

TEMAARK

CIRKULÆR ØKONOMI I BYGGERIET

JUNI 2021

INTRODUKTION

Temaarkene er delt i 7 emner og giver et hurtigt overblik over området

Temaarkene præsenterer en række vigtige spørgsmål om cirkulær økonomi i byggeriet og giver et overblik over vidensniveauet og data inden for en række områder.

Målgruppen er aktører i byggeriet, som ikke er eksperter inden for cirkulær økonomi, men som har et vidst kendskab til området.

I starten af hvert temaark stilles 2 centrale spørgsmål inden for emnet, som besvares til sidst i temaarket. Temaet uddybes undervejs gennem en række underemner, herunder fremhæves centrale tal i afsnit om de store tal.

Teknologisk Institut har lavet temaarkene for Realdania. Temaarkene er lavet ud fra tilgængelig viden, og der er ikke dannet ny viden undervejs.

Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet, VCØB, har bidraget med viden og referencer til temaarkene.

- TEMAARK # 1 AFFALD SOM RESSOURCE
- TEMAARK # 2 BYGGERIET SOM RESSOURCEBANK
- TEMAARK # 3 BRUG AF RÅSTOFFER I BYGGERIET
- TEMAARK # 4 SKADELIGE STOFFER OG PROBLEMATISK AFFALD
- TEMAARK # 5 KLIMAGEVINST VED GENBRUG OG GENANVENDELSE
- TEMAARK # 6 ØKONOMISK POTENTIALE
- TEMAARK # 7 LOVGIVNING, STRATEGIER OG RAMMEVILKÅR



TEKNOLOGISK
INSTITUT

VCØB

Realdania

TEMAARK #1

AFFALD SOM RESSOURCE

JUNI 2021

INTRODUKTION

Bygge- og anlægsbranchen udgør den største kilde til affald i Danmark.

Affaldet udgør en stor ressource for det fremtidige byggeri og det er derfor vigtigt, at vi sørger for at genanvende byggeaffaldet bedst muligt.

Samtidig kan affald fra andre brancher også, potentielt set, blive genanvendt som nye byggematerialer.

BLIVER POTENTIALET AF DE RESSOURCER, DER ER I AFFALDSSTRØMMENE, UDNYTTET FULDT UD?

HVOR MEGET AFFALD KAN BRUGES IGEN SOM EN RESSOURCE I BYGGERIET?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

VCGB



TEMA – AFFALD SOM RESSOURCE

Bygge og anlægsaffald – de store tal

Ifølge den danske affaldsstatistik, bliver der, hvert år, genereret omkring 5 mio. tons bygge- og anlægsaffald.

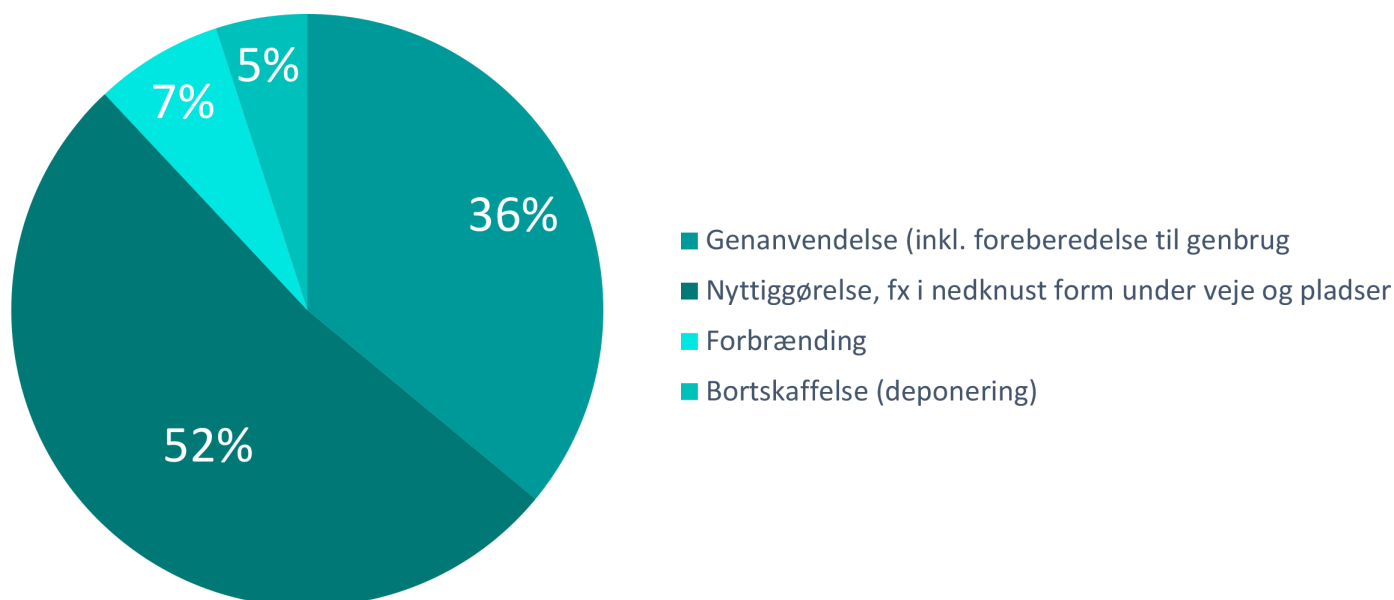
Det svarer til omkring 40 % af alt affald i Danmark.

Langt størstedelen af bygge- og anlægsaffaldet udnyttes igen, men der er forskel på, hvordan det bliver anvendt/ behandlet.

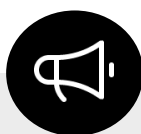
Lidt over 1/3 af al bygge- og anlægsaffald bliver genanvendt.

Mængden af affald varierer med aktiviteten i bygge- og anlægsbranchen, som afhænger af den økonomiske konjunktur. Det fremgår af figur 1, øverst på næste side, der stammer fra affaldsstatistikken. Her er udviklingen i bygge- og anlægsaffald angivet som indeks i forhold til den økonomiske udvikling i bygge- og anlægssektoren.

Figuren viser, at mængden af bygge- og anlægsaffald følger trenden i bygge- og anlægsaktiviteter, der har været jævnt stigende siden 2011.



Tabel 1: Oversigt over, hvordan bygge- og anlægsaffald udnyttes. Data kommer fra affaldsstatistikken, reference 1



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Direkte genbrug er ikke affald

Direkte genbrug, fx døre, der bliver taget ud af et byggeri og indsat i et andet byggeri uden kontrol, rengøring eller reparation, bliver ikke anset for affaldshåndtering. Dette er derfor ikke omfattet af affaldsstatistikken.

Forberedelse med henblik på genbrug er en del af affaldsstatistikken. Dette dækker over, at et genbrugsprodukt bliver kontrolleret, rengjort eller repareret, inden det bliver genanvendt til et nyt formål.

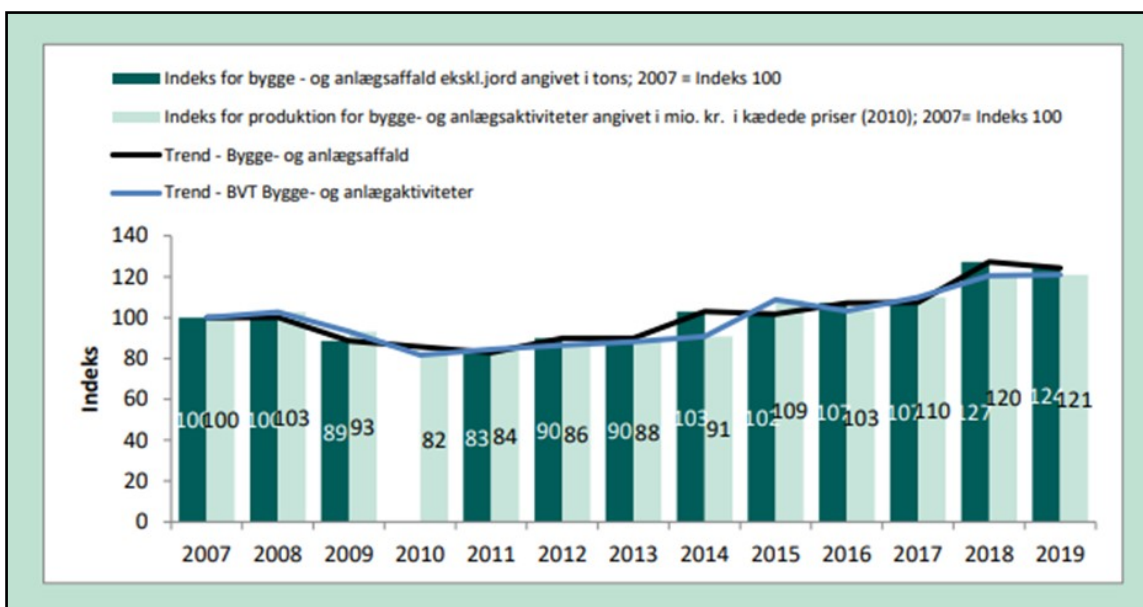
Forskellige fraktioner af bygge- og anlægsaffald

Bygge- og anlægsaffald består af en række forskellige affaldsfraktioner, der har forskellig anvendelse. Omkring halvdelen af affaldsmængderne består af mineralske affaldsfraktioner som beton, asfalt og tegl.

Der er fortsat et potentiale for sortering af forskellige affaldsfraktioner, da knap 800.000 tons bygge- og anlægsaffald er indberettet som blandet og andet affald. Derudover er knap 600.000 tons bygge- og anlægsaffald indberettet som blandinger af forskellige affaldsfraktioner af beton, mursten, tegl og keramik.

I [tabel 2](#) nedenfor, ses indberettede mængder bygge- og anlægsaffald.

Jordaffald opstår hovedsageligt fra bygge- og anlægsaktiviteter, og det er store mængder, der bliver flyttet. I 2019 blev der genereret omkring 9 mio. tons jordaffald, hvoraf 3,5 mio. tons bestod af forurenede jord. Der er dog usikkerheder om det samlede antal tons jord, der flyttes rundt, da en del jordflytning ikke er anmeldeligt. I 2017 vurderede en undersøgelse, at der bliver slutdisponeret 10-12 mio. tons jord årligt ([reference 6](#)).



Figur 1: Generering af affald indenfor bygge- og anlægsvirksomhed (ekskl. jord) og den økonomiske brutto tilvækst (BVT) for bygge- og anlægssektoren i perioden 2007-2019. Angivet som indeks med 2007=100. Figur stammer fra Miljøstyrelsen, 2019, [Reference 1](#).

| | Affaldsfraktioner | Mængder i tons (2019) |
|---|--|-----------------------|
| Mineralske affaldsfraktioner | Beton | 1.318.000 |
| | Asfalt og kultjæreholdigt affald | 1.169.000 |
| | Mursten | 212.000 |
| | Tegl og keramik | 87.000 |
| Andre affaldsfraktioner end de mineralske | Jern og stål | 347.000 |
| | Træ | 153.000 |
| | Bly, zink, tin, blandet metal og andet metal | 58.000 |
| | Glas | 31.000 |
| | Isolationsmaterialer | 21.000 |
| | Plast | 8.000 |
| Blandede fraktioner | Blandinger (beton, mursten, tegl, keramik) | 568.000 |
| | Blandet bygnings- og nedrivningsaffald | 483.000 |
| | Andet affald | 279.000 |

Tabel 2: Indberettede affaldsmængder fra bygge- og anlægssektoren. Data kommer fra [Reference 1](#), tabel 3.10. Hele tabel 3.10 er ikke gengivet her, og derfor summerer mængderne ikke op til 5 mio. tons.

Udsortering af forskellige typer affald

Inden for de enkelte affaldsfraktioner kan der forekomme mange forskellige kvaliteter og typer, men dette fremgår ikke af affaldsstatistikken.

En helt central problemstilling inden for affaldsområdet er, hvordan vi får udsortet og indsamlet det rette affald i store nok mængder til, at producenter eller andre aktører kan bruge affaldsmaterialerne i stor skala.

FOKUS PÅ



Mængder

Mængderne vurderes generelt set at være større end det angivne. Dette fremgår af en række undersøgelser, der gennem tiden, har sat fokus på at estimere mængder for forskellige affaldsfraktioner:

- I 2015 blev det estimeret på baggrund af en branchedialog, at der bliver genereret 2 mio. tons betonaffald om året (*reference 2*).
- I 2016 blev det opgjort, at potentialet for genbrug af mursten er 47,3 mio. mursten årligt svarende til 95.000 tons (*reference 3*).
- I 2019 blev det estimeret, at der kommer omkring 32.000 tons plastaffald fra byggebranchen. Dette kan være hård og blød plast (*reference 4*).
- I 2018 blev det opgjort at der genereres mindst 395.000 tons genanvendeligt træaffald om året (*reference 5*).

EKSEMPEL

Udsortering af plast

I et forsøg med udsortering af plast fra en totalrenovering blev der observeret 10 forskellige plastfraktioner med en samlet vægt på 321 kg. Samtidig blev det vurderet, at kun 20 % af den samlede plastmængde blev udsortet. Dette er, vel at mærke, i et forsøg, der havde som målsætning af udsortere plasten (*reference 7*).

Undervejs i forsøget blev der observeret en række barrierer for udsorteringen. Der blev i forvejen udsortet forskellige affaldsfraktioner på byggepladsen, men der var ikke plads ved de andre containere til en ekstra container. Den

enkelte håndværker skulle derfor gå langt med plasten, hvilket betød at der var mindre motivation for at udsortere. Fraktionen var desuden ikke tænkt ind fra start i den tidlige planlægning, og derfor manglede der indarbejdning af rutiner og information til udsorteringen.

Endelig blev plasten indsamlet løst og ikke komprimeret. Den manglende komprimering giver en udfordring med at komme op i tilstrækkelige mængder, hvilket er nødvendigt for at opnå en fornuftig pris for plasten.

For at overkomme barriererne, er det derfor essentielt at indtænke både plads, logistik og ekstra udstyr i den tidlige planlægning.

VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Usikre data

Det vurderes, at der er store usikkerheder relateret til de registrerede affaldsmængder. Det skyldes, at ikke alt affald bliver indberettet, og samtidig kan der være vanskeligheder ved at bruge de rette indberetningskoder.

I affaldsstatistikken er opgjort forskellige affaldsfraktioner for bygge- og anlægsaffald.

Affaldsstatistikken bygger på indberettede data fra alle indsamlere, modtagere, eksportører og importører af affald, som er forpligtet til at indberette til Affaldsdatasystem (ADS), som administreres af Miljøstyrelsen.



Forskellig oprindelse af bygge og anlægsaffald

Bygge- og anlægsaffald kommer fra forskellige kilder. Det kan være byggeri eller anlæg og affaldet kan stamme fra opførelse eller nedrivning.

En del affald kommer desuden fra renoveringer, eller der kan være restaffald i forbindelse med produktion af byggevarer.

På baggrund affaldsstatistikken, er det ikke muligt at opgøre affaldsmængderne i forhold til disse kilder. I **tabel 3** ses en række tommelfingerregler vedrørende mængder og fraktioner fra forskellig oprindelse.

| Hvor kommer affaldet fra? | Tommelfingerregel |
|---|---|
| Kommer affaldet fra opførelse eller nedrivning af et anlægsprojekt? | <ul style="list-style-type: none">- Affald fra et anlægsprojekt omfatter typisk færre fraktioner end affald fra byggeri.- I forbindelse med opførelse af anlæg vil der fremkomme affaldsmængder i form af overskudsmaterialer fra opgravning, men også i form af spild, fraskær og lign.- Affald fra nedrivning af anlægsprojekter vil typisk være stenfraktioner samt øvrige mineralske fraktioner, som asfalt og beton, og der vil ofte være tale om store mængder ved nedrivning af anlæg. |
| Kommer affaldet fra opførelse eller nedrivning af et byggeri? | <ul style="list-style-type: none">- I forbindelse med opførelse af byggeri vil der være behov for opgravning af fx jord eller andre materialer.- Under opførelse af et byggeri vil affaldsmængderne typisk være små og bestå af nye overskudsmaterialer (som fx spild og fraskær) og emballage.- Affald pr. etage-m², der bliver genereret, ligger på omkring 20-100 kg/m² (reference 8).- Det estimeres, at spild af byggematerialer udgør omkring 10 % af de indkøbte byggematerialer (reference 9).- Det estimeres, at der genereres omkring 600.000 tons affald pr. år fra nybyggeri (reference 8).- Ved nedrivning af et byggeri vil affaldsmængderne typisk være store og bestå af de materialer, der igennem tiden er blevet anvendt i det pågældende byggeri.- Affald pr. etagem² fra en nedrivning er typisk 1-2 tons (reference 10). |
| Kommer affaldet fra en renovering? | <ul style="list-style-type: none">- Renoveringssager er en kombination af nybyg og nedrivning og vil ofte have mindre mængder af affald. |
| Kommer affaldet fra produktionen? | <ul style="list-style-type: none">- Produktionsaffald er ofte ensartet og kommer fra en kendt kilde. Det kan ofte anvendes i produktionen igen. Fx eksisterer der en række erfaringer for beton (reference 11). |

Tabel 3: Tabellen indeholder en række tommelfingerregler vedrørende mængder og fraktioner fra forskellig oprindelse.

Affald fra andre brancher

Affald fra andre brancher kan i nogle tilfælde anvendes til at lave nye byggematerialer.

Det kan være affald fra husholdninger, servicebranchen og affald fra industrien, hvor der i forvejen er en høj grad af genanvendelse for mange affaldsfraktioner:

- 50 % af affaldet fra husholdninger blev genanvendt i 2019

- 60 % af affaldet fra servicesektoren blev genanvendt i 2019
- 74 % af affaldet fra industrien blev genanvendt i 2019

I **tabel 4** på næste side, er gengivet affaldsmængder for materialer, der vurderes at være potentielle sekundære ressourcer i byggeriet.

Ligesom for bygge- og anlægsaffald er der store usikkerheder på mængder af affald fra andre brancher.

En del affald bliver desuden opgjort som blandede fraktioner, og det fulde potentiale af affaldsstrømmene fremgår dermed ikke af oversigten.

I 2018 blev det fx estimeret, at der blev indsamlet 36.000 tons brugte tekstiler fra husholdninger, hvilket er meget højere end de 4.000 tons, der er opgjort i affaldsstatistikken ([reference 12](#)).

| Affaldstype | Affald fra husholdninger. Mængder i tons (2019) | Affald fra servicebranchen. Mængder i tons (2019) | Affald fra industri. Mængder i tons (2019) |
|--------------------------------------|---|---|--|
| Papir inkl. aviser og emballagepapir | 138.000 | 56.000 | 57.000 |
| Emballagepap og andet pap | 84.000 | 270.000 | 51.000 |
| Emballageglas | 126.000 | 28.000 | 3.000 |
| Glas | 2.000 | 3.000 | 8.000 |
| Emballagetræ | 6.000 | 4.000 | 5.000 |
| Træ | 176.000 | 37.000 | 42.000 |
| Emballageplast | 4.000 | 13.000 | 10.000 |
| Plast | 15.000 | 8.000 | 14.000 |
| Emballagemetal | 16.000 | 200 | - |
| Blandet emballage | 15.000 | 100 | - |
| Jern og metal | 134.000 | 221.000 | 260.000 |
| Tekstiler | 4.000 | - | - |
| Dæk | 10.000 | 31.000 | 2.000 |
| Imprægneret træ | 74.000 | 2.000 | - |
| PVC | 6.000 | 1.000 | - |
| Gips | 1.000 | - | 35.000 |
| Andet og forbrændingseget | 437.000 | 719.000 | 265.000 |
| Dagrenovation | 1.155.000 | 55.000 | 10.000 |

Table 4: Affald fra andre brancher. Data kommer fra affaldsstatistikken, [reference 1](#).



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Skift af anvendelse

Når man bruger affald fra andre brancher i byggeriet, er der en række særlige opmærksomhedspunkter – især, hvis et materiale ændrer sin funktion markant.

1. Går anvendelsen af materialet fra en ikke-følsom anvendelse, fx industri, til en følsom anvendelse, fx bolig, skal det undersøges om der er skadelige stoffer, der kan påvirke indeklimaet negativt. Et eksempel er bildæk, der tages i anvendelse indendørs i et byggeri.
2. Der skal foretages en vurdering af materialet, der tager stilling til om funktionalitet og holdbarhed er tilstrækkelige for byggeriet.
3. Hvis affaldsressourcen skifter værdikæde, bør man være opmærksom på, at ressourcen ikke skifter til en anvendelse af lavere værdi. Et eksempel er, hvis plastflasker, der i forvejen indsamles til genanvendelse til nye plastflasker, går til andre formål.

Fra affald til byggevarer

Affald kan genanvendes i en produktion og indgå som et råstof til produktion af byggevarer. Ligeledes kan nogle materialer, der tages ud af byggerier ved nedrivning, genbruges direkte.

Genanvendelse af affald til byggevarer foregår allerede i dag, fx stenuld og gips. Her vil typisk indgå nye materialer i en blanding med gamle materialer. For andre affaldstyper er der behov for udvikling på forsøgs-basis, fx nedknust murværk og tekstil.

Der eksisterer desuden en række eksempler på, at byggevarer, der bliver taget ud af byggerier ved nedrivning, kan genbruges:

- genbrug af mursten
- genbrug af tagsten af tegl
- genbrug af trækonstruktioner og gulvbrædder
- genbrug af interimstræ fra byggepladsen
- genbrug af elementer af stål og beton
- genbrug af interiør

Men der eksisterer også en række barrierer for genbrug, hvor særligt byggelovgivningen ofte bliver fremhævet som en barriere i branchen. Det skyldes blandt andet, at der ofte mangler udførlige dokumentationskrav for de enkelte genbrugselementer.

VCØB har udarbejdet en detaljeret guide omkring, hvilke byggematerialer, der kan genbruges eller genanvendes.

[Læs reference 14](#)

| Affaldstype | Byggevarer |
|---|----------------------------|
| Keramik, brugt stenuld | Stenuld |
| Brugte gipspladser | Nye gipsplader |
| Glas | Glasuld |
| Træ, rent | Spånplader |
| Beton | Tilslag i ny beton |
| Papir | Papiruld |
| Tagpap | Tagpap |
| Jern og metal | Nye jern og metalprodukter |
| Tekstil | Isolering |
| Plast | Ny plast |
| Nedknust murværk (tegl iblandet mørtel) | Nye typer byggesten |

Tabel 5: Eksempler på affaldstyper, der kan anvendes til nye byggevarer. Listen er ikke udtømmende.

EKSEMPEL

Værdisætning af genanvendelse

Der knytter sig en række dilemmaer til genanvendelsen af affaldsfraktioner. I nogle tilfælde har genanvendelsen en oplagt værdi, men andre gange er der flere forhold, der gør sig gældende.

Værdien af et vejmateriale falder, når eksempelvis murværksaffald er blandet med knust beton ([reference 2](#)). Der er derfor en klar værdi i at udsortere nedknust tegl og anvende det som råmateriale til produktion af nye produkter, fx nye typer byggesten. Dette kræver fortsat en udvikling og dokumentationsindsats.

Det er anderledes med knust betonaffald, som er meget velegnet som bærelag i vejanlæg, men

nogle typer nedknust beton kan også genanvendes som tilslag i produktion af ny beton.

En beregning har vist, at der er en klimabesparelse ved genanvendelse, hvis tilslaget af nedknust beton erstatter granit, som importeres fra Norge, mens dette ikke er tilfældet, hvis tilslaget af nedknust beton erstatter jomfrueligt materiale fra en dansk råstofgrav.

At erstatte granit kræver dog, at det nedknuste betonaffald stammer fra beton af høj kvalitet ([reference 13](#)).

I [tabel 5](#) ovenfor, ses eksempler på typer affald, der kan genanvendes til byggevarer.



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Det er ikke kun de store mængder, der er værdifulde

Bygge- og anlægsaffald er kendetegnet ved store mængder af tunge fraktioner, som beton og asfalt. Men det er ikke kun de store mængder, der har værdi. Gennem tiden er en række producenter lykkedes med at genanvende mindre fraktioner fra byggeriet, fx gips og stenuld.

OPSUMMERING

Hvor meget affald kan bruges igen som en ressource i byggeriet?

Affald, der kan bruges i byggeriet igen, stammer dels fra bygge- og anlægsbranchen, men også fra andre brancher.

Der er en række usikkerheder i de opgjorte mængder fra Affaldsstatistikken, men det vurderes, at der er et potentiale for at genanvende flere millioner tons affald om året, selv om ikke alt affald kan genanvendes.

Det skal bemærkes, at det ikke kun er de mængdemæssigt store affaldsfraktioner, der har værdi.

Bliver det fulde potentiale af de ressourcer, der er i affaldsstrømmene, udnyttet?

En del aktører er allerede i gang med at genanvende, men der er fortsat et potentiale for, at mere affald kan genanvendes.

36 % af alt bygge- og anlægsaffald blev genanvendt i 2019, og fra andre sektorer blev mellem 50 og 74 % af alt affald genanvendt.

Samtidig er der også et potentiale i at øge kvaliteten af affaldet ved at rette fokus mod bedre udsortering og indsamling af affald. Udsortering og indsamling af affald i den rette kvalitet er derved en helt central udfordring i forhold til at få mere genbrug og genanvendelse.

Genbrug bliver ikke opgjort som en del af affaldsstatistikken, men det vurderes, at det er relativt små mængder, der bliver genbrugt, da der fortsat knytter sig nogle udfordringer til dette.

Manglende viden

Der er brug for mere viden og praktiske løsninger, der kan understøtte udsortering og indsamling af affald.

Der er brug for mere viden om flows af de enkelte affaldsstrømme og brug for metoder og løsninger til at sikre sporbarhed. Dette vil også give bedre data om affaldsmængder.

Der er brug for en mere detaljeret opdeling af affaldsstrømmene og et fokus på at sikre kvaliteten af affaldet gennem værdikæden.

REFERENCER

[Reference 1:](#) Affaldsstatistik 2019. Miljøprojekt nr. 2152, 2020.

[Reference 2:](#) Udredning af teknologiske muligheder for at genbruge og genanvende beton. Miljøprojekt nr. 1667, 2015

[Reference 3:](#) Samfundsøkonomisk analyse af genbrug af mursten. Miljøprojekt nr. 1904, 2016

[Reference 4:](#) Analyse af nationale plaststrømme i landbrug, hotel- og restaurationsbranchen og bygge- og anlægsbranchen. Endelig rapport. Miljøprojekt nr. 2084, 2019.

[Reference 5:](#) Kortlægning af genanvendeligt træaffald i Danmark. Miljøprojekt nr. 1993

[Reference 6:](#) Kortlægning af jordstrømme. Miljøprojekt nr. 1947, 2017

[Reference 7:](#) Den cirkulære byggeplads. InnoBYG

[Reference 8:](#) Beskrivelse af tal og vurderinger genereret under undersøgelse af byggepladser. Teknologisk Institut, 2018.

[Reference 9:](#) Affaldsforebyggelse i byggeriet. Forprojekt. Miljøprojekt nr. 1919, 2017

[Reference 10:](#) Ressourcekortlægning af bygninger. Miljøprojekt nr. 2006, 2018

[Reference 11:](#) Nulspilprojektet

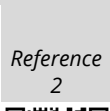
[Reference 12:](#) Kortlægning af tekstilflows i Danmark. Miljøprojekt nr. 2017, 2018

[Reference 13:](#) Ressourceeffektive anlægskonstruktioner. LCA-undersøgelse af tilslagsproduktion. Teknologisk Institut, 2019.

[Reference 14:](#) Hvilke byggematerialer kan du genbruge, genanvende eller materialenyttiggøre på anden vis?



Reference 1



Reference 2



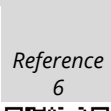
Reference 3



Reference 4



Reference 5



Reference 6



Reference 7



Reference 9



Reference 10



Reference 11



Reference 12



Reference 13



Reference 14

TEMAARK #2

BYGGERIET SOM RESSOURCEBANK

JUNI 2021

INTRODUKTION

Vores eksisterende bygningsmasse skal ses som en ressourcebank, der gemmer på værdifulde ressourcer, som vi skal udnytte. Men bygningsmassen er langt sværere at kortlægge og udnytte som ressource end de primære ressourcer, som eksempelvis kommer fra en råstofgrav.

Dette temaark præsenterer data og viden om bygningsmassen, nedrivninger og renoveringer, samt data og viden om, hvilke materialer bygningerne indeholder.

**HVOR MANGE
BYGNINGER RIVES
NED OM ÅRET?**

**HVILKE TYPER AF
MATERIALER
INDEHOLDER
BYGNINGERNE?**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

VCOB

Realdania

TEMA – BYGGERIET SOM RESSOURCEBANK

Den danske bygningsmasse – de store tal

Det byggede miljø i Danmark består af en række forskellige bygningstyper med forskellig sammensætning af materialer i forskellige mængder – og dermed også forskelligt ressourcepotentiale.

Byggeriet udgør en ressourcebank på i alt 820 mio. m², og der er sket en stigning på knap 70 % i det samlede bygningsareal fra 1986 til 2020, hvilket reelt set betyder, at denne ressourcebank stiger. Knap halvdelen af hele bygningsarealet udgøres af helårsbeboelse, der typisk består af mindre byggerier hver med en forholdsvis lille mængde materialer indbygget, men som samlet set udgør en betydelig mængde.

Et overordnet bud er, at der nedrives 2-3 mio. m² om året. Tallet bygger på en estimeret nedrivningsrate på 0,3 % af bygningsarealet ([reference 3](#)).

Byggeriet som ressourcebank består af mange lokationer med materialer, modsat en råstofgrav, hvor materialet er samlet ét sted. Bygningsmassen udgøres af over 2 mio. bygninger i alt, hvoraf parcelhuse udgør over halvdelen af alle bygninger.

Der er derfor potentielt mange materialer til rådighed, der kan indgå i en cirkulær økonomi i byggeriet, men tilgængeligheden til materialerne er en stor udfordring.

Det samlede bygningsareal fordelt på bygningens anvendelse. 1. januar

| | Bygningsareal i alt | Heraf: | | | | | Sommerhuse |
|------|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------|
| | | Helårsbeboelse | Avls- og driftsbygninger | Fabrikker og værksteder | Kontor, handel og administration | Institutioner og kulturelle formål | |
| | | mio. m ² | | | | | |
| 1986 | 566,4 | 293,8 | 121,7 | 41,7 | 43,5 | 32,9 | 11,3 |
| 1991 | 606,1 | 308,2 | 127,4 | 47,3 | 51,3 | 35,1 | 12,1 |
| 1996 | 629,1 | 317,0 | 130,9 | 49,9 | 54,8 | 36,9 | 12,8 |
| 2001 | 653,0 | 329,3 | 130,8 | 52,9 | 58,9 | 39,2 | 13,5 |
| 2006 | 686,8 | 344,5 | 134,6 | 55,3 | 64,9 | 41,7 | 14,9 |
| 2011 | 778,8 | 362,5 | 137,6 | 55,9 | 71,8 | 41,2 | 16,7 |
| 2012 | 783,4 | 364,8 | 137,2 | 55,9 | 72,6 | 41,6 | 16,9 |
| 2013 | 788,2 | 367,4 | 136,5 | 55,9 | 73,4 | 42,0 | 17,1 |
| 2014 | 793,5 | 370,0 | 136,7 | 55,7 | 74,4 | 42,6 | 17,3 |
| 2015 | 798,3 | 372,4 | 137,0 | 55,6 | 75,1 | 43,0 | 17,4 |
| 2016 | 802,8 | 374,8 | 136,7 | 55,5 | 75,8 | 43,3 | 17,6 |
| 2017 | 808,1 | 377,8 | 136,7 | 55,4 | 76,7 | 43,7 | 17,7 |
| 2018 | 808,8 | 378,6 | 136,7 | 50,8 | 81,1 | 43,6 | 17,8 |
| 2019 | 813,7 | 381,9 | 134,0 | 44,8 | 88,4 | 44,4 | 18,0 |
| 2020 | 820,5 | 386,4 | 125,5 | 43,2 | 91,9 | 44,7 | 18,2 |
| | | andel i pct. | | | | | |
| 2020 | 100,0 | 47,1 | 15,3 | 5,3 | 11,2 | 5,5 | 2,2 |

Anm.: Fra og med opgørelsen 1. januar 2011 er garager, carporte og udhuse (småbygninger) medtaget. Bygningsarealet er summen af etageareal og kælderareal. Restkategorien uoplyst/under opførelse regnes ikke med i tabellens total.

Kilde: www.statistikbanken.dk/bygb34.

Figur 1: Oversigt over det samlede bygningsareal fordelt på bygningens anvendelse. Figur stammer fra Danmarks Statistik, 2020 ([Reference 1](#)).

Bygninger

Enhed: antal

| | 2021 |
|---|-----------|
| Parcelhuse | 1 125 207 |
| Række-, kæde- og dobbelthuse | 261 730 |
| Etageboliger | 98 865 |
| Anden helårsbeboelse | 7 305 |
| Avls- og driftsbygning | 360 495 |
| Fabrikker, værksteder og lign. | 50 488 |
| Bygninger til kontor, handel, lager, offentlig administration mv. | 100 487 |
| Bygninger anvendt til undervisning, forskning og lign. | 17 942 |
| Sommerhuse | 228 846 |

Tabel 1: Oversigt over antal bygninger fordelt på bygningens anvendelse. Tabel stammer fra Danmarks Statistik, 2021 (Reference 2).

Nedrivninger

Et overordnet bud er, at der nedrives 2-3 mio. m² om året. Tallet bygger på en estimeret nedrivningsrate på 0,3 % af bygningsarealet (Reference 3).

En analyse har desuden opgjort, at der er ca. 1.500 "rene" nedrivninger af helårsbeboelser hvert år. Det vil sige nedrivninger, hvor der ikke efterfølgende genopbygges et nyt hus på grunden. Analysen giver derfor ikke det samlede billede af nedrivningsaktiviteter (Reference 4).

Nænsom nedrivning bliver ofte brugt som udtryk for det forhold, at bygninger nedrives skånsomt, så bygningskomponenter kan genbruges. Det vurderes, at det fortsat er på forsøgsbasis, at der forekommer nænsom nedrivning

I en undersøgelse blev det konkluderet, at ekstraomkostninger til ekstra mandetimer, stillads, kran m.m. er mindre ved nænsom nedrivning på en renoveringssag end ved nænsom nedrivning på en sag med en totalnedrivning. Dette skyldes, at der i forvejen er brug for en mere nænsom nedrivning ved renovering end ved totalnedrivning (Reference 7).



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Data om bygninger i Danmark

Tal om bygningsmassen i Danmark kommer fra Bygnings- og Boligregisteret, BBR. Det er den enkelte bygningsejer, der er ansvarlig for at indberette ændringer af bygningen til BBR.

Nedrivninger og renoveringer bliver ikke registreret i BBR eller andre centrale steder.

Renovering

Nedrivninger kan udføres som totalnedrivning eller som en del af en renovering, hvilket udgør en betydningsfuld samfundsaktivitet.

Under en renovering vil der opstå affald, som kan genbruges eller genanvendes. Mængderne fra de enkelte projekter vil sædvanligvis være små, men samlet set er der tale om store mængder.

En undersøgelse har estimeret at:

- Fra 2012 og frem til 2050 renoveres ca. 81 % af det samlede tagareal.
- Fra 2012 og frem til 2050 renoveres ca. 18 % af det samlede ydervægsareal.
- Det antages, at 0,5 % af det samlede ydervægsareal af tegl renoveres pr. år. Det svarer til renovering af ca. 7.000 enfamiliehuse og 250 etageboligbygninger med ydervægge af tegl pr. år.

Tallene dækker renoveringsbehovet, hvor der samtidig er mulighed for efterisolering frem til 2050 – dvs. de dækker ikke alle renoveringer. Det samlede materialebehov ift. renoveringerne vil derfor være større end de estimater, der er angivet ([Reference 6](#)).



FOKUS PÅ

Fokus på selektiv nedrivning

Selektiv nedrivning er nedrivning, hvor materialer fra nedrivningen sorteres under nedrivningen. Selektiv nedrivning handler også om at få udsorteret skadelige stoffer fra affaldet inden nedrivning. Som et led i den selektive nedrivning kan der udsorteres bygningskomponenter til direkte genbrug, men det handler i lige så høj grad om at sikre ikke-forurenedede, sorterede materialer, som kan genanvendes og nyttiggøres igen så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt.

Mange aktører i branchen udfører selektiv nedrivning efter en tidligere brancheaftale fra 1996 mellem daværende Entreprenørforeningens Nedbrydningssektion og Miljø- og Energiministerens (NMK96). Der er desuden nationale krav om at udføre selektiv nedrivning for statsbygninger, og krav om selektiv nedrivning vil typisk indgå i udbuddet af nedrivningen ([Reference 5](#)).

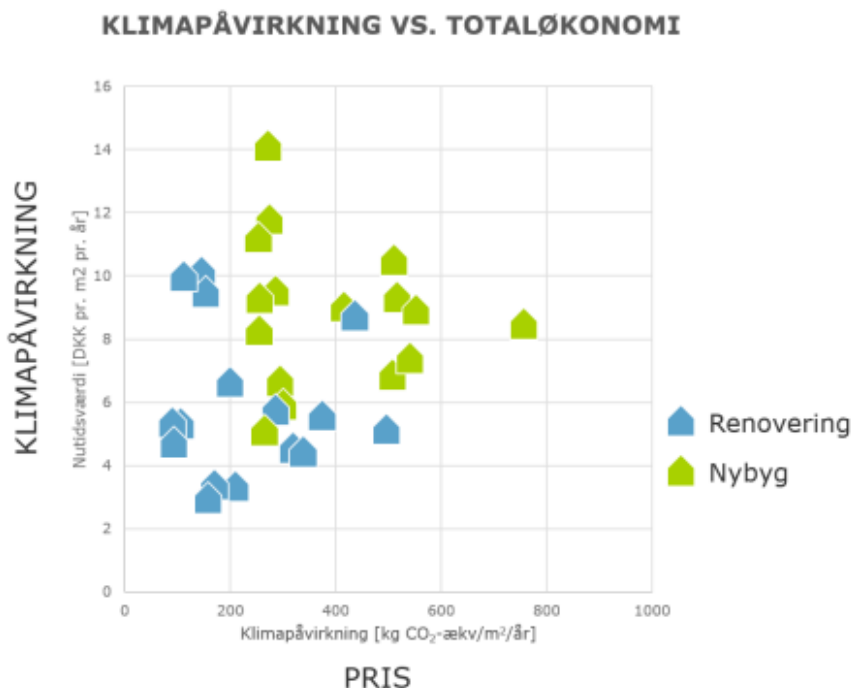
EKSEMPEL

Renoveringer er ofte mere fordelagtige end nedrivninger

En analyse fra 2020 har via 16 cases undersøgt, om det er mest fordelagtigt – både miljømæssigt og

totaløkonomisk - at renovere frem for at rive ned og bygge nyt.

Samtlige 16 cases i analysen viser, at en renovering er mest fordelagtig både ift. klimapåvirkning og totaløkonomi ([Reference 8](#)).



Figur 2: Sammenligning af klimapåvirkninger vs. totaløkonomien ved henholdsvis renovering og nybyggeri for 16 cases. Cases er udvalgt således, at de repræsenterer et bredt udsnit af bygningsfunktioner, materialevalg og lokationer. Figur stammer fra Rambøll, 2020 ([Reference 8](#)).

Materialer i forskellige bygninger

Byggeriet som ressourcebank er komplekst, med mange forskellige bygningstyper. Bygningsmassen kan opdeles i forskellige arketyper, efter byggestil og -periode, der også vil bestå af forskellige materialer med forskelligt ressourcepotentiale. Nedenfor ses en forenklet opdeling af bygningsmasse efter perioder:

Byggeri fra før 1950: Materialer af stor holdbarhed og kvalitet. Mulighed for genbrug af mursten, tagsten, trækonstruktioner. Byggerierne er ofte lavet, så de kan skilles ad.

Byggeri mellem 1950-1977: Betonbyggeriet har vundet indpas i denne periode. En del skadelige stoffer som PCB og asbest har haft anvendelse. Byggeriet vil ofte være

elementbyggeri med muligheder for at skille bygningen ad i delelementer.

Byggeri efter 1977: Det moderne byggeri. Byggeriet er ofte komplekst og består af mange forskellige materialer. Byggeriet vil ofte bestå af glasfacader og stålkonstruktioner.

Et byggeri består af mange forskellige komponenter og forskellige materialer. Beton, tegl og træ er mængdemæssigt de mest anvendte materialer. I nedenstående tabel fremgår estimerede andele for de forskellige materialer.

Udover selve bygningens materialer indeholder en bygning forskellige former for interiør, såsom sanitet, indre skillevægge, køkkener, gulvtæpper m.m., som har et potentiale for genbrug.

| | Beton | Tegl | Træ | Glas | Metal | Gips | Mineral-uld | Plast | Andet |
|---------------------------------|---------|---------|--------|-----------|--------|-------|-------------|-----------|-----------|
| Estimerede andele af et byggeri | 35-60 % | 12-42 % | 4-14 % | 0,5-1,7 % | 4-10 % | 1-4 % | 0,3-0,8 % | 0,2-0,4 % | 2,7-7,1 % |

Tabel 2: Estimerer på, hvor stor en andel af en bygning de enkelte materialer udgør mængdemæssigt. Tal kommer fra VCØB, 2021 (Reference 9).

EKSEMPEL

Undersøgelser af bygningsmassen

Det er svært at skabe sig et overblik over bygningsmassen, og de ressourcer den indeholder.

Der er lavet en del typehusbeskrivelser af den danske bygningsmasse, som ikke nødvendigvis har et målrettet fokus på ressourcepotentialet (Reference 10), ligesom nogle projekter har udforsket forskellige metoder til at kortlægge bygningsmassen. Nedenfor er givet 2 eksempler på forskellige tilgange til at kortlægge bygningsmassen:

Et forskningsprojekt har modelleret bygningsmassen i Odense ved brug af geografiske referencer (Geografisk Information System, GIS) og materialekoefficienter (Material Intensity Coefficients, MIC). Det er via metoden opgjort, at der findes 66,7 mio. tons byggematerialer i byggerier og anlæg i Odense opdelt på forskellige materialegrupper, hvoraf en tredjedel af dette findes over jorden. (Reference 11).

I en undersøgelse af ressourcepotentialet i nedrivningsmodne huse på Lolland blev der fundet følgende potentialer ved at kortlægge og besigtige enkelte huse med opmåling og optælling på stedet med en vurdering af materialetilstand, hvorefter mængderne blev opskaleret (ikke udtømmende liste):

| Bygningselementer | Estimeret mængde |
|--------------------|---|
| Mursten (før 1960) | 14.052 m ² – 68.219 m ² |
| Tagsten (tegl) | 5.230 m ² – 25.391 m ² |
| Døre | 700 – 3.397 stk. |
| Bjælker | 2.442 – 11.853 stk. |
| Spær | 422 m ² – 2.047 m ² |
| Plankegulv | 1.112 m ² – 5.397 m ² |
| Gips | 812 m ² – 3.943 m ² |
| Granitfliser | 158 m ² – 768 m ² |

Tabel 3: Mængde af opgjort ressourcepotentiale i nedrivningsklare huse på Lolland. Data kommer fra Kuben Management, 2018 (Reference 12).

Kortlægning af ressourcer i bygninger

Inden en bygning nedrives, skal der laves en kortlægning af bygningen. Det er lovpligtigt at lave en miljøkortlægning af bygningen, hvor det afdækkes, om der er skadelige stoffer i bygningen.

I mange projekter, hvor der er ambitioner om at genbruge byggematerialer, bliver der lavet en ressourcekortlægning. En ressourcekortlægning vil give oplysninger om bygningens ressourcepotentiale. Det er relevant at inkludere en

ressourcekortlægning i et udbud af en nedrivning, så nedrivningen og den efterfølgende affaldshåndtering tager højde for ressourcepotentialet.

Derudover kan ressourcekortlægningen suppleres af en række tests og prøvninger til nærmere bestemmelse af materialekvalitet. Dette kan foregå både før og efter nedrivning.

EKSEMPEL

Test af betonkonstruktioner

På nuværende tidspunkt findes der ikke paradigmer for, hvordan betonkonstruktioner, som skal genbruges i nyt byggeri, skal dokumenteres. Der findes en række metoder til at dokumentere betonkonstruktioners egenskaber, som allerede anvendes i forbindelse med traditionelle tilstandsvurderinger.

I projektet Ressourceblokken støttet af Realdania er en række byggerier på Regeringens "Ghettoliste 2018" blevet undersøgt i forhold til muligheder for genbrug ved nedrivning. Da genbrugspotentialet i almene boligblokke blev undersøgt, blev ressourcekortlægningen suppleret af en række

tests af betonkonstruktionerne ([Reference 13](#)). Disse kan give værdifuld viden, når konstruktionernes genbrugspotentiale skal vurderes. Metoderne var:

- Måling af armeringsafstand med håndholdt georader.
- Måling af dæklagstykkelse med covermeter.
- Bestemmelse af armeringstype ved ophugning
- Måling af klorid ved RCT (Rapid Chloride Test).
- Bestemmelse af hvilken miljøpåvirkning betonen kan bruges i med petrografisk analyse.
- Måling af betontrykstyrke og karbonatisering på betonkerner.

EKSEMPEL

BusinessReuse

I et Grand Solutions-projekt igangsat i 2021, finansieret af Realdania og Innovationsfonden, BusinessReuse, undersøges det, hvordan ikke-destruktive tests kan bruges som dokumentation af genbrug af byggekomponenter ([reference 15](#)).

Ikke-destruktive testmetoder er metoder, som kan anvendes til at vurdere et materiales karakteristika og eventuelle skjulte skader uden at udtage fysiske prøver fra materialet. Dette betyder, at materialer kan testes uden at ødelægge dem, hvilket er en klar fordel ved test af genbrug af

byggekomponenter, som vil have varierende egenskaber i forhold til de byggekomponenter, der kommer fra den samme produktionsproces.

Eksempler på ikke-destruktive testmetoder er ([Reference 14](#)):

- Tilbageslagshamre, der kan anvendes til at vurdere et materiales hårdhed.
- Ultralyd eller elektriske felter, som sendes ind i materialet fra overfladen. Det signal, som vender tilbage, kan afsløre, om der findes skjulte skader såsom revner, eller det kan bruges til at vurdere vigtige materialeegenskaber såsom elasticitetsmodul eller porøsitet.

OPSUMMERING

Hvor mange bygninger rives ned om året?

Samlet set bliver der bygget mere, end der rives ned, og det samlede bygningsareal er steget med 70 % de sidste 15 år. Det estimeres, at der rives 2-3 mio. m² ned hvert år, men der mangler præcise tal om hvor meget, og hvad der rives ned.

Hvilke typer af materialer indeholder bygninger?

Typiske materialer i en bygning er beton, tegl, træ, glas, metal, gips, mineraluld og plast. Mængdemæssigt dominerer beton, tegl og træ, men materialerne vil variere alt efter hvilken bygningstype, der er tale om.

Byggeri fra før 1950 vurderes at have det største ressourcepotentiale, da dette byggeri ofte har materialer med stor holdbarhed, og opbygget på en måde, så materialerne kan skilles ad og uden brug af skadelige stoffer.

Manglende viden

Der mangler viden og data om, hvilke materialer, der findes i den samlede bygningsmasse.

Der mangler viden om materialernes tilstand og om, hvordan dette dokumenteres.

Der mangler data om antal og type af nedrivninger og renoveringer.

Der mangler viden og data om affald, der opstår ved renoveringer, samt affaldets ressourcepotentiale.

REFERENCER

[Reference 1](#): Bygningsopgørelse, 1. januar 2020. Nyt fra Danmarks Statistik, nr. 112, 2020 Bygningsopgørelse 1. januar 2020

[Reference 2](#): Bygningsbestanden. Danmarks Statistik. Årlig opgørelse. Tal på anvendelse, størrelse, ejerforhold, opførelsesår, opvarmningsforhold, område/ geografi

[Reference 3](#): Fremtidens Byggematerialer. Teknologisk Institut, 2020

[Reference 4](#): Nedrivninger af huse og fremtidige nedrivningsbehov i Danmark, KORA, 2017

[Reference 5](#): NMK96 og Bekendtgørelse om selektiv nedrivning af statsbygninger. BEK nr. 282 af 18/04/1997 [Retsinformation](#) (5a)

[Reference 6](#): Potentielle varmebesparelser ved løbende bygningsrenovering frem til 2050". SBI 2014:01

[Reference 7](#): Ressourceplan. Cirkulær kortlægning ved nedrivning af byggeri, 2019 InnoBYG.

[Reference 8](#): Analyse af CO₂-udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg. 2020. Rambøll

[Reference 9](#): Status for projekt om selektiv nedrivning (Foreløbige resultater). Oplæg afholdt i VCØB

[Reference 10](#): Ressourcekortlægning af bygninger. Miljøprojekt nr. 2006, 2018.

[Reference 11](#): Developing an Urban Resource Cadaster for Circular Economy: A Case of Odense, Denmark. Maud Lanau and Gang Liu. Environmental Science&Technology, 2020.

[Reference 12](#): Opbygning af Danmark gennem nedrivning af tomme bygninger, 2018, Kuben management

[Reference 13](#): Ressource Blokken. GXN innovation et al. 2021

[Reference 14](#): Green paper om selektiv nedrivning, Circle House Lab 2020



Reference 1

Reference 2



Reference 3

Reference 4



Reference 5

Reference 5a



Reference 6

Reference 7



Reference 8

Reference 10



Reference 9

Reference 11



Reference 12



Reference 13

Reference 14

TEMAARK #3

BRUG AF RÅSTOFFER I BYGGERIET

JUNI 2021

INTRODUKTION

I Danmark bliver sand, grus, ler og kalk hentet op fra Danmarks undergrund.

Disse råstoffer har, gennem tiden, været betydningsfulde råstoffer for danske byggematerialer og dansk byggeri, særligt i forhold til tegl og beton.

**HAR VI MANGEL
PÅ RÅSTOFFER I
DANMARK?**

**KAN CIRKULÆR
ØKONOMI ERSTATTE
AL RÅSTOFFORBRUG
I BYGGERIET?**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

VCSB

Realdania

TEMA – BRUG AF RÅSTOFFER I BYGGERIET

Indvinding af mineralske råstoffer i Danmark – de store tal

Sand, grus, ler, kridt og kalk er mineralske råstoffer, der indvindes i Danmark og bliver brugt til byggematerialer som fx tegl og beton. Der bliver indvundet mineralske råstoffer både fra landjorden og fra havbunden i Danmark.

For indvindingen på land gælder følgende:

- Der blev indvundet omkring 30 mio. m³ mineralske råstoffer i 2019 (Reference 1).
- Råstofindvindingen på land optog 0,1 % af Danmarks areal i 2015 (Reference 2).
- 1 % af Danmarks areal var udlagt som graveområde i 2018 (Reference 3).
- Regionerne administrerer råstofindvindingen på land.

For indvindingen på hav gælder følgende:

- Der blev indvundet omkring 10 mio. m³ mineralske råstoffer i 2018 (Reference 4).
- Råstofindvindingen på hav optog 0,7 % af det samlede danske havareal i 2016 (Reference 3).
- Staten administrerer råstofindvindingen på hav.

Sand, grus og sten kan bruges til mange forskellige anvendelser. Et overslag er, at anlægsarbejder står for omkring 70 % af forbruget af sand, grus og sten på land, mens byggeriet står for omkring 30 %.

For de mineralske råstoffer, der indvindes på land, er der følgende data for anvendelsen til materialer, der potentielt set kan anvendes til byggematerialer (Reference 1):

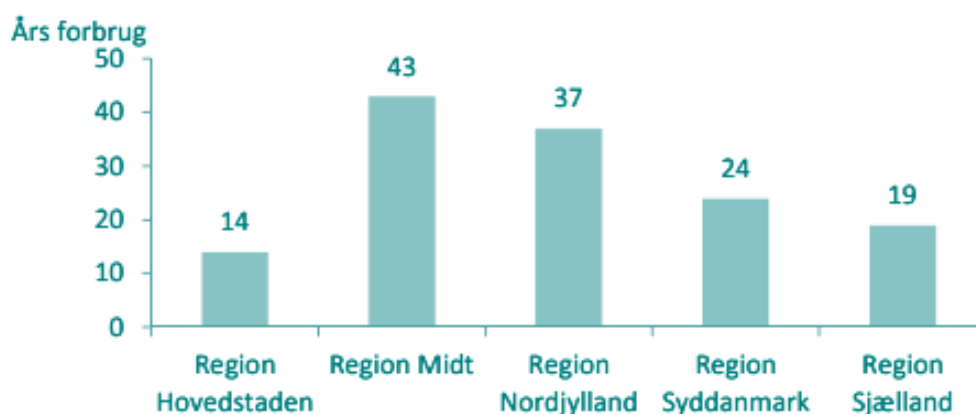
- 5,8 mio. m³ kvalitetssand til beton.
- 0,5 mio. m³ ler til tegl.
- 2 mio. m³ kalk og kridt til cement.

Derudover indvindes ca. 4 mio. m³ kvalitetssand fra havet. Råstofferne er ofte af høj kvalitet, og kan potentielt anvendes til beton, men den nøjagtige anvendelse af råstofferne kendes ikke (Reference 4).

Beton anvendes ikke alene til byggeri. Det er estimeret, at ca. 60 % af betonproduktionen går til byggeri. Den resterende del af betonproduktionen går til anlæg, broer m.m. (Reference 6).

Danmark er stort set selvforsynende ift. mineralske råstoffer. Import udgjorde i 2016 ca. 10 % af den samlede anvendelse af sand, grus og sten i DK. Eksport af mineralske råstoffer udgjorde 5 % af den samlede indvinding af sand, grus og sten i DK i 2016 (Reference 5).

Når der ses på de danske tal for henholdsvis råstofindvinding og generering af bygge- og anlægsaffald (jf. temaark 1), er et groft overslag, at bygge- og anlægsaffald kan erstatte 7 % af råstofforbruget (Reference 3).



Figur 1: Restlevetiden for råstofforekomsterne i råstofplanernes graveområder opgivet i antal års forsyning. Figur kommer fra Danske Regioner, 2013 (Reference 7).

Mangel på mineralske råstoffer

Indvinding af råstoffer i Danmark bliver sværere på sigt, ligesom der kan forekomme mangel på bestemte kvaliteter, fx mangel på stenfraktioner til produktion af beton.

Dette skyldes, at mineralske råstoffer er en ikke-fornybar ressource, og derfor er der ikke ubegrænsede mængder til rådighed.

Der er desuden pres på arealerne i Danmark, og næsten hele Danmarks areal er i brug til fx landbrug, skov, natur, byer og veje. På havet er der også forskellige arealinteresser, som fx opstilling af vindmøller, fiskeri og bevarelse af økosystemer, som presser indvindingen.

Råstofudvinding er en arealanvendelse, som skal sammenholdes og prioriteres med andre arealinteresser – både når det gælder indvinding på land og indvinding på hav.

Regionerne har i 2013 estimeret, at der er 14-43 års forbrug af råstoffer tilbage i de udlagte graveområder på land. Dette tal siger dog ikke noget om den samlede mængde tilgængelige råstoffer og hvor mange års indvinding, der reelt er tilbage, da der fortsat kan udlægges nye graveområder. Derudover er det muligt at indvinde fra havet, hvor der også kan være arealkonflikter.

Ulige fordeling af de mineralske råstoffer og betydning af logistik

I Danmark er der en ulige geografisk fordeling af mineralske råstoffer, der er egnede til råstofindvinding. Mineralske råstoffer er tunge fraktioner, og derfor er

transport og logistik vigtige parametre, både i forhold til økonomi og klimaaftryk.

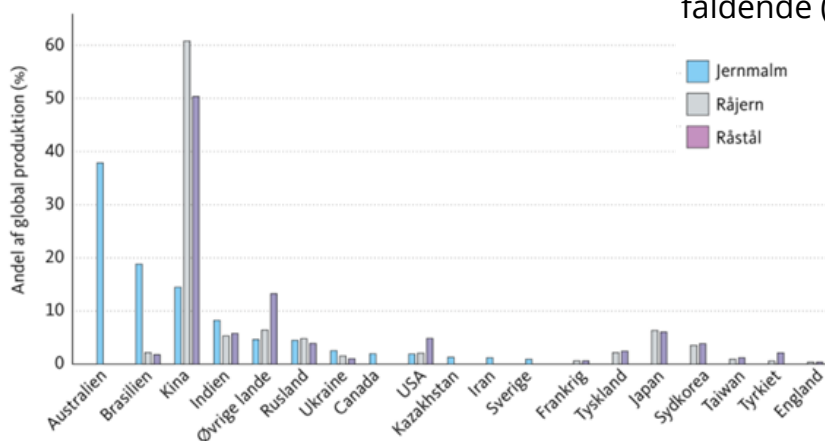
- Mineralske råstoffer bliver primært afsat lokalt og inden for en radius af maksimalt 100 km (Reference 3).
- Erfaringstal siger, at transporten koster 1 kr. pr. ton pr. kørt km, i storbyer dog op til 2-3 gange højere (Reference 3).
- 1 ton råstof pr. kørt km koster omkring 80 g CO₂ ækvivalenter (groft estimat) (Reference 5).
- I Østdanmark opleves i højere grad mangel på råstoffer end i Vestdanmark (Reference 3).
- Inden for de enkelte regioner kan opleves lokale forskelle på tilgængeligheden af råstoffer (Reference 3).
- Der opleves mangel på stenfraktioner til produktion af beton i det meste af landet (Reference 8).

Råstoffer fra andre lande

Andre råstoffer bliver udvundet og produceret i andre lande.

Jern betragtes som et af de vigtigste råstoffer, og det er det fjerdestørste råstof, som der udvindes mest af i verden – målt i mængde. I 2017 blev der indvundet ca. 1,2 mia. tons jernmalm fra alle verdens jernminer. Denne jernmalm forarbejdes til stål (Reference 9).

Naturgips brydes især i Spanien (Reference 10, Reference 11). Industrigips produceres desuden som biprodukt på kulfyrede kraftværker, men i takt med, at kul erstattes med andre energikilder, er denne produktion faldende (Reference 10).



Figur 2: Søjlediagram, der viser hvilke lande, der bryder jernmalm, og hvilke, der producerer råjern og stål. Figur kommer fra GEUS (MiMa), 2020 (Reference 9).

Fremskrivninger af råstofforbrug

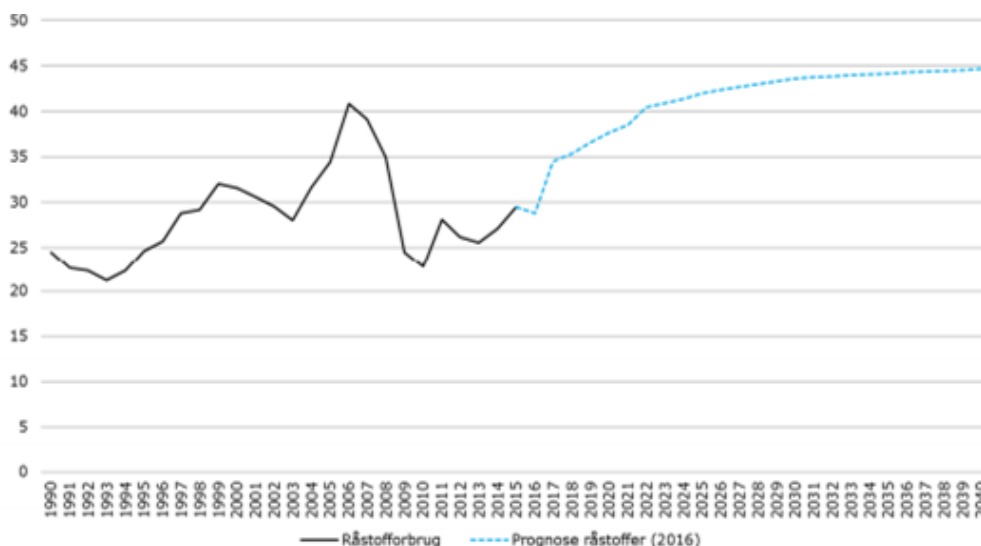
Det forventes, at behovet for mineralske råstoffer vil stige i Danmark. Råstofforbruget (sand, sten og grus) forventes at stige med mere end 50 % fra 29 mio. m³ i 2016 til knap 45 mio. m³ i 2040. Det viser en fremskrivning af råstofforbruget for Danmark, se figur 3.

Det er ikke kun i Danmark, at råstofforbruget forventes at stige. Globalt set forventer OECD, at det samlede forbrug af råstoffer forventes at blive fordoblet over de kommende 50 år. Bygge- og anlægsbranchen er den sektor, der bruger flest råstoffer, ligesom bygge og anlægsbranchen også er den sektor, der forventes at bruge flest råstoffer i 2030 og 2060.

Cirkulær økonomis indflydelse på råstoftrækket

OECD forventer, at genanvendelsesindustrien vil få en større betydning i de kommende år (Reference 13).

Brug af genbrugte og genanvendte byggematerialer er en løsning, der kan reducere trækket på jomfruelige ressourcer



Figur 3: Fremskrivning af råstofproduktion (sand, sten og grus) i Danmark opgjort i mio. m³. Figur kommer fra Danske Regioner, 2018 (Reference 12).

i Danmark, men det kan ikke erstatte al indvinding af mineralske råstoffer.

Når der ses på de danske tal for henholdsvis råstofindvinding og generering af bygge- og anlægsaffald (jf. temaark 1), er et groft overslag, at bygge- og anlægsaffald kan erstatte 7 % af råstofforbruget (Reference 3). Men byggeaffald består af mange fraktioner, og ikke alt kan erstatte mineralske råstoffer, ligesom ikke alle mineralske råstoffer kan erstattes af byggeaffald.

Det er også vigtigt at have fokus på kvalitet af råstoffer og genanvendelsesprocessen. Mange råstoffer vil have et tab af kvalitet i genanvendelsesprocessen.

En undersøgelse af betydningen af en forhøjelse af råstofafgiften på trækket på mineralske råstoffer i Danmark er udført i 2020, og denne konkluderer, at råstofafgiften blot er én faktor, der spiller ind i forhold til genanvendelse. Undersøgelsen vurderer, at andre faktorer kan have større og hurtigere gennemslagskraft end en stigning i råstofafgiften. Disse faktorer er registrering og indsamling af bygge- og anlægsaffald og en øget efterspørgsel efter de sekundære materialer i konkrete projekter med det offentlige som bygherre (Reference 14).

EKSEMPEL

Kvalitetstab i metalskrot

Et eksempel er metalskrot, der udover at bestå af forskellige skrottyper, som jern-, stål-, aluminium- og kobberskrot, også består af en række

forskellige typer af legering, som fx krom, kobolt, kobber og titan.

En undersøgelse fra 2020 konkluderer, at det tyder på, at betydelige legeringsmetaller ikke bliver funktionelt genanvendt. Undersøgelsen peger på, at legeringsmetaller i dansk skrot kan udnyttes bedre ved genanvendelse (Reference 15).

OPSUMMERING

Har vi mangel på råstoffer i Danmark?

Danmark er stort set selvforsynende med mineralske råstoffer, som anvendes til eksempelvis produktion af beton og tegl til byggeriet. Mineralske råstoffer er en ufornybar ressource, og der er stort pres på arealanvendelsen i Danmark. Det kan derfor være svært at finde nye egnede råstofgrave, særligt i det østlige Danmark.

Kan cirkulær økonomi i byggeriet erstatte al råstofforbrug i byggeriet?

Det er kun en mindre del af det samlede råstofforbrug, som byggeaffald kan erstatte. Det skyldes, at der indvindes langt flere mineralske råstoffer, end der genereres mineralisk byggeaffald. Samtidig er der risiko for tab af kvalitet under genanvendelsesprocesser.

Forbruget af råstoffer forventes at stige både på globalt og nationalt plan, og OECD forventer, at genanvendelse vil få større betydning i fremtiden.

Manglende viden

Der mangler data om, hvor mange mineralske råstoffer der reelt set er tilgængelige ift. arealanvendelsen.

Der mangler data om kvaliteter af både de primære råstoffer, men også af de sekundære (genanvendte) råstoffer.

Der er behov for at bruge data og viden på tværs af råstofbranchen, byggebranchen samt affalds- og nedrivningsbranchen. Data om råstoffer, affaldsmængder og byggeriet er opgjort på forskellig vis, hvilket gør sammenligninger mellem de 3 områder forskellige svære.

Der mangler viden om forekomst af kritiske råstoffer og andre knappe ressourcer i bygge- og anlægsaffald.

Der mangler viden om råstoffer fra byggebranchen set i globalt perspektiv. Hvilken indflydelse har den globale råstofdagsorden på den danske råstofdagsorden, og hvad sker der ved systemændringer?

FOKUS PÅ

Fokus på kritiske materialer

En vigtig parameter i den globale råstofdebat er kritiske materialer. EU har i 2020 lavet en liste over 30 kritiske materialer, som ses i figur 4:

| 2020 Critical Raw Materials (30) | | | |
|----------------------------------|-----------|------------------|---------------|
| Antimony | Fluorspar | Magnesium | Silicon Metal |
| Baryte | Gallium | Natural Graphite | Tantalum |
| Bauxite | Germanium | Natural Rubber | Titanium |
| Beryllium | Hafnium | Niobium | Vanadium |
| Bismuth | HREEs | PGMs | Tungsten |
| Borates | Indium | Phosphate rock | Strontium |
| Cobalt | Lithium | Phosphorus | |
| Coking Coal | LREEs | Scandium | |

Figur 4: Udpegede kritiske materialer, EU. Figur kommer fra European Commission, 2020 (Reference 16).

Det er ikke alle de kritiske materialer der har relevans ift. byggeriet. Derudover kan der være materialer, som ikke er udpeget om kritiske materialer, men hvor der fortsat er væsentlige ressourcemæssige problemstillinger omkring forsyning eller andet, fx aluminium og kobber.



REFERENCER

[Reference 1](#): Råstofindvinding på land 2019. Nyt fra Danmarks statistik, 2020

[Reference 2](#): Markedsanalyse af råstofområdet (sand, grus, ral). Slutrapport, december 2017

[Reference 3](#): Råstoffer – en regional opgave. Danske Regioner, 2018

[Reference 4](#): Udvikling i råstofindvinding land og hav 2018. Miljøstyrelsen, 2020

[Reference 5](#): Fremtidens Byggematerialer. Teknologisk Institut, 2020

[Reference 6](#): Bæredygtig Beton initiativ – Halvering af CO2 -udledningen fra betonbyggeri – Roadmap mod 2030. Dansk Beton, 2019.

[Reference 7](#): Grønbog om muligheder og begrænsninger for øget anvendelse af sømaterialer som supplement til landbaseret råstofindvinding. Danske regioner, 2013.

[Reference 8](#): Råstofforsyning: Fra sand og sten til betonbyggeri. GEUS, 2016) Beton-rapport-final-170117.pdf (geus.dk)

[Reference 9](#): Mineralske råstoffer, bæredygtighed og Innovation. GEUS, 2020

[Reference 10](#): Livscyklusvurdering og samfundsøkonomisk vurdering af forskellige alternativer for håndtering og behandling af gipsaffald. Miljøprojekt nr. 1410, 2012.

[Reference 11](#): Knauf vælger Aalborg Havn til import. Artikel i Transport Aalborg, nr. 43, 2017.

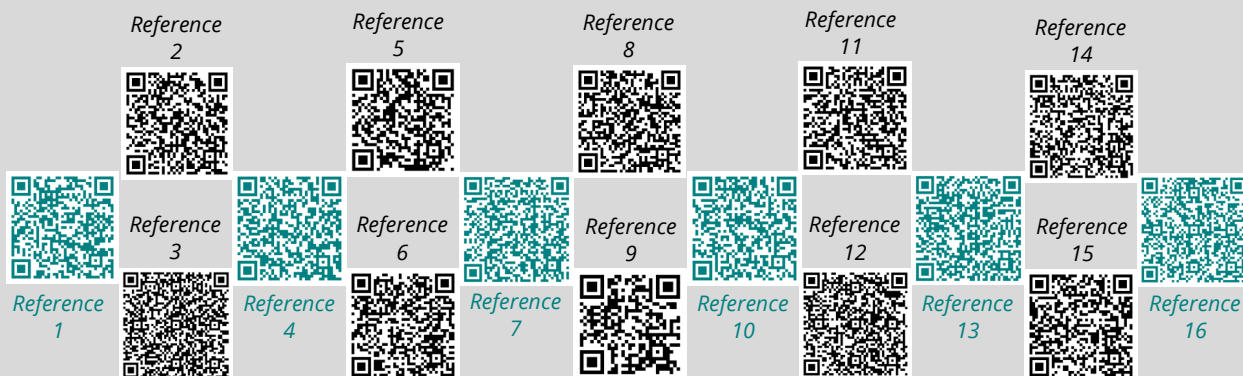
[Reference 12](#): Fremskrivning af råstofforbruget, 2016-2040. Regionernes videncenter for Miljø og Ressourcer, 2018.

[Reference 13](#): Global Material Resources Outlook to 2060: Economic drives and environmental consequences, OECD publishing, Paris. OECD, 2019.

[Reference 14](#): En forhøjelse af råstofafgiften i Danmark. Samfundsøkonomisk analyse. Danske Regioner, 2020.

[Reference 15](#): Udfordringer for bæredygtig genanvendelse af dansk jern- og metalkrot. GEUS, 2020.

[Reference 16](#): Study on the EU's list of Critical Raw materials (2020), Final report. European Commission, 2020.



TEMAARK #4

SKADELIGE STOFFER OG PROBLEMATISK AFFALD JUNI 2021

INTRODUKTION

I Danmark har der i mange år været en høj grad af nyttiggørelse af bygge- og anlægsaffald.

Byggematerialernes ressourcepotentiale er afhængig af forekomsten af skadelige stoffer i bygningsmaterialerne, og derfor skal skadelige og problematiske stoffer fjernes fra byggeriet, inden det bliver revet ned og genanvendt.

HVILKE SKADELIGE STOFFER FINDES I BYGGERIET?

HVORDAN PÅVIRKER DE SKADELIGE STOFFER KVALITETEN AF BYGGEAFFALDET? NU OG I FREMTIDEN?



TEMA – Skadelige stoffer og problematisk affald

Farligt affald – de store tal

Forskellige skadelige stoffer har været anvendt i byggematerialer gennem tiden.

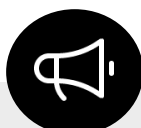
Disse skal kortlægges og håndteres, når bygninger rives ned, så de ikke udgør et problem i affaldsstrømmen, når ressourcerne genbruges, genanvendes eller nyttiggøres.

Skadelige stoffer i byggeaffaldet kan give anledning til, at affaldet skal klassificeres og håndteres som farligt affald. Det betyder højere omkostninger for affaldshåndteringen og at ressourcerne i materialerne ofte ikke kan udnyttes, da farligt affald ofte håndteres ved forbrænding eller deponering.

Tablet 1 viser en mængdeopgørelse (tons) af farligt affald fra byggeri.

| | 2017 | 2018 | 2019 |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Beton, mursten, tegl og keramik indeholdende farlige stoffer | 4492 | 4466 | 6660 |
| Glas, plast og træ, som indeholder eller er forurenede med farlige stoffer | 26683 | 24140 | 31125 |
| Bitumenholdige blandinger, kultjære og tjærede produkter | 37351 | 32215 | 38555 |
| Kabler indeholdende olie, kultjære eller andre farlige stoffer | 332 | 152 | 436 |
| Asbest og andet farligt isolationsmateriale | 88052 | 89020 | 96959 |
| Bygnings- og nedrivningsaffald indeholdende PCB | 10512 | 15792 | 7540 |
| Andet farligt bygge- og anlægsaffald | 8206 | 12070 | 31769 |
| I alt farligt affald fra byggeriet (tons) | 175628 | 177855 | 213044 |

Tablet 1: Opgørelse af farligt affald fra byggeri og anlæg. Data er hentet fra affaldsstatistikken (Miljøstyrelsen, 2019), Reference 1, som indeholder en række usikkerheder.



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Det er ikke altid muligt at fjerne de skadelige stoffer fra byggematerialerne

Skadelige stoffer kan forekomme som:

- en fast del af byggematerialet, som ikke umiddelbart kan fjernes. Fx asbest i tagplader.
- en separat del af byggematerialet, som er vanskelig at fjerne. Fx blyholdig glaserings på fliser.
- et påført materiale sammen med byggematerialet, som skal separeres fra byggematerialet ved afrensning. Fx maling med indhold af tungmetaller og PCB.



Anvendelse af skadelige stoffer i byggeriet

Byggematerialernes ressourcepotentiale er afhængig af forekomsten af skadelige stoffer i byggeriet. Der er særligt i perioden 1950-1980 anvendt en del skadelige stoffer i byggeriet, som kan give udfordringer i forbindelse med genbrug/genanvendelse af materialerne fra disse bygninger.

Disse skadelige stoffer/stofgrupper findes i den danske bygningsmasse:

- Arsen
- Asbest
- Bly
- Bromerede flammehæmmere (HBCDD/HBCD, hexabrom cyclododecan)
- Cadmium
- Klorparaffiner, kortkædede (SCCP)
- Kobber
- Krom
- Kulbrinter (C6-C36; alifatiske kulbrinter)
- Kviksølv
- Kølemidler (CFC, HCFC, HFC, som står for ClorFluorCarboner og HydroClorFluorCarboner og HydroFluorCarboner)
- Nikkel
- PAH'er (polyaromatiske hydrocarboner)
- PCB'er (polychlorerede)

Listen er ikke udtømmende, og der kan forekomme andre skadelige stoffer, som stammer fra særlige produkter eller anvendelser af byggeriet..

Der er forskel på, i hvilke tidsperioder, de forskellige stoffer har fundet anvendelse.

Mange af stofferne er blevet udfaset/forbudt og erstattet af alternativer.

I [figur 1](#) på næste side, fremgår antal af opførte bygninger i bestemte opførelsesår sammen med, hvilke perioder, der har været anvendt skadelige stoffer i byggeriet.

Risikovurdering af skadelige stoffer

Skadelige stoffer er kemikalier, der udgør en risiko for det eksterne miljø gennem håndtering af bygge- og anlægsaffald. Derudover kan de udgøre en risiko for arbejdsmiljøet eller for indeklimaet i bygningerne.

I [figur 2](#) på næste side, ses en overordnet risikovurdering for de forskellige stoffer.

FOKUS PÅ

Problematiske affaldsfraktioner:

PVC-affald: En stor del af den plast, der findes i byggeriet, består af hård PVC. Dette kan være rør, afløb, tagrender og lignende. PVC indeholder typisk bly. Ordningen WUPPI indsamler hård PVC, og de estimerer i en undersøgelse fra 2019, at der årligt genereres og indsamles 5.000 tons hård PVC fra bygge- og anlægsbranchen (*Reference 2*).

Imprægneret træ: Træ til udendørs anvendelse imprægneres ofte for at forlænge træets levetid. Tidligere blev der imprægneret med CCA-midler, som indeholder krom, kobber og arsensalte. Det er ikke længere tilladt at bruge krom og arsen som imprægnering, men CCA-imprægneret træ findes stadig i affaldsstrømmen. En undersøgelse fra 2017 estimerede, at der bliver genereret 40.000-65.000 tons CCA-imprægneret træ om året (*Reference 3*).

Eternittagplader: I den danske bygningsmasse er eternit en meget anvendt tagbeklædning. Tidligere indeholdt eternitplader asbest. Eternitplader med asbest skal deponeres, og i praksis bliver mange eternitplader uden asbest også deponeret pga. af usikkerhed om, hvorvidt de indeholder asbest. Af affaldsstatistikken (*Reference 1*) fremgår det, at der er omkring 97.000 tons asbestholdigt affald om året. Et groft estimat er, at halvdelen af det opgjorte asbestholdige affald består af eternitplader uden asbest.

EKSEMPEL

Leksikon for miljøfarlige stoffer

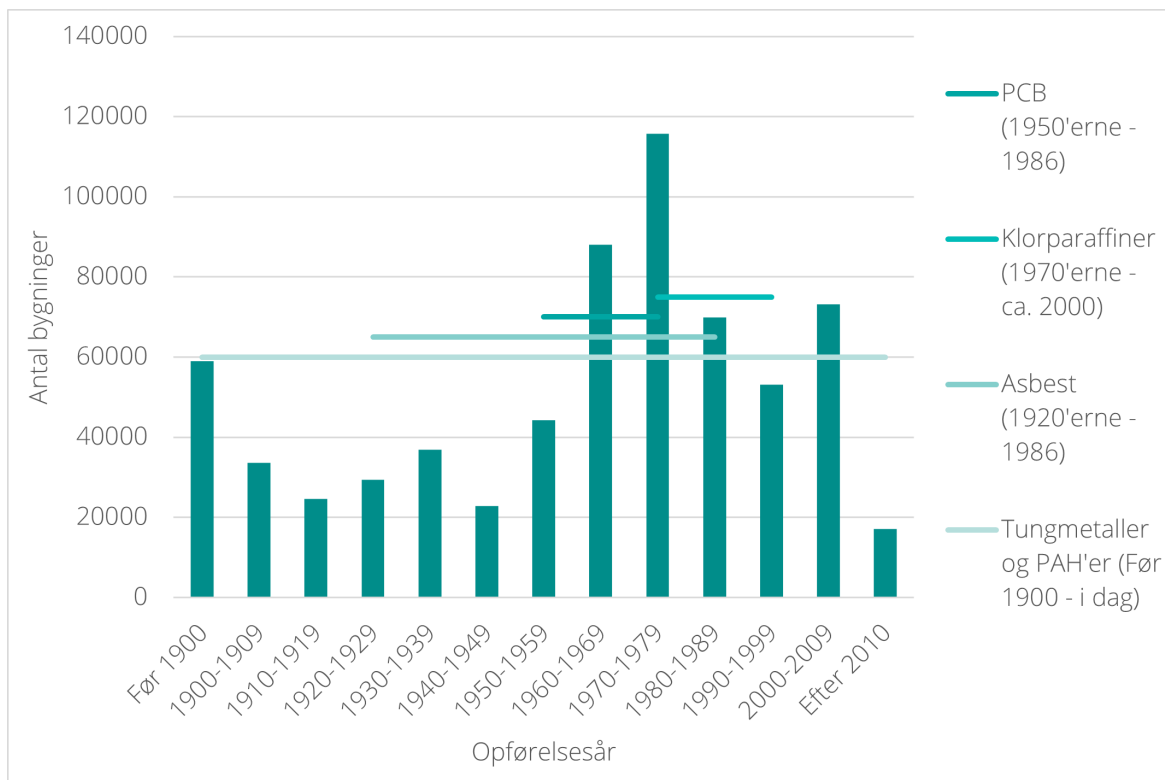
VCØB har lavet et Leksikon for Miljøfarlige Stoffer i Byggematerialer, hvor du kan læse mere om de mest udbredte skadelige stoffer i byggeriet.

Stofferne inddeles i tre hovedkategorier: Organiske, uorganiske og mineralske stoffer (*Reference 4*).

EKSEMPEL

Materialeatlas

VCØB har udarbejdet et digitalt materialeatlas, der giver et overblik over muligheder for genbrug og genanvendelse af en række byggematerialer (*Reference 6*).



Figur 1: Illustration af i hvilke perioder, der har været anvendt skadelige stoffer. Figuren er lavet af Teknologisk Institut, (2018).



Figur 2: Overordnet risikovurdering af de skadelige stoffer i byggeriet. Rød farve indikerer, at stoffet i en eller anden udstrækning udgør et problem. Gul farve indikerer, at stofferne udgør et mindre problem og/eller ikke er reguleret. Grøn farve indikerer, at der typisk ikke forventes problemer. Figuren stammer fra InnoBYG, 2016 (Reference 5).

FOKUS PÅ

PCB

PCB er en persistent miljøgift, som er reguleret i EU-forordningen om POP-stoffer, og som ønskes destrueret. PCB kan fordampe til luften fra byggematerialerne, hvorefter det kan optages af øvrige materialer i bygningen. PCB kan ligeledes vandre fra det oprindelige materialer ind i de tilstødende materialer.

PCB er anvendt i byggeriet i perioden fra 1950-1986 i fx fuger, maling og kondensatorer i lysarmaturer.

| Materiale/udstyr | Tilbageværende mængde PCB I ton | % af samlet |
|---|---------------------------------|-------------|
| Fugemasser omkring døre og vinduer | 7-35 | 40 % |
| Fugemasser mellem andre bygningselementer | 2-15 | 16 % |
| Maling | 0,3-5 | 5 % |
| Gulvbelægninger | 0,1-2 | 2 % |
| Termoruder | 5-15 | 19 % |
| Kondensatorer i lysarmaturer | 2-7 | 9 % |
| Sekundær og tertiær forekomst | 0,7-7,5 | 8 % |
| I alt | 17-87 | |

Tabel 2: Tilbageværende mængde af PCB i bygninger i Danmark i 2013. Tabellen stammer fra Grontmij/COWI, 2013 (Reference 7).

Kortlægning og miljøsanering af bygninger inden nedrivning

Kortlægning af skadelige stoffer i bygninger og den efterfølgende miljøsanering, hvor skadelige stoffer fjernes fra byggeriet inden nedrivning, er en væsentlig del af selektiv nedrivning. Begge dele er essentielle for at øge ressourcepotentialiet i affaldet.

Der findes en række forskellige teknologier og løsninger til fjernelse af skadelige stoffer i bygninger (Reference 8). Alt afhængig af hvilke skadelige stoffer, der skal fjernes, og hvilket materiale de skal fjernes fra, er der forskellige metoder. Der er eksempelvis praktiske metoder som nedtagning, behugning, slibning, skæring og fræsning af overflader, ligesom der er mere teknologitunge metoder som blæserensning af overflader, fx sandblæsning, kemisk rensning og termisk rensning. Et udviklingspunkt for disse metoder er at gøre dem mere automatiske, eksempelvis sandblæsning ved hjælp af robotteknologi (Reference 9) og mere målrettede og energibesparende, eksempelvis termisk rensning af PCB ved brug af fleksible varmemåtter (Reference 10)

Da maling ofte indeholder skadelige stoffer, skal denne maling fra bygningen fjernes inden nedrivning. Den mest anvendte metode til dette er sandblæsning. Ulempen ved denne metode er, at den arbejdsmiljømæssigt består af meget støvende og tungt arbejde. Derudover bliver det sand, der anvendes, forurennet. Der findes ikke nogen officielle tal for hvor

mange tons sand, der via sandblæsning bliver forurennet og deponeret, men Teknologisk Instituts bedste bud, baseret på overslag er omkring 40.000 tons.

Fortidens synder skal forhindres i fremtiden

Når der udvikles nye byggematerialer, skal der fokuseres på at eliminere uønskede og problematiske stoffer. Dette skal man bl.a. for at undgå at gentage "fortidens synder" med asbest og PCB. Dette er bl.a. i fokus under den frivillige bæredygtighedsklasse, hvor det kræves at byggematerialer med et sikkerhedsdatablad skal registreres.

Kemikalielovgivningen er kompleks, og det er en vedvarende opgave at sikre at kemiske stoffer anvendes korrekt, ligesom viden om stoffernes farlighed ændrer sig over tid.

Der bliver kontinuerligt optaget flere og flere kemiske stoffer på EU's liste over godkendelsespligtige stoffer, som er listen over de stoffer EU begrænser brug og salg af. Derudover har EU også løbende revision af klassificeringer af kemiske stoffer, så et stof, kan over tid ændre den iboende farlighed.

I Danmark, har der derudover i mange år været 'Listen over uønskede stoffer', der fungerer som den danske rettesnor over, hvilke stoffer Danmark har særligt fokus på at udfase. Listen er en dansk liste, der rækker udover den europæiske liste, og den er alene vejledende (Reference 11).



OPSUMMERING

Hvilke skadelige stoffer findes i byggeriet?

Der findes en række skadelige stoffer i byggeriet, der kan gøre affaldshåndteringen problematisk, og som kan sænke ressourcepotentialet af affaldet. Centrale stoffer, som bygninger skal undersøges for inden de bliver revet ned, er PCB, asbest, tungmetaller, klorparaffiner og PAH'er.

Hvordan påvirker de skadelige stoffer kvaliteten af byggeaffaldet? Nu og i fremtiden?

De skadelige stoffer, der har været brugt i fortiden, påvirker kvaliteten af byggeaffaldet negativt, og derfor skal de fjernes inden bygningen rives ned. Dette er et bærende princip i dansk lovgivning. Det er dog ikke altid muligt at fjerne skadelige stoffer helt. Et eksempel er eternitplader med asbest, hvor hele tagpladen skal deponeres, ligesom mange eternitplader uden asbest bliver deponeret, da det ikke er muligt at skelne dem fra eternitplader med asbest.

I produktion af nye byggematerialer er det derfor vigtigt at være opmærksom på brug af kemikalier. Brugen af kemikalier reguleres af en kompleks europæisk lovgivning, og der kommer løbende ny viden og stoffernes farlighed. En registrering af hvilke kemikalier, der anvendes i et byggemateriale, kan derfor hjælpe med at holde styr på hvilke kemikalier, der er anvendt, ligesom registreringen vil sætte fokus på brug af skadelige stoffer hos producenten så de kan udfases.

Manglende viden

Der mangler opgørelser, der giver et samlet overblik over hvor meget og hvor, der findes asbest, PCB og andre skadelige stoffer i byggeriet.

Der mangler ligeledes effektive teknologier til at fjerne skadelige stoffer fra materialerne.

REFERENCER

[Reference 1](#): Affaldsstatistik 2019. Miljøprojekt nr. 2152, 2020.

[Reference 2](#): Analyse af nationale plaststrømme i landbrug, hotel- og restaurationsbranchen og bygge- og anlægsbranchen. Endelig rapport. Miljøprojekt nr. 2084, 2019.

[Reference 3](#): Kortlægning af CCA-imprægneret træaffald i Danmark. Miljøprojekt nr. 1939, 2017.

[Reference 4](#): Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet. Miljøfarlige stoffer - Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet

[Reference 5](#): Materialeatlas. InnoBYG projekt fra 2016.

[Reference 6](#): Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet. Materialeatlas - Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet

[Reference 7](#): Kortlægning af PCB i materialer og indeluft. Samlet rapport, 2013 udført af Grontmij/COWI.

[Reference 8](#): Metoder til fjernelse af miljøproblematisk stoffer - Udredning af teknologier til identifikation og fjernelse af miljøproblematisk stoffer og materialer fra bygninger til nedrivning eller renovering. Miljøprojekt nr. 1656, 2015.

[Reference 9](#): Robotter skal fjerne farlig maling. Artikel i Ingeniøren 2018.

[Reference 10](#): Flex PCB - Flexibel PCB-sanering i byggeri. Et InnoBYG spireprojekt fra 2020.

[Reference 11](#): Listen over uønskede stoffer. Listen over uønskede stoffer



TEMAARK #5

KLIMAGEVINST V/ GENBRUG OG GENANVENDELSE

JUNI 2021

INTRODUKTION

Der er, i samfundet, stort fokus på at reducere CO₂-udledningen og dermed klimabelastningen, af byggeriet.

En samfundsmæssig fordel i den cirkulære økonomi er, at man ved genbrug og genanvendelse kan reducere CO₂-udslip.

Problemstillingen er dog kompleks, og det varierer fra byggesag til byggesag, hvor meget CO₂, der kan spares.

**HVILKE KLIMA-
GEVINSTER ER DER
AT HENTE VED
GENBRUG OG
GENANVENDELSE?**

**HVORDAN MÅLER
VI KLIMA-
GEVINSTERNE
KORREKT?**



TEKNOLOGISK
INSTITUT

VCSB

Realdania

TEMA – KLIMAGEVINST V/ GENBRUG OG GENANVENDELSE

De store tal

Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren har peget på, at der er et stort potentiale i at ændre vaner og planer for at genbruge og genanvende mere på byggepladser. Initiativets estimerede effekt er 200-600.000 tons CO₂/år (Reference 7).

Samtidig har en undersøgelse regnet et potentiale på 82-97.000 tons CO₂/år (Reference 4) for genbrug af genanvendelse af 4 udvalgte fraktioner (læs mere i afsnittet om potentielle klimagevinster for genbrug og genanvendelse).

Klimaaftryk fra bygningens materialer

Byggeriet og byggematerialer har et væsentligt klimaaftryk. Bidragene fra bygningens materialer er væsentlige, og set over en bygnings samlede levetid er byggematerialernes indlejrede energiforbrug og miljøpåvirkninger for nye bygninger større end bidragene fra bygningens driftsenergiforbrug (Reference 1, Reference 8).

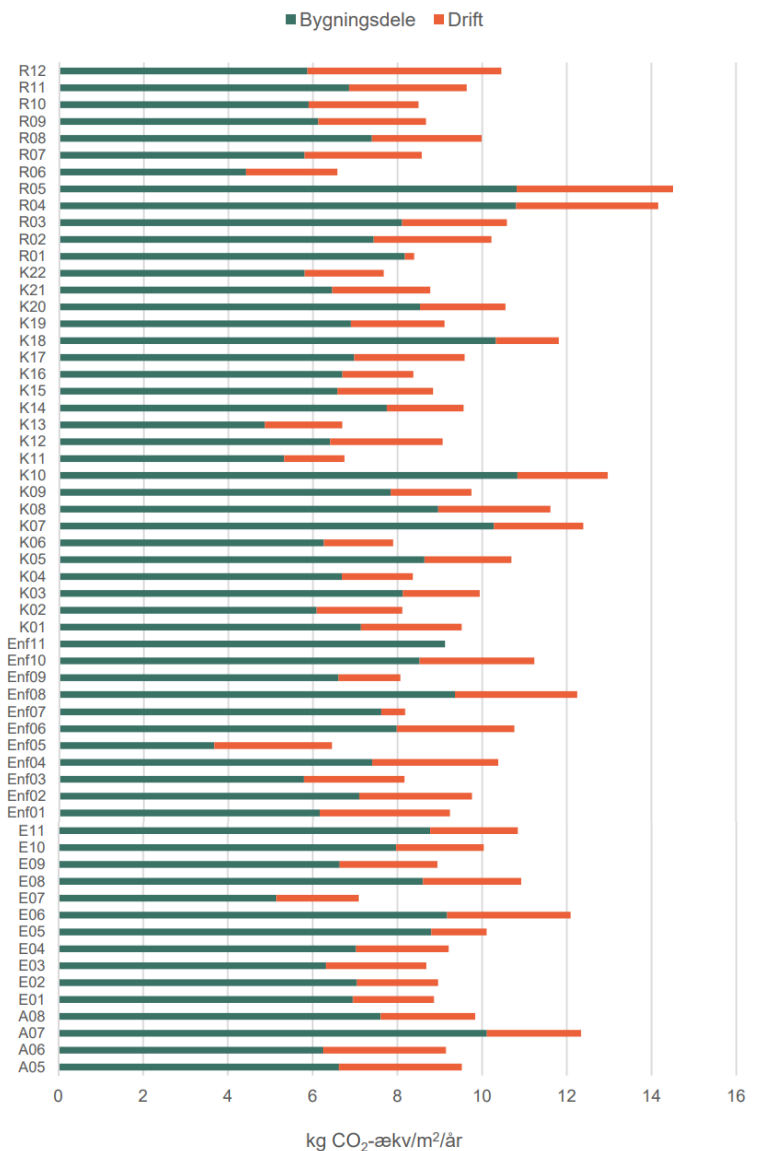
En undersøgelse af 60 case-bygninger med en 50-års betragtningsperiode viste, at der er stor variation i bygningernes samlede klimapåvirkninger, og påvirkningerne fra bygningernes materialer typisk er 2-4 gange højere end påvirkningerne fra driftsenergiforbruget (Reference 8).

Nøgletal for klimagevinst ved genbrug og genanvendelse

Der er klimagevinster ved genbrug og genanvendelse, men disse afhænger af en lang række faktorer, der vil variere fra

projekt til projekt. Og i nogle tilfælde kan der være tale om en klimabelastning.

Den bedste måde at undersøge, hvor meget CO₂, der kan spares ved genbrug og genanvendelse, er ved at lave en livscyklusvurdering (LCA) af sit projekt. En livscyklusvurdering er en metode til at vurdere potentielle miljøpåvirkninger af materialer/affaldsmaterialer, bygningsdele og bygninger i hele deres livscyklus. Det er dog ofte ikke muligt af hensyn til tid og økonomi at lave en livscyklusvurdering i hvert enkelt projekt.



Figur 1: Klimapåvirkninger fra 60 cases-bygninger set over en 50-års betragtningsperiode fordelt på materialer og drift. Enf111 har ikke data for drift, derfor vises kun resultater fra materialer. Figuren kommer fra BUILD, 2020 (Reference 8).

| Nøgletal for klimagevinst eller klimabelastning ved forskellig behandling af forskellige affaldsfraktioner | | | | | | | | |
|--|---------|------|---------------|-----|---------------|-----|---|--------------|
| | Genbrug | | Genanvendelse | | Nyttiggørelse | | Enhed | Kilder |
| | | | | | | | | |
| Beton | -155 | -77 | -39,4 | 4,1 | 2,2 | 8,7 | kg CO ₂ -ækv./t _{BETONAFFALD} | [1, 2, 3, 6] |
| Træ | -606 | -540 | -205 | | -450 | 90 | kg CO ₂ -ækv./t _{TRÆAFFALD} | [1, 7] |
| Mursten | -104 | -53 | | | 4,5 | | kg CO ₂ -ækv./t _{MURSTEN} | [4] |
| Gips | | | -86 | -59 | -35 | 6 | kg CO ₂ -ækv./t _{GIPS} | [5] |
| Stenuld | | | -5,8 | | | | kg CO ₂ -ækv./t _{STENULD} | [1] |

Der er tale om en klimagevinst, når tallene er negative, og en klimabelastning, når tallene er positive.

Tabel 1: Nøgletal for klimagevinst eller klimabelastning ved forskellig affaldsbehandling. Intervallerne for nøgletallene dækker over, at der kan være forskel på klimagevinst og klimabelastning afhængigt af, hvilket materiale den pågældende affaldsfraktioner erstatter og/eller hvilken behandlingsmetode, der anvendes. Dette kan der læses mere om i VCØB-guiden (Reference 2).

Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet (VCØB) har derfor lavet en guide med nøgletal for klimagevinsten eller klimabelastningen ved forskellig behandling af fem forskellige affaldsfraktioner. Der er tale om en klimagevinst, når tallene er negative og en klimabelastning, når tallene er positive.

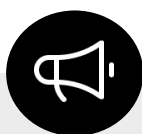
Potentielle klimagevinster for genbrug og genanvendelse

Der er klimagevinster for genbrug og genanvendelse, men effekten varierer alt

efter hvilket materiale og hvilken cirkulær løsning, der er tale om. I nogle tilfælde kan der endda være tale om en klimabelastning i stedet for en klimagevinst.

I 2019 blev der lavet en undersøgelse om livscyklusvurdering af cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning.

I [tabel 2](#) på næste side, ses en oversigt over de udregnede klimabesparelser ved brug af cirkulære løsninger frem for konventionelle løsninger.



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Kompleksitet i livscyklusvurderinger

Hvis man sammenligner forskellige produkter og systemer med hinanden er det vigtigt at vide, om produkterne/systemerne er sammenlignelige.

Er levetiden den samme?

Kan produkterne det samme (har de fx samme isoleringsevne)?

Og har det afledte effekter, hvis man udskifter ét materiale med et andet?

| Cirkulært scenarie | Referencescenarie | Besparelse |
|---|---------------------------------|------------|
| Mursten | | |
| Genbrugsmursten | Konventionelt murværk | 76,9% |
| Genbrugselement | Konventionelt murværk | 60,7% |
| Beton | | |
| Genbrugsbeton | Konventionel beton | 0,3% |
| Genbrugte betonelementer | Konventionel beton | 95,6% |
| Genbrugte søjler/bjælker af beton | Konventionel beton | 95,6% |
| Stål | | |
| Genbrugte stålprofiler | Konventionelle stålprofiler | 77,7% |
| Træ | | |
| Genbrugte bærende træbjælker og –stolper | Konventionel træ | 77,3% |
| Genbrugte gulvbrædder | Konventionelt trægulv | 77,3% |
| Spånplade | Konventionel spånplade | 9,4% |
| Gips | | |
| Gipsplader | Konventionel gipsplade | 9,6% |
| Vindue | | |
| Kassevinduer af genbrugte termoruder | Konventionel vindue | 95,5% |
| Lamelfacade af genanvendt træ | Konventionel træ | 77,3% |
| Facadebeklædning af glaskeramik | Konventionel glasfacade | -46,0% |
| Tagsten | | |
| Genbrugstagsten | Konventionelle tagsten | 98,03% |
| Ventilationsrør | | |
| Facadebeklædning af ventilationsrør | Konventionel stålfacade | 56,3% |
| Aluminium | | |
| Genbrugte aluminiumsplader som beklædning af facade eller tag | Konventionelle aluminiumsplader | 81,2% |
| Dør | | |
| Genbrugte indvendige døre | Konventionel dør | 80,1% |
| Tagpap | | |
| Genbrugt tagpap | Konventionel tagpap | 69,4% |

Tabel 2: Besparelser i klimapåvirkningen ved at bruge en cirkulær løsning frem for en konventionel løsning. Det understreges i undersøgelsen, at der er tale om simplificerede screeninger og ikke indgående analyser af de udvalgte cirkulære løsninger, hvor alle relevante parametre er taget i betragtning. Der er stor usikkerhed om de data, der ligger til grund for beregningerne. Tabellen kommer fra BUILD, 2019 (Reference 3).



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Det drejer sig ikke kun om klimapåvirkninger

En livscyklusvurdering (LCA) udregner ikke alene klimapåvirkninger.

I en LCA vil der typisk være udregninger af en række miljøpåvirkninger, som fx nedbrydning af ozonlag, forurening og humantoksicitet.

Disse miljøpåvirkninger er også væsentlige i en bæredygtighedsbetragtning.

I 2020 blev der udført en analyse af de miljø- og samfundsmæssige konsekvenser ved øget genbrug og genanvendelse af fire materialefraktioner. Her blev en række potentielle årlige klimabesparelser for Danmark beregnet, se [tabel 3](#).

| | |
|--|--|
| Materiale | Tagsten |
| Sammenligning | 80 % genbrug af tagsten og 20 % nedknusning fremfor 100 % nedknusning |
| Samlet årlig potentiel klimabesparelse | 52.950 tons CO ₂ -eq |
| Materiale | Stenuld |
| Sammenligning | 90 % genanvendelse af stenuld i ny stenuld fremfor 34 % genanvendelse af stenuld |
| Samlet årlig potentiel klimabesparelse | 230 tons CO ₂ -eq |
| Materiale | Beton |
| Sammenligning | 100 % genbrug af den bærende betonkonstruktion, mens ikke-bærende betonelementer nedknyttes fremfor, at 100 % af al beton nedknyttes |
| Samlet årlig potentiel klimabesparelse | 22.950-34.850 tons CO ₂ -eq |
| Materiale | Interimstræ |
| Sammenligning | Genbrug af dele af interimstræet, som cirkulerer to gange om året fremfor, at interimstræet sendes til forbrænding. |
| Samlet årlig potentiel klimabesparelse | 5.984-8.976 tons CO ₂ -eq |

Tabel 3: Beregnede potentielle årlige klimabesparelser. Læs nærmere om beregninger og forudsætninger i analysen. Tallene kommer fra Rambøll, 2020 (Reference 4).

OPSUMMERING

Er der klimagevinster at hente ved genbrug og genanvendelse?

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

Genbrug af beton har store potentielle klimamæssige gevinster, men er stadig svært i praksis. Genbrug af mursten har ligeledes klimamæssige gevinster, og her er der en række gode erfaringer i branchen. Genbrug af træ er også forbundet med klimamæssige gevinster, når alle faser af træets livscyklus medregnes. Genbrug af træ praktiseres i dag i mindre grad.

Hvordan måler vi klimagevinsterne korrekt?

Den bedste måde til at finde ud af hvor meget CO₂, der kan spares ved genbrug og genanvendelse er ved at lave en livscyklusvurdering (LCA) af et givent projekt. Resultaterne af en LCA afhænger

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

Manglende viden

Der er brug for bedre data for genbrug og genanvendelse af byggeaffald, som kan bruges til at beregne valide klimagevinster. Mange af de eksisterende LCA-værktøjer indeholder kun generiske data for affaldshåndtering.

Der er behov for mere viden om, hvilke afledte konsekvenser, der er i hele det omkringliggende system ved mere genbrug og genanvendelse, og der er behov for beregninger af de samlede potentialer. Beregning af det samlede potentiale for CO₂-besparelser forbundet med genbrug og genanvendelse af byggeaffald kræver data om mængder og håndteringsmuligheder.

Der er behov for at se på andre miljøgevinster end klimabesparelser/ klimagevinster. En LCA kan beregne mange andre miljøparametre, eksempelvis forurening og toksicitet. Der er behov for mere fokus på disse dele af LCA'en, samt på data, der kan understøtte valide resultater.

FOKUS PÅ

Transparens i livscyklusvurderinger (LCA'er) og CO₂-beregninger

Det er vigtigt at have transparens i sine LCA'er og CO₂-beregninger.

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

En række faktorer er vigtige at definere og beskrive, eksempelvis hvilken funktionel enhed er valgt, hvilke livscyklusfaser er medtaget og hvilke levetider der regnes med.

Der kan læses mere om dette i 2 guider fra VCØB om LCA for bygninger samt CO₂ og ressourceopgørelser (*Reference 5* og *Reference 6*).





REFERENCER

[Reference 1](#): Bygningers indlejrede energi og miljøpåvirkninger. Vurderet for hele bygningens livscyklus. SBI 2017:08

[Reference 2](#): VCØB-guide om CO2 nøgletal til at vælge den bedste behandling af forskellige affaldsfraktioner

[Reference 3](#): Livscyklusvurdering for cirkulære løsninger med fokus på klimapåvirkning: Forundersøgelse. SBI 2019:8. (BUILD, 2019)

[Reference 4](#): Cirkulær økonomi i byggeriet. Analyse af potentialer ved øget genbrug og genanvendelse af byggeaffald. Udført af Rambøll for Trafik, Bygge og Boligstyrelsen, 2020, samt bilagsrapport udført af DTU. Publikationsliste

[Reference 5](#): VCØB-guide om LCA for bygninger

[Reference 6](#): VCØB-guide om CO2- og ressourceopgørelser.

[Reference 7](#): Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren. 2020

[Reference 8](#): Klimapåvirkning fra 60 bygninger. Muligheder for udformning af referenceværdier til LCA for bygninger. SBI 2020:04. (BUILD, 2020)

Reference
1



Reference
2

Reference
3



Reference
4

Reference
5



Reference
6

Reference
7



Reference
8

TEMAARK #6

ØKONOMISK POTENTIALE

JUNI 2021

INTRODUKTION

Cirkulær økonomi i byggeriet er et opgør med den lineære økonomi, hvor det har drejet sig om at producere, bygge, bruge – og så nedrive og få affaldet hurtigt af vejen.

Det innovative budskab i cirkulær økonomi i byggeriet er, at recirkulering kan betale sig. Men det kræver brug af nye og alternative forretningsmodeller.

HVAD ER DET ØKONOMISKE POTENTIALE FOR CIRKULÆR ØKONOMI I BYGGERIET?

HVILKE CIRKULÆRE FORRETNINGS-MODELLER ER DER MULIGHEDER FOR?



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

VCSB

Realdania

TEMA – ØKONOMISK POTENTIALE

Den cirkulære økonomi – de store tal

Cirkulær økonomi sigter mod gradvist at afkoble vækst fra forbruget af naturens begrænsede og ubegrænsede ressourcer. Cirkulær økonomi er et middel til at undgå produktion med primære råstoffer, samtidig med, at der eksisterer et økonomisk potentiale.

Ellen MacArthur Foundation lavede i 2015 en analyse af de økonomiske potentialer for cirkulær økonomi i Danmark ([Reference 1](#)). Et af de største potentialer blev fundet inden for byggeindustrien og bygninger, hvor der blev peget på 3 muligheder (se [Tabel 1](#)).

| Mulighed | Potentiale (nettoværdi) pr. år i 2035 |
|---|---------------------------------------|
| Industrialiseret produktion, hvor affaldet reduceres, inkl. modulært byggeri og 3D print af bygningsmoduler | 3,4-4,5 Mia. DKK |
| Genbrug og højværdigenanvendelse af komponenter og materialer | 0,8-1,1 Mia. DKK |
| Deling og multibrug af bygninger | 2,3-3,4 Mia. DKK |

Tabel 1: Økonomisk potentiale estimeret i analyse fra 2015 ([Reference 1](#)).

For genbrug og genanvendelse blev der peget på mulige politiske virkemidler som videreudvikling af byggeregulativer, gennemførelse af uddannelsesprogrammer i hele branchen, samt støtte til etablering af materialeopgørelser (software og databanker).

I 2020 blev der udført en analyse af de miljø- og samfundsmæssige konsekvenser ved øget genbrug og genanvendelse af fire materialefraktioner ([Reference 2](#)). Her blev følgende, potentielt årlige, samfundsøkonomiske tab og gevinst beregnet ([Tabel 2](#)):

| Materiale | Tagsten: |
|--|---|
| Sammenligning | 80 % genbrug af tagsten og 20 % nedknusning fremfor 100% nedknusning. |
| Samlet årlig potentiel samfundsøkonomisk gevinst/tab | Tab på 325 mio. kr., hvis genbruget sker på markedsvilkår. Gevinst på 4,5 mio. kr., hvis der genbruges direkte på stedet. |
| Materiale | Stenuld: |
| Sammenligning | 90 % genanvendelse af stenuld i ny stenuld fremfor 34 % genanvendelse af stenuld. |
| Samlet årlig potentiel samfundsøkonomisk gevinst | 4,5 mio. kr. |
| Materiale | Beton: |
| Sammenligning | 100 % genbrug af den bærende betonkonstruktion, mens ikke-bærende betonelementer nedknyttes fremfor, at 100 % af al beton nedknyttes. |
| Samlet årlig potentiel samfundsøkonomisk gevinst | 345-525 mio. kr. |
| Materiale | Interimstræ: |
| Sammenligning | Genbrug af dele af interimstræet, som cirkulerer 2 gange om året, fremfor at interimstræet sendes til forbrænding. |
| Samlet potentiel samfundsøkonomisk gevinst | 72-143 mio. kr. over træets levetid. |

Tabel 2: Potentielle årlige samfundsøkonomiske tab og gevinst for 4 fraktioner. Læs nærmere om beregninger og forudsætninger i analysen. Tal kommer fra Rambøll, 2020 ([Reference 2](#)).

Værdikæder

Selvom der arbejdes på at minimere tabet af ressourcer, er det svært at opnå en 100 % udnyttelse af ressourcerne. I praksis vil der være et tab af ressourcer gennem værdikæden, og ressourcernes rejse gennem værdikæden vil være afgørende for, hvor let eller udfordrende det er at skalere.

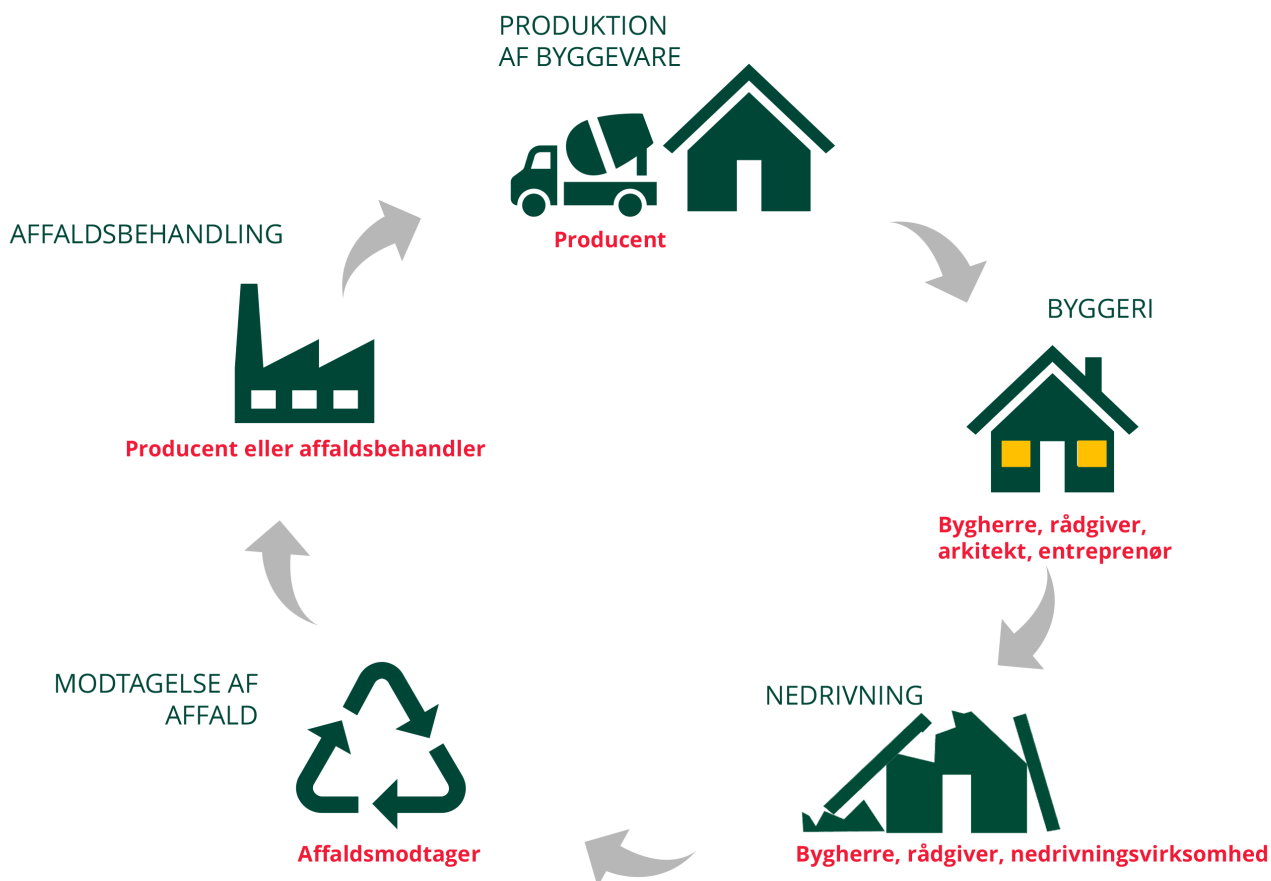
Genanvendelse

Ved genanvendelse anvendes affaldet i nedknust eller neddelt form i en ny produktion. Det nyproducerede produkt kan enten være samme produkt som oprindeligt eller et helt andet produkt.

Værdikæden inkluderer både en affaldsbehandler og en producent. I produktionen blandes og neddeles

forskellige materialer, og derved kan forskelle i materialekvalitet udjævnes i produktionsprocessen, hvilket nedsætter risikoen for tab af materialer og øger mulighederne for skalering.

Ofte bliver der tilsat jomfruelige materialer i produktionsprocessen. Se [Figur 1](#).



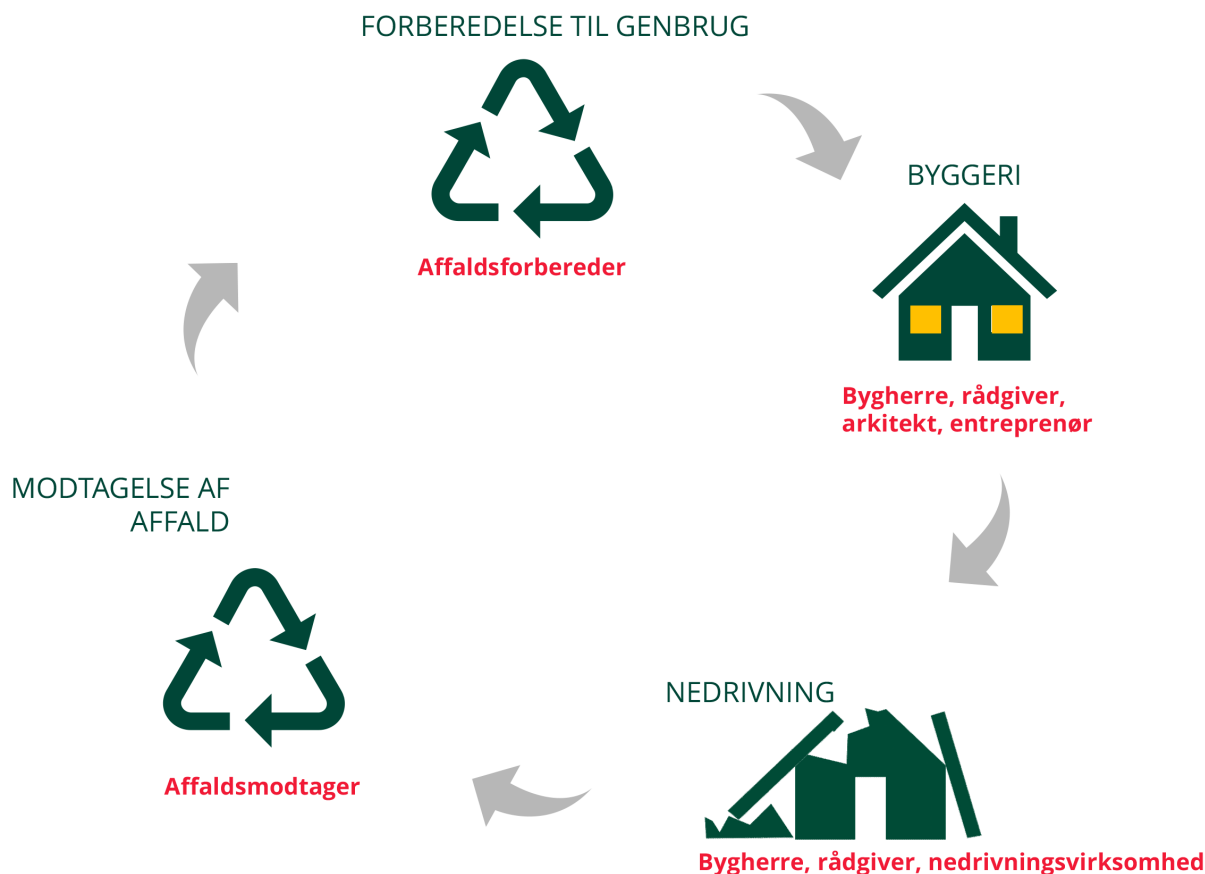
Figur 1: Værdikæde for genanvendelse. Figur kommer fra Teknologisk Institut, 2021.

Forberedelse til genbrug

Ved forberedelse til genbrug anvendes byggekomponenter i samme form i et nyt projekt eller byggeri. Der foregår derved ikke nogen ny produktion af et byggemateriale, men det vil være nødvendigt, at der foretages en afrensning og istandsættelse af komponenterne.

Der vil være et tab af materialer i denne proces i form af materialer, der er ødelagte enten i form af slid eller i nedrivningsprocessen.

Affaldsmottagerne kan skalere genbrugsmaterialer ved at samle dem fra mange forskellige byggerier. Se [Figur 2](#)



Figur 2: Værdikæde for forberedelse til genbrug. Figur kommer fra Teknologisk Institut, 2021.

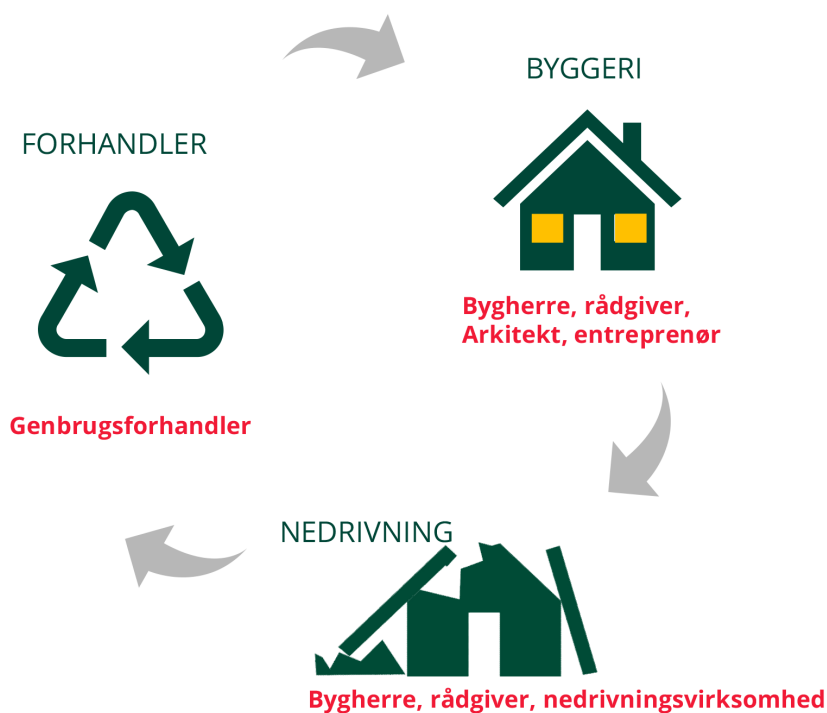
Direkte genbrug

Ved direkte genbrug er det muligt at afsætte komponenterne til direkte brug igen.

Ofte vil genbrugsmaterialerne blive solgt igennem en genbrugsforhandler, men nogle gange vil det være muligt at afsætte

direkte fra et nedrivningsprojekt til et nyt byggeprojekt.

Skaleringspotentialet for genbrug ligger også i, at der bygges med de materialer, der er tilgængelige på et givent tidspunkt. Se [Figur 3](#).



Figur 3: Værdikæde for direkte genbrug. Figuren kommer fra Teknologisk Institut, 2021.

Forretningsmodeller, strategier og værktøjer

Værdiskabelsen i cirkulære forretningsmodeller ligger i besparelser på en række omkostninger og miljøpåvirkninger. Dette kan være besparelser i materialer, energi, kemikalier, vedligehold eller arbejdskraft.

Stigende ressourcepriser, afgifter og grænser for CO₂-udledning er en løftestang for de cirkulære forretningsmodeller, mens høje omkostninger til indsamling, sortering, nedrivning og klargøring af materialer er en hæmsko. Samtidig er der i dag begrænsede muligheder i Danmark til at håndtere sorteringen og klargøring af ressourcerne, hvilket også udgør en barriere.

I den første rapport om cirkulær økonomi fra Ellen MacArthur Foundation ([Reference 8](#)) blev listet 3 nye forretningsmodeller med udgangspunkt i transition til en cirkulær økonomi.

- Consumer as a user (forbrugeren som brugeren)
- Performance contracts (præstationskontrakter)
- Products become a service (produkter som service)

Der er efterfølgende kommet flere modeller til, som alle udspringer fra de tre nævnte. For eksempel er leasingsmodellen ofte nævnt som en cirkulær forretningsmodel, men den bygger på produktet som service. Det samme gælder take-back ordninger, som bygger på en præstationskontrakt.

For at en cirkulær forretningsmodel skal vinde indpas, er der en række strategiske greb og værktøjer, der kan bruges. I [Tabel 3](#) ses en oversigt over forskellige typer af strategier og værktøjer, samt deres målsætning i en cirkulær kontekst.

| STRATEGI OG VÆRKTØJER | MÅLSÆTNINGER |
|--|--|
| PRODUKTION, LEVETID OG DESIGN | |
| Byggevarer med rene forsyningskæder og optimerede recepter. | Produktion af byggevarer foregår uden brug af problematiske kemikalier og med mindst mulig brug af ressourcer. |
| Forlængelse af byggevarens levetid - og dermed bygningens levetid. | Længere levetid af byggevarer og byggeri vil mindske ressourceforbruget til nyt byggeri. |
| Tilpasning af levetid mellem produkter og bygninger. | Hvis levetiden af byggevaren overstiger levetiden af byggeriet, skal muligheder for genbrug sikres, således at ressourceforbrug mindskes. |
| Reparation og vedligehold af byggeprodukterne i byggeriet, fx gennem service-kontrakter og designmuligheder for at bringe et produkt up to date. | Muligheder for reparation af enkelte dele af byggeriet i stedet for udskiftning af hele bygningselementer vil mindske ressourceforbruget. Samtidig vil der være muligheder for at bruge det udskiftede produkt i et andet byggeri eller industri. |
| Design for disassembly og modulære bygninger. | Muligheder for at skille bygningen eller byggevaren ad efter brug, evt. i moduler, øger muligheder for genbrug og vil mindske ressourceforbruget. |
| FLEKSIBLE ANVENDELSER AF BYGGERIET | |
| Produkter som service – leasing af dele af bygningen. | Dele af bygningen udlejes, fx ventilationsanlæg og lys, hvor ressourceforbruget nedsættes som følge af en aftale om drift og vedligehold på enkelte dele af bygningen. Derudover er der muligheder for at tage anlæg og produkter retur og enten direkte genbruge i et andet byggeri/industri eller genbruge komponenter til et nyt produkt. |
| Fleksible anvendelser af byggeriet. | Fleksible anvendelser af en bygning sørger for, at bygningen udnyttes hele tiden, fx kontor og kantine om dagen og herberg og suppekøkken om aftenen, og dermed sparer man ressourcer til et nyt byggeri. |
| Tilpasning af bygningens rum over tid. | Bygningens rum kan tilpasses og ændres, så man undgår nedrivning, hvis bygningens funktion eller brugerne af bygningen ændrer sig. Derved spares der ressourcer. |
| Flytbare bygninger. | Flytbare bygninger har værdi ved ikke-permanente behov for bygninger. Dette muliggør genbrug af hele bygninger, hvorved der spares ressourcer. |

Tabellen fortsætter på næste side

| GENBRUG OG GENANVENDELSE | |
|---|---|
| Genbrug i byggeriet. | Genbrug af byggevarer vil spare ressourcer til produktion af nye byggevarer. |
| Brug genbrugsbyggematerialer i andre brancher – fx landskabsarkitektur. | Byggevarer kan genbruges til andre formål end byggeri, hvilket vil spare ressourcer, der hvor byggevarerne erstatter nye materialer. |
| Genanvendelse af affald fra byggeriet eller andre sektorer. | Affald fra byggeriet kan bruges i produktionen af nye byggevarer – genanvendelse – hvor de erstatter nye materialer. Affald fra andre sektorer kan på samme måde bruges i produktion af nye byggevarer. |
| Deleplatforme. | Platforme, der samler affaldsmaterialer og genbrugsmaterialer fra mange steder, vil øge mulighederne for skalering. Deleplatforme kan understøtte en række andre forretningsmodeller. |
| Kontrakt med fremtidig aftager. | Der indgås en kontrakt med fremtidig aftager af materialerne i en bygning, allerede når bygningen bygges for at sikre en optimal ressourceanvendelse efter endt brug. |
| Indsamlingsordninger. | Ordninger, der fysisk indsamler affald og genbrugsmaterialer fra en række forskellige steder, gør at materialerne kan bruges igen, og derved spares der på ressourcerne. |
| Pantordninger samt tilbagetagnings- og returordninger | Ordninger, hvor producenten eller en anden tager enten brugte byggevarer eller overskudsbyggevarer retur for at bruge dem igen, sparer på ressourcerne. |
| DIGITALISERING | |
| Intelligente data (fx big data og IoT). | Indsamling af data om hvordan et produkt/bygning bliver anvendt kan bruges til at optimere produktet eller bygningen med ressourcebesparelser til følge. |
| Materiale- og bygningspas. | En digital samling af data om henholdsvis byggevarer og bygning kan optimere drift og nedrivning af bygningen. |
| En digital byggeproces. | En digital udgave af byggeprocessen via BIM styrker samarbejdet i byggeprocessen og sporbarheden af materialet med ressourcebesparelser og ressourceoptimering til følge. |

Tabel 3: Mulige strategier for cirkulær økonomi i byggeriet. Tabellen er sat sammen på baggrund af oplysninger i blandt andet [Reference 3](#) og [Reference 4](#).

FOKUS PÅ



Designstrategier er en vigtig parameter

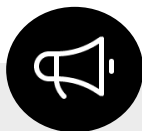
Designstrategier er en væsentlig parameter inden for cirkulær økonomi i byggeriet. Der eksisterer en række indsatsområder inden for det cirkulære design, hvilket kan ses på figur 4.

EKSEMPEL

Forlængelse af levetid

Fischer Lighting har udviklet en patenteret LED-retrofit metode, som gør det lettere og billigere at opdatere gammel belysning til ny og miljøvenlig LED-teknologi ved at

indsætte en speciallavet indsats i de eksisterende armaturer, således at det eksisterende armatur kan beholdes. Dette reducerer mængden af affald ved at forlænge levetiden på store dele af det eksisterende armatur ([Reference 9](#)).



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

En materialeplatform skal nedbryde barrierer i den cirkulære økonomi

Der er fortsat barrierer i den cirkulære økonomi, der betyder, at markedet er umodent. En væsentlig barriere er, at det er svært at skalere.

En materialebank i form af en digital markedsportal er en metode til at samle og skalere genbrugsmaterialer, men da markedet fortsat er umodent, er der en række opmærksomhedspunkter ved denne løsning. En undersøgelse i 2020 ([Reference 6](#)) viste at:

- En markedsportal skal ikke blot facilitere en handelssituation, men skal også bibringe den faglige dokumentation af kvaliteten af materialerne.

- Hvis en markedsportal indeholder oplysninger om miljøgevinster, fx i form af CO2-besparelser, er det væsentligt, at det er transparens omkring, hvordan disse gevinster er beregnet.
- En markedsportal skal bidrage til sporbarhed af materialerne.
- En markedsportal skal kunne bruges som planlægningsværktøj for sit cirkulære byggeri.
- En markedsportal skal fungere som bindeled mellem de forskellige aktører i værdikæden og skal engagere nye aktører i den cirkulære økonomi.

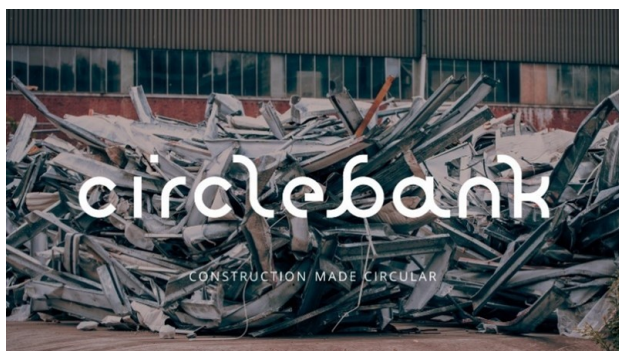
| Indsatsområde | Det vil sige |
|---|---|
| Brug genanvendte og genanvendelige materialer | Overvej hvilke materialer, der bedst lever op til genanvendelighed og hvilke genbrugte materialer, der kan benyttes |
| Simplificer | Minimer antallet af forskellige materialer, komponenter og samlinger |
| Undgå giftige og farlige materialer | Undgå materialer, der er sundhedsskadelige eller på anden måde skadelige for mennesker og miljø |
| Brug samme materialer | Udfør dele, der ikke kan skilles ad i samme materiale og undgå overfladebehandling |
| Identificer og bevar oplysninger | Identificer indholdet i materialer og komponenter i materiale- og bygningspas |
| Brug genanvendelige samlinger | Brug mekaniske og ikke kemiske samlinger. Og design dem, så de kan genanvendes |
| Undgå specialdesign | Brug åbne byggesystemer, præfabrikerede produkter og almindeligt værktøj |
| Benyt modulært design og standarder | Brug modulære byggelementer |
| Benyt parallel adskillelse | Adskil bærende strukturer fra beklædning |
| Sikr nem adgang til samlinger | Giv adgang til alle dele og samlinger, og design efter byggeriets forskellige livscyklusser, så komponenter med en lang levetid ikke dækker for komponenter med kort levetid. |
| Benyt enkel håndtering af komponenter | Gør det enkelt og let at vedligeholde ved at gøre komponenter enkle at komme til, finde reservedele til, osv.. |

Figur 4: Oversigt over designstrategier. Figuren kommer fra Circle House Lab, 2020 (Reference 5).

EKSEMPEL

Circle Bank

I et Grand Solutions-projekt igangsat i 2021, finansieret af Realdania og Innovationsfonden, Circle Bank, skal der etableres et beslutningsstøtteværktøj for det cirkulære byggeri, hvor brugte materialer kan udveksles. Platformen bygger på forskning, viden og praksis i det cirkulære byggeri og skal binde værdikæde og aktører sammen (Reference 7).



Figur 5: Circle bank er et beslutningsstøtteværktøj for det cirkulære byggeri. Billede kommer fra Circle Bank, 202. Fotograf: Thomas Sinding.

Muligheder for aktører i den cirkulære proces

I den cirkulære værdikæde er samarbejde og partnerskaber mellem aktører et vigtigt nøgleord, og ingen aktør vil kunne løfte den cirkulære dagsorden alene.

De cirkulære forretningsmodeller giver de enkelte aktører flere muligheder:

Bygherren har mulighed for at få et mere fleksibelt og byggeri og anvendelser af byggeriet ved brug af cirkulære løsninger, som med fordel kan kombineres med digitale løsninger. En del gevinster opnås allerede i driftsfasen, hvor reparation, vedligehold og ændringer af byggeriet vil være lettere. Samtidig har bygherren mulighed for at stille krav gennem udbud, således at det

sikres, at de ønskede løsninger rent faktisk bliver realiseret.

Materialeproducenten har mulighed for at optimere byggevarerne og for at få deres produkter tilbage, så de kan indgå i en ny produktion. Producenten kan også udvikle produkterne, således at der kan indgå affaldsstrømme fra andre industrier eller sektorer i produktionen. Desuden kan producenten udvikle produkter efter design for disassembly, således at produktet nemmere kan indgå i en materialebank.

Ingeniøren har muligheder for nye typer rådgivning med fokus på teknisk og digital udvikling af forskellige cirkulære løsninger.

Arkitekten har muligheder for nye typer af designstrategier, både ift. det fleksible byggeri, men også ift. genbrugs- og genanvendte materialer.

Entreprenøren har muligheder i den praktiske udførelse ved opbygning og nedrivning af byggeriet. Mulighederne ligger især i indsamlingsordninger for forskellige

typer affald, der kan afsættes til andre aktører, fx affaldsmodtageren eller genbrugsforhandleren.

Nedrивeren har muligheder for at anvende og udvikle metoder til en skånsom nedrivning og for at afsætte genbrugsmaterialerne.

Affaldsmodtageren og *affaldsbehandleren* har mulighed for at samle og oparbejde affaldet til nye sekundære materialer.

Genbrugsforhandlere og *byggemarkeder* har muligheder for at afsætte brugte materialer uden videre forarbejdning.

Transportørens rolle har generelt ikke haft stor opmærksomhed i den cirkulære diskussion. Men disse er ofte bindeledet mellem forskellige aktører i værdikæden og har en rolle i at sikre materialernes sporbarhed og i at opnå en miljøvenlig logistik.



OPSUMMERING

En analyse fra 2015 estimerede det økonomiske potentiale for cirkulær økonomi i byggeindustrien og bygninger. Denne kom frem til, at genbrug og højværdigenanvendelse af komponenter og materialer kan medføre en nettoværdi på 0,8-1,1 Mia. DKK pr. år i 2035.

Det vurderes, at dette potentiale ikke i 2021 er indfriet i høj grad, men at branchen har rykket sig en del mod cirkulær økonomi i byggeriet.

Hvilke forretningsmodeller er der muligheder for?

En del cirkulære forretningsmodeller handler om at gøre produktionen af byggematerialerne og designet af byggeriet mere effektivt og fremtidssikret, således at materialerne kan bruges igen efter endt brug. Cirkulære forretningsmodeller inden

for genbrug og genanvendelser, som i dag tager afsæt i det eksisterende byggeri, vil således også blive mere effektive i fremtiden. Fremtidssikrede byggerier med fleksible anvendelser er også et væsentligt element i at forebygge, at affald opstår.

Manglende viden

En række publikationer præsenterer forskellige cases med forretningsmodeller. Men der mangler viden om hvor ofte disse tages i anvendelse, og hvordan de kan udbredes og skaleres.

En opdateret og mere detaljeret undersøgelse om skalering af cirkulære forretningsmodeller samt af det økonomiske potentiale ved forskellige delelementer af den cirkulære økonomi.

REFERENCER

[Reference 1](#): Potential for Denmark as a circular economy. Ellen MacArthur Foundation, 2015.

[Reference 2](#): Cirkulær økonomi i byggeriet. Analyse af potentialer ved øget genbrug og genanvendelse af byggeaffald. Udført af Rambøll for Trafik, Bygge og Boligstyrelsen, 2020.

[Reference 3](#): Green paper om forretningsmodeller. Circle House Lab, 202.

[Reference 4](#): Det cirkulære byggeri, scenarier, trends og forretningsmodeller. Foreningen for byggeriets samfundsansvar, 2017.

[Reference 5](#): Green paper om design for adskillelse. Circle House Lab, 2020.

[Reference 6](#): Markedsportaler for genbrug og genanvendelse af byggeaffald - spørgeundersøgelse. Teknologisk Institut, 2020.

[Reference 7](#): Circle Bank Projekt.

[Reference 8](#): Towards the circular economy vol1. Ellen MacArthur Foundation, 2013.

[Reference 9](#): Case om Fischer Lighting. Fischer Lighting ApS -



Reference
1

Reference
2



Reference
3

Reference
4



Reference
5

Reference
6



Reference
7

Reference
8



Reference
9

TEMAARK #7

LOVGIVNING, STRATEGIER OG RAMMEVILKÅR

JUNI 2021

INTRODUKTION

Der findes allerede i dag strategier og lovgivning, både i Danmark og i EU, der skal fremme den cirkulære omstilling i byggeriet.

Dette temaark sætter fokus på den eksisterende lovgivning og ser ud i fremtiden ift. den lovgivning, der kommer fra EU.

De beskrevne love og rammer er ikke en fuldstændig oversigt.

**HVILKE LOVE OG
RAMMEVILKÅR, DER
UNDERSTØTTER OG
REGULERER DEN
CIRKULÆRE OMSTILLING,
EKSISTERER
ALLEREDE I DAG?**

**HVILKE NYE TILTAG
ER PÅ VEJ?**



TEKNOLOGISK
INSTITUT

VCGB

Realdania

TEMA – LOVGIVNING, STRATEGIER OG RAMMEVILKÅR

Ny handlingsplan for cirkulær økonomi

'Handleplan for cirkulær økonomi – national plan for forebyggelse og håndtering af affald fra 2020-2032' ([Reference 1](#)) har været i høring frem til 9. februar 2021. Handleplanen sætter fokus på bl.a. byggeri, hvor miljø- og klimabelastningen er særligt stor.

For at reducere miljøbelastningen fra byggeri og nedrivning vil regeringen bl.a.

- Udarbejde en strategi for bæredygtigt byggeri
- Implementere den frivillige bæredygtighedsklasse i bygningsreglementet
- Udarbejde modeller for et standardiseret bygningspas
- Indføre krav om standardiserede nedrivningsplaner
- Fastsætte nationale grænseværdier for problematiske stoffer i beton og tegl
- Skabe entydige regler og bedre sporbarhed for byggeaffald

Bæredygtigt byggeri vinder indpas

Af Handleplan for cirkulær økonomi ([Reference 1](#)) fremgår det, at andelen af byggeri, der er certificeret med svanemærket, DGNB, LEED og BREEAM er steget fra 7 % i 2017 til 15 % i 2018.

Cirkulær økonomi i byggeriet er kun en del af bæredygtighedsbegrebet, der handler om både miljømæssige, sociale og økonomiske aspekter.

Den nationale strategi for bæredygtigt byggeri ([Reference 2](#)), der udkom i april 2020, skal indfase krav i bygningsreglementet til bygningens klimaaftryk med udgangspunkt i kriteriet fra den frivillige bæredygtighedsklasse om livscyklusvurdering (LCA), der beregner byggeriets CO₂-udledninger.

Den frivillige bæredygtighedsklasse ([Reference 3](#)) indeholder – udover kriteriet om livscyklusvurdering – yderligere otte kriterier. Af relevans for cirkulær økonomi i byggeriet er kravet om ressourceanvendelse på byggepladsen, hvor man skal opgøre spild og affaldsgenerering på byggepladsen, samt kravet om dokumentation af problematiske stoffer, hvor byggevarer med sikkerhedsblade skal registreres.

Plastaffald fra byggeriet får stigende opmærksomhed

I december 2018 blev plastikhandlingsplanen "Plastik uden spild" ([Reference 4](#)) lanceret. Handlingsplanen indeholder en lang række initiativer, som skal sikre en cirkulær brug af plast. En væsentlig faktor i handlingsplanen er fokus på, at løsninger skal findes på tværs af hele værdikæden for plast og sikre et samarbejde på tværs af sektorer og brancher.

Nedenstående initiativer påvirker byggesektoren og bidrager til den cirkulære omstilling af plast i byggebranchen.

- Initiativ 3 – Kortlægning af udviklings- og forretningspotentialer for danske plastikvirksomheder
- Initiativ 4 – Prioritering af forsknings- og teknologiudviklingsmidler
- Initiativ 5 – Sektorsamarbejder indenfor fx landbrug, byggeri, restauration og detailbranchen
- Initiativ 7 – Udvidet producentansvar for emballage
- Initiativ 8 – Standarder for sortering og indsamling af plastikaffald
- Initiativ 24 – Kortlægning af PVC-produkter på det danske marked og substitutionsmuligheder

I juni 2020 indgik regeringen og et bredt flertal i Folketinget en aftale om en klimaneutral affaldssektor i 2030 (Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi) ([Reference 5](#)).

Initiativ 3 i aftalen omhandler mere genanvendelse af plastikaffald, og der er sat et todelte udsorteringsmål for det plast, der sendes til forbrænding fra byggesektoren:

- Bygge- og anlægssektoren skal udsortere 25 % af plasten til genanvendelse i 2025.
- Bygge- og anlægssektoren skal udsortere 75 % af plasten til genanvendelse i 2030.

Mere selektiv nedrivning – rene affaldsstrømme og opgraderede kompetencer

I aftalen om en klimaneutral affaldssektor i 2030 ([Reference 5](#)) er der et initiativ om selektiv nedrivning. Her står, at der er et stort potentiale for affaldsreduktion og mere genbrug og genanvendelse i byggesektoren. På denne baggrund indføres derfor i 2023 krav om standardiserede nedrivningsplaner og kompetencekrav til selektiv nedrivning af byggerier, så værdifulde materialer i højere grad end i dag, genbruges og genanvendes, før de nyttiggøres som fx fyld under veje eller i støjvolde.

End-of-waste begrebet er centralt

Der er især tre centrale lovgivninger, der spiller ind på cirkulær økonomi i byggeriet. Dette er kemikalielovgivning, byggelovgivning og affaldslovgivning, som hver især både har en omfattende europæisk lovgivning bag sig kombineret med national regulering. Dette er lovgivninger, der har udviklet sig hver for sig, inden cirkulær økonomi for alvor kom på dagsordenen.

Et af de helt store spørgsmål er, hvad der skal til for, at byggeaffald ophører med at være byggeaffald og bliver godt nok til at være et produkt. Her kan end-of-waste begrebet og end-of-waste kriterier være et stærkt redskab.

End-of-waste begrebet er over 10 år gammelt og er beskrevet i affaldsdirektivet, som er EU's rammelovgivning på affaldsområdet. Der er fastlagt end-of-waste kriterier på EU-niveau i tre forordninger for jern, stål og aluminium, glas og kobber.

Hvis der ikke er fastlagt kriterier på EU-niveau for en specifik affaldsstrøm, er det medlemsstaternes egen opgave at fastlægge disse på nationalt plan. Dette kan eksempelvis ske for større affaldsstrømme med relevans for flere parter, men det kan også ske for en enkel case på et kommunalt niveau, da kommunen træffer afgørelser om affaldsfasens ophør. Det sidste giver mulighed for at løse konkrete problemstillinger for producenter, som ønsker at basere deres produktion på råvarer fra affald.



VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Hvorfor er det vigtigt at omstille plast i byggesektoren?

Den europæiske bygge- og anlægsbranche bruger ca. 10 mio. tons plast i både produktion af byggevarer og emballage. Det svarer til ca. 9 % af det samlede

europæiske plastforbrug. Der findes plast mange steder i en bygning, fx rør, isolering, kabler, vinduesrammer, indretning m.m. Og de fleste af de produkter, der leveres til en byggeplads, ankommer i plastemballage ([Reference 4](#)).

EKSEMPEL

Nye standarder for cirkulær økonomi i byggeriet

Dansk Standard har i 2021 hjemtaget et europæisk sekretariat for en ny subkomité om cirkulær økonomi i byggeriet (Reference 6) og har påbegyndt arbejdet med at definere et arbejdsprogram, der skal fastlægge hvilke standarder, der skal udarbejdes.

Standarder sætter ting i system. De fleste standarder er frivillige, men nogle standarder er lovpligtige enten gennem nationale lovkrav eller gennem

EU-direktiver. Virksomheder skal dog efterleve frivillige standarder, hvis de reklamerer med, at de lever op til en given standard, hvis det er angivet i en kontrakt eller en mærkningsordning.

Den formelle definition på en standard er:

"Dokument til fælles og gentagen anvendelse, der angiver regler, vejledning eller karakteristiske træk ved aktiviteter eller ved resultaterne af disse. Dokumentet er fastlagt ved konsensus og vedtaget af et anerkendt organ. Hensigten er at opnå optimal orden i en given sammenhæng."

EU med en lang række initiativer

I EU-regi er der lanceret en lang række strategier og handleplaner, der skal sikre en cirkulær omstilling af bygge- og anlægsbranchen. Nogle af strategierne er mindre ambitiøse end de danske, men generelt har de et højt ambitionsniveau for at få omstillet hele EU til en mere cirkulær økonomi.

EU's grønne pagt (Reference 7)

EU's grønne pagt er kommissionens vækststrategi, der har som ambition at omstille EU til et mere retfærdigt og velstående samfund. Tre af deres hovedtemaer, har direkte eller indirekte indflydelse på byggeri- og anlægssektoren:

- Mobilisering af industrien mod en ren og cirkulær økonomi, som indeholder både en industri-strategi og en handlingsplan for cirkulær økonomi
- Opførelse og renovering af bygninger på en energi- og ressourceeffektiv



FOKUS PÅ

Lovgivning

I **byggelovgivningen** findes kravene særligt i:

1. Bygningsreglement, som stiller administrative og funktionsbaserede tekniske krav til bygninger, som gælder alle byggevarer; uanset om de er nye, genbrugte eller genanvendte.
2. Byggevareforordningen, som stiller krav om CE-mærkning af byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard. Som et alternativ til en harmoniseret standard kan en producent ansøge om en ETA (Europæisk Teknisk Vurdering)

I **affaldslovgivningen** findes kravene særligt i:

1. Affaldsbekendtgørelsen, som har hjemmel i miljøbeskyttelsesloven og omfatter affaldshåndtering. Af særlig relevans for bygge- og anlægsaffald findes i bekendtgørelsen krav til virksomhedernes sortering af bygge- og anlægsaffald samt regler om screening og kortlægning for problematiske stoffer samt anmeldelse af bygge- og anlægsaffald.
2. Restproduktbekendtgørelsen, som sætter vilkår for, hvordan bygge- og anlægsaffald kan anvendes uden tilladelse.

I **kemikalielovgivningen** findes kravene primært i:

1. CLP-forordningen, der står for Classification, Labelling and Packaging. Det er en EU-forordning, der sikrer en ensartet klassificering og mærkning globalt af kemiske stoffer og blandinger.
2. REACH står for Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals og er også en EU-forordning. REACH sikrer, at information om kemiske stoffers miljø- og sundhedsfarlige egenskaber kommer ud til alle virksomheder, eksempelvis entreprenører og bygherrer. Producenter og importører har ifølge REACH pligt til at levere data om stofferne, og alle virksomheder har pligt til at følge leverandørens anvisninger og håndtere kemikalier forsvarligt. Under REACH findes kandidatlisten. Kandidatlisten er en liste over særligt problematiske stoffer, som også kaldes SVHC-stoffer (Substances of Very High Concern). Stoffer på kandidatlisten kan senere komme på listen over stoffer, der kræver godkendelse under REACH, hvilket betyder, at virksomheder skal søge om godkendelse, før de må anvende stofferne.

måde, bl.a. med fokus på samarbejde mellem interessenter og gennemgang af forordningen om markedsføring af byggevarer

- En ambition om nulforurening for et giftfrit miljø med fokus på bl.a. vand, luft og kemikalier.

EU's handlingsplan for cirkulær økonomi (Reference 8)

I 2020 kom kommissionens handlingsplan for cirkulær økonomi. Handlingsplanen indeholder en lang række af initiativer og fokusområder. Især for byggeri og anlæg er der et væsentligt fokusområde.

Derudover er der fokus på specifikke produkter og deres værdikæder, som har stor miljømæssig indvirkning, herunder elektronik, informations- og kommunikationsteknologi, batterier, køretøjer, emballage, plast, tekstiler, anlæg og byggeri, madspild, spildevand og slam.

EU's 8. miljøhandlingsprogram (Reference 9)

I 2020 kom EU's 8. miljøhandlingsprogram, heri er seks tematiske prioriteter, og hvor byggeri og anlæg vil blive påvirket af følgende:

- Reduktion af drivhusgasser for at nå 2030 emissionsmålet samt klimaneutralitet i 2050.
- Fremskridt imod en vækstmodel, hvor økonomisk vækst er afkoblet af ressourceforbrug og miljøforringelser og en hurtigere overgang til cirkulær økonomi.
- Ambition om nul-forurening for et giftfrit miljø, herunder for luft, vand og jord, og beskytte borgernes sundhed og velbefindende mod miljørelaterede risici og påvirkninger.
- Fremme miljømæssig bæredygtighed og mindske det miljø- og klimamæssige pres fra produktion og forbrug, særligt fra energi, industri, bygninger og infrastruktur, mobilitet og fødevarer systemet.

EU's renoveringsstrategi (Reference 10)

I efteråret 2020 kom kommissionens renoveringsstrategi. Strategien er en udmøntning af flere elementer i den grønne pagt. Strategien redegør for de visioner, kommissionen har for at sikre minimum en fordobling af renoveringsraten af eksisterende bygninger mod 2030 samt totalrenoveringer af bygningsmassen på tværs af EU.

Strategien har flere formål, herunder at fremme den cirkulære økonomi gennem et fokus på bæredygtige byggematerialer, fastsættelse af mål for genanvendelse og reduktion af bygge- og nedrivningsaffald.

EU's plaststrategi (Reference 11)

I 2018 lancerede EU en strategi for plastik i en cirkulær økonomi. Den stiller bl.a. krav til sortering, genbrug og genanvendelse af plastik i alle EU's medlemslande.

I relation til den cirkulære omstilling af byggebranchen er der fokus på:

- Genanvendelsen af plastikemballage skal bringes på niveau med genanvendelsen af emballage af pap, papir og glas. Dvs. 75-85 % og minimum 50 % af alt plastikaffald skal genanvendes.
- Sorterings- og genanvendelseskapaciteten i Europa er firedoblet i forhold til 2015, og EU's eksport af usorteret plastikaffald er stoppet.
- Der skal etableres et velfungerende marked for genanvendt plastik, som er grundlagt på en solid industriel efterspørgsel.

OPSUMMERING

Hvilke love og rammevilkår, der understøtter og regulerer den cirkulære omstilling, eksisterer allerede i dag?

Der er især tre centrale lovgivninger, der spiller ind på cirkulær økonomi i byggeriet.

Dette er kemikalielovgivning, byggelovgivning og affaldslovgivning, som hver især både har en omfattende europæisk lovgivning bag sig kombineret med national regulering.

Dette er lovgivninger, der har udviklet sig hver for sig, inden cirkulær økonomi for alvor kom på dagsordenen. End-of-waste kriterier er en metode til at beskrive, hvad der skal til for, at byggeaffald ophører med at være byggeaffald og bliver godt nok til at være et produkt, men dette er endnu ikke meget udbredt i dag.

Hvilke nye tiltag er på vej?

Reduktion af CO₂, ressourceeffektivitet og et giftfrit miljø er nøgleord i de nye strategier fra EU. Der må i fremtiden forventes højere krav til både

klimaudledning, ressourceeffektivitet og brug af kemikalier i byggeriet.

Samtidig er renoveringer ligeledes et fokuspunkt fra EU's side, og det må forventes, at renoveringer bliver en vigtig parameter i den cirkulære omstilling.

Derudover er samarbejde mellem forskellige sektorer også et nøgleord i mange strategier og det forventes, at byggeriet fremover vil få en stor rolle i sektorsamarbejder.

Specifikt har plastik i byggeriet stor opmærksomhed både fra Danmark og EU, mens der også forventes nye initiativer om selektiv nedrivning i Danmark.

REFERENCER

[Reference 1](#): Handlingsplan for cirkulær økonomi – national plan for forebyggelse og håndtering af affald fra 2020-2032. Miljøministeriet, december 2020.

[Reference 2](#): National strategi for bæredygtigt byggeri. Aftale mellem regeringen og en række politiske partier, marts 2021.

[Reference 3](#): Den frivillige bæredygtighedsklasse.

[Reference 4](#): Plastik uden spild – Regeringens plastikhandlingsplan. Miljø- og Fødevareministeriet, december 2018.

[Reference 5](#): Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi. Aftale mellem regeringen og en række politiske partier, juni 2020.

[Reference 6](#): Ny komité for cirkulær økonomi i byggeriet på europæisk plan

[Reference 7](#): EU's grønne pagt. En europæisk grøn pagt | Europa-Kommissionen

[Reference 8](#): EU's handlingsplan for cirkulær økonomi. EUR-Lex - 52020DC0098 - EN

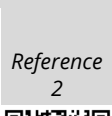
[Reference 9](#): EU's 8. miljøhandlingsprogram. Environment action programme to 2030

[Reference 10](#): EU's renoveringsstrategi. Renovation Wave Communication

[Reference 11](#): EU's plaststrategi. Plastic Waste: a European strategy to protect the planet, defend our citizens and empower our industries



Reference
1



Reference
2



Reference
3



Reference
4



Reference
5



Reference
6



Reference
7



Reference
8



Reference
9



Reference
10



Reference
11