

# Temadark #2

## Byggeriet som ressourcebank

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.

Hvor mange bygninger rives ned om året?

Hvilke typer af materialer indeholder bygningerne?

# Byggeriet som ressourcebank

## Den danske bygningsmasse – de store tal

Bygningsarealet består af en række forskellige bygningstyper med forskellig sammensætning af materialer i forskellige mængder – og dermed også forskelligt ressourcepotentiale.

Byggeriet udgør en ressourcebank, og der er sket en stigning på knap 50 % i det samlede bygningsareal fra 1986 til 2024, hvilket reelt set betyder, at denne ressourcebank stiger [Tabel 1]. Knap halvdelen af

hele bygningsarealet udgøres af helårsbeboelse, hvilket typisk er mindre byggerier med en forholdsvis lille mængde materialer indbygget, men som samlet set udgør en betydelig mængde.

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

| Bygningsareal i alt<br>(mio. m <sup>2</sup> ) |       | Heraf:         |                          |                         |                                  |                                    |            |
|---|-------|----------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------|
|   |       | Helårsbeboelse | Avls- og driftsbygninger | Fabrikker og værksteder | Kontor, handel og administration | Institutioner og kulturelle formål | Sommerhuse |
| 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            | 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       |
| 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                      | 44,8                    | 88,4                             | 44,4                               | 18         |
| 2020  | 820,5 | 386,4          | 125,5                    | 43,2                    | 91,9                             | 44,7                               | 18,2       |
| 2021  | 826,4 | 390,7          | 122,7                    | 42,7                    | 93,2                             | 44,8                               | 18,3       |
| 2022  | 831,6 | 395,1          | 114,1                    | 42,4                    | 93,8                             | 45                                 | 18,5       |
| 2023  | 838,0 | 399,6          | 110,5                    | 42,3                    | 95,3                             | 45,2                               | 18,8       |
| 2024  | 846,4 | 403,8          | 109,8                    | 42,4                    | 97,5                             | 45,6                               | 19         |
| <b>Andel i % 2024</b>                         | 100%  | 48%            | 13%                      | 5%                      | 12%                              | 5%                                 | 2%         |

**Tabel 1** Oversigt over det samlede bygningsareal fordelt på bygningens anvendelse [1].

| Antal bygninger   | 2023      |
|---|-----------|
| Parcelhuse  | 1.134.094 |
| Række-, kæde- og dobbelthuse                                      | 273.752   |
| Etageboliger  | 100.229   |
| Anden helårsbeboelse  | 8.298     |
| Avls- og driftsbygning  | 296.548   |
| Fabrikker, værksteder og lign.                                    | 49.767    |
| Bygninger til kontor, handel, lager, offentlig administration mv. | 101.769   |
| Bygninger anvendt til undervisning, forskning og lign.            | 17.473    |
| Sommerhuse  | 232.143   |

**Tabel 2** Oversigt over antal bygninger fordelt på bygningens anvendelse [2].

Ressourcer frigøres fra ressourcebanken via nedrivninger, som kan udføres som totalnedrivning eller som en del af en renovering.

## Nedrivninger

Et overordnet estimat er, at der nedrives 1,7 mio. m<sup>2</sup> om året [3]. Tallet stammer fra en analyse af eksisterende studier. Dette svarer til ca. 0,2% af den samlede bygningsmasse.

En undersøgelse fra 2022 [4] baseret på BBR-data inden for udvalgte bygningskategorier (herunder enfamiliehuse, etageboliger, kontorbyggeri, offentlige bygninger mm.) har opgjort, at der i perioden fra 2010 til 2021 blev nedrevet bygninger svarende til ca. 5,5 millioner m<sup>2</sup>, hvor det efterfølgende blev på de samme grunde opført nye bygninger, der tilsammen udgør 8,9 millioner m<sup>2</sup>. Af det nyopførte bygningsareal har 65% samme anvendelse som de bygninger, der blev revet ned.

## 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.

Enfamiliehuse repræsenterer den største kategori både for nedrivning og nybyggeri, med henholdsvis 29% af det nedrevne og 27% af det nyopførte areal. Den næststørste gruppe består af bygninger til kontor, handel og lager, som udgør 15% af det nedrevne og 18% af det nyopførte areal.

Analysen har også fokuseret på at indsamle mere specifik information om de enfamiliehuse, der bliver nedrevet, samt de huse, der bliver genopført på de samme grunde. Siden 2017 har omfanget af aktiviteten "riv-ned-byg-nyt" for enfamiliehuse ligget stabilt med ca. 1.300 bygninger om året, herunder ca. 1.100 parcelhuse og 200 stuehuse tilknyttet landbrugsbygninger. Det er primært de mindre enfamiliehuse, der bliver nedrevet, og der er tendens til at bygge større huse, når der først er foretaget en nedrivning.

En analyse fra 2017 har desuden opgjort, at der er ca. 1.500 "rene" nedrivninger af helårsbeboelser hvert år, dvs. nedrivninger, hvor der ikke efterfølgende genopbygges et nyt hus på grunden [5]. Hverken den første eller den anden analyse giver derfor det samlede billede af nedrivningsaktiviteter.

Enfamiliehuse, der er købt med henblik på nedrivning, benævnes "teardowns". En analyse har vist, at teardowns forekommer hyppigere nær større byers centrum, hvor der er begrænsede muligheder for at købe ubebyggede grunde. Her spiller økonomiske faktorer en stor rolle i beslutningen om nedrivning og nybyggeri, og bygningernes fysiske tilstand er ikke altid den direkte årsag til nedrivning [6].

## FOKUS PÅ

### Selektiv nedrivning

Selektiv nedrivning er nedrivning, hvorunder materialer fra nedrivningen adskilles og 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 uforurenede, sorterede materialer, som kan genanvendes og nyttiggøres igen så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt.

Der er i Danmark et kommende krav om selektiv nedrivning, som træder i kraft i løbet af 2024. Reglerne findes i tre nye bekendtgørelser [7–9], og omfatter bl.a.:

- Et krav om selektiv nedrivning ved fuldstændig fjernelse af etageareal over 250 m<sup>2</sup>.
- Nedrivningsvirksomheder skal være autoriserede og opfylde specifikke krav, herunder implementere et godkendt kvalitetsledelsessystem, være underlagt et kontrolorgan og anvende en ressourceansvarlig.

- Bygherrer skal udarbejde en standardiseret nedrivningsplan, der skal omfatte en række punkter, herunder information om miljø- og resourcescreening for at optimere genbrug og genanvendelse af materialer. Derudover er der krav om, at en miljø- og ressourcekoordinator skal tilknyttes projektet.

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.

Et studie har via en livscyklusvurdering undersøgt de miljømæssige konsekvenser ved indførelse af et krav om selektiv nedrivning [10]: resultaterne viser, at selektiv nedrivning giver for samtlige miljøpåvirkningskategorier de bedste resultater – enten i form af de største potentielle miljømæssige besparelser eller de mindste potentielle miljømæssige påvirkninger. Det gælder for både mindre og større bygninger. For mindre bygninger ses, at bygninger opført før 1950 har det største potentiale.

## Renovering

Renoveringer 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 [11].

## Renoveringer er ofte mere fordelagtige end nedrivninger

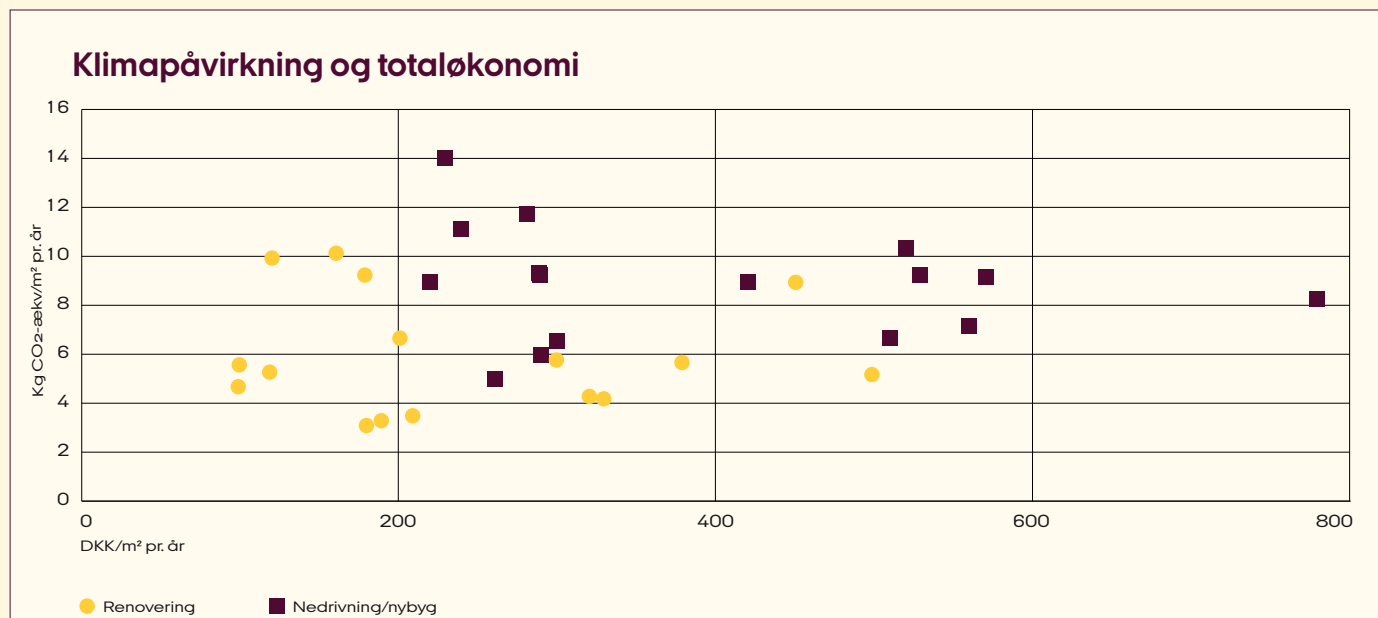
I en undersøgelse blev det konkluderet, at ekstra omkostninger til ekstra mandetimer, stillads, kran m.m. er mindre ved nænsom nedrivning på en renoveringssag end ved nænsom nedrivning på en sag med en totalnedrivning. Dette skyldes, at der i forvejen er brug for en mere nænsom nedrivning ved renovering end ved totalnedrivning [12].

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 [13]. Det kan ses på Figur 1.

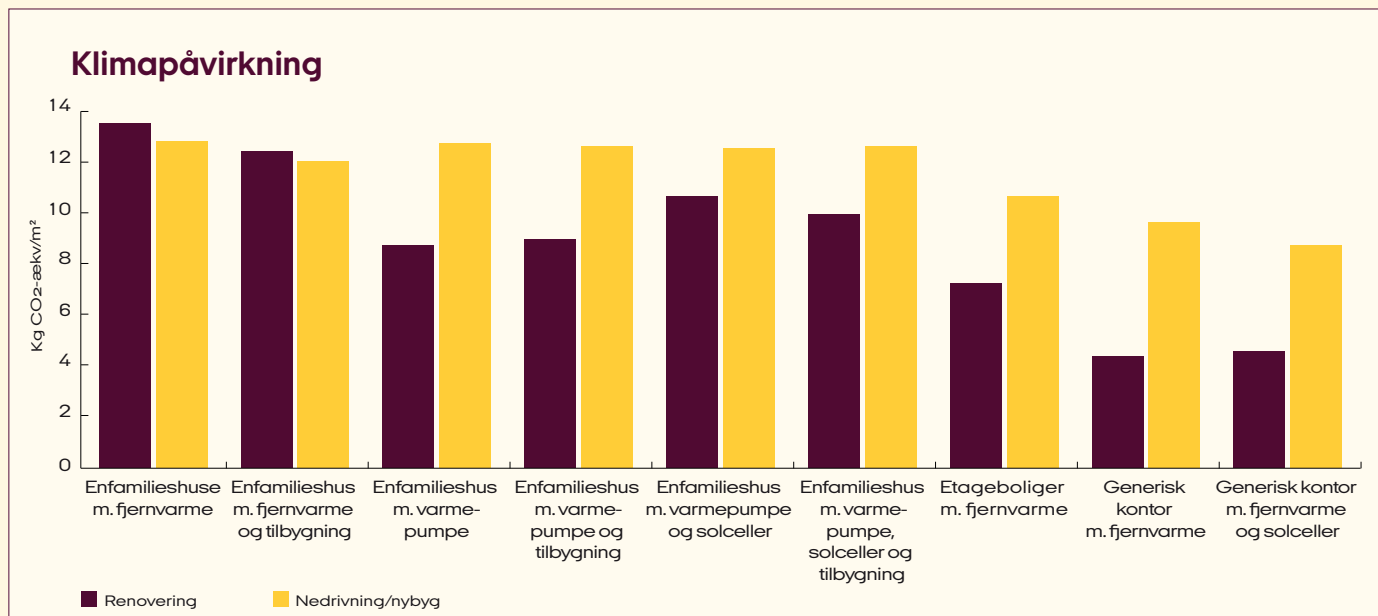
En nyere undersøgelse fra 2022 har vist, at der er en generel tendens til, at det for både enfamiliehuse, etageboligbyggerier og kontorbyggerier kan betale sig klimamæssigt og økonomisk at renovere fremfor hhv. ikke at renovere, eller rive ned og bygge nyt. Det vises på

Figur 2. For enfamiliehuse kan tidspunktet for hvornår emissionerne sker dog i nogle tilfælde være afgørende for, om der samlet set opnås en klimamæssig gevinst ved renovering. Dette sker typisk når omfanget af energirenovering er begrænset, f.eks. hvor huset fortsat

varmes op via fjernvarme i stedet for en opgradering til et mere effektivt system såsom en varmepumpe [14]. Den samme undersøgelse har vist, at nedrivninger kan tælle op til 20% af den samlede klimabelastning.



Figur 1 Sammenligning af klimapåvirkninger vs. totaløkonomien ved henholdsvis renovering og nybyggeri for 16 cases. Cases stammer fra [13] og er udvalgt således, at de repræsenterer et bredt udsnit af bygningsfunktioner, materialevalg og lokationer.



Figur 2 Sammenligning af klimapåvirkninger ved henholdsvis renovering og nedrivning/nybyggeri for forskellige bygningstyper. Data stemmer fra [14], og vedrører generiske beregninger [kapitel 3.2]

## FOKUS PÅ

### Bevaring

I de senere år har der været en gradvis ændring i samfundets tilgang til byudvikling, og vi ser i dag en stigende opmærksomhed om at bevare og renovere eksisterende bygninger frem for at rive gamle bygninger ned for at gøre plads til nyt byggeri. Dette er sket i takt med en udvikling af vores opfattelse af bæredygtigt byggeri, som har bevæget sig fra ren energioptimering i driftsfase til en mere nuanceret forståelse af, at en betydelig del af en bygnings klima- og miljøaftryk stammer fra de materialer, der anvendes [den såkaldte indlejrede CO<sub>2</sub>].

Denne tendens afspejles også i en række publikationer, analyser og projekter, som har undersøgt emnet fra forskellige synspunkter, men nøjagtige tal mangler stadig.

Udover de ressource-, klimamæssige og økonomiske besparelser [13–15], som kan opnås ved en renovering, spiller historisk, kulturel og arkitektonisk værdi en vigtig rolle [16,17]. Projekterne IGENBO har analyseret omfanget, barrierer og muligheder ifm. bevaring af enfamiliehuse [18] og [19]. SBST har udgivet to vejledninger, som giver et overblik over processen og opmærksomhedspunkter, når man som enten privat bygningsejer eller professionel skal planlægge en renovering med bevarelse af de bærende konstruktioner [20]; udover det har SBST også lanceret en formidlingsindsats om fordele ved at renovere frem for at rive ned og bygge nyt [21]. Endelig er der et voksende politisk og offentligt pres for at bevare bygninger. Flere kommuner undersøger mulighederne for at indføre regulativer, der fremmer renovering og mindsker til nedrivning, hvilket understøtter en mere bæredygtig udvikling af byerne [22].

## FOKUS PÅ

### Fortætning

Et yderligere, relevante tiltag med henblik på at minimere råstofforbruget og CO<sub>2</sub>-udledningen er at udnytte eksisterende kvadratmeter som alternativ til nybyggeri. Et eksempel på dette er indretning af flere boliger i den eksisterende bygningsmasse, f.eks. via uudnyttede tagarealer i etage- eller kontorejendomme, tomme udlejningsboliger mm. [23,24].

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, ofte med glasfacader og stålkonstruktioner.

## Materialer i forskellige bygninger

Byggeriet som ressourcebank er komplekst med mange forskellige bygningstyper. Bygningsmassen kan opdeles i forskellige arketyper efter bygningsstil, der også vil bestå af forskellige materialer med forskelligt

Et byggeri består af mange forskellige komponenter og forskellige materialer. Beton, tegl og træ er mængdemæssigt de mest betydende materialer. I Tabel 3 fremgår estimerede andele for de forskellige materialer.

|  | Beton  | Tegl   | Træ   | Glas     | Metal | Gips | Mineraluld | Plast    | Andet    |
|--|--------|--------|-------|----------|-------|------|------------|----------|----------|
| <b>Estimerede andele af et byggeri</b> | 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 3** Estimerer på hvor stor en andel af en bygning, de enkelte materialer udgør mængdemæssigt [data stammer fra tabel 5 [10]].

Der er lavet en del bygningstypologibeskrivelser af den danske bygningsmasse, f.eks. Tabula [25]. Selvom disse ikke nødvendigvis har et målrettet fokus på ressourcepotentialer [Tabula blev f.eks. udviklet til at vurdere bygningers energiydelse] kan denne tilgang understøtte en kvantificering af ressourcepotentialer i forskellige bygningstypologier.

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.

## Eksempel

### Undersøgelser af bygningsmassen

Et forskningsprojekt har opgjort, at der findes 66,7 millioner tons byggematerialer i byggerier og anlæg i Odense. En tredjedel af dette findes over jorden. Bygningsmassen i Odense er modelleret ved brug af building stock modelling [26].

I en undersøgelse af ressourcepotentialer i nedrivningsmodne huse på Lolland blev der fundet følgende potentialer [ikke udtømmende liste]:

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

**Tabel 4** Mængde af opgjort ressourcepotentialer i nedrivningsklare huse på Lolland. Data kommer fra reference [27].

## 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. Men den nye lovgivning om selektiv nedrivning bliver det også et lovkrav at lave en ressourcekortlægning før nedrivningen. En ressourcekortlægning vil give oplysninger om bygningens ressourcepotentialer.

Derudover kan ressourcekortlægningen suppleres af en række test og prøvninger til nærmere bestemmelse af materialekvalitet.

Dette kan foregå både før og efter nedrivning.

## FOKUS PÅ

### Testning af byggekomponenter mhp. genbrug

En af de udfordringerne ifm. genbrug af strukturelle byggekomponenter er usikkerheden omkring komponenternes integritet og levetid efter demontering. Dette kræver grundig dokumentation og testning for at sikre, at de genbrugte materialer stadig lever op til de nødvendige sikkerheds- og kvalitetsstandarder.

På nuværende tidspunkt findes der ikke et dansk eller europæisk paradigme for, hvordan egenskaberne for betonkonstruktioner, som skal genbruges hele i nyt byggeri, skal dokumenteres. Der findes en række metoder, som allerede anvendes i forbindelse med traditionelle tilstandsvurderinger af betonkonstruktioner, som potentielt også kan bruges til betonkonstruktioner til genbrug.

Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at bl.a. antal prøver, prøveudtagning og databehandlingen ikke er uvæsentlige for de opnåede resultater. Derfor kan der potentielt være udfordringer med sammenligning af resultater, så længe der ikke er definerede konkrete krav til dette.

Endnu en udfordring er, at traditionelle testmetoder kan være destruktive, hvilket betyder, at de ødelægger en del af materialet under testprocessen, hvilket ikke er ideelt, når formålet er genbrug.

Derfor er der et voksende behov for ikke-destruktive testmetoder, som kan anvendes til at vurdere et materiales karakteristika og eventuelle skjulte skader uden at udtage fysiske prøver fra materialet. I princippet er en målemetode ikke-destruktiv, når emnet efterlades i samme stand efter målingen som før. Ikke-destruktive testmetoder er hovedfokus for et igangværende Grand Solution-projekt [Structural Reuse], finansieret af Realdania og Innovationsfonden, som undersøger hvordan ikke-destruktive test kan bruges som dokumentation af genbrug af strukturelle byggekomponenter i stål, beton og træ. Eksempler på ikke destruktive testmetoder findes bl.a. i reference [29].

## Eksempel – (P)RECAST

I et igangværende MUDP-projekt finansieret af Miljøstyrelsen, forsøges udfordringerne for genbrug af betonelementer igennem hele værdikæden løst, herunder også ift. test og dokumentation. Projektet fokuserer på at skabe repeterbare løsninger, som kan bruges fra case til case.

Eksempler på igangværende aktiviteter i projektet, inkluderer bl.a.:

- Kortlægning af relevante egenskaber og metoder til dokumentation af egenskaberne.

- Fuldskalabæreevneprov af huldæk nedtaget fra eksisterende byggeri og sammenligning af resultaterne med beregnede bæreevner.
- Videreudvikling af et prøvningsparadigme for genbrugte betonelementer, baseret på resultater fra et tidligere projekt. Paradigmet indeholder bl.a. konkrete prøvningsmetoder, krav til målte egenskaber, databehandlingsmetoder, krav til prøveudtagning og krav til kvalitetsstyring.

Læs mere om (P)RECAST projekt her.

## 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 50 % de sidste 38 år. Et groft estimat er, at der rives 1,7 mio. m<sup>2</sup> 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, og især mindre bygninger, vurderes at have det største ressourcepotentiale, da dette byggeri ofte er byggerier af materialer med stor holdbarhed og 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 danske 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

- [1] Danmarks Statistik, Bygningsopgørelse, 1. januar 2024, 2024. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetPdf.aspx?cid=50975>.
- [2] Danmarks Statistik, Bygninger efter område, ejerforhold, anvendelse og arealintervaller [BYGB12], [2024]. <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/selectvarval/define.asp?PLanguage=0&subword=tabel&MainTable=BYGB12&PXSlid=184341&tablestyle=&ST=SD&buttons=0>.
- [3] Nina Koch-Ørvad, R. Simonsen, Risiko som barriere for bæredygtige byggematerialer, [2023]. <https://vaer-dibyg.dk/vejledning/risiko-som-barriere-for-baeredygtige-byggematerialer/>.
- [4] J.O. Jensen, M. Mechlenborg, J. Kragh, A. Egsgaard-Pedersen, Nedrivning af enfamiliehuse: Omfang og årsager, 2022. <https://build.dk/Assets/Nedrivning-af-enfamiliehuse-Omfang-og-aarsager/Nedrivning-af-enfamiliehuse-omfang-og-aarsager.pdf>.
- [5] N. Kristensen, C. Kolodziejczyk, J. Wittrup, Nedrivninger af huse og fremtidige nedrivningsbehov i Danmark, 2017. <https://www.vive.dk/media/pure/dx357qzb/2038197>.
- [6] M.L. Andersen, Karakteristika for huse der rives ned med henblik på nybyggeri, 2023. <https://bvc.dk/media/1908/karakteristika-for-huse-der-rives-ned-med-henblik-paa-nybyggeri-marts-2023.pdf>.
- [7] Miljøministeriet, Bekendtgørelse om håndtering af affald og materialer fra bygge- og nedrivningsarbejde, 2024. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/496>.
- [8] Miljøministeriet, Bekendtgørelse om uddannelse til miljø og ressourcekoordinator og ressourceansvarlig, 2024. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/497>.
- [9] Miljøministeriet, Bekendtgørelse om kvalitetsledelsessystemer for autoriserede nedrivningsvirksomheder og registrering af kontrolorganer på nedrivningsområdet, 2024. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/491>.
- [10] T. Fruergaard Astrup, Selektiv nedrivning i byggebranchen - Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning, 2022. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2022/02/978-87-7038-353-0.pdf>.
- [11] K.B. Wittchen, J. Kragh, S. Aggerholm, Potentielle varmebesparelser ved løbende bygningsrenovering frem til 2050, 2014. [https://energy.ec.europa.eu/document/download/7c53a835-a84d-4736-ab7d-09d1af9d-d5f6\\_en?filename=SBi\\_2014-01\\_%282%29.pdf&prefLang=fi](https://energy.ec.europa.eu/document/download/7c53a835-a84d-4736-ab7d-09d1af9d-d5f6_en?filename=SBi_2014-01_%282%29.pdf&prefLang=fi).
- [12] A. Sørensen, K.H. Smith, R.J. Lyng, A. Beim, S. Sköld, Ressourceplan: Cirkulær kortlægning ved nedrivning af byggeri, n.d. <https://www.innobyg.dk/media/75895/den-cirkulaere-ressourceplan-screen.pdf>.
- [13] L.H.H. Sørensen, M. Mattson, Analyse af CO2 udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg, 2020. <https://www.renoveringpaadagsordenen.dk/wp-content/uploads/2020/10/Komparativ-analyse-af-CO2udledning-og-totaloekonomi-i-renovering-og-nybyg-3.pdf>.
- [14] Leonora Eberhardt, Agnes Garnow, Harpa Birgisdottir, Jørgen Rose, Jesper Kragh, Klimapotentialet ved renovering kontra nedrivning med nybyg, 2022. <https://build.dk/Assets/Klimapotentialet-ved-renovering-kontra-nedrivning-med-nybyg/Klimapotentialet-ved-renovering-kontra-nedrivning-med-nybyg.pdf>.
- [15] J. Abrahams, S. Sand, K.O.A. Lund, A. Sørensen, M. Tram, Transformation - For klimaet, økonomien og bygningsmassen, 2022. [https://rgo.dk/wp-content/uploads/Transformation\\_PDF.pdf](https://rgo.dk/wp-content/uploads/Transformation_PDF.pdf).
- [16] S. Petersen, J.D. Buhl, L.Ø. Pedersen, B.T. Eybye, H.E. Andersen, M.B. Lyhne, M.A. Morgen, N.V. Riis, Bygningskultur og Klima - Undersøgelser af eksisterende viden om livscyklusvurderinger og bevaringsværdier, 2021. [https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/bygningskultur-og-klima#:~:text=Analysen "Bygningskultur og Klima - Undersøgelser,indsamle viden og blive klogere.](https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/bygningskultur-og-klima#:~:text=Analysen%20Bygningskultur%20og%20Klima%20-%20Undersogelser,indsamle%20viden%20og%20blive%20klogere.)
- [17] A. Høi, M.B. Jørgensen, T. Brogren, S.D. Stybe, Klimavisioner for modernismens bygningskultur, 2024. <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/klimavisioner-for-modernismens-bygningskultur>
- [18] DTI, BUILD, DTU, Responsible Assets, Enfamiliehuse forsvinder, Arkitekten [2024]. <https://arkitektforeningen.dk/arkitekten/enfamiliehuse-forsvinder/>.
- [19] DTI, BUILD, Responsible Assets, Nye anbefalinger skal redde huse fra nedrivning, Dagens Byg. [2024]. <https://www.dagensbyggeri.dk/artikel/122057-nye-anbefalinger-skal-redde-flere-huse-fra-nedrivning>.

- [20] ABC Rådgivende Ingeniører, Teknologisk Institut, Bevar&Spar - Guide til genbrug af bærende konstruktioner, [2022]. [https://sbst.dk/Media/638313057334787290/GUIDE\\_august\\_2023\\_PRIVATE.pdf](https://sbst.dk/Media/638313057334787290/GUIDE_august_2023_PRIVATE.pdf).
- [21] Social- og Boligstyrelsen, Renoveringer, [2023]. <https://www.sbst.dk/byggeri/baeredygtigt-byggeri/renoveringer>.
- [22] U. Andersen, I London skal bygherrer både forklare og forsvare nedrivninger. Og ministre griber ind, ING/BUILDINGTECH [2024]. <https://pro.ing.dk/buildingtech/artikel/i-london-skal-bygherrer-baade-forklare-og-forsvare-nedrivninger-og-ministre-griber-ind>.
- [23] Sweco, Cobe, Potentialer for indretning af flere boliger i den eksisterende bygningsmasse Baggrundsrapport Potentialer for indretning af flere boliger i den eksisterende bygningsmasse, 2023. <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/potentialer-for-indretning-af-flere-boliger-i-den-eksisterende-bygningsmasse>.
- [24] A.M. Exner, Nye boliger i gamle bygninger - 20 aktuelle eksempler fra Danmark og udlandet på transformation og fortætning, 2023. <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/nye-boliger-i-gamle-bygninger>.
- [25] K.H. Smith, R.J. Lyng, A. Oberender, Ressourcekortlægning af bygninger, 2018. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/04/978-87-93710-05-4.pdf>.
- [26] M. Lanau, G. Liu, Developing an Urban Resource Cadaster for Circular Economy: A Case of Odense, Denmark, Environ. Sci. Technol. 54 [2020] 4675–4685. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07749>.
- [27] A. Østerby, P. Scanlon, T. Nejland, Kuben Management, M. Færch, D.L. Vind, Opbygning af Danmark gennem nedrivning af tomme bygninger, 2019. <https://byfornyelsesdatabasen.dk/file/663101/dok.pdf>.
- [28] N.M. Heunicke, K.S. Poulsgård, K.H. Smith, J. Haukhol, K.S. Gimmel, K.U. Christensen, L. Dalvang, L.C.M. Eberhardt, Ressource Blokken - Upcycling af 60'erne og 70'ernes almene byggeri, 2021. [https://grafisk.3xn.dk/files/permanent/Ressource\\_Blokken\\_-\\_Idekatalog.pdf](https://grafisk.3xn.dk/files/permanent/Ressource_Blokken_-_Idekatalog.pdf).
- [29] J.-E.S. Samdal, P. Grumsen, H.K. Hansen, A.B. Brøndum, J. Høegh-Jørgensen, Structural Reuse - Non-destructive test methods, 2023. <https://figshare.com/s/17c8e878e48d4727bbf1>.