

Lars Eivind Layos Skjelde
Øistein Haakonseth Albrechtsen
Eirik Bergene Aabrekk

Ombruk av konstruksjonsvirke

Litteraturstudie for å undersøke de økonomiske og miljømessige aspektene ved ombruk av konstruksjonsvirke

Bacheloroppgave i Ingeniørfag - Bygg
Veileder: Fred Johansen
Mai 2022

Lars Eivind Layos Skjelde
Øistein Haakonseth Albrechtsen
Eirik Bergene Aabrekk

Ombruk av konstruksjonsvirke

Litteraturstudie for å undersøke de økonomiske og miljømessige aspektene ved ombruk av konstruksjonsvirke

Bacheloroppgave i Ingeniørfag - Bygg
Veileder: Fred Johansen
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden



Kunnskap for en bedre verden

Ombruk av konstruksjonsvirke

Litteraturstudie for å undersøke de økonomiske og miljømessige aspektene ved ombruk av konstruksjonsvirke

Lars Eivind Layos Skjelde
Øistein Haakonseth Albrechtsen
Eirik Bergene Aabrekk

Gradering: Åpen

Bachelor i ingeniørfag - bygg
Innlevert: mai 2022
Veileder: Fred Johansen

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggingsteknikk

Oppgavens tittel:	Dato: 13. mai 2022		
Ombruk av konstruksjonsvirke	Antall sider: 39		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	x
Navn: Lars Eivind Layos Skjelde, Øistein Haakonseth Albrechtsen, Eirik Bergene Aabrekk			
Veileder: Fred Johansen			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere:			

Sammendrag:

Som et bidrag til prosjektet SirkTre har det i denne oppgaven blitt undersøkt de økonomiske og miljømessige fordelene samt utfordringene knyttet til ombruk av konstruksjonsvirke. Dette grunnet det økte fokuset på bærekraft i byggenæringen. Byggenæringen står nemlig for store deler av klimagassutslippene i verden, men også i Norge og dette må gjøres noe med. Det er valgt å undersøke dette ved å foreta en litteraturgjennomgang. Det innebærer å foreta grundige litteratursøk etter relevant fagstoff, og spesifikke artikler rundt temaet. Grunnet mangel på relevante studier, var dette såpass krevende at det ble valgt å gjennomføre intervjuer i tillegg. Dette for å skape en bredere faglig tyngde å drøfte rundt i diskusjonsdelen.

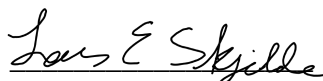
Resultatene som ble kommet frem til bar preg av lite forskning på området generelt, men spesielt de økonomiske aspektene rundt ombruk var mangelfulle. Likevel var erfaringene og tendensene i resultatene relativt samsvarende med hensyn på utfordringer og fordeler knyttet til ombruk. Det er helt tydelig at det er det økonomiske aspektet som er hovedutfordringen ved ombruk av konstruksjonsvirke. Den dag i dag vil det nesten alltid være mer lønnsomt å kjøpe nytt konstruksjonsvirke, fremfor å ombruke. Dette skyldes den omfattende prosessen som må foregå for at ombruksmateriale skal kunne brukes i et nytt prosjekt. Det er tydelig at det må tiltak til for å gjøre ombruk mer attraktivt. De miljømessige gevinstene ved ombruk av konstruksjonsvirke er tydelige i samtlige av studiene som er funnet. Det vil så godt som alltid være mer miljøvennlig å ombruke fremfor å kjøpe nytt. Derfor er det tydelig kostnadene ved ombruk som må kuttes, for å gjøre det mer attraktivt.

Stikkord:

Ombruk
Konstruksjonsvirke
SirkTRE



Eirik Bergene Aabrekk



Lars Eivind Skjelde



Øistein Haakonseth Albrechtsen

Forord

Denne bacheloroppgaven markerer slutten på vår bachelorgrad ved Instituttet for vareproduksjon og byggtknikk ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, avdeling Gjøvik. Oppgaven er utarbeidet våren 2022 og utgjør 20 studiepoeng. Rapporten er utarbeidet av Lars Eivind Layos Skjelde, Øistein Haakonseth Albrechtsen og Eirik Bergene Aabrekk.

Oppgaven tar for seg de økonomiske og miljømessige aspektene rundt ombruk av konstruksjonsvirke, og er skrevet som et bidrag til prosjektet SirkTRE.

Gjennom grundige litteratursøk, og strukturert arbeid har vi som gruppe kommet frem til resultater og konklusjoner som gjenspeiler de ulike utfordringene og fordelene som eksisterer rundt ombruk av konstruksjonsvirke i Norge i dag.

Oppgaven har lært oss å jobbe strukturert som gruppe, til tross for utfordringene med kommunikasjon hovedsakelig digitalt. Dette gjør at vi føler vi kommer ut av denne bacheloroppgaven bedre rustet for det som venter fremover i arbeidslivet og eventuelt videre studier.

Vi ønsker å rette en stor takk til SirkTRE for å kunne komme med et bidrag i det omfattende og viktige arbeidet de gjennomfører. Vi vil takke intervjuobjektene våre; Sunniva Baarnes, Per F. Jørgensen og Morten Dybesland. Uten disse hadde vi ikke fått samlet inn den mengden fagstoff som vi trengte. Vi ønsker også å rette en spesielt stor takk til vår veileder Fred Johansen som har vært en viktig brikke for oss i fremgangen av denne oppgaven. Takk for gode tips og råd på veien.

Abstract (engelsk)

As a contribution to the Norwegian project SirkTre, we have investigated the economical and environmental benefits and challenges that appears when reusing construction wood. This subject is chosen because of the increased focus on sustainability in the building-industry. The building-industry is accountable for a huge amount of the global, as well as the Norwegian, greenhouse gas emissions, and this needs to change.

To do this we chose to do a literature review. That includes doing thorough search for relevant articles and reports and analyze them. This was quite difficult, because of the lack of relevant studies, that we chose to do some interviews as well. This to make the results as good and nuanced as possible.

The results we discovered was clearly marked by the lack of science on this subject, especially the economic aspects around reuse were quite lacking. Despite that, the results and experiences we got was quite corresponding and clear.

It comes clear that the economy-aspect that is the main challenge when it comes to reuse of construction wood. Today there will almost always be more expensive to reuse instead of using new material. That is because of the comprehensive process that must be done to reuse construction wood. Clearly it must be taken some action to make reuse more attractive. Looking at the results for environmental benefits, it is certain that there are almost only benefits of reusing construction wood instead of using new materials. Therefore, it is quite clear that it is the costs of reusing that is the obstacle in the process of making reuse more attractive.

Innholdsfortegnelse

Forord	iv
Abstract (engelsk).....	v
Innholdsfortegnelse	vi
Tabelliste.....	ix
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.2 SirkTRE.....	1
1.1.3 Byggenæringens klimapåvirkning	2
1.1.4 FNs bærekraftsmål	3
1.2 Formål.....	4
1.3 Problemstilling	4
1.4 Rammer.....	5
1.5 Disposisjon.....	5
2 Metode	6
2.1 Litteratursøk.....	6
2.1.1 Søkemotorer.....	6
2.1.2 Søkeord.....	7
2.1.3 Sortering av artikler.....	8
2.2 Presentasjon av resultater	10
2.3 Bakgrunn for metode.....	11
2.4 Intervjuer.....	11
2.5 Metodekritikk.....	12
3 Teori.....	14
3.1 Ombruk og Sirkulær økonomi	14
3.2 Insentiver og utfordringer	15
3.2.1 Insentiver for ombruk.....	15
3.2.2 Utfordringer ved ombruk.....	16
3.3 Prosessen rundt ombruk.....	16
3.3.1 Demontering	16
3.3.2 Lagring.....	17

3.3.3	Transport.....	18
3.3.4	Omsetning av materialer.....	18
4	Resultater (ved ren litteraturanalyse kan dette kalles «Review»)	19
4.1	Litteratur	19
4.1.1	“Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer” (Sørnes mfl., 2014)	19
4.1.2	“Prolonging life cycles of construction materials and combating climate changes by cascading: The case of reusing timber in Finland” (Niu mfl., 2021).....	20
4.1.3	“Using Reclaimed Lumber and Wood Flooring in Construction: Measuring Environmental Impact Using Life-Cycle Inventory Analysis” (Bergman et al., 2010)....	21
4.1.4	“Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures” (Hafner, Ott og Winter, 2014).....	22
4.1.5	“Forsvarlig ombruk av byggevarer” (Kilvær mfl., 2019)	24
4.2	Intervjuer.....	26
4.2.1	Økonomi	26
4.2.2	Klima	27
5	Diskusjon og analyse	28
5.1	Økonomi	28
5.1.1	Konkrete data.....	28
5.1.2	Fremtidig økonomisk aspekt.....	28
5.2	Klima	29
5.2.1	Variable faktorer	30
5.2.2	Ombruk fremfor materialgjenvinning	30
5.3	Planlegge for ombruk	31
5.4	Evaluering.....	31
6	Konklusjon	34
6.1	Oppsummering.....	34
6.2	Veien Videre	35
	Litteraturliste.....	36
	Vedlegg.....	39

Figurliste

Figur 1 Oversikt over aktørene som inngår i SirkTRE.....	2
Figur 2 FN's bærekraftsmål.....	3
Figur 3 Avfallspyramiden, desto høyere oppe i avfallspyramiden man er desto bedre utnyttede ressursene	14
Figur 4 Illustrasjon av Sirkulær Økonomi, inspirert av Norsk Gjenvinning	15
Figur 5 Cradle-to-gate cumulative energy requirements by fuel source allocated to 1m ³ lumber	21
Figur 6 Cradle-to-gate cumulative air emissions to air allocated to 1m ³ lumber	22
Figur 7 Consumption of wood for energetic and material use in Europe.....	22
Figur 8 Konstruksjonsmaterial. Sammenlikning av volum og masse	23
Figur 9 Comparison of wide-span roof structures shows the covered floor space in relation to 1m ³ of used wood	24

Tabelliste

Tabell 1: Sortering av søkeord	7
Tabell 2: Sortering av artikler	8

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Klimautfordringene verden står overfor i dag er noe som berører alle. Alt fra store bedrifter til enkeltpersoner, er klar over at det kreves endringer for å gå mot et grønnere samfunn. Dette omhandler også byggenæringen i aller høyeste grad. Det har blitt et mye større fokus på ombruk de siste årene, der trevirke er en av materialtypene det fokuseres mest på. Som en følge av dette startet samarbeidsprosjektet sirkTRE opp. Her skal ulike aktører fra ulike fagfelt innenfor byggenæringen gå sammen for å på sikt skape en helsirkulær verdikjede for tre. Dette er et stort og omfattende prosjekt, som denne oppgaven skal bli en del av. Gjennom grundige litteratursøk, og intervjuer ønskes det å belyse erfaringer og konklusjoner som skal bidra til å føre prosjektet sirkTRE fremover.

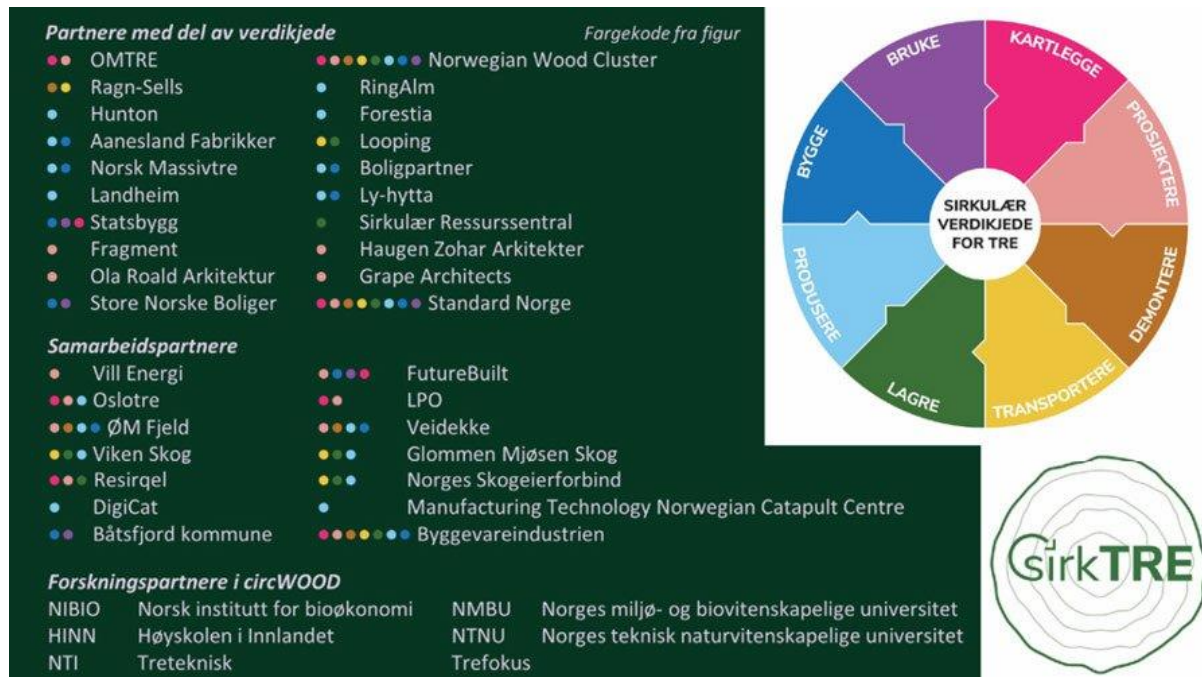
To av de viktigste aspektene når det kommer til ombruk av tre, er økonomi og miljø, og det er derfor denne oppgaven skal handle om nettopp det. Utfordringene knyttet til kostnader rundt prosessene, kontra fordelene som kommer med utslippskuttene av klimagasser, er vesentlige vurderinger som må gjøres innen sirkTRE-prosjektet.

Ombruk er med andre ord svært aktuelt om dagen. Et skifte mot dette vil prege alle faser av byggeprosessen. Endringer må gjøres i alt fra utvikling av materialer, til hvordan bygg settes opp og rives ned. Derfor er bærekraftighet et veldig viktig tema for oss som utdanner oss innenfor byggfaget. Mye av utdanningen har inneholdt et fokus på bærekraft, og nærmest samtlige fag har i større eller mindre grad hatt fagstoff knyttet til det. Derfor følte det helt naturlig å velge en oppgave som omhandlet bærekraft. Det opplevdes spesielt nyttig siden muligheten til å ta del i prosjektet sirkTRE kom, der denne oppgaven kunne være med på å komme fram til resultater og erfaringer som er nyttige for fremgangen i prosjektet.

1.1.2 SirkTRE

I forbindelse med det økte engasjementet rundt ombruk, har prosjektet SirkTRE blitt dannet. SirkTRE har som formål å løfte byggenæringen og treindustrien mot det helsirkulære, grønne

skiftet. Dette skal gjøres ved å sørge for at returtre ombrukes i byggeprosesser og blir et generelt mer attraktivt alternativ i treindustrien. SirkTRE har som mål å utnytte 250.000 kubikkmeter av treavfallet i Norge innen 2024, og 1 million kubikkmeter innen 2030. Dette skal føre til at SirkTRE bidrar til et klimakutt på 0,5 millioner tonn CO2 hvert år, innen 2024 og innen 2030 et kutt på to millioner tonn. (Vill energi, 2020)



Figur 1 Oversikt over aktørene som inngår i SirkTRE

1.1.3 Byggenæringens klimapåvirkning

Bygg- og eiendomsnæringen står totalt for 40% av klimagassutslippene globalt. Dette grunnet at 40% av energien brukt globalt kommer fra driften av bygg, og dette er energi fra fossilt brensel. I Norge er utslippene tydelig mindre ettersom det brukes 90% fornybar energi til oppvarming og drift av bygg. Byggenæringen står likevel for en vesentlig del av de totale klimagassutslippene her, nærmere bestemt 16%. Dette kommer fra indirekte utslipp, som omhandler produksjon og transport av materialer som direkte kan knyttes til byggenæringen. (Klimakur for bygg og eiendom, 2020)

Potensiale for kutt av utslipp er store i byggenæringen. Ettersom den største delen av utslippene fra bygg i Norge kommer fra transport og produksjon av materialer, er det tydelig at det er her endringene må gjøres. Tiltak på dette området vil kunne gjøre store forskjeller på det totale klimagassutslippet i Norge og har en overføringsverdi globalt, selv om det der også

må fokuseres på reduksjon av de store utslippene ved drift. Dette gjør det svært relevant å se nærmere på tiltak som nettopp skal gjøre dette.

1.1.4 FNs bærekraftsmål

FNs bærekraftsmål er vesentlige hver gang det er snakk om bærekraft, og byggenæringen er ingen unntak. FNs bærekraftsmål er en arbeidsplan felles for hele verden, som er til for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030 (FNs bærekraftsmål, 2022). Bærekraftsmålene er helt essensielle i prosessen med å gjøre verden mer bærekraftig.

Ønsket om å kutte i utslippene til byggebransjen finnes i mål nummer 12, ansvarlig forbruk og produksjon. Dette målet handler om å skape bærekraftig forbruk og produksjon, samt yte mer med mindre ressurser. Den dag i dag forbrukes det mer enn det som er forsvarlig for kloden vår, og dette må gjøres noe med (*Ansvarlig forbruk og produksjon, 2022*). Ved å innføre mer ombruk av materialer i byggenæringen vil det gjøres «mer med mindre» som det nevnes i beskrivelsen til bærekraftsmål 12. Da vil ressursene som er brukt om igjen, og produksjonsmengden vil bli mindre som følge av det. Dette er en retning byggenæringen er helt avhengig av å gå dersom bærekraftsmålet skal oppnås.



Figur 2 FN's bærekraftsmål

1.2 Formål

I denne litteraturgjennomgangen er formålet å undersøke relevante vitenskapelige artikler som omhandler ombruk av tre. Gjennom analytiske søk og sammenligninger skal de ulike erfaringene som er gjort rundt ombruk av trevirke undersøkes. Spesifikt søkes det erfaringer knyttet til miljø- og økonomiaspektet rundt ombruk.

Ettersom ombruk er såpass i vinden om dagen, er erfaringer og data rundt temaet svært etterspurt. Med bakgrunn i FNs bærekraftsmål, og et generelt fokus på bærekraft i stadig flere bedrifter, er erfaringer og kunnskap rundt ombruk viktig. Hensikten med denne oppgaven er å skaffe slik kunnskap til veie. Ulik forskning analyseres for å sortere ut relevante artikler og det har blitt gjennomført intervjuer, for å skape en oversiktlig systematisk drøfting og diskusjon av fordelene og utfordringene rundt ombruk av trevirke.

Formålet med rapporten er med andre ord at den skal opplyse om økonomiske og klimamessige fordeler og ulemper som eksisterer den dag i dag, når det kommer til ombruk av tre. Oppgaven skal også inneholde en drøfting om hvilke tiltak som eventuelt kan iverksettes for å gjøre prosessen rundt ombruk enda mer fordelaktig, både med hensyn på miljø og økonomi.

1.3 Problemstilling

Hvor klimavennlig er det å ombruke konstruksjonsvirke, hvilke potensielle utslippskutt kan gjøres ved å ombruke konstruksjonsvirke og er det økonomisk gunstig for aktører å ombruke konstruksjonsvirke?

Denne oppgaven skal undersøke de miljømessige og økonomiske aspektene rundt ombruk av konstruksjonsvirke. Ombruk er å gjenbruke materialet i dets opprinnelige form. De miljømessige aspektene som skal undersøkes, er det som påvirker klimagassutslipp. Dette er utslipp som kommer gjennom hele prosessen av ombruk. Alt fra produksjon, til transport og bearbeiding. Oppgaven har ikke tatt høyde for andre miljøaspekter. De økonomiske aspektene vil si utfordringene samt fordelene som indirekte eller direkte påvirker lønnsomheten ved å ombruke konstruksjonsvirke.

1.4 Rammer

Oppgavens rammer er at det skal fokuseres på de økonomiske og miljømessige aspektene ved ombruk av konstruksjonsvirke. Det skal gjennomføres en litteraturgjennomgang, der formålet er å innhente mest mulig relevant fagstoff, for så å drøfte dette fagstoffet. En begrensning som vurderes som nødvendig er å hovedsakelig innhente tall og resultater fra norske artikler, slik at oppgaven blir mest mulig realistisk for situasjonen rundt ombruk her i Norge. Utover dette vil det naturligvis også brukes internasjonalt fagstoff i teoridelen. Dette for å skape mest mulig faglig tyngde på oppgaven.

Problemstillingen omhandler ombruk av tre, spesifikt økonomiske og klimamessige fordeler ved dette. Derfor er det naturlig at søket i fagartikler rettes mot dette og at fagstoffet som velges å bruke omhandler dette.

En begrensning for oppgaven, ettersom den bygger på en litteraturgjennomgang, er at litteratursøket som gjennomføres ikke er tilstrekkelig eller er begrenset med tanke på søkeord. Da kan det risikeres at det går glipp av vesentlige artikler, som kan inneholde viktig fagstoff for oppgaven. For å unngå dette er det brukt god tid på litteratursøkene, og de er gjort grundig og systematisk.

1.5 Disposisjon

Denne oppgaven bygges opp ved at fagstoffet presenteres etter innledningen. Alt av relevante artikler og fagstoff som har blitt funnet gjennom litteratursøk gjennomgås. Fagstoffet er funnet gjennom systematiske søk fra pålitelige søkemotorer. Dette fagstoffet syntetiseres slik at det danner et godt bilde av resultatene og innholdet i de ulike artiklene. Fagstoffet som hentes ut fra denne syntetiseringen skrives ned i et review, der funnene blir oppsummert. Oppgaven avsluttes med en diskusjonsdel og til slutt utarbeides en konklusjon ut fra det som er funnet ut, med bakgrunn i problemstillingen.

Avslutningsvis skal det rettes søkelys på veien videre for temaet ombruk av konstruksjonsvirke. Her drøftes mulige løsninger og muligheter for å gjøre ombruk av tre mer ettertraktet, og lettere å gjennomføre.

2 Metode

Denne oppgaven er gjennomført som en litteraturstudie. Årsaken til dette er at tema som undersøkes er et tema der empiriske undersøkelser er krevende å gjennomføre, særlig med ressursene man har som student, både i form av tid og økonomi. Litteraturstudie er oppgavemetoden som anses best til å gi en gjennomført god oppgave, med mulighet for diskusjoner ut fra funnene som blir gjort.

2.1 Litteratursøk

Etter å ha bestemt tema og problemstilling for oppgaven ble det gjennomført litteratursøk. Dette er en omfattende prosess i en litteraturgjennomgang, og det er viktig å gjøre dette grundig. Oppgavens konklusjon skal baseres på søket, så dersom litteratursøket ikke blir gjennomført godt nok, vil det begrense oppgaven. Det er også viktig at søkene ikke blir gjort for bredt, men at de er så spesifisert at kun det mest relevante fagstoffet blir funnet.

2.1.1 Søkemotorer

I søkeprosessen ble det brukt søkedatabasene Oria, Google scholar, Science direct og vanlige nettsøk. Oria gir tilgang til hele NTNU sitt universitetsbibliotek. Dette skaper en trygghet til fagstoffet som finnes der, og gjør at kvaliteten på artiklene som regel er god. Google scholar gir mer akademiske og faglige resultater enn hva et vanlig nettsøk gir, dette skaper god oversikt over vitenskapelige artikler rundt tema. Science direct ble også brukt, ettersom databasen inneholder svært mange artikler globalt, som ga et bredere felt å søke i. Formålet med oppgaven var å hente mest mulig norsk fagstoff, ettersom det ville gi relevante data og erfaringer for oppgavens tema her i Norge. Da er det lett å tenke at kun norske søk er relevante, men de beste artiklene kan ofte være skrevet på engelsk, selv om innholdet omhandler erfaringer og data som er gjort i Norge. Dette er viktig å være bevisst på, slik at kvaliteten på artiklene er av høyest mulig kvalitet.

I tillegg til søk i databasene ble søk i referanselister mye brukt. I hver artikkel eller oppgave, med relevant tema, ble referanselisten gjennomgått. På denne måten skapes det en god

oversikt over litteratur som er mye brukt, og som da antas å være av god kvalitet. Gjennom disse referansesøkene ble det funnet flere artikler som ble tatt med videre til oppgaven. Disse søkene var med andre ord helt essensielle for å innhente mest mulig relevant litteratur.

2.1.2 Søkeord

I en litteraturgjennomgang som dette, der hele oppgaven avhenger av det fagstoffet som finnes, er det viktig at søkene gjennomføres systematisk. I prosessen rundt søkene har det blitt diskutert hvilke søkeord som skal brukes, hvor spesifikke disse må være og hvilke boolske operatører som skal brukes. Boolske operatører er kommandoer som brukes for å kombinere søkeordene på ulike vis. Disse søkeordene er vanligvis: OG/AND, OR/ELLER, IKKE/NOT. Som da brukes for å bestemme hvilke ord som må, eller ikke må være med i resultatene fra søket (*Søketeknikker*, 2022).

Det å spesifisere søkene var viktig i litteratursøkene som ble gjort. Søktes det for eksempel på «ombruk» i Oria, kommer det 47 resultater. Søktes det «ombruk av tre» kommer det 10 og søktes det «ombruk av konstruksjonsvirke» kommer det ett resultat.. Dette viser at definerings av søkene er viktig for å finne riktig litteratur. Oria er en ganske konsentrert database så eksempelet over ville blitt mye tydeligere og større ved et vanlig nettsøk.

Samtidig som det var viktig å konsentrere søkene, var det også nødvendig å prøve ulike søkeord. Ombruk av tre er et lite faglig dokumentert tema, særlig i Norge, og det å finne artikler som var av relevans var ikke alltid like lett. Spesielt rundt den økonomiske biten av ombruk, var det lite stoff. Derfor ble mer generelle søk som «sirkulær økonomi bygg» gjort.

Søkeordene som er brukt vises i tabellen under. Sortert etter hvilken database som er brukt.

Tabell 1:

Sortering av søkeord

Oria	Google scholar	Science direct	Nettsøk
Ombruk AND tre	Ombruk av konstruksjonsvirke	Reuse construction wood	Circular use of construction wood
Sirkulær økonomi	Økonomi ombruk av	Reuse construction	Ombruk AND

bygg	konstruksjonsvirke	wood economy	konstruksjonsvirke
Reuse wood construction	Ombruk AND konstruksjonsvirke	Reuse construction wood AND sustainability	Sintef ombruk AND konstruksjonsvirke
			Reuse wooden material in construction AND economic
			Teknisk ukeblad ombruk AND konstruksjonsvirke

2.1.3 Sortering av artikler

Ettersom artikler ble funnet og søkeprosessen gikk mot slutten, ble fagstoffet sortert i to kategorier. Artikkene ble sortert ut fra om det inneholdt fagstoff rettet mot økonomi, eller mot miljø. Dette ble sortert i en tabell, slik at det skulle bli lett å ha oversikt når syntetiseringen skulle gjennomføres. Tabellen så slik ut:

Tabell 2:

Sortering av artikler

Ombruk med hensyn på økonomi	Ombruk med hensyn på miljø
Nordby, A. S. (2019). Barriers and opportunities to reuse of building materials in the Norwegian construction sector. <i>IOP Conference Series: Earth and environmental Science</i> . 10.1088/1755-1315/225/1/012061	Sørnes, K., Nordby, A. S., Fjeldheim, H., Hashem, S. M. B., Mysen, M. & Schlanbusch, R. D. (2014). Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer. <i>SINTEF Fag 18</i> .

<p>Benachio, G. L. F., Freitas, M. C. D. & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literaturereview. <i>Journal of cleaner production</i> 260(2020). https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046</p>	<p>Larsen, H. N. (2019). Bygg-og anleggssektorens klimagassutslipp. <i>Asplan viak</i>. www.asplanviak.no</p>
<p>Financial assessment of reusing materials in buildings: comparing financial potential of wood, concrete, and glass reuse Julia LK Nußholz¹ and Katherine Whalen¹ Published under licence by IOP Publishing Ltd https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012042</p>	<p>Resch, E., Andresen, I., Selvig, E., Wiik, M., Tellnes, L. G. & Stoknes, S. (2020). FutureBuilt ZERO metodebeskrivelse</p>
<p>Niu, Y., Rasi, K., Hughes, M., Halme, M. & Fink, G. (2021). Prolonging life cycles of construction materials and combating climate change by cascading: The case of reusing timber in Finland. <i>Elsevier</i>. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105555</p>	<p>Nordby, A. S., Lunke, R. & Andersen, R. (2021). Erfaringsrapport ombruk Kristian Augusts gate 13. <i>Entra ASA</i>.</p>
<p>Kilvær, L., Sunde, O., Eid, M., Rydningen, O. & Fjeldheim, H. (2019) <i>Forsvarlig ombruk av byggevarer</i>. (DiBK FoU-prosjekt 2019). Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf</p>	<p>Fufa, S. M., Mellegård, S., Wiik, M. K., Flyen, C., Hasle, G., Bach, L., Gonzalez, P., Løe, E. S. & Idsøe, F. (2018). Utslippsfrie byggeplasser. <i>SINTEF Fag 49</i>.</p>

	Bergman, R. D., Gu, H., Falk, R. H. & Napier, T. R. (2010). Using Reclaimed Lumber and Wood Flooring in Construction: Measuring Environmental Impact Using Life-Cycle Inventory Analysis.
	Bramslev, K. (2018). Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp. <i>Bygg21</i> .
	Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building <i>Volume 160, September 2020, 104855</i> https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104855 <u>5</u>
	Hafner, A., Ott, S. & Winter, S. (2014). Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures

2.2 Presentasjon av resultater

Etter at litteratursøkene er gjennomført, artiklene sortert og de aktuelle rapportene er valgt ut, skal det utarbeides korte sammendrag av disse. Sammendrag av det relevante fagstoffet i hver av artiklene skrives, og presenteres i resultatdelen. Det er valgt å kun skrive om det spesifikke fagstoffet som omhandler denne oppgavens tema, ettersom flere av artiklene som er funnet er store artikler som omhandler flere ulike temaer. Her vil det også bli presentert eventuelle tabeller eller illustrasjoner som er hentet fra artiklene. Dette gjøres for at leseren skal få et innblikk i hva hver av artiklene handler om, og se sammenhengen mellom disse og diskusjonsdelen.

2.3 Bakgrunn for metode

Denne oppgaven er som nevnt basert på en litteraturgjennomgang, og bakgrunnen for oppbygningen er Mats Perssons bok, «Hvordan skrive en litteraturgjennomgang?» (Persson, 2021). Denne boken baserer seg på 6S-modellen. 6S står for; spørre, søke, sortere, syntetisere, skrive og systematisere. Disse delene kan ses på som verktøy til å løse ulike deler av litteraturgjennomgangen (Persson, 2021, s.15). Boken gjennomgår hver av disse delene og hvordan delene skal brukes. Dette er en veldig systematisk og ryddig måte å skrive en litteraturgjennomgang, derfor er denne boken valgt som bakgrunn for metoden.

Ved å bruke en så god og gjennomarbeidet bok som dette som bakgrunn for oppgaven, sikres kvaliteten på metoden i denne oppgaven. Hver av de 6 S-ene er verktøy som er vesentlige for å skrive en god oppgave. Dette gjorde prosessen bak oppgaven tydeligere, og lettere å gjennomføre.

2.4 Intervjuer

Ombruk av konstruksjonsvirke er et ganske nytt tema, derfor er mengden fagstoff litt begrenset. Grunnet dette er det gjennomført intervjuer av aktuelle fagpersoner, med erfaringer innenfor emnet. Dette skal skape en større faglig tyngde til oppgaven, samt gi ulike synspunkter på de ulike utfordringene og fordelene som eksisterer.

Intervjuene som er gjort, er gjennomført som semistrukturerte intervjuer. Dette er en intervjuform der intervjuet foregår nærmest som en samtale mellom forsker og intervjuobjektet, men forskeren styrer samtalen. Dette skaper et intervju med en viss struktur, samtidig som intervjuobjektet har mulighet til å svare fritt og utfyllende (Andersen, 2020). På denne måten blir intervjuene gjennomført med en tydelig retning innenfor temaet som er relevant for oppgaven, samtidig som svarene blir individualiserte ut fra bakgrunnen til intervjuobjektet.

Intervjuene er gjennomført både som mailutveksling, og som samtaler gjennom teams. Det ble valgt å gjøres slik grunnet frykten for at ikke alle intervjuobjektene hadde mulighet til å gjennomføre intervju på teams, og dermed fikk de muligheten til å svare på spørsmål via e-post istedenfor. Dette skulle sikre at det ble gjennomført flest mulig intervjuer.

Denne metoden gjøres ved at det er utarbeidet noen generelle spørsmål som samtlige intervjuobjekter blir stilt. Samtidig som det stilles noen individualiserte spørsmål, som er spesifikt rettet mot intervjuobjektets aktuelle fagbakgrunn. Slik skapes det fagstoff som kan settes direkte opp mot hverandre og sammenlignes, samtidig som det skapes individuelle synspunkt og erfaringer, som kan være relevante i diskusjonen.

Informasjonen som ble hentet ut fra disse intervjuene er kortet ned til utdrag som er presentert i andre del av resultatkapittelet. Her er det valgt å gjøre utdragene så konkrete som mulig, og kun tatt med det som var relevant i diskusjonsdelen av oppgaven. De fullstendige intervjuene ligger som vedlegg. Teams-intervjuet er skrevet som et sammendrag i vedlegget, ettersom det naturligvis ikke gikk å ha med hele intervjuet som vedlegg.

Hvem de ulike intervjuobjektene er, er spesifisert i resultatdelen, etter avtale med hver enkelt. Dette viser hvor infoen fra intervjuene er hentet, og skaper oversiktlige resultater som kan føres tilbake til den rette kilden.

2.5 Metodekritikk

Ved å gjennomføre en litteraturgjennomgang skaper man en helhetlig oversikt over fagstoffet som eksisterer rundt det aktuelle tema. Dette skaper et bilde av funnene som er gjort i forskningen, og skaper et nyansert inntrykk for leseren. For å være sikker på at litteraturgjennomgangen blir så oversiktlig og nyansert som nevnt, så er man derimot avhengig av en strukturert og god fremgangsmåte. Dersom en av prosessene som er nevnt tidligere i kapitlet, blir gjennomført på en dårlig måte vil dette kunne påvirke oppgaven som helhet. Slurves det i litteratursøket, så vil det fort skje at noe relevant fagstoff blir oversett, som videre kan føre til en oppgave med mindre faglig tyngde.

En annen utfordring med denne oppgaven har vært å finne en tilstrekkelig mengde med spesifikt fagstoff. Som tidligere nevnt gjorde det at under oppgave-gjennomføringen ble det valgt å gjennomføre semistrukturerte intervjuer i tillegg til litteratursøk. Dette for å prøve å skape et mer nyansert fagstoff, som gir mer faglig tyngde til besvarelsens konklusjon. Det viste seg at da det ble valgt å gjennomføre intervjuer i tillegg til litteratursøket, var det ikke problemfritt å skaffe tilstrekkelig informasjon om temaet. Det ble sendt ut mange e-poster til aktuelle fagpersoner, men det var flere det ikke kom svar fra. Det ble likevel gjennomført

noen intervjuer, som ga betydelig mer tyngde på fagstoffet i oppgaven. Dette skaper en mer nyansert diskusjonsdel, og bidrar til en bedre konklusjon.

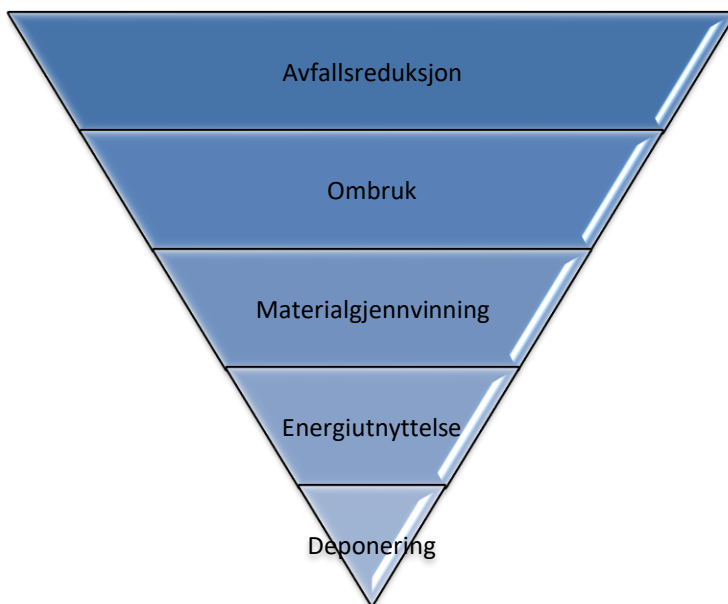
Litteraturgjennomgang som metode i seg selv vil alltid kunne ha begrensinger, ettersom man er avhengig av litteratur og forskning andre har gjort. I dette tilfellet var en begrenset mengde artikler om temaet dette. Det er valgt å ikke gjøre egen forskning eller undersøkelser, noe som kan være begrensende for oppgaven. Likevel oppfattes det her som i flere andre tilfeller, at nettopp en litteraturgjennomgang er det beste valget for oppgaven. Begrensede ressurser, manglende tid og manglende kontakter er alle aspekter som gjør at det er mye mer gjennomførbart med en litteraturgjennomgang, enn en empirisk studie i en oppgave som denne.

3 Teori

3.1 Ombruk og Sirkulær økonomi

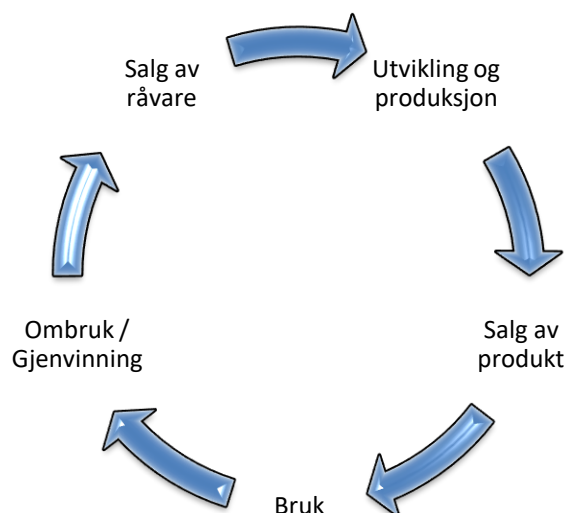
Når det kommer til utnyttelse av brukte byggevarer skiller det mellom ombruk og materialgjenvinning. Begrepet ombruk defineres som «å utnytte et produkt på nytt i dets opprinnelige form» (Sørnes mfl., 2014). Dette vil si å bruke samme produkt på ny uten å gjøre noe særlige endringer på produktet. Eksempelvis demontere en dør i bygg A og sette den opp i ett nytt bygg B.

Materialgjenvinning vil si å gjøre en endring på et opprinnelig produkt slik at det skapes et nytt. Et eksempel på det er å flise opp trevirke og lage sponplater. I denne oppgaven er det ombruk og ikke materialgjenvinning det skal fokuseres på.



Figur 3 Avfallsrammen, desto høyere oppe i avfallsrammen man er desto bedre utnyttes ressursene

For å operere på ett høyt nivå i avfallsrammen er samfunnet avhengig av å ha en sirkulær økonomi. I en sirkulær økonomi må produktene vare så lenge som mulig, og tiltak for å forlenge levetiden må gjøres. Dette kan være å ta bedre vare på produktene, reparere de slik at de kan brukes på nytt, eller rett og slett produsere produkter med lengre holdbarhet. Ved å gå mot en mer sirkulær økonomi, så vil klimagassutslippene kuttes, tapet av naturmangfold bremses og det vil oppstå flere grønne arbeidsplasser (Sirkulær økonomi, 2021)



Figur 4 Illustrasjon av Sirkulær Økonomi, inspirert av Norsk Gjenvinning

3.2 Insentiver og utfordringer

3.2.1 Insentiver for ombruk

I 2020 meldte regjeringen inn et forsterket mål under Parisavtalen, om å kutte utslippene med 50-55 prosent sammenlignet med 1990, innen 2030. Det langsiktige målet, innen 2050, er å kutte utslippene med 90-95 prosent (Meld. St. 13 (2020-2021)). Regjeringen lanserte også en strategi nasjonalt for sirkulær økonomi i 2021. Denne strategien har et konkret mål om at 70 prosent av bygg- og anleggsavfallet skal forberedes for materialgjenvinning eller ombruk (Sandberg og Kvellheim, 2021)

Høsten 2021 sendte direktoratet for byggkvalitet (DiBK) inn et forslag om endring av forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (Direktoratet for byggkvalitet, 2021). Forslaget går ut på å endre reglene om dokumentasjon av ombrukte byggevarer, ettersom disse reglene kan fungere som barrierer for gjennomføringen av ombruk. Forslagene til endringer er:

- «Unntak fra krav om produktdokumentasjonen hvis man gir bort ombrukte byggevarer».
- «Unntak fra krav om å teste og kontrollere ombrukte produkter».

- «Unntak fra kravene til produktdokumentasjon etter kapittel III for ombrukte byggevarer».
- «Lage mindre omfattende bestemmelser for omsetning av ombrukte byggevarer».

Dette forslaget er enda ikke vedtatt, men med det økte fokuset på ombruk i byggenæringen vil det etter all sannsynlighet bli foretatt endringer i regelverket. Dette er også inntrykket til en av intervjuobjektene i denne oppgaven. Disse endringene vil kunne utgjøre en betydelig forskjell når det gjelder implementeringen av ombruk i byggenæringen.

3.2.2 Utfordringer ved ombruk

Ved ombruk på samme sted i et rehabiliteringsprosjekt vil de brukte konstruksjonsdelene ikke være befestet av loven om CE-merking (Sørnes mfl., 2014). Ved omsetning av brukte produkter derimot, vil kravet om dokumentasjon i henhold til DOK (forskrift om dokumentasjon av byggevarer) være gjeldende. Det er altså ulovlig å omsette brukte byggevarer uten den rette dokumentasjonen, ettersom det er samme dokumentasjonskrav for brukte byggevarer, som for nye (Nordby og Bugge, 2018).

3.3 Prosessen rundt ombruk

Når et materiale eller en byggevare skal ombrukes, er det en omfattende prosess det må gjennom. Hver av disse delene er vesentlig når det kommer til det økonomiske aspektet rundt ombruk, men også de miljømessige. Når ombruk blir mer vanlig, og prosessene satt mer i system vil dokumenthåndteringen skje raskere, og det vil bli mer økonomisk bærekraftig å satse på ombruk (Lindseth, 2020). Det er naturligvis ulike prosesser rundt ulike prosjekter og situasjoner. Noen av disse delene som forekommer ofte vil gjennomgå videre i oppgaven.

3.3.1 Demontering

Når det skal gjennomføres en ombruksprosess, er det første som skjer en demontering. Dette er en svært vesentlig del av prosessen, ettersom det er her byggevaren som skal ombrukes hentes ut. Det er med andre ord svært viktig at demonteringen skjer på riktig vis, og ikke rives som et vanlig rivingsprosjekt.

For at demontering skal være best mulig, er det flere aspekter som spiller inn. Først bør det planlegges at bygget skal demonteres, allerede når det settes opp. Det innebærer blant annet å benytte færrest mulig materialer og deler. Det bør benyttes deler som tåler å demonteres og ombrukes, samt forsøke å benytte komponenter med standard dimensjoner. Dette gjør det mer sannsynlig å kunne ombruke komponenten (Leland, 2008).

Det er viktig at rivningen foregår i kontrollerte former. Det revne trevirke skal behandles som nytt. Rivingsvirke som har blitt skadet eller overbelastet i rivingsfasen, vil kunne få svekket fasthet, og dermed miste sin fasthetsklasse, noe som har påvirkning på fremtidig bruksområde. (Sørnes mfl., 2014)

For at et bygg skal være lettere å demontere (og remontere), er det fordelaktig at det benyttes mekaniske forbindelser som er egnet for demontering. Dette kan være bolter og låser, mens spiker bør helst unngås. Lette materialer er også å foretrekke, da det gjør de lettere å håndtere (Leland, 2008).

Dersom disse aspektene er på plass, ligger det meste til rette for at komponentene er mulig å demontere. Når kravene overholdes blir det naturligvis også lettere å remontere, En slik demontering vil også opprettholde materialenes kvalitet best mulig.

3.3.2 Lagring

Det er viktig at lagringen av ombrukte trematerialer er av høy standard. Trevirke kan lett få styrkereduksjon og andre skader, dersom det blir utsatt for vær og vind. Derfor er det helt essensielt at lagringsplassen til ombrukt trevirke er av samme kvalitet eller helst bedre, enn ved nye materialer. Lagringen krever altså et lokale med et betydelig areal og tilstrekkelig kvalitet. Dette er spesielt viktig dersom det er store komponenter, eller et stort kvantum med materialer. En slik lagring medfører naturligvis ekstra kostnader, og er vesentlig å ta med i beregningen for kostnadene knyttet til ombruk. Er det derimot mulig å ombruke komponentene lokalt, eller planlegge slik at byggevarene kan fraktes direkte fra kilden og til det nye prosjektet, så vil man slippe mellomlagringen, og kostnadene som følger med det. Dette er mest kostnadseffektivt (Sunde mfl., 2019)

3.3.3 Transport

Transport er vesentlig å se på, når det kommer til spesielt klimagassutslippene som kommer ved ombruk. Det å frakte materialer er en stor utslippspost for både nye og ombrukte byggematerialer. Derfor er det vesentlig hvor langt ombruksvirke må transporteres for å brukes på nytt. Dersom det er mulighet til å ombruke lokalt, altså på samme byggeprosjekt vil det naturligvis være det gunstigste med tanke på både utslipp og økonomi, da transporten kan unngås fullstendig. Grunnet disse ulempene som følger av transport, både økonomisk og miljømessig, er det lønnsomt at ombruksvirket transporteres i store volum (Kilvær mfl., 2019)

3.3.4 Omsetning av materialer

En utfordring med ombruk er å få riktig materialer til rett tid. Samt opprettholde en jevn materialstrøm til prosjektet. Rehub og Loopfront er to aktører som prøver å løse disse problemene med deres plattformer. De kan sammenlignes med Finn.no men for brukte byggevarer. Rehub tilbyr også vurdering av materialelegenskaper for kjøper, samt at de kan gi konkrete tilbud på hva det vil koste med testing og logistikk av materialene (Baarnes, Rehub)

4 Resultater (ved ren litteraturanalyse kan dette kalles «Review»)

4.1 Litteratur

Her presenteres fagartiklene som ble valgt ut etter at litteratursøkene var gjennomført. Artiklene presenteres hver for seg, med korte sammendrag av det som har blitt vurdert som det relevante fagstoffet i artikkelen. Dette vil si at sammendraget som er skrevet ikke er fullstendige sammendrag av hele artikkelen, men kun av det som vurderes som relevant stoff til denne oppgaven.

4.1.1 “Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer” (Sørnes mfl., 2014)

I kapitlet «Tre» skrives det om mulighetene for ombruk ved tre, og deriblant konstruksjonsvirke. Trevirke utgjør som regel 30-40% av det totale avfallet fra riving og nybygging. Det er mulig med ombruk av stort sett alle typer trevirke og trefiberprodukter.

Det er av stor interesse å ombruke stemplede lengder av konstruksjonsvirke. Ulike konstruktive bygningsdeler generelt, er av stor verdi når det gjelder ombruk. Bygningers utvendige og innvendig kledning utgjør et stort volum og potensial for ombruk. En annen viktig del når det kommer til ombruk av tre er hele rommoduler. Ferdige moduler kan brukes til alt fra paviljonger og brakker, til ulike typer bolighus. Modulene kan brukes til både permanente og midlertidige konstruksjoner. Disse modulene er velegnet for ombruk gitt at det foreligger en dokumentert kvalitetssikret prosess for demonteringen.

Det finnes enkelte utsalg for brukte byggevarer og trevareprodukter på privatmarkedet. De gamle laftebygningene er eksempler på praktisk ombruk. Bygningselementene er utformet slik at de enkelt kan demonteres og deretter monteres på nytt. Denne type bygninger har også høy mobilitet ettersom elementene representerer en grei transportabel enhet.

Historisk sett var ombruk mer vanlig tidligere, ettersom det var mer lønnsomt å investere i arbeidstimer enn i materielle ressurser. Her vist i eksempelet med laftebygninger der bygget var utformet på en måte som gjorde det enklere å ombruke deler av. I dag er det imidlertid motsatt, det vil nærmest alltid være mer lønnsomt å kjøpe nye materialer. Det er også stor etterspørsel etter trevirke til energigjenvinning, som kan føre til lavere interesse for ombruk.

Tre er som kjent en fornybar ressurs, med stor verdi både som materiale og som biomasse til energigjenvinning. Biomasse er helt vesentlig for å erstatte fossilt brensel. Dette gjør at trevirke til energigjenvinning har en verdi som konkurrerer med verdien ved å ombruke trevirket. Dette er en situasjon som ikke gjelder de andre materialgruppene på samme måte. Samtidig må trevirke ses på som en rolle i karbonsyklusen, ettersom det lagrer karbon. Dette karbonet slippes først ut i atmosfæren når trevirket brennes, som gjør at det er ønskelig at trevirket lagres så lenge som mulig. Det er også mer ressursvennlig med ombruk, dersom man inkluderer hele prosessen rundt ombruk inn i karbonregnskapet.

4.1.2 “Prolonging life cycles of construction materials and combating climate changes by cascading: The case of reusing timber in Finland” (Niu mfl., 2021)

Utfordringene med de raske klimaendringene i tillegg til knapphet på materialer, presser samfunnet til å gå mot mer bærekraftige løsninger innen konstruksjonssektoren. I denne prosessen er tre og ombruket av tre essensielt. Tre har blitt mer og mer brukt i bygg- og anleggsbransjen de siste årene, men likevel har det ikke blitt satt inn i et sirkulært system.

Det å forlenge levetiden til konstruksjonsmaterialer gjør stor forskjell med hensyn på klimapåvirkning, ettersom det bytter ut produksjonen av nye materialer som fører til kutt av karbonavtrykk. Det foretrekkes å ombruke trevirke fremfor materialgjenvinning og på denne måte forlenge levetiden til trevirket. Dette grunnet lagringen av karbon i trevirke, som slippes ut ved materialgjenvinning. Sammen med den store interessen for å skape en sirkulær økonomi for konstruksjonsvirke, så kommer bekymringene for kostnadsutfordringene og markedsusikkerheten. Drivkraften for at det skal jobbes mot å oppnå sirkulær økonomi, forventes å komme fra reguleringer og politiske tiltak. For å nærme seg en sirkulær økonomi er de ulike aktørene nødt til å garantere den økonomiske verdien til avfallet fra trevirke. Det å skape et rammeverk som sikrer den økonomiske verdien vil gjøre det lettere å gå mot en

sirkulær økonomi. Basert på en enkel case-studie i denne artikkelen ble reduksjon av miljøpåvirkningen vurdert til å ha et stort potensial ved ombruk. Tar man med opptaket av biokarbon i trevirke blir det å tallfeste reduksjonen av utslipp vanskeligere. Det er uansett tydelig at ombruk av konstruksjonsvirke er fordelaktig når det kommer til å bekjempe global oppvarming, karbonopptak tatt med eller ikke.

4.1.3 *“Using Reclaimed Lumber and Wood Flooring in Construction: Measuring Environmental Impact Using Life-Cycle Inventory Analysis”* (Bergman et al., 2010)

Artikkelen ser på energiforbruk og klimautslipp på nytt konstruksjonsvirke og tregulv, for å sammenligne det med ombrukt konstruksjonsvirke og tregulv. Det brukes en såkalt cradle-to-gate tilnærming som gir ett inntrykk av forskjellen med tanke på miljøbelastningen med ombruk kontra det å produsere nye materialer.

Studien sammenligner energiforbruket som kreves for å lage nytt konstruksjonsvirke i USA i to områder: Pacific Northwest (PNW) og Southeast (SE). For deretter å sette det opp mot hvor mye energi som kreves for å demontere og gjøre klart trevirke for ombruk. Dette innebærer energi brukt til diverse aggregater, utstyr og maskiner samt transportere arbeidere og transportere trevirket til en egnet lagringsplass.

Resultatet fra studien forteller at ombrukt konstruksjonsvirke krever i snitt 9% av energien som kreves for å produsere nytt trevirke. Nytt trevirke har i snitt 310% høyere CO2 utslipp per 1m³.

	Planned dry softwood lumber				Reclaimed framing lumber		
	PNW		SE		Removal		
	MJ/m ³	%	MJ/m ³	%	MJ/m ³	%	
Coal	92	2.5	356	10.2	Coal	120	35.1
Crude oil	361	9.7	337	9.7	Crude oil	141	41.4
Natural gas	1447	39.1	279	8.0	Natural gas	38	11.3
Uranium	7	0.2	35	1.0	Uranium	41	12.2
Biomass	1595	43.0	2473	70.8	Biomass	0.00	0.0
Hydropower	200	5.4	4	0.1	Hydropower	0.00	0.0
Electricity, other	3	0.1	8	0.2	Electricity, other	0.00	0.0
Total	3705	100	3492	100	Total	340	100

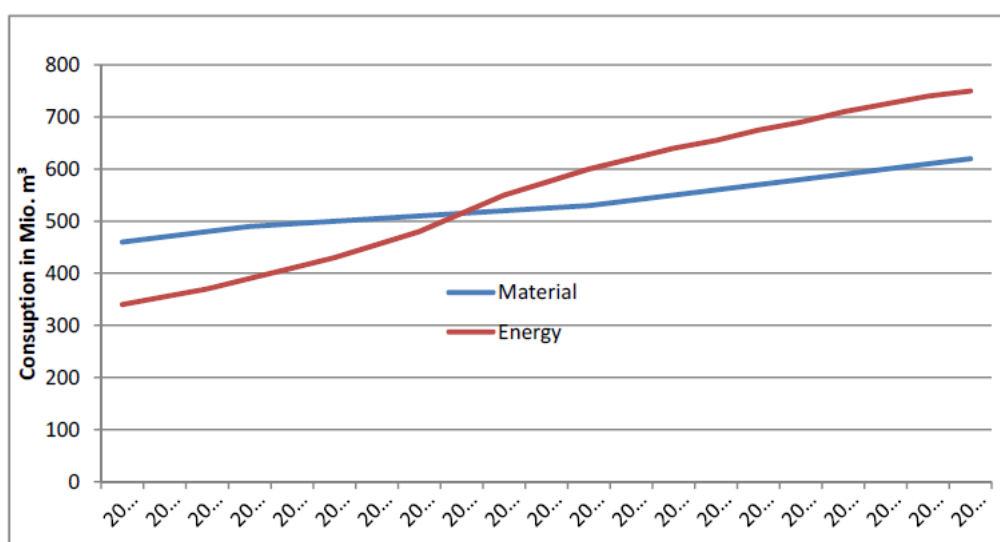
Figur 5 Cradle-to-gate cumulative energy requirements by fuel source allocated to 1m³ lumber

Planned dry softwood lumber					Reclaimed framing lumber		
	PNW		SE			Removal	Difference
	kg/m ³	%	kg/m ³	%		kg/m ³	
CO	1.43	0.6	1.83	0.6	CO	0.5	230
CO ₂ (biomass)	160	62.6	248	79.1	CO ₂ (biomass)	1.9	11000
CO ₂ (fossil)	92	36.0	62	19.8	CO ₂ (fossil)	18.9	310
HAPS	0.01	0.0	0.01	0.0	HAPS	–	–
CH ₄	0.19	0.1	0.1	0.0	CH ₄	0.3	–52
Nitrogen oxides	0.67	0.3	0.64	0.2	Nitrogen oxides	0.2	230
Particulates	0.05	0.0	0.05	0.0	Particulates	<0.1	–
SO ₂	1.03	0.4	0.43	0.1	SO ₂	0.1	630
VOCs	0.08	0.0	0.49	0.2	VOCs	<0.1	–

Figur 6 Cradle-to-gate cumulative air emissions to air allocated to 1m³ lumber

4.1.4 “Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures” (Hafner, Ott og Winter, 2014)

Ved å forlenge levetiden til konstruksjonvirket, og utnytte alle ombruksalternativer før en energigjenvinner vil det gi et forbedret LCA for treprodukter. Det vil si at karbonet vil bli lagret i treverket over lengre tid før det energigjenvinnes. Tre som brukes til energibehov, øker i større grad enn tre som brukes til material. I Tyskland er trekonsumet i 2012 brukt i større grad til oppvarming og energibruk enn til material.



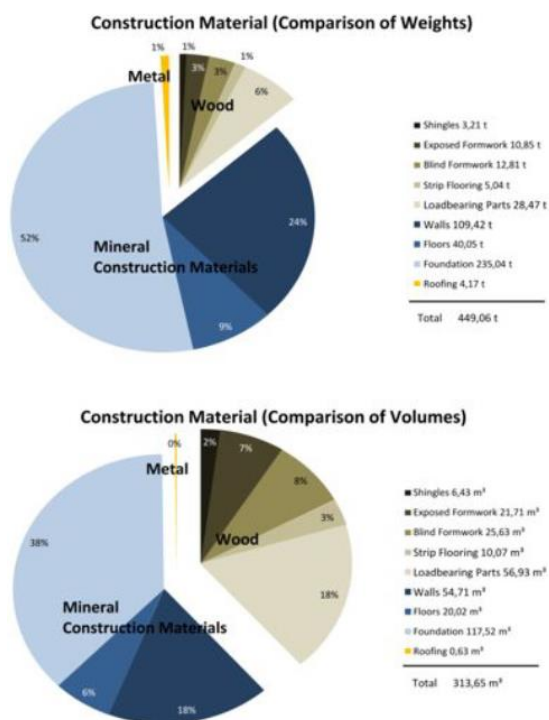
Figur 7 Consumption of wood for energetic and material use in Europe

Som vist i tabellen øker konsumet av tre til energibruk drastisk i forhold til materialbruk. Store deler av konstruksjonsvirke som kan ombrukes blir brukt til oppvarming, eller «down cycled» der de mister sine faste egenskaper som tre.

Andre utfordringer med ombruk av konstruksjonsvirke er at det kun kan brukes dersom det ikke er forurenset av giftige stoffer. Konstruksjonsvirke har blitt behandlet og impregnert med flere giftige stoffer siden starten av 1900-tallet, for å blant annet øke dens egenskaper mot vannskader og insekter. Dette minsker muligheten for både ombruk og resirkulering av treverket.

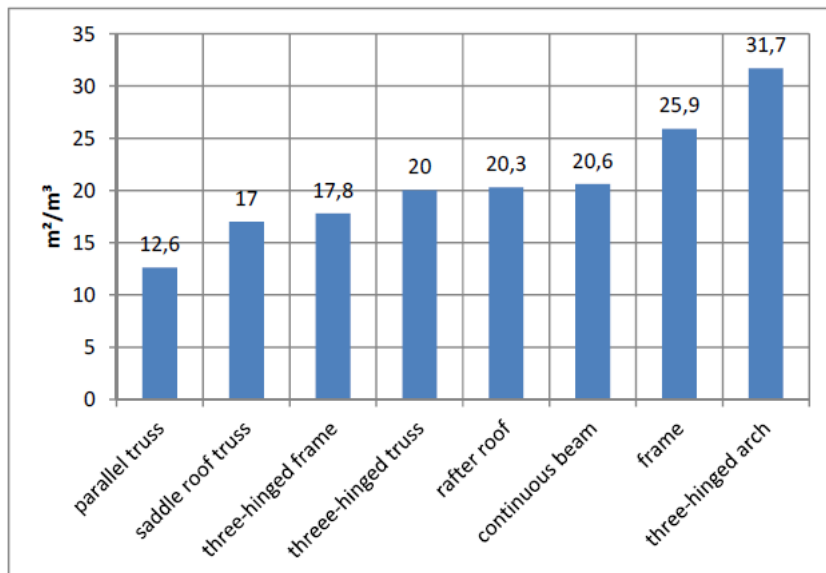
Det kreves god prosjektering av demonteringsprosessen for at ombruk av konstruksjonsvirke skal kunne utføres. På grunn av utfordringene med giftige stoffer brukt i konstruksjonene, rettes fokuset på ombruk av yngre bygninger med modulsystem. Der er store deler av konstruksjonene CE-merket og identiske, som takstoler/sperrer, bindingsverk og trepanel. Dette er lette konstruksjoner, som er mindre problematisk å demontere og sortere.

Basert på en case-studie av en bygning har de kartlagt og beskrevet potensialet av materialer som kan ombrukes i konstruksjonen.



Figur 8 Construction material – different fractions. Comparison of volume and mass.

Ved å bruke disse dataene har de sammenlignet takkonstruksjonens ombrukspotensiale som en gulvkonstruksjon. Dataene er begrenset til takkonstruksjonen fordi de er enklere å evaluere enn tømmerveggene i dette caset.



Figur 9 Comparison of wide-span roof structures shows the covered floor space in relation to 1m³ of used wood. Stolpediagrammet beskriver konsum av konstruksjonsvirke i relasjon til gulvkonstruksjon for enhver stav i takkonstruksjonen med m²/m³.

4.1.5 “Forsvarlig ombruk av byggevarer” (Kilvær mfl., 2019)

Forsvarlig ombruk av byggevarer beskriver utfordringer og potensial for ombruk av byggevarer, som blant annet: Redokumentasjon, utslipp og potensiale, demontering og mellomlagring av tre og Resirqels praktiske erfaringer med ombruk av tre.

Redokumentering av egenskapene til brukte byggevarer blir sett på som nøkkelen til et effektivt og profesjonelt ombruksmarked. Utfordringene blir i litteraturstudien todelt:

1. Utfordringer knyttet til dokumentasjon i forbindelse med selve salget/omsetningen av den brukte byggevaren. Hva skal til for å kunne omsette?

2. Utfordringer knyttet til brukerens informasjons-/dokumentasjonsbehov i forhold til om ombruksvaren faktisk kan brukes i nybygget. Det vil si om den brukte byggevaren tilfredsstiller kravene til bygget.

Det vil si at en brukt byggevare med dokumentasjon i praksis kan omsettes lovlig, men kan ikke brukes i et bygg fordi den ikke tilfredsstiller de nyere tekniske kravene i bygget. Dette vil dermed være problemstillingen for ombruk, altså å tilfredsstille *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)* og *Byggeteknisk forskrift (TEK17)* (Kilvær mfl. 2019)

Forskrift om dokumentasjon av byggevarer fra DiBK består av regler for dokumentasjon og omsetning av material til et byggverk. Dette gjør de ved å CE-merke byggevarer, som er en felles dokumentasjon for materialer i EU/EØS. *Byggevarerforordningen* i kap 2 i DOK ble gjeldende fra 1. januar 2014, og beskriver to muligheter for å CE-merke byggevarer:

1. Dersom det er en produktstandard for byggevaren, skal byggevaren CE-merkes
2. Dersom det ikke finnes en produktstandard, kan byggevaren CE-merkes gjennom en EAD (European Assessment Document) eller ETA (European Organization for Technical assessment)

Forskriften er primært gjeldende for nyere byggevarer etter 2014 der store deler har en produktstandard eller ETA, som betyr at materialet kan CE-merkes. Dersom det er eldre material må det enten gjennom en ETA som er en teknisk bedømmelse av materialet, eller en EAD som er et bedømmelsesdokument. Det som er problematisk, er at ETA kan være en kostbar og tidkrevende prosess avhengig av kompleksiteten på materialet (Kilvær mfl. 2019) Ifølge intervjuet med Claus Juul Nielsen i litteraturstudien tok det tre år før bedriften *Gamle mursten* fikk godkjent ETA og CE-merking på deres brukte teglsten.

Litteraturstudien henviser til *Anbefalinger* fra SINTEF, der de konkluderer at det nærmest alltid er mer kostnadseffektivt å kjøpe nytt treverk framfor å ombruke rivningsobjekter. Dette fører til at trevirke blir lite ombrukt i Norge per i dag.

De henviser videre til rapporten *Barrierer* (Nordby og Bugge, 2018), der Lia-Jonassen i Asplan Viak har gjort to beregninger av potensielt klimagassutslipp ved ombruk av tre:

-Reduksjonspotensialet nasjonalt per i dag.

- Reduksjonspotensialet pr. tonn ombrukt material på prosjektnivå

Forutsetninger som er lagt inn i beregningene er avfallsmengder fra SSB (2016), med et antatt ombrukspotensial på 10% av avfallsmengden. I tillegg er etterspørsel av materialmengder per 1 år (Tabell 1 s 22 Nordby og Bugge 2018) og miljødata fra Ecoinvent. Med et antatt ombruk på 10% av avfallsmengdene gir dette et reduksjonspotensial på 2% for klimagassutslipp på nasjonalt nivå per i dag. Årsaken til det lave tallet er forutsetningen om at 10% av avfallsmengden kan ombrukes direkte. Det vil si at dersom avfallsmengden økes og det tilrettelegges for ombruk i prosjekteringsfasen av nybygg øker reduksjonspotensialet.

Ombruk på prosjektnivå gir et reduksjonspotensial pr tonn lik 94%. Dette er ved hjelp av antakelsen om at det kun er klimagassutslipp fra noe prosessering og transport. Det er i beregningene antatt at prosesseringen er 5% av produksjonsutslippet og transport på 25km.

Resirqels praktiske erfaringer viser at det er stor tilgang på usortert og styrkesortert trevirke. De har også erfart at det finnes interesse både blant privat- og proffkunder ved uttesting med redistribusjon. Eksport av styrkesortert trevirke krever mindre energi enn oppflising eller gjenvinning, og bidrar til at karbonlagringen i treverket forlenges. De har videre erfart at transport og mellomlagring av ombrukstre ikke er økonomisk svarende, med mindre det er av større volum. De har testet manuell innsamling, innhenting, lagring og redistribusjon av ombrukstre. Resultatet viser at dette ikke er regningssvarende grunnet kostnad av arbeidstid, transport, lagring og maskiner er relativt høye kontra materialkostnaden av nytt treverk. For at det skal svare seg økonomisk må treverket transporteres direkte fra byggeplass med ett større volum.

4.2 Intervjuer

Dette er informasjon som er innhentet gjennom intervjuer, hvor det er tatt ut det mest vesentlige og konkrete som omhandler oppgavens problemstilling.

4.2.1 Økonomi

De fleste materialene på ombruksmarkedet er gratis. Men det vil likevel være dyrere å ombruke pga prosessen rundt ombruk av konstruksjonsdeler. Faktorer som påvirker kostnadene er følgende: Demontering av konstruksjoner, prosjektering, lagring av materialer,

logistikk også er det lite som er standardisert som gjør det vanskelig mtp konsulentarbeid. Det er også mye kostnader knyttet til krav og dokumentasjon (Baarnes, Rehub).

Man antar at kostnadene vil bli redusert over tid når ombruk blir satt i system og man forventer flere endringer av dokumentasjonskrav som vil gjøre ombruk lettere (Jørgensen, Vill Energi)

For å gjøre ombruk mer anvendelig trengs det naturligvis en holdningsendring blant aktørene. Dette vil reelt sett ta en hel generasjon å få til. Det er likevel flere tiltak som kan gjennomføres for å fremskynde økt ombrukstilje blant de ulike aktørene. Fjerne moms og avgifter på ombrukt materiale er tiltak som vil skape større motivasjon økonomisk for aktørene. (Baarnes, Rehub)

4.2.2 Klima

En ombrukt planke har i utgangspunktet intet klimagassutslipp da alle utslipp kom i det forrige livet. Men jo mer det må håndteres/bearbeides/transporteres, jo mer vil klimagassutslippene til materialet øke. Man sparer også utslipp med at man unngår forbrenning av materialet til energi gjenvinning (Jørgensen, Vill Energi)

For å få nøyaktige tall på klimagassutslipp må man beregne i hvert konkrete prosjekt, da klimagassutslipp potensialet varierer fra prosjekt til prosjekt. Avhengig av en rekke faktorer slik som: volum, hva slags materialet ombruk erstatter, opprinnelsen til dette, transport av nye/ombrukte materialer. (Dybesland, Statsbygg)

5 Diskusjon og analyse

5.1 Økonomi

Det økonomiske aspektet rundt ombruk av konstruksjonsvirke har vært det mest krevende med denne oppgaven. Ombruk av konstruksjonsvirke er en kostbar prosess på mange områder, noe som gjør at motivasjon for ombruk sjeldent er på bakgrunn av økonomi. Det er hovedsakelig klimaperspektivet som er hoved-insentivet til ombruk. Dette fører naturligvis til at det er større fokus på dette i forskningen rundt ombruk. Derfor var oppgaven helt avhengig av erfaringene som ble innhentet fra intervjuobjektene, når det kom til de økonomiske utfordringene rundt ombruk av konstruksjonsvirke.

5.1.1 Konkrete data

Det har ikke lyktes å få tak i konkrete tall på hvor mye man kan spare/eventuelt økte kostnader ved bruk av ombrukt konstruksjonsvirke. Dette grunnet alle variablene som spiller inn når det kommer til beregning av kostnader. Alt fra hvor langt materialet fraktes, må det mellomlagres, og hvor dyrt er det å demontere kontra å rive. Dette er aspekter med såpass store forskjeller innad i ulike prosjekt, at det må gjøres spesifikke beregninger for hvert prosjekt for å få et relevant resultat. Det er altså store individuelle forskjeller når det kommer til det økonomiske regnestykket i de ulike ombruksprosessene. Det er likevel relativt tydelig ut fra resultatene som er innhentet at det på generell basis er dyrere å gå for ombrukt konstruksjonsvirke, enn det er å bruke nytt. Selv når materialene er gratis virker det som at prosessen rundt ombruk gjør det mer kostbart enn å kjøpe nytt.

5.1.2 Fremtidig økonomisk aspekt

Det er bred enighet ut fra resultatene som er innhentet om at ombruk av konstruksjonsvirke er dyrere enn bruk av nytt, per dags dato. Meningene om hvilke tiltak som må til for å gjøre det lønnsomt, er imidlertid ulike. Fra intervjuet med VillEnergi AS kom det frem at når ombruk ble satt mer i system, ville det bli billigere og mer lønnsomt, fordi prosessene som nå er tidkrevende og kompliserte vil bli enklere. Rehubs representant ytret derimot i intervjuet at

det måtte avgifter eller momsfrattekke til, for at ombruk av konstruksjonsvirke skulle bli lønnsomt. Dette er interessante poenger, som til en viss grad er motsigende, men samtidig kan bety det samme. Det at ombruk blir satt i et system vil antageligvis skje som følge av at det blir økt lønnsomhet. Denne lønnsomheten kan se ut som at er nødt til å komme fra avgifter eller momsfrattekke. Dette for at kostnadskuttene kan fungere som en katalysator for videre ombruk. Når dette da skjer, så vil antageligvis ombruken av konstruksjonsvirke bli satt i et system, som følge av at etterspørselen øker. Det er heller ikke usannsynlig at det i fremtiden også vil bli mer lønnsomt med ombrukt konstruksjonsvirke som følge av at prisene på nytt trevirke øker om dagen.

Det regnes også med at utgiftene med å klargjøre materialene for ombruk også vil redusere utgiftene ved klargjøring av ombruksvirke. Norge er et land med relativt dyr arbeidskraft, og det vil kanskje være mer gunstige økonomiske fordeler med ombruk i andre land. Fra litteraturstudien *Forsvarlig ombruk av byggevarer* ser man at det er kostbart og tidkrevende å redokumentere og CE-merke material. Dette gjør det per dags dato ikke økonomisk regningsvarende med ombruk av byggevarer. Det betyr at DiBKs forslag om endringer av forskriften om omsetning og dokumentasjon av byggevarer vil være viktig å få igjennom, for å lempe på noen av barrierene for gjennomføringen av ombruk.

For å få en sirkulær økonomi rundt byggevarer så må materialene være tilgjengelig på det åpne marked. For å kunne klare å få noe særlig volum må verdien på ombrukte materialer være såpass at det er mulig å få en økonomisk gevinst, enten via salg av materialer eller gjennom reduserte skatter/avgifter for bedrifter som velger klima vennlige løsninger med ombruk

5.2 Klima

Det er liten tvil om at det er god ressurspolitikk å ombruke materialer istedenfor å produsere nye. Det er også tydelig at det krever mindre energi å ombruke konstruksjonsvirke enn å benytte nye (virgin) materialer. I artikkelen: *Using Reclaimed Lumber and Wood Flooring in Construction Measuring Environmental Impact Using Life-Cycle Inventory Analysis* kommer det frem at gjennom ombruk av konstruksjonsvirke kan man spare miljøet for 2/3 av CO₂ utslippene det som hadde kommet ved produksjon av 1m³ konstruksjonsvirke og samtidig redusere energiforbruket med 90% per 1m³ konstruksjonsvirke. Disse resultatene kommer

frem gjennom beregninger gjort med data fra USA og kan se veldig annerledes ut i Norge. For å få ett nøyaktig tall så må det gjøres beregninger på hvert enkelt prosjekt da det er mange faktorer som spiller inn. Eksempelvis: Avstander (fra demonteringsplass til lagringsplass til nytt byggeprosjekt), logistikk, hvordan demonteringen foregår og om bygget i utgangspunktet var planlagt for å kunne ombrukes/demonteres.

5.2.1 Variable faktorer

Det er svært mange variabler som påvirker utslippsmengdene i en ombruksprosess. En av de mest vesentlige er transportering. Dersom konstruksjonsvirket ombrukes lokalt, vil utslippsmengden fra transport være lik null, kontra nytt konstruksjonsvirke som hadde måttet blitt fraktet fra forhandler. Variasjoner som dette skaper tydelige forskjeller i utslippsmengde, og viser at potensiale for reduksjon av utslipp er enorme. Samtidig er det disse variasjonene som gjør det utfordrende å komme med konkrete tall på forskjellene ved ombruk kontra nytt trevirke. Beregninger som kan komme frem til slike konkrete data, må gjennomføres på konkrete prosjekt. Da vil man kunne analysere hver del av prosessen, og deretter sammenligne dette opp mot tilsvarende prosess med nye materialer. Som nevnt i intervjudelen så finnes det aktører som tilbyr nettopp dette. Full analyse av de klimamessige fordelene kan utarbeides slik at bedriften kan gjengi konkrete tall på hvor miljøvennlige de har vært i sitt byggeprosjekt. Dette er en veldig stor og viktig pådriver for bedrifter, når det kommer til å velge ombruk. Det å kunne dokumentere og gjengi hvor miljøvennlige bedriften er, vil føre til større motivasjon til å ombruke.

5.2.2 Ombruk fremfor materialgjenvinning

Materialgjenvinning er en stor utfordring når det kommer til å øke ombruken av konstruksjonsvirke. Det er også et aspekt som er helt spesielt for tre som materiale. Det er ikke samme utfordringer knyttet til ombruk av f. eks stål og betong. Når det kommer til materialutnyttelse av tre er det nemlig flere alternativ, altså ombruk eller materialgjenvinning.

Det å brenne biomasse er essensielt når det kommer til å bytte ut fossilt brensel med et mer bærekraftig alternativ. Derfor er materialgjenvinning av trevirke svært utbredt og dette er en stor utfordring når det ses på ombruksvilligheten. Dersom behovet for energiutvinning fra tre er så stort og uerstattelig så vil det være krevende å få ombruk til å bli det foretrukkede

alternativet. Derfor må det antageligvis kunne erstattes med andre løsninger for energiutvinning. Økt vind og vannkraft, som videre skaper energi som kan brukes til oppvarming, er en av mulighetene. Dersom behovet for materialgjenvinning av tre blir mindre, er det stor sannsynlighet for at motivasjonen for ombruk vil øke. Dette vil da være gunstig for miljøet, ettersom ombruk av konstruksjonsvirke fører til lengre levetid på materialet, som da gjør at lagringen av CO₂ foregår over en lengre periode, enn om det hadde blitt brukt til materialgjenvinning.

5.3 Planlegge for ombruk

Som en del av utviklingen til økt ombruk av konstruksjonsvirke er planleggingsfasen en viktig del. Et bygg som er bygget med hensikten om det skal kunne ombrukes, vil være et mye enklere bygg å få utnyttet materialer fra. Her kan forbindelsene, stoffene brukt i materialet og plasseringen av ulike komponenter være nøye gjennomtenkt. Med dette på plass vil den fremtidige prosessen materialene må gjennom være betydelig forenklet. Med en forenklet prosess vil også kostnadene senkes, og klimagassutslippene potensielt reduseres.

Eldre bygg er som regel ikke bygget med hensyn på å kunne ombrukes. Eksempler på dette er giftige stoffer brukt i materialer, dårlige forbindelser mellom materialene, og lite vedlikeholdsarbeid. Da vil prosessen for å ombruke komponenter fra dette bygget brått bli mer utfordrende. Derfor vil det naturligvis ta lang tid før ombruk blir fullstendig innarbeidet i samfunnet, ettersom det er først i senere tid at fokus på ombruk har blitt implementert allerede i planleggingsfasen. Men over tid vil forhåpentligvis bevisstheten gradvis øke, og hele prosessen blir mer effektiv både kostnadmessig og miljømessig.

5.4 Evaluering

Det å skrive denne oppgaven om ombruk av konstruksjonsvirke har vært en krevende prosess på flere måter. Ombruk er veldig i vinden om dagen, men den systematiske bruken av det, og arbeidet gjort rundt det er helt tydelig i oppstartsfasen spesielt i Norge, som har vært denne oppgavens fokusområde. Det eksisterer en del generelle artikler og rapporter om ombruk, men svært lite om konstruksjonsvirke og tre generelt. Dette gjorde at fokuset ble på å finne de få spesifikke tekstene som ble vurdert som relevante, og utnytte de så godt som mulig. For så å

spe på med resultater fra intervjuene som ble gjennomført. Dette ble vurdert som den beste løsningen for å få en spesifikk oppgave som samtidig hadde nok resultater til å trekke en konklusjon ut av.

Ønsket om en spesifikk og konkret oppgave gjorde også at teoridelen av oppgaven ikke ble så omfattende. Relevant teori ble prioritert foran stor mengde. Dette skal sørge for en konkret oppgave som skal være forståelig for studenter med utdanning innen bygg. Derfor har all overflødig teori blitt kuttet ut, og spesifisitet har blitt hovedfokus. Dette kan naturligvis føre til at oppgaven kan se litt mangelfull og kort ut, men vurderingen om relevans og spesifisitet har blitt vurdert som viktigere.

Det ble nødvendig å bruke et par internasjonale artikler for å få noen konkrete data på noen områder. Dette ble vurdert som nødvendig, for å kunne komme med noen konkrete eksempler, selv om disse eksemplene ikke var fullstendig representative for ombruk i Norge. Nettopp dette med relevansen til dataene, var en utfordring her. Det lille som ble funnet av data var gjerne fra utenlandske undersøkelser, med tilfeller der mange av variablene ville sett annerledes ut i Norge. Dette gjorde at resultatene ble basert på generelle meninger og erfaringer, og ikke konkrete data og tabeller. Dette gjaldt både miljø og økonomi, men særlig utfordringer ved økonomi.

Som nevnt tidligere i diskusjonen er økonomi den største barrieren for ombruk av konstruksjonsvirke, og dette gjenspeiler seg tydelig i mengden forskning på området. Det kan tyde på at grunnet utfordringene rundt det økonomiske, sammen med den tydelige fordelene med tanke på utslipp, gjør at fokuset i forskningen også blir sånn. Dette skapte tydelige utfordringer med tanke på mengde resultater som omhandlet det økonomiske, og det er tydelig at det er der fagstoffet er tynnere i denne oppgaven. Det økonomiske skulle gjerne vært underbygget av flere konkrete eksempler, og tydeligere data, men dette har vært svært utfordrende å innhente. Derfor har det blitt begrenset til generelle erfaringer fra artiklene og intervjuene, og det vurderes til at dette har vært nok til å trekke en generell konklusjon på de økonomiske aspektene rundt ombruk av konstruksjonsvirke.

Generelt kan man trekke ut at mengden relevant fagstoff har vært hovedutfordringen i denne oppgaven. Det gunstigste hadde definitivt vært å bygge oppgaven på flere spesifikke artikler, slik at det kunne blitt innhentet flere ulike erfaringer. Det hadde også vært ønskelig med mer respons på intervjuforespørlene, slik at det hadde vært mer fagstoff å drøfte rundt. Dette ville

antageligvis skapt en enda mer nyansert oppgave. Samtidig ser erfaringene i de ulike artiklene og intervjuene såpass like ut, at det går an å se en tydelig tendens på utfordringene og fordelene med ombruk av konstruksjonsvirke, til tross for noe mangelfull mengde fagstoff.

6 Konklusjon

6.1 Oppsummering

Gjennom denne litteraturstudien har det blitt analysert ulike fagtekster og gjennomført intervjuer. Dette for å være i stand til å besvare problemstillingen/forskningsspørsmålet, om hvilke muligheter og utfordringer som foreligger, økonomisk og miljømessig, når det kommer til ombruk av konstruksjonsvirke. Diskusjonen som er gjort ut fra resultatene skal gjøre at oppgaven skal kan avsluttes med en konklusjon.

Sett i lys av resultatene er det ingen tvil om at ombruk av konstruksjonsvirke har en stor klimagevinst. Som resultatene viser, vil det nærmest utelukkende være mer klimavennlig å ombruke materialene, kontra å bruke nytt. Klimagassutslippene er betydelig lavere ved ombruk, ofte under 1/3 av utslippet som forekommer ved bruk av nytt konstruksjonsvirke. Prosessen rundt ombruket spiller som nevnt en stor rolle for hvor store besparelsene er, men slik tendensene er, så vil det nærmest uavhengig av prosess i det minste være lønnsømt, tatt klimagassutslippene i betraktning.

Den økonomiske delen av ombruksprosessen av konstruksjonsvirke er derimot mer utfordrende. Det kommer tydelig frem i oppgavens funn at det stort sett alltid vil være dyrere å ombruke konstruksjonsvirke, enn det vil være å benytte seg av nytt. Dette er naturligvis også svært avhengig av hvor omfattende prosess som kreves for at konstruksjonsvirket skal ombrukes, men det vil nærmest alltid være dyrere. Unntakene kommer ved tilfellene der bæreelementer og annet konstruksjonsvirke kan ombrukes i samme bygg, uten i det hele tatt å demonteres. Da vil det naturligvis lønne seg å bruke dette videre, fremfor å skaffe nytt. Ellers er det tydelig både på mangelen av fagstoff om temaet, og de resultatene og erfaringene som allerede er gjort at det er den økonomiske biten som er utfordringen, når det kommer til å øke viljen til å ombruke konstruksjonsvirke.

6.2 Veien Videre

Det er gjort flere funn i arbeidet med denne oppgaven, som gir en pekepinn på hva som kreves for å implementere ombruk av konstruksjonsvirke i større grad fremover. Det er nevnt både avgifts- og momskutt samt å la ombruk bli satt i system. I tillegg er det tydelig at det trengs en holdningsendring i bransjen. Foreløpig vil det fortsette å være dyrere å ombruke fremfor å kjøpe nytt, derfor må det være andre aspekter som skaper motivasjon. Denne motivasjon bør komme fra et ønske om å sammen bli mer miljøvennlige. Det er tydelig at byggenæringen har et stort forbedringspotensial når det kommer til mengden klimagassutslipp. Dette kommer som nevnt også tydelig frem i FN's bærekraftsmål og det burde være i alles interesse å gjøre noe med det.

Dersom denne holdningsendringen forekommer, er det stor sannsynlighet for at de ansvarlige for dokumentasjonen av byggevarer, de ansvarlige for forskrifter og regler samt politikerne vil gjøre tiltak for å lette bruken av ombrukt materiale. Da vil avgiftskutt komme, og godene ved å ombruke bli større også økonomisk.

Det er med andre ord tydelig at videre arbeid innenfor dette temaet bør omhandle det økonomiske aspektet. Utarbeiding og gjennomføring av flere prosjekter og forsøk, der det innsamles konkrete data som kan sammenlignes med bruk av nytt konstruksjonsvirke må gjøres. Flere slike undersøkelser rundt dette fagområdet, vil gjøre det lettere å se hvilke deler av ombruksprosessen som er mest kostnadsdrivende, og dermed bør prioriteres for å gjøre ombruk mer lønnsomt.

Ombruk av byggematerialer er uten tvil fremtiden, men det krever et samarbeid fra alle i byggenæringen for å få det til å gjennomføres på en best mulig måte.

Litteraturliste

(Se eksempler her: <https://www.ntnu.no/viko/harvard-eksempler>)

Andersen, G. (2020) Kvalitative intervjuundersøkelser, *NDLA*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/subject:1:9bb7b427-3f5b-4c45-9719-efc509f3d9cc/topic:1:432baee9-5671-47ce-870e-48b8fc3b7a42/topic:1:1db7bf3c-3a7b-44af-b632-e3c5ff2a999e/resource:201ce19e-7011-49a6-b415-91fd42d5dfe9> (Hentet 8. mars 2022).

Ansvarlig forbruk og produksjon (2022) Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/ansvarlig-forbruk-og-produksjon> (Hentet 2. mars 2022)

Baarnes, S. (2022) Rehub. Intervju gjennomført av oss – se vedlegg.

Bergman, R. D., Gu, H., Falk, R. H., & Napier, T. R. (2010). Using reclaimed lumber and wood flooring in construction: Measuring environmental impact using life-cycle inventory analysis. Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe--Timber Committee, October 11-14, 2010, Geneva, Switzerland. [S.l. : S.n.], 2010: 11 p.: Paper WS-11. <http://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/37173> (hentet 30. Mars 2022)

Direktoratet for byggkvalitet (2021). *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)*. Veiledning om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/dok/> (Hentet 20. april 2022)

Direktoratet for byggkvalitet (2021). *Ombbruk av byggevarer*. Høringsnotat: Forslag om endring av forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK). Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/globalassets/pdf/horingsnotat--ombbruk-av-byggevarer.pdf> (Hentet 14. april 2022)

Dybesland, M. (2022) Statsbygg. Intervju gjennomført av oss – se vedlegg.

FNs bærekraftsmål (2022) Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal> (Hentet 28. april 2022)

Hafner, A., Ott, S. & Winter, S. (2014). *Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures* (Hentet 3. april 2022)

Jørgensen, P. F. (2022) Vill Energi AS. Intervju gjennomført av oss – se vedlegg

Klimakur for bygg og eiendom (2020) Tilgjengelig fra:

<https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/publikasjoner/infopakkeklimakjempen/#1610543921703-9fae1937-3055> (Hentet 2. mars 2022)

Kilvær, L., Sunde, O., Eid, M., Rydningen, O. & Fjeldheim, H. (2019) *Forsvarlig ombruk av byggevarer*. (DiBK FoU-prosjekt 2019). Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf (Hentet 15. april 2022)

Leland, B. N. (2008). *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. (1. utg. mars 2008). Rådgivende Ingeniørers Forening.

Lindseth, T. (2020) *Ombruk av materialer – sirkulær økonomi i praksis*. Tilgjengelig fra: <https://ost-riv.no/ombruk-av-materialer-sirkulaer-okonomi-i-praksis/> (Hentet 15. april 2020).

Meld. St. 13 (2020-2021) (2021) *Innstilling 325S*. Oslo: Energi- og miljøkomiteen. Tilgjengelig fra: <https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/innstillinger/stortinget/2020-2021/inns-202021-325s.pdf>

Niu, Y., Rasi, K., Hughes, M., Halme, M. & Fink, G. (2021). *Prolonging life cycles of construction materials and combating climate change by cascading: The case of reusing timber in Finland*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105555>

Nordby, A. S. & Bugge, L. (2018). *Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg*. (Utgave 4). Asplan Viak

Persson, M. (2021) *Hvordan skrive en litteraturgjennomgang? En praktisk guide*. Universitetsforlaget

Sandberg, E., Kvellheim, A. K. (2021) Ombruk av byggematerialer. *SINTEF Notat 40*.

Sirkulær økonomi (2022) Tilgjengelig fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>

Sunde, O., Bugge, L. & Fuglseth, M. (2019). *Virkemidler for økt ombruk*. Oslo kommune Klimaetaten

Søketeknikker (2022) Tilgjengelig fra:

<https://sokogskriv.no/soking/soketeknikker.html#siteringss%C3%B8k> (Hentet 5. mars 2022)

Sørnes, K., Nordby, A. S., Fjeldheim, H., Hashem, S. M. B., Mysen, M. & Schlanbusch, R. D. (2014). Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer. *SINTEF Fag 18*.

Vill energi (2020) *sirkTRE*. Tilgjengelig fra: <https://villenergi.no/project/sirktre/> (Hentet 16. mars 2022)

Vedlegg

Intervjulist

Intervjuobjekt:	Per F. Jørgensen
Fagfelt/yrke	Spesialrådgiver energi og miljø – Vill Energi As
Dato:	09.03.2022
Intervjutype	Mailutveksling
Varighet	--
<ul style="list-style-type: none">• I hvor stor grad fokuserer dere på bærekraftige løsninger? Det er kun det vi jobber med• Hvor mye erfaringer har dere med ombruk av byggematerialer? Spør hva dere med erfaring. Vi har gjort ombrukskartlegging i bygg, gjort klimagassberegninger av ombruks/transformasjonsprosjekter, vært med i FoU-prosjekter ang. ombruk og tatt initiativ til den helsirkulære verdikjeden for tre sirkTRE• Hva er den største fordelen dere opplever når det kommer til ombruk av konstruksjonsvirke? Redusert ressursbruk og betydelig klimagassreduksjoner• Hva er den største utfordringen dere opplever med ombruk av konstruksjonsvirke? Utsortering nær nok kilden slik at virket ikke blir skadet eller fuktet• Har dere noen konkrete data når det kommer til det økonomiske aspektet rundt ombruk av konstruksjonsvirke? Er det noen deler av prosessen der det er besparelser, eller noen det er tydelige ekstra kostnader? For tidlig å si. Men bruker eieren av ombruksvirket selv, er det gratis. Enhver håndtering koster penger, slik at kort vei fra kilde til ny bruk er viktig. Uansett vil kostnadene reduseres når vi får satt ombruk i system. Følger den klassiske læringskurven slik solceller, batterier, passivhus m.fl har fulgt• Har dere noen konkrete data knyttet til klimagassutslipp? Hvor mye besparelser får man ved ombruk av konstruksjonsvirke, eventuelt er det deler av prosessen som fører til høyere utslipp? Det er helt avhengig av hvor mye det håndteres/bearbeides/transporteres. Men en ombrukt planke har i utgangspunktet intet klimagassutslipp da alle utslipp kom i «det forrige livet». Dessuten sparer man utslippene fra forbrenning. Vi har regnet på klimagassutslipp til sirkulære tredekker, men litt tidlig å oversende data	

- **Dersom dere kunne gjort et tiltak for å gjøre ombruk av konstruksjonsvirke mer attraktivt, og gjennomførbart, hva ville dere gjort?**

1) Brukt virket der det er, dvs transformere bygg istedenfor å rive. 2) Satt i gang en produksjonslinje for å fingerskjøte korte lengder. 3) Hentet virket så nærme kilden som mulig

- **Har dere noen erfaringer rundt kjøp og salg av brukte konstruksjonsvirke? Hvordan er prosessen med å finne brukte konstruksjonsvirke?**

Ikke erfaring med omsetning ennå. Så langt har de største mengdene vært overskudd fra byggeplasser. Men sterk prisøkning på trelast det siste året, har redusert mengdene.

- **Hvordan ligger det an med regelendringene som var oppe til høring, for å gjøre prosessen rundt ombruk lettere å gjennomføre?**

sjekk Dibk.no for nøyaktig endringer. SAK10 har vært på høring. Byggevarer fra før CE-merking ble innført, kan omsettes uten CE-merking

Intervjuobjekt:	Morten Dybesland
Fagfelt/yrke	Avdelingsdirektør Statsbygg
Dato:	22.03.2022
Intervjutype:	Mailutveksling
Varighet:	--

- I hvor stor grad fokuserer dere på bærekraftige løsninger?**
Svært stor grad. Bærekraft er ett av 5 mål i vår strategi 2021-2025 og Statsbygg kan utgjøre en forskjell på området
- Hvor mye erfaringer har dere med ombruk av byggematerialer?**
Stadig mer erfaring, men ombruk er fortsatt unntak ikke regel. Dette er en av grunnene til at vi er med i utviklingsprosjekter for å få frem ombruksløsninger, samt understøtter flere initiativ for å etablere et fungerende marked for ombrukte byggematerialer
- Hva er den største fordelen dere opplever når det kommer til ombruk av konstruksjonsvirke?**
Bedre ressursbruk, lavere karbonfotavtrykk
- Hva er den største utfordringen dere opplever med ombruk av konstruksjonsvirke?**
Ikke fungerende marked i store nok volumer, regulative utfordringer (TEK, byggeforskrifter, produsentkrav), konkurransedyktig pris, våre kunder (oppdragsgivere/leietakere) ønsker nye materialer/nye bygg fremfor ombruk/utnytte eksisterende
- Har dere noen konkrete data når det kommer til det økonomiske aspektet rundt ombruk av konstruksjonsvirke? Er det noen deler av prosessen der det er besparelser, eller noen det er tydelige ekstra kostnader?**
Lite konkrete data på trekonstruksjoner. Har data på gjenbruk betongelementer (dyrt)
- Har dere noen konkrete data knyttet til klimagassutslipp? Hvor mye besparelser får man ved ombruk av konstruksjonsvirke, eventuelt er det deler av prosessen som fører til høyere utslipp?**
Dette har vi konkrete data på, vi bruker one click LCA verktøyet for å gjøre beregninger på Co2 fotavtrykk. Dette må beregnes i konkrete prosjekter. Potensialet varierer fra prosjekt til prosjekt. Avhengig av en rekke faktorer (mengder, hva slags materialet ombruk erstatter, opprinnelsen til dette, transport av nye/ombrukte materialer etc.)
- Dersom dere kunne gjort et tiltak for å gjøre ombruk av konstruksjonsvirke mer attraktivt, og gjennomførbart, hva ville dere gjort?**
Tilstrekkelige ombrukte materialer er tilgjengelige på markedet
- Har dere noen erfaringer rundt kjøp og salg av brukte konstruksjonsvirke? Hvordan er prosessen med å finne brukte konstruksjonsvirke?**

Ikke erfaring kjøp og salg. Vi støtter initiativ for å få på plass slikt marked. Vi er i gang med å kartlegge potensialet til ombruk i eksisterende portefølje – stor oppgave som er startet opp.

- **Mener dere at det å planlegge for ombruk under byggeprosessen av et bygg, blir helt vesentlig for å få innarbeidet en industri der ombruk av byggevarer er en del av prosessen for de fleste bedrifter**

Ja, det er også et internt krav i Statsbygg å planlegge for ombruk.

- **Hvordan har etterspørselen etter ombrukte byggevarer fra handleplassen deres vært? Selges det mye konstruksjonsvirke der?**

Ikke vi som har en slik handelsplass. Den er under etablering av Resirql AS

Intervjuobjekt:	Sunniva Baarnes
Fagfelt/yrke	Rehub
Dato:	15.03.2022
Intervjutyype:	Teams video intervju
Varighet	40min

- Hvor mye erfaringer har dere med ombruk av byggematerialer?**
 Kartlegging av bygningsmaterialer som skal rives, har mye trevirke i ulike forhold. Mye kartlegging av ikke bærende konstruksjonsdeler, paneler, lettvegger, gulv og tre-elementer generelt. Det er lite tilgang på konstruksjonsvirke da det oftest ombrukes i det bygget det allerede er i
- Hva er den største utfordringen dere opplever med ombruk av konstruksjonsvirke?**
 Når konstruksjonsvirke skal ombrukes til andre ting så kan følgende påvirke egenskapene negativt: sopp, råte og fuktskader
 Holdningsendring og det å forandre en hel økonomisk logikk, fra lineær til sirkulær økonomi
 Må endre intensiv modellene
 Reelt sett trenger man en generasjon for å endre en slik holdning.
 De fleste materialene på ombruksmarkedet er gratis. Men det vil fortsatt være dyrere å ombruke pga prosessen rundt. (demontering, prosjektering, lagring, logistikk, lite som er standardisert som gjør det vanskelig mtp konsulentarbeid. Dyrt mtp krav og dokumentasjon)
 Med ombruk av betongdekker var det store økonomiske kostnader rundt juridisk bistand
- Dokumentasjon/CE merking**
 Rehub vet ikke hva materialer i prosjektene skal brukes til. Derfor blir det ikke relevant for Rehub å teste materialeegenskaper eller produsere dokumentasjon.
 Rehub tilbyr relevant 3. part som kan støtte med å vurdere egenskaper, testing og vurdering av materialet.
 Kan få tilbud via Rehub på testing og logistikk (her vil man få konkrete tall på hvor mye det vil koste)
 Utfordringer rundt dokumentasjon: stiller de samme kravene til brukte materialer som til nye, dokumentasjons byrde ligger på omsettende part, som gjør det problematisk med ombruk
- Dersom dere kunne gjort et tiltak for å gjøre ombruk av konstruksjonsvirke mer attraktivt, og gjennomførbart, hva ville dere gjort?**
 Endring i krav om dokumentasjon
 Fjerne moms på ombruk
 Fjerne avgifter på ombruk og reparasjon

