

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

VCGB

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:					
		Helårs- beboelse	Avls- og drifts- bygninger	Fabrikker og værk- steder	Kontor, Institutioner og handel og admini- stration	og kulturelle formål	Sommer- huse
mio. m²							
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 estimerer, 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-forurenede, 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 Entreprenørforenings 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](#)).

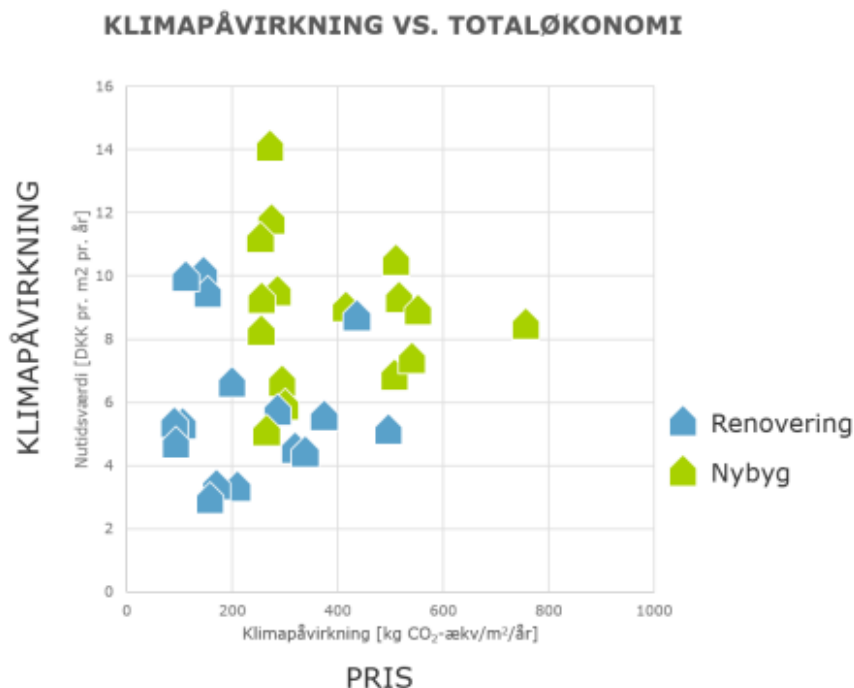
EKSEMPEL

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 9



Reference 10



Reference 11



Reference 11

Reference 12



Reference 13



Reference 14



Reference 14