



AFSLUTTENDE **RAPPORT**

UPCYCLE 3.0

VEJE TIL SKALERET GENBRUG AF
BÆRENDE TRÆ I BYGGERIET



Indhold

Introduktion	3
Metoder	5
Barrierer	6
Barrierer specifikt i relation til brand	10
Roadmap	12
Forskning og forsøg	15
Konklusion	16
Diskussion	17
Videre arbejde	17
Kilder	19
Bilag	19

Introduktion

BAGGRUND

Træ forudses at blive en knap ressource i nær fremtid. Dette skyldes ikke mindst en øget efterspørgsel efter biogene byggematerialer. En stigende mængde af skovrejsningsprojekter skal være med til at afhjælpe problemet, men med træes lange væksttid, har det også lange udsigter. Bærende træ laves af noget af det bedste kvalitetstræ og kan på sigt blive svært at fremskaffe. Vi skal derfor bevare og cirkulere bærende træ i byggeriet, så længe som muligt.

FORMÅL MED PROJEKTET

Den langsigtede vision er at gøre genbrug af bærende træ muligt i byggeriet generelt. I samarbejdsprojektet Upcycle Orangeri 2.0 blev det vist, hvordan det kan gøres muligt i sekundært byggeri. Der er dog stadig en del barrierer, som forhindrer skalering i større stil, og endelig er potentialet langt større i det primære byggeri, hvor det fulde risikobillede endnu ikke er afdækket. Formålet med Upcycle 3.0 er derfor at bidrage til afdækning af barrierer og løsningsrum for genbrug af træ til bærende konstruktioner i det primære byggeri. Mange findings vil være af en generel karakter, og vil derfor kunne informere eller inspirere en lignende proces for andre materialer, der ønskes genbrugt.

Målet i fase 1 i Upcycle 3.0 har været en holistisk afdækning af de barrierer og risici, der er forbundet ved anvendelse af genbrugt træ til bærende konstruktioner i det primære byggeri, og derigennem også i det sekundære byggeri.

Målet i fase 2 har været at kortlægge veje til at håndtere de afdækkede barrierer og risici for herigennem at muliggøre skaleret genbrug af bærende træ.



MÅLGRUPPE

Alle led i byggeprocessen bliver direkte eller indirekte inddraget, eller skal være særligt opmærksomme, når kendte jomfruelige træmaterialer ønskes erstattet med genbrugte træmaterialer af ofte ukendt oprindelse og beskaffenhed. Hele byggeriets værdikæde bliver dermed projektets målgruppe.

- Nedrivningsfirmaer
- Forhandlere
- Bygherrer
- Rådgivere
- Arkitekter og projekterende
- Ingeniører
- Udførende aktører (håndværkere etc.)
- Byggemyndigheder

PROJEKTPARTNERE OG BIDRAG

Projektets målgruppe afspejles i partnersammensætningen i projektet, der består af henholdsvis 3 vidensinstitutioner og 8 virksomheder repræsenterende hver deres del af værdikæden. Partnerne har således bidraget til projektet med væsentlig viden, indsigt og erfaringer.

De 3 vidensinstitutioner:

- BUILD, Aalborg Universitet - (Jørgen Munch-Andersen)
- DTU, Danmarks Tekniske Universitet - (Lisbeth Ottesen, Aline Aldry)
- DBI, Dansk Brand-og sikringsteknisk Institut - (Else Maria Søborg Ohlsen, Lea Sandalgård Knudsen, Claus Langhoff)

De 8 virksomheder:

- TITAN Nedrivning A/S - (Hans Ulrik Møller)
- Arkitektfirmaet NORD A/S - (Jeppe Koefoed)
- Frandsen og Søndergaard K/S, rådgivende ingeniører - (Karina Vedel Kronborg)
- NOWI, Nordisk Wood Industries - (Joan Bruun Thiesen)
- STARK Danmark A/S - (Kent Fonseca)
- Genbyg A/S - (Jesper Holmberg)
- Enemærke og Petersen A/S - (Anders Sørensen)
- DNV Denmark A/S - (Thomas Pehrson)

PROJEKTOPBYGNING

Projektet har fokuseret på videnindsamling og videnformidling gennem workshops og interviews. Dels fra eksperter og partnere indenfor de respektive områder, og dels gennem desk-research.

Herudover har der været gennemført en række brandtest. Målet har her været at teste genbrugstræs reaktion på brand, og derigennem få en indikation af om gammelt træ antænder tidligere end nyt træ, eller om den aktuelle Kommisionsbeslutning for nyt træ også kan omfatte genbrugt træ. I det forudgående projekt "Upcycle Orangeri 2.0", var fokus i forbindelse med brandtest rettet mod træets brandmodstandsevne, altså indbrændingshastighed.

Metoder

SEMISTRUKTURERET INTERVIEW

Der er foretaget semistruktureret interviews med projektpartnerne med det primære formål at kvalificere design af workshop samt generel viden -og erfaringsindsamling.

Der er dertil anvendt en mere struktureret interviewmetode, hvor alle projektpartnere skriftligt har svaret på specifikke spørgsmål om f.eks. hvilke barrierer de anser for at være de vigtigste ift. nemmere at kunne anvende genbrugstræ i byggeriet.

WORKSHOP

Formålet med workshop som metode i dette projekt var at:

- Diskutere emnet og dele viden på tværs af byggeriets værdikæde (her repræsenteret af projektpartnere fra bl.a. rådgiversegmentet, producenter, nedtagning, forhandlere, ingeniører og bygherrer).
- Indhente viden til projektet.

Workshoppen faciliterer diskussionen og vidensdeling og tydeliggør via strukturerede øvelser de komplekse og ofte sammenhængende forhold (både barrierer og løsninger) mellem f.eks. forskellige led i værdikæden, lovgivning, forskning, forretnings- og aftaleforhold og den generelle kultur i byggebranchen.

Workshop som metode er særligt nyttig, når det drejer sig om at tackle komplekse opgaver, da det giver mulighed for at kombinere forskellige faglige tilgange og skabe innovative løsninger gennem fælles indsats.



KORTLÆGNING AF PROJEKTLANDSKAB, DESK RESEARCH OG KVALITETSSIKRING

Gennem hele projektet har vi indsamlet viden fra både projektpartnere og gennem desk research, samtidig med at vi har kortlagt det omgivende projektlandskab for strategisk at kvalificere projektet i forhold til det aktuelle vidensniveau og relevante videns huller. Projektarbejdet og ideudviklingen til potentielle fremtidige projekter er løbende blevet kvalitetssikret af både projektpartnerne og DBI's interne eksperter.

Barrierer

At bruge genbrugstræ i byggeri tilbyder en række miljømæssige fordele, men der er flere barrierer, som kan gøre det udfordrende. Vi har gennem projektet Upcycle 3.0 identificeret og samlet en række barrierer for at kunne genbruge bærende konstruktionstræ med en acceptabel risiko. De præsenteres nedenfor i ikke-prioriteret rækkefølge. Nogle af dem er af mere generel karakter i forhold til genbrugsbyggevarer.

1. PROCES, DESIGN OG FORSYNINGSSIKKERHED

- **Materialetilgængelighed og forsyningsikkerhed:** Genbrugstræ fremskaffes typisk fra ældre bygninger og andre konstruktioner, hvilket medfører en uensartet og uforudsigelig forsyning. Dette kan komplicere planlægningen af store projekter, da man må designe ud fra materialetilgængelighed, hvilket ikke er vanlig praksis i dag. Der er langt fra genbrugstræ nok til at dække det samlede behov for træ i dansk byggeri, så en kombination af anvendelse af nyt og gammelt træ vil være vejen at gå.

Forsyningsikkerhed af nyt træ kan i fremtiden blive svækket i takt med at træbyggeri bliver mere populært, og i takt med at lande med stor træproduktion potentielt kommer til at benytte træet selv eller øger prisen som følge af øget efterspørgsel. Træ har en lang væksttid, hvilket gør, at den anses for at kunne blive en knap ressource, hvis genplantningen ikke følger med forbruget. Dette kan på sigt skabe grundlag for lovgivning, der begrænser skovfældning, og dermed nyt træ til byggeriet.

- **Krav til nedtagning:** Før genbrugstræ kan sendes til genbrug, skal det pilles ud af de gamle konstruktioner med forsigtighed, så produktet ikke ødelægges. Dette sætter krav til selektiv nedrivning og kompetenceopbygning indenfor adskillelse med fokus på genbrug frem for kassering. Selektiv nedrivning indebærer en omfattende proces, som indeholder miljøkortlægning, ressourcekortlægning, nænsom nedbrydning, oplagring, klargøring og transport.
- **Forældede designtilgange:** Der er en barriere at man i dag overordnet designer og planlægger ud fra nye materialer, effektivitet og pris frem for grønne værdier, kvalitet, ressourcebevidsthed og holdbarhed. Manglende krav til Design for Disassembly for det der bygges i dag, er også barriere for mere genbrug af byggevarer i fremtiden.

2. LOGISTIK OG OPBEVARING

- **Logistik:** Processen med at kortlægge, transportere, rengøre og forberede genbrugstræ kan gøre det markant dyrere end at købe nyt træ. Det er mere tidskrævende end at købe nyt og dertil så kræver det typisk længere oplagringstid, hos f.eks. lokale materialehubs, hvilket også bidrager til omkostninger. Dertil kræver det, at nedbryderen evner hurtigt at vurdere, om det giver mening at bruge ekstra tid på nedbrydningen, oplagringen, klargøring og transport.

- **Opbevaring og sporbarhed:** Der ligger en barriere i, at hvert nedbrydningsfirma har deres egen måde at bortskaffe og håndtere de materialer der nedbrydes. Der arbejdes flere steder på at få oprettet materialehubs, hvor materialerne kan oplagres og herfra distribueres til brug i nye byggeprojekter. Der er også behov for en markedsmodel som understøtter processen, hvor komponenter fra nedrivning genbruges direkte i nye bygninger og transformationsprojekter, uden behov for oplag. Der ligger en barriere i manglen på en bæredygtig model, der kan effektivisere og digitalisere handlen med genbrugsmaterialer. Der findes eksempler som Greendozer og Genbyg, som er lykkedes med et koncept, der gør genbrug mere tilgængeligt. Der ligger et stort arbejde i at dokumentere stand og kvalitet for hvert produkt samt digitalisere lagerbeholdninger, så de kan formidles til markedet.

3. KVALITET OG TILSTAND

- **Styrke og statik:** Genbrugstræ kan have været udsat for vejrpåvirkning, skadedyr eller anden forfald over tid, hvilket potentielt kan kompromittere dets styrke og modstandsdygtighed. Det kan være nødvendigt at teste og klassificere det for at sikre, at det opfylder sikkerhedsstandarder.
- **Variabilitet:** I forhold til nyt træ kan genbrugstræ have mere uensartede dimensioner, krumninger eller andre fysiske defekter, som kræver yderligere bearbejdning inden brug.
- **Uønskede stoffer:** Genbrugstræ kan indeholde blymaling, asbest eller andre miljøfarlige stoffer, hvilket kræver viden om dette, samt korrekt behandling og dokumentation for sikker (gen)brug.

4. FORARBEJDNING OG FORBEREDELSE

- **Rengøring og dekontaminering:** Genbrugstræ kræver ofte grundig afrensning for at fjerne søm, skruer og rester af maling og uønsket kemi, hvilket kan være tidskrævende og dyrt.
- **Tilpasning og dimensionering:** For at opfylde moderne bygningsstandarder kan genbrugstræ, afhængig af anvendelse, kræve yderligere bearbejdning og overdimensionering, hvilket kan resultere i materialespild og øget ressourceforbrug. For at mindske dette, vil det kræve at arkitekter m.v. designer og planlægger ud fra forhåndenværende materialer frem for nye materialer og løsninger i standardmål. Afhængig af anvendelsesformål vil overdimensionering stadig være et forlangende fra konstruktionsingeniøren, hvis træet ikke kan styrkeklassificeres.

5. FORSKNING OG DOKUMENTATION

- **Manglende dokumentation:** Vi kender ikke nok til de tekniske egenskaber for genbrugstræet, og der mangler typisk dokumentation af de egenskaber, der er nødvendige for at leve op til standarder på området samt opnå nødvendige styrkeklassificeringer, hvilket spænder ben for anvendelsen. Der er behov for at dokumentere og dele erfaringer systematisk for at skabe en videns base, som kan bane vejen for sikker brug af genbrugsmaterialer (Gottlieb et al. 2024). Den manglende dokumentation betyder i dag, at man f.eks. ikke kan stille garanti for at materialerne holder og er nødsaget til overdimensionering, hvilket resulterer i et overforbrug af materialer. Brand- og styrkekrav i bygningsreglementet er en stor udfordring for genbrug. For at muliggøre bredere anvendelse af genbrugstræ skal der udvikles standarder og ikke-destruktive værktøjer til at vurdere træets egnethed. Der er også et uopfyldt behov for at kunne dokumentere brugte komponenters kvalitet og tekniske egenskaber, for at sidestille valget mellem brugte og nye komponenter.

- **Mangel på anvisninger:** Der mangler anvisninger og guidelines i forbindelse med anvendelse og montering af genbrugsbyggevarer f.eks. brugsanvisninger, montagevejledninger m.m. I forbindelse med BR18, hvor certificerede brandrådgivere og statikere fik en større rolle, mangler der, ved genbrug af konstruktionstræ, anvisninger, som sikkert guider de projekterende, men også de certificerede, i de muligheder, krav og begrænsninger der findes på området.

6. LOVGIVNING, STANDARDER OG CERTIFICERING

- **Bygningsreglementet:** En af de primære udfordringer for mere genbrug i byggeriet er, at det er meget svært at anvende genbrugte materialer og komponenter pga. bygningsreglementets krav til brand -og styrkeklasse samt fortolkningen af disse. Bygningsreglementet er funktionsbaseret, men de præ-accepterede løsninger i vejledningerne til Bygningsreglementet bygger på erfaringer fra eksisterende byggeri med konventionelle materialer, som f.eks. beton (Gottlieb et al. 2024). Bygningsreglementet er ikke tilpasset genbrugsmaterialer.
- **Eurocode og andre CEN-standarder:** I Danmark, såvel som i alle andre EU-lande, bestemmes træets bæreevne, og bæreevne under brand, ud fra en række EuroCodes (CEN-standarder), der kun omfatter jomfrueligt træ. Ved at udbygge de eksisterende standarder til også at kunne omfatte genbrugt bærende træ, skabes muligheden for at statikere lettere kan sikre at bærende træ kan genbruges.
- **Manglende certificering:** Det kan være svært at verificere oprindelsen, træarten eller behandlingshistorikken for genbrugstræ, hvilket kan skabe udfordringer med at sikre overholdelse af regler eller opfylde bæredygtighedscertificeringskrav. Der er generelt dokumentationskrav for genbrugsmaterialer, og da disse ikke længere er dækket af f.eks. deres CE-mærkning. Så snart de tages ud af et byggeri, har man at gøre med et materiale uden dokumentation. Byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard og byggevaredirektivet, skal CE-mærkes, og det er dermed en stor barriere for genbrug, at hver byggevarer betragtes som et unikt produkt uden mærkning. Konsekvensen af dette er, at genbrugstræ i princippet kun kan håndteres i brandklasse 3 og 4 i det primære byggeri, så længe det ikke kan sidestilles med nyt træ jf. gældende Kommisionsbeslutning (CWFT), hvilket øger omkostningerne og kompleksiteten.
- **Standarder og alment teknisk fælleseje:** I en rapport fra BUILD konkluderes det, at den største udfordring ved at udbrede anvendelsen af biobaserede materialer ligger i fraværet af standarder, vejledning, guidelines, præ-accepterede løsninger og andre typer af alment teknisk fælleseje, de jure og de facto standarder, som kan hjælpe aftagere af biobaserede materialer med at bruge disse i projekterings- og udførelsesmæssigt øjemed (Gottlieb et al. 2024). Erfaringerne fra Upcycle 3.0-projektet viser, at det samme i høj grad gør sig gældende i forbindelse med genbrugsmaterialer, her genbrugstræ. Det er den manglende erfaring med genbrugsvarer, som er den en af de primære barrierer for udvikling af alment teknisk fælleseje.

7. ANSVAR, FORSIKRING OG JURIDISKE FORHOLD

- **Ansvar og forsikring:** Når man taler om genbrugsmaterialer, er en af de store barrierer ansvar. Selvom de projekterende gerne vil anvende materialerne, kan forsikrings-selskabet have supplerende krav. Det skal være "godkendte" løsninger. Så bygherre skal i udgangspunkt sige ok til det og tage ansvaret. For at komme udenom denne barriere er foreslået, at der skal laves en "pulje", hvor man kan søge om midler til "forsikring" af sit projekt/materialevalg, når genbrugsprodukter anvendes. Men som udgangspunkt skal der nok en eller anden form for mærkning til (CE mm.), både i forhold

til ansvar og styrke/evner/levetid.

- **Lokalplaner og udbudsregler:** sætter primært krav iht. f.eks. planlov, de byggetekniske krav og økonomi fremfor bæredygtighedsparametre som f.eks. andel af genbrugte/genanvendte byggevarer og materialer. Der er derfor ofte ikke incitament til genbrug af træ, da dette ikke bliver honoreret ifm. udbudskrav. Løsninger med anvendelse af genbrugstræ kan ofte resultere i en dyrere løsning og bliver derfor hurtigt fravalgt.

8. KOMPETENCER OG MINDSET

- **Specialiseret arbejdskraft:** Arbejde med genbrugstræ kræver ofte håndværksmæssig dygtig arbejdskraft, der er fortrolig med træets egenskaber, hvilket kan øge byggeomkostningerne. Den nye lovgivning om selektiv nedrivning underbygger behovet for større omhu og kompetencer i denne fase.
- **Uddannelse (reskilling og opskilling):** Der er behov for kompetenceopbygning til nedrivere, tømrer, håndværkere etc. så deres erhverv fremtidssikres. For at opnå grøn cirkulær transformation er et skifte i mindset nødvendigt, med fokus på opkvalificering og nye kompetencer i byggeriet. Det kalder på et perspektivskift fra nedrivning til adskillelse og bevaring, og undgå ressourcspild i hele byggeprocessen fra design til adskillelse. I denne forbindelse er det en barriere, at genbrug og design for adskillelse ikke er en fast del af læreplaner og pensum på tekniske håndværksuddannelser. EUD og AMU-uddannelserne er dog godt på vej. Hvis der ikke er afsat økonomi til dette fokus fra det offentliges side, så kan uddannelserne ikke afsætte de nødvendige ressourcer til at udvikle undervisning indenfor emnerne, på trods af velvillighed og interesse hos mange uddannelsesinstitutioner. Økonomien spænder ben for en proaktiv indsats for mere genbrug i byggeriet.
- **Æstetiske præferencer:** Alle mennesker har individuelle æstetiske præferencer. Nogle bygherrer eller kunder foretrækker det udtryk, som dominerer bygningsmassen i dag f.eks. det mere ensartede udseende af beton eller nyt træ frem for det som regel varierede udseende ved brug af genbrugstræ og andre genbrugsbyggevarer.
- **Risikovillighed:** Der kan være usikkerhed om holdbarheden, sikkerheden eller kvaliteten af genbrugstræ, hvilket kan føre til tilbageholdenhed med at bruge det.
- **Konservatisme:** Byggebranchen bærer overordnet set præg af konservatisme. Man holder sig typisk til "det man plejer" og risikovilligheden er generelt lav. Man forholder sig overvejende til pris og effektivitet frem for kvalitet og mere bæredygtige løsninger, som ofte er dyrere og tager længere tid. Det spænder ben for innovative og grønnere tiltag. Manglende samarbejde på tværs af aktører og manglende kendskab til genbrugsløsninger -og materialer kan ligeledes stå i vejen for bredere accept af genbrugsvarer.

9. SAMARBEJDE OG NETVÆRK

- **Videns-og erfaringsdeling:** Der mangler erfaring og viden på området for at opnå et sikkert grundlag for genbrug af træ i bærende konstruktioner. Et styrket samarbejde mellem forskellige aktører, herunder større virksomheder, forskningsinstitutioner og myndigheder, er nødvendigt for at fremme standardisering og innovation inden for genbrugsbyggevarer. Der er behov for flere innovationsprojekter på tværs af værdikæden, som bl.a. kan bidrage til fremstilling af forståelig dokumentation, vejledninger og anvisninger til byggeriets aktører baseret på systematisk indsamling af erfaringer og forsøg (Gottlieb et al. 2024).

10. FORSKNING OG TEKNOLOGI

- **Brand og statik:** Manglende dokumentation og manglende kendskab til tekniske egenskaber er grundlæggende barrierer, som skal ryddes af vejen inden genbrug af konstruktionstræ for alvor kan accelereres. I dag kan disse barrierer forceres, men afhængigt af træets og bygningens anvendelse, kan det, for brands vedkommende, kræve medvirken af en brandklasse 3-4 certificeret brandrådgiver, hvilket i nogle tilfælde vil betyde øgede omkostninger. I forhold til statikken løses dette ofte ved at nedklassificere træet til en lav konstruktionsklasse men med overdimensionering til følge.

Se mere afsnittet "Forskning og forsøg" på s. 16-17 og bilag 1 og 2.

Barrierer

- specifikt i relation til brand

Når det kommer til brugen af genbrugstræ i byggeri, er brand og brandsikkerhed i dag et stort bispænd. De primære barrierer i forhold til brand og brandsikkerhed inkluderer:

1. MANGLENDE BRANDKLASSIFIKATION

- **Certificering og klassificering:** Genbrugstræ mangler den nødvendige dokumentation, der viser, hvordan materialet opfører sig i en brand. Det kan være svært at opnå en officiel brandklassifikation for genbrugstræ, hvilket gør det vanskeligt at overholde bygningsreglementet og tilhørende vejledninger (se mere på side 8, pkt. 6.3, Manglende certificering).

2. UKENDT HISTORIK

- **Behandlinger:** Genbrugstræ kan have været behandlet med ukendte kemikalier eller belægningsmidler, som påvirker dets brandegenskaber. Træet kan f.eks. være blevet overfladebehandlet med brandhæmmende midler eller, omvendt, med materialer, der øger brændbarheden, hvilket komplicerer vurderingen af dets brandsikkerhed.

3. FORHØJET BRÆNDBARHED

- **Aldring og udtørring:** Ældre træ kan være mere tørt og dermed mere brændbart sammenlignet med nyt træ. Træet kan have mistet fugtighed over tid, hvilket gør det mere modtageligt for antændelse og hurtig brandspredning.

4. FORSKELLIGARTEDE MATERIALER

- **Variabilitet i egenskaber:** Genbrugstræ kan variere meget i densitet, fugtindhold og behandlingshistorik. Forskellige træsorter kan også have variable egenskaber. Denne uensartethed kan gøre det svært at forudsige, hvordan materialet vil opføre sig under en brand, og kan kræve individuelle vurderinger af hver batch af træ.

5. NORMER OG KOMMISIONSBESLUTNINGER

- **Krav til brandmodstand:** Bygningsreglementet stiller specifikke krav til materialers brandmodstandsevne og klassifikation. Uden de rette testresultater og certificeringer kan det for genbrugstræ, være svært at vise at kravene er opfyldt, hvilket kan begrænse dets anvendelse, især i bærende konstruktioner eller i områder med høj brandrisiko.
- **Præaccepterede løsninger:** Ved mindre byggerier (<50 m²) eller i en-etagers bygninger med brandventilation og let tagkonstruktion kan de bærende konstruktioner udføres uden krav til brandmodstandevnen. Her vil blot være krav til materiale D-s2, d2, og det er via kommissionsbeslutninger overholdt afhængigt af træets rumvægt. Dette kan håndteres i brandklasse 1 eller 2.

I større byggerier, hvor der er krav til brandmodstandsevne for bærende konstruktioner, f.eks. "R30", er der ikke en præaccepteret løsning for, hvordan dette eftervises for ikke CE-mærket træ (genbrugstræ). Det vil derfor kræve en brandklasse 3/4 rådgiver til at afgøre om eftervisningen kan ske i forhold til indbrændingshastighed, på lige fod med CE-mærket træ.

De præaccepterede løsninger, som findes i bygningsreglementet, er altså på sin vis en barriere for genbrugsbyggevarer, så længe der ikke findes eksempler på disse herunder. De modarbejder brugen af f.eks. genbrugs- og biobaserede materialer, da de sætter retningen for byggeriet i dag, der er baseret på en byggetradition, som vægter økonomi, forsigtighed og effektivitet i højere grad end bæredygtighed. Man kan tale for, at BR18 bør revideres, og en guideline udarbejdes, for også at understøtte anvendelse af alternative materialer.

6. SIKRING OG VEDLIGEHOLDELSE

- **Brandsikringsforanstaltninger:** Det kan være nødvendigt at implementere ekstra brandsikringsforanstaltninger, såsom brandhæmmende behandlinger, sprinkleranlæg eller brug af andre materialer sammen med genbrugstræ for at opfylde sikkerhedskravene. Dette kan, indtil genbrugt træ kan sidestilles med nyt træ i Kommisionsbeslutningen (CWFT), øge kompleksiteten og omkostningerne ved at bruge genbrugstræ.

7. FORSIKRINGSKRAV

- **Højere præmier eller begrænsninger:** Forsikringsselskaber kan være tilbageholdende med at forsikre bygninger, eller kræve supplerende tiltag, når der anvendes genbrugstræ uden dokumenterede brandklassifikation. Dette kan medføre højere byggeomkostninger, og føre til højere forsikringspræmier eller i værste fald føre til afslag på forsikring.

Roadmap

FORMÅL MED ROADMAP

Helt kort er formålet med Roadmap'et at:

- Udfolde barrierer og mulighedsrum struktureret i tid og strategiske spor
- Synliggøre kompleksitet og sammenhænge for derefter at kunne fokusere på udvalgte barrierer og muligheder i fremtidigt arbejde
- Kortlægge stakeholders og indbyrdes relationer ift. emnet

PROCES

Roadmap'et tager udgangspunkt i en workshop afholdt den 19. juni 2024, hvor der blev kortlagt både barrierer og mulige løsninger på 4 forskellige systemiske spor:

- Kompetencer & mindset
- Proces & design
- Lovgivning og certificering
- Forskning & teknologi. (se beskrivelse i næste afsnit)

Relationer, sammenhænge og relevante stakeholders mellem de forskellige barrierer og løsningsforslag blev diskuteret og noteret. Dette blev placeret på en ubestemt tidslinje for at kortlægge, hvornår de forskellige barrierer opstår, og hvornår man realistisk kunne tænke sig at løsningen blev tilgængelig.

Efter workshoppen er et grundigt opfølgingsarbejde udført, hvor input er blevet sorteret, gennearbejdet og kvalificeret igennem projektgruppen og andre relevante in-house eksperter. For at sikre at alle holdninger og ideer er indhentet, blev en opfølgende mail med yderligere spørgsmål udsendt til hver enkelt projektpartner.

Mange både barrierer og løsningsmuligheder blev identificeret og diskuteret. Der er i det færdige Roadmap fokuseret på fire barrierer fordelt på de fire spor. Løsningsmuligheder er derefter noteret i tid og med indbyrdes sammenhænge for at give en idé om det overordnede mulighedsrum. Roadmap'et synliggøre dertil, at ambitionen om at indføre mere genbrugstræ i byggeriet er en kompleks opgave, der involverer mange forskellige stakeholders

BESKRIVELSE AF ROADMAP – SÅDAN LÆSES DET

Som beskrevet ovenfor er Roadmap'et delt op i fire strategiske spor for nemmere at kunne kortlægge og kategorisere relevante barrierer og løsningsmuligheder. Der er i Roadmap'et valgt at udfolde løsningsmuligheder for fire udvalgte barrierer (én for hvert spor), men denne øvelse kunne selvfølgelig laves med alle relevante barrierer. For at forklare hvordan Roadmap'et skal læses, beskrives herunder ét af de fire spor som et eksempel. Samme logik som forklares her anvendes på de tre resterende spor.

ROADMAP-SPOR: FORSKNING OG TEKNOLOGI

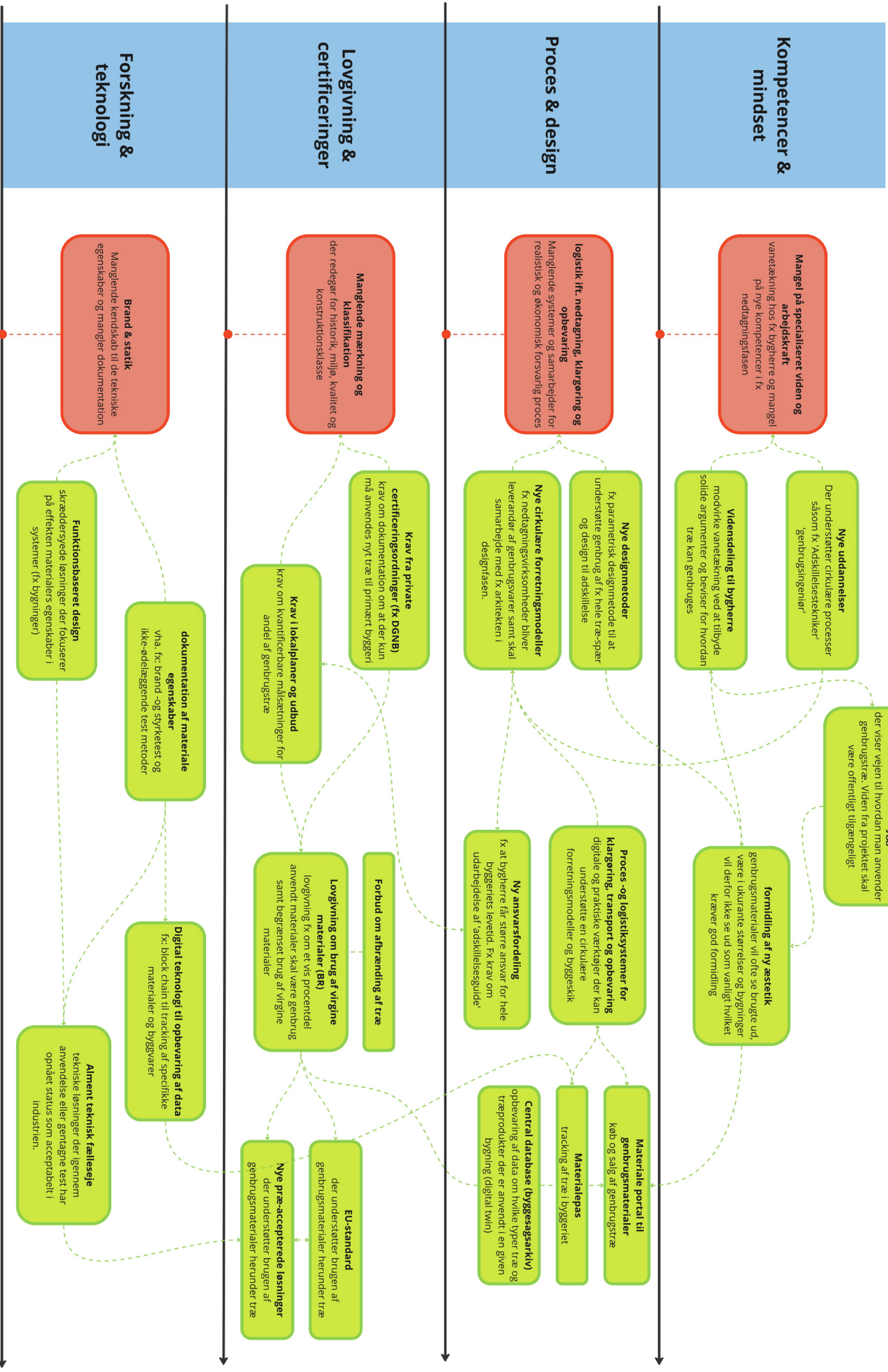
Barrierer (røde tekstbokse på fig.1): 'Brand og statik: Manglende kendskab til tekniske egenskaber og dokumentation.'

Det er anerkendt at manglende kendskab til de tekniske egenskaber for genbrugstræ er en stor barriere for mere genanvendelse af bærende trækonstruktioner i byggeriet. Dette fører ofte til at genbrugstræ bliver fravalgt, da det i dag ikke kan dokumenteres at genbrugt træ sikkerhedsmæssigt kan ligestilles med nyt træ ift. brand og statik, og i sidste ende kan det blive et spørgsmål om forsikringsdækning. Når genbrugstræ alligevel ønskes anvendt, kræver det ofte overdimensionering af bærende trækonstruktioner og derved overforbrug af materialer.

Løsningsmuligheder (grønne tekstbokse på fig.1): Igennem både workshop, research og interviews er der kortlagt flere løsningsmuligheder på den pågældende barriere, hvor der i Roadmap'et er udvalgt de, der anses for at have særligt stor effekt. Her er der for brand fokus på funktionsbaserede krav, i modsætning til det mere restriktive præ-accepterede system. Dette kombineret med en fremtidig dokumentation af materialernes egenskaber. Funktionsbaseret design er sat først på tidslinjen, da det er en metode, som allerede kan anvendes, hvor dokumentation af materiale egenskaber er baseret på en længere forskningsproces. Dertil kunne en teknologisk udvikling som fx blockchain i fremtiden gøre det muligt at gemme dokumentation for byggematerialers egenskaber over tid, hvilket kan gøre genbrug af træet nemmere i fremtiden. Kombinationen af funktionsbaseret design, bedre dokumentation og teknologiske værktøjer kan på sigt lede til alment teknisk fælleseje – altså praktiske løsninger for, hvordan træ genbruges i byggeriet.

Sammenhænge på tværs: De stiplede linjer viser, hvordan de forskellige løsningsmuligheder er afhængige/forbundne med hinanden – også på tværs af de fire forskellige spor. Her er der f.eks. en sammenhæng mellem løsningsmuligheden for brugen af blockchain teknologi og udvikling af et materialepas og en portal til salg af genbrustræ. Alment teknisk fælleseje vil med tiden kunne understøtte argumentationen for nye præ-accepterede løsninger i Bygningsreglementet med fokus på genbrugsmaterialer. Det kunne også virke understøttende for en ny CEN-standard med fokus på genbrugstræ i byggebranchen.

ROADMAP // BARRIERER & LØSNINGSMULIGHEDER



FIGUR 1

Forskning og forsøg

Som kort beskrevet under afsnittet "Barrierer" og udfoldet i Roadmap'et, er det anerkendt at manglende kendskab til de tekniske egenskaber for genbrugstræ er en stor barriere for mere genbrug af bærende træ i byggeriet. Dette fører ofte til at genbrugstræ bliver fravalgt.

I nedenstående uddybes og diskuteres problematikken på de to områder, og i bilagene kan findes en detaljeret artikel om de orienterende brandforsøg, samt et notat om genbrug af konstruktionstræ og de forbundne udfordringer mere generelt.

BRANDFORSØG

I Upcycle 3.0 er der udført en række indikative brandtest, hvor formålet har været at eftervise og vurdere en evt. testet forskel på nyt og genbrugt konstruktionstræ (se forskningsartikel i bilag 2). I det aktuelle test-setup har fokus været rettet mod træets reaktion på brand, altså om det kan oppebære den samme klassifikation som nyt træ, og dermed på sigt vil kunne indgå på lige vilkår med nyt træ i EU's Kommisionsbeslutning.

Testene blev udført af Ph.d. stud. Aline Uldry, som sideløbende arbejder på et projekt om "Non-destructive testing of the fire properties of reclaimed wood".

Den første test blev der lavet som en Cone Calorimeter test på tre stykker fyrretræ (50, 70 og 200 år gammel, fra Danmark). Der blev taget referencemålinger med nyt gran og nyt fyrretræ fra Danmark. Fra denne forsøgsrække med Cone Calorimeter test blev der ikke fundet nogen forskel med hensyn til Peak heat release rate, Total heat release eller estimeret Charring Rate.

Sammenfattende viste det sig, at det ældre træ ikke brændte med større varmeafgivelse eller hurtigere i Cone Calorimeter testen sammenlignet med det nye træ.

Den anden type test, der blev udført, var en række mini-SBI-test. Der blev udført ni test på gammelt træ (ukendte arter, fra Danmark og Østeuropa), og der blev udført tre test på nyt fyrretræ for at etablere en reference. Peak Heat Release og den samlede Heat Release var her heller ikke væsentligt forskellige fra det gamle til det nye træ. Fire Growth Index var væsentligt højere for det gamle træ af østeuropæisk oprindelse, men disse stykker var også de eneste, der havde betydelige knaster.

Sammenfattende blev det konstateret, at det ældre træ ikke genererede højere temperatur, men at branden for gammelt træ voksede hurtigere omkring knaster. Det nye træ havde ikke væsentlige knaster, så observationen kunne ikke bekræftes for nyt træ.

Fremadrettet bør Cone Calorimeter testene udvides til at omfatte træ af forskellige sorter og fra forskellige geografiske områder. Der planlægges således at teste yderligere 20 stykker træ fra Danmark og Østeuropa, i forskellige aldre, i forbindelse med Aline Aldry's Ph.d.-projekt

En gentagelse af mini-SBI-testene ville også være påkrævet i et nyt projekt. Blandt andet med test på det østeuropæiske træ, som ikke har knaster, for at bekræfte knasternes indflydelse på Fire Growth Index.

Endelig vil det også fremadrettet være ønskeligt at få efterprøvet og bekræftet den relativt lille forskel i Charring rate (indbrændingshastighed), der ved en EN 13381-test med en gruppe gammelt træ af forskellige oprindelser, blev registreret i forbindelse med de indikative test i det foregående projekt. De aktuelle test, som er blevet udført i dette projekt, og resultaterne herfra, er mere detaljeret beskrevet af Aline Uldry m.fl. i en faglig artikel i "Springer Journal of Non-Destructive Evaluation". Artiklen er vedhæftet som bilag (se bilag 1).

STATIK OG GENBRUGT TRÆ MERE GENERELT

Når træ anvendes til bærende konstruktioner, er det væsentlig at vide noget om træets statiske egenskaber, og hvilken styrke det har. Dette er svært at dokumentere for genbrugt træ.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke mærkningsordninger for genbrugt træ, så i de projekter, hvor man ønsker at anvende genbrugt konstrukstræ i bærende konstruktioner, skal konstruktionsingeniøren argumentere for sikkerheden. Ofte tages udgangspunkt i en lav eller lavere konstruktionsklasse, men med unødvendig overdimensionering og materialespild til følge. Der er i disse år flere forskningsprojekter i gang og på vej, hvor man søger at løse disse udfordringer.

En stor del af disse udfordringer er beskrevet i Jørgen Munch-Andersen's notat: "Tanker om brug og genbrug af træ", og indgår indirekte i denne rapport, men er også vedhæftet som bilag i sin fulde ordlyd. I notatet beskrives og diskuteres diverse benspænd, barrierer og løsningsmuligheder i relation til genbrug af træ. Notatet er vedhæftet som bilag (se bilag 2).

Konklusion

At sikre en større anvendelse af genbrugstræ i byggeriet er komplekst og kræver samarbejde på tværs af byggeriets værdikæde og lukning af videns huller gennem f.eks. forskning og arbejde for understøttende lovgivning på nationalt og EU-niveau.

Der er derfor stort potentiale for at samarbejde om projekter, der kan skabe nødvendig dokumentation til anvendelse i et branchevalideret holdningsnotat omkring genbrug af træ. Dette kan danne grundlag for udviklingen af en fremtidig procesbeskrivelse, og derved understøtte arbejdet i forhold til en ny vejledning på området.

I Upcycle 3.0 er der arbejdet på at afdække barrierer og muligheder for genbrug af træ. Der er identificeret mere end 25 barrierer fordelt på 10 kategorier. Dertil er der udfoldet en række barrierer, som udelukkende omhandler brandsikkerhed.

Af de beskrevne barrierer er nogle større showstoppere end andre, herunder brand og statik, som er forskningstunge områder. Disse områder arbejdes der dog intenst med på flere vidensinstitutioner (BUILD, DTU og DBI), og de gennemførte indikative brandtest i dette projekt giver grund til optimisme, selvom der stadig er et stykke vej, inden man på EU-niveau kan sætte lighedstegn mellem nyt og gammelt træ, eller kan beskrive en gangbar vej til bedre dokumentation af genbrugt træ og evt. få udviklet en specifik certificeringsordning, som kan understøtte sikker anvendelse af genbrugt konstrukstræ i det primære byggeri.

Gennem brandforsøg har projektet bidraget med viden om, hvad der sker med gammelt og nyt træ under brand. Overordnet set viser resultaterne, at gammelt og nyt træ ligger tæt på hinanden. Men der kræves flere forsøg for at kunne drage den konklusion, at gammelt træ kan performere på samme niveau som nyt træ.

Et behov for at prøve forskellige løsninger af i praksis, for at skabe mere erfaring og skubbe til forestillingerne om genbrug af træ, er også identificeret i projektet. Det kræver også nye måder at designe og projektere på, f.eks. ud fra materiale- og produkttilgængelighed frem for standardløsninger. Ud fra de identificerede barrierer har projektet udarbejdet et roadmap med løsningsrum. For selvom der er mange barrierer for genbrug af træ, så findes der også mange muligheder og veje til genbrug af træ – især hvis vejene er brolagt med en vis grad af risikovillighed på tværs af branchen, og hvis både nyt træ og genbrugstræ bruges klogt, og der hvor det skaber mest værdi.

Diskussion

Hvordan kan det bedst kan forsvares at anvende genbrugstræ her og nu? Det er et spørgsmål, som er blevet flittigt diskuteret i projektgruppen, og en problematik, som Jørgen Munch-Andersen (Build/AAU) mere indgående behandler i det vedhæftede notat "Tanker om brug og genbrug af træ" (bilag 2).

Der er på nuværende tidspunkt mange barrierer for anvendelse af genbrugstræ til bærende konstruktioner i det primære byggeri. Det gør det kompliceret og dyrt at anvende, så måske vil det give mere mening i højere grad at anvende genbrugstræ til sekundært byggeri og sekundære konstruktioner, og kun anvende nyt konstruktionstræ i det primære byggeri? I dag anvendes meget nyt konstruktionstræ til ikke konstruktive formål, og en del forsvinder inden det når til byggeriet. Krav fra byggherre om, at der ikke må anvendes nyt konstruktionstræ til andet end de bærende konstruktioner i et byggeprojekt, vil kunne sikre at konstruktionstræ af høj kvalitet ikke går til spilde i temporære konstruktioner på byggepladsen, hvor genbrugt træ i lige så høj grad vil egne sig.

Dette er naturligvis ikke ensbetydende med, at der ikke samtidig skal arbejdes videre på løsninger, hvor genbrugstræ kan anvendes enkelt og sikkert i det primære byggeri. Hvor det giver mening, vil træet derved kunne udnytte sit potentiale i bærende konstruktioner, som det høj kvalitets træ det viser sig ofte at være i kraft af en langsommere vækst og tættere struktur.

Videre arbejde

Der er behov for flere test-og udviklingsprojekter på området for at nå i mål, da nogle af de primære barrierer drejer sig om mangel på erfaringer og dokumentation. Vi forslår et nationalt projekt, som består af partnere som går på tværs af byggeriets værdikæde ligesom i Upcycle 3.0. Samtidig foreslår vi, at et nyt projekt samarbejder med lignende projekter i projektlandskabet i en koordineret indsats for at sammenligne og bygge ovenpå tests, datasæt og erfaringsgrundlag.

Der er brug for mange erfaringer og opbygning af dokumentation, som kan resultere i Alment Teknisk Fælleseje på området. Visionen er gennem opbygning af dokumentation og demonstrationsprojekter at påvirke lovgivningen og udvikle metoder og processer, så genbrugstræ kan bruges i stor skala i dansk byggeri. Dette vil styrke Danmarks position som frontløber inden en ny EU-ordning træder i kraft, og det vil give den danske byggebranche en konkurrencefordel.

Et overordnet mål med et eller flere nye projekter vil være at øge accepten af, og tilliden til, genbrugsmaterialer gennem dokumentation og testbyggerier. Vi skal nå frem til en fælles mening om, hvad der er en acceptabel risiko at tage i forbindelse med genbrug af træ til bærende konstruktioner. Projekternes mål kunne desuden være at:

Udvikle og teste ikke-destruktive metoder og skabe dokumentation vedrørende brand og statik, bl.a. gennem test. Målet er at reducere risici og barrierer for genbrug af træ.

- Kortlægge og samarbejde med eksisterende udviklingsprojekter omkring genbrug af træ med fokus på statik og brand på national og på EU-niveau, herunder samarbejde omkring udvikling og opbygning af kritisk masse af data for at skabe nødvendig dokumentation.
- Udvikle et branchevalideret holdningsnotat og evt. en beregningsmetode, som kan anvendes i Danmark indtil en ny eller revideret CEN-standard på området, er på plads. Dette kan skabe grundlag for at understøtte Social- og Boligstyrelsens arbejde med et kommende

Bygningsreglement eller vejledning på området. Desuden kan det potentielt positionere Danmark i front i udvalgsarbejdet omkring udarbejdelsen af en opdateret Kommisionsbeslutning (CWFT), så den gælder for såvel nyt som genbrugt træ.

- Opnå byggetilladelse og gennemføre tests i konkrete byggerier undervejs i projektet. Dette vil give branchen konkrete eksempler og referencer.
- Et nyt projekt kunne med fordel også have fokus på at bidrage til kompetence-opbygning omkring genbrug af træ i byggeriet, da netop fokus på rette kompetencer er blevet fundet vigtigt undervejs i Upcycle 3.0. For at opnå grøn cirkulær transformation er et skifte i mindset nødvendigt, med fokus på opkvalificering og nye kompetencer i byggeriet. Man kunne f.eks. udvikle en konceptbeskrivelse for et kompetenceforløb om cirkulær materialehåndtering, der kan føre til pilotforløb og senere implementeres i tekniske uddannelser og arbejdsmarkedets efteruddannelseskurser (AMU). En 'adskiller-uddannelse' vil potentielt kunne bidrage til at skabe en generation af håndværkere trænet i cirkulær økonomi og adskillelse, hvilket kan føre til nye forretningsmodeller og en bygningsmasse baseret på cirkulære principper.

Kilder

- Workshop i Fredericia m. projektets partnere
- Bygherreforeningen: <https://bygherreforeningen.dk/ny-lov-om-selektiv-nedrivning-kraever-nye-kompetencer-hos-bygherren/28.06.2024>.
- Gottlieb, K., S., Primdahl, M., Frederiksen, N., de Gier, A., Rasmussen, T. 2024: Hvordan standarder og lovgivning påvirker brugen af biobaserede byggematerialer. Build-rapport 2024:09.
- Greendozer og Aarhus Kommune, 2022: Cirkularitet i praksis – markedsmodel for direkte genbrug. <https://endelafloesningen.aarhus.dk/nyheder/2023/groen-omstilling-skal-vaere-markedsledende>
- Gustafsson, Larsen, L., Snabe, K., Vind, D. 2021: Funktionelle krav og barrierer for genbrug af byggekomponenter.
- Munch-Andersen, J. 2024: Tanker om brug og genbrug af træ.
- Uldry, A., Husted, B., Pope, I., Ottosen, L. 2024: A Review of the Applicability of Non-destructive Testing for the Determination of the Fire Performance of Reused Structural Timber.
- We Build Denmark: [Upcycle 3.0 – vejen til skaleret genbrug af bærende træ \(webuilddenmark.dk\)](https://webuilddenmark.dk)
- Møde med Annemarie Poulsen, DBI

Bilag

- **BILAG 1** - Uldry, A., Husted, B., Pope, I., Ottosen, L. 2024: A Review of the Applicability of Non-destructive Testing for the Determination of the Fire Performance of Reused Structural Timber.
- **BILAG 2** – Munch-Andersen, J. 2024: Tanker om brug og genbrug af træ