ Man skal dog være opmærksom på, at vinduer (fra før 1977) ikke kan genbruges direkte. Der kan sidde fugemasse i vinduesrammerne, som kan være meget problematisk pga. PCB.

Bortskaffelse er nederst i hierarkiet og skal derfor minimeres så vidt muligt og bør kun omfatte affald, der ikke kan nyttiggøres eller opfylder et nyttigt formål fx farligt affald.

Helt at undgå en fraktion, som hverken kan genbruges, genanvendes eller nyttiggøres på anden vis, kræver primært en tidlig (regulatorisk) indsats, således at behovet for at bruge materialer, som efterfølgende har behov for direkte bortskaffelse minimeres eller helt fjernes.

“**Upcycling**” og “**Downcycling**” er to hyppigt brugte begreber i forbindelse med cirkulært byggeri.

Der findes ingen officiel definition af begreberne, men Værdibyg forklarer begreberne som følger:

“Ved upcycling opfattes normalvis, at et materiale efter forarbejdning kan genbruges til et formål med en højere værdi. Fx når gamle bolværksplanker genbruges til møbler efter en let rengøring og tilskæring.”

“Ved downcycling forstås, at materialerne forarbejdes og anvendes til et formål med en lavere værdi end for det oprindelige materiale. Fx nedknusning af teglsten til anvendelse i terrænregulering.”³⁶

For begge begreber er der tale om genanvendelse, som det er beskrevet i affaldshierarkiet, da materialerne skifter anvendelse, forarbejdes og derfor ikke genbruges direkte. Upcycling og downcycling bør derfor først komme i betragtning, når et materiale er blevet genbrugt en, men helst flere gange, og ikke længere kan opfylde sin oprindelige funktion. Fokus bør herefter være at genanvende materialerne, så de opfylder et så værdifuldt formål som muligt.

17. Nuværende rammebetingelser m.v. for at fremme cirkulær økonomi

Der er allerede foretaget en del initiativer og stillet krav for at forbedre mulighederne for anvendelse af principperne for cirkulær ressource økonomi i samfundet – og med fokus på især byggeriet. Initiativerne omfatter både genbrug og genanvendelse af byggematerialer, samt tiltag for at opnå en større egentlig cirkulær anvendelse af byggematerialer.

Vi beskriver de vigtigste initiativer i de følgende afsnit.

a) EU's handlingsplan for cirkulær økonomi

Store dele af den danske regulering på området har ophæng i EU-lovgivning. En central del af det danske arbejde med cirkulær økonomi er derfor også at påvirke den europæiske udvikling, herunder understøtte EU's arbejde med at afkoble økonomisk vækst fra et øget forbrug af naturressourcer, som et vigtigt element i at nå EU's mål om klimaneutralitet i 2050.³⁷

³⁶ Cirkulær Nedrivning - Vaerdibyg.dk, 2020

³⁷ Miljøministeriet (2021) [Handlingsplan for cirkulær økonomi - National plan for forebyggelse og håndtering af affald 2020-2032](#)

Som det fremgår af EU's Handlingsplan for den cirkulære økonomi (2020)³⁸, vil EU-kommissionen:

- Fremsætte forslag om kvantitative mål for affaldsreduktion af specifikke affaldsstrømme
- Præsentere en omfattende strategi for bæredygtigt byggeri der skal fremme cirkularitetsprincipperne gennem hele bygningens livscyklus
- Fremsætte ambitiøse EU-mål for genanvendelse, i stedet for det nuværende mål for materialenyttiggørelse, af bygge- og anlægsaffald i forbindelse med den planlagte revision af målsætningen i 2024.³⁹
- Præsenterer foranstaltninger der kan støtte op om et indre marked for sekundære eller genbrugte råstoffer

Regeringen bakker desuden i den danske Handlingsplan⁴⁰ op om:

- "En revision af byggeveforordningen, herunder et styrket fokus på implementering af forordningens kriterie om bæredygtig udnyttelse af naturressourcer samt sikring af fælles og ensartede dokumentationsbetingelser fx ved genbrug af byggevarer.

At EU-Kommissionens renoveringsstrategi "En renoveringsbølge for Europa" implementeres i overensstemmelse med principperne for cirkulær økonomi."

b) Danmarks handlingsplan for cirkulær økonomi

Den danske politik for cirkulær økonomi bestemmes i høj grad gennem fælles regler i EU's Affaldsdirektiv⁴¹ og er beskrevet i Danmarks Handlingsplan for Cirkulær Økonomi⁴². Planen, der blev offentliggjort i juli 2021, er udarbejdet på baggrund af en bred politisk aftale om en Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi fra juni 2020⁴³.

³⁸ Europa Kommissionen (2020) "[En ny handlingsplan for den cirkulære økonomi – For et renere og mere konkurrencedygtigt Europa](#)",

³⁹ Note: Affaldsdirektivet fastsætter et mål på minimum 70% (vægtprocent) genbrug, genanvendelse og anden materialenyttiggørelse inden 2020 (Artikel 11 stk. 2b).

⁴⁰ Miljøministeriet (2021) [Handlingsplan for cirkulær økonomi - National plan for forebyggelse og håndtering af affald 2020-2032](#)

⁴¹ ⁴¹ Note: [Affaldsdirektivet](#) fra 2008 bestemmer bl.a., at alle medlemsstaterne i EU skal udarbejde affaldshåndteringsplaner såvel som affaldsforebyggelsesplaner. Dertil sætter EU-direktivet overordnede mål for genanvendelse af kommunalt affald i medlemsstaterne. Affaldsdirektivet blev senest ændret i 2018 med Europa-Parlamentets og Rådets direktiv nr. 2018/851 af 30. maj 2018

⁴² Miljøministeriet (2021) [Handlingsplan for cirkulær økonomi - National plan for forebyggelse og håndtering af affald 2020-2032](#)

⁴³ Note: [Aftalen blev indgået mellem regeringen \(Socialdemokratiet\) og Venstre, Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet.](#)

Handlingsplanen udgør Danmarks nationale plan for forebyggelse og for håndtering af affald. I planen er de konkrete indsatser beskrevet ud fra den cirkulære værdikæde. Den er gældende for perioden 2020-2032 men skal senest revideres efter seks år.⁴⁴

Formålet med Handlingsplanen er at skabe det nødvendige grundlag for at knække affaldscurven og sikre mindre affald bl.a. gennem genbrug, mindre spild og mere og bedre genanvendelse i alle sektorer. Derudover skal planen *"implementere de mål og krav der er udlagt i særligt affaldsdirektivet fra 2018, samt understøtte klimalovens mål om 70 pct. reduktion af drivhusgasudledning i 2030."*⁴⁵

Handlingsplanen har i forhold til byggeriet særligt fokus på fem emner: Materialeforbrug, Bygningsdesign og opførelse, Renovering og vedligeholdelse af bygningsmassen, Bedre håndtering af bygge- og anlægsaffald og Jord som affald.

Følgende initiativer indgår i indsatsen for cirkulær økonomi. En lang række af initiativerne går igen fra aftalen om en Strategi for bæredygtigt byggeri fra marts 2021 – disse er markeret med en *.

Materialeforbrug

- Fremme af klimavenlige byggematerialer*
- Udvikling af mere retvisende miljødata for materialer*
- Livscyklusberegninger og reduceret brug af jomfruelige råstoffer til anlæg af veje

Bygningsdesign og opførelse

- Oprettelse af Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet
- Regulering med afsæt i den frivillige bæredygtighedsklasse*
- Indfasning af grænseværdi for klimaaftryk fra bygninger*
- Videreudvikling af LCA og LCC til designværktøjer* (En del af strategi for digitalt byggeri, 2019)
- Den almene boligsektor som frontløber for digitalisering af hele bygningens livscyklus*
- Pulje til bæredygtigt byggeri

Renovering og vedligeholdelse af bygningsmassen

- Helhedsvurderinger ved renoveringer*
- Digital understøttelse af energirenoveringsindsatsen

Bedre håndtering af bygge- og anlægsaffald

⁴⁴ Miljøministeriet (2021) [Handlingsplan for cirkulær økonomi - National plan for forebyggelse og håndtering af affald 2020-2032](#)

⁴⁵ Miljøministeriet (2021) Handlingsplan for cirkulær økonomi - National plan for forebyggelse og håndtering af affald 2020-2032

- Krav om standardiserede nedrivningsplaner og kompetencekrav til selektiv nedrivning
- Krav eller retningslinjer for selektiv nedrivning
- Sikkert og sundt genbrug i byggeriet*
- Fastsættelse af nationale grænseværdier for problematiske stoffer i beton og tegl
- Krav om sortering af asfalt, samt opdateret asfaltcirkulære
- Entydige regler og bedre sporbarhed for byggeaffald
- Mindre spild af materialer på byggepladsen*
- Øget sporbarhed på håndteringen af affald fra vindmøllevinger

Jord som affald

- Ny regulering af jord som er affald

Som det fremgår, bygger langt størstedelen af initiativerne på allerede besluttede tiltag, ligesom mange af initiativerne fortsat skal udmøntes.

c) Strategien for bæredygtigt byggeri

Den nationale strategi for bæredygtigt byggeri udgør regeringens sektorhandlingsplan for bygge- og anlægssektoren og er funderet i den politiske aftale fra marts 2021⁴⁶. Strategien er et understøttende tiltag uden direkte CO₂-effekter, der følger op på anbefalinger fra blandt andet klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren.⁴⁷

Som nævnt indgår flere af initiativerne fra strategien for bæredygtigt byggeri i handlingsplanen for cirkulær økonomi. Udover krav til bygningernes klimaaftryk er følgende fem initiativer fra strategien relevante ift. cirkulær økonomi.

- Arbejde for bæredygtighed i revisionen af byggevareforordningen
- Fremme fossilfri byggepladser
- Undersøgelse af mulighed for indførelse af CO₂-reduktionshensyn i udbud
- Afklaring af muligheder for udvidelse af særtransport med henblik på fremme af modulbyggeri
- Strategisk kortlægning og undersøgelse af fejl og mangler (materialespild)

Krav til bygningernes klimaaftryk skal indføres i bygningsreglementet med udgangspunkt i kriteriet fra den frivillige bæredygtighedsklasse⁴⁸ om livscyklusvurdering (LCA), der beregner byggeriets CO₂-udledninger (inkl. udledninger fra byggepladsen).

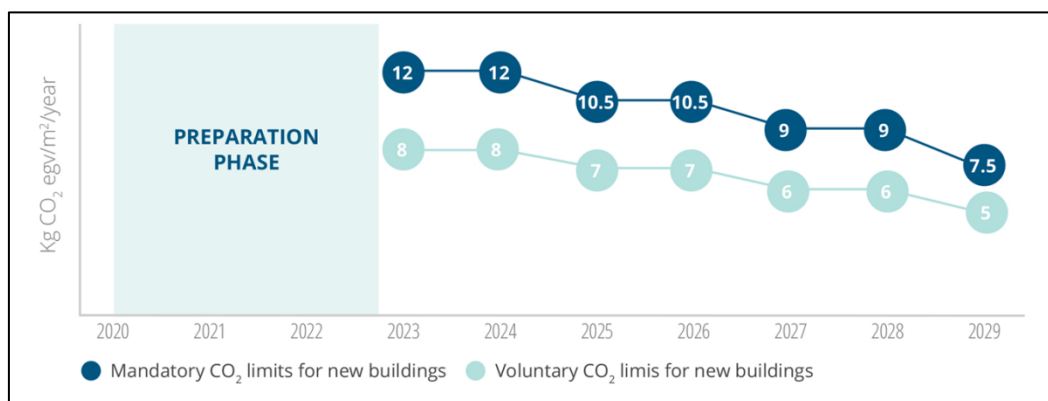
⁴⁶ [Aftale mellem regeringen \(Socialdemokratiet\) og Venstre, Dansk Folkeparti Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten, Det konservative Folkeparti og Alternativet om: National strategi for bæredygtigt byggeri](#) (2021)

⁴⁷ [Indenrigs- og Boligministeriet, National strategi for bæredygtigt byggeri](#), 2021

⁴⁸ Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen - [Den frivillige bæredygtighedsklasse](#), 2021

Fra 2023 vil krav om en CO₂-grænseværdi på maksimalt 12 kg CO₂-ækv/m²/år være gældende for nybyggeri over 1000 m², med en mere ambitiøs frivillig CO₂-klasse på 8 kg CO₂-ækv/m²/år.⁴⁹ Nybyggeri på under 1000 m² vil kun være underlagt krav om LCA-beregninger uden en CO₂-grænseværdi.

Fastsættelse af fremtidige krav og CO₂-grænseværdier er skitseret i aftalen, men skal endeligt fastlægges bl.a. på baggrund af de erfaringer, der indsamles gennem den frivillige bæredygtighedsklasse og ud fra udviklingen på baggrund af de allerede indførte gradvist stigende CO₂-krav.



Skematisk illustration af de skitserede CO₂-krav fra National strategi for bæredygtigt byggeri

På denne måde er det muligt for byggeriets aktører at få en klar fornemmelse af, hvilken vej og på hvilket niveau, kravene kan forventes at udvikle sig frem til 2030. Herved bliver det også muligt for bygherrer at stille fremadrettede CO₂-krav ved byggebeslutninger, som matcher de kommende krav på det tidspunkt, hvor bygningen forventes at stå færdig.

Og det bliver muligt for byggevarereproducenter at tage stilling til tiltag for at reducere deres produkters klimapåvirkning på et tidligt tidspunkt, og dermed fastholde deres byggevarer i et marked, hvor kravene til maksimal CO₂ i nybyggeriet gradvist strammes.

Hvis byggeriet skal være fuldt bæredygtigt, så skal de opstillede krav til maksimalt CO₂-ækv/m²*år dog betydeligt længere ned ifølge en ny analyse⁵⁰, som er foretaget af Århus Universitet, SWECO og Syddansk Universitet finansieret af Realdania og Willum-fonden.

d) Pulje til bæredygtigt byggeri

Af relevans for cirkulær økonomi i byggeriet kan også nævnes aftalen om puljen til bæredygtigt byggeri fra maj 2021. Aftalen blev indgået i forbindelse med Finansloven for 2021 hvor i alt 50 mio. Kr. er blevet afsat for 2021 og 2022.

⁴⁹ Indenrigs- og Boligministeriet, National strategi for bæredygtigt byggeri, 2021

⁵⁰ Kilde: <https://realdania.dk/nyheder/2022/09/rapport-byggeriets-co2-aftryk-skal-meget-laengere-ned-hvis-klimaforandringerne-skal-bremses>,

Aftalen rummer fem initiativer. Mest relevant for cirkulær økonomi er initiativet omkring *Fremme af genbrug af bærende konstruktioner*. Initiativet har til formål at udbygge eksisterende viden og datagrundlag om genbrug af bærende konstruktioner gennem "nænsom renovering" frem for nedrivning af hele bygningen og nybyggeri. Følgende tiltag indgår:

- "Iværksættelse af dybdegående analyse af potentialer og barrierer for genbrug af bærende konstruktioner frem for nedrivning og nybyggeri med fokus på balancen mellem den totaløkonomiske, miljømæssige og sociale bundlinje, herunder sundhed og indeklimaforhold.
- Med afsæt i analysens resultater kan der udarbejdes et vejledningsmateriale målrettet bygherrer, rådgivere og entreprenører, som understøtter udviklingen af renoveringsstrategier, bedre forundersøgelser af det eksisterende byggeri, konceptløsninger og forretningsmodeller for genbrug af de bærende konstruktioner samt modeller for øget samarbejde på tværs af værdikæden.
- Materialet udarbejdes i samarbejde med bygherrer, rådgivere og entreprenører."⁵¹

Derudover indeholder aftalen tiltag, der skal:

- Styrke vidensgrundlag og erfaringsopbygning med LCA-beregninger gennem et Videnscenter om bygningers klimapåvirkninger.
- Fremme af miljøvaredeklarationer (EPD'er) ved bl.a. at undersøge de tekniske barrierer, der måtte være for udarbejdelsen af EPD'er, samt hvad potentialet er for yderligere understøttende indsatser.
- Videreudvikle beregningsværktøjet LCAbyg, herunder opdatering af databaser og øget anvendelighed af brugerfladen.
- Styrke omkostningseffektive energirenoveringer bl.a. gennem undervisningsmateriale, information og vejledninger

e) Nyt Nordisk program for bæredygtigt byggeri

Det nye nordiske program for bæredygtigt byggeri med stor fokus på opnåelse af en cirkulær tilgang i byggeri, herunder en øget fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer blev præsenteret i starten af 2022.⁵²

Programmet er et samarbejde⁵³ mellem de nordiske ministerier for byggeri og bygninger, og løber fra 2021 til 2024 – støttet af Nordic Innovation under Nordisk Ministerråd.

⁵¹ [Aftale mellem regeringen \(Socialdemokratiet\) og Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten og Alternativet om: Udmøntning af pulje til bæredygtigt byggeri](#) (2021)

⁵² Se præsentationen af "Nordic Sustainable Construction den 12.2.2022 [her](#).

Der er endnu ikke mange initiativer i forbindelse med opstarten af programmet, men det må forventes, at der fyldes en del aktivitet i.

18. Sikring af fremtidigt genbrug og genanvendelse af nybyggeriets byggematerialer

Herunder gives en række eksempler på tiltag, der kan iværksættes for at mindske nye bygningers klimapåvirkninger fra byggematerialerne.

Sådanne tiltag vil også reducere fremtidige bygningers klimapåvirkning og ressourceforbrug gennem sikring af klart bedre forudsætninger for cirkulær ressource økonomi, når den nye bygning om mange årtier har udtjent sit formål og skal nedtages og genbruges:⁵⁴

Tilpasning af design

- Inkorporering af tilgængelige genbrugelige byggematerialer – hvordan kan de forberedes til genbrug (igen-igen)
- Hvordan kan nye byggematerialer genbruges/genanvendes fremadrettet / Forberedelse til genbrug
- Gennemførelse af Design for disassembly
- Bygnings og materialepas
- Modulbyggeri, så vidt dette er muligt
- Fleksibelt design (mulighed for skiftende anvendelse af bygninger uden stort behov for ombygning/nedrivning)

Materialevalg

- Mindst mulig anvendelse af uønskede kemiske stoffer i byggematerialerne – med øje for mistænkte problematiske kemikalier
- Lavt niveau af indlejret CO₂ fra nye byggematerialer og ved nødvendig oparbejdning af genbrugelige byggematerialer
- Lang levetid af både bygning og byggematerialer
- Dokumentation for anvendte byggematerialer

⁵³ Læs mere om det nye nordiske program for bæredygtigt byggeri [her](https://nordicsustainableconstruction.com/):
<https://nordicsustainableconstruction.com/>

⁵⁴ Derudover kommer, som nævnt tidligere, anvendelse af biogene byggematerialer, som beskrives i et særskilt fremsynsnotat, som forventes i 2023.

19. Vil LCA-beregninger skulle justeres ved anvendelse af Design for genbrug?

Traditionelt regnes hele CO₂e-belastningen fra byggematerialerne med i første indbygning i byggeriet.

Dette gøres også selv om de pågældende byggematerialer faktisk er designet for at kunne adskilles og genbruges i kommende bygninger efter at være nedtaget fra den første bygning.

Princippet kan kritiseres, idet det ikke giver nogen ekstra tilskyndelse i form af lettere opfyldelse af klimakrav til design for genbrug fx gennem "deling" af byggematerialernes CO₂-påvirkning mellem de planlagte gentagne anvendelser af byggematerialerne over mange årtier.

Men en reduktion af udledningerne fra første indbygning til f.eks. 75 % for herefter at henvise de resterende 25 % af klimapåvirkningen fra byggematerialerne til næste indbygning, som kan være efter 50 år, giver andre problemer. Der vil her forekomme et meget langt "slip" mellem tidspunktet for den faktiske udledning ved produktion af byggematerialet forud for første indbygning og så den fulde medregning af denne udledning, som først vil ske f.eks. 50 år efter.

Dette taler for fortsat at fastholde princippet om, at kravet til maksimalt CO₂-udspil skal fokusere 100 % på opførelsetidspunktet, hvor udslippet faktisk sker – og ikke kunne forrykkes årtier ud i tiden.

Modsat taler en langsigtet tilgang – også med fokus på at reducere ressourcetrækket og affaldsdannelse om mange årtier – for at skabe incitament til at designe for adskillelse og adskillige cyklusser med genbrug af de allerede brugte materialer.

20. Uønskede kemikalier i byggematerialer til nybyggeriet

For at fremme cirkulært byggeri med fremtidig genbrug og genanvendelse af byggematerialer er det nødvendigt at have styr på de problematiske- og uønskede stoffer, der indlejres i bygningerne fremadrettet.

En udfordring er, at det kan være svært for rådgivere, entreprenører og håndværkere at se eller få oplyst, hvilke uønskede stoffer, som især byggeartikler som plader, isolering, vinduer, beklædninger mm indeholder. Det skyldes, at der ikke er krav om at påsætte produktetiketter eller anden mærkning på disse produkter.

Uønskede og problematiske stoffer i byggeprodukter og -materialer kan udover de direkte negative konsekvenser for miljø, indeklime og sundhed ved indbygning udgøre en væsentlig barriere for genbrug og genanvendelse af materialer fra fx nedrivnings- og renoveringsprojekter. En undersøgelse af Miljøstyrelsen fra 2016 viste, at der i 2012 blev anvendt 14.200 tons uønskede og problematiske stoffer i byggeprodukter. En opdatering af Miljøstyrelsens undersøgelse fire år senere viser, at forbruget var steget til over 22.500 tons⁵⁵. Det drejer sig blandt andet om stoffer, som er kræftfremkaldende og kan skade arveanlæg, fostre og menneskers forplantningsevne.⁵⁶

⁵⁵ Martha Lewis (2019)

⁵⁶ CONCITO og Rådet for Grøn Omstilling (2021) Fremsynsnotat – Kemikalier i byggematerialer og et fremtidig materialepas

Uønskede eller problematiske stoffer er kemiske stoffer, som efter Miljøstyrelsens definition mistænkes for at være skadelige for miljøets eller menneskers sundhed. Uønskede kemiske stoffer findes i dag i en række produktgrupper i danske byggeprodukter, eksempelvis lim, isolering, maling, bindemidler og gulvbelægninger mm.

Et af de mest problematiske stoffer er PCB, som i vid udstrækning blev brugt som fugemateriale i byggerier mellem 1950 og frem til 70'erne. Stoffet er flygtigt og afgasser til omgivelserne herunder de mursten, som fugningen mellem vindue og mur berørte. Dette PCB kan derfor udgøre en risiko for miljø og sundhed i alle faser af bygningers livscyklus, også ved nedtagning og genanvendelse af de berørte byggematerialer⁵⁷.

Men der er også mange andre problematiske og uønskede stoffer i vores byggevarer, der kan have negative konsekvenser for sundhed og miljø, fx asbest, chlorparaffiner, phthalater, bly og andre tungmetaller⁵⁸.

Stofferne findes både i den eksisterende bygningsmasse, hvilket kan være en udfordring i forhold til genbrug og genanvendelse af byggematerialer fra nedrivnings-, og renoveringsprojekter, samt i nybyggeri, hvilket reducerer muligheden for at genbruge og genanvende byggematerialer, når bygningerne engang i fremtiden er udtjente.

Set i lyset af den øgede opmærksomhed på bæredygtigt byggeri og genbrug og genanvendelse af byggematerialer er det forventningen, at der i de kommende år vil være større fokus på dokumentation og reduktion af uønskede kemikalier i byggematerialer.

21. Bygnings- og materialepas

På den baggrund forventes det også, at byggevarerne fremover skal deklareres bedre, herunder at der skal udarbejdes materialepas for en række byggeprodukter og særligt for byggeartikler som plader, isolering, vinduer, beklædninger mm, hvor der ikke er krav til udstedelse af et sikkerhedsdatablad. Det forventes derudover at Materialepassene kommer til at indgå i et kommende bygningspas, og at der på sigt udvikles en europæisk standard for disse.

Selvom materialepas formentligt vil være frivilligt at benytte nogle år frem, forventes det øgede fokus på sunde og bæredygtige bygninger samt på genbrug og genanvendelse af byggematerialer at betyde, at materialepasset vil blive langt mere udbredt.

Udviklingen af bygnings- og materialepas skal ifølge Strategien for bæredygtigt byggeri (2021), og Danmarks handlingsplan for cirkulær økonomi (2021) være med til at sikre "sikkert og sundt genbrug i byggeriet" med særlig fokus på problematiske stoffer gennem dokumentation og sporbarhed. Kombinationen af et bygnings- og materialepas kan i takt med udviklingen og standardisering af passene blive et vigtigt værktøj for byggeriets aktører når der skal bygges cirkulært og bæredygtigt.

Materialepas⁵⁹

⁵⁷ <http://ing.dk/cirkulaert-byggeri-haemmes-kampen-mod-bly-asbest-pcb>

⁵⁸ Miljøstyrelsen (2010) [Listen over uønskede stoffer 2009 \(LOUS\)](#)

⁵⁹ Der er forskellige overvejelser om placering af databaser. Fx vil BygDok gerne huse en database i Danmark. I Sverige er det Sundahus.

Ideen med et materialepas er at det skal indeholde, opbevare og dele informationer om materialers indhold og egenskaber fx om produktets miljø- og klimapåvirkninger, indhold af kemiske stoffer, cirkularitet og tekniske egenskaber fra start ved opførelse og fra driften. Derudover kan et materialepas også indeholde eksisterende data som producenterne allerede er forpligtet til at oplyse om. Passet vil dermed kunne fungere som et one-point-of-entry til eksisterende data, der gennem ensretning, kan skabe større gennemsigtighed og tilgængelighed af data.⁶⁰

Ifølge DTU's rapport – Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas (2021), bør et kommende materialepas, så vidt det er muligt og relevant, indeholde følgende eksisterende deklamationer:

- *"Sikkerhedsdatablade*
- *Environmental Product Declaration (EPD)*
- *Certificeringer (fx Svanemærket og C2C)*
- *CE-mærkning*
- *Producenters tekniske datablade*
- *Health Product Declaration (HPD)*⁶¹

Desuden bør et kommende materialepas indeholde oplysninger om varer og delkomponenter, der er opført i SCIP databasen, samt oplysninger om hvilke kandidatlistestoffer (SVHC) der specifikt er inkorporeret i varen eller delkomponenten og i hvilke mængder.

Ved at samle, ensrette og gøre data let tilgængelig skal materialepasset bidrage til, at der kan træffes bedre informerede beslutninger allerede i planlægnings- og designfasen. Ideelt set skal valg af materialer eksempelvis kunne træffes ud fra en sammenligning af forskellige byggevarer eller ud fra bestemte kriterier til indhold og specifikationer, fx kemikalieindhold, holdbarhed og indlejret CO₂.

Materialepas kan derfor blive et vigtigt værktøj til at fremme cirkulær økonomi i byggeriet gennem ensrettet information og dokumentation af problematiske stoffer der hindrer recirkulering af materialer og byggevarer.

Læs i øvrigt Fremsynsnotatet "Kemikalier i byggematerialer og et fremtidigt materialepas"⁶².

Bygningspas

Et digitalt bygningspas skal fungere som en holder for materialepas med supplerende information om bygningen i sin helhed. Et bygningspas kan fx indeholde information om byggevarer indeholdt i bygningen, herunder mængder, lokalitet og ændringer ifm. renovering og ombygning. Bygningspasset skal derfor være dynamisk, så informationer kan opdateres, hvis bygningen ændres.

Udover at kunne bidrage til en mere effektiv planlægning af vedligeholdelse og renovering af bygningsmassen, kan standardiserede bygningspas på sigt gøre det lettere at genbruge og

⁶⁰Jensen, L. B., Negendahl, K., & Karlshøj, J. (2021). [Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas](#). Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering.

⁶¹ Jensen, L. B., Negendahl, K., & Karlshøj, J. (2021). [Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas](#). Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering.

⁶² "Kemikalier i byggematerialer og et fremtidigt materialepas", maj 2021

genanvende materialer og byggevarer, gennem ensrettet dokumentation og bedre overblik over de ressourcer, der står til rådighed⁶³.

Følgende vil skulle afklares:

- hvem sikrer, at dette bygningspas holdes ajour undervejs gennem driftens vedligeholdelsesindsats og påføring af andre materialer som maling m.v.?
- hvem sikrer, at det faktisk forefindes – og kan læses – når der engang efter årtiers brug af bygningen kommer et tidspunkt, hvor bygningen skal nedtages og de anvendte byggematerialer skal udsorteres og genbruges eller genanvendes?

22. Dansk Standards arbejde med cirkulær økonomi

Der findes på nuværende tidspunkt ingen harmoniserede standarder for cirkulær økonomi i byggeriet. For at understøtte den cirkulære omstilling af bygge- og anlægssektoren, er arbejdet med at udvikle fælles Europæiske standarder igangsat.

Dansk Standard har sekretariatet for den komité der udvikler standarderne; CEN/TC 350/SC 1, "Circular Economy in the Construction Sector", og der er, blandt byggeriets forskellige aktører, vist stor interesse for at deltage i standardiseringsarbejdet i det danske spejludvalg S-878 "Cirkulær økonomi i byggeriet"⁶⁴.

Arbejdet er stadigvæk i den tidlige opstartsfasen, og det forventes at blive en længere proces at nå til enighed blandt medlemmernes forskelligartede interesser.

Der er i 2021 oprettet 6 foreløbige arbejdsgrupper under følgende overskrifter, som forventes at indgå i standardiseringsarbejdet⁶⁵:

CIRCULAR BUILD

- Framework, principles, and terminology
- Circular effect indicators and KPIs
- Circular data, classification, BIM

CIRCULAR DESIGN

- Material passport
- Examination of ISO Standard on Design for disassembly and adaptability (including principles for take-back)
- Circular design of building materials

CIRCULAR PROCUREMENT

- Circular procurement principles

⁶³ Jensen, L. B., Negendahl, K., & Karlshøj, J. (2021). [Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas](#). Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering.

⁶⁴ [Cirkulær økonomi i byggeri og anlæg - Dansk Standard \(ds.dk\)](#)

⁶⁵ Referat fra medlemsmøde No4 i Dansk Standards komite S-878 - Cirkulær økonomi i byggeriet

- Measuring circularity, circularity index

CIRCULAR CONSTRUCTION

- Circular building site
- Take-back in construction

CIRCULAR OPERATIONS

- Building passport
- Circular maintenance and renovation

CIRCULAR LOOPS

- Resource mapping
- Selective demolition
- Classification of secondary materials and products

Standardiseringsarbejdet skal bl.a. udmøntes i en rammestandard med principper og definitioner, der kan skabe en fælles forståelse for cirkulær økonomi i byggeriet. De kommende standarder skal, gennem en ensartet tilgang, gøre det lettere for virksomheder at arbejde med cirkulær økonomi i byggeriet, både i Danmark og på tværs af landegrænser.

23. Cirkulære udbud

Offentlige bygherrer er underlagt udbudslovgivningen, som har til formål at *“fastlægge procedurerne for offentlige indkøb, så der gennem effektiv konkurrence opnås den bedst mulige udnyttelse af de offentlige midler.”*⁶⁶

Lovgivningen og de aftaler, der i dag regulerer byggeriet, kan dog være en udfordring, når krav om hensyn til cirkulær økonomi skal indgå i udbud af byggeprojekter.

Ifølge udbudslovens bestemmelser, skal tilbudsgivere kunne konkurrere om entydige krav i udbuddet til byggeriet. Netop kravene til klarhed i målsætninger i udbudsbetingelserne samt krav og vurdering af tilbudsgivere kan være svære at håndtere, da disse ikke nødvendigvis kan stilles og dokumenteres i tilstrækkelig grad.⁶⁷

Derudover kan byggeriets AB aftalegrundlag være en udfordring ift. ansvarsfordelingen, når der fx skal benyttes genbrugte eller genanvendelige materialer. Entreprenøren skal i kraft af aftalen give tilbud på et oplyst grundlag, og det er således bygherrens ansvar, at entreprenøren har alle relevante miljømæssige informationer om de materialer, som ønskes genbrugt.

Byggerier, hvor der indgår materialer med helt eller delvist ukendte tekniske og miljømæssige egenskaber, kan derfor være en udfordring for både rådgivere og entreprenører, da ansvaret for usikkerheden omkring materialernes tekniske og miljømæssige egenskaber i princippet påhviler dem. I praksis vil det på baggrund af, at oplysningerne simpelthen ikke er til stede endnu betyde, som nævnt tidligere, at bygherren må være villig til at påtage sig en større del af ansvaret end

⁶⁶ [\(Udbudsloven\) Lov nr. 1564 af 15/12/2015 §1](#)

⁶⁷ [Circle House Lab 2021, Greenpaper 6 – Cirkulærudbud](#)

normalt, når han stiller krav om genbrugte eller genanvendte byggematerialer i sit udbudsmateriale.⁶⁸

Når der skal bygges efter cirkulære principper med nye og uprøvede materialer og byggeteknikker fx design for disassembly, udfordres ydelsesbeskrivelserne for rådgivere (YBR18, YB19).

Det kan være en tidskrævende proces, særligt tidligt i projektet, at klarlægge potentialerne i opstillede krav i tilstrækkeligt omfang, hvilket der på nuværende tidspunkt ikke tages højde for i ydelsesbeskrivelserne.⁶⁹

En **ny ydelsesbeskrivelse for bæredygtighed i byggeriet er under udarbejdelse** i et samarbejde mellem Danske arkitektvirksomheder, Foreningen af Rådgivende Ingeniører og Bygherreforeningen. Den ny ydelsesbeskrivelse skal skabe tydelighed omkring processer, begreber og forventninger, samt skabe et klart aftalegrundlag for rådgivningsydelse om socialt, miljømæssigt og økonomisk bæredygtigt byggeri. Arbejdet er støttet af Realdania og som oprindeligt blev forventet færdig i foråret 2022.⁷⁰

For at imødekomme de praktiske udfordringer der kan være forbundet med genbrug, genanvendelse og arbejdet med cirkulære principper, bør dialog og tæt samarbejde på tværs af aktører prioriteres helt fra start i processen. Alle relevante kompetencer kan dermed komme i spil så tidligt som muligt, og ansvarsfordeling, krav og ambitioner kan klarlægges afhængig af den valgte udbudsform.⁷¹

På trods af udfordringerne eksperimenterer flere danske kommuner allerede i dag med såkaldte cirkulære udbud.

Københavns Kommune arbejder med cirkulær økonomi i alle kommunens byggerier⁷². Der stilles for eksempel krav om selektiv nedrivning, affaldshåndtering, materialevalg og genbrug og genanvendelse af materialer i det omfang, det er muligt.

Hjørring kommune er et andet eksempel. Her har man eksperimenteret med at stille krav om selektiv nedrivning og sikring af minimum 100 mursten pr. ton, i udbud af nedrivninger. Efter gode erfaringer vil kommunen nu undersøge mulighederne for at sikre og genbruge andre byggematerialer, når kommunale bygninger skal nedtages⁷³.

Gladsaxe kommune er også et eksempel med selektiv nedrivning af skole og anvendelse af skolens byggematerialer til opbygning af en ny institution. Der er arbejdet med udbudskriterier i hele kæden. Miljøstyrelsen har udarbejdet rapport med titlen: Håndtering af miljø- & sundhedsskadelige kemikalier i cirkulært og miljømærket byggeri⁷⁴ med udgangspunkt i byggeriet i Gladsaxe kommune.

⁶⁸ [Circle House Lab 2021, Greenpaper 6 – Cirkulære udbud](#)

⁶⁹ [Circle House Lab 2021, Greenpaper 6 – Cirkulære udbud](#)

⁷⁰ Se mere her: <https://realdania.dk/nyheder/2021/08/ny-ydelsesbeskrivelse-for-baeredygtigt-byggeri>

⁷¹ [Danske arkitektvirksomheder og Danske Advokater, 2021 – Vejledning til cirkulære udbud](#)

⁷² [Byggeri København, Københavns Kommune 2021 – Håndbog i cirkulær økonomi](#)

⁷³ [Ansvarligeindkob.dk – Udbud om selektiv nedrivning er en øjenåbner](#), besøgt d.06-11-2021

⁷⁴ Læs Miljøstyrelsens rapport fra november 2021 med udgangspunkt i Gladsaxe kommunes projekt: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2021/11/978-87-7038-363-9.pdf>

Roskilde kommune har nyligt åbnet et nyt parkeringshus, som både har fokus på genanvendelse af materialer, som tidligere har været en del af andre byggerier i Roskilde Kommune, og hvor der er lagt vægt på Design for Disassembly.⁷⁵

24. Betydning for byggeriets aktører

Det forventes, at følgende forhold vil gøre sig gældende i forhold til et øget fokus på cirkulær økonomi i byggeriet.

Dette gælder både i forhold til genbrug og genanvendelse af allerede indbyggede byggematerialer og for at sikre en højere grad af potentiale for genbrug og genanvendelse af byggematerialer, som fremadrettet indbygges i nye bygninger.

- Der forventes et øget fokus på at renovere eksisterende bygninger i stedet for at rive dem ned og bygge nyt. Dette fokus forventes skærpet, når der kommer CO₂ krav også til renoveringer, hvor det må forventes, at disse krav vil skulle øge tilskyndelsen til at renovere med bevarelse af flest muligt af de allerede indbyggede byggematerialer.
- Der forventes at komme større fokus på at optimere anvendelsen af eksisterende bygninger og ikke at bygge for mange kvadratmeter nybyggeri under hensyn til de formål, som bygningerne skal servicere.
- Det forventes, at der kommer mere fokus på at reducere klimapåvirkningen fra byggepladsens spild af materialer ved krav om bedre håndtering af oplagrede materialer og planlagt genanvendelse af de byggematerialer, som nødvendigvis bliver til overs ved et byggeri.
- Det forventes, at der med de nye og stadig skrappere krav til maksimal klimapåvirkning fra det samlede nybyggeri vil komme yderligere fokus på at bygge med meget lang holdbarhed, da nødvendig udskiftning af nedslidte byggematerialer i bygningens første 50 leveår vil belaste nybyggerierne.
- Der forventes at komme fokus på forskellige levetider af dele af bygningen, hvor de dele, der har kortest levetid, skal planlægges genbrugt/genanvendt allerede på kort sigt og derfor vil være vigtige på et cirkulært byggemateriale marked.
- Det forventes at det stigende fokus på cirkulær økonomi i byggeriet vil medføre en øget efterspørgsel på genbrugelige og genanvendelige materialer. Herved øges fokus på selektiv nedrivning for herved at sikre størst mulig værdi og anvendelighed af ressourcerne og dermed forøge mulighederne for gennem genbrug og genanvendelse at reducere byggeriets klimaaftryk.
- Det forventes, at der kommer bedre viden om tilgængelige materialeressourcer med fokus på hvilke materialer, der er til rådighed i eksisterende bygninger. Dette gøres gennem en forudgående screening.

⁷⁵ Læs mere på: <https://www.musicon.dk/da-dk/transportmuligheder/parkering/p-hus-i-indfaldet/>

- Det forventes, at der på sigt bliver etableret "pipelines" for renoveringer og nedrivninger, der kan forberede aftagervirksomheder og genbrugsmarkeder på at sætte materialerne i anvendelse.
- Der forventes udarbejdet vejledningsmateriale, der målrettes bygherrer, rådgivere og entreprenører. Dette materiale skal udarbejdes i et samarbejde mellem byggeriets aktører for at understøtte renovering, ressourcekortlægning, konceptløsninger og forretningsmodeller for genbrug af de bærende konstruktioner mv.
- Det forventes, at selv om betydelige mængder af genbrugelige byggematerialer vil komme fra selektiv nedrivning af eksisterende bygninger, vil en stigende del af de genbrugelige byggematerialer blive produceret ved brug af potentielt genbrugelige og genanvendelige affaldsprodukter fra andre brancher.

Selektiv nedrivning

- Det forventes at der vil komme et øget fokus på selektiv nedrivning for at sikre korrekt kildesortering og fremme genbrug og genanvendelse af brugte byggematerialer, både i Danmark og EU.
- Det forventes, at der i denne forbindelse indføres en smart integration af ressourcekortlægning i byggeprocessen evt. med en tidlig screening fx som udgangspunkt for udbudskriterier.
- Der forventes udviklet metoder/teknologier til selektiv nedrivning, som er mindre arbejdskrævende i forhold til dagens arbejdsmetoder.
- Det forventes, at selektiv nedrivning med sigte på at skabe størst mulig udnyttelse af allerede indbyggede materiale som genbrug og genanvendelse fortsat vil være dyrere en destruktiv nedrivning, hvilket vil nødvendiggøre regulatoriske krav.
- Der vil fra 2023 blive indført krav om standardiserede nedrivningsplaner og kompetencekrav til selektiv nedrivning.
- Derudover kan der potentielt blive indført direkte krav eller retningslinjer for selektiv nedrivning fx for større offentlige nedrivningsprojekter.
- Det forventes, at der udvikles en europæisk standard for nedrivningsprocessen.
- Det forventes ligeledes, at et øget fokus på kildesortering af byggeaffald og udsortering af problematiske stoffer vil øge efterspørgslen på selektiv nedrivning.

Kemikalier i byggematerialer

- Det forventes, at der vil komme stadig større fokus på reduktion af uønskede kemikalier i byggematerialer - både nye, genbrugte og genanvendte.

- Det forventes, at miljø- og ressourcekortlægning integreres så tilgængelige ressourcer til genbrug og genanvendelse bliver:
 - kortlagt med henblik på afsætning til marked
 - miljøkortlagt med henblik på begrænsninger og
 - registreret og dokumenteret i et anmeldesystem, så de kan følges ved nedrivninger og renoveringer, så genbrug og genanvendes sikres på den ene side og korrekt håndtering på den anden.
- Der forventes at komme øgede krav om sporbarhed og om at dokumentere kemikalieindholdet i byggematerialer i forbindelse med større udbud og certificeringer.
- Der forventes i denne forbindelse, at der sker en øget digitalisering samt integration mellem systemer for at sikre sporbarhed og dokumentationskrav.
- Dette øgede krav forventes at skabe en efterspørgsel efter materialepas og en database med materialepas, som er nem at levere data til og hente data fra.
- Fremtidige materialepas må forventes også at komme til at indgå i eventuelt kommende bygningspas.
- Det forventes, at der vil komme en europæisk standard for det nye produktpas, som er under udvikling i forbindelse med en revision af ECO-design forordningen (nu benævnt Ecodesign for Sustainable Products Regulation). Hvorvidt dette produktpas kan gøre det ud for et egentligt materialepas er uklart.
- På sigt forventes det øgede fokus på sunde og bæredygtige bygninger samt på genbrug og genanvendelse af byggematerialer at betyde, at materialepas og bygningspas bliver langt mere udbredt.
- Det forventes at materialepas vil blive et vigtigt værktøj til at fremme cirkulær økonomi i byggeriet, bl.a. ved at hindre at problematiske stoffer i materialer og byggevarer recirkuleres.

Cirkulære udbud

- Det forventes, at flere og flere kommuner og andre bygherrer i deres udbud vil stille krav til cirkulær økonomi, fx i form af krav om selektiv nedrivning og krav om brug af en vis andel genbrugte byggematerialer med efterfølgende dokumentation af styrke- og miljøforhold.
- Det forventes, at kommunerne vil eksperimentere med nye former for beslutningsrækkefølge, strategiske partnerskaber og udbud under hensyn til at sikre indbygning af genbrugelige byggematerialer i nødvendige nybyggerier.
- Det forventes, at udbud af renoveringer af eksisterende bygninger vil komme til at indeholde krav om, at størst mulig andel af allerede indbyggede byggematerialer skal genanvendes i renoveringen.

Konkurrenceevne

- Det forventes, at omkostningerne ved en øget indsats for genbrug og genanvendelse af nænsom nedtagne byggematerialer i nogle tilfælde fortsat vil være højere end for anvendelse af de fleste nye byggematerialer.
- Det forventes, at hvis en markant større andel af de nedtagne byggematerialer skal genbruges eller genanvendes, så skal der stilles regulative krav om det, for herved at overlejlje den økonomiske forskel.
- Det forventes desuden, at indfasning af en CO₂ afgift, vil have en positiv indvirkning på genbrugte byggematerialers business case.

Dokumentation

- Det forventes, at der vil blive stillet større krav til dokumentation af især den miljømæssige kvalitet af genbrugte materialer – men også til de tekniske egenskaber for visse typer genbrugte materialer.
- Det forventes, at der vil være et skærpet fokus på at genbruge og genanvende nedtagne byggematerialer uden for klimaskærmen for herved at reducere risikoen for at indbygge potentielle forurening med afgasning til indeklimaet i nye byggerier.

Lagerproblematikken

- Det forventes, at der fortsat vil blive udviklet bedre systemer, som kan knytte materialer fra en kommende nedrivning direkte til nybyggerier eller renoveringer, så mellemlagre undgås.
- Det forventes, at "Omvendt Projektering" vil blive afprøvet, som en deløsning på de manglende eller komplicerede muligheder for at indkøbe genbrugelige byggematerialer på kort tid efter afsluttet normal projekteringsproces.
- Det forventes, at helt rene og direkte genbrugelige byggematerialer vil blive transporteret til virksomheder, som specialiserer sig i at tilbyde nye produkter udført af disse materialer se fx SaintGobain og RGS Nordic case med genanvendelse af gips.⁷⁶

Kompetencer

- Det forventes, at der vil være et betydeligt behov for nye kompetencer hos alle byggeriets parter, både i forhold til nye omvendte projekteringsformer, nye

⁷⁶ Se: <https://www.rgsnordic.com/byggeaffald/byggeaffald/genanvendelse-af-gips/>

holdbarhedskrav til bygninger, evnen til at se muligheder for genbrug, nye nedtagningsprocedurer, ny viden om sammenbygning af genbrugelige materialer og nye byggematerialer osv.

- Med henblik på at sikre flest mulige genanvendelige byggematerialer til brug i fremtidige byggerier, er det vigtigt at kompetencer ikke kun udbredes blandt de største aktører på markedet, men til hele branchen, da det forventes, at efterspørgslen på selektiv nedrivning vil stige i fremtiden.
- Det forventes, at byggeriets klassiske fragmenterede værdi- og forsyningskæde udvides med "nye" aktører som nedrivere og affaldsvirksomheder, der får en meget mere central rolle i det cirkulære byggeri.

25. Målgrupper for dette fremsynsnotat

Alle byggeriets aktører fra bygningsejere, over rådgivere, projekterende, og udførende i både små og store virksomheder vil blive berørt af et fokus på byggematerialers klimapåvirkning og dermed på, hvordan vi kan genbruge og genanvende eksisterende indbyggede genbrugelige byggematerialer til at sænke klimapåvirkninger og ressourceforbruget samt affaldsdannelse fra byggeriet fremadrettet.

Bygningsejere - eksisterende som kommende – skal, udover at sikre den langsigtede værdi af deres investering (byggeri) også overveje, hvordan de bedst muligt opfylder klimakrav for nye bygninger – og på sigt også ved renoveringer ved at sikre lang holdbarhed, bevaring af flest mulige allerede indbyggede byggematerialer ved renovering og anvendelse af genbrugelige nedtagne byggematerialer og/eller produkter, som er skabt af genbrug fra andre sektorer end byggeriet. De skal endvidere overveje, hvorledes genbrugte materialer bedst indpasses i en revideret udbudsproces.

Rådgivere og entreprenører – vil have brug for viden om byggeriets klimapåvirkninger, herunder hvordan genbrug og genanvendelse af brugte byggematerialer kan ske med hensyn til viden om kvalitet og miljøforhold for de genbrugte materialer og med hensyn til sammenbygning mellem genbrugte og nye materialer. Specielt for entreprenører gælder det desuden at de får mulighed for optimering af ressourceforbruget på tværs af igangværende og fremtidige projekter, da materialer fra et projekt kan genbruges i et andet.

Kommunale og andre offentlige bygningsejere – vil skulle afprøve nye måder at udbyde, projektere og opføre egne byggerier på med anvendelse af genbrugelige byggematerialer. Der kan blive tale om en øget brug af bygherreleverancer med krav om indpasning af allerede indsamlede eller reserverede genbrugte byggematerialer. Kommunerne m.fl. vil også skulle have større fokus på renovering af deres egne bygninger med bevarelse af maksimal mængde allerede indbyggede byggematerialer for at inspirere til nye måder at begrænse klimapåvirkninger fra både nybyggeri og renovering. Kommunerne kan desuden sørge for en understøttende genbrugsinfrastruktur bl.a. via de kommunale genbrugsstationer.

Offentlige myndigheder og politikere – vil skulle finde nye reguleringsmåder og stille krav, som fremmer lang holdbarhed af bygninger, renoveringsprocesser med maksimal genanvendelse af allerede indbyggede materialer og for at facilitere eventuelle nye udbudsmåder, hvor genbrugelige byggematerialer skaffes til veje som grundlag for efterfølgende projektering.

Rådgivende og certificerende aktører – skal dels udarbejde rådgivningsmateriale om optimale muligheder for at sænke klimapåvirkningen fra byggeriet både ved at indarbejde genbrug og genanvendelse i kriterier og anbefalinger, samt sikre, at der tages hensyn til at skabe så lang holdbarhed for byggematerialer, der indbygges fremadrettet i byggerier, både ved renovering og nybyggeri. Samtidig skal de sikre, at der i vejledninger m.v. sikres en markant større viden end i dag om byggematerialerne, som indbygges i nye bygninger, når disse engang om mange år skal renoveres eller eventuelt nedtages igen og byggematerialer genbruges.

Udførende virksomheder og deres medarbejdere – skal sikre sig erhvervelse af nye kompetencer – både med nedtagning af byggematerialer fra bygninger, som har endt sin levetid, og ved nybyggeri eller renovering, hvor genbrugelige materialer skal vinde indpas sammen med anvendelse af nødvendige nye materialer.

Affaldsvirksomheder der i dag skal bortskaffer og downcyclere nedrevne materialer, skal omstille sig fra kun at håndtere affald til at være leverandører af (bygge)materialer. Dette betyder at de skal kunne håndtere flere forskellige affaldsfraktioner, sortere og oprense materialer til genanvendelse.

Byggemarkeder, tømmerhandler og andre aktører, som allerede og især på sigt kan påtage sig en markedsrolle som leverandør af genbrugte byggematerialer.

Undervisningsinstitutioner med uddannelser inden for byggeri – skal selv erhverve sig viden på området, og skal sikre, at denne viden bliver videregivet til de studerende, således at de efter endt uddannelse er godt rustet til den nye virkelighed, hvor klimapåvirkningen fra byggeriet skal begrænses mest muligt, og hvor lang holdbarhed, sporbarhed og indbygning af genbrugelige byggematerialer er virkemidler.