

sindre kåseth

Bacheloroppgave

Mai 2022

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg - og miljøteknikk

Bacheloroppgave

2022



sindre kåseth

Bacheloroppgave
Mai 2022

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg - og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Ombruk av håndlaftede bygninger til boligformål

Sindre Kåseth

[Gradering: Åpen]

Bachelor i ingeniørfag - bygg

Innlevert: mai 2022

Veileder: Eskild Narum Bakken

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

Oppgavens tittel: Ombruk av håndlaftede bygninger til boligformål. <i>Reuse of traditional wooden log houses for housing.</i>	Dato: 20.05.2022		
	Antall sider:		
	Masteroppgave:		Bacheloroppgave x
Navn: Sindre Kåseth			
Veileder: Eskild Narum Bakken			
Sammendrag: Oppgaven er en teoristudie kombinert med en praktisk studie som undersøker muligheten for ombruk av håndlaftede bygg, og ser dette i lys av ønsket og behov for økt ombruk og sirkularitet i byggebransjen. Studien vinkles spesifikt inn mot de eldre, håndlaftede byggene i Norge som står overflødige. Fem potensielle ombruksbygg i denne kategorien har blitt systematisk undersøkt med målinger og variabler valgt ut på grunnlag av funn gjennom teoristudien. Ekstern kompetanse har også blitt kontaktet da det viste seg å være mangelfull informasjon tilgjengelig. Oppgaven har følgende problemstilling: <i>Hvordan kan et laftebygg ombrukes til boligformål, og slik bidra til en mer sirkulær byggebransje?</i> Problemstillingen er todelt; Første del går direkte på hvordan et håndlaftet bygg kan ombrukes sett gjennom gjeldene regelverk og forskrifter. Andre del forsøker å finne ut hvordan dette kan bidra til klimabesparelser og en mer sirkulær byggebransje. I studien anvendes en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode, også kalt <i>mixed method</i> for å best mulig tilnærme seg et svar på den todelte problemstillingen. Bakgrunnen for studien er økt søkelys og ønske om mer ombruk i byggebransjen. Det viser seg allikevel at det er utfordrende i praksis på grunn av kompliserte dokumentasjon og tekniske krav som ikke er tilpasset ombruk . Gjennom teoristudien er det innhentet informasjon som viser at håndlaftede bygg kan være enklere å dokumentere i et ombrukscenario. Resultater og funn fra studien viser at det kan være et betydelig omfang og potensiale for ombruk av håndlaftede bygninger i Norge. Dette vil kunne gi reduserte klimagassutslipp og bidra til en mer sirkulær byggebransje.			

Stikkord:

Ombruk
Laftebygg
Sirkulærøkonomi



(sign.)

Forord

Denne bacheloroppgaven er en besvarelse i emnet BYGG2900 – Bacheloroppgave Bygg. Emnet er en avsluttende oppgave på bachelorstudiet byggingeniør, ved institutt for vareproduksjon og byggteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).

Det rettes en stor takk til innehaverne av de fem ombruksbyggene presentert i studien for at jeg fikk mulighet til å gjøre målinger og bruke byggene i denne oppgaven.

Det settes stor pris på muligheten til å fordype meg i egenvalgt tema og problemstilling. Til tross for friheten har det også vist seg å bli et utfordrende og omfattende tema. Arbeidet med oppgaven har vært veldig lærerikt, spennende og til tider utrolig frustrerende.

Til slutt vil jeg gi en stor takk til intern veileder, Eskild Narum Bakken, universitetslektor ved Institutt for vareproduksjon og byggteknikk på NTNU Gjøvik. Han har bidratt med uunnværlig veiledning og tilbakemeldinger, selv om jeg har en mistanke om at jeg har vært en av de mer utfordrende studentene han har veiledet gjennom bacheloroppgaven.

Abstract

This thesis is a theory study combined with a practical study that examines the possibility of reusing hand-made buildings, and sees this in light of the desire and need for increased reuse and circularity in the construction industry. The study is specifically angled towards the older, hand-built buildings in Norway that are redundant. Five potential reuse buildings in this category have been systematically investigated with measurements and variables selected on the basis of findings through the theory study. External expertise has also been contacted as it turned out that there was a lack of information available.

The thesis has the following problem: How can a log building be reused for residential purposes, and thus contribute to a more circular construction industry?

The problem is twofold; The first part deals directly with how a hand-made building can be reused seen through the current regulations and regulations. The second part tries to find out how this can contribute to climate savings and a more circular construction industry.

The study uses a combination of qualitative and quantitative methods, also called mixed methods, in order to best approach an answer to the two-part problem.

The background for the study is increased focus and desire for more reuse in the construction industry. It still turns out that it is challenging in practice due to complicated documentation and technical requirements that are not adapted to reuse.

Through the theory study, information has been obtained that shows that hand-made buildings can be easier to document in a reuse scenario. Results and findings from the study show that there may be a significant scope and potential for reuse of hand-built buildings in Norway. This could reduce greenhouse gas emissions and contribute to a more circular construction industry.

Innholdsfortegnelse

Forord	4
Abstract	5
Innholdsfortegnelse	6
Figurliste.....	9
Tabelliste	11
Definisjoner, avklaring og forkortelser	12
1 Innledning.....	14
1.1 Bakgrunn	15
1.2 Problemstilling	16
1.3 Avgrensning	18
2 Teoretisk bakgrunn.....	19
2.1 Laftebygg og flytting av bygg	20
2.1.1 Flytting av hus som praksis	22
2.1.2 Utførelse av flytting	24
2.2 Sirkularitet og miljøbesparelse	26
2.2.1 Miljøbesparelser ved ombruk av bygg	28
2.2.2 Omfanget overflødige laftebygg i Norge	29
2.3 Dokumentasjonskrav til ombruksvarer	31
2.3.1 DOK; Forskrift om dokumentasjon av byggevarer.....	31

2.4	Krav i TEK17; Byggteknisk forskrift.....	33
2.4.1	TEK17 - Kapittel 10; Konstruksjonssikkerhet	34
2.4.2	TEK17 - Kapittel 11; Sikkerhet ved brann.....	36
2.4.3	TEK17 - Kapittel 14; Energi	37
3	Metode.....	39
3.1	Kvalitativ eller kvantitativ metode	39
3.2	Litteraturstudie	40
3.3	Ekstern kompetanse.....	41
3.4	Metode, målinger på utvalgte ombruksbygg.....	42
3.4.1	Valg av ombruksbygg	42
3.4.2	Utvalg av laftebygg tilgjengelig.....	43
3.4.3	Valg av variabler	44
3.4.4	Utførelse av målinger	46
3.4.5	Feilkilder	49
3.4.6	Avgrensninger	49
3.5	Ombruksbyggene	50
3.5.1	Bygg 1: Laftet bolighus på Jevnaker.....	50
3.5.1	Bygg 2: Laftet stabbur i Aurdal.....	51
3.5.1	Bygg 3: Laftet hytte i Hov.....	52
3.5.2	Bygg 4: Laftet låve Reinsvoll.....	53
3.5.3	Bygg 5: Laftet hytte Biristrand.....	54

3.6	Resultater fra ombruksbyggene.....	55
3.6.1	Veggtykkelser.....	55
3.6.2	Fuktighet og synlige skader i tømmerkonstruksjonen.....	55
3.6.3	Loddavvik yttervegger	56
3.6.4	Ytre mål og størrelser	57
3.7	Generalisering	57
4	Diskusjon og analyse.....	58
4.1	Dokumentasjon og tekniske krav	59
4.1.1	Konstruksjonssikkerhet	60
4.1.2	Sikkerhet ved brann.....	61
4.1.3	Energi	62
4.2	Sirkulærøkonomi og miljøbesparelser	63
4.3	Omfang og utførelse.....	64
5	Konklusjon	66
5.1	Forslag til videre arbeid.....	68
6	Litteraturliste	69
7	Vedlegg	72
	V1 Dialog med Stein E. Graven fra Øverbygg AS	72
	V2 Skisse til byggekonsept for videre arbeid.....	73

Figurliste

Figur 1: Eldre laftebygg hvor noen tømmerstokker er skiftet ut med nye. Foto: www.kulturhandverkerne.no	20
Figur 2: Eksempelbilder på ulike lafteteknikker. Til venstre: Sinklaft, Foto: Pasi Aalto. Til høyre: Findalslaft, Foto: Kai Johansen.	21
Figur 3: Skipperhuset i Reisivåg med sine nye beboere Øyvind og Turid Stenberg. Foto: Karl Birger Sælør	22
Figur 4: Illustrasjon av flytteprosessen (Byggdetaljer 700.127, Flytting av trehus ved demontering, fig. 31, 2017).	24
Figur 5 Flytting av hytte med peis og pipe intakt. Foto: Bergheim transport	25
Figur 6: Avfallspyramiden beskrevet i EUs rammedirektiv for avfall (Ytterstad, 2018).	27
Figur 7: Eksempler på håndlaftede ombruksbygg tilgjengelig på finn.no i perioden februar-april 2022.....	43
Figur 8: Eksempel på måling av tykkelse fra bygg 3. Foto: Sindre Kåseth.	46
Figur 9: Eksempel på fuktmåling med Protimeter MMS2 på bunnstokk fra bygg 1. Foto: Sindre Kåseth.	47
Figur 10: Eksempel på synlig råteskade i yttervegg fra bygg 2. Foto: Sindre Kåseth.	47
Figur 11: Eksempel måling av loddavvik fra bygg 1. Foto: Sindre Kåseth.	48
Figur 12: Bygg 1, laftet bolighus. Foto: Sindre Kåseth.	50
Figur 13: Bygg 2, laftet stabbur. Foto: Sindre Kåseth.	51
Figur 14: Bygg 3, laftet hytte. Foto: Sindre Kåseth.	52
Figur 15: Bygg 4, laftet låve. Foto: Sindre Kåseth.....	53

Figur 16: Bygg 5, laftet hytte. Foto: Sindre Kåseth. 54

Tabelliste

Tabell 1: Definisjoner, avklaringer og forkortelser.....	13
Tabell 2: Definisjoner, avklaringer og forkortelser brukt spesifikt i denne studien.	13
Tabell 3: Tilgjengelige overflødige laftebygg på finn.no	30
Tabell 4: «Planhets- og retningstoleranser for laftevegger» (Bransjenormen Norsk Laft, tabell 3, 2009).....	35
Tabell 5: Energitiltak for boliger med laftede yttervegger (Byggteknisk forskrift, 2017, §14-5)	37
Tabell 6: Laftebygg, minimumskrav (Byggteknisk forskrift, §14-3 figur 1b, 2017).....	38
Tabell 7: «Planhets- og retningstoleranser for laftevegger» (Bransjenormen Norsk Laft, tabell 3, 2009).....	45
Tabell 8: Tykkelse yttervegger bygg 1-5.	55
Tabell 9: Fuktighet i yttervegger bygg 1-5.....	55
Tabell 10: Skader på tømmerkonstruksjon bygg 1-5.	56
Tabell 11: Loddavvik yttervegger bygg 1-5.....	56
Tabell 12: Størrelser bygg 1-5.....	57
Tabell 13: Energikrav bygninger med laftede yttervegger (Byggteknisk forskrift, 2017).....	62

Definisjoner, avklaring og forkortelser

Under følger en tabell med definisjoner slik de brukes i denne oppgaven. Noen begreper har vært nødvendige å definere spesifikt til denne studien på grunn av manglende faglige begreper. Disse begrepene er satt i en egen i egen tabelloversikt.

Bruksareal	Bruksareal er alle målbare plan inne i bygningen
Byggevare	En byggevare er definert som enhver vare eller ethvert byggesett som er produsert og brakt i omsetning med sikte på å inngå permanent i byggverk eller deler av byggverk, og hvis ytelse påvirker byggverkets ytelse når det gjelder grunnleggende krav til byggverket (Eriksen et al., 2019).
Byggevareforordningen	Byggevareforordningen fastsetter regler for omsetning og tilsyn av CE-merkede byggevarer. CE-merkede byggevarer kan omsettes i hele EØS-området
Byggforsk	Byggforsk er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt for bærekraftig utvikling av bygg og infrastruktur, som utfører forskning og utvikling, forskningsbasert rådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling
Byggteknisk forskrift (TEK)	Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge (Eriksen <i>et al.</i> , 2019).
CE-merking	CE-merking av byggevarer ble innført i Norge gjennom Forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK) i 2014. Reglene for CE-merking følger av den europeiske byggevareforordningen (CPR), og gjelder i alle EU- og EØS-land. Formålet med CE-merkingen skal først og fremst være å unngå unødige handelshindre ved markedsføring og omsetning av byggevarer på tvers av landegrensene. CE-merkingen omfatter en deklarasjon av visse produkt egenskaper gjennom en ytelseserklæring (DoP), der produsenten forplikter seg til å levere produktet med de angitte egenskapene (Eriksen <i>et al.</i> , 2019).
Gjenbruk	Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter ved både ombruk og resirkulering. (#27)
IMRaD-modellen	IMRaD står for Introduction – Method – Results – and – Discussion. På norsk kan vi si Introduksjon – Metode – Resultater – og – Diskusjon (IMRoD). IMRaD-modellen er en mal for hvordan man bygger opp en vitenskapelig artikkel.
Isolasjonsevne	Isolasjonsevne er en bygningsdel eller et materiale sin evne til å unngå energitap og holde på varmen. Dette er gitt som betegnelsen «U-verdi» der en lavere verdi betyr bedre isolasjonsevne . (#46)
Klimagassregnskap	Klimagassregnskap er et regnskap over en organisasjons eller virksomhets direkte og indirekte utslipp av gasser som har egenskaper som kan føre til økt drivhuseffekt.

Laft	Laft er en veggkonstruksjon av liggende tømmer, der stokkene legges med rot- og toppenden vekselvis til hver sin side og holdes på plass ved sammenføyning i hushjørner og eventuelt ved tversgående vegger.
Laftebygg	Et byggverk laget i laft.
Lekkasjetall	Lekkasjetallet viser hvor mange ganger luften skiftes ut per time når det er et over- eller undertrykk på 50 Pascal (Pa). Har en leilighet et volum på 100 m ³ og et lekkasjetall på 1, tilsier det at det ved et overtrykk på 50 Pa lekker bygget 100 m ³ luft i timen.
Livsløpsvurdering	Livsløpsvurdering bedømmer potensielle miljøpåvirkninger gjennom et produkts eller en bygnings livsløp, fra utvinning av råvarer via produksjon og fram til av- hending («vugge til grav»)
Nybygg	Et nytt bygg oppført med nye materialer
Ombruk	Ny utnyttelse av et produkt i sin opprinnelige form.
Ombruksvare	En vare brakt i omsetning som har vært brukt tidligere.
Omfordeling	Fravik fra gitt energitiltak i tabell som gir dårligere energieffektivitet kompenseres ved å øke energieffektiviteten på andre energitiltak.
Preakseptert ytelse	Ytelse angitt av myndighet i veiledning til byggt teknisk forskrift, som vil oppfylle, eller bidra til å oppfylle ett eller flere funksjonskrav i forskriften.
Sirkulær byggebransje	En byggebransje uten avfall hvor brukte materialer blir ansett som en ressurs gjennom ombrukt eller resirkulering. Nye bygg settes opp med brukte materialer og klimagassutslipp minimeres.
Sirkulærøkonomi	En sirkulær økonomi er basert på gjenbruk, reparasjon, oppussing/forbedring og materialgjenvinning i et kretsløp hvor færrest mulig ressurser går tapt.

Tabell 1: Definisjoner, avklaringer og forkortelser.

Håndlaftede bygg	Et laftebygg hvor stokkene og sammenføyningene er laget for hånd av tømmerstokker i heltre. Altså ikke maskinprodusert og ikke limte stokker.
Overflødig bygning	En bygning som ikke lenger er i bruk og ønskes fjernet enten til fordel for et nytt bygg eller frigjøring av plassen det står på. Om en slik bygning er i brukbar stand vil det kunne ha potensiale for ombruk et annet sted.

Tabell 2: Definisjoner, avklaringer og forkortelser brukt spesifikt i denne studien.

1 Innledning

Denne oppgaven undersøker muligheten og potensialet for ombruk hus; nærmere bestemt håndlaftede bygg til boligformål. I denne sammenhengen utforskes også spørsmålet om dette kan gi miljøbesparelser og bidra til økt sirkulærøkonomi i byggebransjen. Oppgaven er ikke gitt av noen ekstern oppdragsgiver men springer ut av en genuin interesse og egent ønske om å studere dette temaet.

Oppbyggingen av oppgaven følger i stor grad IMRaD-modellen. Innledningsvis forklares bakgrunnen for oppgaven og problemstillingen defineres. Her avgrenses også rammene rundt oppgaven for å spesifisere og tydeliggjøre studien. Deretter følger et teorikapittel hvor den nødvendige bakgrunnsteorien for å forsøke besvare studiens problemstilling studeres.

Metodekapittelet beskriver oppgavens metodiske tilnærming og presenterer en studie av fem utvalgte ombruksbygg. Resultatene fra denne studien legges også frem her. Videre diskuteres resultater og funn i et eget kapittel før det trekkes en konklusjon på bakgrunn av dette.

1.1 Bakgrunn

Sirkulærøkonomi er vedtatt som et satsningsområde i EU (Europakommisjonen, 2020). Her legger Europakommisjonen frem en ny handlingsplan for sirkulærøkonomi i Europa som et ledd i satsningen mot å bli det første klimanøytrale kontinentet. To av FN's bærekraftsmål; punkt 12 og 13 setter også søkelys på økt sirkulærøkonomi og ombruk som et vesentlig ledd for å motarbeide klimaendringene (*FN's bærekraftsmål*, 2022). Den norske regjeringen har i sin nåværende plattform også satt seg som mål å:

Lage en ny og forbedret handlingsplan for sirkulærøkonomi med konkrete og målrettede tiltak for å redusere avfall - og for å sikre økt gjenvinningsindustri og handel basert på resirkulerte ressurser i Norge (*Hurdalsplattformen*, 2021, side 30).

Historisk sett, helt frem velstandsøkningen etter 2. verdenskrig ble fraflyttede bygninger sett på som materialbanker (Kyllingstad *et al*, 2020). Mursteiner ble rensert og brukt på nytt, mens stein og treverk kunne tilpasses i størrelse og form og slik benyttes videre i nye bygninger. Ombruk var et nøkkelord for alle som drev med rivingsarbeider og entreprenørene passet på å ødelegge så få bygningsdeler som mulig. Det de ikke selv kunne bruke til egne prosjekter, ble solgt. I årene etter 2. verdenskrig anbefalte husbanken fremdeles at man bygde flyttevennlige hus enkelte steder i Nord-Norge (Hage, 1999). Samtidig førte den generelle velstandsøkningen og den stadig mer industrialiserte produksjonen av ferdighus, samt raskere og billige mekaniserte metoder å rive bygninger på, at flytting og ombruk av bygninger ble stadig mindre utbredt i etterkrigstiden (Byles, referert i Kynningstad *et al*, 2020, s 40). Brukte bygningsdeler og brukte hus endret gradvis status fra ressurs til avfall. Først i USA, og deretter i resten av verden.

I dag er det igjen en økende interesse for ombruk i bygg, anleggs og eiendomsnæringen. Ved å bruke byggematerialer om igjen kan vi bidra til reduksjon av fotavtrykket fra bygninger og redusere klimagassutslippene. En stor utfordring for mer ombruk er at regelverket i dag ikke er utarbeidet med tanke på ombruk, men i stor grad er tilpasset produksjon av nye byggevarer (Kilvær *et al*, 2019). Det mangler konkrete retningslinjer for hva som må dokumenteres og hvordan. Dette gjør det utfordrende for byggenæringen å bidra til økt ombruk og sirkulærøkonomisk tankegang

1.2 Problemstilling

Sett i lys av ønsket om mer sirkulærøkonomisk tankegang i byggebransjen ønsker jeg i denne studien å se på mulighetene for ombruk av håndlaftede bygg og potensielle klimabesparelser. Flere rapporter er skrevet om muligheter og utfordringer knyttet til ombruk av byggevarer. Rapportene konkluderer enkelt oppsummert med at potensialet og mulighetene er store, men at det i praksis er veldig utfordrende og lite gjennomførbart på grunn av komplekse dokumentasjonskrav og manglende retningslinjer.

For å forstå studiens problemstilling er det viktig å definere og skille begrepene «*ombruk*» og «*gjenbruk*». Disse begrepene brukes gjerne om hverandre og er ikke alltid tydelig adskilte. Noe litteratur skiller disse fra hverandre mens andre bruker de for å beskrive det samme. I denne studien benyttes begrepene gjennomgående for å beskrive to forskjellige prosesser:

- «*Ombruk*» defineres som «*ny utnyttelse av et produkt i sin opprinnelige form*» (Leland, 2008). Enkelte rapporter (Eriksen *et al.*, 2019) bruker begrepet «*direkte ombruk*» for å beskrive dette. I denne studien innebærer *ombruk* av et laftebygg at bygget brukes opp igjen som en laftet bygning. Dette er et viktig poeng for å spesifisere og forstå studiens problemstilling.
- «*Gjenbruk*» derimot, defineres som «*Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter*». Dette kan for en byggevare innebære resirkulering til en helt annen vare som når glassavfall blir brukt til isolasjonsprodukter som glassull/Glava, eller om et gammelt laftebygg ble gjenbrukt til bordplater

Dette leder til følgende problemstilling:

- *Hvordan kan et laftebygg ombrukes til boligformål, og slik bidra til en mer sirkulær byggebransje?*

Problemstillingen er todelt:

1. - *Hvordan kan et laftebygg ombrukes til boligformål*: Studien vinkles spesifikt inn mot de eldre, håndlaftede byggene i Norge som står overflødige. Dette vil bli forsøkt besvart gjennom en studie av gjeldende forskrifter og regelverk for å finne ut hvordan dette kan gjennomføres. På bakgrunn av det teoretiske grunnlaget vil det gjøres befaringer med systematiske målinger på fem utvalgte ombruksbygg presentert i kapittel 3.
2. - *og slik bidra til klimabesparelser gjennom en mer sirkulær byggebransje?*: Om vi skal få til mer sirkularitet i byggebransjen må vi se på de overflødige laftebyggene som en ressurs, fremfor en ubrukelig bygningsmasse. Denne delen av problemstillingen blir forsøkt besvart gjennom å undersøke mulige klimabesparelser dette kan gi og behovet for mer ombruk i norsk byggebransje. Omfanget tilgjengelige ombruksbygg undersøkes for å få et bilde på potensialet det kan representere.

Studiens avgrensninger blir beskrevet og begrunnet nærmere i neste delkapittel.

1.3 Avgrensning

Det er i dette kapitlet beskrevet en rekke avgrensninger for studien. Dette er for å begrense kompleksiteten og spesifiser oppgavens tematikk og problemstilling ytterligere.

- Rehabilitering/renovering av eldre tømmerbygg på stedet omhandles ikke i oppgaven da det ikke er å anse som ombruk. Studien avgrenses til å se på ombruk av laftebygg gjennom flytting fra den opprinnelige plasseringen.
- Det er kun selve laftekassa/laftekonstruksjonen som omhandles i oppgaven. Andre bygningsdeler som tak, takåser, dører og vinduer vil ikke være en del av problemstillingen. Her vil egne retningslinjer og regelverk være gjeldende.
- Studien avgrenses til å se på ombruk av laftebygg til småhusbebyggelse, det vil si eneboliger, samt fritidsboliger.
- Studien avgrenser seg til å se på ombruk av håndlaftede bygninger der det settes opp som «*en bygning med laftede yttervegger*» etter bestemmelsen gitt i Teknisk forskrift, §14-5, veiledning til fjerde ledd:

Laftede yttervegger er yttervegger som består av liggende tømmerstokker som er føyd sammen, som beskrevet nedenfor.

Med laft menes en sammenføyning av to stokker i et krysningspunkt. Lafting er bygging med liggende tømmer der stokkene sammenføyes i laftet. Prinsippet er å bygge med tømmerstokker som er hugget slik til at de kan legges horisontalt oppå hverandre, og laftes sammen til vegger i en bygning.

Bestemmelsen gjelder der laftingen er utført med tømmerstokker i heltre eller limtrestokker, men ikke stokker som er laget av kunstig treverk eller blandinger av tre og andre materialer. Studien avgrenser seg til å se på håndlaftede bygninger, ikke maskinlaft eller tømmer bestående av limte lameller (Byggteknisk forskrift, §14-5, veiledning til fjerde led, 2017).

- Jeg vil kun gå inn i ombruk av trevirke da de andre kategoriene av byggevarer ikke er relevant for problemstillingen i denne oppgaven.
- Oppgaven avgrenser seg til å ikke se på ombruk direkte knyttet til bygningsvern og antikvariske interesser.
- Det vil ikke bli gjort spesifikke Co2 analyser eller energiregnskap knyttet til studien.

2 Teoretisk bakgrunn

I dette kapitlet med sine underkapitler studeres den nødvendige bakgrunnsteorien for å forsøke besvare studiens problemstilling. Teorien er delt i fire deler som bygger på hverandre.

- Første del; kapittel 2.1, omhandler flytting av laftebygg og utbredelse av dette.
- Andre del; kapittel 2.2, tar for seg det økte søkelyset på en mer sirkulær byggebransje sett i lys av FN's bærekraftmål og aktuelle europeiske rapporter. Potensialet for miljøbesparelser ved ombruk av bygg blir også undersøkt gjennom et omruksscenario.
- Tredje del; kapittel 2.3, går gjennom dokumentasjonskrav og ser på hva som kreves av dokumentasjon for å kunne ombruke et håndlaftet bygg.
- Fjerde de: kapittel 2.4, tar for seg nødvendige tekniske krav til et håndlaftet bygg som ombruksvare. Det forsøkes her å begrense omfanget av tekniske krav til å omhandle det som er nødvendig for å se spesifikt på håndlaftede bygg.

2.1 Laftebygg og flytting av bygg

Lafting er en konstruksjonsmetode hvor det benyttes liggende tømmerstokker som sammenføyes i hjørnene. Prinsippet er å bygge med tømmerstokker som er bearbeidet slik til at de kan legges horisontalt oppå hverandre, og laftes sammen til vegger i en bygning (*Byggdetaljer 523.291, Bygninger med laftede vegger, 2019*).



Figur 1: Eldre laftebygg hvor noen tømmerstokker er skiftet ut med nye. Foto: www.kulturhandverkerne.no

Det finnes en rekke forskjellige laftemetoder med ulike tverrsnitt og metoder for sammenføring av tømmerstokkene. Det som er felles for lafteteknikken som byggete metode er at konstruksjonen settes opp uten bruk av spiker eller skruer. I noen tilfeller benyttes treplugger for å stabilisere, men i hovedsak er det sammenføyningen i hjørnene som holder konstruksjonen stabil. Dette gjør at flytting kan gjennomføres forholdsvis enkelt med en laftet bygning.



Figur 2: Eksempelbilder på ulike lafteteknikker. Til venstre: Sinklaft, Foto: Foto: Pasi Aalto. Til høyre: Findalslaft, Foto: Kai Johansen.

I utgivelsen «*Hus på vei/Moving houses*» fra arkitektkontoret Fragment AS, ble spørsmålet om det er enkelt å flytte bygg stilt. Jon Godal, en av Norges fremste formidlere av tradisjonshåndverk, har følgende svar på spørsmålet:

«Jeg tenker at det er veldig avhengig av måten huset er bygget på. Hvis du har et laftet hus, så er det veldig lite som må gjøres for at det skal være lett å flytte. Jeg har da flyttet hus. Kjøpt et gammelt hus og flyttet det til et nytt sted. Det er egentlig en enkel operasjon. Det som tar mest tid er å fjerne spiker. Så lenge du jobber med tømmer, så er det som å bygge Lego. Da tar du det bare ned, og setter det opp igjen.» (Eriksen *et al.*, 2019)

2.1.1 Flytting av hus som praksis

Flytting og ombruk av bygninger er ikke noe nytt fenomen, men grunnlaget for ombruk har endret seg gjennom tidene. Laftetradisjonen på den skandinaviske halvøya og i Øst-Europa gjorde ombruk av bygningstømmer og transport av hele bygninger til en relativt enkel operasjon (Eriksen *et al.*, 2019). Utstrakt ombruk av både bygningsdeler og hele hus over kortere eller lengre avstander har vært en integrert del av norsk og europeisk byggeskikk gjennom svært lang tid (Kyllingstad *et al.*, 2020).

En av de eldste bevarte lovtekstene i Nord-Europa fra starten av 500-tallet e.Kr forbyr «*husran*» og angir strafferammen for «*den som frakter et hus vekk fra en annens eiendom uten tillatelse*» (Zimmermann, referert i Kynningstad *et al.*, 2020, s 14). Den norske landsloven fra 1200-tallet inneholder også bestemmelser om flytting av hus, og ombruk av bygningstømmer. Hus kunne flyttes over kortere eller lengre avstander, og Ikke sjelden viser bygningsarkeologiske undersøkelser av eldre hus at de er blitt flyttet mer enn én gang. Et eksempel på et «langreist» hus er et skipperhus i Reisivåg i Farsund, som skal være hentet i Russland på slutten av 1700-tallet (Gjertsen, 1996).



Figur 3: Skipperhuset i Reisivåg med sine nye beboere Øyvind og Turid Stenberg. Foto: Karl Birger Sælør

Frem til årene etter 2. verdenskrig anbefalte husbanken at man bygde «flyttevennlige hus» enkelte steder i Nord-Norge (Hage, 1999). Velstandsøkningen og den økende industrialiseringen utover midten av 1900-tallet førte til at flytting og ombruk av bygninger ble mindre utbredt. Brukte bygningsdeler og brukte hus endret gradvis status fra ressurs til avfall. Først i USA, og deretter i resten av verden.

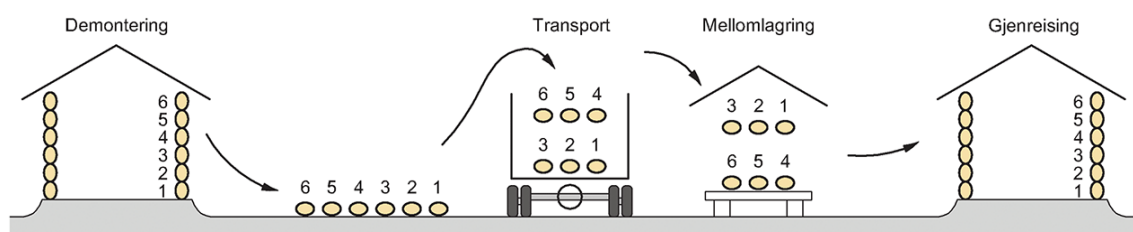
Parallelt med at husflytting som en utbredt form for ombruk gradvis forvant, vokste det frem en ny og annerledes form for flytting av bygninger. Fra og med slutten av det 19 århundre fikk enkelte bygninger ny betydning som verneverdige bygg og mange hus ble flyttet til friluftsmuseer (Aasen, 2019). Denne nye formen for husflytting ble en virksomhet for entusiaster og spesielt interesserte, og ikke som før, en integrert del av ombrukstankegangen.

2.1.2 Utførelse av flytting

Det er to metoder som kan brukes ved flytting av et laftebygg. Den første går enkelt forklart ut på å ta fra hverandre, for så å transportere i deler og sette sammen puslespillet på den nye plassen. Ved den andre metoden demonteres ikke bygget, men flyttes i sin helhet med kran og lastebil. Det er flyttingen av selve laftekassa som er av interesse for studien. Andre bygningsdeler blir naturligvis også en del av en eventuell demontering eller flytteprosess, men blir ikke omtalt noe nærmere i denne oppgaven.

1. Flytting ved demontering

Her demonteres hele bygget og transporteres pakket sammen før det settes opp igjen på samme måte. Først fjernes alt av inventar og andre bygningsdeler slik at kun selve laftekassa står igjen. Deretter merkes alle stokkene i et system som beskriver hvor i konstruksjonen den hører til (*Byggdetaljer 700.127, Flytting av trehus ved demontering, 2017*). Videre transporteres alle delene til ny plassering og settes sammen igjen på nytt fundament. Den store fordelen med denne metoden er at løfting av enkeltstokker er mye lettere og plassbesparende under transport. Ombruksbygg 3; som beskrives nærmere i kapittel 3, måler slik det står 6,3x6,2x5,5m og utgjør ca. 170m³. Et overslag på demontert tømmerkonstruksjon måler kun 6,3x4x1m og utgjør ca. 25m³.



Figur 4: Illustrasjon av flytteprosessen (*Byggdetaljer 700.127, Flytting av trehus ved demontering, fig. 31, 2017*).

2. Flytting av bygget i sin helhet

Her løftes hele bygget fra fundamentet med alle bygningsdeler intakt. Bygningen forsterkes og stabiliseres eventuelt for å tåle et slik løft. Flytting på hjulgående henger er den mest aktuelle flyttemetoden for bygninger. Flyttraseen må registreres og planlegges grundig med hensyn til frie høyder og bredder, stigninger og kurver. Dette innebærer også kjøretillatelse, dispensasjon fra vegvesenet og i mange tilfeller politieskorte (Eriksen *et al.*, 2019). I Norge finnes det tilgjengelig transportutstyr som kan løfte og trekke bygninger på opptil ca. 600 tonn og med stigninger på inntil ca. 15 %.



Figur 5 Flytting av hytte med peis og pipe intakt. Foto: Bergheim transport

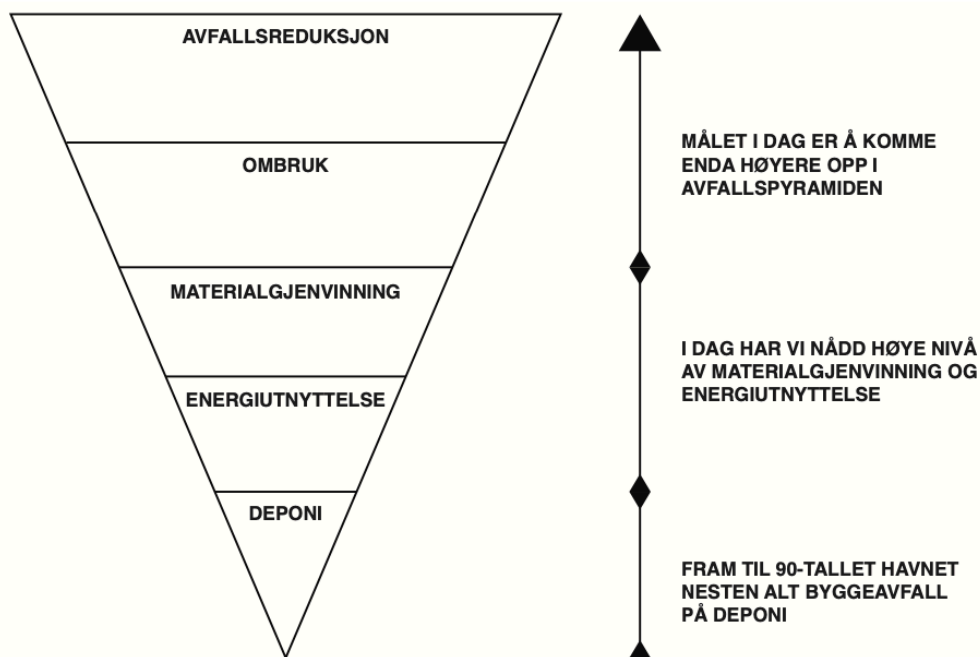
2.2 Sirkularitet og miljøbesparelse

Over de siste 5 tiårene har ressursbruken til materialer nesten firedoblet seg på verdensbasis (Bringezu *et al*, 2017). Det har økt fra 26,7 billioner tonn i 1970 til over 100 tonn i 2020. Det spådd at innen 2050 vil mengden øke ytterligere til mellom 170 og 184 billioner tonn . Dette er den totale materialmengden brakt inn i verdensøkonomien, men da byggebransjen står for nærmere 40% kan vi anta at dette også vil gjelde i 2050 om ikke ombruket øker betraktelig.

For å spesifisere hva jeg sikter til når jeg snakker om potensialet for økt sirkularitet ved ombruk av laftebygg er det viktig å poengtere et par vurderinger:

- Begrepet «overflødige bygg» er tatt i bruk innledningsvis i oppgaven for å definere utvalget av bygninger studien omfatter. Når jeg refererer til de generelle betraktningene rundt ombruk og sirkularitet i norsk byggebransje, er det fordi den direkte forbindelsen til potensialet i disse overflødige laftebyggene er interessant for oppgavens problemstilling.
- Jeg tenker ikke at vi skal rive gamle hus bare for å bygge nye energieffektive hus, eller ta alle historiske og verneverdige bygg med i betraktningen. Kulturminnevernet er viktig å opprettholde når mulige ombruksbygg vurderes.

Det er i denne konteksten andre del av studiens problemstilling; *hvordan ombruk av overflødige laftebygg kan bidra til en mer sirkulær byggebransje i Norge* kommer inn. Avfallshierarkiet i EUs rammedirektiv for avfall spesifiserer at vi skal klatre høyere opp i pyramiden og lage mindre avfall ved å bruke ting om igjen (European Parliament, 2008). Ved ombruk av den eksisterende bygningsmassen disse byggene representerer kan det være et potensiale for å nettopp komme høyere opp i avfallspyramiden med mer ombruk og mindre avfall.



Figur 6: Avfallspyramiden beskrevet i EUs rammedirektiv for avfall (Ytterstad, 2018).

FN's bærekraftsmål angir 17 punkter med mål for å utrydde fattigdom, kjempe mot ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030 (FN's bærekraftsmål, 2022). Her er også et ønske om redusert avfallsmengde og økt ombruk. Punkt 12 i bærekraftmålene søker å sikre bærekraftige forbruks- og produksjonsmønstre gjennom reduksjon av avfallsmengden, gjenvinning av materialer og ombruk. Punkt 13 er også relevant for denne studien og søker å motarbeide klimaendringene og konsekvensene av disse ved blant annet å innarbeide tiltak mot klimaendringene i politikk, strategier og planlegging på nasjonalt nivå.

2.2.1 Miljøbesparelser ved ombruk av bygg

En av de store åpenbare motivasjonene for ombruk av bygninger og byggevarer er ideen om at dette lønner seg miljømessig, og vil redusere utslipp sammenliknet med nybygg basert på nye materialer. Mange faktorer vil påvirke et klimagassregnskap om man sammenlikner et ombruksbygg med et nybygg. Variabler som størrelsen, materialtyper, transport og energiforbruk gjennom byggets livsløp vil påvirke resultatet. Det er ikke gjort noe spesifikt klimagassregnskap i denne studien, da dette ville vært svært omfattende og kunne vært en bacheloroppgave i seg selv.

For å få noen konkrete resultater og tall på miljøbesparelser ved ombruk av bygg er et eksempel fra et ombrukscenario beskrevet i mulighetsstudien *Hus på vei, hus i veien* (Kyllingstad et al, 2020). Her brukes *Livsløpsvurdering* (LCA) som metode for klimagassregnskapet. Ombrukscenarioet tar utgangspunkt i en enebolig over to etasjer med totalt 184m² bruksareal. Livsløpsperspektivet for bygningene settes til 60 år. Ombrukshuset deles i to og flyttes samlet til lager 50 km unna byggeplass før det fraktes til ny tomt for ombruk. Videre følger to scenarioer fra denne mulighetsstudien:

- Scenario A: Her oppgraderes ombruksbygget med økte isolasjonsmengder i yttertak, yttervegger og dekke mot grunn samt forbedrede U-verdier for vinduer. Energiforsyningen er basert på varmepumpe for både ombruksbygget og nybygget. Det totale klimagassutslippet ved ombruk sammenliknet med nybygg reduseres fra rundt 168 tonn CO₂ekvivalenter til 150 tonn CO₂ekvivalenter over et livsløp på 60 år. Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 10,5 %.
- Scenario B: Her energioppgraderes ikke ombruksbygget. Begge byggene baserer energiforsyningen på varmepumpe. Det totale klimagassutslippet ved ombruk blir her 222 tonn CO₂ ekvivalenter mot 168 tonn CO₂ ekvivalenter for nybygget. Dette betyr at nybygget vil ha et totalt klimagassutslipp på ca. 24% mindre enn ombruksbygget.

Resultatene fra disse to scenarioene viser at uten energioppgradering vil klimagassutslipp for ombruksbygget overskride utslipp for nybygget. Dette er fordi høyere utslipp forbundet med energiforbruk til oppvarming gjennom livsløpet blir høyere. Dette viser at en tettere bygningskropp med mindre varmetap vil være utslagsgivende ved en livsløpsvurdering av et ombruksbygg.

2.2.2 Omfanget overflødige laftebygg i Norge

Eva Røyrane anslår i boken «*Klyngetunet*» at det finnes nærmere 30.000 tomme gårdsbygg i Norge. De fleste av disse er håndlaftede bygg (Røyrane og Apneseth, 2018). Det kan være bolighus, stabbur og låver der nytteverdien disse byggene har representert ikke er til stede lengre, eller er erstattet med nye bygninger. Det kan også være frittstående hytter, hus og andre bygg som ikke er i bruk og ikke representerer noen verneverdig verdi.

Ved utbygging av infrastruktur eller andre omfattende byggeprosjekter kan det være mange eldre bygninger som må fjernes for å frigjøre plassen. I bydelen Nyquistbyen i Moss, der 121 bygninger revet i 2018 og 2019 for å gi plass til dobbeltsporet jernbane og ny stasjon. Dette var hovedsakelig bygninger fra perioden 1870-1940, men også flere hus som var betydelig eldre (Henmo, referert i Kynningstad et al, 2020, s. 16). Et annet eksempel er utbyggingen av ny kampflybase på Ørlandet i Trøndelag. Her ble man nødt til å fjerne 176 bolighus. 40 av disse husene er vernet og blir beholdt på stedet eller flyttet. Resten av byggene ble revet eller solgt for flytting (*Startar med riving og flytting*, 2019).

I arbeidet med studien er mengden håndlaftede bygg tilgjengelig blitt kartlagt gjennom www.finn.no for å få et overslag på omfanget i Norge. Begrunnelse på hvorfor dette har vært brukt som hovedkilde er forklart nærmere i kapittel 3.4.2.

Kriteriene for byggene tatt med i kartleggingen er som følger:

- Det må være et overflødig bygg.
- Det må være et håndlaftede bygg.
- Det må være over 25m² fordelt over en eller to etasjer.
- Det må ikke være omfattende synlige råteskader

Type bygning	Antall pr. 20.02.2022	Antall pr. 20.03.2022	Antall pr. 20.04.2022	Gj.snitt
Hus	12	9	10	10,3
Hytter	12	10	17	13
Stabbur	16	14	18	16
Låver	5	3	6	4,7
Total:	46	36	51	44

Tabell 3: Tilgjengelige overflødige laftebygg på finn.no

Hvordan ombruket av disse byggene kan utnyttes, om det er snakk om få spredte tiltak eller noe mer industrielt vil diskuteres i kapittel 4.

2.3 Dokumentasjonskrav til ombruksvarer

En av de store utfordringene knyttet til utnyttelse av brukte byggevarer er dokumentasjonskravene til byggevarer (Kilvær *et al*, 2019). For å kunne ombruke en byggevarer i nye bygg, må det dokumenteres at de oppfyller gjeldende krav på samme måte som en ny byggevare. Disse kravene er beskrevet i to forskrifter: *Byggeteknisk forskrift* (TEK17), samt *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer* (DOK). Det er i praksis vanskelig og utydelig å skille disse to fra hverandre. Dette gjør det vanskelig å vite hvilke krav som gjelder til hva, og hva som skal til for å oppfylle kravene som gjelder.

Utfordringene knyttet til dokumentasjon er todelt:

- A. Dokumentasjon i forbindelse salg/omsetning av en brukt byggevare. (Bytte av eier)
Hva skal til for å kunne omsette varen?
 - *Her er kravene beskrevet i DOK*

- B. Brukerens informasjon og dokumentasjonsbehov i forhold til om ombruksvaren faktisk kan brukes i nybygget. Altså om den brukte byggevaren tilfredstiller kravene til bygget det skal inn i.
 - *Her er kravene beskrevet i TEK17*

2.3.1 DOK; Forskrift om dokumentasjon av byggevarer

Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) er et regelverk for dokumentasjon og omsetning av byggevarer. Alle brukte byggevarer brakt i omsetning må følge gjeldende bestemmelser i DOK. Dette gjelder også ombruk av håndlaftede bygg som denne studien omhandler.

Byggevareforordningen ligger under DOK og fastsetter regler for dokumentasjon, omsetning og tilsyn av CE-merkede byggevarer (Byggevareforskriften, 2013). Dette legger til rette for omsetning av byggevarer i hele EØS/EU. Byggevareforordningen er gjennomført i det norske regelverket som kapittel II i DOK og ble gjeldende fra 1. januar 2014. Byggevarer er som regel omfattet av en harmonisert europeisk produktstandard. Når det foreligger en harmonisert europeisk produktstandard eller en ETA for byggevaren, skal det utarbeides en

ytelseserklæring for produktet basert på standarden for produktet. Byggevarer skal da være påført CE-merket før den blir omsatt.

Unntak fra krav om ytelseserklæring

Noen byggevarer er unntatt fra krav om ytelseserklæring og CE-merking i byggevarereforordningen (Byggevarereforskriften, 2013). Unntaket omfatter tre tilfeller:

1. Offentlig vernede byggverk

I prosjekter med restaurering av gamle bygg kan eldre materialer ha mye historisk verdi. I restaureringsprosjekter av vernede bygg vil materialene kunne omsettes og ombrukes uten dokumentasjon av egenskaper.

2. Spesifikt produserte varer

Dette innebærer byggevarer som er produsert individuelt eller spesifikk etter mål i en prosess som ikke innebærer serieproduksjon. Bestemmelsen gjelder når byggevarer brukes i et enkelt, identifiserbart byggverk av en produsent som er ansvarlig for innbygging av varen i byggverket. Innbyggingen må gjøres i samsvar med gjeldende nasjonale regler og forskrifter.

3. Byggevarer er produsert på byggeplassen

Unntaket gjelder også byggevarer produsert på byggeplass av et ansvarlig foretak i en byggesak.

Et håndlaftet bygg vil omfattes av kategori 2; *spesifikt produserte varer* da det er produsert spesifikk etter mål i en prosess som ikke innebærer serieproduksjon. Som beskrevet i bestemmelsene for *en spesifikk produsert byggevare* må innbyggingen gjøres i samsvar med gjeldende nasjonale regler og forskrifter. Dette innebærer at byggevarer, i dette tilfellet et håndlaftet bygg, må oppfylle tekniske krav til byggverk som er bestemt i Byggteknisk forskrift (TEK17), på samme måte som et nybygg.

2.4 Krav i TEK17; Byggteknisk forskrift

Byggteknisk forskrift (TEK17) regulerer alle minimumskrav til byggverk som føres opp i Norge (Byggteknisk forskrift, 2017). Ved ombruk må det dokumenteres at byggevaren tilfredsstillende alle nødvendige krav i TEK17, enten ved å benytte preaksepterte ytelser eller ved å utarbeide en egen dokumentasjon om disse løsningene må fravikes.

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har sendt ut forslag til endringer i kapitlene 9 og 14 i byggteknisk forskrift (TEK17). Forslaget innebærer blant annet krav materialombruk i prosjektering av nye bygg. Høringsfristen var 01.10.2021 og forslaget er fortsatt under behandling. En av endring som er foreslått er at prosjekteringskravene også skal innebære krav om at byggverk skal kunne demonteres. Ombruk av materialer blir innført som et nytt begrep i. Forslaget innebærer også at avfallssorteringsgraden økes til 70 % og at sluttrapporten skal omfatte dokumentasjon av både andelen som går til direkte til gjenvinning og til ombruk (*Klimabaserte energikrav til bygg*, 2021).

Studien ser på ombruk av håndlaftede bygg generelt og ikke ett spesifikt ombruksbygg. De tekniske kravene som belyses i denne studien begrenses derfor til å omhandle overordnede krav for ombruk av håndlaftede bygg. Ved et spesifikt ombrukstilfelle vil også andre tekniske krav måtte vurderes, men dette blir først relevant i en eventuell prosjektering av et slikt tiltak.

Følgende tre kapitler omhandler krav som vil omfatte overordnede krav for ombruk at håndlaftede bygg:

- Kapittel 10; Konstruksjonssikkerhet
- Kapittel 11; Sikkerhet ved brann
- Kapittel 14; Energi

Videre følger relevante tekniske krav fra de tre nevnte kapitlene.

2.4.1 TEK17 - Kapittel 10; Konstruksjonssikkerhet

Konstruksjonssikkerhet for bygninger med laftet konstruksjon omhandles i byggforsklad 523.291: *Bygninger med laftede vegger*. Det finnes ingen norsk eller europeisk standard for laftetømmer (*Byggdetaljer 523.291, Bygninger med laftede vegger*, 2019). De spesielle statiske forholdene i en laftevegg gjør at NS 1995 ikke kan brukes for dimensjonering. I praksis dimensjoneres vegger i laft etter erfaring og vurderinger. Materialkvaliteten, egenskapene og utførelsen anbefales dokumentert med referanse til *Bransjenormen fra Norsk Laft*. Denne normen angir anbefalinger for kvalitetssikring men er ikke direkte krav (*Bransjenormen Norsk Laft*, 2009).

Videre følger to hovedpunkter fra bransjenormen. Disse er valgt ut fordi det er konkrete, målbare verdier, som kan si noe om laftekonstruksjonens tilstand og bestandighet. Et håndlaftet ombruksbygg vil kunne forholde seg til de samme anbefalingene, men det er ikke hensiktsmessig for studien å gjengi hele bransjenormen da dette i utgangspunktet er anbefalinger til laftebygg laget med nytt tømmer.

1. Fuktighet i laftetømmer

Tømmerstokker brukt i vegg skal ha en trefuktighet på 20% eller lavere i gjennomsnitt. Enkeltmålinger skal ikke være utenfor + 3 % / - 5 % av gjennomsnittet (*Bransjenormen Norsk Laft*, 2009). Dette gjelder ved produksjonen av stokker til laft. Ved ombruk av et laftebygg vil de samme retningslinjene kunne brukes til å dokumentere eventuelle fukt og råteskader.

2. Toleranser

Toleranse på ferdig laftevegger anbefales kontrollert etter kravene satt i tabell 3 fra bransjenormen. Dette angir en øvre grense for loddavvik på veggene i et laftebygg. Klasse M benyttes for maskinlaft og klasse H for håndlaft.

Type toleranse	Målelengde i meter	Toleranseklasse	
		M	H
Lokal planhet (enkeltstokker ute av loddsnitt)	1,0	± 10 mm	± 15 mm
Helning/ loddavvik	> 5,0	38 mm	50 mm
	2,0 – 5,0	0,75 %	1,0 %
	< 2,0	15 mm	20 mm

Tabell 4: «Planhets- og retningstoleranser for laftevegger» (Bransjenormen Norsk Laft, tabell 3, 2009).

2.4.2 TEK17 - Kapittel 11; Sikkerhet ved brann

Alle bygg må prosjekteres med brannteknisk dokumentasjon (Byggteknisk forskrift, 2017). Enten ved å bruke preaksepterte ytelser som grunnlag (*forenklet prosjektering*), eller en spesifikk prosjektering ved fravik eller spesielle konstruksjoner som ikke benytter en preakseptert ytelse (*analytisk prosjektering*). Denne studien avgrenses seg til å se på ombruk av håndlaftede bygg til småhusbebyggelse. En bygning til dette formålet med inntil 2 etasjer vil havne i brannklasse 1 og som oftes omfattes av en preakseptert ytelse angitt i en veileder fra Byggforsk.

Manglende informasjon fra TEK17 og Byggforsk på brannmotstand i laftekonstruksjoner førte til at Stein Erik Graven hos Øverbygg AS, medlemsbedrift hos Norsk Laft, ble kontaktet for utfyllende kunnskap. Svaret hans på spørsmålet om brannmotstand og preaksepterte ytelser på laftekonstruksjoner er følgende:

En tradisjonell, laftet vegg i gjennomgående tømmer, er en preakseptert ytelse som oppfyller kravet til brannmotstand i bærende konstruksjon for en bygning i brannklasse 1. Så lenge avstanden til neste bygning er 8 meter eller mer er det i praksis ingen spesifikke krav til dokumentasjon av brannmotstand på boliger og fritidsboliger med laftede yttervegger. Er avstanden kortere må det gjøres en analytisk prosjektering ved å følge NS-EN 1995, del 1-2, Brannteknisk dimensjonering.

Mailedialogen med Stein Erik Graven ligger som vedlegg i kapittel 7.

2.4.3 TEK17 - Kapittel 14; Energi

Kravene til energieffektivitet i er ytterligere skjerpet fra TEK10 til TEK17. Da den gjeldende forskriften tok over i 2017 var energikravene til boliger med laftede yttervegger så strenge at det nærmest gjorde laftevegger uten ekstra isolasjon ulovlig å bygge. Det har vært en debatt og flere innspill fra bransjen som førte til noe lemping av kravene. Denne debatten vil ikke bli omtalt nærmere. Studien forholder seg til gjeldene krav og retningslinjer.

For boliger med laftede yttervegger er det egne retningslinjer og minstekrav til energieffektivitet i TEK17. Her er det tykkelse på lafteveggen fremfor krav om isolasjonsevne på yttervegg, og høyere tillatt lekkasjetall som er hovedforskjellene fra kravene som gjelder andre konstruksjonsmetoder.

	Energiltak	Boligbygning og fritidsbolig over 150 m² oppvarmet BRA	Fritidsbolig over 70 m² til og med 150 m² oppvarmet BRA
1.	Dimensjon yttervegg	≥ 8" laft	≥ 8" laft
2.	U-verdi tak [W/(m ² K)]	≤ 0,13	≤ 0,13
3.	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	≤ 0,10	≤ 0,15
4.	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]	≤ 0,80	≤ 1,2
5.	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)	≤ 4,0	≤ 4,5

Tabell 5: Energiltak for boliger med laftede yttervegger (Byggteknisk forskrift, 2017, §14-5)

Det er tillatt å fravike energiltakene i tabell 11 ved omfordeling. Det må da gjøres ved å dokumentere at bygningens samlede varmetapstall ikke øker (Byggteknisk forskrift, 2017). Dette beregnes etter NS 3031:2014; *Beregning av bygningers energiytelse*. Ved omfordeling må det sikres at minstekravene til bygninger med laftede yttervegger ikke fravikes. Studien vil ikke beskrive i detalj hvordan en omfordeling gjøres i praksis da dette vil være individuelt for hvert enkelt ombruksbygg.

Dimensjon yttervegg	U-verdi tak [W/(m² K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m² K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)
≥ 6" laft	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 6

Tabell 6: Laftebygg, minimumskrav (Byggteknisk forskrift, §14-3 figur 1b, 2017).

For en bygning der en del av bygningen har yttervegger i laft, mens en annen har isolert bindingsverk eller liknende, gjelder energiltakene i tabellen kun for laftedelen. Unntaket er lekkasjetallet der kravet for hele bygningen kan følge verdien gitt i tabellen for bygninger med laftede yttervegger.

Unntak fra krav om energifektivitet

For fritidsbolig til og med 70 m² oppvarmet BRA gjelder ikke kravene i kapittel 14 (Byggteknisk forskrift, 2017). Det vil si at en fritidsbolig under denne størrelsen i praksis ikke trenger å følge noen krav til energieffektivitet.

3 Metode

Metodekapittelet tar for seg valg og beskrivelse av metoden i oppgaven. Det vil i dette kapitlet bli gjort rede for oppgavens metodiske tilnærming. Formålet med dette kapitlet er å vise hva som er blitt gjort, og hvorfor denne fremgangsmåten er valgt for å besvare problemstillingen.

3.1 Kvalitativ eller kvantitativ metode

Vitenskapelig metode deles gjerne inn i to hovedformer; kvalitativ og kvantitativ. Valget av metode kommer an på målsetningen med forskningsarbeidet og hva man ønsker å hente ut av informasjon (Andersen, 2013). Målsetningen med et bevisst og veloverveid valg av metode, er at metoden skal frembringe mest mulig relevant og pålitelig data for å besvare problemstillingen.

For å besvare studiens todelte problemstilling benyttes en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode. Dette kalles gjerne «*mixed method*» (Creswell, 1999). Gjennom et utvalg potensielle bygg undersøkes ombrukspotensialet gjennom utvalgte målinger for å vurdere tilstand og byggtekniske krav til bygget som boligbygg. Grunnlaget for utvelgelsen av målingene er kravene fra DOK, TEK17 og Bransjenormen fra Norsk Laft beskrevet i kapittel 2. Målinger som ikke er nødvendige for å kunne besvare studiens problemstilling er valgt bort. Hensikten med studien er å finne ut hva som skal til for å kunne ombruke håndlaftede bygg generelt. Andre krav og målinger som vil gjelde ved prosjektering av ett spesifikt laftebygg blir ikke gjennomført.

- Videre i studien refereres disse byggene til som «*ombruksbyggene*».

3.2 Litteraturstudie

Det er gjort en litteraturstudie for å finne relevant teori og rapporter som belyser behovet for sirkulærøkonomi i byggebransjen. De mulige miljøbesparelsene ombruk av bygninger til boligformål kan gi er også studert gjennom ombruksscenarioer fra mulighetsstudien «*Hus på vei, hus i veien*». I tillegg er omfanget håndlaftede bygg tilgjengelig i Norge studert for å kunne si noe om potensialet ombruk av slike bygg kan representere. Dokumentasjonskrav og tekniske krav for håndlaftede bygg er også en del av litteraturstudien.

Det er foretatt omfattende søk i aktuelle og tilgjengelige databaser og søkemotorer som kan inneholde vitenskapelig litteratur og rapporter om temaet. Oria og Google Scholar har vært hovedkildene. Både litteratur på engelsk og norsk har vært benyttet. Det er først og fremst forsøkt å finne kilder som er skrevet av legitime forfattere, og fra relevante forskningsinstitusjoner, som for eksempel SINTEF og Direktoratet for Byggkvalitet. Primærkilder er forsøkt brukt fremfor sekundærkilder. I tillegg har forskrifter og veiledere fra Direktoratet for byggkvalitet og Byggforsk vært viktige kilder. Flere av rapportene har ikke oppgitte forfattere, publikasjonssted eller rapportnummer. Referansene til disse kildene er derfor oppgitt med det som var tilgjengelig av informasjon.

Litteraturstudien gir kunnskapsgrunnlaget for utvalg av målinger på de utvalgte ombruksbyggene og belyser nødvendig teori for å svare på oppgavens problemstilling.

3.3 Ekstern kompetanse

Manglende informasjon i teknisk forskrift og veiledere fra Byggforsk på brannmotstand i laftekonstruksjoner førte til at Stein Erik Graven hos Øverbygg AS, medlemsbedrift hos Norsk Laft ble kontaktet for utfyllende kunnskap. Svaret hans på spørsmålet om brannmotstand og preaksepterte ytelser på laftekonstruksjoner er følgende:

En tradisjonell, laftet vegg i gjennomgående tømmer, er en preakseptert ytelse som oppfyller kravet til brannmotstand i bærende konstruksjon for en bygning i brannklasse 1. Så lenge avstanden til neste bygning er 8 meter eller mer er det i praksis ingen spesifikke krav til dokumentasjon av brannmotstand på boliger og fritidsboliger med laftede yttervegger. Er avstanden kortere må det gjøres en analytisk prosjektering ved å følge NS-EN 1995, del 1-2, Brannteknisk dimensjonering.

Dialogen ble gjort muntlig på telefon og deretter formalisert skriftlig på mail.

Mailutvekslingen ligger som vedlegg i kapittel 7.

3.4 Metode, målinger på utvalgte ombruksbygg

Målet med studien av byggene er å finne ut om det lar seg gjøre med ombruk av håndlaftede bygg med tanke på dokumentasjonskrav (DOK17) og tekniske krav (TEK17). Vurderingen av ombruksbyggene vil bli beskrevet med nødvendige målinger og bilder.

3.4.1 Valg av ombruksbygg

Til studien er det valgt ut fem håndlaftede bygg i varierende størrelse og standard.

Byggene valgt ut til studien oppfyller følgende kriterier:

- 1. Bygget må være tilgjengelig og kunne defineres som en «overflødig bygning».**
 - For at bygningen skal representere et faktisk potensial til ombruksbygg må det være i denne kategorien og ikke bare være et laftebygg som ikke ønskes fjernet.
- 2. Bygninger uten synlige skader og behov for omfattende utskiftning tømmer.**
 - Kvaliteter som tett tak og fundamentering uten mye direkte bakkekontakt for tømmerkonstruksjonen er viktige her. Bygninger med stort behov for restaurering vil gi store kostnader å gjenbruke. Slike rehabiliteringer vil eventuelt være mer relevante for antikvariske interesser.
- 3. Bygget må ikke være vernet eller ha begrensninger grunnet antikvarisk verdi.**
 - Oppgaven avgrenser seg til å ikke se på ombruk direkte knyttet til bygningsvern og antikvariske interesser.
- 4. Bygningen må være tilgjengelig fra vei som muliggjør transport.**
 - Dette må være et krav for å kunne flytte bygget på en hensiktsmessig måte.

3.4.2 Utvalg av laftebygg tilgjengelig

Gjennom oppgaveperioden har salgsplattformen www.finn.no vært hovedkilden til kartlegging av omfanget slike bygg tilgjengelige. Dette er fordi dette pr. I dag er den eneste plattformen hvor slike bygg representeres. Gjennom studien er det ikke funnet andre adekvate kilder på dette. Byggene fra kartleggingen er alt fra store komplette hus til små stabbur og falleferdige låver. I perioden februar-april 2022 var det i gjennomsnitt 44 bygninger tilgjengelige for ombruk på finn.no. Det er vanskelig å si noe mer om det totale omfanget, men trolig er det kun et fåtall slike bygninger som faktisk blir gjort tilgjengelige. Den faktiske totale mengden er sannsynligvis betraktelig høyere. En slik kartlegging vil være svært omfattende og ikke mulig å gjennomføre i denne studien.



Figur 7: Eksempler på håndlaftede ombruksbygg tilgjengelig på finn.no i perioden februar-april 2022.

3.4.3 Valg av variabler

Sett i lys av funnene i teoribakgrunnen er det i utgangspunktet ingen reelle krav til dokumantasjon for å kunne ombruke et håndlaftede bygg. Allikevel er det nødvendig å gjøre noen vurderinger og måle enkelte variabler for å kunne nærme seg et svar på studiens problemstilling. Følgende spørsmål er formulert for å velge ut hensiktsmessige variabler:

- *Hva slags type bolig kan det ombrukes til?*
- *Er materialene i en slik stand at det er hensiktsmessig å ombruke?*
- *Er laftebygget konstruert slik at det kan ombrukes til en ny bolig?*

Det er valgt ut fire variabler for å kunne besvare disse spørsmålene:

1. Tykkelse på yttervegger

Dette brukes til å vurdere hva slags type bolig bygget kan ombrukes til. Det kan også si noe om kvaliteten og robustheten til konstruksjonen.

2. Fuktighet og synlige skader i tømmerkonstruksjonen.

Fuktverdiene i tømmerkonstruksjon måles systematisk. Det avdekker også tegn til usynlige råteskader. Synlige skader på tømmerkonstruksjon som insektskader og råte blir også beskrevet for å si noe om materialenes tilstand for ombruk.

3. Loddavvik yttervegger

Målinger av skjevheter forteller om tømmerkonstruksjonens kvalitet og robusthet. Ombruksbyggene er mellom 100 og 200 år gamle, men skjevheter i laftebyggenes yttervegger kontrolleres retningslinjer for nybygg, etter i tabell 3 fra bransjenormen til Norsk Laft. Dette angir en verdi på veggens totale loddavvik fra takutstikk til bunnstokk. Alle byggene vurdert i oppgaven er håndlaft og vurderes etter kategori «H» i tabellen.

Type toleranse	Målelengde i meter	Toleranseklasse	
		M	H
Helning/ loddavvik	> 5,0	38 mm	50 mm
	2,0 – 5,0	0,75 %	1,0 %
	< 2,0	15 mm	20 mm

Tabell 7: «Planhets- og retningstoleranser for laftevegger» (Bransjenormen Norsk Laft, tabell 3, 2009).

4. Ytre mål og størrelser

Byggene dokumenteres i tillegg til punkt 1-3 med utvendige mål på høyde, bredde og lengde. Dette brukes til å beregne bygningens bruksareal (BRA) for å si noe om bygningens ombrukspotensiale.

De nevnte variablene er forklart nærmere i kapittel 2.

3.4.4 Utførelse av målinger

Variablene valgt ut til målinger beskrives og defineres her slik at studien er repliserbar, og for å sikre systematiske målinger av ombruksbyggene.

1. Tykkelse på yttervegger

Veggtykkelse måles med tommestokk i tverrsnittet på utstikkende stokker i laftet. I tillegg måles tykkelsen i hulrom eller veggåpninger for kontroll.



Figur 8: Eksempel på måling av tykkelse fra bygg 3. Foto: Sindre Kåseth.

2. Fuktighet og synlige skader i tømmerkonstruksjonen

Fuktmålinger utføres med elektrisk motstandsmåler (Protimeter MMS2) 40mm inn i treverket på følgende punkter:

- Bunnstokker på alle sider
- En måling midt på hver langside
- En måling midt på hver kortside



Figur 9: Eksempel på fuktmåling med Protimeter MMS2 på bunnstokk fra bygg 1. Foto: Sindre Kåseth.

Synlige skader som insektskader og råte i tømmerkonstruksjon blir dokumentert og beskrevet.



Figur 10: Eksempel på synlig råteskade i yttervegg fra bygg 2. Foto: Sindre Kåseth.

3. Loddavvik yttervegger

Loddavvik måles med loddsnor. Snora festes i toppen av veggen med en gitt avstand og forskjellen måles ved bunnstokken. Resultatene kontrolleres etter tabell 3 fra bransjenormen til Norsk Laft.



Figur 11: Eksempel måling av loddavvik fra bygg 1. Foto: Sindre Kåseth.

4. Ytre mål og størrelser

Bygget ytre størrelse måles opp med lasermåler (Leica DISTO X310). Dette brukes til å beregne bruttoareal. Synlige skader på tømmerveggene som råte og insektskader blir også beskrevet.

- Bruttoareal (BRA) beregnes slik på følgende måte:

$(\text{BREDD} - \text{VEGGTYKKELSE}) * (\text{LENGDE} - \text{VEGGTYKKELSE}) * \text{ANTALL ETASJER}$

3.4.5 Feilkilder

- Fuktmålingene kan ha noen usikkerheter knyttet årstid og værforhold før måletidspunkt. Det fremkommer av målingene at bygg 4 og 5 har noe høyere fuktverdier da disse ble utført med noe våt snø liggende inntil enkelte tømmerstokker.
- Målinger av veggtykkelse blir et overslag da ikke alle stokker måles.
- Loddavvik med loddsnor er ikke 100% nøyaktig. Vind og manuelle målemetoder kan påvirke resultatene noe
- Bygg med innvendig kledning og innredning kan ha skjulte skader.

3.4.6 Avgrensninger

Studien ser på ombruk av håndlaftede bygg til nye boliger. Ombruksbyggene vurderes gjennom et tenkt scenario der byggene demonteres, eventuelt flyttes i sin helhet til en ny plassering. Det vil være praktisk for omfattende og nesten umulig å vurdere byggene etter alle normkravene satt i «*bransjenormen fra Norsk Laft*» (beskrevet i kapittel 2.7.1). Det vurderes også at disse normkravene er å anse som anbefalinger for nye laftebygg og ikke direkte krav som må oppfylles.

Det vil ikke bli gjort trykktesting for å finne lekkasjetall for ombruksbyggene. Dette ville være av liten verdi da laftet vil tettes i overganger ved flytting og ombruk. Bygningsdeler som tak, vinduer, dører og gulv byttes sannsynligvis også ut. Dette vil gi en betydelig tettere konstruksjon og et lavere lekkasjetall enn bygget har slik det vurderes i sin opprinnelige form.

3.5 Ombruksbyggene

Her presenteres bygningene brukt i studien systematisk med fasadebilde og en kort beskrivelse.

3.5.1 Bygg 1: Laftet bolighus på Jevnaker

Dette er et tømmerhus over to etasjer pluss kaldt loft. Bygget er satt opp her i 1850 men er antakelig flyttet hit en gang på 1700-tallet ifølge eier. Sannsynligvis er bygget over 200 år gammelt. Oppført på slammet gråsteinsmur i furutømmer. Innvendig er tømmerveggene kledd med panel og kun synlige under trapp opp til loftet. Huset er tilgjengelig fra asfaltert fylkesvei.



Figur 12: Bygg 1, laftet bolighus. Foto: Sindre Kåseth.

3.5.1 Bygg 2: Laftet stabbur i Aurdal

Stabburet er over to etasjer med svalgang som er bygget inn med kledning. Bygningens alder er ukjent men eier oppgir at det antakeligvis ble satt på 1750-tallet. Det er oppført på slammet gråsteinsmur i front mens bakre del av bygget ligger på bakkenivå. Ingen kledning innvendig, kun gjennomgående tømmervegger. Stabburet er tilgjengelig fra asfaltert fylkesvei.



Figur 13: Bygg 2, laftet stabbur. Foto: Sindre Kåseth.

3.5.1 Bygg 3: Laftet hytte i Hov

Dette er en laftet hytte over to etasjer. Bygningen er fra slutten av 1800-tallet og var opprinnelig et stabbur i Hov sentrum. Bygget ble flyttet og satt opp som hytte på 60-tallet. Det er satt opp på søylefundament med støpte pilarer. Ingen kledning innvendig, kun gjennomgående tømmervegger. Hytta er tilgjengelig fra skogsbilvei og ligger ca. 100 meter fra grusvei.



Figur 14: Bygg 3, laftet hytte. Foto: Sindre Kåseth.

3.5.2 Bygg 4: Laftet låve Reinsvoll

Låven er over to etasjer med åpen himling i 2. etg. Bygningen er fra starten av 1900-tallet og er satt opp på gråsteinsmur. Ingen kledning innvendig, kun gjennomgående tømmervegger. Låven er tilgjengelig fra grusvei og ligger ca. 800 meter fra fylkesvei.



Figur 15: Bygg 4, laftet låve. Foto: Sindre Kåseth.

3.5.3 Bygg 5: Laftet hytte Biristrand

Dette er en laftet hytte med en etasje og kaldt loft. Bygningen er fra slutten av 1800-tallet og er satt opp på støpt ringmur. Bygd på i nyere tid på den ene siden og kledd innvendig med panel. Hytta er tilgjengelig fra fylkesvei.



Figur 16: Bygg 5, laftet hytte. Foto: Sindre Kåseth.

3.6 Resultater fra ombruksbyggene

Resultatene fra målingene av de fem ombruksbyggene presenteres her i tabellform. Hva disse resultatene innebærer for byggenes ombrukspotensiale og studiens problemstilling diskuteres videre i kapittel 4.

3.6.1 Veggtykkelser

Tykkelsen på de laftede ytterveggene varierer noe fra målepunkt til målepunkt, men ligger innenfor et område på ca. 1 tomme.

	Bygg 1	Bygg 2	Bygg 3	Bygg 4	Bygg 5
Tykkelse yttervegg	6-7 tommer	7-8 tommer	6-7 tommer	5-6 tommer	5-6 tommer

Tabell 8: Tykkelse yttervegger bygg 1-5.

3.6.2 Fuktighet og synlige skader i tømmerkonstruksjonen

Målinger over øvre grense anbefalt i bransjenormen fra Norsk Laft er markert i rødt.

Målepunkt	Bygg 1	Bygg 2	Bygg 3	Bygg 4	Bygg 5
Sør bunnstokk	13,8%	22,5%	33,7%	31,4%	18,6%
Sør midt på vegg	7,8%	9,5%	10,0%	14,6%	16,2%
Nord bunnstokk	21,0%	22,0%	12,6%	18,4%	34,9%
Nord midt på vegg	11,1%	16,0%	12,8%	14,7%	17,0%
Vest bunnstokk	22,5%	15,5%	13,2%	21,8%	19,1%
Vest midt på vegg	9,5%	12,0%	11,2%	9,5%	15,2%
Øst bunnstokk	9,1%	16,2%	12,2%	38,8%	37,3%
Øst midt på vegg	8,5%	10,5%	12,0%	11,1%	18,7%

Tabell 9: Fuktighet i yttervegger bygg 1-5.

	Beskrivelse av synlige skader på tømmerkonstruksjon
Bygg 1	<ul style="list-style-type: none"> • Råte i bunnstokk mot vest og nord i bakkekontakt. • Yttervegg mot nord har vært utsatt for insektskader av maur og bier. Dette er mange år siden og kun ytres sjikt er skadet. Fast og tørt virke 2-3 cm inne i treverket.
Bygg 2	<ul style="list-style-type: none"> • Råte på bunnstokk i bakkekontakt mot sør. Kun ytre sjikt skadet fast virke 2-3 cm inne i stokken.
Bygg 3	<ul style="list-style-type: none"> • Råte i bunnstokk mot sør. Ifølge eier er den blitt spist på av sau over flere år.
Bygg 4	<ul style="list-style-type: none"> • Råteskader på bunnstoker i bakkekontakt mot øst og sør. • Store skjevheter på grunn av skadet og manglende grunnmur.
Bygg 5	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen synlige tegn til skader.

Tabell 10: Skader på tømmerkonstruksjon bygg 1-5.

3.6.3 Loddavvik yttervegger

Målinger utenfor øvre grense anbefalt i bransjenormen fra Norsk Laft er markert i rødt.

	Bygg 1	Bygg 2	Bygg 3	Bygg 4	Bygg 5
Yttervegg Sør	50mm	14mm	30mm	78mm	22mm
Yttervegg Nord	50mm	55mm	10mm	112mm	28mm
Yttervegg Vest	90mm	40mm	60mm	86mm	17mm
Yttervegg Øst	20mm	60mm	40mm	69mm	21mm

Tabell 11: Loddavvik yttervegger bygg 1-5..

3.6.4 Ytre mål og størrelser

	Bygg 1	Bygg 2	Bygg 3	Bygg 4	Bygg 5
Lengde	11,4m	10,0m	6,3m	18,5m	4,2m
Bredde	7,1m	6,7m	6,2m	8,2m	3,6m
Høyde gavlvegg	7,4m	6,6m	5,5m	7,6m	3,7m
Høyde sidevegg	5,0m	4,3m	3,1m	5,5m	2,4m
BRA	151m ²	122,2m ²	69,5m ²	287,6m ²	12,9m ²

Tabell 12: Størrelser bygg 1-5.

3.7 Generalisering

På grunn av begrenset tid og ressurser er det kun gjort målinger på fem mulige ombruksbygg. Dette er et begrenset utvalg, men gir samtidig et generelt bilde på tilstanden til håndlaftede bygg som oppfyller kriteriene satt i kapittel 3.4.1. I denne studiens tilfelle mener jeg at utvalget vil være en god representasjon av det totale bildet og gi et generelt grunnlag for videre diskusjon og analyse.

4 Diskusjon og analyse

Før diskusjonen av funn og resultater er det nyttig å igjen vise til studiens problemstilling:

- *Hvordan kan et laftebygg ombrukes til boligformål, og slik bidra til en mer sirkulær byggebransje?*

Studiens problemstilling er som beskrevet innledningsvis todelt. Første del går direkte på hvordan et håndlaftet bygg kan ombrukes sett gjennom gjeldene regelverk og forskrifter. Andre del forsøker å finne ut hvordan dette kan bidra til klimabesparelser og en mer sirkulær byggebransje. Videre vil funn fra teoristudien og resultater fra studien av ombruksbyggene diskuteres i tre deler.

- Del en; kapittel 4.1, diskuterer hva som må dokumenteres av gjeldende krav og regelverk for et ombruksbygg gjennom funn fra teoristudien. Dette kobles opp mot resultatene fra de utvalgte ombruksbyggene i kapittel 3.
- Del to; kapittel 4.2, diskuterer det økende ønsket om en mer sirkulær byggebranse og ser dette opp mot mulige klimabesparelser ved ombruk av boliger.
- Del tre; kapittel 4.3, diskuterer omfanget håndlaftede bygg i Norge og hvordan disse kan utnyttes som en ressurs fremfor overflødig bygningsmasse.

4.1 Dokumentasjon og tekniske krav

For å kunne ombruke et håndlaftet bygg må det følge retningslinjer og krav satt i Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) og Byggteknisk forskrift (TEK17) .

Dokumentasjonskravene til ombruksvarer gitt i *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer* setter ingen spesifikke krav til dokumentasjon ved ombruk av et håndlaftede bygg. I *Byggevarerforordningen, artikkel 5; Unntak fra kravet om å utarbeide en ytelseserklæring* beskrives unntak for spesifikt produserte byggevarer. Et håndlaftede bygg er individuelt produsert etter mål, og innebærer ikke serieproduksjon. Dermed stilles ingen krav til dokumentasjon ved ombruk av et slikt bygg. Dette gjør det mye mer gjennomførbart å ombruke et håndlaftet bygg enn for eksempel en bygning med standard konstruksjon i bindingsverk.

Tekniske krav til byggverk, som reguleres i TEK17 må følges for et ombruksbygg på samme måte som et nybygg. Omfanget tekniske krav vurdert i denne studien begrenser seg til det som er nødvendig for å se på ombruk av håndlaftede bygg generelt. TEK17 angir også en rekke krav som må vurderes spesifikt til hvert enkelt ombrukstilfelle og blir først relevante i en eventuell prosjektering av et slikt tiltak.

En bygning som kommer inn under bestemmelsen *boliger med laftede yttervegger* i TEK17 vil omfattes av flere unntak og særskilte krav, både når det gjelder kapittel 11; *konstruksjonssikkerhet*, kapittel 12; *sikkerhet ved brann* og kapittel 14; *energi*. Dette gjør at det i praksis er mer gjennomførbart å tilfredsstille og dokumentere et ombruksbygg med laftede yttervegger til boligformål.

4.1.1 Konstruksjonssikkerhet

Konstruksjonssikkerhet for bygninger med laftet konstruksjon omhandles i byggforskblad 523.291: Bygninger med laftede vegger. De spesielle statiske forholdene i en laftevegg gjør at *NS1995; Prosjektering av trekonstruksjoner* ikke kan benyttes for dimensjonering (*Byggdetaljer 523.291, Bygninger med laftede vegger*, 2019). I praksis dimensjoneres vegger i laft etter erfaring og vurderinger, mens materialkvaliteten og utførelsen anbefales å følge *Bransjenormen fra Norsk Laft*. Dette er kun en anbefaling og ikke et direkte krav. Det betyr at det i praksis ikke er noen spesifikke krav gitt i nasjonale regelverk som omhandler en laftet konstruksjon. For å vurdere materialkvaliteten og tilstanden til ombruksbyggene i kapittel 3 ble det allikevel utført fuktmålinger og registrert loddavvik som anbefalt i *Bransjenormen fra Norsk Laft*.

Bransjenormen anbefaler maks 20% trefuktighet i laftetømmer. Høyere verdier enn dette indikerer at treverket har vært utsatt for vanninntrenging og vil over tid føre til råte og fuktskader som svekker konstruksjonen og forkorter levetiden til treverket (*Bransjenormen Norsk Laft*, 2009). Resultatene fra ombruksbyggene brukt i studien viser at det i noen tilfeller er høyere fuktighet enn anbefalt. Det er bunnstokker i direkte bakkekontakt som har fuktverdier over den anbefalte grensen på 20%. Dette er kun deler av enkeltstokker og kan skiftes ut ved et eventuelt ombruk av laftebygget. Fuktverdiene målt andre steder i konstruksjonene viser at tømmeret er godt under den anbefalte grensen.

Skjevheter i laftebyggenes yttervegger kontrolleres etter i tabell 3 fra *Bransjenormen til Norsk Laft*. Dette angir en verdi på veggens totale loddavvik fra takutstikk til bunnstokk. Målingene på ombruksbyggene viser at de i stor grad er innenfor de anbefalte verdiene, med enkelte mindre avvik. Tatt i betraktning byggenes alder er dette imponerende og faktisk noe uventet. Ved flytting og gjenreising av ombruksbyggene vil det være gode muligheter for å få konstruksjonene innenfor normkravene. Unntaket er bygg 4, den laftede låven. Her er det større avvik på grunn av dårlig og manglende fundamentering. Allikevel er det store deler av bygget som har mindre loddavvik og potensialet for gjenreisning innenfor anbefalte krav er absolutt til stede.

4.1.2 Sikkerhet ved brann

Alle bygg må prosjekteres med brannteknisk dokumentasjon (Byggteknisk forskrift, 2017). Enten ved å bruke preaksepterte ytelse som grunnlag (*forenklet prosjektering*), eller en spesifikk prosjektering ved fravik eller spesielle konstruksjoner som ikke benytter en preakseptert ytelse (*analytisk prosjektering*).

Denne studien avgrenses seg til å se på ombruk av håndlaftede bygg til småhusbebyggelse. En bolig til dette formålet med inntil 2 etasjer vil havne i brannklasse 1 og som oftes omfattes av en preakseptert ytelse angitt i en veileder fra Byggforsk (Byggteknisk forskrift, 2017). Manglende informasjon i TEK17 og veiledere fra Byggforsk på brannmotstand i laftekonstruksjoner førte til at Stein Erik Graven hos Øverbygg AS, en av medlemsbedriftene hos Norsk Laft, ble kontaktet for utfyllende kunnskap. Dette viser at et håndlaftede bygg kan ombrukes uten videre brannteknisk dokumentasjon så lenge det havner i brannklasse 1 og ikke er nærmere nabobygning enn 8 meter.

4.1.3 Energi

TEK17 har egne retningslinjer og krav til energieffektivitet for boliger med laftede yttervegger. Isolasjonskrav med en gitt U-verdi for ytterveggene er byttet ut med krav til tykkelse på selve tømmeret. Kravet til tetthet i et laftebygg er vesentlig lavere enn for bygninger med andre ytterveggkonstruksjoner. Trykktester for å finne lekkasjetall på ombruksbyggene i kapittel 3 er ikke utført i studien. Dette er vurdert å være av liten verdi da bygget slik det står i sin opprinnelige form vil ha en høyere luftlekkasje på grunn av gamle vinduer, dører og overganger mellom bygningsdeler. Det er allikevel interessant å se kravene som stilles da dette vil gjelde for de laftede ytterveggene ved et ombrukstilfelle.

Tabellen under er laget etter bestemmelser i TEK17 beskrevet nærmere i kapittel 2.

Energiltak	Boligbygning og fritidsbolig over 150 m² oppvarmet BRA	Fritidsbolig over 70 m² til og med 150 m² oppvarmet BRA	Minstekrav ved omfordeling	Fritidsbolig inntil 70 m²
Krav til veggtykkelse	≥ 8" laft (203,2mm)	≥ 8" laft (203,2mm)	≥ 6" laft (203,2mm)	Ingen krav
Tillatt lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell	≤ 4,0	≤ 4,5	≤ 6,0	Ingen krav

Tabell 13: Energikrav bygninger med laftede yttervegger (Byggteknisk forskrift, 2017).

Minstekravet til tykkelse på yttervegger i laft er i TEK17 satt til 6" og vil være et kriterium for at laftebygget skal kunne ombrukes i et nytt boligbygg under bestemmelsen laftebygg. Unntaket er ombruk som fritidsbolig inntil 70m².

4.2 Sirkulærøkonomi og miljøbesparelser

Brukte bygningsdeler og brukte hus har gradvis endret verdi fra ressurs til avfall som følge av industrialisering og teknologisk utvikling. Velstandsøkningen i årene etter 2. verdenskrig og frem til i dag har gjort behovet for ombruk mindre i byggebransjen. I dag ser vi igjen en økende interesse for ombruk (Marton, 2019). Dette er først og fremst på bakgrunn av behovet for reduksjon av klimagassutslipp. Avfallshierarkiet i EUs rammedirektiv for avfall spesifiserer at vi skal klatre høyere opp i avfallspyramiden og lage mindre avfall ved å bruke ting om igjen (European Parliament, 2008). FN's bærekraftsmål punkt 12 og 13 beskrevet nærmere i kapittel 2.2 belyser også behovet for avfallsreduksjon gjennom økt ombruk.

Også her i Norge kan man se et økende søkelys på sirkulærøkonomi og ombruk i byggebransjen. Den norske regjeringen har i sin nåværende plattform satt seg som mål å lage en ny og forbedret handlingsplan for sirkulærøkonomi for å sikre økt gjenvinningsindustri og handel basert på resirkulerte ressurser i Norge. (*Hurdalsplattformen*, 2021, side 30). Det nye forslaget fra Direktoratet for byggkvalitet om endringer i kapitlene 9 og 14 i TEK17 innebærer blant annet prosjekteringskrav også skal innebære krav om at byggverk skal kunne demonteres og ombruk av materialer blir innført som et nytt begrep i (*Klimabaserte energikrav til bygg*, 2021).

Hvor mye miljøbesparelse i form av CO₂ utslipp gjenbruk av et håndlaftet bygg til boligformål utgjør i forhold til et nybygg er ikke spesifikt beregnet i denne studien. Resultatene fra ombrukscenarioet beskrevet i kapittel 2.2.1 sier noe konkret om en mulig miljøbesparelse ved ombruk av en bolig i Norge. Et vesentlig funn her er at utslippene fra oppvarming av en bolig blir minst like utslagsgivende som ressursbruken til selve byggingen når man ser på scenarioet i en livsløpsanalyse (Kyllingstad *et al*, 2020). Selv om dette eksempelet ikke er et håndlaftet ombruksbygg, vil utslipp fra oppvarming gjennom livsløpet være overførbart og veldig relevant.

4.3 Omfang og utførelse

I mangel på andre kilder har salgsplattformen www.finn.no vært hovedkilden til kartlegging av omfanget håndlaftede ombruksbygg tilgjengelige. Pr. I dag er dette den eneste plattformen hvor slike bygg representeres. I arbeidet med denne studien var det i gjennomsnitt 44 bygg tilgjengelig i perioden februar-april 2022. Trolig er det kun et fåtall slike bygninger som faktisk blir gjort tilgjengelige her. Det faktiske omfanget er sannsynligvis betraktelig høyere. Journalist og forfatter Eva Røyraane anslår i boken «*Klyngetunet*» at det finnes nærmere 30.000 tomme gårdsbygg i Norge (Røyraane og Apneseth, 2018). Omfanget overflødige laftebygg tilgjengelige for ombruk utgjør en betydelig bygningsmasse som kan anses som en ressurs.

Motivasjonen bak å ombruke disse byggene trenger ikke bare være miljøbesparelser, selv om denne studien finner at mulighetene for dette er til stede. Variasjon i ellers homogene boligbygg, ønsket om noe tidløst og tradisjonelt eller et ønske om en enkel fritidsbolig kan også være motivasjoner.

Når det gjelder krav til dokumentasjon og byggtekniske krav viser det seg at ombruk av håndlaftede bygg er gjennomførbart i forhold til dagens regelverk. Det eneste direkte kravet som kan begrense ombruk av et slik bygg er energikravene i TEK17. Studien av de fem ombruksbyggene i kapittel 3 tyder på at mange av de overflødige håndlaftede bygningene er laget med yttervegger under 8 tommer tykkelse. Minstekravene i TEK17 tillater tykkelser ned til 6 tommer, men forutsetter da en omfordeling som dokumenterer at bygningens totale varmetapstall ikke øker (Byggteknisk forskrift, 2017). Sett opp mot funnene fra ombrukscenarioet med livsløpsanalyse i kapittel 2.2.1 viser det seg at dette er en vesentlig faktor for å få en miljøbesparelse ved ombruk av boliger.

Størrelsen og bruksarealet på de overflødige laftebyggene tilgjengelige tyder på at de ikke er store nok til å dekke dagens ønske om areal i et bolighus. Dette kan løses ved å sette flere mindre bygg sammen eller bruke selve laftebygget som et utgangspunkt med et tilknyttet nybygg. Muligheten for ombruk til fritidsboliger er også et alternativ som kanskje er enda mer gjennomførbart og ikke vil kreve økt areal og isolasjonsevne på samme måte.

Omfanget tilgjengelige overflødige laftebygg tyder på at det kan være potensiale for utnyttelse på en mer industriell måte hvor slike bygg kan brukes til utvikling av et byggekonsept der de inngår som en del av en moderne bolig. Laftebyggenes konstruksjon med gjennomgående tømmervegger og sammenføyninger uten bruk av skruer eller spiker gjør at de er spesielt godt egnet til flytting, enten ved demontering og gjenreisning som et byggesett, eller ved flytting av hele bygg om størrelsen tillater dette. Kanskje burde det utarbeides en felles nasjonal plattform med oversikt over slike bygg tilgjengelige, som en pådriver for å betrakte det som en ressurs til ombruk. Punkt 13 i FN's bærekraftsmål søker å motarbeide klimaendringene og konsekvensene av disse, ved blant annet å innarbeide tiltak mot klimaendringene i politikk, strategier og planlegging på nasjonalt nivå.

5 Konklusjon

Det viser seg at et håndlaftet bygg til boligformål kan være enklere og mer gjennomførbart å ombruke når det kommer til dokumentasjon og tekniske krav. Etter gjeldende regelverk (DOK) er det ingen reelle dokumentasjonskrav for selve tømmerkonstruksjonen som omhandles i denne studien. Når det kommer til tekniske krav som stilles i TEK17 omfattes et bygg med laftede yttervegger av flere unntak og særskilte krav som forenkler prosjektering av et laftet ombruksbygg til boligformål. Det eneste som kan være en begrensning er kravet om veggtykkelse fra kapittel 14; energi. Gjennom målingene fra de fem ombruksbyggene gjennomført i studien viser det seg at alle byggene er under standardkravet på 8 tommer, og to av byggene er under minstekravet på 6 tommer veggtykkelse. Her kommer vi inn på andre del av problemstillingen; hvordan ombruk av slike bygg kan bidra til mer sirkulærøkonomi i byggebransjen.

Det økende søkelyset og ønsket for mer sirkularitet og ombruk i byggebransjen kommer på bakgrunn av at dette er et viktig ledd for å redusere avfall og klimagassutslipp. For å få en miljøbesparelse ved ombruk av en bolig er man avhengig at bygningens energieffektivitet gjennom livsløpet er på høyde med et nybygg. Utslippene gjennom energibruk til oppvarming vil over tid være en minst like viktig faktor for det totale klimaregnskapet i et livsløpsperspektiv.

Omfanget tilgjengelige håndlaftede bygg i Norge er noe uavklart men studien tyder på at dette kan være å anse som en betydelig ressurs. I mangel på en bedre plattform for tilgjengelige ombruksbygg er finn.no brukt som grunnlag. For å kunne utnytte de overflødige laftebyggene til boligformål og slik bidra til mer ombruk i byggebransjen vil det være nødvendig med en plattform eller markeds plass hvor ombruksbygg kartlegges og gjøres tilgjengelig. Dette gjelder ikke bare spesifikt de håndlaftede byggene denne studien omhandler, men også andre typer bygg og materialer til ombruk.

Uansett burde vi se på de overflødige laftebyggene som en ressurs, fremfor en ubrukelig bygningsmasse. Kanskje har vi noe å lære av tradisjonene rundt flytting og ombruk av hus fra tidligere tider. Med de nye forslagene til innføring av ombruk som begrep i TEK17, og krav om at byggverk skal kunne demonteres er vi muligens i startfasen til å ta dette synspunktet inn igjen i praksis.

5.1 Forslag til videre arbeid

Det er behov for nærmere livsløpsanalyser som ser på klimaregnskapet ved ombruk av bygninger til boligformål. Sett i lys av denne studien hadde det vært interessant med ombruksscenarioer hvor håndlaftede bygg ble brukt som utgangspunkt for ombruksbygg.

Som antydnet i konklusjonen er det behov for etablering av en markeds plass for å tilgjengeliggjøre overflødige bygg til ombruk. Dette ville vært i tråd med bærekraftmål og regjeringens ønske om konkrete og målrettede tiltak for å sikre gjenvinningsindustri og handel basert på resirkulerte ressurser i Norge. En slik plattform vil være avgjørende for å få til økt ombruk og sirkulærøkonomi i byggebransjen.

Muligheten for å utnytte bygningsmassen de overflødige håndlaftede byggene utgjør i en mer industriell måte er også et område som hadde vært interessant å utforske videre. En idé som har sprunget ut fra arbeidet med denne studien er muligheten for å utvikle et byggekonsept der eldre håndlaftede bygninger brukes som en «kjerne» i et nybygg. Da kan dette laftebygget utgjøre en andel av det totale bruksarealet og være omsluttet av en isolert klimaskjerm for økt energieffektivitet. En enkel skisse som viser dette «konseptet» ligger som vedlegg i kapittel 7. Dette går muligens litt utenfor rammene og avgrensningene til denne oppgaven men jeg vurderer det til å være relevant som en videreføring og en skisse til videre arbeid.

6 Litteraturliste

Andersen, S. S. (2013) *Casestudier : forskningsstrategi, generalisering og forklaring*. 2. utg. Bergen: Fagbokforl.

Bransjenormen Norsk Laft (2009). Tilgjengelig fra: https://drive.google.com/file/d/0B4bL_cK9Fs1TQktxNVFtTk12M00/preview?resourcekey=0-Z_mMhvKkrWtZDZCPUBQPtA (Hentet: 29.03 2022).

Bringezu *et al* (2017) *ASSESSING*

GLOBAL RESOURCE USE. Tilgjengelig fra: https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/assessing_global_resource_use_amended_130318.pdf (Hentet: 22.04 2022).

Byggdetaljer 523.291, Bygninger med laftede vegger (2019). Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/365/bygninger_med_laftede_vegger (Hentet: 29.03 2022).

Byggdetaljer 700.127, Flytting av trehus ved demontering (2017). Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/634/flytting_av_trehus_ved_demontering (Hentet: 31.03 2022).

Byggevareforskriften (2013) *Forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/dok/> (Hentet: 12.03 2022).

Byggteknisk forskrift (2017) *Forskrift om tekniske krav til byggverk*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 12.03 2022).

Creswell, J. W. (1999) *Mixed-Method Research: Introduction and Application*, i Cizek, G. J. (red.) *Handbook of Educational Policy*. In *Educational Psychology*: Academic Press, s. 455-472.

Eriksen, A. *et al.* (2019) *Hus på vei = Moving houses*. Oslo: Fragment.

Europakommisjonen (2020) *Circular Economy Action Plan*. Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf (Hentet: 22.04 2022).

European Parliament (2008) *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance)*. Tilgjengelig fra: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32008L0098> (Hentet: 22.04 2022).

FN's bærekraftsmål (2022). Tilgjengelig fra: 1. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal?lang=nno-NO> (Hentet: 12.03 2022).

Gjertsen, K. R. (1996) *Byggeskikk i Kyst-Norge, Årbok (Foreningen til norske fortidsminnesmerkers bevaring, trykt utg.)*. 150(1996).

Hage, I. (1999) *Som fugl føniks av asken? : gjenreisingshus i Nord-Troms og Finnmark*. Oslo: Ad notam Gyldendal.

Hurdalsplattformen (2021, side 30). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/cb0adb6c6fee428caa81bd5b339501b0/no/pdfs/hurdalsplattformen.pdf> (Hentet: 12.02 2022).

Kilvær *et al* (2019) *Forsvarlig ombruk av byggevarer*. Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf (Hentet: 10.01 2022).

Klimabaserte energikrav til bygg (2021). Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/horinger/hoyringer/klimabaserte-energikrav-til-bygg/>.

Kyllingstad *et al* (2020) *Hus på vei, hus i veien*. Tilgjengelig fra: https://www.nyeveier.no/media/gczjncpg/10214672_tvf_rap_001_mulighetsstudie-hus-p%C3%A5-vei-hus-i-veien.pdf (Hentet: 07.03 2022).

Leland, B. N. (2008) *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. Tilgjengelig fra: https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf (Hentet: 21.04 2022).

Marton, I. (2019) *Ombruk er krevende, men ikke umulig*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/ombruk-er-krevende-men-ikke-umulig/> (Hentet: 12.01 2022).

Røyrane, E. og Apneseth, O. (2018) *Klyngetunet : den norske landsbyen*. Leikanger: Skald.

Startar med riving og flytting (2019). Tilgjengelig fra: <https://www.forsvarsbygg.no/no/nyheter/nyhetsarkiv-kampflybase/startar-med-riving-og-flytting/> (Hentet: 28.04 2022).

Ytterstad, E. G. (2018) Omkast - et vitensenter for ombruk på Haraldrud: NTNU. Tilgjengelig fra: https://bibsys-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=BRAGE11250%2F2569637&vid=NTNU_UB&search_scope=default_scope&tab=default_tab&lang=no_NO&context=L (Hentet: 21.04.2022).

Aasen, A. (2019) Innsamling og flytting av bygningar til

friluftsmuseum i nyare tid: UNIVERSITETET I OSLO. Tilgjengelig fra: <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/73799/Masteroppg-ve-Anita-Aasen.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 18.03.2022).

7 Vedlegg

V1 Dialog med Stein E. Graven fra Øverbygg AS

Bacheloroppgave, brannkrav og laftebygg



Sindre Kåseth

Til: seg@overbygg.no



to. 19.05.2022 14:22

Hei, refererer til telefonsamtale med deg tidligere i dag med spørsmål angående brannmotstand og brannprosjektering av laftebygg. Kan jeg sitere deg på dette utsagnet:

«En tradisjonell, laftet vegg i gjennomgående tømmer, er en preakseptert ytelse som oppfyller kravet til brannmotstand i bærende konstruksjon for en bygning i brannklasse 1. Så lenge avstanden til neste bygning er 8 meter eller mer er det i praksis ingen spesifikke krav til dokumentasjon av brannmotstand på boliger og fritidsboliger med laftede yttervegger. Er avstanden kortere må det gjøres en analytisk prosjektering ved å følge NS-EN 1995, del 1-2, Brannteknisk dimensjonering.»

Sindre Kåseth
994 64 094

← Svar

→ Videre send



Stein E Graven <seg@overbygg.no>

Til: Sindre Kåseth



to. 19.05.2022 15:01

Ja,
Du kan sitere meg på dette utsagnet.

Du er ikke den første som jobber med problemstillingen: https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/spfr-a16-20229-brannsikkerhet-i-bygg-med-massivtre_spfr-2017.pdf

Laft sammenligner seg med massivtre også i andre sammenhenger, så det er ikke irrelevant å ha denne rapporten "i bakhodet". Fortrinnet laft har kontra massivtre, er at delaminering ikke er en like stor faktor.

Massivtre opererer med tynnere sjikt, mens laft enten er heltre eller limtre med 40-50 mm tykke lameller.

Vi har bygd mange sk Duplex leiligheter i Åre, Oppdal og andre plasser- der står noen av enhetene kun 3-4 meter fra hverandre. Der fikk vi Rambøll til å gjøre en beregning mtp brannsikkerhet.

Konklusjonen var (kortversjon) 6" lamell laftetømmer, 154 mm veggtykkelse var ok. Vinduer på fasader som vendte mot nabobygg måtte lages med ekstra brannmotstand for å oppfylle krav til EI30.

Lykke til med oppgaven- vil gjerne høre hvordan det går!

Med vennlig hilsen
Stein E

V2 Skisse til byggekonssept for videre arbeid

Dette er kun en meget enkel tegning for å vise som skisseres som byggekonssept til videre arbeid i kapittel 5.1.

