

Cirkularitet i byggeriet

Et Studie af lovgivningsmæssige og branchebaserede potentialer til fremmelse af genbrugstræ i den danske byggebranche



Specialeafhandling

Sommereksamen 2023

Udarbejdet af:

Alexander Grube Skovrup (66249)

Antal Tegn: 97309

Abstract	3
Motivation	4
Problemfelt	5
Problemformuleringer	8
Arbejdsspørgsmål	8
Afgrænsning	8
Analysestrategi	8
Metode	9
Kvantitativ metode	9
Dokumentanalyse	10
Kvalitativ metode	11
Semistruktureret eliteinterview	11
Informant Profiler	12
Teori	13
Cirkulær økonomi	13
Forskellige definitioner af Cirkulær økonomi	13
Ellen MacArthur Foundations definition af Cirkulær økonomi	14
systemperspektivet	16
Socio- tekniske systemer	17
Teoretiske overvejelser og afgrænsninger	19
Figuroversigt	19
Besvarelse af arbejdsspørgsmål 1: Hvilke udfordringer er der forbundet med at anvende genbrugstræ i den danske byggebranche ?	20
Manglende dokumentation	20
Kontaminering af byggematerialerne	21
Materialernes udformning	22
Mængden af genbrugstræ til rådighed	22
Delkonklusion	22
Besvarelse af arbejdsspørgsmål 2: Hvorfor bør man genbruge træ i byggeriet?	23
Genbrugstræ som niche i det sociotekniske byggeregime	23
Cirkulær økonomi i den danske byggebranche	24
Delkonklusion	27
Besvarelse af arbejdsspørgsmål 3: Hvilke tiltag er der lavet inden for byggebranchen for at fremme genbrug af træ?	27
Gentræ	28
Genbyg	28
Delkonklusion	29
Besvarelse af arbejdsspørgsmål 4: Hvilken lovgivning er der på området?	29
Circular Economy Action Plan (CEAP)	30
National Strategi for bæredygtig byggeri	31
Indsatsområde 1: mere klimavenligt byggeri og anlæg	32
Indsatsområde 2: Holdbare byggerier af høj kvalitet	33
Indsatsområde 3: Ressourceeffektivt byggeri	33

Bygningsreglementet	34
Miljøvaredeklaration	37
DGNB-Certificering	37
Affaldsbekendtgørelsen	37
Delkonklusion	38
Diskussion	39
Diskussion om genbrugstræs rolle i den grønne omstilling (fordele og ulemper ved at anvende det.)	39
Diskussion af de branche baseret tiltag	41
Diskussion om lovgivningsmæssige rammer.	42
Konklusion	44
Litteraturliste:	45
Bilag	47

Abstract

This paper investigates the barriers and possibilities in the Danish construction sector to implement recycled wood as a part of the socio technical construction regime to create a more circular construction sector that aims to lower its usage of new materials, reduce CO2 emissions, and create more sustainable practices. The theoretical framework of this paper is socio-technical systems, and Circular economy, which has been used to study recycled wood, its place in the sociotechnical system and what potential lies within it. Circular economy has been used as a theoretical framework, to research the construction sector, and its practices, to understand what role reused wood can play in a transition towards a more sustainable sector. The paper has researched this through the use of Interviews, and document analysis through the use of these methods. This part has identified a number of barriers that will have to be overcome in order to create a more sustainable sector through the use of recycled wood. At the same time this paper has identified why the construction sector should look towards alternative materials such as recycled wood. Also this paper has identified initiatives from the construction sector that aims to push the sustainable transition forward, and develop upon existing practices, and create a sustainable way for the construction sector. Finally this paper has identified ways in which current regulation from EU and Denmark aims to push a more sustainable agenda on the sector, and proposed legislation to create incentive for the construction sector to follow a more sustainable pathway, to ensure better and more sustainable practices in the construction sector. Finally this paper concludes that to ensure the use of more reused wood in the construction sector the private and public sector will have to work together in unison to ensure that the best practices are used to ensure a more sustainable sector.

Motivation

Gennem mit studiearbejde stiftede jeg bekendtskab med projekt Gentræ, som er drevet af Stark. Igennem mit arbejde kom jeg med til et møde med projektlederen for Gentræ, hvor jeg blev præsenteret for deres arbejde, hvordan projektet startede op, og hvad deres planer for fremtiden. Efterfølgende blev jeg af projektlederen inviteret med til et informationsmøde for entreprenører vedrørende det nye bygningsreglement (BR 18) som trådte i kraft pr 2023, og hvordan det ville komme til at påvirke deres arbejde fremadrettet. Der blev diskuteret mange interessante emner på dette møde, blandt andet krav om EPD, anvendelse af LCA mm, samt potentialet der ligger i at anvende genbruget og genanvendte materialer i byggeriet, og de fordele der kan være forbundet med det. Et emne som dog ikke blev berørt i særlig stort omfang var, hvilke udfordringer der kan være forbundet med at anvende genbrugt træ i byggerier.

Dette vakte for mig en nysgerrighed inden for byggebranchen, og hvordan den som sektor ville komme til at spille en rolle i at Danmark kan nå 2030 målsætningen om 70% CO₂ reduktion, og net zero i 2050, og hvordan man ved brug af Cirkulær økonomisk tilgang til byggeriet vil kunne nedbringe sektorens klimapåvirkning, og hvilken betydning genbrugte byggematerialer og mere specifikt genbrugt træ kan få af betydning for den grønne omstilling i byggeriet.

Problemfelt

Byggeindustrien har stor betydning for den europæiske økonomi, og er en af de største sektorer i EU. Samtidig med dette er sektoren også en af de største klimasyndere, som vi har i EU. Byggebranchen står i EU alene for 50% af al materialeudvindingen og 35% af EU's samlede Affaldsproduktion (European Commission, 2020: 11). Det anslås yderligere, at udledninger af drivhusgasser fra materialudvinding, produktion af byggematerialer, byggeri og renovering af bygninger udgør mellem 5-12% af EU's samlede drivhusgasemissioner (Ibid:11). Hvis man fra Europæisk side skal gøre sig forhåbning om at imødekomme målsætningen for CO2 reduktion i 2030, vil det kræve omfattende indgreb i byggesektoren. I 2020 udarbejdede Europakommissionen CEAP (Circular Economic Action Plan) som et redskab til at accelerere den grønne omstilling inden for en lang række sektorerne, heriblandt byggesektoren. Med denne plan ønsker EU henholdsvis at adressere den bæredygtige udvikling inden for sektoren gennem revision af lovgivningen for den Europæiske byggesektor, undersøge mulighederne for at tilpasse en række indsatser, for at sikre at byggesektoren kan omstilles i overensstemmelse med cirkulære økonomiske principper, for at sikre sektorens konkedygtighed. Dette vil kræve en fælles indsats fra de respektive medlemsstater, hvis EU vil gøre sig forhåbninger om at indfri disse målsætninger.

Den danske regering fremlagde i år 2021 en plan for, hvordan Danmark i år 2030 vil nå at reducere deres CO2 udledning med 70% (Regeringen, 2021: 6). For at kunne imødekomme denne målsætning, vil det kræve betydelig indsats fra alle landets sektorer hvis dette skal indfries. En af de sektorerne som kan bidrage betydeligt er den danske byggebranche. Et af de tiltag som den danske regering har gjort brug af, er gennem indførelse af et CO2 loft for byggeriet, som over tid vil blive strammet. Ifølge bygningsreglementet (BR 18), som blev offentliggjort i 2023. Af denne lovtæst fremgår det af bygningsreglementet Jf § 298 *“For bygninger, som er omfattet af § 297, og som har et opvarmet etageareal, jf. § 256, på over 1.000 m², må klimapåvirkningen, ifølge tilsvarende beregningsforudsætninger som beskrevet i § 297 med de ændringer, som følger af stk. 2-4, ikke overstige 12,0 kg CO₂-ækvivalenter pr. m² pr. år. Der afrundes til én decimal inden evaluering af, om kravet er overholdt.*

Klimapåvirkningen af flere bygninger kan kun beregnes samlet, hvis de er udført med ensartet anvendelse, energibehov jf. §§259-260, bærende system, fundament og klimaskærm (Bygningsreglementet.dk, 2023: § 298). Disse CO2 krav vil blive strammet frem mod 2029 gradvist, med stramning i 2025- og 2027. Hvor kravene ender ud med 7,5 kg CO₂-ækv/m²/år (Miljøministeriet. 2022). For Byggerier under 1000 kvm vil CO2 krav først træde i kraft ved

første stramning af loven i 2025, hvor grænseværdien for sænkes fra 12 kg CO₂-ækv/m²/år, til 10,5 kg CO₂-ækv/m²/år (Miljøministeriet. 2022). Med en sådan lovgivning vil der være behov for at undersøge alternativer til konventionelle praksis i den danske byggebranche.

Den danske byggebranche er i dag en af landets største udledere af CO₂. Branchen står for 30% af det samlede CO₂ forbrug i Danmark. Ud over den høje CO₂ udledning er den danske byggebranche yderligere ansvarlig for en stor andel af den samlede danske affaldsproduktion. Den danske byggebranche producerer 40% af den samlede affaldsmængde for Danmark (Børsen: 2023). For at imødekomme den danske målsætning vil det være nødvendigt at reducere CO₂ udledningen fra sektoren, samt nedbringe affaldsmængderne. Et af de områder hvor der kan sættes ind i forhold til den danske byggebranche er gennem genbrug af træ og træmaterialer. Det fremgår af affaldsstatistik 2020 udarbejdet af Miljøstyrelsen, at der i 2022 blev smidt 391.000 tons træ ud (Miljøministeriet. 2022). Af den mængde træ som blev smidt ud anslås det at op imod 100.000 tons træ ville kunne gå tilbage og genbruges i byggebranchen, (Dansk Skovforening, 2023). Genbrugte byggematerialer som træ har en lavere CO₂ påvirkning end nyproduceret træ (VCØB.dk: 2023). Videnscenter for cirkulær økonomi i byggeriet (VCØB) lavede i 2021 en guide over hvor store CO₂ besparelser der er forbundet med at anvende cirkulære byggevarer. Af rapporten fremgår det, hvor stor procentvis CO₂ besparelser der er ved en række byggematerialer. For træ og træmaterialer fremgår det, at der ved genbrugt konstrukstræ, som stolper og bjælker, kan opnås en 77% CO₂ besparelse sammenlignet med jomfrutræ (nyproduceret træ) (VCØN, 2021: 1 & 5). For gulvbrædder kan der opnås 78% CO₂ besparelse. Det samme gør sig gældende for vinduestræ til facadebeklædning, og for spånplader vil der være 9% klimabesparelse.

På trods af at genbrugte træmaterialer rummer et stort potentiale, bliver genbrugstræ kun anvendt i mindre grad i byggeriet. Dette skyldes en række forskellige årsager. En af disse årsager er kontaminering af byggematerialerne. Hvis materialerne kommer i kontakt med miljøfremmede stoffer, kan de ikke genanvendes, og vil derefter blive håndteret som farligt affald (Affaldsbekendtgørelse: 2023). En anden årsag, er manglende dokumentation på materialernes holdbarhed. For at materialer skal kunne indgå i nye konstruktioner er det et lovkrav at materialernes styrke evne skal kunne dokumenteres (Affaldsbekendtgørelsen, 2023) for genbrugt træ, kan det være en udfordring, da man ikke kan dokumentere bæreevenen på materialet, da man ikke ved hvad det kan have været udsat for i dets foregående sammenhæng (Affaldsbekendtgørelsen, 2023). Derudover er der også problemer med materialernes udformning. Nye materialer fås i standardmål som gør det nemt at have

med at gøre, det gør genbrugt træ ikke altid af diverse årsager. Genbrugt træ fås derfor næsten altid i skæve mål, former og faconer på materialerne, hvilket kan gøre det omstændeligt for bygherre at håndtere (Affaldsbekendtgørelsen, 2023). Sidst er der udfordringer forbundet med mængden af genbrugstræ som er til rådighed. Da mængden af genbrugt træ til rådighed er fluktuerende, er det svært at skaffe faste forsyninger og leverancer for bygherre. For at imødekomme den danske regerings ønske om en grønnere og mere bæredygtig byggesektor, det være nødvendigt at overkomme disse barrierer. Genbrugstræ kan komme til at spille en vigtig rolle i denne omstilling, men for at dette kan blive en realitet, vil det kræve indsats på tværs af både offentlige myndigheder, og private aktører fra byggebranchen for at sikre at alle arbejder samlet mod at skabe en mere bæredygtig og klimavenlig byggesektor. Siden den frivillige bæredygtighedsklasse trådte i kraft i 2018, begyndte danske virksomheder at undersøge potentialerne for genbrugte byggematerialer. Trods det store potentiale som genbrugstræ rummer på, findes der kun få og mindre initiativer fra branchen selv. Et af de første større initiativer som er kommet fra branchen selv er et projekt gentræ som er udarbejdet af Stark som startede op i 2021. Projektet havde til formål at skabe en forretningsmodel, hvor genbrugte byggematerialer var i fokus. Her valgte virksomheden at opbygge en forretningsmodel, som er baseret på cirkulære principper, hvor de indgik samarbejder med leverandører og entreprenørvirksomheder, hvor virksomheden sælger og genindkøber træmaterialer fra byggepladser. Initiativer som disse er hvad byggebranchen har brug for, men skal den danske byggebranche imødekomme den danske målsætning, samt indfri CO2 kravene for byggeriet som kun vil blive strammere frem mod 2030, vil det kræve at et øget fokus på de materialer som indgår i byggeriet, samt hvordan de håndteres og behandles både under og efter byggeriet. Denne omstilling som byggebranchen som byggebranchen står overfor, spørgsmålet om hvilke tiltag som vil være nødvendige for at branchen kan imødekomme disse målsætninger har ført mig frem til følgende problemformulering

Problemformuleringer

Hvilke lovgivningsmæssige og branchebaserede potentialer og barrierer findes der for at fremme anvendelse af genbrugstræ i den danske byggebranche? og hvordan kan disse barrierer overvindes?

Arbejdsspørgsmål

Specialets problemformulering vil blive besvaret anvendelse af arbejdsspørgsmål, for at skabe et nuanceret billede af den danske byggebranche, samt de muligheder og barrierer der knytter sig til rapportens problemstilling. Arbejdsspørgsmålene er som følger:

Hvilke udfordringer er der forbundet med at anvende genbrugstræ i den danske byggebranche ?

Hvorfor bør man genbruge træ i byggeriet ?

Hvilke tiltag er der lavet inden for byggebranchen for at fremme genbrug af træ?

Hvilken lovgivning understøtter cirkularitet i byggebranchen?

Afgrænsning

Med lovgivningsmæssige potentialer menes der udelukkende tiltag, som omfatter den danske byggebranche, dvs. EU- og dansk lovgivning. Branchebaserede tiltag, skal forstås som tiltag, der er drevet af den private sektor - herunder den danske byggebranche. Dermed afgrænser rapporten sig til tiltag, der er nationalt funderet i de statslige tiltag, som kommer fra regeringen.

Inden for selve byggebranchen afgrænser specialet sig til projekt gentræ, og deres arbejde, samt genbyg, som er danmark's største byggemarkede for genbrugte byggevarer.

Analysestrategi

Besvarelsen af specialets problemformulering vil ske gennem en række arbejdsspørgsmål, som alle vil medvirke til at identificere de potentialer og barrierer, der ligger i anvendelse af genbrugstræ i den danske byggebranche.

Det første arbejdsspørgsmål vil søge, at identificere nogle af de største barrierer, som står i vejen for at genbrugstræ kan blive en mere integreret del af byggeriet.

Det andet arbejdsspørgsmål har til formål at afdække de potentialer som genbrugstræ rummer på, samt hvorfor, at det bør anvendes i højere grad i den danske byggebranche.

Det tredje arbejdsspørgsmål vil undersøge en række branchebaserede tiltag- og initiativer der søger at fremme anvendelse af genbrugstræ i branchen, samt hvor sektoren selv står henne i forhold til at imødekomme regeringens ønske om en grønnere byggesektor. Det fjerde arbejdsspørgsmål har til formål at kortlægge den lovgivningsmæssige ramme for byggebranchen, med det formål at undersøge, hvilke tiltag som kan muliggøre en højere anvendelsesgrad af genbrugstræ.

Disse arbejdsspørgsmål vil tilsammen danne et billede af hvilke udfordringer den danske byggebranche står overfor, i forhold til at anvende genbrugstræ i et større omfang, hvor den danske byggebranche står henne i forhold til at imødekomme den nye lovgivning om CO2 loft for byggeriet, samt implementering af Genbrugstræ som en fast del af byggebranchens praksis.

Metode

Dette afsnit præsenterer specialets udvalg af metoder, som har bidraget til undersøgelsen, og besvarelsen af speialets problemformulering. rapporten benytter sig af både kvalitative og kvantitative metoder til at besvare problemformuleringen. I rapporten er dokumentanalyse valgt som kvantitativ metode, for at opnå indsigt i lovgivningsmæssige som branchebaserede udfordringer og potentialer til at fremme anvendelse af genbrugstræ. Kvantitet anvendes Interviewmetoden for at opnå indsigt fra fagfolk om deres erfaringer, og holdninger til genbrug af træ i byggeriet, samt hvordan de ser at det mest hensigtsmæssige kan anvendes i byggebranchen.

Kvantitativ metode

I dette Speciale er der indhentet og anvendt data om indsamling og håndtering af genbrugte træmaterialer i den danske byggebranche. Den anvendte data er blevet udarbejdet af både private og offentlige aktører inden for byggesektoren. Den indsamlede data har været afgørende for at opnå et nuanceret billede af hvilke udfordringer og muligheder vedrørende genbrug af træ i den danske byggebranche. Den indsamlede empiri opnået gennem anvendelse af dokumentanalyse, af offentlige rapporter, samt lovgivningsmæssige rammer for byggebranchen. Dette har resulteret i en bred vifte af kilder, der sammen danner grundlaget for en analyse af genbrugstræets rolle i den danske byggebranche. Ved at inddrage både private og offentlige aktørers data er rapporten i stand til at belyse forskellige perspektiver, praksisser og udfordringer i forbindelse med genbrug af træmaterialer. Dette har medvirket til

at give en forståelse for hvordan genbrugstræ kan opnå en højere anvendelsesgrad i den danske byggebranche.

Dokumentanalyse

Til besvarelse af Dokumentanalysen er en velegnet metode til at undersøge politiske og produktmæssige processer og strømninger, der fastlægger en politisk dagsorden (Brinkmann et al., 2015: 153). Metoden er også anvendelig til at undersøge udviklingen af reguleringstiltag inden for et givent område (Brinkmann et al., 2015: 154). Dette findes relevant, da den danske byggebranche står over for en større udvikling, i kraft af den nationale strategi for bæredygtig byggeri som kom frem i 2021, samt det nye bygningsreglement, som trådte i kraft januar 2023. Dokumentanalysen anvendes primært til at besvare det fjerde arbejdsspørgsmål, som handler om de lovgivningsmæssige rammer for byggebranchen.

I dette speciale anvendes dokumentanalyse som en metode til at undersøge og analysere den nationale, som overnational lovgivning, som muliggøre genbrug af byggematerialer. Fra EU analyseres den Circular Economy Action Plan (CEAP). Denne lovtæst analyseres med henblik på at forstå EU's plan for at understøtte en bæredygtig omstilling af byggebranchen, gennem anvendelse af cirkulær økonomi. I forlængelse af dette vil den danske nationale strategi for bæredygtig omstilling i byggeriet blive analyseret, for at åbne for en forståelse for hvordan at den danske regering har i sinde at indarbejde CO2 krav for den danske byggebranche, samt hvilke tiltag som regeringen ønsker at understøtte for at imødekomme deres målsætning. Som følge af dette vil bygningsreglementet (18) blive analyseret, for at åbne for en forståelse for hvilke udfordringer og muligheder lovgivningen sætter for at fremme genbrug af byggematerialer. I forlængelse af bygningsreglementet vil miljøprodukt deklARATIONER (EPD) blive udfoldet, og undersøgt som et værktøj til, potentielt at kunne fremme anvendelse af genbrugstræ i den danske byggebranche, dette vil blive udfoldet i selve analysen, og i rapportens diskussion, omhandlende hvilke tiltag som kan medvirke til at fremme anvendelsen af genbrugte træmaterialer. Endvidere vil der blive åbnet op for en forståelse for hvad DGNB-certificering er, og hvilken rolle dette kan komme til at spille i den danske byggebranche. Afslutningsvis vil affaldsbekendtgørelsen blive analyseret, med henblik, på at åbne for en forståelse, for hvordan at byggematerialer og byggeaffald i Danmark bliver håndteret, og om der bør foretages ændringer i lovgivningen, for at skabe de nødvendige rammer for større genbrug af træmaterialer kan finde sted. Da specialet primært

beskæftiger sig med nationale og overnationale (EU) strategier, og lovgivning har det ikke været nødvendigt at udføre en stringent kvalitetskontrol, da den danske regering og EU anses som værende som et kvalitetsstempel i sig selv.

Kvalitativ metode

specialet benytter sig af kvantitative metoder, som redskab til at opnå specifik viden inden for den danske byggebranche, og få indsigt i hvordan branchen håndterer den grønne omstilling, samt hvilke erfaringer de har gjort sig allerede nu. Til dette benyttes Interviews som metode. Interview metoden vil i rapporten blive benyttet til at indsamle viden fra fagfolk, fra både den private og offentlige sektor, som vil danne grundlag for en analyse af de tiltag branchen selv har taget, for at fremme anvendelsen af genbrugstræ, samt hvilke udfordringer de forskellige aktører er stødt på gennem deres arbejde. Dette vil afslutningsvis ende ud i en diskussion af de barrierer og muligheder sektoren rummer, samt hvilke tiltag der bør implementeres for at fremme anvendelsen af omtale materiale.

Semistruktureret eliteinterview

Til specialet er semistrukturerede interviews som metode blevet anvendt til at opnå tvenden inden for genbrug af træ i byggebranchen. Til hvert interview har der været udarbejdet en interviewguide som rettesnor til at sikre at den ønskede viden opnås fra rapportens informanter.

Semistrukturerede interviews er en forskningsmetode, der modsat det strukturerede interviews giver interviewerens mulighed for at igangsætte en dialog med informanten, og tilrette sine spørgsmål til informantens respons på de stillede spørgsmål (Brinkmann et al., 2015). Gennem disse interviews har jeg søgt at opnå indsigt i udfordringerne, og erfaringer med at anvende genbrugstræ i byggeriet, herunder tilgængelighed, kvalitet, standardisering, økonomiske faktorer og opfattelse af materialet. Specialets informanter er henholdsvis fagfolk som har direkte kendskab til materialernes kunnen og egenskaber, samt forskere som arbejder med træmaterialers egenskaber. Informanternes viden og perspektiver har været uvurderlige for undersøgelsen af rapportens genstandsfelt. Kontakt til informanterne blev primært etableret gennem mailkorrespondance, og er blevet udført som telefoniske interviews. Dette har muliggjort gjort at der kan opnå en dybere forståelse af emnet og de udfordringer og erfaringer som rapportens informanter har opbygget sig i relation til, der er

forbundet med genbrug af træ i byggeriet. specialets informanter er henholdsvis Kent Fonseca, som er projektleder for projekt gentræ hos Stark, og Emil Engelund Thybring, som er forsker ved Københavns Universitet. Informanternes baggrund og relevans for projektet vil blive udfoldet i nedenstående afsnit.

Informant Profiler

Kent Fonseca

specialets første informant er Kent Fonseca fra STARK. Kent Fonseca er ansat hos Stark Group, som national projektleder og ambassadør for projekt Gentræ, og har arbejdet med projektet siden 2021. Kent har gennem sit arbejde på projekt gentræ opbygget en stor viden om bæredygtighed inden for byggebranchen og søger at gøre det nemmere for entreprenører at imødekomme den grønne omstilling inden for branchen, og er af den grund relevant for specialet i den forstand, at han kan bidrage med viden om den et af de initiativer der søger at fremme genbrug af byggematerialer i den danske byggebranche.

Emil Engelund Thybring

specialets anden informant er Emil Engelund Thybring, som er professor ved Københavns Universitet. Emil Engelund Thybring arbejder til dagligt byggematerialer og materialevidenskab. Inden for dette beskæftiger Emil sig primært med træ, og biomaterialers egenskaber som langtidsholdbare byggematerialer i forhold til nedrivning. Grundet Emils baggrund, har han relevans for specialet da han kan bidrage med viden indenfor, hvordan træmaterialer potentielt kan genbruges, samt hvordan de kan holdes i cirkulation længst muligt.

Teori

I følgende afsnit vil specialet teoretiske referenceramme blive udfoldet. Her vil der blive redegjort for, at specialets teoretiske referencerammer, samt dets anvendelse til at besvare rapportens problemformulering og arbejdsopgaver. I dette speciale er to teoretiske perspektiver blevet valgt til at besvare specialet problemformulering, cirkulær økonomi og socioteknisk systemteori. Disse teorier er relevante for at belyse genbrugstræsets rolle i den danske byggebranche. Cirkulær økonomi er et teoretisk perspektiv, der fokuserer på at minimere ressourceforbrug, reducere affald og fremme genbrug og genanvendelse. Inden for cirkulær økonomi betragtes produkter og materialer som ressourcer i et kontinuerligt kredsløb, hvor materialer ønskes at kunne genanvendes og genbruges længst muligt for at opnå størst mulig værdi af et materiale. Dette perspektiv er relevant for rapporten, da det søger at undersøge potentialet og barriererne ved genbrug af træmaterialer i byggebranchen. Ved at anvende cirkulær økonomi-teorien kan specialet vurdere, hvordan genbrug af træmaterialer kan bidrage til en mere bæredygtig og ressourceeffektiv byggebranche. Det andet teoretiske perspektiv, socioteknisk systemteori, fokuserer på samspillet mellem teknologiske systemer og sociale strukturer. Inden for byggebranchen indebærer dette perspektiv en analyse af både de teknologiske aspekter af genbrugstræ, såsom indsamling og forarbejdning, og de sociale aspekter, såsom aktører, organisationer og politiske rammer. Socioteknisk systemteori bidrager i dette speciale med at forstå, hvordan teknologiske og sociale faktorer påvirker anvendelsen af genbrugstræ i byggeriet. Det giver mulighed for at identificere barrierer og potentialer i forhold til implementeringen af genbrugstræ i den danske byggebranche.

Cirkulær økonomi

Cirkulær økonomi vil i denne rapport blive anvendt til at forstå hvordan at genbrugstræ som produkt kan bidrage til skabe en mere cirkulær byggebranche, samt åbne for en forståelse af hvorfor at genbrugstræ bør anvende i højere grad, samt hvorfor at man inden for byggeriet bør tænke mere i cirkulære baner og hvordan det kan være et værktøj til at skubbe byggebranchen i en grønnere og mere bæredygtig retning.

Forskellige definitioner af Cirkulær økonomi

Ideen om cirkulær økonomi har udviklet sig over tid og er blevet formet af forskellige tankeskoler og synspunkter, og derfor er der ingen enkelt definition på begrebet. Ifølge

Kirchherr et al. (2017) findes der mere end 114 forskellige definitioner af cirkulær økonomi. Selvom der er mange forskellige definitioner, er definitionen fra Ellen MacArthur Foundation (EMF) den mest udbredte og anerkendte, da den har bidraget til at udbrede kendskabet til begrebet cirkulær økonomi i Europa. Kirchherr et al. (2017) foreslår en definition, som er forskellig fra de andre og anerkender, at det er vigtigt, at man inden for den cirkulære økonomi opererer på tre niveauer: mikro-, meso- og makroniveau. Disse niveauer fungerer som indikatorer for at måle og dokumentere fremskridt hen imod en cirkulær økonomi, og dette kaldes systemperspektiver. Systemperspektiver hjælper med at danne en detaljeret forståelse af, hvordan man kan måle og dokumentere fremskridt på de tre niveauer og opnå bæredygtig udvikling, som inkluderer miljømæssig kvaliteter inden for de respektive niveauer.

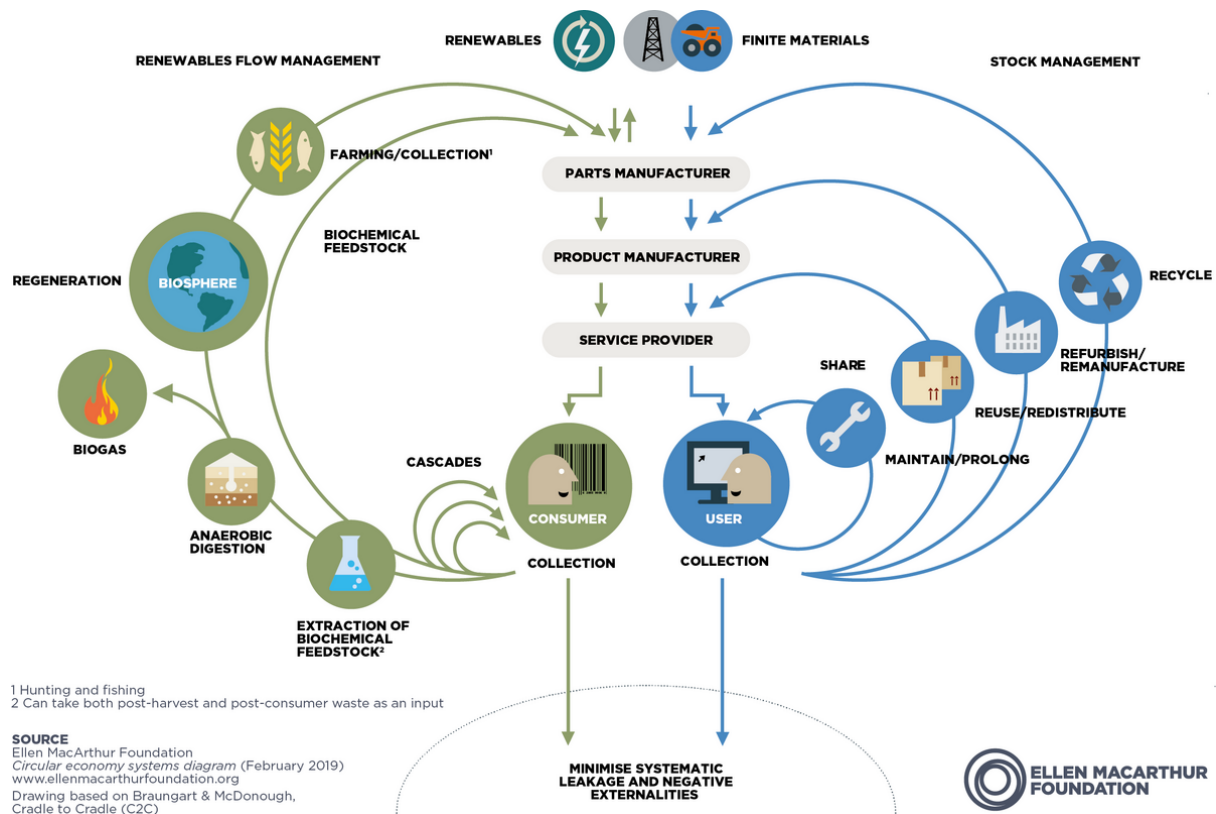
Ellen MacArthur Foundations definition af Cirkulær økonomi

Ellen MacArthur Foundation er en anerkendt non-profit organisation, der arbejder med at fremme cirkulær økonomi ved at producere original forskning baseret på evidens. Organisationen har udgivet flere rapporter om fordelene ved cirkulær økonomi og dens potentiale til at tackle globale udfordringer såsom klimaforandringer og tab af biodiversitet (Ellen MacArthur Foundation 2013). I 2013 offentliggjorde organisationen rapporten "Towards the Circular Economy", der havde til formål at besvare EU's opfordring til at undersøge udfordringerne ved at skifte til et mere cirkulært økonomisk system, i EU's ressourceproduktivitet i overensstemmelse med Europas 2020-strategi (Ellen MacArthur foundation 2013). Rapporten indeholder den mest anvendte definition af cirkulær økonomi, som lyder således:

A circular economy is an industrial system that is restorative and regenerative by intention and design. It replaces the 'end-of-life' concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models. (Ellen MacArthur foundation 2013: 7).

Således fokuserer EMF's (Ellen MacArthur foundation) definition af cirkulær økonomi på at erstatte konceptet "end of life" med et restaureringssystem for at muliggøre ressourcegenanvendelse i det industrielle system. Målet er at eliminere brugen af skadelige kemikalier, som forringer genanvendelsen, at reducere affald gennem forbedret design af

materialer, produkter, systemer og forretningsmodeller. Definitionen belyser også det industrielle system i to kredsløb: det biologiske og det tekniske, som også illustreres i det velkendte sommerfuglediagram (set nedenfor), der formål at visualisere den kontinuerlige strøm af materialer i en cirkulær økonomi (Ellen MacArthur foundation, 2019). Se figur X nedenfor:



(Figur 1: Ellen MacArthur Foundation 2019) Modellen illustrerer det cirkulære kredsløb af materialer.

Ifølge EMF, illustrere sommerfuglediagrammet en cirkulær økonomisk model, der søger at genoprettende og bygger på vedvarende energi, minimal brug af giftige kemikalier og omhyggeligt design for at eliminere affald. I denne model er affald ikke eksisterende, da produktets biologiske og tekniske komponenter er designet til at passe ind i en materialecyklus og adskilles og renoveres efter behov.

Dette koncept illustreres af sommerfuglens vinger, hvor cirklerne repræsenterer materialestrømme, der cirkulerer i et loop for at sikre, at de forbliver i en design-cyklus. Biologiske næringsstoffer er ikke-giftige og kan let komposteres og anvendes til energi, som illustreret på sommerfuglens venstre vinge ved kaskadering af brugte ressourcer. Dette betyder at maksimere ressourceeffektiviteten ved at bruge biomasse i produkter, der skaber

mest økonomisk værdi over flere levetider, hvilket kaldes loops af EMF. På den anden side er tekniske næringsstoffer såsom polymerer og legeringer mere komplekse at håndtere og kan indgå i flere loops afhængigt af materialets sammensætning. Det er vigtigt at forstå disse begreber for at kunne forlænge produktets levetid i en cirkulær økonomisk omstilling ved at fokusere på vedligeholdelse, genbrug, genopretning, genanvendelse og andre metoder, der tillader produktet at cirkulere i længere tid.

I dette speciale anvendes en forståelse af cirkulær økonomi i et systemperspektiv, da det giver det mest holistiske billede af, hvad omstillingen til cirkulær økonomi kræver inde for byggebranchen. Vi støtter os hovedsageligt op af definitionen, som Kirchherr et al. har udarbejdet på baggrund af deres omfattende gennemgang af definitioner og forståelser af cirkulær økonomi. Vi foretrækker denne definition, da den er grundig og indeholder vigtige aspekter af cirkulær økonomi og forretningsmodeller som den drivende kraft bag omstillingen til cirkulær økonomi. Definitionen for cirkulær økonomi lyder som følger:

“A circular economy describes an economic system that is based on business models which replace the ‘end-of-life’ concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes, thus operating at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, which implies creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations.” (Kirchherr et al. 2017: 224-225).

systemperspektivet

Som tidligere nævnt påpeger Kirchherr og hendes kolleger i deres artikel vigtigheden af en systemisk tilgang til cirkulær økonomi, hvor der skelnes mellem tre niveauer: mikro-, meso- og makrosystemet. Mikrosystemet handler primært om cirkulær økonomi i relation til produkter, virksomheder og forbrugere (Kirchherr et al 2017: 224-225).

For at kunne omstille sig til cirkulær økonomi er det vigtigt at etablere cirkulære produktionssystemer, reducere ressourceforbrug og udvikle miljøvenlige produkter af høj kvalitet. Beslutninger, der træffes i designfasen, spiller en vigtig rolle for produktets bæredygtighedsprofil. I designfasen bør man tage højde for hele produktets livscyklus, således at løsninger på et problem ikke skaber nye problemer. Eksempler på midler, der kan anvendes i mikrosystemet for at forberede virksomheder til cirkulær økonomi, er cleaner production og ecodesign.

Handlinger på mesosystemniveauet involverer udvikling af netværk med industrielle symbioser, øko-industrielle mm., hvor ressourcer udveksles på tværs af industrier med henblik på at fremme miljømæssige og økonomiske fordele. Dette kan omhandle udveksling af ressourcer som energi, biprodukter eller vand (Ghisellini et al., 2016). Mesosystemet opererer på niveauet over mikrosystemet, da det involverer cirkularitet og ressourceudnyttelse i hele industrier frem for enkeltvirksomheder.

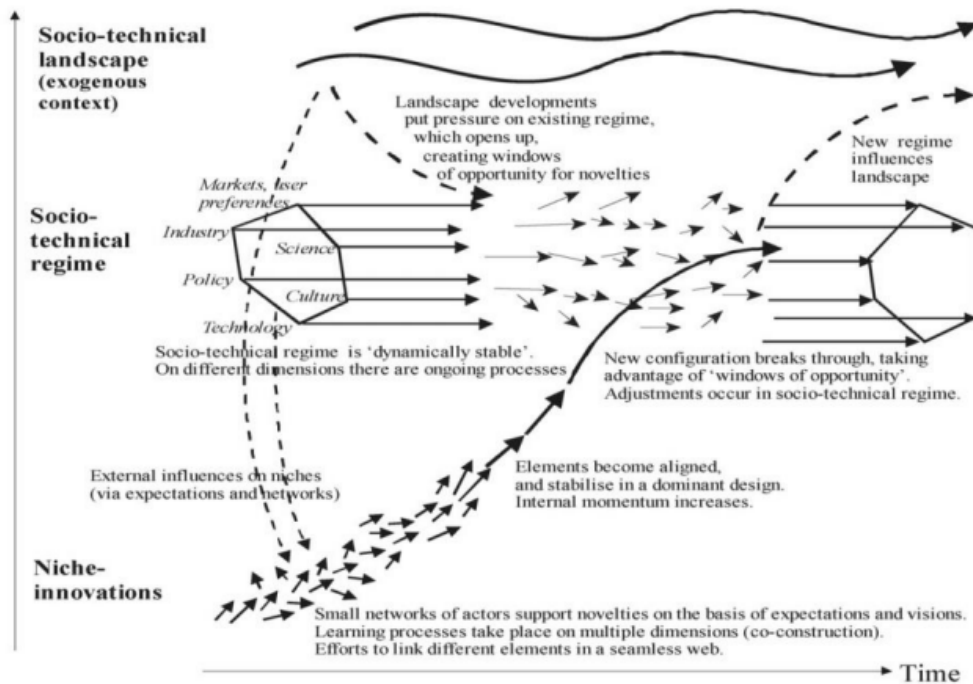
På det øverste niveau findes makrosystemet, hvor cirkulær økonomi skal implementeres på en overordnet industriel struktur, i byer, regioner eller endda på nationalt eller globalt niveau (Ghisellini et al., 2016: 18; Kirchherr et al., 2017: 223). For at udvikle cirkulær økonomi på dette niveau er det nødvendigt at redesigne og integrere både industri, infrastruktur, kulturelle rammer og sociale systemer. Projekter, hvor cirkulær økonomi er blevet succesfuldt implementeret på dette niveau, har vist, at dette kræver, at både teknologiske, sociale, økonomiske og juridiske faktorer tages i betragtning. Regeringsreguleringer, f.eks. miljøregulering, er en vigtig drivkraft, mens delt ejerskab af produkter er set som en af de mest tilgængelige løsninger blandt forbrugere (Ghisellini et al., 2016: 22-23).

Mens flere definitioner af cirkulær økonomi nævner et systemperspektiv, fokuserer de fleste kun på makrosystemet (ibid: 227). Kun få nævner, at cirkulær økonomi kræver fundamentale ændringer på samme tid, i både mikro-, meso- og makrosystemet, hvilket Kirchherr et al. argumenterer for, er afgørende for en fuld forståelse af cirkulær økonomi, da overgangen kræver en systematisk ændring på alle niveauer (Kirchherr et al., 2017: 227) I dette speciale anvendes en forståelse af cirkulær økonomi i et systemperspektiv, da det giver det mest holistiske billede af, hvad omstillingen til cirkulær økonomi kræver inden for den danske byggebranche.

Socio- tekniske systemer

Socio teknisk systemteori vil i dette speciale blive anvendt som teoretisk ramme værktøj til at skabe en forståelse for, hvor langt man i Danmark er i transitionen mod anvendelse af genbrugstræ, mod mere bæredygtig byggebranche. Et socioteknisk system refererer til den grundlæggende måde, hvorpå produktionen eller forbruget af et bestemt produkt er organiseret, i denne sammenhæng er det genbrugstræ som er det omtalte produkt. Dette system kan opdeles i tre niveauer: Det sociotekniske landskab, regime og nicher (Geels 2004: 25). Figuren nedenfor illustrerer disse tre niveauer.

Increasing structuration
of activities in local practices



Figur 2: Illustration af de sociotekniske niveauer og interaktionen mellem disse niveauer (Geels 2011: 32).

Geels (2004: 900) beskriver, at hver gruppe i det sociotekniske system har fælles holdninger og en fælles forståelse af virkeligheden. Det nederste niveau, kaldet niche-niveauet, består af opstartsteknologier, ideer og græsrodsbevægelser (Holm et al. 2014: 38). Over niche-niveauet findes det sociotekniske regime, som består af etablerede grupper inden for teknologi, politik, industri og videnskab (Søndergaard et al. 2009: 294). Det sociotekniske landskab, der udgøres af ideologi, den politiske dagsorden, samfundsøkonomi og sociale værdier, udgør den afgørende retningsgivende kraft for hele systemet.

I dette speciale benyttes Socioteknisk systemteori til at beskrive udviklingen inden for genbrug af træ i den danske byggebranche som produkt, samt hvor vi befinder os i forhold til dets implementering i det sociotekniske regime der er den danske byggebranche. Gennem anvendelse af specialets metoder søges der at åbne for en forståelse af hvorfor genbrugstræ anses som en niche i byggebranchen. Gennem rapportens interview(s) ønskes der viden om, hvordan og hvorfor at genbrugstræ ikke bliver anvendt i et større omfang, og hvorfor at entreprenører i så stort et omfang ser overskudstræ som affald og ikke en ressource.

Gennem specialets Dokumentanalyse søges der at åbne for en forståelse for de udfordringer som forhindre at genbrugstræ kan anvendes i et større omfang, samt hvorvidt det kan skabes et window of opportunity, således at genbrugstræ kan gøres til en mere integreret del af regimet i den byggeriet. Yderligere bidrager teorien med begreber som kan diskutere genbrugstræs som niche i det sociotekniske byggeregime, og dets rolle i at reducere sektorens klimapåvirkning.

Teoretiske overvejelser og afgrænsninger

Til specialet blev en række teoretiske perspektiver taget med i betragtning. En af disse teorier var multi level governance teori. Teorien blev overvejet til at undersøge den politiske indsats fra den danske stat, samt EU, med det samarbejde der er mellem nationale, og overnationale instanser, men blev fravalgt da rapportens fokus ligger i et krydsfelt mellem private og nationale tiltag. havde specialet været udelukkende politisk orienteret, havde teorien være oplagt at anvende, men da det ikke er tilfældet blev teorien fravalgt.

Figuroversigt

Figur 1: Det cirkulære kredsløb af materialer.

Figur 2: Sociotekniske niveauer og interaktionen mellem disse niveauer

Figur 3: Cirkulært forbrugs- og produktionssystem- og forbrugssystem i den danske byggebranche

Figur 4: Affaldshierarkiet for en cirkulær økonomisk tilgang til materialehåndtering.

Figur 5: Den gradvise stramning af klimakravene for den danske byggebranche i perioden 2020-2030

Figur 6: Cirkularitet i byggeriet, og de forskellige elementer som indgår i hver af faserne.

Besvarelse af arbejdsspørgsmål 1: Hvilke udfordringer er der forbundet med at anvende genbrugstræ i den danske byggebranche ?

Med dette arbejdsspørgsmål ønskes der at åbne for en forståelse for, hvilke udfordringer der kan være forbundet med at anvende genbrugstræ i byggeriet. Trods regeringens ønske om at gøre byggeriet grønnere, og mere klimavenligt, er der ikke det store råderum, hvad genbrugstræ angår. Selv om regeringen gerne vil øge mængden af genbrugte og genanvendte materialer i byggeriet, er der en række udfordringer forbundet med at ville anvende disse materialer. De identificerede udfordringer er som følger

- Manglende dokumentation
- Kontaminering af byggematerialerne
- Materialernes udformning
- Mængden af genbrugstræ til rådighed

Manglende dokumentation

For genbrugte byggematerialer er der store udfordringer når det kommer til dokumentation af materialerne, hvad angår deres holdbarhed, og bæreevne. For genbrugstræ strækker udfordringerne sig fra materialets ophav, tilstand, og styrkeevne. Genbrugstræ er af henhold til gældende lovgivning ikke tilladt at anvende til bærende konstruktioner, da materialets styrkeevne efter tidligere anvendelse ikke kan dokumenteres. I en artikel fra dansk skovforening siger forsker Emil Engelund Thybring, at *“Når vi tager brugt træ ud, ved vi ikke helt, hvad det har været udsat for af fugt og mekanisk belastning. Nu skal vi så prøve at genbruge det, men hvilken styrke har det? Vi har en meget bred fordeling (af styrker i genbrugstræ, red.), så det er en meget lav styrke, vi kan regne med (Dansk skovforening, 2023)”*. Endvidere foreslår Emil Engelund Thybring, at denne barriere vil skulle overkommes, for at sikre genbrug af træmaterialer bliver en mere integreret del af den danske byggebranche.

Kontaminering af byggematerialerne

Byggematerialer kan af en række årsager være kontamineret. Dette kan ske i alt fra transport til nedrivningsfasen, og er en stor udfordring for at kunne genbruge større mængder af genbrugstræ i byggeriet. Ifølge bygningsreglementet må træprodukter som indeholder miljøfremmede stoffer ikke genbruges i byggeriet. jf § 330 “ *Byggematerialer må ikke afgive gasser, partikler, ioniserende stråling eller andet, der kan give anledning til sundhedsmæssigt utilfredsstillende indeklimaforhold.* ”(VCØB, U.Å: 5).

stk. 2. “Træbaserede plader, nedhængte lofter og andre byggematerialer, der indeholder formaldehydafgivende stoffer, må kun anvendes, såfremt formaldehydafgivelsen ikke giver anledning til et sundhedsmæssigt utilfredsstillende indeklima” (Ibid: 5). Yderligere fremgår det af stk 4, at “*I forbindelse med ombygninger og lignende skal det sikres, at sundhedsskadelige stoffer som f.eks. asbest, bly, PCB eller partikler fra isoleringsmaterialer fra allerede indbyggede materialer ikke spredes til indeklimaet*” (Ibid: 5). Dette er særdeles fremtrædende i mindre byggerier. Materialer som PCB blev anvendt i byggeriet i en lang årrække, og forekommer stadig i byggerier, der er opført i perioden 1950-77, men blev anvendt i byggevarer helt frem til 2004 (Ibid: 10).

Et andet materiale som på lige fod med PCB er problematisk i forhold til genbrug af byggevarer, er asbest. Asbest findes i mange ældre byggerier. Kommer byggetræ, og er gennem tiden blevet anvendt til en række forskellige formål i byggerier. Asbest bliver i dag betegnet som farligt affald, og skaber store problemer i forbindelse med nedrivning og reovering af bygninger. Kommer træmaterialer i kontakt med asbest, vil det blive betegnet som farligt affald og skal derefter bortskaffes (Ibid: 11). Yderligere er tungmetaller problematisk for genbrugspotentialet af træ. Tungmetaller som bly blev anvendt i maling frem til 2001, og bliver stadig anvendt til trykimprægning af undedørstræ. Ved indendørs brug, kan materialerne afgive dampe og gasser som over tid vil være skadelige for helbredet, af den grund kan træ som har været i kontakt med tungmetaller ikke genbruges i byggeriet.

Materialernes udformning

Udformningen af genbrugte materialer udgør en udfordring inden for byggeriet. Inden for byggebranchen er standardiserede mål for byggematerialer almindeligt anvendt for at lette arbejdet for bygherrerne. Ved brug af genbrugte træmaterialer kan der dog ikke garanteres en ensartet udformning af træet. Genbrugt træ kan komme i forskellige størrelser, former og dimensioner afhængigt af dets tidligere anvendelse og bearbejdning. Dette kan skabe udfordringer i forhold til at opnå en præcis pasform og opfyldelse af standardiserede mål og specifikationer i byggeprojekter. Bygherrer og entreprenører skal være opmærksomme på dette og være villige til at tilpasse sig variationen i udformningen af genbrugt træ for at sikre en korrekt og effektiv brug i byggeriet.

Mængden af genbrugstræ til rådighed

Trods potentialet for genbrug af træmaterialer står vi over for en væsentlig udfordring, nemlig den begrænsede mængde genbrugstræ, der er tilgængelig. Årligt smides op imod 391.000 tons træ ud, hvoraf en betydelig del kan potentielt genanvendes og genbruges (Affaldsstatistik 2022) Blandt den store affaldsfraktion er der omkring 100.000 tons træ, der egner sig til genbrug i byggeriet (Dansk Skovforening, 2023). Desværre genbruges kun en mindre andel af disse træmaterialer, og størstedelen af dem går direkte til genanvendelse. For at imødegå denne udfordring er der behov for initiativer, der fokuserer på indsamling og sortering af brugt træ fra nedrivnings- og renoveringsprojekter. Det er afgørende at etablere et effektivt netværk og samarbejde mellem byggebranchen, affaldsforvaltningsselskaber og genbrugsindustrien for at sikre en mere omfattende og målrettet genbrug af træmaterialer. Ved at implementere sådanne initiativer kan vi øge tilgængeligheden af genbrugstræ og sikre, at flere af disse potentielt brugbare materialer finder vej tilbage i byggeprojekterne. Dette kræver en koordineret indsats på tværs af sektorer og en øget bevidsthed om fordelene ved genbrug af træ både økonomisk og miljømæssigt.

Delkonklusion

På baggrund af ovenstående kan det konkluderes, at der er flere udfordringer forbundet med at anvende genbrugstræ i byggeriet. Manglende dokumentation af materialernes holdbarhed og bæreevne er en væsentlig barriere, da det er vanskeligt at vurdere styrkeevnen af genbrugstræ efter tidligere anvendelse. Kontaminering af byggematerialerne, herunder

tilstedeværelse af miljøfremmede stoffer som asbest, PCB og tungmetaller, udgør også en betydelig udfordring, da disse materialer kan være sundhedsskadelige og derfor ikke må genbruges i byggeriet. Derudover er udformningen af genbrugte materialer ofte ikke standardiseret, hvilket kan skabe vanskeligheder i byggeprocessen. En væsentlig udfordring er også den begrænsede mængde genbrugstræ, der er tilgængelig, selvom der årligt smides en betydelig mængde træ ud, der potentielt kunne genanvendes. For at imødegå disse udfordringer er der behov for bedre dokumentation, effektiv kontamineringscreening, standardisering af genbrugsmaterialer og øget indsamling og sortering af brugt træ. Det kræver samarbejde mellem byggebranchen, affaldsforvaltningsselskaber og genbrugsindustrien for at øge tilgængeligheden af genbrugstræ og fremme dets brug i byggeprojekterne.

Besvarelse af arbejdsspørgsmål 2: Hvorfor bør man genbruge træ i byggeriet?

Genbrug af træ spiller en vigtig rolle i at reducere ressourceforbrug og miljøpåvirkning for byggesektoren. Både den danske regering og den private sektor har en interesse i at skabe en mere bæredygtig og ressourceeffektiv byggebranche, vil der i besvarelsen af dette arbejdsspørgsmål blive belyst genbrugstræs rolle som niche i det danske sociotekniske byggeregime. herefter redegøres der for den klassiske forståelse af Cirkulær økonomi og dens gængse opfattelse i byggeriet, samt hvorfor at der i større grad bør sættes på genbrug af træmaterialer for at imødekomme regeringens ønske om en mere bæredygtig byggebranche.

Genbrugstræ som niche i det sociotekniske byggeregime

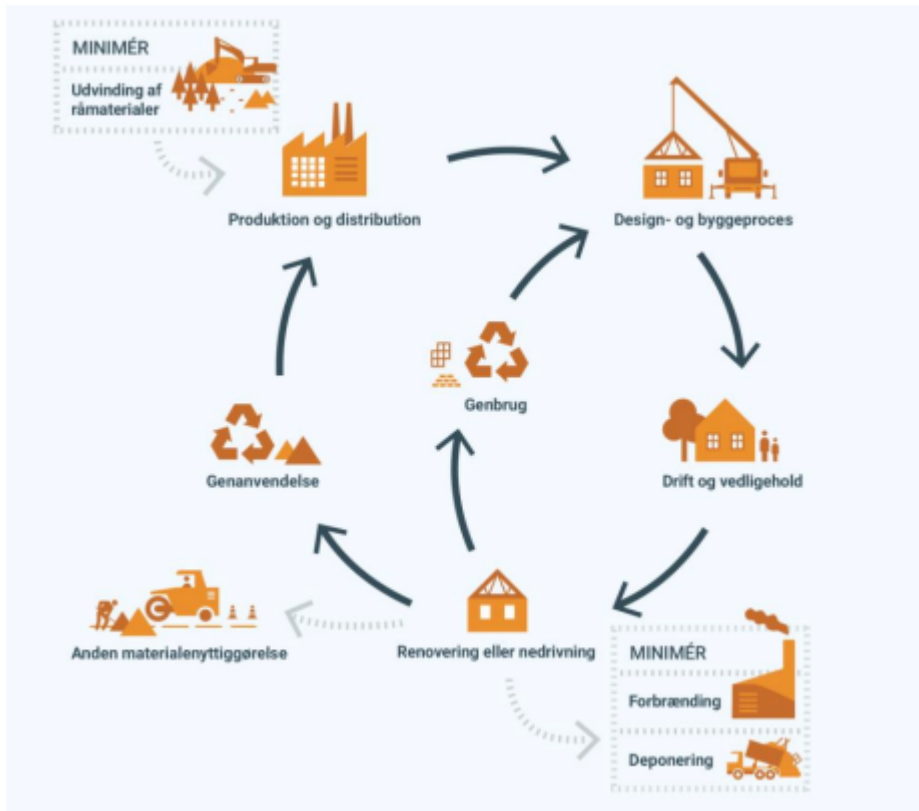
Der findes der allerede strategier og tiltag fra både den offentlige og private sektor, som søger at fremme anvendelsen af genbrugstræ, og Byggebranchens klima og CO2 påvirkning heraf. dermed søges der at fremme en teknisk substitution af nyproduceret træmaterialer i byggeriet, gennem en top-down lovningsmæssige (Geels 2004: 17). En af årsagerne til at regeringen har fastsættelse et CO2 loft for byggeriet som strammes frem mod 2030 (Indenrigs og Boligministeriet, 2020) er sandsynligvis den udpegede sporafhængighed som man traditionelt set har fulgt i byggeriet. Sporafhængighed forstås ved aktørers afhængighed af det eksisterende regimes praksis (Köhler et al. 2019). Byggeriet er en sektor som historisk har været meget traditionsbundet, og været vanskeligt at omstille, grundet manglende alternativer

til materialer (Dansk Skovforening, 2023). Den teknologiske udvikling har gjort os i stand til at genanvende og genbruge materialer i et større omfang end hidtil set, dog anvendes der kun genbrugsmaterialer i byggeriet i et meget begrænset omfang. Ved at lave en national strategi, efterfulgt af en lovgivning om CO2 udledning fra byggeriet, har den danske stat skabt et såkaldt "*Window of opportunity*", som i socioteknisk systemteori forstås som det tidspunkt hvor at regimet kan transformeres (Geels 2011: 30).

Fordelen ved genbrugte materialer er, at de i vid udstrækning kan bruges til de samme formål som nye materialer. Det vil dog være nødvendigt i et vist omfang at forarbejde materialerne i perioden mellem brug og genbrug, da der kan være behov for eventuel rensning, og reparation af træmaterialerne. Dette betyder at der er tale om en "*fit and transform*" løsning (ibid: 30), da en del af den traditionelle praksis i forhold til håndtering af materialerne vil skulle ændres, for at maksimere andelen af genbrugte træmaterialer. En central udfordring inden for anvendelse af genbrugsmaterialer i byggeriet er, at der er mangel på viden på området, vedrørende materialernes egenskaber, særligt hvad angår dokumentation omkring indhold af stoffer og holdbarhed på materialerne. Hvilket betyder at man på trods af det store potentiale har vanskeligheder med at opskalere det på nuværende tidspunkt, hvilket ellers er forudsætningen for at en niche kan etablere et regime i et "*window of opportunity*" (Geels 2011:29).

Cirkulær økonomi i den danske byggebranche

Som beskrevet i problemfeltet står den danske byggebranche for ca 35% af den danske affaldsproduktion, og 30% af den samlede CO2-udledning. En af årsagerne til dette kan ledes tilbage til den måde man opfatter cirkulær økonomi på i byggebranchen. I nedenstående figur ses den almene forståelse af cirkulær økonomi i byggeriet.



Figur 3: Figuren illustrerer et cirkulært forbrugs- og produktionssystem- og forbrugssystem i den danske byggebranche (Concito. 2022: 5)

Ovenstående model illustrerer den almene forståelse af cirkulær økonomi for byggebranchen. For modellen gør det sig gældende at materialer forsvinder ud af cirkulation gennem anden nyttiggørelse, såvel som bortskaffelse i form af deponering og forbrænding. Det betyder at der ikke er tale om en fuld cirkularitet. Inden for den cirkulære ressourceøkonomi omtales genbrug og genanvendelse ofte som værende det samme i cirkulær økonomi, på trods af at der er stor forskel på hvordan de to måder at håndtere materialer på, og hvordan at de værdisættes i et cirkulært system.

- *Genbrug har umiddelbart den største værdi, da materialet her genbruges i sin eksisterende form til den samme funktion, så der ikke sker en nedgradering af anvendelse af materialet, og der heller ikke bruges energi og ressourcer på at lave det om til et andet produkt. (Concito 2022: 4)*
- *Ved genanvendelse gennemgår materialet en proces, så det kan anvendes til noget andet (ofte af mindre værdi) i en ny form. Det kan fx være genanvendelse af knust beton som tilslag i ny beton eller genanvendelse af beton til vejfyld osv. (Concito 2022: 4)*

Dette er den umiddelbare forskel på de to tilgange til cirkulær materialehåndtering. Fordelen ved genbrug frem for genanvendelse, er at der ikke ændres i produktets udformning eller holdbarhed, hvilket giver produktet en længere holdbarhed, og en mulighed for at blive i cirkulation i længere tid, end hvis det var blevet genanvendt. Kigger man på affaldshierarkiet, ses affaldsforebyggelse, hvor i genbrug indgår. Næst efter dette ses forberedelse til genbrug, som indebærer minimal forarbejdning af materialer, herunder rensning, vask og reparation af materialerne (Concito 2022: 29).



Figur 4: (Concito 2022: 29) Figuren illustrerer affaldshierarkiet for en cirkulær økonomisk tilgang til materialehåndtering.

Ved at genbruge materialer kan vi få en højere udnyttelsesgrad af materialet, og samtidig også en højere CO₂ besparelse. Genbrugte træmaterialer har en højere CO₂ besparelse end genanvendte træmaterialer, da genbrugte materialer har en lavere forarbejdning end genanvendte materialer. En lang række af træprodukter kan genbruges direkte frem for at skulle anvende jomfru træ (nyproduceret træprodukter). Det fremgår af en rapport fra Videncenter for Cirkulær økonomi i byggeriet (VCØB), at der er store CO₂-besparelser at hente ved at anvende genbrugte træmaterialer (VCØB, 2021: 1). For genbrugte gulvbrædder kan der som nævnt i problemfeltet opnås en besparelse på 78% CO₂ ækv/m³ sammenlignet med jomfrutræ. Ligeledes kan der ved anvendelse af genbrugte indvendige døre opnås en besparelse på 80%. For bjælker og stolper 77%, og for spånplader med genanvendt træ 70%. For genanvendt træ 9,4% CO₂ besparelse. Det vil sige, at genbrugt træ rummer et stort potentiale for at sænke byggebranchens CO₂ udledning. Trods det store potentiale som genbrugt træ rummer på, bliver det kun anvendt i et mindre omfang i byggebranchen. Dette er som beskrevet i besvarelsen af første arbejdsspørgsmål grundet en række forskellige faktorer, en

af dem værende manglende viden fra bygherre om materialernes holdbarhed, udformning og mængderne til rådighed. Dog har visse virksomheder fået øjnene op for dets potentiale, og forsøger at skabe en cirkulær forretningsmodel omkring genbrugt træ, i et forsøg på at skubbe på udviklingen, og sikre sig selv i en økonomisk stærk position i en fremtid hvor at bæredygtige byggematerialer vil komme til at spille en stor rolle.

Delkonklusion

Det kan på baggrund af fremlagt materiale konkluderes der, at genbrugstræ spiller en vigtig rolle i at reducere ressourceforbruget, og miljøpåvirkningen for den danske byggebranche. Den danske regering, samt den private byggesektor har begge en interesse i at skabe en mere bæredygtig og ressourceeffektiv sektor. Det kan konkluderes at genbrugstræ betragtes som en niche i det sociotekniske byggeregime der er den danske byggebranche. Traditionelt set har byggebranchen været et meget konservativ i sin tilgang til byggeriet, grundet manglende alternativer til byggematerialer og praksis inden for faget. Den udvikling der er sket inden for vores håndtering af byggematerialer i anlægs- og nedrivningsfasen, har muliggjort at langt flere materialer kan genbruges. Den danske regering har gennem indførelse af CO2 loft for byggeriet forsøgt at skabe et "Window of opportunity", hvor regimet kan transformers. Genbrugstræ rummer på en lang række klimamæssige fordele, men grundet manglende viden på området om genbrugstræs styrkeevne, anvendes det kun i et meget begrænset omfang. Nogle virksomheder har dog fået øjnene op for potentialet og forsøgt sig med at skabe en cirkulær forretningsmodel omkring genbrugstræ, men bliver kun anvendt i et begrænset omfang.

Besvarelse af arbejdsspørgsmål 3: Hvilke tiltag er der lavet inden for byggebranchen for at fremme genbrug af træ?

Som følge af besvarelsen på arbejdsspørgsmål 2 vil der i besvarelsen af det tredje arbejdsspørgsmål blive redegjort for nogle af de tiltag som kommer fra den private byggebranche for at fremme anvendelsen af og skabe bevågenhed om det potentiale som genbrugstræ indeholder. Der vil først vil der blive redegjort for projekt genræ som er drevet af Stark, og den betydning de kan komme til at have for den grønne omstilling af sektoren.

Efterfølgende vil der blive redegjort for genbyg, som er Danmarks største byggemarkeder for genbrugte byggematerialer.

Gentræ

Projekt Gentræ, er en del af en større indsats fra Stark for at bidrage til en mere bæredygtig fremtid. Stark søger gennem Gentræ at minimere affaldsmængderne fra dansk byggeri, og føre flere materialer tilbage i cirkulation i den danske byggebranche. Projektet startede i 2021 under ledelse af nuværende projektleder Kent Fonseca. Med projektet søger Stark efter at indsamle, rense, og videresælge genbrugstræ til danske byggepladser. Stark skriver selv, at *“Målet for Stark er at redde op til 50.000 ton byggepladstræ årligt fra at ende som brændsel”*. (Stark.dk/klima/gentrae. 2023). Kent fortalte på vores indledende møde, at Stark indsamler dette træ fra byggepladser landet over, som i hovedstadsområdet bliver indleveret hos FRAK, på nørrebro, hvor træet bliver rensat for søm og skruer, hvorefter de bliver solgt videre til bygherre således at det føres tilbage til byggeriet. Ved at tilbageføre materialer til byggeriet hjælper Stark deres kunder med at opnå en lavere CO2 værdi pr. kvadratmeter, ifølge Bygningsreglementet og de nye nationale krav for byggeriet. I samarbejde med leverandører og bygherre har projekt gentræ har siden 2019 indsamlet og genbrugt/genanvendt mere end 500 ton træ, hvilket har givet en samlet CO2 besparelse på 22,5 tons CO2. Formålet med projektet er, som Kent siger " At gøre det nemmere for vores kunder at indarbejde bæredygtigheden i deres dagligdag”(Interview med Kent). Projekt gentræ samarbejder med bygherre og entreprenører landet over, for at skabe en cirkulær forretningsmodel, som er til gavn for byggebranchen, og for sikre sig selv en stærk placering i det nye paradigme som er på vej ind over den danske byggebranche.

Genbyg

Genbyg er en dansk non-profit virksomhed, der har til formål at fremme genbrug og genanvendelse af byggematerialer. Virksomheden blev etableret i 1998 og har siden da spillet en væsentlig rolle i reduktionen af affald og fremme af bæredygtighed inden for byggesektoren i Danmark. Genbyg indsamler brugbare materialer fra nedrivninger, ombygninger og overskudslager, herunder døre, vinduer, gulve og vægpaneler, blandt andre. Formålet med Genbyg er at forlænge materialernes levetid og reducere behovet for produktion af nye ressourcer. Ved at tilbyde genbrugte byggematerialer giver de et bæredygtigt alternativ til traditionelle indkøb af byggematerialer. Dette bidrager til at

mindske de miljømæssige påvirkninger, der er forbundet med udvinding af ressourcer, produktion og affaldshåndtering. Som et pionerprojekt inden for genbrugsbranchen har Genbyg inspireret og påvirket lignende initiativer både i Danmark og internationalt. Virksomhedens succes og indflydelse har bidraget til en øget bevidsthed om genbrug som en vigtig strategi inden for bygge- og konstruktionsbranchen og har medvirket til en mere bæredygtig tilgang til byggeri og renovering.

Delkonklusion

Både Projekt Gentræ, drevet af Stark, og Genbyg, Danmarks største forhandler af brugte byggematerialer, er eksempler på branchebaserede initiativer, der søger at fremme den grønne omstilling inden for byggebranchen. Disse initiativer viser, hvordan aktører i byggebranchen aktivt arbejder på at fremme en mere bæredygtig tilgang til byggeri og renovering. Ved at fokusere på genbrug, genanvendelse og effektiv affaldshåndtering kan disse projekter bidrage til at mindske resourcespild, reducere CO₂-udledning og skabe en mere cirkulær økonomi inden for byggeriet. Deres succes og indflydelse har medvirket til en øget bevidsthed om genbrug som en vigtig strategi inden for bygge- og konstruktionsbranchen og har bidraget til en mere bæredygtig tilgang til byggeri og renovering. Det kan samtidig konkluderes at der trods den bevågenhed der er kommet vedrørende genbrug af træ i byggeriet vil være behov for yderligere tiltag fra den private sektor, hvis byggeriet skal gøre sig forhåbninger om at imødekomme regeringens ønske om en grønnere og mere klimavenlig sektor

Besvarelse af arbejdsspørgsmål 4: Hvilken lovgivning er der på området?

I dette arbejdsspørgsmål vil der blive redegjort for valg og National som overnational lovgivning. Først vil Circular Economy Action Plan (CEAP) blive redegjort for, og analyseret i forhold til den betydning den har for genbrug af træmaterialer. Efterfølgende vil den danske nationale strategi for bæredygtig byggeri blive udfoldet, for at åbne for en forståelse for de initiativer som den danske regering har igangsat, og ønsker at indføre for at fremme bæredygtig byggeri i Danmark. Derefter vil bygningsreglementet blive udfoldet, i relation til den lovgivningsmæssige rammer der omfatter håndtering af byggematerialer, samt CO₂ kravene for byggeriet. I forlængelse af dette blive miljøvaredeklARATIONER åbnet op, for at skabe en forståelse for dens betydning for byggematerialer og deres anvendelse. Efter dette vil der blive redegjort for DGNB-certificering som et redskab til at skubbe byggebranchen i

en grønnere retning, og afslutningsvis vil affaldsbekendtgørelse blive åbnet op for at skabe en forståelse for hvordan at byggeaffald håndteres, samt hvilke barrierer den sætter for genbrug af træmaterialer i den danske byggebranche.

Circular Economy Action Plan (CEAP)

I 2020 udgav EU en handleplan for cirkulær økonomi (CEAP), for at skabe et billede, af hvilke sektorere som det vil være nødvendigt at udføre indgreb over, for at sikre at EU forbliver konkurrencedygtige, i en verden hvor bæredygtighed bliver mere og mere udbredt (European Commission. 2020: 2). En af de sektorere som man fra Europæisk side ønsker at sætte ind overfor er byggesektoren. Som det fremgår af problemfeltet er byggebranchen en af de største CO₂ syndere i EU, og er den sektor i EU som generere mest affald og ressourcepild (Ibid: 11). For byggeriet mener man fra EU's side, at man gennem bedre materialeanvendelse vil kunne opnå op imod 80% emissions besparelser. For at imødekomme dette ønske, har EU sat sig for at udarbejde en strategi for bæredygtig byggeri, som får til formål at sikre overensstemmelse mellem klima, energi og ressource management for byggebranchen, på områder som affaldshåndtering, adgang til materialer mm. som har til formål at promovere cirkularitet, i byggeriet ved at;

- 1) At tage højde for sikkerhed og funktionalitet, undersøges bæredygtighedspræstationerne af konstruktionsprodukter i forbindelse med revisionen af Construction Product Regulation, herunder mulige krav om genanvendt indhold til visse konstruktionsprojekter;
- 2) At der skal arbejdes på at øge holdbarheden og fleksibiliteten af byggede aktiver i overensstemmelse med principperne for cirkulær økonomi for bygningsdesign. Samtidig udvikles digitale logbøger for bygninger;
- 3) Der skal integreres livscyklusanalyser til offentlige udbud og indkøb, og EU's ramme for bæredygtig finansiering, der samtidig skal der undersøges hvorvidt det er hensigtsmæssigt at fastsætte mål for at fastsætte mål for at reducere CO₂-udledningerne og understøtte potentialet for CO₂-lagring;
- 4) Overvejelse om revision af materialegenopretningsmålene som er fastsat af EU-lovgivning for affald fra byggeri og nedrivning, samt dets materiale specifikke fraktioner;
- 5) Fremmelse af initiativer til at reducere jordforsegling, genoprette forladte eller forurenede brune områder og øge den sikre, bæredygtige og cirkulære anvendelse af udgravede jord (European Commission. 2020: 11)

Disse initiativer forventes at blive indarbejdet i handleplanen for Bæredygtig Byggeri, som ventes færdigbehandlet i 2024. Yderligere vil initiativet "Renovation Wave", som er annonceret i den Europæiske Green Deal, og som sigter mod at føre til betydelige forbedringer i energieffektiviteten i EU, blive implementeret i overensstemmelse med principperne for cirkulær økonomi, herunder optimeret levetidsydelse og længere levetid for byggede aktiver (European Commission. 2020: 11).

National Strategi for bæredygtig byggeri

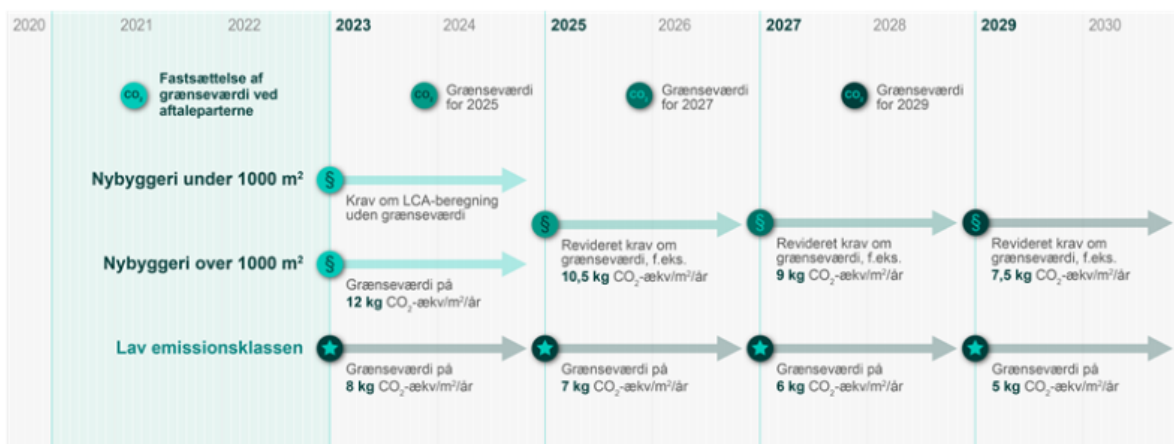
Regeringen indgik i 2021 en bred politisk aftale om fælles indsats for at gøre den danske byggebranche mere bæredygtig. Den nationale strategi for bæredygtigt byggeri er en central strategi for byggebranchen i Danmark. Strategien sigter mod at fremme bæredygtigt byggeri og grøn omstilling i sektoren ved at fokusere på miljøvenlige og ressourceeffektive løsninger. Dette inkluderer eksempelvis reduktion af CO₂-udledning, energieffektivisering, cirkulær økonomi og social bæredygtighed. Dette har regeringen forsøgt at inddelle i tre overordnet dimensioner

1. Klimapåvirkning fra byggeriet skal nedbringes
2. Det totaløkonomiske perspektiv skal balancere investering og kvalitet
3. Sundhed og indeklima i vores bygninger skal forbedres.

Af disse tre dimensioner findes den første særligt relevante for dette speciale.

For at minimere byggeriets påvirkning af naturen, miljøet og klimaet, er det af stor betydning at have fokus på den miljømæssige kvalitet i byggeriet. Et mere klimavenligt byggeri kan opnås ved at reducere både energi- og ressourceforbruget. Dette kan eksempelvis opnås gennem brug af vedvarende energikilder under anlægsfasen, reduktion af materialeforbruget og integrering af cirkulære løsninger i byggeriet. Jo færre materialer, der skal fremstilles, transporteres og anvendes i byggeriet, desto mindre vil udledningen af drivhusgasser være. Dette er afgørende for at mindske byggeriets klimaaftryk, hvilket er hvad denne dimension sigter efter at opnå (Indenrigs- og boligministeriet, 2021. 12-13).

Strategien er en del af en tværgående indsats fra regeringen, som er et understøttende tiltag, som har til formål at understøtte en målsætning om 70% CO₂ reduktion i 2030. Denne målsætning ønsker regeringen at imødekomme gennem en gradvis indfasning af CO₂ krav for den danske byggebranche



(Figur 5: Indenrigs- og boligministeriet, 2021): Figuren illustrerer den gradvise stramning af klimakravene for den danske byggebranche i perioden 2020-2030, hvor der efter planen fra 2023 vil blive fastsat de første CO₂ krav til byggeriet på 12 kg CO₂-ækv/m²/år frem mod 2030, hvor at kravene vil blive strammet, og ender ud med 7.5 kg CO₂-ækv/m²/år (Indenrigs- og boligministeriet, 2021. 12-13).

Den konkrete plan for at gennemføre dette vil ske gennem 5 overordnet indsatsområder. Af disse indsatsområder punkt 1-3, som har særligt relevans for dette projekt. Disse indsatsområder er hhv.

1. Mere klimavenligt byggeri og anlæg
2. Holdbare byggerier af høj kvalitet
3. Ressourceeffektivt byggeri

Indsatsområde 1: mere klimavenligt byggeri og anlæg

Gennem dette initiativ søger man at nedbringe byggeriets samlede udledninger. En stor del af byggeriets klimapåvirkning skyldes vedligeholdelse af bygningerne. Der er ofte primært fokus på anlægsøkonomien ved mange byggerier, som ikke tager højde for omkostninger til drift og vedligeholdelse af de færdige bygninger. Der skal i højere grad være fokus på bygningers totaløkonomi for at fremme en bedre balance mellem omkostninger og kvalitet over hele bygningens levetid for byggerierne. Det betyder, at beslutninger om design- og materialevalg ikke alene træffes ud fra hensyn til den lavest mulige opførelsespris, men med et blik for bygningens langsigtede driftsøkonomi og klimabelastning. Økonomisk bæredygtige valg bør derfor i samspil med livscyklusvurdering (LCA) være beslutningsdrevet for byggeløsninger (Indenrigs- og boligministeriet, 12-13). For at begrænse byggeriets klimaaftryk bør byggepladser også være genstand for en indsats for at minimere fossil brændstof anvendelse. Vejdirektoratet fokuserer allerede på klima og

bæredygtighed i indkøb ved at undersøge mulighederne for at stille krav til ydelser og produkters maksimale CO₂-udledning i udbydelsesmaterialet.

Indsatsområde 2: Holdbare byggerier af høj kvalitet

I dette indsatsområde søger man at finde en effektiv måde at gøre byggeriet mere bæredygtigt, både klimamæssigt og økonomisk, og at bygge holdbare bygninger med en lang levetid. Det er vigtigt at sikre, at bygningerne har høj kvalitet og er fremtidssikrede for at opnå dette (Indenrigs- og boligministeriet. 12-13). Dette kan opnås gennem korrekt udførelse af bærende konstruktioner og undgåelse af unødvendigt materialeforbrug. For at opnå bæredygtighed er det vigtigt at overveje, hvilke materialer der bedst kan fremme klimahensyn, samtidig med at holdbarhed, pris og kvalitet indgår i beslutningsprocessen. Desværre mangler der ofte produktspecifikke miljødata fra producenterne, hvilket gør det svært at vurdere et byggeris klimaaftryk præcist.

En bæredygtig omstilling af byggerier kræver også viden om, hvornår det er miljømæssigt og økonomisk fornuftigt at genbruge materialer i byggeriet, samtidig med at det sker på en sikkerhedsmæssig forsvarlig måde.

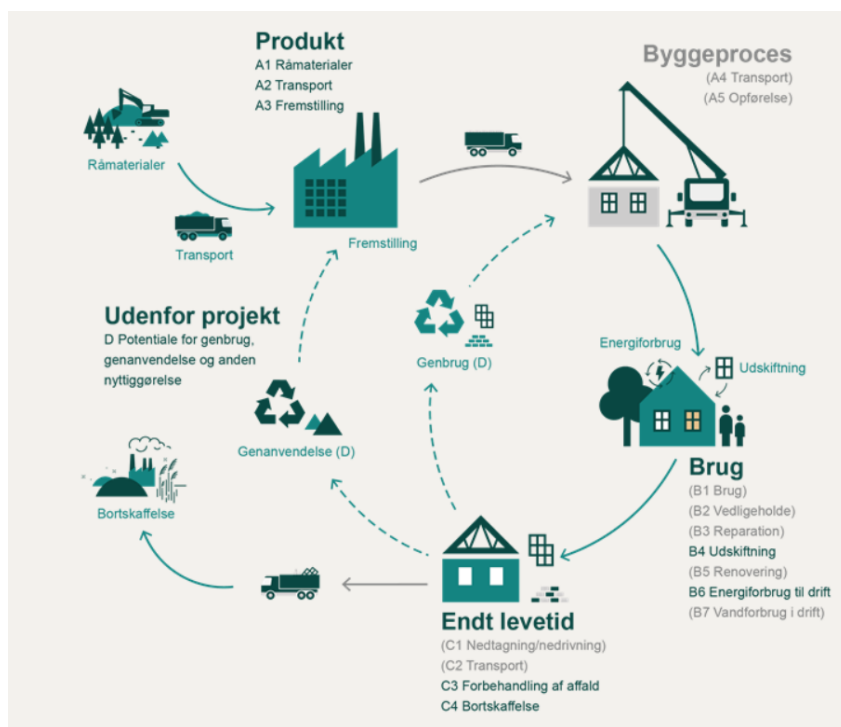
Indsatsområde 3: Ressourceeffektivt byggeri

Det tredje indsatsområde fokuserer på byggeriets ressourceforbrugere i Danmark, hvor ressourcepildet desværre er almen praksis i den danske byggebranche. Dette skyldes bl.a. ineffektive arbejdsprocesser, dårlig koordinering på byggepladsen og manglende affaldshåndtering, hvilket kan føre til både tidsspilde og materialespild (Indenrigs- og boligministeriet. 12-13). Materialespild kan opstå, når der bestilles for store mængder af materialer, når materialer udsættes for vind og vejr, eller når materialer fejlhåndteres. Det er derfor vigtigt at have fokus på høj kvalitet i byggefasen og undgå fejl og mangler, da dette kan medføre, at der skal bruges ekstra ressourcer til at udbedre fejlene eller i værste fald bygge helt om. For at skabe et mere ressourceeffektivt byggeri søger man efter at skabe en holistisk løsning hvor metoder som Livscyklusvurdering (LCA) bør anvendes, som et værktøj som skal danne grundlag for valg af byggematerialer. LCA vurderinger er efterfølgende blevet indlemmet i det nye bygningsreglement (BR 18) som blev kom til i begyndelsen af 2023. Sammen med de første CO₂ krav til den danske byggebranche. I nedenstående afsnit vil BR 18 blive udfoldet i det omfang der findes relevant for specialets problemstilling.

Bygningsreglementet

BR 18 er baseret på EU-direktiver og nationale lovgivningsmæssige krav og sikrer, at bygninger i Danmark er sikre, sundhedsmæssigt forsvarlige og energieffektive. Det er således en vigtig faktor for at sikre kvalitet og bæredygtighed i byggeriet

Bygningsreglementet BR18 stiller krav til genbrug af byggematerialer. Formålet med kravene er at mindske byggeriets påvirkning af miljøet og samtidig sikre en bæredygtig udnyttelse af ressourcerne. Ifølge BR18 skal der ved renovering og nedrivning af bygninger foretages en vurdering af de materialer, der kan genanvendes. Materialerne skal sorteres og håndteres på en måde, der gør det muligt at genanvende dem. Det kan eksempelvis være ved at sende materialerne til genanvendelse eller genbrug, eller ved at genbruge dem på stedet i en ny konstruktion. Desuden er der krav om, at bygherren skal udarbejde en plan for håndtering af byggematerialerne. Planen skal beskrive, hvordan de forskellige materialer vil blive håndteret, og hvordan genanvendelsen vil foregå. Endelig stiller BR18 krav til, at byggeriets påvirkning af miljøet skal begrænses. Det kan eksempelvis ske ved at bruge materialer, der har en lav miljøbelastning, eller ved at reducere mængden af affald og restprodukter fra byggeriet. Samlet set stiller BR18 altså en række krav til genbrug af byggematerialer og bæredygtighed i byggeriet. Kravene skal bidrage til en mere bæredygtig udvikling og et mere miljøvenligt byggeri i fremtiden. At der på byggematerialer skal udarbejdes en livscyklusanalyse (LCA), samt en miljøvaredeklaration (EPD). For LCA analysen skal der medregnes jf. BR18 medregnes følgende A1-A3, B4-B6, C3, C4 og D. Som illustreret på figuren, vist nedenfor. De omtalte faktorerne er markeret med grønt på figuren.



Figur 6: (Bygningsreglementet.dk) Figuren illustrerer cirkularitet i byggeriet, og de forskellige elementer som indgår i hver af faserne.

Fra 2023 er det blevet indlemmet i bygningsreglementet, at der for byggerier, uanset størrelse, skal udarbejdes en livscyklusanalyse, for det samlede byggeri, og for de anvendte materialer. If bygningsreglementet § 297 stk 2 i bygningsreglementet.

“Klimapåvirkningen skal opgøres i kg CO₂-ækvivalenter pr. m² pr. år beregnet i henhold til DS/EN15978:2012 Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg - Vurdering af bygningers miljømæssige kvalitet - Beregningsmetode. Klimapåvirkningen opgøres for en betragtningsperiode på 50 år fra byggeriets færdigmelding. I beregningen indgår modulerne:

- 1) A1: Råmaterialer.
- 2) A2: Transport.
- 3) A3: Fremstilling.
- 4) B4: Udskiftning (dog undtaget transport og udskiftningsproces).
- 5) B6: Energiforbrug til drift.
- 6) C3: Forbehandling af affald.
- 7) C4: Bortskaffelse.
- 8) D: Potentiale for genbrug, genanvendelse og anden nyttiggørelse”

(Bygningsreglementet, 2023)

Modul 1A dækker over konsekvenserne for klimaet som følge af udvindingsprocesser for råstoffer og anvendelse af genanvendte materialer. A2 over de klimatiske påvirkninger af

transporten til fabrikken, hvor den endelige byggemateriale eller præfabrikerede system fremstilles. A3 over de klimatiske påvirkninger af fremstillingsprocesserne til den færdige byggemateriale eller præfabrikerede system. B4 omhandler de klimamæssige konsekvenser som har relevans i henhold til udskiftning af bygningsdele. B6 om de klimamæssige konsekvenser der er forbundet med energi i bygningsdriften C3 vedrørende de klimamæssige relaterer sig til nyttiggørelse og affaldshåndtering, samt C4 som omhandler de klimapåvirkninger der relaterer sig til bortskaffelse og affaldshåndtering. Til sidst D som er de potentielle gevinster og belastninger fra genbrug og genanvendelse af byggevarer, samt afbrænding, energiudvinding og anden nyttiggørelse (Bygningsreglementet 2023).

I forbindelse med den danske regerings bestræbelser på at fremme den grønne omstilling inden for byggeriet, er det centralt at inkludere livscyklusanalyser (LCA) i byggeprocessen. Dette giver bygherrerne et overblik over anlægs- og vedligeholdelsesprocesserne samt potentielle nedrivninger. En afgørende faktor i denne sammenhæng er materialeanvendelse. Dog skal det bemærkes i henhold til nævnte lov (§ 298) stk. 2, at potentialet for genbrug og genanvendelse af materialer ikke indgår i beregningerne af bygningers klimapåvirkning i henhold til modul D, som beskriver mulige gevinster og belastninger fra genbrug, genanvendelse, afbrænding, energiudvinding og anden nyttiggørelse (Bygningsreglementet 2023). Dette giver mulighed for indsatsområder på materialedelen, da den klimamæssige påvirkning primært fokuserer på udvindingsprocesser, transport og fremstillingsprocesser, som nævnt i modul A1, A2 og A3 (Bygningsreglementet: 2023). Den indarbejdelse af LCA-analyser i byggeprocessen og fokus på materialeanvendelse viser et stærkt engagement i den grønne omstilling i byggeriet. Selvom potentialet for genbrug af træmaterialer ikke inkluderes i beregningerne af bygningers klimapåvirkning i henhold til lovgivningen, kan der stadig foretages målrettede indsatsområder på dette område. Ved at have en holistisk tilgang til bæredygtigt byggeri og udnytte de potentielle gevinster ved genbrug af træmaterialer, kan vi fortsætte med at reducere klimapåvirkningen fra byggebranchen og skabe en mere bæredygtig fremtid for branchen.

Miljøvaredeklaration

EPD står for Miljøproduktdeklaration. Det er et standardiseret dokument, som kommunikerer transparent og sammenlignelig information om det miljømæssige påvirkning af en produkt eller service gennem hele dets livscyklus. EPD'en giver information om produktets råmaterialer, energiforbrug, affaldsgenerering og andre miljømæssige påvirkninger. Det gør det muligt for forbrugere og virksomheder at træffe informerede beslutninger og sammenligne miljøpræstationerne for forskellige produkter og serviceydelser. EPD'er er baseret på ISO 14025, en global standard for miljømærkning og -deklarationer, og de bliver verificeret af uafhængige tredjepartsorganisationer for at sikre nøjagtigheden og pålideligheden af den information, der bliver oplyst.

DGNB-Certificering

DGNB er en certificeringsordning, der er designet til at evaluere bygninger og byområder med en holistisk tilgang til bæredygtighed, baseret på FN's definition af økonomisk, social og miljømæssig bæredygtighed. Da forskellige bygninger har forskellige formål og krav, stiller DGNB-systemet ikke specifikke krav til bestemte løsninger eller materialer. I stedet vurderes bygninger og byområder ud fra deres performance, og kriterierne opdateres løbende i takt med ny viden og praksis i branchen. Projekter i DGNB-systemet har ofte forskellige fokusområder, hvor der opnås højere score i forskellige kvaliteter alt efter fokus. Systemet er dynamisk og fleksibelt for at imødekomme de forskellige behov og krav til bæredygtighed i forskellige byggeprojekter. Inden for DGNB findes der fire typer af certificeringer som et byggeri kan få tildelt., Bronze, Sølv, Guld og Platin (Rådet for Bæredygtig Byggeri, 2023). DGNB-certificering spiller en afgørende rolle i at fremme genbrug af træ i den danske byggebranche.

Affaldsbekendtgørelsen

En af de udfordringer der er forbundet med genbrug af træ i byggeriet er affaldsbekendtgørelsen. Affaldsbekendtgørelsen indeholder de regler der gør sig gældende for håndtering af affald. Ifølge bekendtgørelsen er det bygherrens ansvar at sikre, at bygge- og anlægsaffaldet håndteres korrekt. Dette omfatter at udarbejde en affaldsplan, der angiver, hvordan affaldet vil blive sorteret og håndteret i løbet af rapporten. Desuden skal bygherren sikre, at de involverede entreprenører og leverandører overholder de gældende regler og forskrifter. Bekendtgørelsen fastsætter også krav til genanvendelse og materialernes

anvendelse. Bygge- og anlægsaffaldet skal prioriteres til genanvendelse og materialerne skal i videst muligt omfang genbruges eller nyttiggøres. Der er også krav om at indberette og dokumentere mængder og slutteligt skæbne af affaldet. For byggeriet er følgende lovgivning gældende for håndtering af bygge- og anlægsaffald.

§ 64. Affaldsproducerende virksomheder skal altid udsortere farligt affald, PCB-holdigt affald og termoruder fra deres bygge- og anlægsaffald (Affaldsbekendtgørelsen, 2020: § 64).

§ 69. Ved følgende byggearbejde skal bygherren, inden arbejdet påbegyndes, foretage en screening af bygningen eller anlægget, eller berørte dele heraf ved renovering, for at afdække, om der kan være anvendt problematiske stoffer, f.eks. PCB, klorparaffiner, PAH'er, asbest og tungmetaller i forbindelse med opførelse eller renovering af bygningen eller anlægget (Affaldsbekendtgørelsen, 2020: § 69).

Hvis træet indeholder miljøfremmede stoffer i overensstemmelse med § 69, betyder det, at træet ikke kan anvendes i nybyggeri. I stedet vil det blive behandlet som affald og skal bortskaffes. Som besvaret i det første spørgsmål, udgør dette en betydelig hindring for at øge brugen af genbrugt træ i byggeriet. Denne praksis begrænser muligheden for at udnytte træets potentielle værdi som et bæredygtigt og genanvendeligt materiale i byggebranchen. Det er vigtigt at finde løsninger og implementere regler og processer, der tillader en mere omfattende anvendelse af genbrugt træ, samtidig med at man sikrer, at det opfylder de nødvendige sikkerheds- og kvalitetsstandarder. Dette vil åbne op for flere muligheder for at reducere affaldet og styrke den cirkulære økonomi i byggeriet.

Delkonklusion

Både EU's Circular Economy Action Plan (CEAP) og den danske nationale strategi for bæredygtigt byggeri fokuserer på at fremme cirkulær økonomi og reducere klimaaftrykket i byggesektoren. Begge initiativer anerkender byggebranchens betydelige bidrag til CO₂-udledning, affaldsgenerering og ressourcspild. EU's CEAP lægger vægt på følgende initiativer for at fremme bæredygtigt byggeri: forbedret materialeanvendelse, øget holdbarhed og fleksibilitet af byggede aktiver, integration af livscyklusanalyser i offentlige udbud og indkøb, revision af materialelegenopretningsmål og fremme af initiativer til reduktion af jordforsegling og bæredygtig anvendelse af udgravede jord. Disse initiativer forventes at blive inkorporeret i den kommende handleplan for Bæredygtig Byggeri, der ventes at være

færdigbehandlet i 2024. Den danske nationale strategi for bæredygtigt byggeri har til formål at fremme bæredygtigt byggeri og grøn omstilling i sektoren gennem fokus på miljøvenlige og ressourceeffektive løsninger. Strategien omfatter tre overordnede dimensioner: nedbringelse af klimapåvirkning fra byggeriet, balancering af investering og kvalitet i et totaløkonomisk perspektiv og forbedring af sundhed og indeklima i bygninger. Der er særlig fokus på at reducere energi- og ressourceforbruget i byggeriet gennem brug af vedvarende energikilder, reduktion af materialeforbrug og integration af cirkulære løsninger. Begge initiativer anerkender vigtigheden af at tage højde for bygningers livscyklus og implementere principperne om cirkulær økonomi i design, byggefase, drift og vedligeholdelse af bygninger. Der lægges også vægt på at inddrage livscyklusanalyser og miljøvurderinger i beslutningsprocessen for at sikre bæredygtige og klimavenlige valg. Den danske strategi understøtter desuden regeringens målsætning om en 70% CO₂-reduktion inden 2030 gennem gradvis indfasning af CO₂-krav til byggebranchen. Dette vil blive opnået ved at stramme klimakravene til byggeriet i perioden 2020-2030 og ved at fokusere på mere klimavenligt byggeri og anlæg, holdbare byggerier af høj kvalitet og ressourceeffektivt byggeri.

Diskussion

rapportens diskussion vil tage udgangspunkt i rapportens fire arbejdsspørgsmål og de funder er opstået gennem analysen

Diskussion om genbrugstræs rolle i den grønne omstilling (fordele og ulemper ved at anvende det.)

Der skal på nuværende tidspunkt ikke herske nogen tvivl, om at der er store udfordringer forbundet med at genbruge byggematerialer. Som påpeget i besvarelse af arbejdsspørgsmål 1, er en af de store udfordringer som skal overkommes manglende dokumentation af genbrugstræs styrkeevne. Manglende dokumentation af genbrugstræs styrkeevne, hindrer, at store mængder af træ kan genbruges. En måde, hvorpå man ville kunne øge anvendelsen af genbrugstræ, ville være, som forsker Emil Engelund Thybring foreslår. Emil Thybring foreslår, at man ved at inddele byggematerialer efter styrkeevne. ”Hvis vi i fremtiden kan sortere genbrugstræ i forskellige styrkeklasser ud fra kendskab til deres egenskaber, kan vi bedre udnytte genbrugstræet i stedet for at gå ud fra den dårligste styrkeklasse, og så kan vi i langt højere grad genudnytte materialerne (Dansk Skovforening: 2023). Af denne grund foreslår forskeren, at man fra europæisk side igangsætter et projekt, hvor der indsamles

genbrugstræ, som skal styrkesorteres, ved brug af både mekaniske, og visuelle metoder, der skal sammenlignes med frisk træ, for at teste den reelle styrkeforskel. Et sådant projekt ville uden tvivl medvirke til at fremme udviklingen inden for genbrug af træmaterialer inden for byggeriet. Der ses dog desværre en udfordring ved et sådant projekt. En af de svagheder, der ville være ved at udføre sådan et projekt, ville knytte sig til udformningen af det genbrugte træ. For genbrugt træ, gør det sig modsat jomfrutræ, som er produceret efter europæiske fællesstandarder, som gør produktet let at teste, kan det samme desværre ikke siges for genbrugt træ.

Ved genbrugt træ, vil der være behov for at teste materialer fra hvert enkelt byggeprojekt, for at sikre sig at materialet opfylder de nødvendige styrkekrav, da træets styrkeevne kan variere afhængigt af hvad det har været udsat for i det givne byggeri. Har materialet været udsat for tryk, eller været spændt op, vil materialets bæreevne variere, og vil derfor være nødvendigt at teste i et noget større omfang, end foreslået. Dette vil kræve omfattende undersøgelser for hvert enkelt byggeri- eller nedrivningsprojekt, men vil samtidig medvirke til at øge andelen af genbrugte træmaterialer i byggeriet. I et interview fortæller Emil, at

“ Det handler generelt set om sortering og at udføre en masse tests, og hvis du har en stor nok pulje af det træ du gerne vil prøve så kan vi sige så kan du udføre tilstrækkelig test og så har du en vis homogenitet selv om at du ved at der er variation mellem det der kommer ind i dag og det der kommer ind imorgen, men det ville man godt kunnet gøre sådan rent teknisk for at få det ind i normerne der er styre CE-godkendelserne til byggevarer. Det kræver så en helveds masse arbejde og det synes jeg er en god ide, men sådan på kort bane kan jeg ikke sådan se det ske, men man kan sige der findes sindsyg mange steder hvor man kan smide træ ind i bærende konstruktioner, hvor det ikke har nogen særlig stor betydning for om det er godt eller skidt i forhold til styrke. Hvis man ser på en bjælke så er de yderste steder hvor de er hårdest belastede det vil så sige, at de krav som man stiller til de dele der er tættere på midten er meget lave så der er masser af materiale man kan smide ind der.” (Interview med Emil Engelund Thybring). Her påpeger Emil, at der er tiltag, som allerede nu ville kunne tages i brug, for at fremme anvendelsen af genbrugstræ i byggebranchen. Ved at have en stor nok mængde af træ som man ville kunne udføre tests på. Emil foreslår yderligere at man bør gøre dette på Europæisk plan, hvor man sorterer træ både mekanisk og visuelt for at få en stor nok datamængde til at sikre at styrken af materialerne er i overensstemmelse med de krav der bliver stillet til byggeriet (Dansk Skovforening, 2023).

En anden udfordring, der ligger i genbrug af træmaterialer, er kontaminering af byggematerialer. Træet kan have været i kontakt med miljøfremmede stoffer som asbest, PCB, tungmetaller m.m. Ifølge bygningsreglementet må træmaterialer der indeholder disse skadelige materialer ikke genbruges, da de udgøre en sundhedsmæssig risiko. Det vil derfor være vigtigt at sikre at materialerne bliver screenede før de kan tages i betragtning til at blive genbrugt i byggeri, og for at undgå at forurenede byggematerialer føres tilbage til byggeriet.

Yderligere udgøre designet af de genbrugte træmaterialer en udfordring for branchen. Standardiserede mål og specifikationer for brug og udformning af træet bruges normalt til at sikre at byggeriet kan udføres mest effektivt. Ved genbrugstræ kan man have forskellige størrelser, former og dimensioner, hvilket kan skabe udfordringer for bygherrer og entreprenører. Skal træ genbruges i højere grad, vil det være nødvendigt for bygherrer og entreprenører at være villige til at finde alternative løsninger, for at få integrerede materialer ind i byggeprocesserne. Af henhold til at integrere genbrugstræ i byggeprocessen vil det yderligere kræve, at der er materialer til rådighed. Som beskrevet i rapportens analyse, er der udfordringer forbundet med dette, da mængden af genbrugstræ til rådighed fluktuerer. Dette kan besværliggøre at indarbejde det i byggeprocesserne, da der er begrænset mængder til rådighed.

Diskussion af de branche baseret tiltag

De to tiltag der er blevet præsenteret inden for byggebranchen med henblik på at fremme genbrug af træmaterialer viser en positiv udvikling fra branchen og et ønske om at være med til at skabe en mere bæredygtig tilgang til byggeriet. Projekt gentræ og genbyg er begge eksempler på måder hvorpå man kan indarbejde bæredygtighed og cirkularitet i byggeprocesserne. Starks har med projekt gentræ bidraget positivt til udviklingen i byggebranchen, og søger fortsat at udvide og udbygge projektet for fortsat at skubbe byggeriet i en grønnere retning. Ved at føre træ tilbage i cirkulation bidrager gentræ til at reducere CO2 udledningen for byggebranchen i overensstemmelse med bygningsreglementet, og den danske regerings ønske om en mere CO2 venlig byggesektor.

Ud over gentræ, har genbyg som den største forhandler af genbrugsbyggematerialer i danmark, i mange år spillede en stor rolle i at fremme genbrugelige byggematerialer. Deres arbejde med at indsamling af byggematerialer bidrager til at forlænge levetiden på en lang række byggematerialer og mindske behovet for produktion af nye ressourcer. Genbyg

fungerer som pioner for genbrugsbranchen og kan gennem deres arbejde inspirere andre virksomheder til at kigge i en grønnere og bæredygtig retning. Selvom at de tiltag som genbyg har medvirket til at øge bevidstheden inden for genbrug af byggematerialer, er der stadig behov for yderligere initiativer hvis fra den private sektor for at opfylde regeringens målsætning om en grønnere byggebranche. For genbrug af træ og træmaterialer kan blive en mere integrerede del af det regime der er den danske byggebranche vil det kræve mere omfattende samarbejde mellem virksomheder for at skabe en mere cirkulær byggebranche, hvor flere grene af branchen arbejder sammen om at skabe en grønnere og cirkulær sektor, hvor at træ og andre byggematerialer føres tilbage i cirkulation.

I betragtning af den stigende opmærksomhed omkring genbrug af træ og behovet for mere bæredygtige praksis inden for byggebranchen, er det afgørende for at imødekomme regeringens målsætning at den private sektor fortsætter med at bidrage til den grønne omstilling gennem initiativer som dem præsenteret i rapporten. Dette kan opnås gennem en øget investering i grønne løsninger fra sektoren, men vil også kræve lovgivningsmæssigt incitament, og et samarbejde mellem den offentlige og den private sektor for at komme i mål med dette.

Diskussion om lovgivningsmæssige rammer.

Inden for materialer og affaldshåndtering findes der en bred vifte af lovgivninger som muliggøre genbrug af træmaterialer i byggebranchen. Den europæiske handleplan for cirkulær økonomi (CEAP), samt den danske handleplan for bæredygtigt byggeri kommer begge udspil anderkeder at der er et behov for at implementere cirkulære løsninger, og reducere sektorens klimapåvirkning, og CO₂ udledning. CEAP, som er udarbejdet af EU, har et bredt perspektiv på cirkulær økonomi og tager fat på en række sektorerne, for hvilke det er relevant at omstille, heriblandt Byggesektoren. CEAP stiller nogle klare mål for fremme bæredygtighed i byggeriet. Det første CEAP foreslår, er at integrere bæredygtighedsaspekter i byggematerialer. Målet med dette er at forbedre holdbarheden af byggeprodukter og promovere cirkulære løsninger i byggeriet.

Den danske regering har vedtaget en national strategi for bæredygtigt byggeri som en del af deres overordnede mål om at reducere CO₂-udledningerne med 70% inden 2030. Strategien fokuserer på tre hovedområder, hvoraf den første er særligt relevant for denne rapport - nemlig at mindske byggeriets påvirkning på klimaet. For at opnå dette sigter strategien mod

at reducere energi- og ressourceforbrug ved at fremme brugen af vedvarende energikilder, mindske materialeforbruget og integrere cirkulære løsninger i byggeriet. Strategien lægger også vægt på vigtigheden af at sikre høj kvalitet og lang levetid for bygningerne samt at minimere ressourcospild og affald. Både EU's Circular Economy Action Plan (CEAP) og den danske nationale strategi spiller en vigtig rolle i bestræbelserne på at gøre byggebranchen mere bæredygtig. CEAP fokuserer på at indføre overnationalt lovgivningsmæssige rammer og standarder, mens den danske strategi fokuserer på specifikke nationale initiativer og reguleringer. EU's initiativer kan bidrage til at skabe harmoniserede standarder og incitamenter på tværs af medlemslandene, hvilket kan være gavnligt for at imødekomme EU's klimamålsætninger for byggeriet. Den danske strategi kommer med konkrete målsætninger, der medvirker til at skabe incitament for byggebranchen til at ændre ved de traditionelle praksisser, og skubbe byggeriet i en grønnere og bæredygtig retning.

For at opnå en højere anvendelsesgrad af genbrugte træmaterialer er det vigtigt at have fokus på korrekt håndtering af byggematerialer. For at dette kan blive en realitet er der behov for øget viden om miljødata fra producenterne af materialerne, for at kunne vurdere klimaaftrykket mere præcist. Desuden er der behov for mere effektive arbejdsprocesser og affaldshåndtering for at reducere ressource- og materialespild. En vigtig lovgivningsmæssig ramme for håndtering af genbrugte træmaterialer er bygningsreglementet. De fastsatte rammer for byggeriets udledninger med de nye CO₂ krav er med til at skabe rammerne for at nye og mere bæredygtige byggevarer kan blive taget i betragtning og taget i brug i byggeriet.

Ved at anvende DGNB-certificering som et redskab, kan det bidrage til at skubbe byggebranchen i en grønnere retning. Ved at stille krav til bæredygtighed og med at fremme brugen af genbrugsmaterialer, og minimere behovet for at producere nye træmaterialer til byggebranchen. DGNB adresserer vigtigheden i materialers holdbarhed og kvaliteten af genbrugstræ, da det kan have en indvirkning på byggeriets stabilitet og levetid. Gennem DGNB-certificering kan der fastsættes retningslinjer for hvilken kvalitet som genbrugstræ bør have for at sikre at det opfylder byggeriets sikkerhedskrav.

Konklusion

På baggrund af ovenstående kan det konkluderes, at der er flere udfordringer forbundet med at anvende genbrugstræ i den danske byggebranche. Manglende dokumentation af materialernes holdbarhed og bæreevne, kontaminering af byggematerialer, manglende standardisering af genbrugte materialer og begrænset tilgængelighed af genbrugstræ er alle barrierer, der skal overvindes for at fremme brugen af genbrugstræ i byggeriet. For at imødekomme disse udfordringer er der behov for bedre dokumentation, effektiv miljøscreening, standardiserede håndtering af genbrugstræ og øget indsamling og sortering af brugt træ. Samarbejde mellem byggebranchen, affaldsforvaltningsselskaber og genbrugsindustrien er af afgørende betydning for at øge tilgængeligheden af genbrugstræ og fremme dets brug i byggeriet. Initiativer som Projekt Gentræ og Genbyg viser, at der er interesse fra byggebranchen selv for at komme en mere bæredygtig tilgang i møde, hvor der er fokus på genbrug af materialer. EU's Circular Economy Action Plan og den danske nationale strategi for bæredygtigt byggeri understreger vigtigheden af at reducere klimaaftrykket og fremme cirkulær økonomi i byggesektoren for at imødekomme 2030 målsætningen. Disse initiativer lægger vægt på forbedret materialeanvendelse, øget holdbarhed, livscyklusanalyser og miljøvurderinger i beslutningsprocessen samt strammere klimakrav til byggeriet.

For at opnå en mere bæredygtig og klimavenlig byggebranche er det nødvendigt med den fortsatte tiltag fra både den offentlige og private sektor. Der skal investeres i forskning og udvikling af genbrugstræ og andre bæredygtige byggematerialer for at øge kendskabet til deres egenskaber og styrkeevne. Samtidig er det vigtigt at etablere effektive screening- og kontrolprocesser for at sikre, at genbrugte materialer ikke indeholder sundhedsskadelige stoffer. Standardisering af genbrugsmaterialer og øget indsamling og sortering af brugt træ er også afgørende for at øge tilgængeligheden af genbrugstræ. I sidste ende kræver det et tæt samarbejde mellem byggebranchen, affaldsforvaltningsselskaber og genbrugsindustrien for at fremme brugen af genbrugstræ i byggeriet. Med en øget bevidsthed om fordelene ved genbrug og cirkulær økonomi og en vilje til at tage ansvar for at reducere miljøpåvirkningen kan byggebranchen bidrage til en mere bæredygtig fremtid.

Litteraturliste:

Affaldsbekendtgørelsen (2020), <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/2159> [01-05-23].

Bolig og planstyrelsen:

<https://bpst.dk/da/Byggeri/Baeredygtigt-byggeri/NY-Klimakrav-i-bygningsreglementet#introduktion> [fundet 12-03-23].

Bygningsreglementet:

<https://bygningsreglementet.dk/> [07-02-2023].

Christensen, T. B., & Hauggaard-Nielsen, H. (2020). Circular Economy: Practices, knowledgebases and novelty. *Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, 18(1), 2-16.

Concito, (2021), Anvendelse af træ i byggeriet: Fremsynsnotat.

Concito (2023). Fremsyn Cirkulær Økonomi: Genbrug og genanvendelse i byggeriet.

Dansk Skovforening, (2023), Danmark spilder stort potentiale for at genbruge træ:

<https://www.danskskovforening.dk/skoven/danmark-spilder-stort-potentiale-for-at-genbruge-trae/> [04-05-23].

European Commission (2020) A New Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe.

Ellen MacArthur Foundation: (2019), Circular economy system diagram,

<https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram> .[03-05-2023].

Geels W. F. (2004), From sectoral system of innovation to socio-technical systems, Insights about dynamics and change form sociology and institutional theory,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733304000496> [15.04.2023].

Geels, F. W. (2011), The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210422411000050> [12.04.2023].

Indenrigs og boligministeriet: National Strategi for bæredygtigt byggeri (April 2021).

Kirchherr, J, Reiki, D, Hekkert, M, Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions (2017),
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0921344917302835?token=92542FDD112EA6A81B292BC4C4DC5B1092B51F836AF8216F0A57025A5B19A56A4F488593C5D6EF82BDC8F1FC8593F4CA&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230505095424> [13.04.2023].

Københavns Universitet: Ansatte i sektor for natur & biomasse:

<https://ign.ku.dk/ansatte/skov-natur-biomasse/?pure=da/persons/516190>. [03-03-23].

Köhler J. Geels F. W. Kernc F. Markard J. Onsongod E. Wieczoreke A. Alkemade F. Avelino F. Bergek A. Boons F. Funfschillingh L. Hessi D. Holtz G. Hyysalok S. Jenkins K. Kivimaan P. Martiskaianen M. McMeekin A. & Wells P., 2019, An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210422418303332> [08.04.2023].

Miljøministeriet, (2022) Miljøstyrelsen. Affaldsstatistik 2020.

Miljø- og fødevarerministeriet, (2018), Kortlægning af genanvendeligt træaffald i Danmark.

Rådet for Bæredygtig byggeri, <https://rffbb.dk/dgnb> [02-05-23].

Regeringen, (2021), Køreplan for et grønt Danmark.

The DGNB System,

<https://www.dgnb-system.de/en/system/index.php> [04-04-23].

Teknologisk Institut, 2019: Materialer i den cirkulære økonomi: Træ.

VCØB, Viden om træ,

<http://www.bygcirkulaert.dk/portfolio-items/viden-om-trae/#:~:text=Direkte%20genbrug&text=I%20byggeriet%20skal%20tr%C3%A6ets%20egenskaber,muligt%20at%20genbruge%20tr%C3%A6elementer%20direkte.> [12-04-23].

VCØB, (2021), Hvor meget CO2 spares ved at bygge med cirkulære byggevarer?

VCØB, (U.Å), Guide: Sådan tager du vigtige skridt mod mere genbrug og genanvendelse.

Bilag

Bilag 1: Email interview med Kent Fonseca.

Bilag 2: Telefoninterview med Emil Engelund Thybring.

Bilag 3: Interviewguide for Kent Fonseca.

Bilag 4: Interviewguide Emil Engelund Thybring.

Bilag 5: Studieforløbsbeskrivelse.