Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Den gode dokumentationsproces for genbrugsmaterialer

Kock-Ørvad, Nina; Andersen, Helle Vibeke; Munch-Andersen, Jørgen; Gottlieb, Stefan Christoffer; Hoxha, Endrit; Sturlason, Sigrid; Weiling, Mikael

Publication date:
2023

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Link to publication from Aalborg University

Citation for published version (APA):
Kock-Ørvad, N., Andersen, H. V., Munch-Andersen, J., Gottlieb, S. C., Hoxha, E., Sturlason, S., & Weiling, M. (2023). *Den gode dokumentationsproces for genbrugsmaterialer*. Social- og Boligstyrelsen.

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from vbn.aau.dk on: May 21, 2024

Social- og Boligstyrelsen

Den gode dokumentations-proces for gen-brugsmaterialer

Oktober 2023

Viden til gavn

Publikationen er udgivet af
Social- og Boligstyrelsen
Edisonsvej 1
5000 Odense C
Tlf: 72 42 37 00
E-mail: info@sbst.dk
www.sbst.dk

Forfatter: Nina Koch-Ørvad (Værdibyg)
Indhold udarbejdet af Helle Vibeke Andersen, Jørgen Munch-Andersen, Stefan C. Gottlieb & Endrit Hoxha (BUILD – AAU) samt Sigrid Sturlason & Mikael Weiling (Artelia)

for Social- og Boligstyrelsen.

Udgivet Oktober 2023

Download eller se rapporten på
www.sbst.dk.

Der kan frit citeres fra rapporten med angivelse af kilde.

ISBN Nummer: 978-87-94445-01-6

Den gode dokumentationsproces

Genbrug af byggematerialer og -komponenter spiller en afgørende rolle for, at byggebranchen markant kan reducere sit ressourceforbrug, affaldsproduktion og CO_2-udledning. Men der er fortsat lang vej fra de enkeltstående pilotprojekter, vi ser i dag, til at genbrug bliver en naturlig og integreret del af mainstream-byggeriet.

En af de centrale barrierer for mere genbrug, som byggebranchens aktører møder i dag, relaterer sig til dokumentation. For genbrugte byggematerialer indbefatter en høj grad af usikkerhed, som er svær for såvel bygherrer som rådgivere og udførende at håndtere. Der er ofte stor usikkerhed om et genbrugt materiales egenskaber, restlevetid, indhold af problematiske stoffer m.v., idet materialets historik og påvirkning over tid i langt de fleste tilfælde er ubekendt.

Denne usikkerhed er ofte en afgørende faktor for, at byggeriets aktører fravælger genbrugte materialer. Den rette dokumentation af genbrugsmaterialers egenskaber vil bidrage til at nedbryde usikkerhedsbarrieren, og således være afgørende for at understøtte mere genbrug i byggeriet.

Spørgsmålet er så, hvad "den rette dokumentation" er, og hvordan den tilvejebringes og anvendes igennem byggeprocessen. Hvilken dokumentation er nødvendig og tilstrækkelig, hvordan tilvejebringes den, og af hvem, og hvordan aktiveres dokumentationen som input til beslutningsprocessen gennem alle byggeprojektets faser?

Formål og målgruppe

Denne rapport har til formål at vise vejen for den gode dokumentationsproces for byggeprojekter med genbrugsmaterialer. Rapporten tager afsæt i den best practice, der findes i byggebranchen i dag. Ved at fremhæve de gode – og dårlige erfaringer – som udvalgte praktikere har gjort sig gennem deres arbejde med dokumentation af genbrugte materialer, viderebringes viden, inspiration og anbefalinger til de mange praktikere, der gerne vil arbejde med genbrug, men som synes det er svært.

Rapportens målgruppe er således bygherrer, rådgivere, entreprenører og leverandører, der ønsker ny viden og praksisbaserede handlingsanvisninger til, hvordan dokumentation af genbrugsmaterialer kan tilvejebringes og anvendes.

National Strategi for Bæredygtigt Byggeri

Social- og Boligstyrelsen er opdragsgivere bag denne rapport, der er et vidensbidrag til initiativ 10 i National Strategi for Bæredygtigt Byggeri: "Der skal skabes et vidensgrundlag for, hvornår og hvordan det giver miljømæssig og økonomisk mening at genbruge og genanvende materialer i byggeriet, samtidig med at det sker på en sundheds- og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde, herunder skabes grundlag for en mere hensigtsmæssig anvendelse af ikke-fornybare råstoffer som sand og grus."

Indhold

1 Metode, afgrænsning og tilgang 3
1.1 Om rapporten og metoden 3
1.2 Afgrænsning og definitioner 3
1.3 Tilgangen – om nåleøjer og best practice som metode 5

Del I 7

2 Analyse og case-udvælgelse 8
2.1 Genbrugs- og skaleringspotentiale 8
2.2 Bæredygtighedsvurdering 11
2.3 Barrierer for brug af genbrugsmaterialer 13
2.4 Udvælgelseskriterier 14
2.5 De 8 udvalgte cases 14

Del II 16

3 Casebeskrivelser 17
3.1 Spørgeguide og interviews 17
3.2 Katrinedals Skole 19
3.3 Børnehuset Svanen 22
3.4 Nordeas gamle domicil, Christiansbro 25
3.5 Upcycling Orangeri – Aalborg (træ) 28
3.6 Næste skure 32
3.7 Made in Aarhus 35
3.8 Upcycling Orangeri – Frederikshavn (beton) 38
3.9 Tschernings kontorudvidelse 41

Del III 44

4 Anbefalinger på tværs af cases 45
4.1 Myndighedskrav 45
4.2 Proceskrav 48
4.3 Bygherres eller andres krav 50
4.4 Andre faktorer 53
4.5 Top-5 gode råd til ”den gode dokumentationsproces” 54

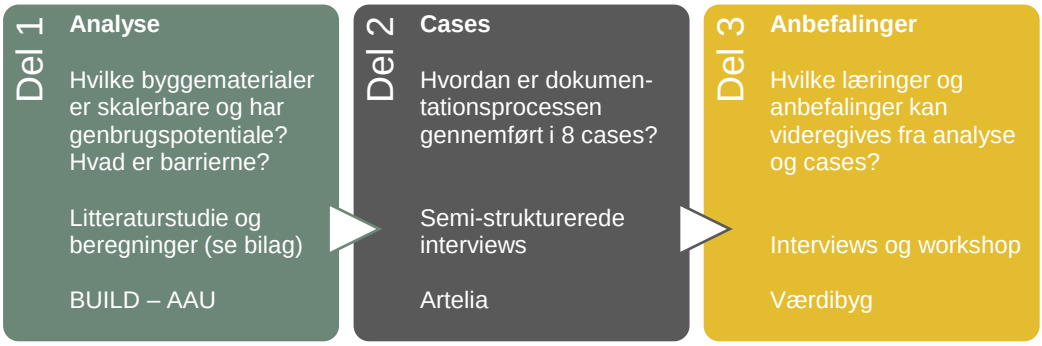
5 Afrunding og tak 55

1 Metode, afgrænsning og tilgang

1.1 Om rapporten og metoden

Denne rapport består af tre primære dele. Den første del er en analyse af genbrugs- og skaleringspotentialer ved forskellige materialer, en bæredygtighedsvurdering af disse samt en kortlægning af de væsentligste barrierer, der udfordrer genbrug af byggematerialer. Med afsæt i analysen opstilles udvælgelseskriterier for de 8 cases, der beskrives i del 2. Den sidste del ser på tværs af de 8 cases og fremstiller en række praksisbaserede anbefalinger og gode råd til, hvordan "den gode dokumentationsproces" for genbrugsmaterialer gennemføres i praksis.

Tanken er, at læseren kan hente inspiration og viden fra de enkelte dele for sig eller fra hele rapporten som helhed – alt efter hvilken type viden, man efterspørger. Del 1 tilbyder baggrundsviden om genbrugsmaterialer generelt, del 2 giver inspiration fra praksis og fra dem, der er lykkedes med at bygge med genbrugsmaterialer, og del 3 tilbyder anbefalinger og gode råd til dem, der gerne selv vil i gang med at genbruge mere i deres byggeprojekter.



Projektet er gennemført i et samarbejde mellem Værdibyg, BUILD – AAU og Artelia, hvor BUILD – AAU har udført del 1's analyse, Artelia har udført del 2's case studier og -beskrivelser, og Værdibyg har udarbejdet del 3's anbefalinger og været gennemgående koordinator af projektet samt redaktør på den samlede rapport.

Del 1's analyse er beskrevet i sin helhed i bilaget til denne rapport. Her findes også de data, beregninger, studier, litteratur og referencer, der har ført til de konklusioner, der refereres her i rapporten. Del 2's case-studier er gennemført som semi-strukturerede, kvalitative interviews med praktikere, der har været involveret i de respektive byggesager. Del 3's anbefalinger tager afsæt i case-studiernes resultater suppleret af input fra en række yderligere interviews om bl.a. byggesagsbehandling samt fra en tværfaglig workshop, hvor ca. 40 praktikere bidrog med diskussion og erfaringsudveksling.

1.2 Afgrænsning og definitioner

Formålet med rapporten er at give byggeriets praktikere, der ønsker at anvende genbrugsmaterialer i deres byggeprojekter, et indblik i de udfordringer og løsninger der er forbundet med dokumentation af genbrugsmaterialer. Et specifikt fokus i rapporten er således på *dokumentation*. Der er mange andre faktorer, der udfordrer genbrug af materialer i byggeriet, men denne rapports analyse og konklusioner fokuserer altså udelukkende på dokumentationsprocessen.

Et andet særligt fokus er på mere hensigtsmæssig anvendelse af ikke-fornybare råstoffer. Ønsket er at understøtte mere genbrug i byggeriet, og dermed bidrage til både reduktion af CO_2-udledning og til bedre udnyttelse af Jordens ressourcer.

For at frembringe anbefalinger og en model for "den gode dokumentationsproces", tager rapporten afsæt i 8 best practice cases. Disse cases er udvalgt ud fra en række kriterier, som opstilles på baggrund af analysen i rapportens del 1. Casene er alle lykkedes med – eller er ved at lykkes med – at genbruge et byggemateriale i et konkret byggeprojekt. Fokus i casene har været at følge ét materiale per case fra det blev introduceret som idé i byggeprojektet, til det blev indbygget i det konkrete byggeri. Størstedelen af byggerierne i casene er opført, mens enkelte fortsat er undervejs. Anvendelse, drift og fremtidig genbrug, herunder design-for-adskillelse, har ikke været en del af denne rapports studie.

Case-studierne er fundet sted i starten af 2023, og har primært orienteret sig mod den foregående proces, altså hvilke udfordringer vedr. dokumentation, man har mødt – og løst – i processen hidtil. Derfor – og fordi mange cases er opført inden 2023 – har Bygningsreglementets krav til livscyklusvurderinger (LCA) ikke været relevant at betragte.

Fokus i casene har som nævnt været på dokumentationsprocessen ift. byggeriets faser. Derved har der været en bagvedliggende antagelse om, at gældende lovgivning – f.eks. vedr. arbejdsmiljø og miljøfremmede stoffer – er blevet overholdt. Dette er ikke blevet gransket kritisk i casene, men i og med at de cases, der har krævet byggetilladelse, har opnået en sådan – og størstedelen også en ibrugtagningstilladelse – er det antaget, at byggerierne er opført inden for gældende lovgivning.

Herunder defineres en række af de begreber, der anvendes i rapporten.

Definition af begreber i denne rapport:

- Genbrug: Når produkter eller materialer bruges igen til samme formål, som de var udformet til, f.eks. et vindue som bruges igen som vindue, eller en mursten der bruges som en mursten. Begrebet genbrug er i denne rapport udvidet til at dække over byggematerialer, der er genbrugt i samme funktion, eller som er anvendt som byggemateriale i en ny funktion uden at materialet er forandret. Genbrug af bærende konstruktioner på stedet (renovering) betragtes ikke i dette projekt.

- Genanvendelse: Når materialer bliver forarbejdet og derefter indgår i produktionen af nye byggevarer eller -materialer F.eks. brugt træ der genanvendes til spånpladeproduktion. Genanvendelse betragtes ikke i denne rapport.

- Genbrugsmaterialer: Rapporten fokuserer på genbrug af både materialer (f.eks. træ) og byggevarer (f.eks. betonelementer). Begrebet "genbrugsmaterialer" anvendes om begge typer.

- Case: En case forstås i denne sammenhæng som et konkret, dansk byggeprojekt, der som minimum har opnået byggetilladelse (eller som er på et tilsvarende stadie, hvis byggetilladelse ikke er påkrævet), og som på sikker, sund og lovlig vis har anvendt et genbrugsmateriale.

- Dokumentation: Delbare, specifikke oplysninger om genbrugsmaterialets egenskaber, herunder hvordan de håndteres, indbygges m.v., benævnes dokumentation. Det kan både være oplysninger på skrift, tegningsmateriale eller fysiske modeller (mock-ups).

- Dokumentationskrav: De krav, der stilles til at få eftervist forskellige egenskaber ved genbrugsmaterialet. Her betragtes både krav fra myndigheder, procesmæssige krav og krav fra bygherren eller andre involverede aktører.

- Dokumentationsprocessen: En samling af hændelser i løbet af byggeprocessen, hvor særlige krav til dokumentation af genbrugsmaterialet opstår, og hvor selve dokumentationen udarbejdes.

1.3 Tilgangen – om nåleøjer og best practice som metode

De 8 cases' dokumentationsprocesser er studeret ud fra en "nåleøje-tilgang", hvor der er spurgt ind til de øjeblikke i løbet af byggeprocessen, hvor der har været afgørende krav til dokumentation – altså krav som skal opfyldes, for at genbrugsmaterialet kan anvendes i byggeriet. Denne tilgang har muliggjort en kortlægning af de forskellige udfordringer og løsninger vedr. dokumentation, der er oplevet i casene. Det har været ønsket at placere disse udfordringer og løsninger ift. tid, men det har vist sig at være vanskeligt, dels fordi case-studierne er interviewbaseret, og det har været svært for de adspurgte at angive præcis hvornår et dokumentationskrav og tilsvarende løsning blev aktuelt i byggeprocessen. Og dels fordi mange af casene er +5 år gamle, hvorfor mange af de adspurgte har haft svært ved at huske, hvad der konkret skete hvornår.

Den interview-baserede tilgang til at kortlægge casenes dokumentationsprocesser kommer generelt med en række begrænsninger. Alle cases er forsøgt belyst ud fra flere interviewpersoner, men det har været vanskeligt at finde frem til de centrale aktører i nogle cases, da de sidenhen har skiftet job eller er gået på pension. Og som nævnt er case-beskrivelserne afhængig af de adspurgtes hukommelse og indsigt. Derudover har det været vanskeligt at finde frem til 8 cases, der er lykkedes med at genbruge materialer, og som lever op til de opstillede kriterier. Det er således ikke muligt at konkludere at *alle* udfordringer vedr. dokumentation i de enkelte cases er belyst.

Ikke desto mindre tegner de 8 cases et samlet billede, som vurderes at være både rimeligt repræsentativt og relevant som inspiration for de praktikere, der ønsker at arbejde mere med genbrug i byggeriet. Det skal dog understreges, at rapportens konkluderende anbefalinger og gode råd netop er udarbejdet med afsæt i de 8 cases *best practice*. Der er altså tale om udfordringer og løsninger, der er oplevet i et konkret projekt, vedr. et konkret genbrugsmateriale, og af enkelte aktører. De konkluderende anbefalinger forsøger at se på tværs af casene og fremhæve overordnede gode råd, som ikke er kontekstspecifikke, men som kan være generelt anvendelige.

Der er et udtalt behov blandt praktikere i byggeriet for konkrete anvisning til *hvordan* en proces med genbrugsmaterialer gennemføres. Og som det er i dag, er der meget få, der rent faktisk har gennemført en sådan proces. Det har været slående hvor svært det har været at finde frem til 8 cases ud fra de kriterier og definitioner, der har været opstillet i dette projekt. Særligt når genbrug og cirkulært byggeri fylder så relativt meget i byggeriets medier og diskurser. Men faktum er, at genbrug i byggeriet er noget vi snakker om, snarere end noget vi gennemfører i praksis. Derfor er

erfaringer fra de 8 cases, der rent faktisk har gennemført en proces med genbrugsmaterialer, af stor værdi for resten af branchen.

Byggeprocesser er en kompleks størrelse – og genbrug gør det ikke just nemmere. De 8 cases har vist, at der i praksis navigeres meget ad-hoc gennem de forskellige udfordringer, der opstår vedr. dokumentation af genbrugsmaterialer. Det har været svært for praktikerne at kortlægge upfront de nåleøje-situationer, man har stødt på i praksis – og endnu sværere at forberede løsningerne. En akademisk, skrivebordsgennemgang af udfordringer og løsninger vil således have svært ved at rumme de elementer, som best practice tilgangen kan kortlægge.

Der er altså både fordele og ulemper ved at anvende en best practice tilgang. På den ene side tilbyder den praksisbaserede tilgang et blik ind i de (få) cases, der er lykkedes med at genbruge materialer i byggeriet, og med afsæt i konkrete erfaringer kan generelle anbefalinger til andre praktikere opstilles. På den anden side er det svært at generalisere på baggrund af blot 8 cases, som har været rapportens præmis. Der vil altså givetvis være mangler og uhensigtsmæssigheder i rapportens konkluderende anbefalinger. Men det vurderes, at det på dette tidspunkt er bedre at tilbyde byggeriets praktikere ufuldstændige anvisninger end ingen anvisninger.

Det skal således understreges, at rapportens anvisninger er et udtryk for oplevet praksis i dag, og at både erfaringer og kontekst – f.eks. lovgivning og standarder – kan ændre sig betydeligt fremover. Det er heller ikke alle erfaringer fra de 8 cases, som har givet anledning til anbefalinger, ligesom input fra såvel rapportens analyse som anden baggrundsviden har haft indflydelse på de konkluderende anbefalinger. Vi håber, at de af byggeriets praktikere, der ønsker at anvende genbrugsmaterialer i deres byggeprojekter, vil tage imod de gode råd og anbefalinger, som de, der faktisk har gjort det, er kommet med. Og at rapportens anbefalinger, trods de nævnte begrænsninger, kan være en hjælp i praksis.

Del I

Analyse

2 Analyse og case-udvælgelse

Denne indledende analyse danner grundlag for udvælgelsen af de 8 cases, som er centrale i denne rapport og ift. de konkluderende anbefalinger. Vidensindsamlingen fokuserer på at kvalificere grundlaget for udvælgelse af en række cases, hvor genbrug af byggematerialer er håndteret på en miljømæssig og økonomisk såvel som sundheds- og sikkerhedsmæssig forsvarlig måde, og hvor der er et skaleringspotentiale ift. byggeskik og mængder.

Analysen omfatter således følgende tre problemstillinger:

- **Genbrugs- og skaleringspotentiale**: Hvilke byggematerialer har størst potentiale for at kunne genbruges ift. skaleringspotentiale?
- **Bæredygtighedsvurdering:** For hvilke byggematerialer gør genbrug den største forskel ift. en bæredygtig helhedsvurdering set i relation til emission af drivhusgasser, herunder mest hensigtsmæssig anvendelse af ikke-fornybare råstoffer,
- **Barrierer:** Hvilke væsentlige barrierer opstår ifm. genbrug af byggematerialer?

BUILD – AAU har udført analysen, som er at finde i sin helhed i en selvstændig bilagsrapport. I det følgende beskrives analysens hovedpointer og konklusioner, der ligger til grund for de endelige udvælgelseskriterier for casene. Ønsker man at læse mere om de bagvedliggende data, beregninger, studier, litteratur og referencer, henvises til bilaget.

2.1 Genbrugs- og skaleringspotentiale

Det er væsentligt, at de udvalgte cases repræsenterer byggematerialer med stort potentiale for genbrug, dvs. materialer der

- er at finde i de bygninger, der typisk rives ned i dag og fremover, i stort omfang,
- er mulige at demontere og udtage forholdsvist nemt, og
- er efterspurgte i fremtidige byggeprojekter

Vurderingen af tilgængelige ressourcer og skaleringspotentiale tager derfor udgangspunkt i den eksisterende bygningsmasse og hvor meget, der bliver revet ned. Materialemængder skønnes for forskellige byggeteknikker anvendt i forskellige tidsperioder.

Byggeskik og materialer

Der er stor forskel på de eksisterende byggeriers indhold af materialer og genbrugspotentialet af disse, afhængig af hvilken tidsperiode og dermed hvilken byggeskik, de er opført i.

Indtil omkring 1950 er alle typer bygninger altovervejende opført med bærende murværk, etagedæk og tagkonstruktion af træ, og tagdækningen typisk i teglsten. Disse bygninger er forholdsvis lette at adskille i de enkelte materialer ved nedrivning, bl.a. fordi der er anvendt ren kalkmørtel til murværket, som hæfter så svagt, at det er muligt at afrense murstenene.

I løbet af 1950'erne blev der indført mange nye byggeteknikker. I større bygninger, herunder etageboliger, overtog beton murværkets rolle og omkring 1960 blev betonsandwichkonstruktioner dominerende. Lave bygninger som enfamiliehuse, skoler og institutioner blev i stort omfang bygget med skalmur af gule mursten med en bagvedliggende konstruktion af porebeton, letklinker-beton eller pladebeklædt træskelet. Til skalmure anvendes cementholdig mørtel, som gør stenene særdeles vanskelige at adskille og rense. Potentielle genbrugsmaterialer fra bygninger i denne periode omfatter beton, gulvbrædder, træ i tagkonstruktioner og tagsten.

Materialer fra byggerier opført i perioden 1950-1977 har ofte et lavt genbrugspotentiale. I denne periode bygges elementbyggeri med sammensatte betonelementer, brugen af cement i mørtel stiger og der kommer nye lim- og fugemasser samt isoleringsmaterialer. Bl.a. introduceres PCB som blødgører i fugemasse, men brugen af PCB i de såkaldte "åbne anvendelser" ophører med et forbud i 1977.

Efter 1977 indeholder det nye byggeri færre kendte miljø- og sundhedsskadelige stoffer. Til gengæld er bygningerne efter 1977 præget af høj teknisk kompleksitet og antallet af forskellige materialer øges. I moderne byggeri er der overordnet set, foruden beton, en overvægt af stål og glas.

Materialer med genbrugspotentiale

Det er ikke alle materialer, der indgår i et byggeri, der har lige stort potentiale for genbrug. Her gennemgås kort genbrugspotentialerne og overvejelser herved ifm. udvalgte materialer.

Mursten

Den langt overvejende del af de genbrugsvenlige materialer fra det nedrevne byggeri er mursten fra bygninger før ca. 1950, dvs. fra før indførelsen af cementholdig mørtel. Mursten er simple at genbruge, men de skal have styrke og holdbarhed (frostfasthed) til brug i skalmure, som størstedelen af mursten i nybyggeriet anvendes til. Vedrørende holdbarhed skal man være opmærksom på, at kun omkring en tredjedel af murstenene i et traditionelt byggeri har været eksponeret for vejrlig. Resten kan være 'bagmurssten', der er brændt mindre hårdt og derfor måske ikke er egnede til skalmure. Genbrug af sådanne bagmursten kræver en anden type bygning end dagens praksis.

Træ

Der er stor interesse for at kunne genbruge konstruktionstræ til nye bærende konstruktioner. Det er vanskeligt at fastlægge en styrke, men der forskes i dette i både ind- og udland. Mængden af genbrugstræ med dimensioner, der gør det egnet som konstruktionstræ, er meget lille ift. behovet i nybyggeriet. Gulvbrædder er simple at genbruge, blot bygherren accepterer sømhuller og skader på kanter. Der er potentielt store mængder tilgængeligt, da trægulve er det almindelige i de bygninger, der nedrives, men mange vil have for ringe kvalitet til at blive genbrugt.

Vægtmæssigt udgør træ ikke en væsentlig andel af behovet for materialer til nyopførelser. Samlet skønnes mængden (volumen) af konstruktionstræ til genbrug at ligge omkring 40.000 m^3/år. Til sammenligning anvendes der årligt ca. 1,3 mio. m^3 træ i byggeriet med en stigende tendens. Det betyder, at genbrug af konstruktionstræ potentielt kun udgør nogle få procent af det fremtidige behov.

Tagsten

Tagsten af tegl kan genbruges, hvis de er ubeskadigede. Den største mængde potentielle genbrugstagsten kommer fra tagudskiftninger, ikke fra nedrivninger. Selvom tegltage udskiftes på grund af endt levetid, vil mange af stenene være ubeskadigede. Levetiden af tage afgøres ofte af andre forhold end selve tagstenens tilstand. Mængden er lille ift. behovet for tagsten, ikke mindst ved tag-udskiftning på ældre bygninger, så alle egnede tagsten kunne uden videre genbruges og erstatte nye sten.

Beton

Mængde af beton til potentielt genbrug er estimeret som mængden over sokkelhøjde ud fra en betragtning af, at genbrug kun vil omfatte præfabrikerede betonelementer. Der er på nuværende

tidspunkt ikke en praksis for, hvordan betonelementer genbruges, men genbrug vil reducere behovet for ny beton, dog næppe 1:1 da man så ikke kan optimere elementet til anvendelsen.

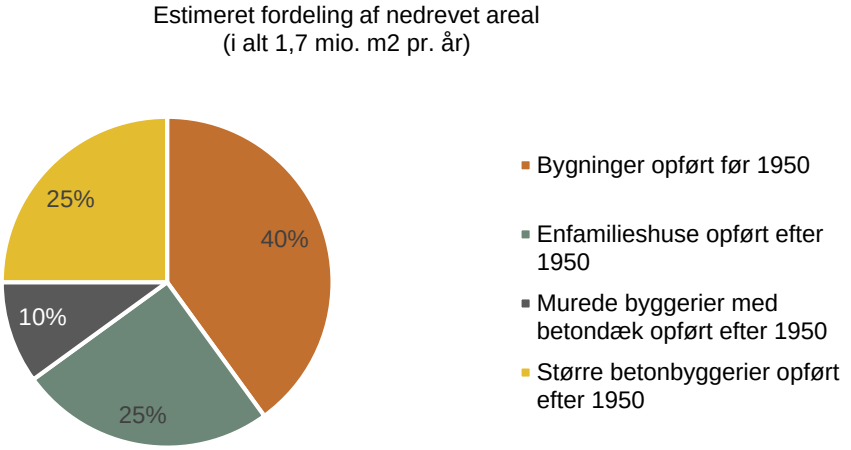
Andre materialer

Industri- og avlsbygninger indeholder ofte stålkonstruktioner eller større trækonstruktioner, men den samlede mængde er beskeden. Dokumentation af svejsninger vil blive et problem, så valsede stålprofiler er mest oplagt til genbrug.

Vinduer er svære at genbruge i nybyggeri, fordi isoleringsegenskaberne ikke er tilstrækkelige til at opfylde dagens krav. En del anvendes til sekundært byggeri. Miljøbelastningen kommer især fra glasset, så gevinsten ved at udskifte ruderne med nye er beskeden, især da vinduets restlevetid forventes at være mindre end for et nyt vindue. En kortere levetid vil øge glassets bidrag til udledningen af drivhusgasser pr. år.

Nedrivninger og mængde af potentielle genbrugsmaterialer

Det estimeres, at der nedrives 1,7 mio. m^2 pr. år, hvilket svarer til 0,2 % af det samlede bygningsareal. Til estimering af skaleringspotentialer er der antaget følgende fordeling af bygningstyper, der nedrives:



Figur 1: Estimeret fordeling af nedrevet areal

Fra de nedrevne bygninger skønnes det, at følgende mængder ressourcer årligt har potentiale for genbrug:

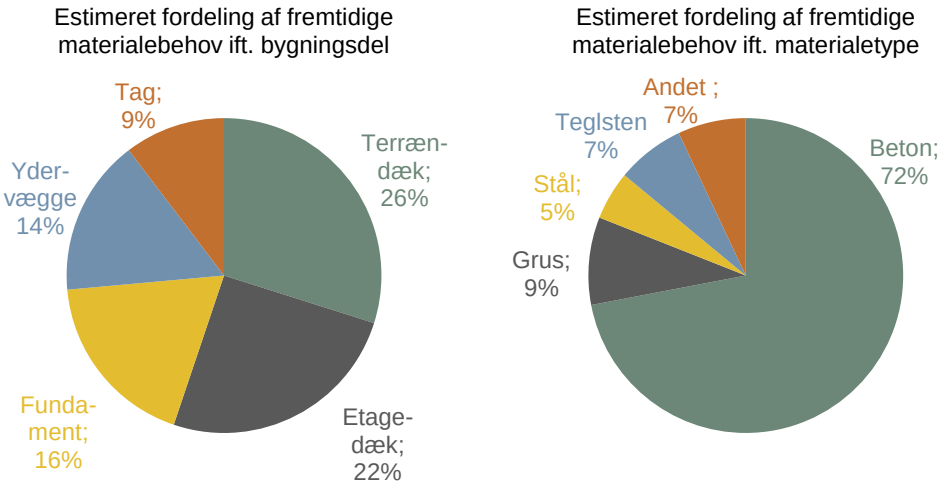
- 100 mio. stk. mursten
- 50.000 m^2 tagsten
- 40.000 m^3 konstruktionstræ
- 0,5 mio. ton beton over sokkelhøjde

Behov for materialer i fremtidigt byggeri

Prognoseberegninger, baseret på gennemsnit af data for nybyggeri de sidste 30 år, viser, at der fremover forventes en årlig opførelse af nyopført byggeri, der fordeler sig således:

- Enfamiliehusene: 1,5 mio. m^2
- Etageboliger: 1,2 mio. m^2
- Kontorbyggeri: 1,04 mio. m^2

I fremtidsprognosen står enfamilieshuse for den største vægtandel af materialer (42 %), efterfulgt af etageboliger med 31 % og kontor med 27 %. Materialeforbruget fordeler sig på forskellige typer bygningsdele og i forskellige typer af materialer som vist herunder:

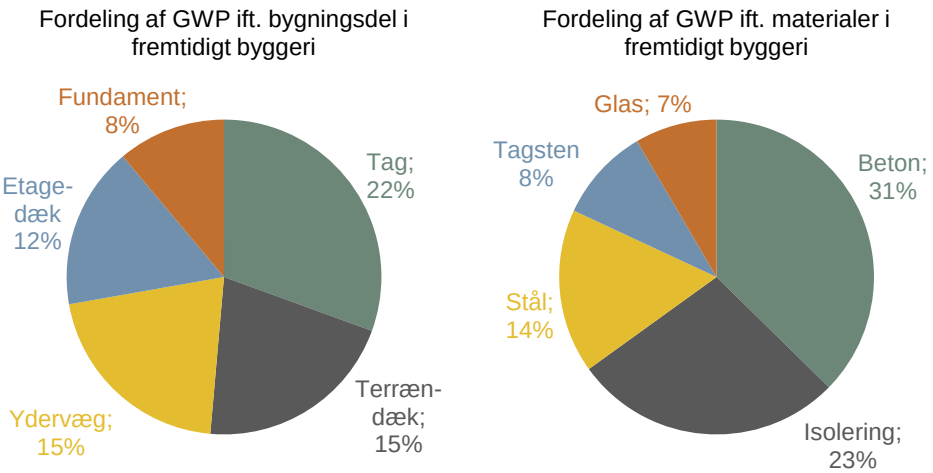


Figur 2: Estimeret fordeling af fremtidige materialebehov

Prognosen viser altså, at det i høj grad er beton, der kommer til at blive anvendt i byggerier fremover, bl.a. fordi beton både indgår i terrændæk, etagedæk, fundament og ydervægge.

2.2 Bæredygtighedsvurdering

Baseret på prognosens fremtidige materialebehov, kan der opstilles en top-5 over hhv. bygningsdele og materialer med det største Global Warming Potential (GWP):



Figur 3: Fordeling af GWP i fremtidigt byggeri

For materialer er beton det mest anvendte materiale i bygninger, og det har også det højeste globale opvarmningspotentiale med et bidrag på 31 %. Isolering har det næsthøjeste GWP, men iso-

lering genbruges så vidt vides ikke, selvom nyt isoleringsmateriale kan være fremstillet af genanvendte materialer. Da genanvendelse ikke betragtes i dette projekt, vurderes isoleringsmateriale ikke her.

Det globale opvarmningspotentiale (illustreret som kg CO_2-ækvivalenter pr. areal, volumen eller vægt) af nye produkter kan give en omtrentlig indikation af, hvad der "spares" i emissioner ved at erstatte de nye produkter med genbrugte materialer. Herunder er angivet den potentielle årlige CO_2e-reduktion ved at genbruge de skønnede mængder materialer, der er angivet i forrige afsnit, dog er reduktionen for beton angivet pr. m^3 materiale, da der pt. ikke er praksis for genbrug. Bemærk at ikke alle mursten er egnede til skalmur, og at træ dækker over konstruktionstræ.

Tabel 1: Skønnede potentialer for genbrugsmaterialer

	Skønnet mængde med genbrugspotentiale pr. år	Sparet CO_2-udledning ved genbrug pr. år
Mursten	100 mio. stk.	50.000 ton CO_2e
Træ	40.000 m^3	2000 ton CO_2e
Tagsten	50.000 m^2	750 ton CO_2e
Beton	0,25 mio. m^3	400 kg CO_2e/m^3

Ikke-fornybare ressourcer

Et særligt fokus i projektet er rettet mod genbrug af ikke-forny-bare råstoffer. De to typer ikke-fornybare råstoffer, der indvindes mest af i Danmark, er sand, grus og sten hhv. kridt og kalk. Ca. 30 % af udvindingen af sand, grus og sten går til byggeriet. Det anslås, at der på land indvindes 5,5 mio. m^3 kvalitetssand til beton og ca. 4 mio. m^3 fra hav, der potentielt kan bruges til beton. Det anslås desuden, at der på land indvindes 593.000 m^3 ler til tegl og 2 mio. m^3 kalk og kridt til cement. Disse anvendes primært i fremstillingen af byggematerialet beton som henholdsvis tilslag og ved fremstilling af cement.

Beton er altså relevant at betragte i genbrugsregi, selvom det er det materiale af de udvalgte, der pt. skønnes at have mindst skaleringspotentiale og derfor mindst besparelse af CO_2-udledning ved genbrug. Dels fordi det er det materiale, der anvendes mest af i fremtidigt byggeri. Og dels fordi det indeholder store mængder ikke-fornybare ressourcer. Der er således væsentlige gevinster at hente, hvis genbrug af beton kan øges.

Det skal dog også her bemærkes, at genbrugsbeton ikke kan erstatte al den beton, der anvendes ifm. nybyggeri – særligt ikke, hvis vi fortsætter med at bygge, som vi gør i dag. I 2021 anvendtes 7,23 mio. ton materiale til nybyg, hvor beton udgør 73 %, altså 5,3 mio. ton. Der vurderes at være et årligt potentiale for 0,25 mio. m^3 genbrugsbeton, svarende til 0,5 mio. ton pr. år. En fuld udnyttelse af de 0,5 mio. ton genbrugsbeton kan således erstatte i størrelsesordenen 10 % af betonforbruget.

2.3 Barrierer for brug af genbrugsmaterialer

Som nævnt kan mulighederne for demontage og adskillelse af materialer udgøre en væsentlig barriere for genbrug. Men også mange andre faktorer har indflydelse på, om en byggevare ender med at blive genbrugt i praksis.

Faktorer knyttet til byggeprojekt og -proces

I rapportens bilag gennemgås et litteraturstudie, der synliggør faktorer vedr. byggeprojektets organisering, planlægning m.v., der kan virke fremmende og begrænsende for genbrug af byggematerialer. Studiet fandt en række faktorer, der er særligt betydende for processen at genbruge byggematerialer. Med relation til dokumentationsprocessen er det især følgende:

Byggeproces:

- Byggesagens størrelse
- Entrepriseform
- Samarbejdsform

Regulering:

- Problematiske stoffer i materialer og affald
- Firma underlagt EU taksonomien
- Geografisk placering af projekt (varierende kriterier for bl.a. dokumentation)

Logistik:

- Pladsforhold på byggepladsen
- Mellemlager / opbevaring

Barrierer knyttet til dokumentation

En væsentlig barriere for genbrug af materialer relaterer sig til manglen på dokumentation for bæreevne og brandegenskaber. Vurderingen af bæreevne og brandegenskaber ligger i dag hos de certificerede statikere og brandrådgivere for byggeri i brand- og konstruktionsklasse 2-4. Dokumentationskravene afhænger af materialet og materialets nye anvendelse – især om der er tale om sekundære eller primære bygninger. Typisk kan dokumentationskravene være mere lempelige ved sekundære bygninger end ved anvendelse i primære bygninger, hvis byggeriet er under 50 m^2.

Også forekomsten af problematiske stoffer kan hindre genbrug af materialer. Problematiske stoffer kan ses i relation til arbejdsmiljø og håndtering (også ved en senere affaldshåndtering og evt. miljøpåvirkning) samt potentiel påvirkning af indeklima under brug af bygningen. Affaldsbekendtgørelsen har krav til screening og kortlægning af problematiske stoffer ved generering af mere end 1 ton byggeaffald eller hvis der skal skiftes termoruder fra perioden 1950-1977, dvs. perioden, hvor PCB har været brugt. Ifølge Affaldsbekendtgørelsen er der ingen bagatelgrænse for udsortering af PCB fra byggeaffald. Derfor er der en opgave i at sikre, at de genbrugte materialer har en renhed, der er acceptabel i den nye anvendelse.

Ifm. udvælgelsen af cases forventes det, at materialernes eventuelle indhold af problematiske stoffer, og dermed egnetheden til den pågældende anvendelse, kan afdækkes i en miljøkortlægning eller anden form for dokumentation. Det kunne typisk være, at imprægneret træværk kan være egnet til sekundære bygninger, såsom åbne skure, mens uforurenede materialer kan anvendes til primære bygninger.

2.4 Udvælgelseskriterier

De udvalgte cases skal som udgangspunkt omhandle et byggeprojekt, der har genbrugt et materiale. Baseret på den foregående analyse og kortlægning af genbrugs- og skaleringspotentialer, bæredygtighedsvurdering og barrierer opstilles her de kriterier, som de 8 cases udvælges ud fra.

Materialer:

- Mursten
- Træ
- Tagsten
- Beton (som eksempel på genbrug af ikke-fornybar ressourcer)

Bygningstype:

- Primære bygninger
- Sekundær bygning

Anvendelse:

- Bærende konstruktion
- Ind/udvendig beklædning
- Tagdækning og ikke-bærende

Derudover udvælges cases, så de forventeligt berører en eller flere af følgende faktorer, der har indflydelse på dokumentationsprocessen:

- Forskelligt kendskab til ressource, f.eks. indkøb fra tredjepart eller bygherrens egne materialer (byggeproces)
- Forskellige krav fra certificerende rådgivere og/eller myndigheder (regulering)
- Forskellige opbevaringsforhold, især fugtforhold, der kan påvirke materialeegenskaberne (logistik)

Casene udvælges ud fra et ønske om størst mulig variation.

2.5 De 8 udvalgte cases

En case er i dette projekt defineret ved et byggeprojekt, der er lykkedes med – eller er ved at lykkes med – at implementere et genbrugsmateriale i det endelige byggeri. I en case følges ét specifikt genbrugsmateriale med fokus på at kortlægge det aktuelle materiales dokumentationsproces, dvs. de udfordringer og løsninger, der har relateret sig til dokumentation af materialets egenskaber. Ud af en pulje på i alt 19 egnede cases, er der udvalgt 8 cases.

Tabel 2: De 8 udvalgte cases

		Materialer			
Bygning	*Anvendelse*	Mursten	Træ	Tagsten	Beton
Primær bygning	Bærende konstruktion				Tschernings kontor
	Ind/udvendig beklædning	Katrinedals skole Børnehuset Svanen	Nordeas gamle domicil	Made in Aarhus	
	Tagdækning og ikke-bærende				
Sekundær bygning	Bærende konstruktion		Upcycling Orangeri – Aalborg Næste skur		Upcycling Orangeri – Frederikshavn
	Ind/udvendig beklædning				
	Tagdækning og ikke-bærende				

De to cases, der vedrører beton, belyser også dokumentationsprocessen ifm. genbrug af ikke-fornybare ressourcer.

Del II

Cases

3 Casebeskrivelser

Case-beskrivelserne i dette afsnit er baseret på beretninger fra personer, der har været eller er involveret i de udvalgte projekter. Indholdet i beskrivelserne er således begrænset til, hvad den enkelte person kan huske fra projektet eller har oplevet ifm. arbejdet på projektet. Der er så vidt muligt forsøgt at "lukke huller" og indhente beretninger fra mere end én interviewperson på projekterne, så udsagn kunne understøttes.

I følgende afsnit præsenteres case-beskrivelserne alle med en ensartet overskriftstruktur, en faktaboks og et skema, der samler op på væsentligste udfordringer og løsninger, der er oplevet ifm. dokumentation af de genbrugte byggematerialer i projekterne. Faktaboksene angiver bl.a. hvordan den enkelte case forholder sig til udvælgelseskriterierne:

- Type af genbrugsmateriale
- Bygningstype (primær eller sekundær)
- Anvendelse af genbrugsmaterialet (bærende konstruktion, beklædning m.v.)
- Faktorer, der kan påvirke genbrug af materialer
    - Indkøb fra tredjepart eller bygherrens egne materialer (byggeproces)
    - Varierende krav fra myndigheder (regulering)
    - Opbevaringsforhold (logistik)

For hver case er hovedpointerne opsummeret i et skema, der indikerer hvornår hvilke dokumentationskrav gav anledning til hvilke udfordringer og løsninger. Casene er sorteret ift. det genbrugsmateriale, der er i fokus.

Tabel 3: Cases sorteret efter genbrugsmateriale i fokus.

Mursten	Katrinedals Skole Børnehuset Svanen
Træ	Nordeas gamle domicil Upcycling Orangeri – Aalborg Næste skure
Tagsten	Made in Aarhus
Beton	Upcycling Orangeri – Frederikshavn Tscherning kontorudvidelse

Upcycling Orangeri figurer som to cases; én fra Aalborg om genbrug af træ og én fra Frederikshavn om genbrug af beton. Der er tale om det samme byggekoncept, hvorfor de to cases indeholder sammenfaldende beskrivelser af projektet og genbrugskonceptet. Beskrivelser af selve dokumentationsprocessen varierer dog i de to cases, netop fordi der er tale om to forskellige genbrugsmaterialer.

3.1 Spørgeguide og interviews

For at sikre, at den indhentede viden fra samtlige cases er ensartet og kategoriserbar, er casestudierne gennemført som semi-strukturerede interviews. Interviewene har taget udgangspunkt i en spørgeguide med en bruttoliste af spørgsmål som et værktøj til at komme omkring relevante emner ved casen under interviewet. Spørgeguiden er vedlagt som bilag til denne rapport.

Praktisk er interviewene gennemført primært telefonisk eller på Teams af ca. 30 minutters varighed. Et enkelt interview er afholdt on-site på byggeplads for en af casene, der var under udførelse. Interviewene er afviklet i marts og april 2023 med løbende opfølgning i maj og juni 2023. Der har været stor lyst og godt engagement fra interviewpersonerne til at fortælle om projekterne.

3.2 Katrinedals Skole

Foto: jjw.dk

Om projektet:
Udvidelse med 3.500 m² nybyggeri

Katrinedals Skole i Vanløse skulle ifm. en helhedsrenovering udvides med nye tilbygninger. Arkitekten ønskede tilbygningen udført med respekt for arkitekturen af de oprindelige, bevaringsværdige bygninger på matriklen.

Genbrugskoncept:
Genbrugte mursten uden deklaration

Det var et ønske fra arkitekten at benytte genbrugsmursten til facaderne på de nye bygninger. Dette for at opnå et facadeudtryk, der lagde sig op ad de oprindelige bygninger. Genbrugsmurstenene kom bl.a. fra et nedrivningsprojekt på Bispebjerg Hospital.

Bygningsanvendelse: Skole
Bygherre: Københavns Kommune
Lokation: Vanløse
Byggeperiode: 2013-2017

Genbrugsmateriale: Mursten
Bygningstype: Primær
Anvendelse: Udvendig beklædning
Faktorer belyst: Indkøb fra tredjepart

Interview:
JJW Arkitekter (totalrådgiver/arkitekt)
Gamle Mursten ApS (leverandør)

Det var på daværende tidspunkt ikke et krav fra bygherre, at der skulle benyttes genbrugte mursten. Ifølge arkitekten var der ikke meget præcedens for at benytte genbrugsmursten på tidspunktet for projektet. Derfor var der fælles interesse fra projektparterne i at arbejde med genbrugskonceptet og sætte nye fælles standarder.

Dokumentation og myndigheder: Tillid til tradition og kvalitet

Gamle Mursten stod som materialeeksperten og rådgav om udvælgelsesproces og behandling af genbrugsmurstenene samt vurdering af risici. Ifølge JJW Arkitekter foregik den grove frasortering af ikke genbrugsegnede mursten ved nedrivningsprojektet på Bispebjerg Hospital. Derefter udførte man en stikprøvekontrol på et udpluk af oplaget for at teste styrkemæssige egenskaber.

Denne procedure var baseret på en BYG-ERFA-vejledning. Det var en accepteret risiko, at der ikke kunne laves kontrol med samtlige genbrugte sten.

Det blev arkitektens prioritering at finde en rådgiver, der kunne projektere opmuringen med en kalkmørtel. Ønsket var at gå helt bort fra funktionsmørtel, "som typisk er så stærkt, at man nærmest ikke behøver at regne på det". Med kalkmørtel ville det blive en mulighed både at sikre en nænsom adskillelse i slutningen af byggeriets livstid, og samtidig også give mulighed for nemt at udskifte enkelte mursten, hvis de skulle forvitre. Anvendelsen af kalkmørtel ville altså ifølge arkitekten opveje for den manglende produktgaranti for murstenene.

Ifølge Gamle Mursten blev genbrugsmurstenene en bygherreleverance, hvilket betyder, at bygherren tog fuldt ansvar for produktet og montagen. Der er gammel tradition for teglproduktion i Danmark, og der er generelt tillid til råstofophav, produktkvalitet og til de forhold (vejrlig og miljømæssigt), som murstenene har været udsat for, før de genbruges. Derfor kan det være nemmere for bygherre at acceptere manglende dokumentation for materialebeskaffenhed på et relativt homogent materiale som mursten i modsætning til andre byggevarer.

Og netop fordi mursten er så homogene i geometri og materialesammensætning, har det også været muligt at udvikle en standardiseret mærkning for genbrugsmursten med Gamle Mursten i spidsen. CE-mærkede genbrugsmursten er siden projektet på Katrinedals Skole blevet en normalitet på markedet.

> *Situationen i dag er en helt anden end ved projektet på Katrinedals Skole. Den nye situation er den "rigtige" situation. Alle gamle sten, vi anvender til nyt byggeri, er CE-mærket, så der er sådan set ikke nogen udfordring med dokumentation længere.*
>
> *– Gamle Mursten*

Best practice: Entusiasme og mod til at gå forrest

Spørger man Gamle Mursten, må best practice på dette projekt (og alle projekter med genbrugsmursten i øvrigt) være bygherrens entusiasme og mod til at påtage sig produktansvar og at gå forrest med at stille krav til, at alt murværk i deres portefølje så vidt muligt skal være med genbrugsmursten og opmures med kalkmørtel for ressourcebevidst disassembly.

JJW Arkitekter stemmer i og tilføjer, at genbrugsmursten og kalkmørtel hænger uløseligt sammen, netop fordi brugen af kalkmørtel kompenserer for den manglende viden om stenenes egenskaber.

> *Man bør ikke tænkte genbrugssten uden at tænke kalkmørtel. De to ting indgår nærmest i en symbiose – kalkmørtlen kan kompensere for en del af den usikkerhed, der kan være ved genbrugsstenenes tekniske egenskaber. Man kan lettere reparere murværket og udskifte enkelte forvitrede sten bagefter, når det er muret op med kalkmørtel.*
>
> *– JJW Arkitekter*

Ifølge JJW Arkitekter handler det også om at engagere og aktivere sine underrådgivere og leverandører tidligt i projektet. Leverandørens særlige viden er ofte indgående, og man kan få en del ud af, at lade leverandøren følge projektet og de tekniske løsninger tæt.

Tabel 4: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Katrinedals Skole. De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

	Myndighedskrav	Proceskrav	Bygherrens eller andres krav
Planlægning		**Krav**: Det var rådgiver og bygherres fælles ambition at anvende genbrugte mursten til tilbygningen til den eksisterende bygning. Primært af æstetiske årsager. Ingen egentlig præcedens for genbrug af mursten på daværende tidspunkt. **Løsning**: Gamle Mursten ApS stod som eksperten, der rådgav om håndtering af materialet (udvælgelse og genmontering).	
Projektering			
Udførelse			**Krav**: Opmuring med kalkmørtel. **Løsning**: Opfyldt qua arbejdsbeskrivelser i entreprisen.
vDrift			

3.3 Børnehuset Svanen

Foto: Torben Eskerod

Om projektet

Gladsaxe Kommune havde besluttet, at alle nybyggede børnehuse i kommunen skulle Svanemærkes, hvilket derfor også blev tilfældet for Børnehuset Svanen. Huset var oprindeligt planlagt opført på en anden grund, men fordi der opstod problemer med grunden, fandt man i stedet grunden på Tobaksvejen. Her stod i forvejen ældre skolebygninger, der havde liggetomme hen.

Bygningsanvendelse: Børneinstitution
Bygherre: Gladsaxe Kommune
Lokation: Søborg
Byggeperiode: 2021-2022

Genbrugsmateriale: Mursten
Bygningstype: Primær
Anvendelse: Udvendig beklædning
Faktorer belyst: Opbevaring af materialer / Bygherres egne materialer

Interview:
Gladsaxe Kommune (bygherre/byggeledelse)
Lendager Arkitekter (rådgiver/arkitekt)

Genbrugskonceptet:
Udnyttelse af eget materialeoplag

Det var et oplagt valg for bygherre og rådgiver at arbejde ud fra en tanke om at udnytte de ressourcer, der allerede stod på grunden. Det viste sig også at være logistisk muligt at planlægge mange af de cirkulære processer on-site på grunden, bl.a. fordi der var den nødvendige plads til både opmagasinering og håndtering. Rådgiver kortlagde ressourcerne og planlagde de cirkulære koncepter og designvalg på baggrund af dette.

Mursten var en af de helt store ressourcer med et godt genbrugspotentiale, og de endte med at blive brugt som facadebeklædning i form af skalmur.

Dokumentation og myndigheder: Selvopfunden dokumentationsproces

Murstenene fra de eksisterende bygninger på grunden blev vurderet ud fra bygherrens egne krav. Ifølge projektlederen i Gladsaxe Kommune beroede udvælgelsen af murstenene på både materialeprøver og visuelle klassificeringer, som de selv havde rammesat på baggrund af referenceprojekter, egne æstetiske ønsker og de miljøkrav, der i øvrigt var i Svanemærket. De lavede kontroller på udvalgte sten for at vurdere standen og lavede anvisninger med billedmateriale af, hvor skadet en mursten måtte være. Dermed blev det en selvopfunden dokumentationsproces og en samlet vurdering af, om de ville gå videre, hvilket de valgte at gøre.

> *Vi lavede prøver, vi var ude og kigge på referenceprojekter, og vi spurgte os selv, hvad udtrykket skulle være rent æstetisk. Der var også en afvejning af, hvor meget kemi, vi skulle bruge til at oprense stenene. Det blev en samlet vurdering af, om vi turde at bruge de gamle mursten – og det turde vi godt.*
>
> *– Gladsaxe Kommune*

Da kravet til Svanemærkning var fastlagt fra start, gav det mulighed for at inddrage Miljømærkning Danmark tidligt i planlægningsfasen og ifm. kortlægningen af det eksisterende materialeoplag på grunden. Ifølge Lendager var Miljømærkning Danmark meget interesserede i den tidlige dialog, fordi der på både projektets og mærkningsordningens egne vegne var store ambitioner om at rumme de cirkulære processer. Svanemærkeordningen har således sikret et langt større dokumentationsgrundlag for byggeriet, end der var før.

Primære udfordringer

Ifm. opmuringen med genbrugsmurstenene opdagede man, at stenene havde en større tørhed end de gængse mursten på markedet. Dette fordrede nogle ændringer til opmuringsproceduren, hvor murerne ifølge Gladsaxe Kommune måtte lægge to rækker ad gangen. Entreprenøren var tilpasningsdygtig og havde stor interesse i at arbejde med det genbrugte materiale.

Best practice: Tidlig inddragelse af certificeringsordning og sammensat analysemodel for teknisk vurdering af mursten

Børnehuset Svanen er et projekt, hvor det gav god mening at afholde de cirkulære processer on-site. Bl.a. materialehøst, opmagasinering, bearbejdning og retablering. Lendager opfordrer på baggrund af dette projekt til at bygherrer udtænker sine muligheder for at opmagasinere sine materialer frem til byggefasen for et betydeligt bedre CO_2-regnskab – enten på selve grunden eller på en lokation i nærheden.

Det var bygherrens selvopfundne klassificeringsprocedure, der sikrede, at projektet kom i mål med at genbruge murstenene. Ved at sammensætte en række analyser af murstenene på baggrund af referenceprojekter, miljøprøver og en hjemmelavet visuel klassificeringssystematik kunne bygherre acceptere, at der ikke var en standardiseret, teknisk deklarering af murstenene.

Tabel 5: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Børnehuset Svanen. De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

	Myndighedskrav	Proceskrav	Bygherrens eller andres krav
Planlægning			**Krav**: Projektet skulle Svanemærkes. **Løsning**: Rådgiver indgik i tæt dialog med Miljømærkning Danmark tidligt i planlægningen. Mange genbrugsmaterialer blev forhåndsgodkendt. Der var ingen særlige anmærkninger for genbrugsmursten. **Krav**: Bygherre ønskede en vurdering af, om de turde bruge den gamle mursten. **Løsning**: Selvopfunden/sammensat dokumentationsproces; referenceprojekter, ønsker til æstetik, og miljøkriterier.
Projektering		**Krav**: DGNB-certificering indeholder krav til LCA, men der er ingen opslagsdata for genbrugsmaterialer. Klimabelastningen for projektet bliver større på papiret end i realiteten. **Løsning**: Rådgiver kunne bruge korrigeret data i beregningen.	
Udførelse		**Krav**: Opmuringsarbejde med genbrugssten blev beskrevet i udbud som traditionelt murværk, men skulle mures op med kalkmørtel. Mørtel måtte ikke være stærkere end stenen. **Krav**: On-site håndtering af mursten; Nedrivning, frasortering til deponi, miljøscreening (Svanemærket), miljøsanering, opmagasinering. Man opdagede, at stenene var tørrere end normalt, hvilket fordrede ændringer i arbejdsbeskrivelse for opmuring. **Løsning**: Opfyldt qua beskrivelser i både nedrivningsentreprise og byggeentreprise. Entreprenør var tilpasningsdygtig ift. ændret arbejdsbeskrivelse.	
Drift			

3.4 Nordeas gamle domicil, Christiansbro

Foto: ATP Ejendomme

Om projektet

Nordeas tidligere domicil, Christiansbro, er et ejendomskompleks, der ligger ved Københavns Inderhavn. Ifm. genudlejningen til en større dansk virksomhed, igangsatte ejer og bygherre, ATP Ejendomme, en større istandsættelse af ejendommen.

Genbrugskonceptet:
Knirkende egetræsparket

Som en del af istandsættelsen skulle det oprindelige parketgulv renoveres, idet brugen gennem årene havde gjort, at gulvkonstruktionen knirkede. Bygherren besluttede derfor, at de ca. 5.000 m^2 egetræsgulv skulle udskiftes. Ud fra et bæredygtighedsaspekt ønskede ATP Ejendomme at få afdækket hvilke muligheder, der var for at genanvende det massive egetræsgulv.

Bygningsanvendelse: Kontor
Bygherre: ATP Ejendomme
Lokation: København
Byggeperiode: 2022-2023

Genbrugsmateriale: Træ
Bygningstype: Primær
Anvendelse: Indvendig beklædning
Faktorer belyst: Bygherres egne materialer

Interview:
ERIK Arkitekter (rådgiver/arkitekt)
ATP Ejendomme (bygherre)

Trægulvet fejlede i princippet ikke noget, udover at den oprindelige gulvkonstruktion ikke var hensigtsmæssig ift. brugen. På baggrund af ATP Ejendommes ønske, foreslog ERIK Arkitekter, at man kunne forsøge at pille gulvet forsigtigt op og genmontere det på en anden måde, der var bedre afstemt med brugen. At genbruge gulvet gav også en tidsmæssig fordel i projektet, idet der i den pågældende periode, efteråret 2022, var forsyningsproblemer med nye egetræsgulve.

Dokumentation og myndigheder: Udløbet garanti

Der var tale om et egetræsparketgulv af høj kvalitet, som var lagt på strøer og sømmet i feren. Sømmet sled træets underside og slog flager af, hvorfor en ny læggemetode skulle besluttes. Da der var tale om genbrug af et mere end 20 år gammelt gulv, var det ikke muligt at fremskaffe en ny montagevejledning fra gulvproducenten.

Hverken rådgiverne eller entreprenørerne på projektet havde erfaring med gulvlægning af genbrugsmaterialer, så de havde svært ved at rådgive om en alternativ lægge metode. Derfor blev Teknologisk Institut hyret ind som specialist for at kunne finde en ny læggemetode. Ifølge ERIK Arkitekter blev der brugt lang tid med at drøfte mulighederne, mens der også var meget dialog om, hvem der skulle levere montagevejledning og dermed påtage sig ansvaret for udførelsen.

Parterne blev enige om at lave en 20 m^2 mock-up af en udtænkt teknisk løsning. Her kunne man pille gulvet forsigtigt op og genlægge gulvet på et nyt undergulv, hvorpå trægulvet blev lagt med en øget mængde lim på undersiden.

På baggrund af den udførte mock-up og ikke mindst de afledte drøftelser mellem parterne, nåede man frem til en ny læggemetode, ligesom det blev besluttet, at de genbrugte parketstave indgik som en bygherreleverance.

Primære udfordringer: Hvem skal tage ansvaret?

Den primære barriere for at nå i mål med genbrug af trægulvet på dette projekt var ifølge ERIK Arkitekter, at de som rådgivere blev bedt om at påtage sig ansvar for løsningen pga. de aftaleforhold, man normalt arbejder under.

> *Der er kommet en tradition for, at man udfører alt efter leverandørens anvisninger – men der er ikke nogen leverandør, når man laver genbrug.*
>
> *– ERIK Arkitekter*

Best practice: Mock-up som dialogværktøj

ERIK Arkitekter mener, at løsningen på udfordringerne endte med at være banal. En mock-up af det nye gulv var et simpelt værktøj til at teste funktion og form. Men det betød også noget, at trægulvet var fra bygherrens eget materialeoplag. Gulvet havde ligget i bygningen, fra det var helt nyt, så bygherren havde vished om oprindelse og den påvirkning, gulvet havde været under i dets levetid. Dette var væsentligt i bygherrens interne risikovurdering af leverancen og for at nå i mål med genbrugskonceptet.

Tabel 6: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Nordeas gamle domicil. De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

<table>
<tr><th></th><th>Myndighedskrav</th><th>Proceskrav</th><th>Bygherrens
eller andres krav</th></tr>
<tr><td>Planlægning</td><td></td><td colspan="2" rowspan="3">Krav: Ny monteringsvejledning for det gamle trægulv. Kontraktuelt var der forventning om, at rådgiver skulle påtage sig ansvar for løsningen.

Løsning: Mock-up. Arkitekt og entreprenør fik i dialog og samarbejde udtænkt montage og bygget en mock-up. Bygherre var tryg ved løsning på baggrund af en fysisk demonstration af funktion og form og påtog sig risiko for manglende garanti som bygherreleverance – materialet havde været bygherres eget oplag i hele levetiden.</td></tr>
<tr><td>Projektering</td><td></td></tr>
<tr><td>Udførelse</td><td></td></tr>
<tr><td>Drift</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

3.5 Upcycling Orangeri – Aalborg (træ)

Foto: nord-as.dk

Om projektet: Fokus på genbrugstræ

I en boligforening i Aalborg ønskede man et fælleshus og valget faldt på et Upcycling Orangeri, hvor bl.a. den bærende konstruktion skulle udføres i genbrugstræ.

I denne case beskrives specifikt dokumentationsprocessen for genbrugstræet.

Bygningsanvendelse: Orangeri
Bygherre: Plusbolig
Lokation: Aalborg Kommune
Byggeperiode: 2020-2021

Genbrugsmateriale: Træ
Bygningstype: Primær
Anvendelse: Bærende konstruktion
Faktorer belyst: Varierende krav fra myndigheder

Interview:
Nord A/S (rådgiver/arkitekt)

Myndigheder:
Præmissen blev primært byggeri

Upcycling Orangeri var oprindeligt tiltænkt boligforeninger, der driver plejehjem. Orangeriet ville kunne fungere som et godt mødested for beboere og pårørende og ville kunne forlænge udesæsonen. Myndighederne så imidlertid en udfordring med anvendelsen, fordi man generelt vurderer, at størstedelen af brugerne på plejehjem ikke er selvhjulpne, hvilket giver væsentligt skærpede brandkrav, fordi der i tilfælde af brand skal kunne ske en sikker evakuering og redning af personer. Det betød, at man gik bort fra at målrette projektet til plejehjem og i stedet rettede projektet mod boligforeninger med almindelige boliger.

Det er altid en vurdering af det konkrete byggeri, der afgør, om anvendelsen er primær eller sekundær. I denne case vurderede Aalborg Kommune, at anvendelsen af Upcycling Orangeri var et opholdsrum og altså mere end blot til ”kortvarigt ophold”. Derfor blev byggeriet vurderet som pri-

mært byggeri, hvilket medførte krav om ansøgning om byggetilladelse i henhold il bygningsreglementet og til dokumentation for beregning af styrke og stabilitetsforhold for de bærende konstruktioner.

Om konceptet Upcycling Orangeri

Upcycling Orangeri er et konceptbyggeri – et 50 m2 stort orangeri af genbrugte byggematerialer, der indtil videre er blevet opført hos to forskellige boligforeninger i hhv. Aalborg og Frederikshavn Kommune.

Et Upcycling Orangeri opføres med genbrugte byggematerialer både i fundament, trækonstruktion, facader af genbrugte termoruder og tag af lamineret glas samt murede gavle af gen-brugssten. Materialerne er primært affaldsprodukter fra store renoveringsprojekter i almene boligforeninger.

Konceptet er et tilpasningsdygtigt byggeri, der kan opføres igen og igen i takt med, at flere boligforeninger går i gang med renoveringer, som giver mulighed for en materialehøst. Rådgiver har en parametrisk model, hvor materialer kan indtastes efter, hvad der er til rådighed, så geometrien på orangeriet kan tilpasses varierende materialemål.

Parterne bag projektet udtænkte konceptet under corona-pandemien, hvor der var forbud mod at mødes indendørs. Med Upcycling Orangeri var det tanken at forsøge at løse både højaktuelle problematikker med ressourceforbruget i byggebranchen og sociale behov – ved at opføre et udendørs mødested for boligforeninger.

Dokumentation: Todelt klassificering af genbrugstræ

Meget af træet, der skulle anvendes i orangeriet som bærende konstruktioner, havde tidligere været en del af tagkonstruktioner i almene boligejendomme.

Dokumentationsprocessen for det genbrugte konstruktionstræs egenskaber var todelt. Den ene del bestod af en visuel gennemgang af træet, så man kunne dokumentere, at træet ikke havde været udsat for råd og svamp, ikke havde synlige insektangreb, og at det ikke havde været udsat for andre miljømæssige påvirkninger. Den anden del var en undersøgelse af en repræsentativ prøvesamling af træet, hvor man skar en ende af bjælken og derudfra bestemte densiteten af genbrugstræet. Man konstaterede, at denne faktisk var dobbelt så høj som tilsvarende nyt konstruktionstræ i byggemarkedet. På trods af det, blev genbrugstræet alligevel projekteret med den laveste bæreevne for træet for at være på den sikre side.

> *Vi lavede først en visuel dokumentationsproces på træet for at konstatere om der var råd, insektangreb. Og ud fra en densitetsmåling på træet kunne vi se, at kvaliteten på træet faktisk var dobbelt så stor som det, vi kunne få i byggemarkedet.*
>
> *– Nord A/S*

Sideløbende med projekteringen var der i samarbejde med DBI og BUILD – AAU planlagt en række brandprøvninger på den pulje af genbrugstræ, man havde indsamlet. Rådgiverne leverede den førnævnte, todelte klassificering af genbrugstræet som del af byggeandragendet, inden

brandprøvningerne blev udført, og de fik indhentet byggetilladelse på baggrund af dette. Prøvninger viste siden, at genbrugstræet (på trods af dets højere densitet) havde samme indbrændingstid som helt nyindkøbt konstruktionstræ af samme type.

På projektet i Aalborg Kommune har man ikke søgt ibrugtagningstilladelse endnu, men rådgiver forventer, at den allerede eksisterende dokumentation er fyldestgørende.

Primære udfordringer og best practice: Vi kan ikke gøre, som vi plejer

Det overraskede rådgiveren, hvor svært det var at bygge med genbrug. Man er vant til at køre i byggemarked, og så ligger der et datablad på materialet. Det stiller store krav til både rådgivere og entreprenører, der skal udføre denne type projekter. Hvis man skal bruge genbrugstræ, får man ikke altid træ, der er retkantet og homogent, så håndværkerne er nødt til at kunne noget ”fikst” og være med på ideen, fortæller rådgiver.

Tabel 7: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Upcycling Orangeri – Aalborg (træ). De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

	Myndighedskrav	Proceskrav	Bygherrens eller andres krav
Planlægning	**Krav**: Da projektet blev vurderet som primært byggeri, var der krav om byggesagsbehandling og indplacering af byggeriet i en brand-og konstruktionsklasse		
Projektering	**Løsning**: Todelt klassificering af genbrugstræ; 1) visuel gennemgang og 2) densitetsmåling. Brandprøvninger af træet var muligt som en del af pilotprojekt i samarbejde med DBI og BUILD – AAU		
Udførelse	**Krav**: Færdigmelding og ibrugtagningstilladelse. **Løsning**: Ikke ansøgt endnu, men rådgiver regner med at den allerede leverede dokumentation er tilstrækkelig.		
Drift			

3.6 Næste skure

Foto: Næste / Jonathan Weimar

Bygningsanvendelse: Skur
Bygherre: -
Lokation: -
Byggeperiode: -

Genbrugsmateriale: Træ
Bygningstype: Sekundær
Anvendelse: Bærende konstruktion
Faktorer belyst: Indkøb fra tredjepart

Interview:
Næste ApS (leverandør)

Om projektet: Arkitekttegnede skure af genbrugsmaterialer

Næste leverer skure i genbrugsmaterialer, primært genbrugstræ, og deres vision er at være med til at løse affaldsproblemet i byggebranchen. Næstes forretningsmodel er derfor funderet på et område i byggeriet, hvor genbrugstræ kan få lov til at spille en afgørende rolle, og hvor det er nemt at nå i mål med en højere genbrugsgrad. Nemlig de mindste bygninger, skure.

Genbrugskonceptet: Den bedste rolle for genbrugstræ

Næste fortæller, at i deres øjne er genbrug ikke velegnet til det primære byggeri. Her kan der anvendes nye, rene materialer, hvor der er garanti for materialernes ydeevne på f.eks. både brand, statik og miljø. Genbrug giver derimod rigtig god mening at anvende i det sekundære byggeri.

Ifølge Næste findes der 200.000 tons træaffald i byggesektoren, som er egnet til direkte genbrug.

Dokumentation og myndigheder

Hele ideen med at beskæftige sig eksklusivt med skure er, at der er en betragteligt lavere dokumentationsbyrde og færre myndighedskrav ved sekundært byggeri.

Næstes partnernetværk har et tæt samarbejde om at sikre sporbarheden af de materialer, Næste aftager til deres skure gennem en slags materialepas. Det skærper sandsynligheden for gentagende materialehøst og genbrug af skurene i fremtiden. Næstes produkter er i øvrigt FSC-certificerede, hvilket dokumenterer, at de ved deres leverancer bremser efterspørgslen på nye træmaterialer og skovbrug.

Primære udfordringer: Manglende brandstandard for genbrugstræ

Næstes dokumentationsudfordring består primært i brandsmitte ved skel. Hvis skuret skal placeres under 2,5 meter fra skel, er der særlige krav til materialernes brandegenskaber, og Næste vurderer, at det ikke kan overholdes med genbrugstræ. I disse tilfælde bliver Næstes løsning ikke at anvende genbrugsmaterialer til de pågældende bygningsdele.

Næste har leveret et orangeri, som i anvendelseskategori bevægede sig fra skur til opholdsrum. Her fik de forhåndsgodkendelse fra de pågældende myndigheder til, at projektet kvalificerede sig til brandklasse 1, og det var en forudsætning for, at Næste tog opgaven. Ellers havde det været for bekosteligt.

Skaleringspotentialet for Næste skure til flere anvendelsesformer er begrænset af en manglende brand- og konstruktionsstandardisering for genbrugstræ. Ifølge Næste er det noget, der burde kunne løses, fordi materialet allerede har vist sit værd i årtier.

Best practice: Genbrug i sekundært byggeri kræver mindre dokumentation for materialeegenskaber

Best practice for den gode dokumentationsproces er i Næstes tilfælde at styre uden om de største barrierer. Det har Næste løst ved at holde fokus på sekundært byggeri, hvor materialekravene er lempeligere, og hvor der er færrest risici forbundet med at anvende et materiale, hvor man ikke fuldt ud kan dokumentere den tekniske beskaffenhed.

For Næste er selektiv nedrivning det afgørende for at fremme genbrug af byggematerialer generelt. Bunken med de 200.000 ton træaffald er ubrugelig, hvis man ikke får sikret ressourcerne og bevaret kvaliteten. Derfor understreger Næste vigtigheden af gode partnerskaber og ressourcenetværk, der kan sikre aftagere til byggeaffald.

Tabel 8: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Næste skure. De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

	Myndighedskrav	Proceskrav	Bygherrens eller andres krav
Planlægning	**Krav**: Der skal søges byggetilladelse og ibrugtagningstilladelse, hvis forudsætninger i bygningsreglementet (§ 5) for sekundært byggeri ikke er overholdt. **Løsning**: Dokumentation for, at skuret overholder samtlige paragraffer i BR18's bilag 15 til vejledning til kap. 5, "Præ-accepterede løsninger for sekundær bebyggelse i tilknytning til andet end enfamiliehuse". **Krav**: Hvis der bygges under 2,5 meter fra skel, er der særlige krav til materialernes brandegenskaber, som Næste vurderer ikke kan overholdes med genbrugstræ. **Løsning**: Næste benytter ikke genbrugsmaterialer til de pågældende bygningsdele.		**Krav**: Dokumentationsbyrden skal være lav. **Løsning**: Næste påtager sig kun opgaven, hvis skuret kan indplaceres i brandklasse 1 og konstruktionsklasse 1 - det er en forudsætning for deres virksomhed. De leverer kun sekundært byggeri.
Projektering			
Udførelse			
Drift			

3.7 Made in Aarhus

Foto: Lendager.com

Om projektet

Made in Aarhus er et boligprojekt i Lisbjerg nord for Aarhus bestående af 215 boliger i 12 klynger på et 52.000 m^2 stort område. Projektet er udformet med varierende facader og bygningshøjder samt grønne tage.

Genbrugskonceptet:
Ikke en finger at sætte på vingetegl

Lendager Arkitekter var ophavsmand til ideen med at genbruge tagsten til facadebeklædning. Vingetegl var et gængs affaldsmateriale fra nedrivningsprojekter, og for bygherren virkede det oplagt at udnytte den ressource. Derfor var bygherren åben for ideen fra start.

Bygningsanvendelse: Lejeboliger
Bygherre: NREP
Lokation: Lisbjerg, Aarhus
Byggeperiode: 2022

Genbrugsmateriale: Tagsten
Bygningstype: Primær
Anvendelse: Udvendig beklædning
Faktorer belyst: -

Interview:
NREP (bygherre)
Lendager (rådgiver/arkitekt)

Der var næsten ikke noget at sætte fingeren på – vedligeholdsomkostningerne var lave, idet skiftbarheden umiddelbart virkede let, hvis enkelte tegl gik i stykker. Her kunne man blot nøjes med at skifte enkelte teglsten i modsætning til f.eks. at skifte en hel plade, hvis man havde valgt en pladebeklædning.

Dokumentation og myndigheder:

Bygherre havde stor tiltro til vingeteglets kvalitet og tekniske beskaffenhed, idet der er en lang tradition for produktion af tegl i Danmark. Men der skulle projekteres en metode for, hvordan tagstenene kunne ophænges på facaden.

Det blev aftalt at bygge en mock-up af løsningen i hovedprojektfasen. Mock-up'en skulle testes i en periode, idet der var nogle funktioner og holdbarhed, der skulle undersøges – f.eks. om teglene ville klapre i blæsevejr. Tilfældigvis var det blæsevejr i de dage, hvor mock-up'en stod fremme. Det gjorde det muligt at teste løsningen i mere ekstreme forhold end normalt. Ifølge bygherren skete der ikke noget med mock-up'en, og det lagde en dæmper på eventuelle bekymringer at have en en-til-en demonstration af teglbeklædningen.

Best practice: Mock-up og fælles ansvar

Spørger man NREP kan dét at lave en mock-up af den tekniske løsning være et helt centralt greb for at nå i mål med genbrug af vingetegl (eller andre byggevarer for den sags skyld) og tilmed et omdrejningspunkt for god dialog, faglig nysgerrighed og fælles ansvarlighed parterne imellem.

Totalentreprenøren var nysgerrige på metoden og deltog aktivt i sparring om løsningen, hvilket var helt essentielt for gennemførslen, da der ikke kunne leveres en garanti på løsningen. Der var ingen ansvarsfraskrivelse i aftaleforholdene hvad angik vingeteglsbeklædningen, og NREP er sikre på, at det var det tætte samarbejde parterne imellem, der gjorde entreprenøren villig til at påtage sig ansvaret.

Tabel 9: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Made in Aarhus. De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

	Myndighedskrav	Proceskrav	Bygherrens eller andres krav
Planlægning			
Projektering		**Krav**: Ophængningsmetode på facadeløsningen **Løsning**: Det blev aftalt at bygge en mock-up i hovedprojektfasen. Mock-up'en stod fremme i en periode med blæsevejr og bestod dermed funktionstest.	
Udførelse			
Drift			

3.8 Upcycling Orangeri – Frederikshavn (beton)

Foto: Nord A/S

Om projektet: Fokus på genbrugsbeton

Boligforeningen Vesterport i Frederikshavn opførte i 2021 et orangeri i genbrugsmaterialer fra konceptet Upcycling Orangeri.

Fokus i denne case er specifikt på genbrug af betonelementer.

Bygningsanvendelse: Orangeri
Bygherre: Boligforeningen Vesterport
Lokation: Frederikshavn
Byggeperiode: 2020-2021

Genbrugsmateriale: Beton
Bygningstype: Sekundær
Anvendelse: Bærende konstruktion (fundament)
Faktorer belyst: Varierende krav fra myndigheder

Interview:
Nord A/S (rådgiver/arkitekt)

Genbrugskonceptet:
Fra svalegang til fundament

Grundtanken for parterne bag Upcycling Orangeri var at finde ud af, hvor der var større mængder af byggematerialer til afståelse. Nogle almene boligorganisationer kom på banen, da de stod over for store renoveringer.

I begyndelsen var projektets parter mere bekymrede for materialeleverancen, end hvad realiteten egentlig blev. Det viste sig, at der var langt flere genbrugsmaterialer, end de havde troet, fordi der er mange gentagelser i alment byggeri. Herunder også betonelementer, der havde været anvendt som en del af svalegange, og som nu kunne anvendes til fundament for orangeriet.

Rent logistisk foregik det sådan, at nedrivningsentreprenøren Titan Nedbrydning A/S, som indgik i projektpartnerskabet, oprettede et materialelager, som de gradvist fyldte med genbrugsmaterialer, indtil de havde den kapacitet, de skulle bruge på projektet.

Om konceptet Upcycling Orangeri

Upcycling Orangeri er et konceptbyggeri – et 50 m2 stort orangeri af genbrugte byggematerialer, der indtil videre er blevet opført hos to forskellige boligforeninger i hhv. Aalborg og Frederikshavn Kommune.

Et Upcycling Orangeri opføres med genbrugte byggematerialer både i fundament, trækonstruktion, facader af genbrugte termoruder og tag af lamineret glas samt murede gavle af gen-brugssten. Materialerne er primært affaldsprodukter fra store renoveringsprojekter i almene boligforeninger.

Konceptet er et tilpasningsdygtigt byggeri, der kan opføres igen og igen i takt med, at flere boligforeninger går i gang med renoveringer, som giver mulighed for en materialehøst. Rådgiver har en parametrisk model, hvor materialer kan indtastes efter, hvad der er til rådighed, så geometrien på orangeriet kan tilpasses varierende materialemål.

Parterne bag projektet udtænkte konceptet under corona-pandemien, hvor der var forbud mod at mødes indendørs. Med Upcycling Orangeri var det tanken at forsøge at løse både højaktuelle problematikker med ressourceforbruget i byggebranchen og sociale behov – ved at opføre et udendørs mødested for boligforeninger.

Dokumentation og myndigheder: Præ-accepterede løsninger for sekundær bebyggelse

I Frederikshavn Kommune vurderede man, at orangeriet kunne opføres som sekundært byggeri uden behov for byggetilladelse, hvilket lempede dokumentationsbyrden i bygningsreglementet for beregning af styrke og stabilitetsforhold for de bærende konstruktioner.

Den genbrugte beton, som er anvendt i orangeriet, består af elementer, der har fungeret som dæk i en klassisk svalegang på et 70'er-byggeri. Elementerne er skåret fri og derefter lagt på højkant i en udgravet rand, der danner soklen for orangeriet. For at fastslå genbrugsbetonens egenskaber blev der ifm. udtagning af elementerne foretaget en visuel vurdering af armeringens tilstand.

Rådgiver konstaterede, at der ikke var nogen tæring på armeringen. Dertil har man regnet på genbrugselementerne som var de præfabrikerede.

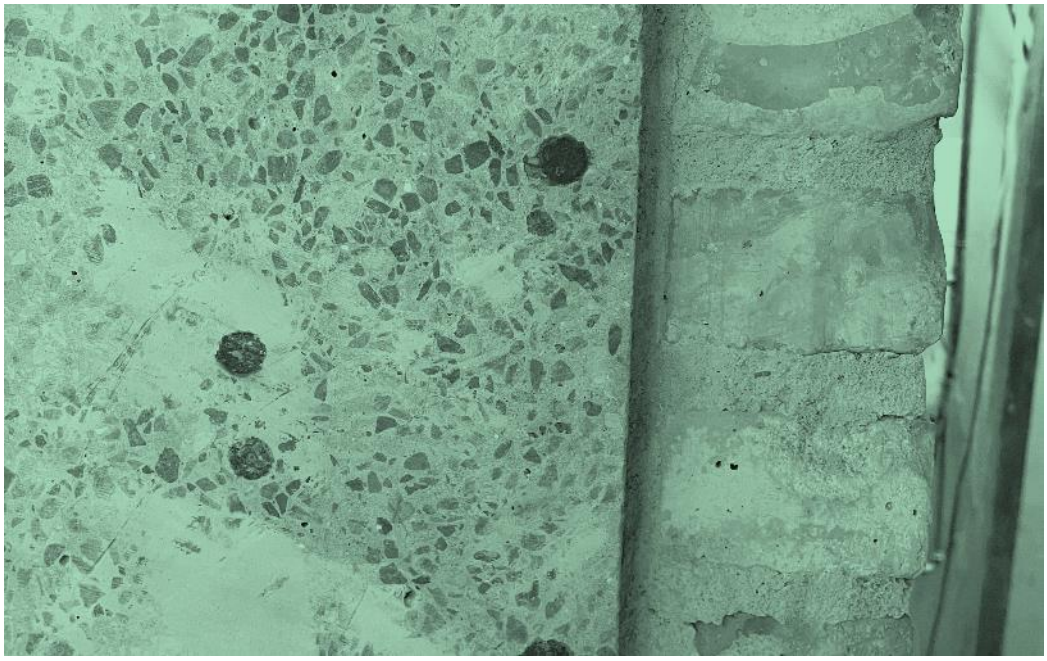
Best practice: Sekundært byggeri med genbrugsmaterialer er godt givet ud

Hos de almene boligorganisationer har man i en periode nu nedlagt fællesvaskerier og andre af de steder, hvor beboere har haft uofficielle mødesteder. Men Nord A/S vurderer, at fællesskabet opsøges mere og mere og behovet for mødesteder vinder indpas igen, og det kræver nye arealkoncepter. Dertil pointerer Nord A/S, at hvis man kan imødekomme det ved at bygge mødesteder som sekundært byggeri med genbrugsmaterialer i den pågældende kommune og evt. bruge de visuelle klassificeringer af genbrugsmaterialerne, er man allerede godt på vej.

Tabel 10: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Upcycling Orangeri – Frederikshavn (beton). De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

	Myndighedskrav	Proceskrav	Bygherrens eller andres krav
Planlægning	**Krav**: Dokumentationskrav i henhold til anvendelse som sekundært byggeri. **Løsning**: Visuel klassificering af genbrugsbetonens ydeevne ifm. udtagningen.		
Projektering			
Udførelse			
Drift			

3.9 Tschernings kontorudvidelse



Om projektet

Tscherning A/S er i gang med at bygge nye kontorlokaler som tilbygning til deres domicil i Hedehusene. Lokalerne bygges i en eksisterende værkstedshal, der støder op til den oprindelige bygning. Byggeriet består af en indskudt konstruktion i to etager inde i værkstedshallen. Dertil ombygges hallens facader med vinduesåbninger.

Der er Tschernings ønske at eksperimentere med projektet. Som nedrivningsentreprenør har Tscherning adgang til et stort materialekatalog, og ambitionen er at genbruge så meget af deres eget eksisterende materialeoplag som muligt.

Bygningsanvendelse: Kontor
Bygherre: Tscherning A/S
Lokation: Hedehusene
Byggeperiode: Igangværende

Genbrugsmateriale: Beton
Bygningstype: Primær
Anvendelse: Bærende konstruktion
Faktorer belyst: Opbevaring af materialer / Bygherres egne materialer

Interview:
Tscherning (bygherre/entreprenør)
AKI Rådgivning (rådgiver)

Genbrugskonceptet: Beton af mange støbninger

Tscherning fortæller ved en rundvisning i det igangværende projekt, at den indskudte konstruktions bærende dele består af betonelementer, der er skåret ud fra nedrivningsprojekter og ført direkte over i byggeprojekt. Dette er udført ved at skære elementerne op i armeringsfugen. Nogle af elementerne er huldæk, der er sat på højkant som skillevægge, hvorefter hullerne er udstøbt. Der er også nye in-situ støbte betondæk lavet med nedknust beton.

Dokumentation og myndigheder

Projektet har en certificeret statiker tilknyttet, som Tscherning har en tæt dialog med om beregningerne, og ifølge Tscherning ser statikeren muligheder frem for begrænsninger.

AKI Rådgivning, som står for de statiske beregninger, fortæller, at der ikke er nogle af de genbrugte betondele, der er kritiske ift. gældende materialekrav for de bærende konstruktioner.

> *Både på tryk- og træksiden er vi så langt fra at komme i nærheden af kritiske forhold, da alle de genbrugte elementer er meget overdimensionerede til formålet. Jeg behøver ikke at sætte styrkekoefficienterne særlig højt i mine statiske beregninger.*
>
> *– AKI Rådgivning*

AKI Rådgivning er ikke færdig med de egentlige statiske beregninger, der skal medsendes sluterklæringen. Derfor kan den konkrete dokumentationsproces ikke beskrives nærmere.

Primære udfordringer: In-situ planlægning

I dette projekt har man generelt set muligheder frem for udfordringer. Men Tscherning nævner dog, at der pga. økonomien og logistikken omkring udtagning af betonelementer fra en gammel bygning er en udfordring i, at betonelementerne skal tilskæres det specifikke projekt (hvor de skal genbruges) on-site ved nedrivningen. Skærefladen er skrøbelig og diamantsnittet koster mange penge, så man skærer ikke bare, uden at vide, om det er det rigtige snit, og uden et direkte aftagerprojekt, som kan specificere geometrien. Dette kræver løbende vurdering af metode og opdatering af arbejdsbeskrivelser, hvilket projektparterne har løst gennem meget tæt samarbejde.

Best practice: Det gode samarbejde

Ifølge Tscherning er best practice ift. at nå i mål med genbrug af byggematerialer, at man som bygherre skal starte med at vurdere, hvad man har i sin eksisterende materialeporteføljer – skal noget rives ned, skal den eksisterende bygningsmasse tænkes ind i den nye. Tscherning pointerer også, at det er alfa og omega med gode samarbejdspartnere, der deler genbrugsvisionen og indgår i tæt dialog om løsningerne. Både i mødelokalet og på byggepladsen.

Tabel 11: Opsummering af dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, der gav anledning til særlige udfordringer og løsninger, for Tschernings kontorudvidelse. De blanke felter indikerer ikke, at der ikke har været krav, men at disse krav ikke gav anledning til særlige udfordringer.

<table>
<tr><th></th><th>Myndighedskrav</th><th>Proceskrav</th><th>Bygherrens
eller andres krav</th></tr>
<tr><td>Planlægning</td><td rowspan="2">Krav: Ombygning af eksisterende byggeri kræver ansøgning om byggetilladelse, når de bærende konstruktioners virkemåde ændres. Byggeriet skal derfor indplaceres i en konstruktionsklasse.

Løsning: Der anvendes ingen genbrugte betondele, der er kritiske ift. gældende materialekrav for bærende konstruktioner.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Projektering</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Udførelse</td><td></td><td colspan="2">Krav: Arbejdsbeskrivelser til udskæring af elementer uden at kompromittere ydeevne.

Løsning: Tegningsmateriale på eksisterende bygninger findes i nogle tilfælde. Der er lavet arbejdsbeskrivelser på alle tekniske fag. Med hensyn til design er der udført overordnede planer og snit samt designmapper, som danner grundlag for udseende og materialer. Alt dette er sammensat og besluttet på møder mellem arkitekt og bygherre og håndstyres igennem samarbejde med bygherre og de udførende.</td></tr>
<tr><td>Drift</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Del III

Anbefalinger

4 Anbefalinger på tværs af cases

Med afsæt i de mange dokumentationsudfordringer, -løsninger og gode råd, der er præsenteret i de 8 best practice cases og som blev kortlagt på en tværfaglig workshop, fremstilles her en række generiske anbefalinger til, hvordan "den gode dokumentationsproces" for genbrugsmaterialer kan tilrettelægges og gennemføres. Formålet er at give et overblik over, hvad man som bygherre, rådgiver eller entreprenør typisk møder af dokumentationsudfordringer i løbet af en byggeproces, samt gode, praksis-baserede råd til, hvordan disse udfordringer kan løses.

Mens casene fokuserer på specifikke genbrugsmaterialer, ser de generelle anbefalinger på tværs af materialerne, da casene viser, at mange udfordringer og løsninger går igen uanset hvilket materiale, der er tale om. Anbefalingerne er i stedet opdelt i tre kategorier af krav, der stilles til dokumentation på tværs af cases:

- **Myndighedskrav**: Krav til dokumentation der relaterer sig til gældende lovgivning
- **Proceskrav**: Krav til dokumentation vedr. arbejdsprocesser, udførelse, montage m.m.
- **Bygherres eller andres krav**: Krav til dokumentation der stammer fra et særligt ønske eller krav fra bygherren eller en anden part, der har væsentlig betydning for byggeprojektet

I det følgende er anbefalinger samlet med afsæt i de tre krav-kategorier. Derudover samler et afsnit op på læringer tilknyttet de faktorer (byggeproces, regulering og logistik), som den indledende analyse pegede på kan have en særlig indflydelse på dokumentationsprocessen for genbrugsmaterialer. Afslutningsvist præsenterer en opsamlende illustration de væsentligste krav og gode råd, som kan bidrage til "den gode dokumentationsproces".

Anbefalingerne har en generel og overordnet karakter, da de er baseret på udvalgte best practice erfaringer og gode råd fra casene. Erfaringerne fra praksis har vist sig at være meget individuelle og kontekstafhængige, og det har således været vanskeligt at trække konkrete og detaljerede anbefalinger ud af casene. Det kan konstateres, at genbrugsmaterialer stadig er et nyt arbejdsområde i byggeriet, hvor generelle, standardiserede procedurer og metoder fortsat er under udvikling. Det er altså fortsat præmissen for genbrugsmaterialer, at udfordringer og løsninger vedr. dokumentation håndteres ad hoc og vurderes fra sag til sag. Men trods alt viser casene – og anbefalingerne – at der er udvikling på området og at det kan lykkes at nå i mål.

4.1 Myndighedskrav

Myndighedskrav betegner her de krav, som stilles gennem lovgivning, herunder bygningsreglementet. Alt byggeri skal overholde bygningsreglementet, som stiller tekniske krav til bygninger for bl.a. at sikre hensynet til sikkerhed og sundhed i byggeriet.

Ansøgning om byggetilladelser og ibrugtagningstilladelse spiller typisk en nåleøje-rolle i dokumentationsprocessen for genbrugsmaterialer. Her er det ofte nødvendigt at kende til de anvendte materialers egenskaber eller ydeevne vedr. mekanisk modstandsdygtighed og stabilitet, brandsikring, sundhed og miljø, energibesparelser og varmeisolering m.v. I casene har det særligt været ydeevne vedr. brand og konstruktioner, som har været svære at fastslå for genbrugsmaterialerne.

CE-mærkning og deklarering af ydeevne

Køber man en ny-produceret byggevare, vil denne være underlagt byggevareforordningen, som stiller krav om, at alle byggevarer, der er omfattet af harmoniserede standarder, skal være CE-mærket[1]. De harmoniserede standarder udgør en ensartet struktur for, hvordan en byggevares

[1] https://www.sik.dk/erhverv/produkter/byggevarer/ce-maerkning-byggevarer

væsentlige egenskaber skal deklareres og dokumenteres. CE-mærkningen er altså ikke et kvalitetsstempel, men et udtryk for, at byggevarens ydeevne er deklareret og dokumenteret iht. lovgivningens retningslinjer. Om byggevaren er egnet til det aktuelle formål, så bygningsreglementet er overholdt, skal naturligvis vurderes fra sag til sag.

Myte om genbrug og CE-mærkning

Bygningsreglementet kræver ikke, at byggevarer er CE-mærkede!

Det er en udbredt myte, at krav i bygningsreglementet om CE-mærke forhindrer genbrug. Bygningsreglementet kræver nemlig ikke, at man anvender CE-mærkede produkter, (bort set fra produkter til afløbsinstallationer), hverken når byggevaren er ny eller brugt. Derimod kan der være vanskeligheder med at dokumentere byggevarens ydeevne. Byggevarens egenskaber må gerne dokumenteres på en måde, så man kan sikre, at man lever op til reglementets krav. Det kan være en praktisk hindring, når man ikke har CE-mærket at holde sig til.

CE-mærkningen reguleres af byggeforordningen og stiller krav til producenter af byggevarer, når de bringer deres produkter på markedet. Byggevareforordningen stiller ikke krav til forbrugeren af byggevaren.

Hvis der ikke foreligger en ydeevneerklæring for en byggevare, skal de relevante egenskaber ved materialet dokumenteres på anden måde. Det gælder også genbrugte materialer, som ikke er omfattet af de harmoniserede standarder, og hvor der altså ikke findes strukturerede retningslinjer for, hvordan ydeevner deklareres. Myndighederne vil således typisk forlange anden form for dokumentation for, at genbrugsmaterialet opfylder diverse krav til ydeevne, så det kan eftervises, at bygningsreglementet er overholdt i den aktuelle sag.[2] Udfordringen ligger her i at få kendskab til og dokumentation af ydeevner for genbrugsmaterialer, som jo har ”levet et liv”. Det er derfor ofte vanskeligt at vurdere genbrugsmaterialets restlevetid, styrke, brandegenskaber osv., da produktionsmetode, belastning over tid, vedligeholdelse (eller mangel på samme) kan være ukendt.

Myte om genbrug og dispensation

Genbrug alene er ikke en grund til at søge dispensation hos kommunen.

Det gælder for nye såvel som for brugte byggevarer, at hvis man kan dokumentere, at byggevarens egenskaber lever op til kravene i bygningsreglementet, så er der ikke grund til at søge om dispensation.

Casene viser forskellige metoder til, hvordan styrke og brandegenskaber kan fastslås for forskellige genbrugsmaterialer. Det er tydeligt på tværs af casene, at der ikke er en entydig praksis for, hvordan genbrugsmaterialernes ydeevne fastlægges og dokumenteres. Det afhænger i høj grad af det enkelte materiale og den aktuelle kontekst, herunder den aktuelle anvendelse, bygningstype og den tilknyttede rådgivers erfarings- og vidensniveau. Dog viser casene om Katrinedals

[2] https://byggevareinfo.dk/byggevareforordningen-/det-ikke-harmoniserede-omraade

Skole og Næste skure, at der ved indkøb af genbrugsmaterialer fra en tredjepart som Gamle Mursten og Næste er den fordel, at de har specifikt og indgående kendskab til deres respektive genbrugsmaterialers typiske egenskaber. Og de har oparbejdet en procedure – der for Gamle Mursten endda muliggør CE mærkning af genbrugsmurstenene – for hvordan genbrugsmaterialernes ydeevne kan fastlægges og dokumenteres til det givne formål.

Case: CE-mærkede genbrugsmursten

I casen om Katrinedal Skole, blev der anvendt genbrugsmursten fra virksomheden Gamle Mursten. Sidenhen, i 2018, er det blevet muligt for Gamle Mursten at CE mærke deres genbrugsmursten ved at få udarbejdet en frivillig ETA (European Technical Assessment). ETA'en er kommet i hus gennem et tæt samarbejde med ETA-Danmark, som hjalp med at identificere hvilke tests, murstenene skulle underlægges for at kunne dokumentere de relevante egenskaber.

Også virksomheden Genbrugssten har fået udarbejdet en ETA, så deres genbrugsmursten ligeledes kan CE-mærkes.

Læs mere på gamlemursten.dk og genbrugssten.dk

Gode råd til at fastslå og dokumentere genbrugsmaterialers ydeevne – særligt vedr. brand og konstruktioner:

- Byggeri med genbrugsmaterialer skal overholde bygningsreglementet på lige fod med byggeri med "konventionelle" byggematerialer. Udfordringen ligger i at fastslå og dokumentere genbrugsmaterialets ydeevne, hvilket vil afhænge af det konkrete materiale, dets anvendelse, hvilken type byggeri der er tale om m.v.

- Bygherre bør – evt. sammen med en rådgiver og evt. i dialog med kommunen – tidligt få afklaret de grundlæggende rammer for byggeriet og dermed få fastlagt hvilke krav byggeriet skal leve op til. Det kan f.eks. være anvendelseskategori, om der er tale om sekundær eller primær bebyggelse, og konstruktions- og brandklasser.

- Overvej at prioritere anvendelse af genbrugsmaterialer i sekundært byggeri i stedet for i primært. Her er materialekravene lempeligere, og der er færrest risici forbundet med at anvende et materiale, hvor man ikke fuldt ud kan dokumentere dets tekniske egenskaber.

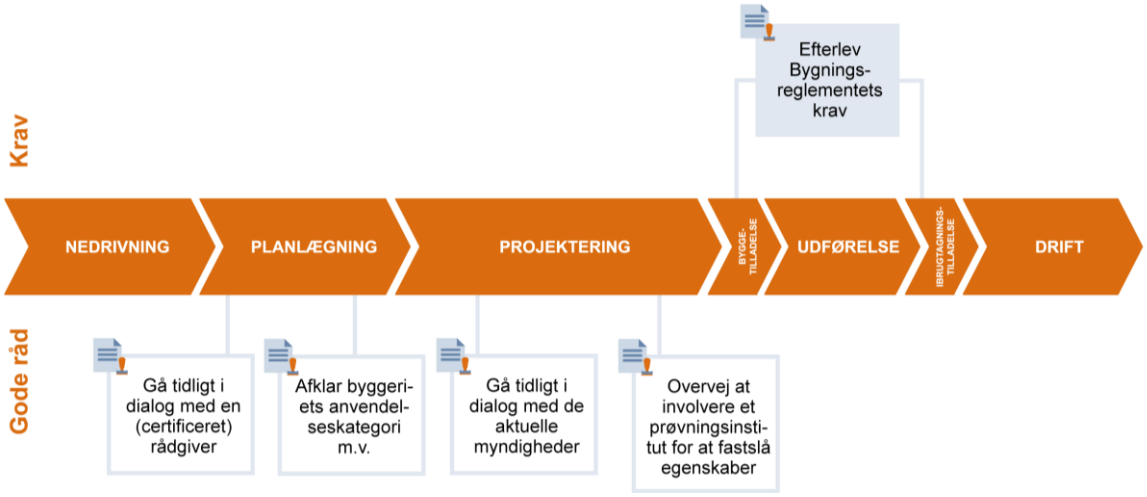
- Tag en tidlig dialog med din (certificerede) rådgiver om, hvilke egenskaber, der er nødvendige at kende, for at anvende det aktuelle genbrugsmateriale i det aktuelle byggeprojekt. Overvej om der er fordele ved alternative anvendelser, f.eks. ved at anvende genbrugsmaterialet i sekundære bygninger i stedet for primære, eller som f.eks. facadebeklædning i stedet for i bærende konstruktioner.

- Tag en tidlig forhåndsdialog[3] med den aktuelle kommunale sagsbehandler, der som myndighed skal udstede bygge- og ibrugtagningstilladelse for byggesagen – og tag råd-

[3] Bygherreforeningen har udarbejdet en Guide til den gode forhåndsdialog.

giveren med! Drøft her hvordan kommunen ønsker dokumentation af relevante egenskaber for genbrugsmaterialet, hvordan disse egenskaber kan fastslås, og om der skal afholdes en forhåndsdialog med kommunen med henblik på at afklare rammerne for byggeprojektet og forhold til anden lovgivning. Gør det gerne tidligt i projekteringsfasen, så der er tid og mulighed for at få udarbejdet den nødvendige dokumentation og evt. tilpasse projektet, så genbrugsmaterialet kan indgå, inden for meget er låst fast. Anbefalingen er klart, at jo tidligere og tættere dialog, jo bedre.

- Hvis muligt – f.eks. når der er tale om store partier ens genbrugsmaterialer – kan det være nyttigt at involvere et relevant prøvningsinstitut, der med udgangspunkt i standarden for tilsvarende nye produkter, kan prøve et repræsentativt antal emner af genbrugsmaterialet. Forinden er det dog vigtigt at få fastlagt, hvilke egenskaber der skal dokumenteres, og som prøveinstituttet således skal belyse.



Figur 4: Dokumentationskrav og tilsvarende gode råd vedr. myndighedskrav. Vær opmærksom på, at de gode råd ofte omhandler tiltag, der finder sted tidligt i processen, og før det aktuelle krav skal efterleves.

4.2 Proceskrav

Selvom især myndighedskrav fylder meget i de undersøgte cases' dokumentationsprocesser, så har også proceskrav spillet en væsentlig "nåleøje-rolle" i flere cases. Proceskrav efterspørger dokumentation, der vedrører arbejdsprocesser, udførelse, montage m.m. – altså processen hvorved genbrugsmaterialerne kan håndteres.

Arbejdsbeskrivelser

Det er vigtigt med dokumentation for, hvordan genbrugsmaterialer skal håndteres, monteres osv. – f.eks. gennem præcise arbejdsbeskrivelser – så der ikke opstår uklarhed om rolle- og ansvarsfordeling. Dette er særligt vigtigt, når det drejer sig om genbrugsmaterialer, hvor løsninger og metoder fortsat er meget nye og uafprøvede for de fleste, og hvor man ikke bare kan gøre "som man plejer". På den måde kan krav til procesdokumentation i høj grad blive en stopklods for anvendelsen af genbrugsmaterialer, som det næsten var tilfældet i f.eks. casen om Nordeas gamle domicil. Havde de ikke fundet en løsning på, hvordan genbrugstrægulvet skulle lægges ved at udføre en mock-up, var det sikkert endt med, at de havde lagt et nyt gulv.

Gode råd til at udarbejde arbejdsbeskrivelser for genbrugsmaterialer:

- En mock-up er et rigtig godt udgangspunkt for at kunne udarbejde arbejdsbeskrivelser, lægge- og montagevejledninger m.m. I casene er mock-ups både brugt ifm. et genbrugstrægulv og en facadeløsning med genbrugstegl. I begge tilfælde var mock-up'en med til at give "syn for sagen", så både bygherre, rådgiver og udførende kunne se, hvordan den endelige løsning blev. Og mange spørgsmål blev afklaret, både ift. montering, vedligehold m.v., så der efterfølgende kunne laves klare og præcise aftaler om hvem, der skulle gøre hvad og hvordan.

- Når der skal udføres byggearbejde med genbrugsmaterialer, f.eks. opmures med genbrugsmursten, kan det være en god idé at involvere leverandøren af genbrugsmaterialet eller en anden fagperson, der har erfaring med at arbejde med genbrugsmaterialet. Disse kan give kvalificeret rådgivning til, hvordan arbejdsbeskrivelser udarbejdes, så der tages hensyn til, at genbrugsmaterialer nogle gange skal håndteres lidt anderledes end "konventionelle" materialer.

- Hvis et genbrugsmateriale skal håndteres og renses on-site, f.eks. hvis det skal anvendes samme sted, hvor en bygning rives ned, så er det vigtigt at få denne arbejdsproces præcist beskrevet ifm. entrepriseudbuddet. Både nedrivningen, rensningen, stabling på paller, opbevaring, transport m.v. skal beskrives, så der ikke opstår tvivl om, hvem eller hvordan genbrugsmaterialet skal håndteres.

- Udtagning af materialer til genbrug skal gerne ske uden at ydeevnen kompromitteres. Hvis muligt, kan arbejdsbeskrivelser for demontage ske med udgangspunkt i det eksisterende tegningsmateriale. Dog er aldrende tegningsmateriale ofte upræcist (hvis det overhovedet findes), så det er også vigtigt at gøre brug af "sund fornuft", og bl.a. gøre brug af en nedrivers kompetencer til at vurdere, hvordan og hvor komponenter er samlet.

Udførelse generelt

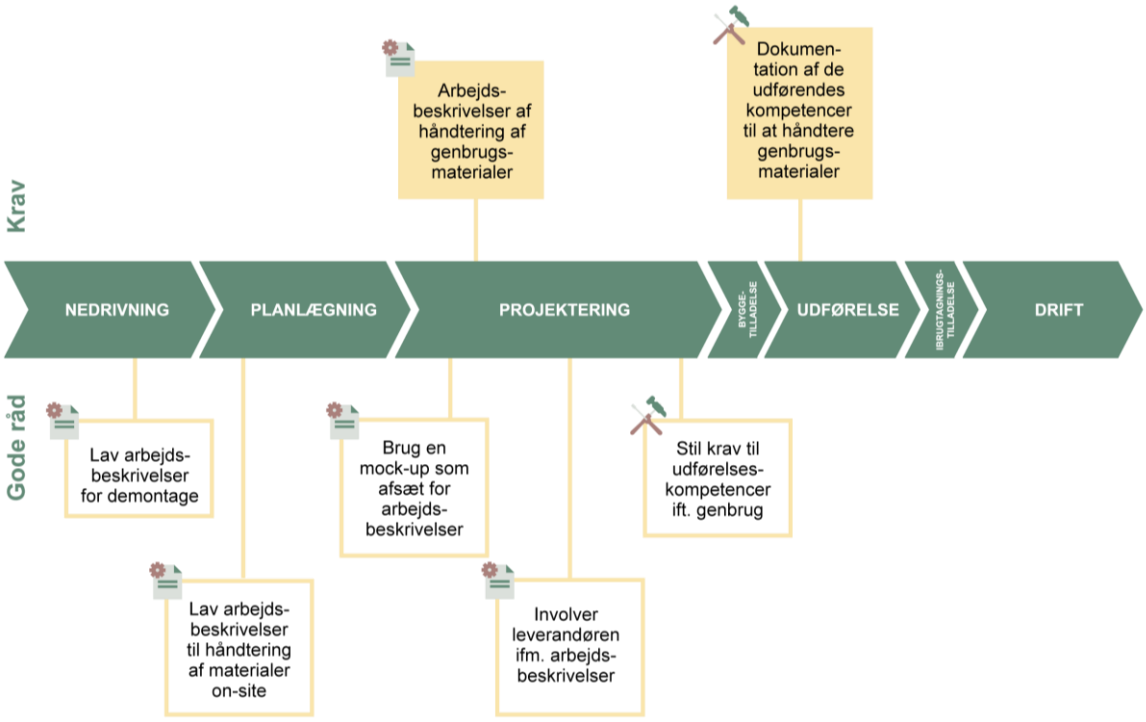
Det er vigtigt, at de udførende har de rette kompetencer til at håndtere genbrugsmaterialer. Både så genbrugsmaterialerne bliver bygget ind korrekt, hvorved risiko for efterfølgende svigt minimeres og vedligeholdelsesprocessen optimeres. Og så der er potentiale for fremtidig genbrug – altså så f.eks. genbrugsmursten mures op med kalkmørtel, så de kan skilles ad igen.

Gode råd til at sikre kompetent håndtering af genbrugsmaterialer ifm. udførelse:

- Bygherren skal være præcis i sin kravstillelse – både hvad angår kompetencer og arbejdsbeskrivelser. Udnyt muligheden for at gå i dialog med markedet inden udbuddet[4], hvis der er tvivl om, hvilke kompetencer og processer der er nødvendige.

- Vær tydelig om krav til design for adskillelse i form af adskillelige materialer og samlinger ifm. udførelsen. Er der først muret op med cementmørtel, er det rigtig svært at få skilt stenene ad igen.

[4] Se f.eks. Værdibygs vejledning Dialog i udbudsprocessen



Figur 5: Dokumentationskrav og tilsvarende gode råd vedr. proceskrav. Vær opmærksom på, at de gode råd ofte omhandler tiltag, der finder sted tidligt i processen, og før det aktuelle krav skal efterleves.

4.3 Bygherres eller andres krav

Disse dokumentationskrav stammer fra et særligt ønske eller krav fra bygherren eller en anden part, der har væsentlig betydning for byggeprojektet. Herunder krav om bæredygtighedscertificering, som afføder en række krav til dokumentation af genbrugsmaterialer, som skal passe ind i de kriterier og skabeloner, som de forskellige certificeringsordninger anvender.

Bygherres krav

Krav til dokumentation kan komme fra f.eks. bygherren selv, der har brug for at sikre sig, at løsningerne med genbrugsmaterialerne bliver som ønsket – mht. udseende, funktionalitet, vedligehold osv.

Gode råd til at dokumentere løsninger med genbrugsmaterialers udseende eller funktionalitet:

- Lav en mock-up! Det kræver tid og skal være tænkt ind i planlægningen og processen. Men det løser meget at få "syn for sagen" og få afprøvet 1:1 hvordan et genbrugsmateriale eller en løsning opfører sig, f.eks. i forskelligt vejr.

Forsikring

Forsikringer kan være et afgørende nåleøje for anvendelsen af genbrugsmaterialer. Forsikringsselskaber har ofte brug for dokumentation af særligt en bygnings brand- og konstruktionsmæssige egenskaber for at kunne beregne byggeriets risikoprofil og dermed forsikringspræmie. Er dokumentationen ikke tilstrækkelig, kan man risikere, at forsikringsselskabet ikke ønsker at dække byggeriet, og så går hele projektet i stå.

Gode råd til at imødekomme forsikringsselskabers krav til dokumentation

- Bygherre bør tidligt involvere sit forsikringsselskab i projektet, når det involverer genbrugsbyggematerialer. Jo tidligere dialogen starter, jo bedre mulighed er der for at informere og betrygge forsikringsselskabet og for at tilpasse projektet efter forsikringsselskabets krav.

- Hvis der er krav fra forsikringen om garantistillelse på genbrugsbyggevarer, f.eks. genbrugstagsten, kan et relevant prøvningsinstitut, med udgangspunkt i standarden for tilsvarende nye produkter, prøve et antal emner af genbrugsmaterialet. Udfaldskrav bør aftales før prøvningen udføres, så forsikringsselskabet får den information og dokumentation, de har brug for.

Svanemærket

Her stilles der høje krav til miljø og kemi. Det kan være vanskeligt at måle og dokumentere for genbrugsmaterialer, da det ofte er uvist, præcis hvordan et materiale f.eks. er blevet malet eller imprægneret, eller om materialet tidligere har været i kontakt med f.eks. fuger, der har indeholdt skadelige stoffer.

Gode råd til dokumentation iht. Svanemærket:

- Tag en tæt og tidlig dialog med Miljømærkning Danmark. De kan både guide igennem de forskellige kriterier – og hjælpe med at finder alternative løsninger, så genbrugsmaterialer kan accepteres

- Gå efter de forhåndsgodkendte materialer

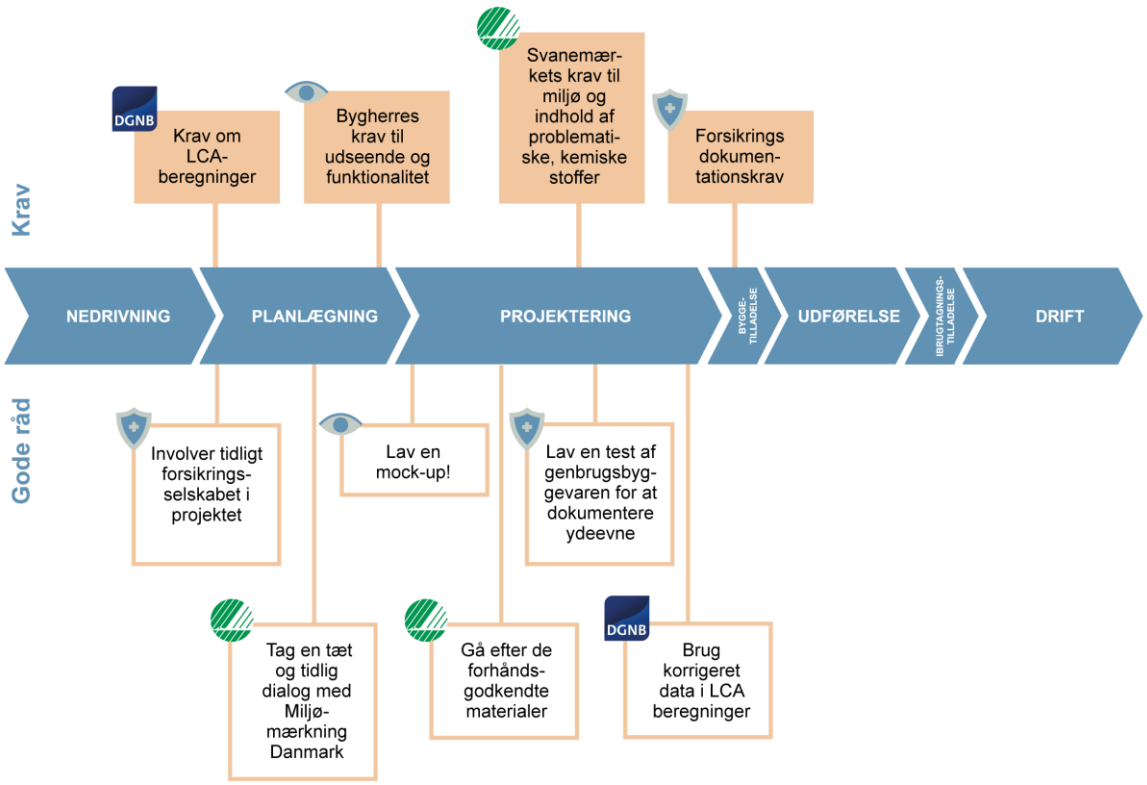
DGNB

I DGNB kriterierne er der krav om LCA-beregninger[5], hvor det kan være uklart, hvordan klimapåvirkninger fra genbrugsmaterialer medtages i beregningsmetoderne.

Gode råd til LCA-beregninger ifm. DGNB certificering:

- Brug korrigeret data i beregningen, f.eks. med afsæt i BUILD – AAU's datasæt med CO_2-aftryk for en række genbrugte materialer[6]

[5] Da de 8 cases alle er gennemført før 2023, har Bygningsreglementets klimakrav, der blev indført 1/1 2023, og kravet om LCA-beregninger ikke været aktuelt.
[6] https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/328959571/SBI_2019_08.pdf



Figur 6: Dokumentationskrav og tilsvarende gode råd vedr. bygherres eller andres krav. Vær opmærksom på, at de gode råd ofte omhandler tiltag, der finder sted tidligt i processen, og før det aktuelle krav skal efterleves.

4.4 Andre faktorer

Som en del af udvælgelseskriterierne for de 8 cases blev en række faktorer identificeret, som potentielt kunne have betydelig indflydelse på dokumentationsprocessen ifm. genbrugsmaterialer:

- Forskelligt kendskab til ressource, f.eks. indkøb fra tredjepart eller bygherrens egne materialer (byggeproces)
- Forskellige krav fra certificerende rådgivere og/eller myndigheder (regulering)
- Forskellige måder af løse f.eks. opbevaring af materialerne (logistik)

Disse faktorer er berørt på forskellig vis i de 8 cases.

Tabel 12: Faktorer belyst i de 8 cases

	Byggeproces		*Regulering*	*Logistik*
	Indkøb fra tredjepart	Bygherres egne materialer	Varierende krav fra myndigheder	Opbevaring af materialer
Katrinedals Skole	X			
Børnehuset Svanen		X		X
Nordeas gamle domicil		X		
Upcycling Orangeri - Aalborg (træ)			X	
Næste skure	X			
Made in Aarhus				
Upcycling Orangeri - Frederikshavn (beton)			X	
Tschernings kontorudvidelse		X		X

Disse faktorers påvirkning af de 8 cases' dokumentationsprocesser giver anledning til følgende gode råd:

- Det kan lette dokumentationsprocessen at indkøbe genbrugsmaterialerne fra en specialiseret tredjepart, eller at genbruge bygherrens egne materialer – i modsætning til genbrugsmaterialer, der høstes fra en eller flere andre nedrivninger.

- Når det er bygherrens egne materialer, der genbruges, opnår man typisk et større kendskab til den tilgængelige genbrugsmaterialers mængde, ophav og historik, hvilket kan gøre det nemmere at fastslå materialets egenskaber. Derudover kan det også give mulighed for at time udtagning og anvendelse, så langvarig og dyr opbevaring kan undgås.

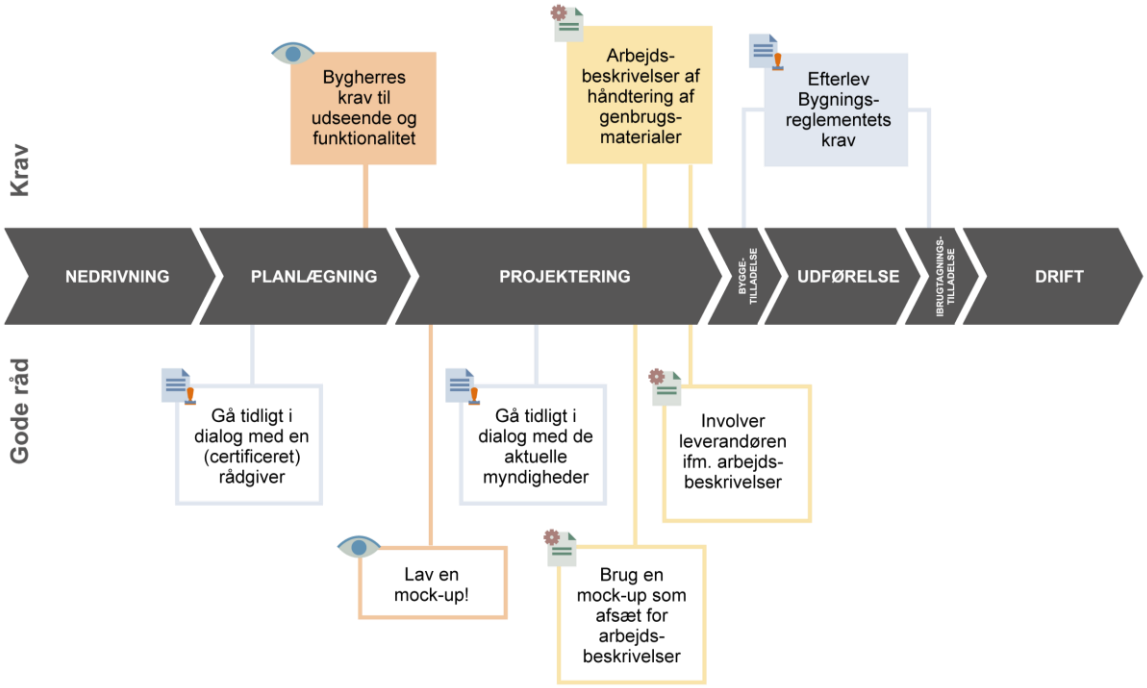
- Materialer fra en tredjepart har den fordel, at leverandøren kender sit produkt og kan vejlede i (eller stå for) håndtering, montage, indbygning osv. Derudover har tredjeparts leverandøren ofte oparbejdet en standardiseret procedure for hvordan det konkrete genbrugsmateriales egenskaber fastslås og dokumenteres.

- Tag en tidlig dialog med den relevante kommune og få afklaret om det aktuelle byggeri vurderes til at være primært eller sekundært byggeri, så man ved, hvad man skal projektere efter.

- Logistik og indretning på byggepladsen er en vigtig faktor for genbrug af materialer – både når materialer høstes fra andre nedrivninger eller er bygherrens egne. Det er ikke altid muligt at time udtagning og anvendelse, og så bliver det afgørende, at der er plads til opbevaring – gerne ifm. byggepladsen, så unødig transport undgås – af genbrugsmaterialerne.

4.5 Top-5 gode råd til "den gode dokumentationsproces"

Set på tværs af de tre kravtyper kan der fremhæves en række krav, som udgør de primære "nåleøjer" i dokumentationsprocessen, der opleves i praksis, og en række tilsvarende gode råd. Så hvor de tre illustrationer, der knytter sig til de tre forskellige typer dokumentationskrav, opsummerer alle respektive anbefalinger, viser illustrationen herunder en top-5 over gode råd til "den gode dokumentationsproces".



Figur 7: Top-5 over gode råd til "den gode dokumentationsproces". Vær opmærksom på, at de gode råd ofte omhandler tiltag, der finder sted tidligt i processen, og før det aktuelle krav skal efterleves.

5 Afrunding og tak

Der skal lyde en stor og hjertelig tak til alle de praktikere, der har delt deres erfaringer med dokumentation af genbrugsmaterialer – både ifm. case-studierne, de supplerende interviews og ved deltagelse i workshoppen.

Set på afstand og på tværs af de 8 cases i denne rapport er det tydeligt, at genbrug af materialer i byggeriet skal tilgås med pragmatisk fornuft. Ydeevne, arbejdsbeskrivelser, funktionalitet m.m. må vurderes fra sag til sag, og fra genbrugsmateriale til genbrugsmateriale. Udfordringer må løses i takt med at de opstår. Vi håber, vi med denne rapport og de konkluderende anbefalinger har kunnet bidrage med gode råd fra praksis til, hvordan udvalgte ”nåleøjer” i dokumentationsprocessen kan overkommes. Og at det kan lette vejen til mere genbrug i byggeriet, både for de få, der allerede har erfaringer, og især for de mange, som gerne vil arbejde med genbrug, men (med rette) synes det er svært.

Social- og Boligstyrelsen

Social- og Boligstyrelsen Edisonsvej 1
5000 Odense C
Tlf.: 72 42 37 00

www.sbst.dk

oktober 2023