



# HUS PÅ VEI, HUS I VEIEN

BYGNINGER, OMBRUK OG SIRKULÆRØKONOMI

MULIGHETSSTUDIE

**Multiconsult** LINK ARKITEKTUR



# Rapport

**Oppdrag:** Hus på vei, hus i veien

**Emne:** Mulighetsstudie ombruk og flytting av bygninger

**Oppdragsgiver:** Nye Veier AS - kontaktperson: Jon Terje Ekeland

**Oppdragsleder:** Svein Kyllingstad

**Utarbeidet av:** Frans-Arne H. Stylegar, Svein Kyllingstad, Arne Førland-Larsen, Robin

Sæterøy, Eirik Rudi Wærner, Tanja Røskar, Karoline Brekke Lauvrak

**Ansvarlig enhet:** 10232040 Spesialrådgivning Sør felles

**Dokumentkode:** 10214672-TVF-RAP-001

Juni 2020

Forsidebilde: Tordenskjolds gate 20 på vei fra indre by i Kristiansand til «Bygada» på det nye friluftsmuseet i byen i 1959. Privat foto, utlånt av K. Mæsel.





# Innhold

<b>1 Sammendrag</b>	<b>6</b>	<b>6 Herdalen som case</b>	<b>34</b>
<b>2 Innledning</b>	<b>8</b>	6.1 Områdevurdering	34
<b>3 Begreper og definisjoner</b>	<b>10</b>	6.2 Eksisterende bygninger	35
<b>4 Ombruk av bygninger</b>	<b>12</b>	6.3 Økonomiske vurderinger	38
4.1 Hvorfor ombruk?	12	<b>7 Klimagassregnskap</b>	<b>40</b>
4.2 Ombruk og flytting som byggeskikk	14	7.1 Livsløpsvurdering og klimagassregnskap	40
4.3 Lover og forskrifter	20	7.2 Tilnærming og metodikk	40
4.4 Avfall og ombruk	23	7.3 Ombruksscenarier og livsløpsfaser	42
<b>5 Ombruk i praksis</b>	<b>24</b>	7.4 Oppsummering og vurderinger	42
5.1 Ombruk på stedet	24	<b>8 Veien videre</b>	<b>48</b>
5.2 Gjennomføring av flytting av bygninger	29	8.1 Anbefalinger	48
<b>Vedlegg: Klimagassberegninger</b>		<b>9 Litteratur og kilder</b>	<b>49</b>

# Sammendrag

Multiconsult Norge AS og Link Arkitektur er engasjert av Nye Veier AS for å gjennomføre et mulighetsstudie knyttet til ombruk av hus som innløses i forbindelse med store samferdselsutbygginger. Dagens praksis innebærer i hovedsak at innløste hus rives, og bare unntaksvis flyttes. Flytting av hus i stor skala, eller systematisk ombruk av bygningsdeler, blir i liten grad vurdert.

Mulighetsstudiet har fokus på miljø og sirkulærøkonomi, kostnader ved ombruk/flytting i forhold til riving/sanering, forhold knyttet til bygningsvern og muligheter og begrensninger ved eksisterende lovverk og forskrifter når det gjelder alternativer til riving.

Mulighetsstudiet tar i hovedsak for seg nyere eneboliger i tre og andre mindre bygninger, da dette anses som mest aktuelt ift. Nye Veiers samfunnsoppdrag. Vi antar at kostnadene vil være lavere, og klimagevinsten større, ved ombruk av tradisjonelle tømmerbygninger.

Nye Veier har ervervet flere bygninger i Herdalen i Lyngdal kommune i forbindelse med planlagt ny E39 gjennom området. Denne bygningsmassen er benyttet som case i mulighetsstudiet.

Å flytte et hus fra en tomt til en annen er et søknadspliktig tiltak etter plan- og bygningsloven § 20-1a. Bygningene må oppfylle de samme

kvalitetskravene som nybygg oppført av nye materialer. Byggteknisk forskrift (TEK17) må derfor ivaretas. Kommunen kan imidlertid dispensere fra dette.

Når det gjelder ombruk av byggevarer, er regelverket uklart. Det kan se ut til at kravene er så strenge at det er umulig å ombruke byggevarer, men vi diskuterer dette i rapporten uten at det gis en entydig konklusjon.

Det samme gjelder for ombruk av byggevarer som inneholder farlige stoffer. I noen få tilfeller er det klart at det er forbudt å ombruke byggevarer, men dette er ikke tydelig for en rekke byggevarer. Nærmere utredninger er nødvendige.

Det klimamessige i forhold til reduksjon av klimagassutslipp ved ombruk av bygg er konseptuelt vurdert for tre ombruksprinsipper. Ombrukprinsippene er fra makronivå med direkte ombruk og flytting av samlet bygg, til et mikronivå der deler av byggets byggematerialer ombrukes i nye bygg. De tre hovedprinsippene for ombruk er:

- > Ved direkte ombruk flyttes hele bygningen til en ny tomt.
- > Ombruk av bygningselementer innebærer at en eksisterende bygning deles inn i mindre elementer, som hele veggskiver, etasjeskiller

eller partier av tak, eller at huset regelrett deles i mindre og mer håndterbare elementer.

- > Ombruk av materialer og enkeltkomponenter. Eksisterende bygg kan brytes ned til sine basiskomponenter som kledning, vinduer, dører, trelast/bjelker, isolasjon, søyler, takstein, fast innredning, gulv mv.

For direkte ombruk er det videre vurdert løsninger der ombruk kombineres med energioppgradering av bygningen. Oppgradering omfatter endring av energiforsyning fra el oppvarming til varmepumpe, og dels energioppgradering av klimaskallet på bygningen.

Hovedfunn fra analyser og vurderinger er:

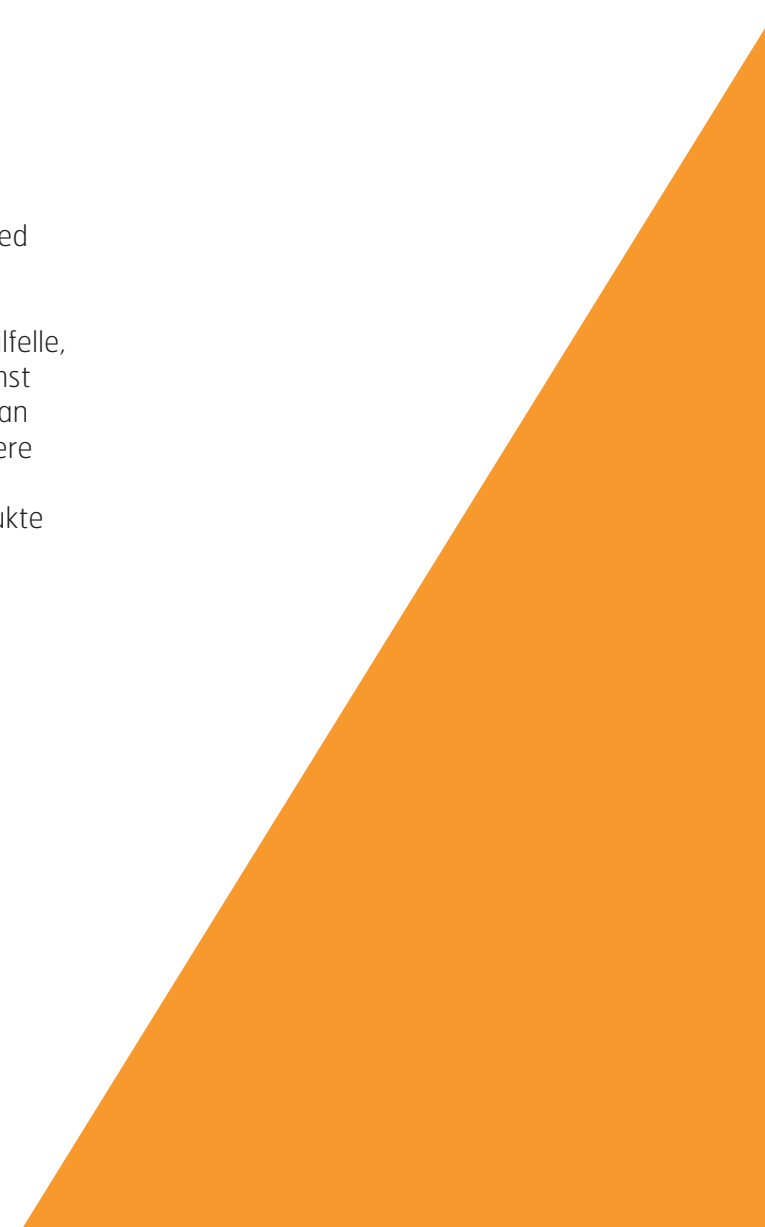
- > Direkte ombruk med oppgradering av energiforsyning med varmepumpe gir størst reduksjon i klimagassutslipp, ca. 11%.
- > Direkte ombruk med energioppgradering av klimaskall og elektrisk oppvarming, gir litt lavere reduksjon av klimagassutslipp, ca. 8 %.
- > Ved direkte ombruk uten energi-oppgradering vil utslipp ved ombruk overstige utslipp for nybygg, først og fremst pga. nesten dobbelt så høye utslipp forbundet med energibruk i driftsfasen av bygningen.

- > Det er et potensial for ombruk av bygningselementer når det gjelder materialgruppen vinduer, for yttervegger, yttertak, dekker (gulv), ytter- og innerdører, samt for innervegger.
- > Potensialet for ombruk av materialer er størst for materialgruppene isolasjonsmaterialer, bjelker og stenderverk i tre, samt fasadekledning i tre og takstein.
- > Ombrukes vinduer, ytterdører, innerdører, yttertak, yttervegger, innervegger og innvendige dekker samlet, kan det oppnås en reduksjon i klimagassutslipp på ca. 9 %.

De direkte prosjektøkonomiske forholdene knyttet til hvert enkelt objekt er preget av stor usikkerhet i tidlig fase. Gjennomgående er det store faste kostnader knyttet til riving, ombruk og flytting, og enhetsprisene vil kunne bli lavere ved flere objekter og større entrepriser. Generelt vil det være mindre usikkerhet rundt kostnadene ved riving, men da eliminerer man også eventuelle muligheter som følger med en sirkulærøkonomisk tankegang.

Mulighetene for ombruk som beskrives i rapporten, er store for den utvalgte bygningsmassen, men grunnet et lite utviklet marked for

ombrukskomponenter vil det økonomiske nettoresultatet kunne bli noe dårligere enn ved tradisjonell sanering. Man bør vurdere disse kostnadene opp mot fordelene med ombruk. Flytting av boliger må også vurderes i hvert tilfelle, ettersom spesielt ønsket flyttetrasé og tilkomst til bygget påvirker kostnadene betraktelig. Man har også mulighet til å samkjøre flytting av flere objekter for å styre ny markedsverdi ved for eksempel å etablere nye boligfelt med ombrukte hus.



# Innledning

Multiconsult Norge AS er sammen med Link Arkitektur engasjert av Nye Veier AS for å gjennomføre et mulighetsstudie knyttet til ombruk av hus som innløses i forbindelse med store samferdselsutbygginger.

Dagens praksis innebærer i hovedsak at innløste hus rives, og bare unntaksvis flyttes. Unntakstilfellene dreier seg gjerne om enkeltbygninger med høy aldersverdi, og ikke sjelden er det museer som overtar bygningene. Flytting av hus i stor skala, eller systematisk ombruk av bygningsdeler, blir i liten grad vurdert.

I et klimaperspektiv er alle stående bygninger «verneverdige», og ombruk av eksisterende bygningsmasse er en forutsetning dersom klimagassregnskapet skal gå opp. Det er anslått at mer enn 70 prosent av bygningene som kommer til å finnes i 2050, er bygd allerede, og at en fjerdepart av disse er oppført før 1950.

Riving og ombygging har også en økonomisk side: En ny rapport peker på at de 2,6 millioner tonn med bygningsmaterialer som «frigjøres» hvert

eneste år bare i byregionen Amsterdam gjennom sanering og renovering, har en verdi på nesten 7 milliarder norske kroner (Blok et al. 2018).

Mulighetsstudiet har fokus på miljø og sirkulærøkonomi, kostnader ved ombruk/flytting i forhold til riving/sanering, forhold knyttet til bygningsvern og muligheter og begrensninger ved eksisterende lovverk og forskrifter når det gjelder alternativer til riving.

Mulighetsstudiet tar i hovedsak for seg eneboliger i tre og andre mindre bygninger, da dette anses som mest aktuelt for Nye Veiers samfunnsoppdrag. Vi antar at klimagevinsten når det gjelder eldre, tømrede (laftede) bygninger vil være større enn for nyere bygninger, men har ikke gått nærmere inn på dette i studiet.

Nye Veier har ervervet flere bygninger i Herdalen i Lyngdal kommune (Agder) i forbindelse med planlagt ny E39 gjennom området. Denne bygningsmassen er benyttet som case i mulighetsstudiet.





Figur 1. Store veiutbygginger får ofte store konsekvenser for hus og bygningsmiljøer. Her fra kulturmiljøet i Herdalen, Lyngdal kommune, med planlagt ny vei. Illustrasjon: Statens Vegvesen/Multiconsult.



# Begreper og definisjoner

<b>Byggevarer</b>	En byggevarer er definert som enhver vare eller ethvert byggesett som er produsert og bragt 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.
<b>Byggteknisk forskrift</b>	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.
<b>CE-merking</b>	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 byggevarerforordningen (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 produkttegenskaper gjennom en ytelseserklæring (DoP), der produsenten forplikter seg til å levere produktet med de angitte egenskapene.
<b>CO<sub>2</sub>-ekvivalent</b>	Enhet som brukes i klimagassregnskap for forståelse/forenkling. Enheten tilsvarer den effekten en gitt mengde CO <sub>2</sub> har på den globale oppvarmingen over en gitt tidsperiode (som regel 100 år). Øvrige drivhusgasser omregnes også til CO <sub>2</sub> -ekvivalenter.
<b>Farlig avfall</b>	Avfall som ikke kan behandles sammen med annet avfall fordi det medfører alvorlige forurensninger eller fare for skade på mennesker og dyr. Avfall som inneholder helse- og miljøskadelige stoffer over konsentrasjonsgrenser i avfallsforskriften, er farlig avfall.
<b>Gjenvinning</b>	Bearbeide eller behandle avfall for å erstatte andre ressurser.
<b>Innebygget energi</b>	Mange byggevarer er produsert med stort energiforbruk, som betong og glass. Ved kassering kan denne energien utnyttes dersom produktet gjenvinnes. Kassert glass kan smeltes om til nytt glass, med vesentlig lavere energiforbruk enn hvis det skulle vært laget av «jomfruelige» materialer. Når man knuser betong, utnytter man imidlertid ikke den innebyggede energien, men dersom man kan ombruke betongen som betongelementer, gjør man det.
<b>Klimagasser</b>	Gasser som påvirker klimaet ved å virke inn på jordens og atmosfærens strålingsbalanse.
<b>Klimagassregnskap</b>	Livsløpsberegninger for en bygning med tilhørende funksjoner – summen av direkte og indirekte utslipp av klimagasser over en gitt levetid. Betegnes også som beregning av karbonfotavtrykk eller klimagassfotavtrykk.
<b>LCA – livsløpsvurdering</b>	Sammenstilling og evaluering av inngangsfaktorer, utgangsfaktorer og de potensielle miljøpåvirkningene til et produkt eller system gjennom dets livsløp.

<b>Livsløp</b>	Stadier i et produktsystem som følger etter hverandre og er sammenkjedet, fra anskaffelse av råmateriale eller fremskaffelse av naturressurser til den endelige avhendingen.
<b>Miljøkartlegging</b>	Ved alle tiltak i eksisterende byggverk skal det foretas en kartlegging av bygningsdeler, installasjoner og lignende som kan utgjøre farlig avfall. Farlig avfall skal også kartlegges der det ikke er krav til byggesøknad.
<b>Ombruk</b>	Bruk av bygning eller del av bygning i sin opprinnelige form og utførelse. Også kalt gjenbruk.
<b>Resirkulering</b>	Operasjon med gjenvinning der avfallsmaterialer produseres om til produkter, materialer eller stoffer som kan anvendes for det opprinnelige formålet eller andre formål.
<b>Sefrak</b>	Sefrak-registreringen ble gjennomført i årene 1975-1995. Bygninger oppført før 1900 ble registrert over hele landet. I Finnmark ble bygninger oppført før 1945 registrert. Kulturminnene ble kartfestet, oppmålt og fotografert. Bygningene i Sefrak-registeret er i utgangspunktet ikke underlagt spesielle restriksjoner. Registreringen fungerer mest som et varsku om at kommunen bør gjøre en vurdering av verneverdien før det evt. gis tillatelse til vesentlige endringer, flytting eller riving. For bygninger som er oppført før 1850 er det lovfestet i Kulturminneloven (§25) at verneverdien skal vurderes før søknad om endring eller riving kan godkjennes.
<b>Systemgrense</b>	Grensesnitt mellom det som omfattes og det som ikke omfattes av en beregning.
<b>Tilstand</b>	Bygningens eller bygningsdelens tekniske, funksjonelle eller estetiske status på et gitt tidspunkt.

# Ombruk av bygninger

Ombruk av bygninger er ikke et nytt fenomen, men grunnlaget for ombruk har endret seg gjennom tidene. Fra gammelt av har det vært tradisjon i Skandinavia for å ta med seg huset når man flyttet, sette flere mindre bygninger sammen eller rett og slett dele opp bygninger i et arveoppgjør. I dag ser vi mer på klimagassregnskap og økonomi.

Dette kapitlet ser på ombruk av bygninger i et historisk perspektiv og i dag.

## 4.1 Hvorfor ombruk?

Produksjon av byggevarer krever mye energi og ressurser. Siden 2. verdenskrig har vi bygd og revet bygninger som om verden var en utømmelig kilde til nye materialer. Det viser seg nå at ressurser til byggematerialer er i ferd med å bli kraftig begrenset. Kina alene produserte mer betong i perioden 2011-2013 enn USA gjorde i løpet av de hundre årene fra 1900 til 2000 (Smil 2013). I Europa er selv sand til støping av betong blitt en begrenset ressurs, og andre steder i verden opererer «sand-pirater» med å stjele sand nattetid og selge det på svartebørsen. Med en forventet vekst i verdens befolkning fra dagens 7 milliarder til 15 milliarder i 2100, og en forventet gjennomsnittlig økning i levestandard til et nivå vi i Norge hadde på 1950-tallet, vil byggevareressurser bli enda mer ettertraktet, og prisene

forventes å øke.

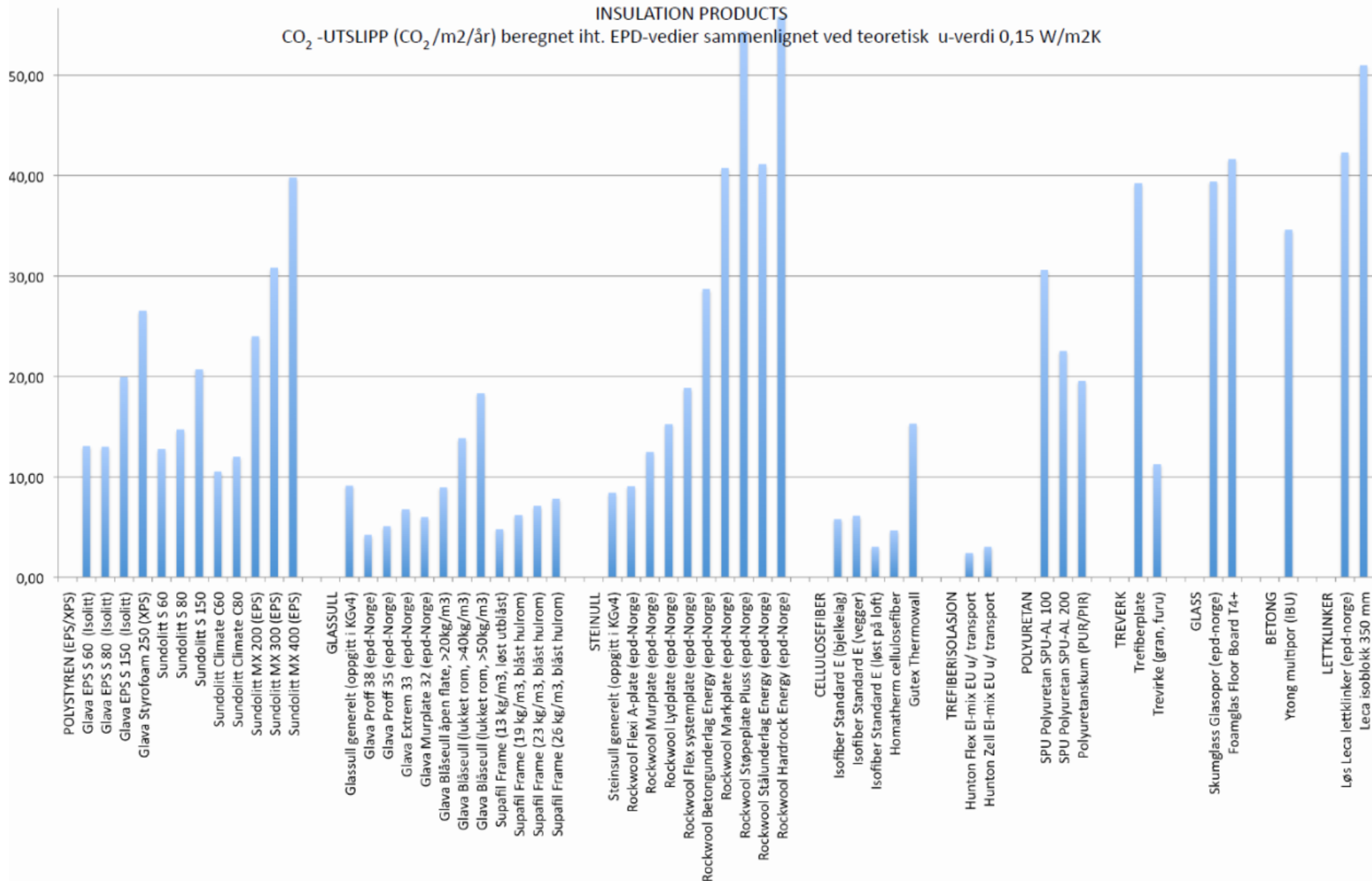
Energiforbruk og annen ressursinnsats fører til utslipp av store mengder CO<sub>2</sub> og andre forurensninger. Betongproduksjon fører til store CO<sub>2</sub>-utslipp, og mange andre byggevarer har også mye innebygd energi, dvs. at det har gått med mye energi til produksjon av varene. Glass er smeltet sand, og inneholder mye energi. Glass bør derfor ombrukes, eller gjenvinnes til nytt glass, og ikke havne på deponi. Plass-støpt betong er vanskelig å utnytte, og ender ofte opp som fyllmasse. Da er all energien som gikk med til å produsere sementen gått tapt, og man utnytter kun betongen som aggregat.

Mange byggevarer, som f.eks. vinduer, er sterkt bearbejdede varer. Jo lenger man kan bruke et vindu, desto lavere blir utslippet pr år. Byggevarer med mye innebygd energi er derfor viktigere å ombruke enn materialer med lite innebygd energi.

# MATERIALVURDERING – ISOLASJONSPRODUKTER

## INSULATION PRODUCTS

CO<sub>2</sub> -UTSLIPP (CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/år) beregnet iht. EPD-vedier sammenlignet ved teoretisk u-verdi 0,15 W/m<sup>2</sup>K



Figur 2. Figuren viser en sammenligning av isolasjonsmaterialer med hensyn til produksjonsrelatert klimagassutslipp knyttet til en fast varmegjennomgangskoeffisient U = 0,15 watt per kvadratmeter Kelvin (W /m<sup>2</sup>K).

## 4.2 Ombruk og flytting som byggeskikk

### 4.2.1 Historikk

Utstrakt ombruk av bygningsdeler og flytting av hus over kortere eller lengre avstander har vært en integrert del av norsk og europeisk byggeskikk gjennom svært lang tid (Christensen 1995:40ff, Zimmermann 2007; se også Sjølie 1995:30f om samisk byggeskikk). En av de eldste bevarte lovtekstene fra nord-europeisk område (Lex Salica, fra begynnelsen av 500-tallet e.kr.) forbyr «hus-ran», og angir strafferammen for «den som frakter et hus vekk fra en annens eiendom uten tillatelse» (Zimmermann 2007:66). Den norske landsloven fra 1200-tallet inneholder også flere bestemmelser om flytting av hus, og ombruk av bygningstømmer og husflytting ser ut til å ha vært vanlig i middelalderen her til lands (Schia 1991:191).

Over det meste av Norge var ombruk og flytting av hus en dagligdags affære. Om bøndene på den treløse vestlandskysten heter det at den vanligste måten å skaffe bygningsmaterialer på, var å kjøpe gamle hus til nedrivning inne i fjordene, mens:

*husmenn og strandsittere gjorde som sneglen: De tok med seg huset når det flyttet. Det var lettere å ta med huset enn å bygge et nytt (Gjertsen 1996:102).*

Hus kunne flyttes over kortere eller lengre avstander. Fra nærområdet til herværende mulighetsstudie kan nevnes at det såkalte Jakob Olsens hus i Grøndokka (fredet etter lov om kulturminner) ble flyttet til sin nåværende

plassering fra Kristiansand omkring 1820, mens ærverdige Hald i Mandal i sin tid stod i uthavna Loshavn i Farsund. Noe mindre kortreiste hus er representert ved bolighuset på Harkmark Mølle (Mandal), som ble flyttet fra Haugesund i 1850-årene, og et skipperhus i Reivåg i Farsund, som skal være hentet i Russland på slutten av 1700-tallet.

Ikke sjelden viser bygningsarkeologiske undersøkelser av eldre, stående hus at de er blitt flyttet mer enn én gang. I Lyngdal (Agder) kjøpte man et gammelt skipperhus i uthavna Sælør og flyttet det inn til bygda for å ta det i bruk som bedehus i 1860-årene. Da man så i 1910 bygde nytt og større bedehus, ble det gamle flyttet til

Dragland, der det fremdeles står og benyttes til bedehus. Gamle hus, og ikke minst materialverdien som tømmeret representerte, var en viktig ressurs. Da det skulle bygges kirke i Nesseby (Finnmark) i 1719, hentet man tømmer henholdsvis fra en forfallen kirke i Vadsø, et brannskadet hus samme sted og nok et hus i Vardø.


Ombruk og flytting av bygninger var altså normalsituasjonen, Særlig tydelig ble praksisen i forbindelse med urbaniseringen og i møtet mellom by og land, dvs. når eksisterende byer brant eller nye byer og bydeler vokste frem i løpet av kort tid. Det var nemlig vanlig at hus fra omlandet ble flyttet til byene. Bygningsstrilene i Bergen og flytting av hus inn til byen i forbindelse med de mange




Figur 3. Et bolighus i Vardø flyttes på 1960-tallet; tomten skulle benyttes til ny yrkesskole i byen, og tømmerhuset ble flyttet til en ledig tomt i nærheten. Foto: Trygve Karlsen/Vardø museum.



**STAVE, ABRAHAM.**  
 Entreprenørforretning,  
 Farsund. Th. 171.



Forretningen ble startet i 1937 av nåværende innehaver, Abraham Stave. Virksomheten omfatter utførelse av alt arbeid i sement, støping, muring og puss samt grunnarbeide, betongbygg, kailegg og husflytting. Firmaet har luftkompressor for



Abraham Staves entreprenørforretning.

fiellsprenging, betongblender for støping, pøseledrivers for kailegg og donkraft for husflytting.

Figur 4. Fremdeles på 1950-tallet kunne et lokalt entreprenørfirma i en norsk by annonsere med at de drev med husflytting.

bybrannene er godt kjent (Christensen 1995:40ff, Kleiveland 1997):

*Det berettes at indbyggerne bygger deres huuse paa det samme Sted, hvor de tømmeret kjøber, der passer og setter dem sammen, tager dem saa fra hinanden, fører dem ind og setter dem op udi byen paa en nat – at om morgenen naar naboerne opstaar, de da finder et hus mere udi gaden end om aftenen da de gik til sengs.»*

heter det derfra på begynnelsen av 1700-tallet (gjengitt etter Brosing 1964:52).

Kristiansand ble anlagt i 1641, og opplevde spesielt rask vekst i tiårene omkring 1700. Folk som drev handel og håndverk i ladesteder og uthavner på hele Sørlandet ble pålagt å flytte til byen, og tok husene sine med seg. Det samme gjaldt de mange dagarbeiderne som trakk til byen fra distriktene rundt og slo seg ned i Kristiansand. Senere foregikk flytting av hus i stor stil til nye forsteder og byutvidelser som Vålerenga, Værlesanden i Moss, Vaterland i Fredrikstad, Gamle Stavanger, Svartlamon i Trondheim og mange andre, over hele landet.

Eksemplene er svært mange, og gjelder både enkle driftsbygninger og større bolighus. I tettstedet Brekstad, som blir sterkt berørt av utbyggingen av kampflyplassen på Ørlandet, anslås det at 80 prosent av de bygningene som havner i rød støvsone, har vært flyttet på et tidspunkt.

I en større sammenheng var det overgangen fra hus med jordgravde stolper til laft (og stav) i vikingtid og middelalder som la forholdene til

rette for flytting. De tradisjonelle stolpehusene hadde relativt kort levetid, og det var dermed mindre aktuelt å investere i husflytting, bortsett fra i områder der tilgangen på bygningstømmer var begrenset.

Laftetradisjonen på den skandinaviske halvøya og i Øst-Europa gjorde ombruk av bygningstømmer og transport av hele bygninger til en relativt enkel affære, men også hus oppført i bindingsverk og andre stående tømmerkonstruksjoner, med tappe- og innfellingssystemer uten bruk av spiker, kunne flyttes – og ikke sjelden ble de det. Uavhengig av konstruksjonsmåte ble fraflyttede bygninger brukt som materialbanker; mursteiner ble rensert og brukt på nytt som de var, mens stein og treverk kunne tilpasses i størrelse og form og benyttes i nye bygninger. Ombruk var også et nøkkelord for alle som drev med rivingsarbeider; entreprenørene passet på å ødelegge så få bygningsdeler som mulig, og det de ikke selv kunne bruke til egne prosjekter, ble solgt.

Flytting av hus og ombruk av bygningsdeler preget byggeskikken til langt ut på 1900-tallet. I forbindelse med de store utskiftningene på landsbygda fra ca. 1860 og fremover, bevilget Staten 1,78 mill. kr. alene til husflytting (Reinton 1940:205). Fremdeles i årene etter 2. verdenskrig anbefalte Husbanken at man bygde «flyttevennlige hus» enkelte steder i den nordlige landsdelen (Hage 1999:302ff). Samtidig innebar den generelle velstandsøkningen, den stadig mer industrialiserte produksjonen av ferdighus, med endrede materialdimensjoner etc., raske og billige, mekaniserte måter å rive bygninger på og enkel

avfallshåndtering, at flytting og ombruk ble mindre aktuelt i etterkrigstiden. Brukte bygningsdeler og brukte hus endret gradvis status fra ressurs til avfall – først i USA, og deretter i verden for øvrig (Byles 2005).

#### 4.2.2 Nyere praksis og holdninger til flytting av hus

Parallelt med at husflytting som en dagligdags praksis avtok i betydning, vokste det frem en ny og annerledes motivert form for flytting av bygninger. Fra og med slutten av det 19. århundre, og i takt med at jernbane, trådløs telegraf og andre innovasjoner, sammen med den økende urbaniseringen, gjorde verden mindre, fikk enkelte bygninger ny betydning som representanter for det forgangne; de ble verneverdige, og mange hus ble flyttet til små og store friluftsmuseer (Mills 2007). Bare i Oppland fylke ble ca. 500 bygninger flyttet til museer i tiårene som fulgte; det store friluftsmuseet på Maihaugen stod for mange av disse (Mathisen 2007).

Likevel forble denne nye formen for husflytting begrenset i omfang – en virksomhet for entusiaster og spesielt interesserte, og ikke, som før, en integrert del av dagliglivet. Og selv om museene gjennom flere generasjoner, i prinsippet frem til i dag, har fortsatt å flytte hus, har så vel museene som det organiserte kulturminnevernet vært tilbakeholdne i sitt syn på flytting, egentlig helt fra første stund (Hegard 1984:213ff., jf. Sandvig 1920). Flytting ble og blir betraktet

som en absolutt siste utvei for en verneverdig bygning, etter at alle andre alternativer har vært forsøkt. I dag er dette prinsippet nedfelt i ulike internasjonale konvensjoner, med Venezia charteret fra 1964 som det mest kjente. Venezia charteret knesetter autentisitet som overordnet prinsipp (Gregory 2008). I artikkel 7 heter det at

*et kulturminne ikke kan skilles fra den historien det bærer vitnesbyrd om eller den sammenhengen det opptrer i. Flytting av hele eller deler av et kulturminne kan ikke tillates, unntatt i tilfeller der det er helt nødvendig for å bevare kulturminnet eller det er begrunnet med avgjørende nasjonale eller internasjonale hensyn.*

Geografen og kulturhistorikeren Stephen Mills oppsummerer sin diskusjon om autentisitet og husflytting med at

*moved buildings perhaps need a health warning: 'Beware: this relocated building can seriously challenge your view of the past' (Mills 2007:118).*

Det er symptomatisk at i forbindelse med Riksantikvarens miljøovervåkingsprogram, «Gamle hus da og nå» (2000-2014), som tok for seg tilstanden til Sefrak-registrerte bygninger i utvalgte kommuner, ble hus som er flyttet til ny tomt, registrert som tapt, på lik linje med bygninger som var revet, brent osv. (Dammann 2015).

Det er gode argumenter for at en bygnings kulturminneverdi svekkes ved flytting. Derfor er det bare unntaksvis at kulturminnemyndighetene

initierer flytting eller ombruk av bygninger; flytting er først og fremst en nødløsning som ikke er ønsket. Men dette synspunktet farger også forvaltningens holdninger til bygninger som ikke er underlagt noen form for formelt vern, og kommer bl.a. til uttrykk ved at flytting eller ombruk i liten grad fremstår som aktuelle alternativer til riving i tilfeller der eldre bebyggelse må vike i utbyggingsammenheng, f. eks. i forbindelse med store samferdselsprosjekter.

Et nylig eksempel er bydelen Nyquistbyen i Moss, der 121 bygninger, hovedsakelig fra perioden 1870-1940, men med innslag av vesentlig eldre hus, ble revet i 2018 og 2019 for å gi plass til dobbeltsporet jernbane og ny stasjon i østfoldbyen (Henmo 2018). Den planlagte E18-omleggingen gjennom Bærum vil på sin side medføre riving av 270 nyere hus (Stokke 2018).

Det er også eksempler på at hus som er tilkjent verdi som kulturminner, enten som enkeltbygninger eller som del av et større kulturmiljø, er blitt flyttet i nyere tid. Her skal nevnes omleggingen av Fv43 gjennom Farsund sentrum i 2016, der to eldre hus (del av det verneverdige trehusmiljøet på Vestersiden) ble flyttet av hensyn til det overordnede kulturmiljøet (Statens Vegvesen 2015). Et annet eksempel er etableringen av kampflybasen på Ørlandet, som berører 176 bolighus i rød støysone. 40 av disse bygningene er underlagt kommunalt eller regionalt vern; de som er regionalt vernet, blir bevart på stedet, mens de øvrige er planlagt solgt med flytting som forutsetning. Øvrige hus skal



rives eller selges for flytting (Forsvarsbygg 2019). Interessant nok foregår det også et arbeid for å se på mulighetene for å flytte bygningene samlet, dvs. oppføre dem sammen på et nytt sted (Eriksen & Chronie-De Maria 2019:61f.). Internasjonalt har LKABs flytting av gruvesamfunnet Kiruna fått stor oppmerksomhet (Ravencroft 2019).

Tanken om mer utstrakt ombruk utover i rent antikvariske sammenhenger ble på et svært tidlig tidspunkt konkretisert i Kristiansand, som i 1954 vedtok reguleringsplanen for «Den gamle by» – et sentrumsnært boligområde som skulle gi nytt liv til hus som stod for fall gjennom den pågående saneringen av flere trehuskvartaler i indre by:

*De skal der bygges opp igjen, etter det gamle gatemønster – skjønt en del rommeligere, moderniseres innvendig, får sitt opprinnelige eksteriør, og tas i bruk igjen som boliger – kanskje særlig for eldre mennesker, påpekte daværende byplansjef Erik Lorange (gjengitt etter Stylegar 2017).*

#### 4.2.3 Status i dag

Det har vært økt fokus på bærekraft, også gjennom flytting av hus og ombruk av bygningsmaterialer, i de senere år.

Flytting av hus er tema for LPO arkitekters pågående prosjekt på Svalbard, *Rett Plass Rett Form*. Det skal rives 139 boenheter fordelt på over 30 bygninger i Longyearbyen i forbindelse med skredsikring, i tillegg til 100 bygg i Svea.



Figur 5. Etter tradisjonen Terje Vigns hus, flyttet fra Hesnesøy inn til fastlandet i Grimstad på 1800-tallet en gang. Foto: Multiconsult.

Figur 6. Nyquistbyen i Moss ble revet i 2018 og 2019 for å gi plass til nytt dobbeltspor og ny jernbanestasjon. Foto: Multiconsult.



Prosjektet ser på mulighetene som ligger i ombruk (Lillejord 2019). Multiconsult holder på med en utredning om flytting av hus på Elvesletta nord i Longyearbyen, samt muligheter for å flytte noen av de 139 boenhetene i Lia til Elvesletta (Wærner, 2020).

I Innlandet har Oppland fylkeskommune etablert prosjektet *Bevar Bygg Bevar Klima*, som skal undersøke hva det betyr i klimasammenheng å oppgradere og ta vare på bygningsarven fremfor å rive og bygge nytt, mens Sintefs OPPTRE-prosjekt tar for seg ombruk og renovering av småhus til nesten nullenergibygg (Sørnes et al. 2017; Wagø et al. 2018).

Arkitektkontoret Fragment laget i 2019 publikasjonen *Hus på vei/Moving houses* som sitt bidrag til en utstilling ved Nasjonalmuseet – Arkitektur (Eriksen & Chronie-De Maria 2019). Publikasjonen presenterer tanker rundt og erfaringer med flytting av bygninger og fremtidsperspektiver knyttet til tradisjonell byggeskikk og ombruk.

Ombruk av (nye) byggevarer er tema for en nyere rapport utarbeidet for Direktoratet for Byggkvalitet av Resirqel, Skanska og SOLs (Kilvær et al. 2019).

Mer praktiske eksempler på ombruk og i noen grad flytting av eldre hus finnes også, og først og fremst i mer eksperimentelle boligområder som Svartlamon i Trondheim (Standal 2018) og Homeruskwartier i Almere (Koole 2014). Sistnevnte område er basert på selvbygger-prinsippet, mens lokale myndigheter står for tilrettelegging

og infrastruktur. Homeruskwartier oppviser stor variasjon, med ulike stilarter og gamle og nye hus om hverandre.

I forbindelse med ny E6 gjennom Trøndelag har Nye Veier overtatt 18 hytter på Gullberget Camping i Levanger. Campinghyttene, opprinnelig oppført på 1990-tallet og frem til tidlig på 2000-tallet, er av enkel standard og normalt vedlikeholdt. Av klimahensyn, og for å unngå kostnader ved riving, besluttet man å forsøke å avhende hyttene.

Selve salget og flytteprosessen ble satt bort. Gjennom kanaler som finn.no og en nettauksjon kom det inn bud på samtlige hytter; i skrivende

stund er alle 18 enheter solgt, og 12 er allerede flyttet til ny tomt. Det ble stilt krav om at transporten skulle gjennomføres etter gjeldende regelverk, og transportfirmaet deltok på fellesvisningen som ble avholdt. Hyttene har fått nye bruksområder. Noen vil benytte hytter til jaktbuer, mens én hytte nå blir utstyrsbod for et ungdomslag. Prosjektet skapte stor lokal interesse, og samlet sett kom en bedre ut av det økonomisk og miljømessig enn om man hadde valgt å rive hyttene.

#### 4.2.4 Nye tendenser internasjonalt



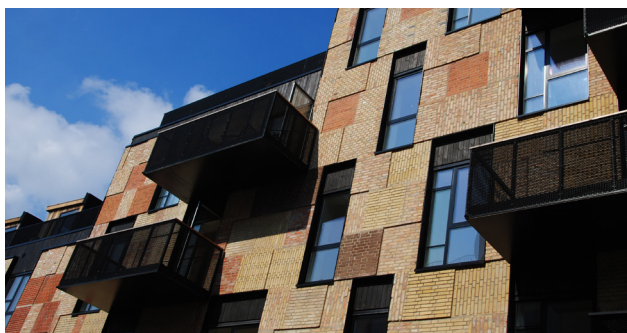
Figur 7. Ombruk er gammel tradisjon i Norge. Her har en utrangert båt fått nytt liv som skjå i Krampenens, Varanger. Foto: Multiconsult.

**Nye Veier - E6 Trøndelag**  
5. mars · 🌐

Fortsatt ikke planer for påskeferien, sier du? Hva med å feriere i din egen nyinnkjøpte campinghytte? 😊👍 Nå har du muligheten fordi vi selger 18 campinghytter som tidligere tilhørte Gullberget camping. Les mer om hyttene og legg inn bud på crifo.as. 🏠💛#happycamping #glamping Crifo As Trondheim



17 26 kommentarer 11 delinger



Figur 8. Stor interesse for campinghyttene på Gullberget. Skjermdump fra Facebook.

Figur 9. Fra Ressourcerækkerne i København. Foto: Multiconsult.

I en noe større målestokk vil vi trekke frem Lendager Groups boligprosjekt i København, Ressourcerækkerne, som bl.a. ombruker gamle teglfasader fra Carlsbergs bryggerier – skåret ut i firkantede moduler, forarbeidet og stablet, og trematerialer fra byggearbeidene på Københavns Metro, samt belgiske Rotors ombruk av bygningsmaterialer fra nyere kontorblokker og Lacaton & Vassals «retrofitting» av etterkrigstidens boligblokker i Frankrike (Devlieger 2019, Druot et al. 2007, Wainwright 2020).

Disse fokuserer dels på å oppgradere og tilpasse eksisterende bygninger heller enn å bygge nye, og dels på stående bygninger som materialbanker, «urbane gruver» spekket med ressurser som kan ombrukes i nye byggeprosjekter. Dette er også utgangspunktet for det EU-finansierte prosjektet BAMB/Buildings as Material Banks ([www.bamb.eu](http://www.bamb.eu)).

I Nederland har arkitekten Thomas Rau utviklet Madaster ([www.madaster.com](http://www.madaster.com)), en database over materialer i eksisterende bygninger og hvilket ombrukspotensiale de representerer. Et av Raus grep er såkalte «materialpass», dvs. digitale «pass» med opplysninger om egenskaper og verdi for hvert enkelt materiale i et byggeprosjekt (Opray 2019). Andre arbeider med å utarbeide lignende «materialpass» (Heinrich & Lang 2019).

Slike ideer er i ferd med å få innpass også hos offentlige myndigheter. I Amsterdam samarbeider Thomas Rau med lokale myndigheter om å katalogisere bygningsdeler i byens offentlige bygninger og utstyre dem med materialpass. I

forslaget til ny regional plan for London foreslås det at alle nye planinitiativ skal inneholde en erklæring om sirkulærøkonomi som viser hvordan de enkelte bygningsdelene kan demonteres og ombrukes (The London Plan 2019).



### 4.3 Lover og forskrifter

Å flytte et hus fra en tomt til en annen er et søknadspliktig tiltak etter plan- og bygningsloven §20-1a. Bygningene må oppfylle de samme kvalitetskravene som nybygg oppført av nye materialer. Byggteknisk forskrift (TEK17) må derfor ivaretas.

Dette kapittelet ser på de forskjellige lovene og forskrifter som er gjeldende for denne type tiltak.

#### 4.3.1 Flytting av hele hus

Det stilles mange krav til nye bygninger. Det gjelder blant annet krav til ytre miljø (kapittel 9), konstruksjonssikkerhet (kapittel 10), sikkerhet ved brann (kapittel 12) og inneklimate og helse (kapittel 13). Oppfyllelse av alle krav til bygget og materialene som inngår, må dokumenteres i henholdsvis kapittel 3 og dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) i kapittel 4. Dokumentasjonen skal sikre at bygget oppfyller kravene i TEK17 og gi viktig informasjon til fremtidig eier og forvalter av bygget.

Pbl§31-2 fjerde ledd åpner imidlertid for at kommunen kan gi tillatelse til rehabilitering av eksisterende bygg når det ikke er mulig å tilpasse byggverket tekniske krav uten uforholdsmessige kostnader.

#### 4.3.2 Dokumentasjonskrav for byggevarer

Regelverket rundt ombruk av byggevarer er

komplisert. I utgangspunktet er det TEK som gjelder, og det overordnede er at det bygges gode bygg med god kvalitet. *Byggteknisk forskrift* skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi (TEK17 § 1-1). Kravene til dokumentasjon av byggevarers egenskaper støtter opp under dette, ved å kreve dokumentasjon av egenskaper til byggevarer som bygges inn i bygg (byggevareforskriften).

Omsetning av byggevarer i Norge er regulert av *byggevareforskriften* (DOK), som gjennomfører *byggevareforordningen* (forordning (EU) nr. 305/2011) i norsk rett. Byggevarer er ikke et sluttprodukt, og man må derfor vite hvilke ytelser en byggevare har for å sikre at bygninger oppfyller de tekniske kravene i byggteknisk forskrift. Alle byggevarer skal derfor ha dokumenterte egenskaper.

Byggevareforordningen slik den er utformet i dag, omtaler ikke ombruk av byggevarer. Ettersom reglene i dag ikke er spesielt innrettet mot ombruk, innebærer dette at distributører av ombrukte byggevarer kan få omfattende krav til dokumentasjon. For ombruk av produkter hvor man kan beregne egenskapene vil disse kravene være enklere å oppfylle. Mens for ombruk av produkter hvor man må teste produktet for å vite egenskapene (for eksempel for isolasjonsverdi på vinduer), vil dokumentasjonskravene kunne være kostnadskrevenende.

Ingen lover eller forskrifter har tilbakevirkende kraft, derfor gjelder dokumentasjonskravene etter DOK kun for byggevarer produsert etter 2013, da byggevareforordningen trådte i kraft. Før dette var det byggevaredirektivet som gjaldt, og dermed gjelder andre regler. Byggevaredirektivet trådte i kraft i 1989, derfor gjelder det enda et sett regler før denne tid. Det kan være svært problematisk å finne relevant dokumentasjon for byggevarer produsert før 2013.

Byggevareforordningen er helt innrettet på nyproduksjon av byggevarer i fabrikk. I figur 10 er det gjort et forsøk på å forklare prosessen med dokumentasjon av byggevarer, og hvordan ombruk av byggevarer kommer inn i dette. Den øverste delen tar for seg hvilken periode byggevaren er produsert i. Under dette kommer noen unntak, som gjelder antikvariske materialer, byggevarer som ikke er serieprodusert, og byggevarer som er produsert på byggeplassen. Nederste bolk tar for seg dagens regime med dokumentasjon av byggevarer. Hvis det finnes en harmonisert produktstandard, er det obligatorisk med CE-merking. Det finnes rundt 500 slike standarder. Hvis det ikke finnes en standard, er det frivillig å CE-merke. Da må man eventuelt få laget en EAD (Europeisk bedømmelses-dokument), og deretter lage en ETA (Europeisk teknisk bedømmelse) av byggevaren. Når dette er gjort, kan man lage en CE-merking og en ytelseserklæring.

Det er de vesentlige egenskapene som er relevante for grunnleggende krav til byggningskonstruksjoner som skal dokumenteres.

Dette kan være:

- > Mekanisk motstandsevne og stabilitet
- > Brannsikkerhet
- > Hygiene, helse og miljø
- > Sikkerhet og tilgjengelighet ved bruk
- > Vern mot støy
- > Energiøkonomisering og varmeisolering
- > Bærekraftig bruk av naturressurser

Ikke alle egenskaper til en byggevare må dokumenteres. Varens egenskaper skal dokumenteres i den grad de er nødvendig for å vurdere egnethet til bruk i byggverk. Minst én av egenskapene må dokumenteres (for å unngå «tomme» deklarasjoner).

En CE-merket byggevare kan være laget for helt andre klimatiske forhold enn i Norge, derfor er det ikke gitt at enn CE-merket byggevare kan brukes i Norge.

#### 4.3.3 Dokumentasjon av brukte byggevarer

Dersom byggevaren brukes i samme bygg, eller i et annet bygg med samme byggherre, er det ikke behov for å dokumentere ytelsen. Men produktet skal likevel oppfylle kravene i TEK.

Hvis man selger eller gir bort en byggevare, trer

ifølge DiBK dokumentasjonskravet inn, selv om de også sier «at for ombrukte byggevarer må den som omsetter produktet vurdere hvilke egenskaper som bør deklarerer, slik at brukerne kan vurdere om produktet kan benyttes til sitt prosjekt». I henhold til Videncenter for håndtering og genanvendelse af byggeaffald i Danmark, er det ikke entydig klart om CE-merking også gjelder for ombrukte byggevarer. Men en «produsent» av ombrukte byggevarer kan søke om å få utarbeidet en EAD, for så å lage en ETA for byggevaren. Gamle teglsten i Danmark har gjort dette, men det er kostbart og tar flere år å gjennomføre. Hvis man bearbeider en byggevare, slik at den blir til et nytt produkt, må den CE-merkes.

Byggevareforordningen er i hovedsak innført for å sikre at byggevarer kan flyte fritt i hele EU. Dokumenterte byggevarer vil fjerne tekniske handelshindre. Ombrukte byggevarer vil i mindre grad selges over landegrensene, derfor mener vi at kravene til dokumentasjon av brukte byggevarer kan være vesentlig lavere enn for nye. Men bæreevne, brannmotstand og andre vesentlige egenskaper må være ivaretatt.

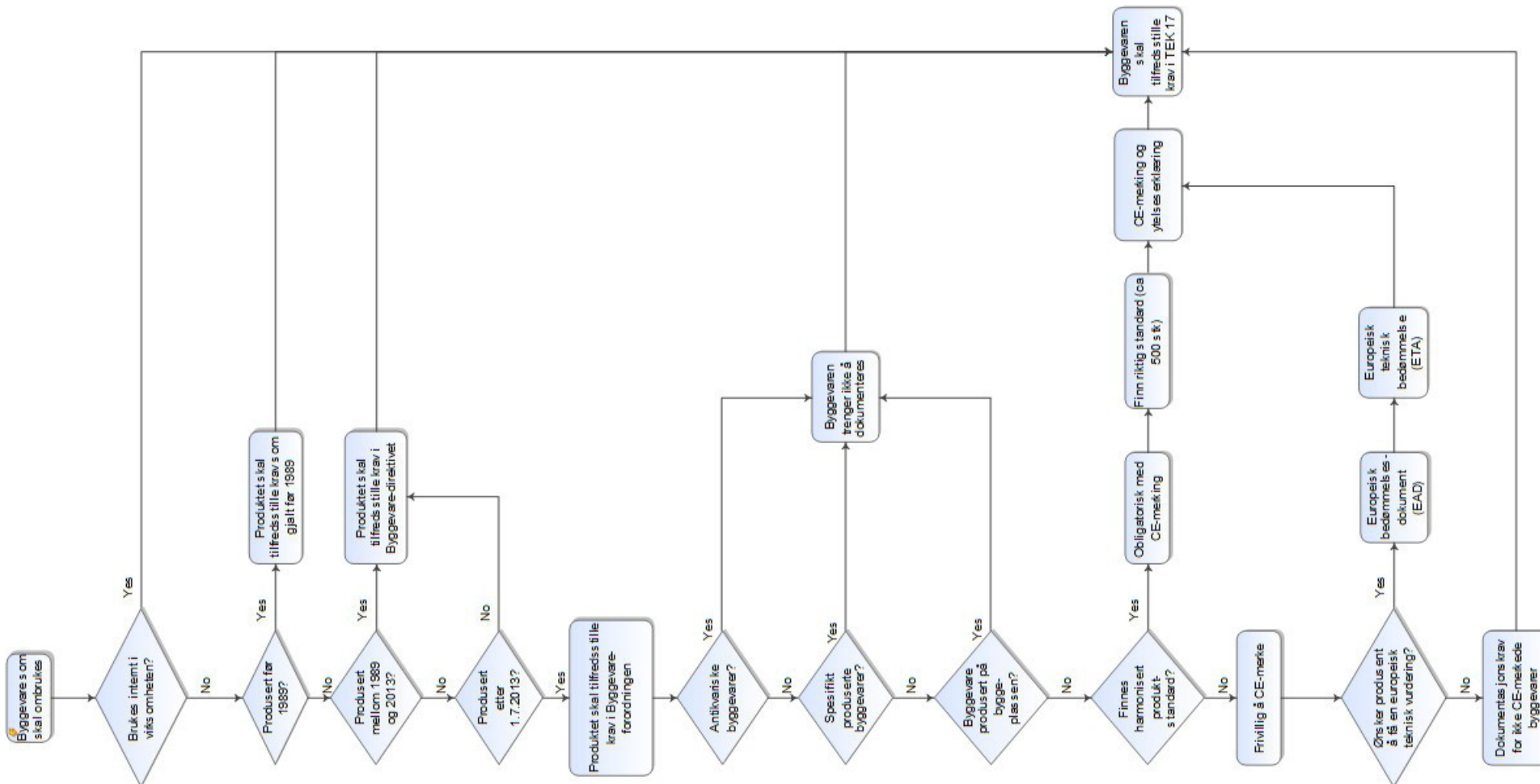
Det sies at en (nyprodusert) byggevare som er godkjent i et EØS-land, også skal godtas omsatt i Norge uten ny prøving og kontroll. Det kan likevel kreves ytterligere produktdokumentasjon i tilfeller der det kan påvises forskjell mellom beskyttelsesnivåene i Norge og andre EØS-land. *Krav om ytterligere produktdokumentasjon må være nødvendig og proporsjonalt.* Vi mener at passusen om proporsjonalitet også må gjelde for

brukte byggevarer.

Den neste problemstillingen blir hvordan man i praksis kan dokumentere en brukt byggevare. La oss si at vi har et brukt vindu. Det finnes en harmonisert produktstandard for vinduer og ytterdører, EN 14351-1:2006. Da må den som skal selge et vindu, kjøpe denne standarden og finne ut av hva man dokumenterer ved nye vinduer, og deretter gjøre en kvalifisert vurdering av hvilke av (eller alle) disse egenskapene som må dokumenteres på nytt. Eventuelt kan man si at byggevaren ikke er CE-merket, og lage en ytelseserklæring for produktet. Alt dette tar tid, og man skal være rimelig sikker på at det man gjør er riktig – og at vurderingene kan ombrukes for mange vinduer – for å rettferdiggjøre tidsbruken.

Det ligger også i kortene at denne dokumentasjonen leder til en eller annen form for garanti på produktet. Men skal en brukt byggevare ha garanti? Vi mener at det ikke er rimelig, i det ingen vil påta seg dette ansvaret for den marginale fortjenesten man har av salget. Dersom man likevel gjennomfører hele dette løpet, kan ombruken av det brukte vinduet stoppe opp fordi vinduet ikke tilfredsstillt kravene til U-verdi i TEK.

Ombruk av byggevarer er i utgangspunktet en marginal butikk, ettersom lønnskostnadene er høye og materialene relativt rimelige, og dokumentasjonskravene stikker alvorlige kjepper i hjulene.



Figur 10. Flytskjema for vurdering av ombruksbyggevarer.

#### 4.4 Avfall og ombruk

EU stiller krav om at 70 % av byggavfallet skal ombrukes eller gjenvinnes, noe vi er langt unna i Norge. Rundt 80 % av CO<sub>2</sub>-utslippet fra et bygg finnes i betongkjernen (fundament, dekker og søyler). Ombruk av bygninger ivaretar begge disse hensynene, men har hatt lite omfang i Norge i senere tid.

##### 4.4.1 Kan bygningsdeler med innhold av miljøfarlig stoffer ombrukes?

Av produktforskriften § 2-1 fremgår det at PCB-holdige produkter ikke kan ombrukes, men alt slikt avfall skal leveres til destruksjon (det er imidlertid ikke noe forbud mot å ha slike produkter, med unntak av PCB-holdige kondensatorer i lysarmaturer).

Det går et skille mellom «byggevarer» og «avfall». Så lenge noe er definert som «avfall», er det plikt til å levere det som farlig avfall dersom vilkårene er til stede. Dette er viktig for å ikke forurense gjenvunne materialer, slik at de ikke kan brukes som sekundære råvarer.

Men så lenge en byggevarer ikke defineres som «avfall», er det noe mer uklart hvilket regelverk som gjelder. Byggematerialer kan inneholde klorparafiner, ftalater, kvikksølv, krom, arsen og så videre. Kan disse ombrukes, eller er det noen bestemmelser i lovverket som slår inn og forbyr eller begrenser dette?

De mest relevante reglene finnes trolig i forurensningsforskriften, produktforskriften, REACH annex XVII, POPs-direktivet og eventuelt annet regelverk. Vår kunnskap om disse regelverkene tilsier at det neppe er noen eksplisitte forbud mot ombruk av byggevarer som inneholder farlige stoffer. Men ombruk av byggevarer med miljøfarlige stoffer reiser noen andre utfordringer, som bør klargjøres. Ombruk av byggevarer skal også tilfredsstillende TEK-17. Da vil det si at dersom man i privat sammenheng skifter ut et trekkfullt koblet vindu med et eldre isolerglass-vindu, vil dette være en forbedring. Men dersom en profesjonell byggherre ombruker gamle tolags isolerglassvinduer i et næringsbygg, vil demonterings- og monteringskostnaden bety relativt mye i forhold til å kjøpe nytt. Når så energibehovet øker i bygningens restlevetid (fordi man bruker vinduer som ikke er optimale), blir likevel det totale miljøregnskapet dårlig.

Det er også «fort gjort» at en miljøkartlegger som skal kartlegge et bygg som er rehabilitert i 2020, ikke tenker på at det kan ha blitt satt inn gamle klorparafin-holdige vinduer i bygget. Dermed vil disse vinduene (som skal leveres som farlig avfall ved kassering) kunne bli definert som ordinært restavfall, og ikke bli behandlet som farlig avfall.

Det er et større arbeid å gjøre den vurderingen som er beskrevet ovenfor, og dette prosjektet tillater ikke dette. Men Multiconsult har beskrevet et prosjektforslag knyttet til dette temaet, som vi håper å få finansiert.

# Ombruk i praksis

Konseptuelle ombruksprinsipper er her illustrert i kategorier fra makro- til mikronivå, der hver kategori har en noe flytende overgang til den neste.

## 5.1 Ombruk på stedet

Mange kontorbygg blir i dag revet, blant annet fordi det er for liten etasjehøyde til fremføring av ventilasjonsluft slik dagens krav er utformet. Mustad Eiendom har i samarbeid med Lendager Group gjennomført omfattende kartlegginger av eksisterende bygninger i egen portefølje.

Hovedkonklusjonen fra disse kartleggingene viser at 86 % av klimapotensialet i oppsirkulering av eksisterende bygg er bundet til betong, enten som plassbygde vegger, søyler og dekker, eller som stål og hulldekker. Det betyr mye for oppsirkulering av eksisterende bygg, men det betyr samtidig at det er spesielt viktig å tenke langsiktig ved nybygg. Ser vi på dagens standard, er det to hovedutfordringer som skiller seg ut:

- > Byggene har brutto etasjehøyder på 3,2–3,5 meter. Det er etter Mustad eiendoms mening 0,5 meter for lite. Både for å kunne tenke alternativ bruk og for å kunne etablere energieffektive systemer for inneklima.

Veidekke har allerede saget løs, jekket opp betongdekker 40 cm, for å få denne etasjehøyden, og deretter støpt dem fast igjen.

- > Formen på byggene er en utfordring i den forstand at selv om de fungerer godt som enkeltstående kontorbygg, er de ikke tilpasset fremtidige bystrukturer.

Dette er beskrevet i rapporten «Avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen – rapport fra workshop 28. november 2019» (Wærner og Tabacaru 2019).

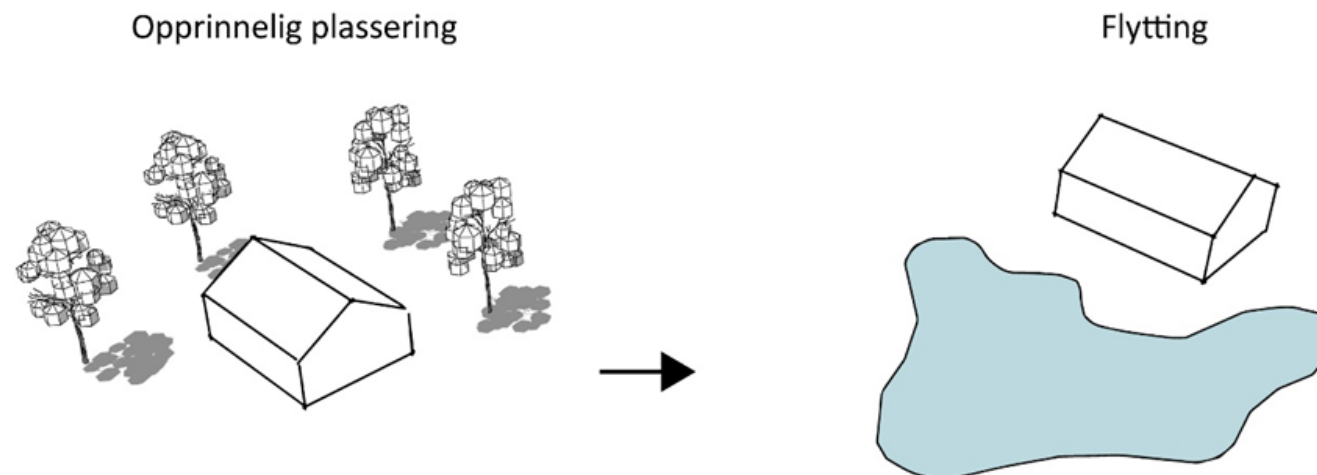
### 5.1.1 Direkte ombruk ved flytting

Direkte ombruk går i hovedsak ut på å flytte den

opprinnelige bygningen i sin helhet til en tomt.

Ved slik flytting er det mulig å ombruke bygget med sitt opprinnelige program på et nytt og tilsvarende sted. Direkte ombruk muliggjør også flytting av bygninger til områder med annen områdekarakter enn den opprinnelige. Eksempelvis kan et hus fra landlig gårdskontekst inngå i et småhusområde i tettbebygde strøk, eller motsatt.

En annen mulighet ved direkte ombruk er å plassere flere flyttede bygninger sammen i et nytt program. Forskjellige småhus kan for eksempel grupperes i tun og danne omsorgshjem, barnehager eller lignende. De kan også settes vegg i vegg, kombinert med utskjæringer, for å danne



Figur 11. Direkte ombruk. Illustrasjon: Link Arkitektur.



større sammenhengende arealer.

Eller de kan stables og kombineres i utallige kombinasjoner, med forbehold om prosjektering og konstruksjonssikkerhet. Direkte ombruk kan være utfordrende med tanke på logistikk. Ved flytting av komplette bygninger kan som eneboliger, er det bare sjeldent at de kan heises rett på en alminnelig lastebil.

Hvis bygninger flyttes hele, vil det også være mer sannsynlig at de bevarer sin opprinnelige estetikk. Dette kan medføre at bygninger med stedstilpasset stil, byggeskikk og utforming blir plassert ute av kontekst, dersom flytteavstandene er store. For alminnelige småhus i tre er sannsynligheten for slik konflikt lav. Mens for boliger skreddersydd til en tomt, enten gjennom tradisjonell eller dataassistert prosjektering, vil avvikene kunne være mer fremtredende.

Til gjengjeld kan flytting av hus til nye steder kunne gi ønsket variasjon og spenning til ellers homogene områder.

### 5.1.2 Ombruk av typehus

Typehus finnes i flere varianter. Moelven produserte seksjonshus, som ble laget ferdig på fabrikk, kjørt på trailer til byggeplassen og montert sammen på en ukes tid. Disse husene er derfor relativt enkle å demontere og flytte. Block Watne produserte precut-hus, hvor hele bygget kom ferdig kappet til byggeplassen, og ble bygget på stedet. Slike hus er derfor vanskeligere å dele opp i

passende seksjoner for flytting. Noen av boligene i Herdalen er av denne typen.

Moelven seksjonshus ble i hovedsak produsert i moduler på 3 x 8 meter. Disse modulene kunne settes sammen på ulike måter og danne helt forskjellige hus. Husene ble levert med 22, 34 eller 45 graders takvinkler, og de to sistnevnte

kunne innredes med plassbygde loftsetasjer. Wærner (2020) har beskrevet hvordan Moelven seksjonshus kan demonteres og flyttes. Det er i prinsippet en enkel jobb når man vet hvordan det skal gjøres. 11-14 viser en billedkavalkade fra demonteringen av et Moelven-hus, som ble flyttet til Maihaugen i 2015.



Figur 12. Her er ytterste seksjon jekket løs, og forbindelser fjernet.  
 Figur 13. Takskivene er lagt ned, og seksjonen løftes på bil.



Figur 14. Neste seksjon løftes vekk. Løftestroppene er festet i stålørerne.  
 Figur 15. Lastebil kjører seksjonene til Maihaugen. Alle fotos: Moelven.

### 5.1.3 Ombruk av bygningselementer

Ombruk av bygningselementer innebærer at man deler eksisterende bygg inn i mindre elementer, som hele veggskiver, etasjeskiller, partier av tak, eller at man regelrett deler et hus i mindre og mer håndterlige elementer.

Elementene kan så ombrukes i nye bygg. Enten direkte med sine eksisterende kledninger, isolasjonssjikt o.l. eller ved at en bytter ut visse sjikt i forbindelse med ombruket. Et aktuelt eksempel på dette er ombruk av et veggelement fra et gammelt til nytt bygg, der det ombrukte veggelementet får ny kledning for bedre å harmonere med de andre delene av nybygget.

En noe flytende overgang til direkte ombruk oppstår når opprinnelige bygninger deles i mer håndterlige elementer og settes sammen på nytt – enten slik det var før, eller på nye måter.

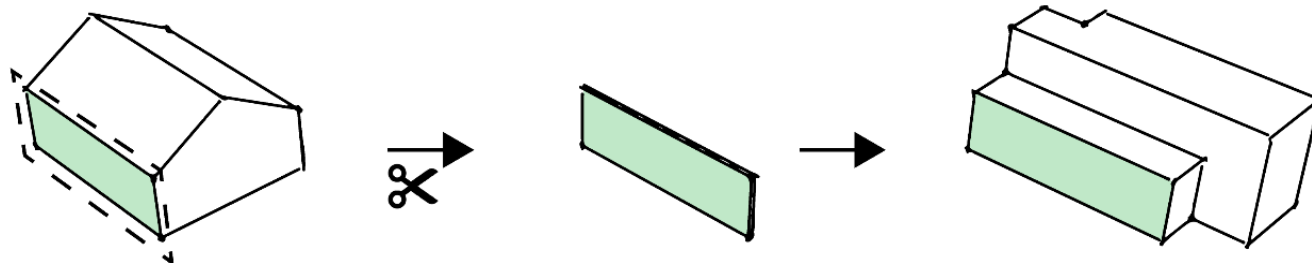
Møbelprodusenten Vitras visningslokaler sør i Tyskland er riktignok et nybygg fra bunnen av, men prosjektets konseptuelle idé illustrerer godt potensialet som kan ligge i ombruk av bygningselementer satt sammen til noe nytt.



Opprinnelig bygg

Bygningselement

Gjenbruk



Figur 16. Vitra House i Tyskland, tegnet av Herzog & de Meuron, 2010.

Figur 17. Ombruk av bygningselementer. Illustrasjon: Link Arkitektur.



#### 5.1.4 Ombruk av materialer og enkeltkomponenter

Eksisterende bygg kan brytes ned til sine basiskomponenter som kledning, vinduer, dører, trelast/bjelker, isolasjon, søyler, takstein, fast innredning, gulv m.v.

Ombruk av eldre byggematerialer og komponenter bringer ofte med seg en fornemmelse av uorden og det vi kan kalle «gerilja-arkitektur». Komponenter fra eldre bygninger harmonerer sjelden i størrelse, stil og estetikk med samtidsarkitektur og nyere byggematerialer.

Dette betyr ikke at denne metoden av ombruk er umoderne eller uegnet. I diskusjonen omkring førstegangs bolig, bærekraft og klimaproblematikk fremstår metoden som høyst aktuell.

Svartlamon eksperimentboliger er et prosjekt av Nøysom arkitekter hvor volumutforming, stedstilpasning, romforløp og planløsning er utarbeidet av arkitektene. Bærende konstruksjoner er i nyoppført reisverk, mens resten er utført som selvbygg av boligens brukere. Hver huseier har selv anskaffet materialene og komponentene som brukt til fasader, vinduer, innvendige overflater, møbler etc.

Prosjektet er et studie i økonomisk boligbygging for dem som ellers ikke hadde hatt midler til dette, der prosjektmål og brukernes individualitet synliggjøres i prosjektets resultater.

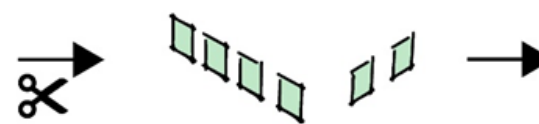
De mindre komponentene denne ombruksstrategien gir, betyr også høyere



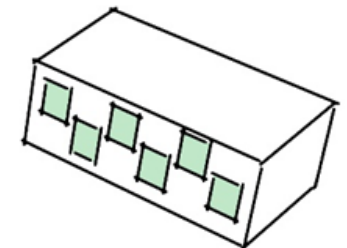
Opprinnelig bygg



Bygningskomponent



Gjenbruk



Figur 18. Svartlamon eksperimentboliger i Trondheim, samarbeid mellom Nøysom arkitekter og brukere som har vært selvbyggere. 2019.

Figur 19. Ombruk av materialer og enkeltkomponenter. Illustrasjon: Link Arkitektur.



fleksibilitet, som igjen kan gjøre det er lettere for planleggere å oppnå sine prosjektmål, det være seg private, samfunns- eller miljøøkonomiske mål.

Kamikatz pub i Japan er et eksempel hvor arkitektene har hatt større grad av styring i prosessen. Hiroshi Nakamura & NAP har brukt kontrasten mellom nye og ombrukte materialer

til å fremheve ombruk i moderne bygg, med klart definerte overganger mellom nye og ombrukte materialer.

Det skal også nevnes at det er mulig å bryte eksisterende komponenter ned til materialnivå, slik at disse kan brukes som byggematerialer i nye sammenhenger. Eksempelvis kan gamle tekstiler

ombrukes som akustiske plater, eller knust glass kan fungere som tilslag i terrazzo-overflater.

Denne strategien kan bidra til at ombrukte materialer bearbejdes slik at deres estetikk ikke er nødt til å bryte med nyere byggeskikk.



Figur 20. Kamikatz Public House i Kamikatsu, Japan. Tegnet av Hiroshi Nakamura & NAP. 2015.



Figur 21. Kamikatz Public House i Kamikatsu, Japan. Tegnet av Hiroshi Nakamura & NAP. 2015.

## 5.2 Gjennomføring av flytting av bygninger

### 5.2.1 Generelt

Hvordan en bygning skal flyttes, hvor mye det koster, og hvorvidt det er mulig avhenger av en rekke faktorer. Bygningens byggemetode, geometri og størrelse, og adkomst/flyttevei er de viktigste.

Flytting av bygninger starter vanligvis med å registrere flytteobjektet. Registreringen skal gi tilstrekkelig underlag for videre planlegging av flyttingen og må inkludere materialbruk, konstruksjonssystem, geometriske og tekniske data og generell tilstand, for å klargjøre hvor egnet bygningen er for flytting og hvilke flyttemetoder som er aktuelle.

Avhengig av hva som finnes av tegninger på forhånd, bør bygningen måles opp og tegninger ajourføres eller tegnes på nytt. Bygninger som skal rehabiliteres tilbake til opprinnelig tilstand må dokumenteres særskilt. Systematisk foto- / videoregistrering kan være et nyttig hjelpemiddel og gir god dokumentasjon.

Aktuelle flyttetraseer må registreres slik at muligheter, begrensninger og nødvendige tiltak kan vurderes. Alle utvendige hjørner på en bygning må måles nøyaktig før ny kjeller eller grunnmur bygges. Spesielt eldre bygninger kan være ute av vinkel og med forskjellig lengde på vegger som skulle vært parallelle og like lange.

Det er en fordel om den nye tomten er mest mulig lik den opprinnelige med hensyn til topografi, klima og grunnforhold. Orienteringen bør om mulig være som før, særlig for umalte hus der himmelretningene har bestemt veggens farge og struktur. Terrenget bør opparbeides slik at grunnmurshøydene blir som tidligere.

Flytting av bygninger kan være risikofyllt, og det oppstår ofte uventede skader under flytteprosessen.

### 5.2.2 Tilstand

Byggets tilstand før flytting påvirker byggets økonomiske verdi, behov for oppgraderinger etter flytting, og i noen tilfeller flyttbarheten. Tilstanden er bygningens eller bygningsdelens tekniske, funksjonelle eller estetiske status på et gitt tidspunkt. Kort sagt, i hvor god stand bygningen eller bygningsdelen er.

Tilstanden betegnes oftest med tilstandsgrader ut fra et referansenivå. Referansenivået er et forhåndsdefinert krav til tilstand som gjelder for objektet. Tilstandsgrad (TG) gis på en skala fra 0 til 3, hvor 0 uttrykker referansenivået. Tilstandsgradene fra 1 til 3 er definert som større eller mindre avvik fra referansenivået. Typisk er TG 1 moderate avvik, TG 2 vesentlige avvik og TG 3 store avvik.

I forkant av eventuell flytting bør det derfor gjøres en tilstandsanalyse. En tilstandsanalyse er en samlet vurdering av bygningen, basert på

bl.a. tekniske undersøkelser, visuell inspeksjon og gjennomgang av grunnlagsinformasjon. Tilstandsanalysen belyser bygningens kvaliteter og eventuelle mangler og skader. En bygnings helhetlige utseende, form eller planløsning er vanligvis ikke del av en tilstandsanalyse, men dette bør også vurderes på lik linje som enkelte bygningsdeler, da dette påvirker den økonomiske verdien og behov for oppgraderinger.

Tilstanden avhenger i svært stor grad av alderen på bygget. Selv om nyere bygg kan ha skader eller være dårlig vedlikeholdt, er tilstanden oftest relativt god. For eldre bygninger er det derimot ofte flere mangler og umoderne løsninger. Typisk for eldre bolighus er mugg- og råteskader, lite isolasjon i gulv, vegger og tak, dårlige vinduer og luftlekkasjer i klimaskall. Slike skader fører til merkostnader med istandsetting til ønsket stand etter flytteprosessen.

I enkelte tilfeller kan tilstanden være så dårlig (på f.eks. bæresystemer) at bygget ikke kan flyttes uten videre, og må renoveres eller forsterkes før en eventuell flytting.

### 5.2.3 Prosjektering

Prosjekteringsbehovet avhenger av flytteprosjektets art, størrelse og kompleksitet. Prosjekteringen skal sikre at flyttingen kan gjennomføres som forutsatt.

Et skisseprosjekt basert på undersøkelser og overslag er ofte nødvendig for å gi tilstrekkelig



beslutningsgrunnlag. Skisseprosjektet kan bestå av følgende elementer:

- > Enkle tegninger og bilder av flytteobjektet
- > Beskrivelse av flytteobjektet med vektanslag
- > Beskrivelse med skisse av ny tomt/beliggenhet og flyttetraseen med høydeforskjeller og hindringer
- > Beskrivelse av flyttemetoden
- > Kostnadsanslag som inkluderer forarbeider, flytting og etterarbeider/istandsetting.

Behovet for videre planlegging og prosjektering er helt avhengig av flytteoppgavens art og størrelse. Dersom man ikke går videre med detaljplanlegging, bør man som et minimum etablere et avtalegrunnlag som definerer omfanget av flytteoppgaven, ansvaret for gjennomføringen og det økonomiske oppgjøret.

Etter at konstruksjonssystemet er klarlagt, flyttevekten eventuelt er beregnet, og flyttemetoden er fastlagt, kan detaljplanleggingen av flytteoperasjonen ta til. Planleggingen bør utføres i nært samarbeid med eller av den entreprenøren eller det transportfirmaet som får ansvaret for flyttingen.

I forbindelse med avstivning av bygningen og overføring av lasten til løfte- og flytteutstyret, bør følgende klarlegges:

- > Bør bygningen flyttes hel eller deles i seksjoner?
- > Hvor bør bygningen skilles fra grunnmur/fundament?
- > Hva må demonteres av innredningen av hensyn til atkomst for flytteaktivitetene, faren for transportkader eller for å oppnå nødvendig vektreduksjon?

#### 5.2.4 Flytting av hele eller store deler av bygninger

For mange bygninger vil det mest hensiktsmessige være å flytte bygningen hel eller i store deler.

Trebygninger er relativt lette og har et oversiktlig konstruksjonssystem. Derfor er det vanligvis enkelt å flytte dem. Murbygninger er vesentlig tyngre enn trebygninger og tåler langt mindre bevegelser/rystelser. De er derfor vanligvis langt mer krevende å flytte. Det gjelder særlig bygninger i eldre murverk med kalkpuss og kalkmørtel. Slike bygninger krever særskilt grundig registrering av tilstanden, bæresystemet og vekten som underlag for planlegging av nødvendig avstivning og underfangning for den aktuelle flyttemetoden.

Flytting av store og tunge objekter som bygninger, involverer ofte spesielle metoder, utstyr og kompetanse. I Norge fins det tilgjengelig transportutstyr som kan løfte og trekke bygninger på opptil ca. 600 tonn og med stigninger på inntil ca. 15 %. Der det er behov for tyngre løft, kan det

suppleres med utstyr fra utlandet.

For avstander på 50–100 m og høydeforskjeller på 0–2 m kan det være aktuelt å etablere glide- eller rullebaner for å flytte bygningen. Bygningen trekkes eller skyves over i ny posisjon og løftes eller senkes ved hjelp av jekker.

Hvis det er mulig å etablere trygge løfteanordninger på bygningen, tilstrekkelig løftekapasitet er tilgjengelig og flytteavstanden er innenfor kranens rekkevidde, kan løfting og flytting med kran(er) være enkelt og rimelig. Eventuelt kan bygningen flyttes i flere etapper ved å forflytte kranen(e). Rigging av store kraner er dyrt. Flytting med kran lønner seg sjelden hvis det er nødvendig med flytting i flere etapper som krever ned- og opprigging av kraner.

Flytting på hjulgående henger er den mest aktuelle flyttemetoden for bygninger hvis transportlengden er mer enn 50–100 m og flyttetraseen er forholdsvis plan. Flyttetraseen må registreres og planlegges grundig med hensyn til:

- > Fri bredde og høyde (underganger, ledninger, skilter, osv.)
- > Stigning og kurver
- > Kjøretillatelse, eskorte, demontering av hindringer osv.

Tilhengerutstyret er meget fleksibelt og kan bygges sammen av hydrauliske boggisett i bredde og lengde tilpasset flytteoppgaven. Det

hydrauliske systemet sikrer samvirke mellom alle hjulparene slik at lasten blir fordelt selv om veibanen har ujevnheter. Lasteplanet kan dessuten holdes horisontalt ved hjelp av det hydrauliske systemet selv om veibanen har en viss helning. Dette er svært viktig fordi en skjevstilling av bygningen gir uheldige påkjenninger. De mange hjulene og den spesielle hydraulikken gjør at kravene til transportveiens bæreevne og planhet er moderate.

Når flytting av bygningen er vedtatt, må man sørge for å ha flytte-/rivetillatelse og nødvendige tillatelser fra veimyndigheter og politi. Forberedende arbeider består ellers av følgende aktiviteter:

- > Tilrigging
- > Demontering/plombering av eksisterende ledninger og kabler
- > Demontering og lagring av inventar, innredning og utstyr som må fjernes før flyttingen tar til
- > Sikring og avstivning av bygningen
- > Eventuell deling i flyttbare enheter
- > Klargjøring av flyttraseen
- > Forberede plasseringen/atkomsten for flytteutstyret
- > Klargjøring av fundamentene/grunnmuren i den nye posisjonen og atkomsten for flyttelasset



Figur 22. Rubjerg fyr flyttes på skinner i oktober 2019. Foto: fyretflytter.dk.

- > Eventuelle skadeutbedringer som er hensiktsmessig å gjøre før flytting.

I tillegg er det i de fleste tilfeller nødvendig å demontere/rive piper, ta av eventuell takstein, og fjerne andre bygningsdeler som ikke kan forventes å tåle flytteprosessen.

Grensene for hva som defineres som forberedende arbeider og hva som tilhører selve flytteprosessen, varierer fra prosjekt til prosjekt, avhengig av flyttemetode. Det er derfor viktig at den som kjenner og har ansvaret for bygningen og den som har ansvaret for selve flytteprosessen, planlegger prosessen i nært samarbeid.

Hovedaktivitetene under selve flyttingen er som regel:

- > Transport og plassering av løfte- og flytteutstyret
- > Frigjøring av bygningen og overføring fra fundamentet til transportinnretningen (dette er ofte den mest kritiske fasen i flytteprosessen)
- > Transport/overføring av bygningen til den nye posisjonen
- > Plassering av bygningen på nye fundamenter/ grunnmur
- > Frigjøring og fjerning av flytte- og løfteutstyret.

Firmaet Bergheim transport i Valdres har flyttet mange hus, blant annet en hytte med peis og hele pipeløpet, samt et toetasjes hus på 30 tonn, se

Figur 23 og Figur 24. De har også flyttet to hus inklusive betongplaten de sto på. Kostnader med flytting varierer fra 100.000 til 700.000, avhengig av kompleksitet og avstand.

Omfanget av nødvendige etterarbeider varierer sterkt fra prosjekt til prosjekt, men hovedaktivitetene er som regel:

- > Fjerning av avstivninger og andre hjelpekonstruksjoner
- > Sammenbygging, dersom bygningen ble delt under flyttingen



Figur 23. Flytting av hytte med peis og pipe intakt. Foto: Bergheim transport.

- > Montering av eventuelle bygningselementer og innredning som ble demontert før flyttingen
- > Generell istandsetting/oppussing.

### 5.2.5 Flytting av hus ved demontering

I mange tilfeller vil de- og remontering være mest hensiktsmessig. Spesielt kan dette gjelde for laftede bygninger eller trebygninger av prefabrikkerte elementer, eller dersom bare deler av bygningen skal bevares.

Det er viktig å dokumentere både før, under



Figur 24. Flytting av hus på 30 tonn. Foto: Bergheim transport.



og etter flytting, ved f.eks. fotografering, videodokumentasjon, oppmåling og tegninger, 3D laserskanning og tekstlige beskrivelser. Det er også svært viktig med god merking av de enkelte bygningsdeler.

Fremgangsmåten varierer fra bygning til bygning, men generelt gjelder det at man begynner demonteringen innenfra og går utover. Det lønner seg å beholde tak og gulv lengst mulig for å holde huset tørt og ha arbeidsplattformer (gjelder selvsagt ikke hus oppført i lafteteknikk). Alle deler må demonteres med forsiktighet og tålmodighet så de ikke skades, men det er ikke til å unngå at enkelte deler blir skadet under arbeidene.

Remontering foregår i motsatt rekkefølge av demontering. Ideelt sett bør en bygning gjenreises umiddelbart etter demontering og transport, av dem som sto for nedtagningen. Ved gjenoppføring kan de støtte seg på det inngående kjennskapet de allerede har til bygningen.

Mellomlagring må planlegges nøye, spesielt hvis det går lang tid fra demontering til remontering. Lagrede materialer må beskyttes mot nedbør, fuktighet fra grunnen og kondens, eventuelt også hærverk og brann.



Figur 25.

Veggømmer er merket, lagret og klart for flytting. Fra Søgne bygdemuseum, Agder, hvis hovedbygning ble demontert, flyttet og gjenoppført i 2019. Foto: Multiconsult.



# Herdalen som case

Som tidligere nevnt er bygningene i Herdalen brukt som case for utregninger og vurderinger i denne rapporten. I det følgende kapittelet presenteres området og bygningenes plansituasjon og vernestatus, og det gis en kortfattet beskrivelse systematisert med foto. Bygningene i studiområdet spenner fra eldre bygninger og rester av bygninger som er registrerte i det såkalte Sefrak-registeret, til nyere bygninger helt frem til 1990-tallet.

## 6.1 Områdevurdering

### 6.1.1 Kulturmiljøet

De berørte bygningene befinner seg på gårdene Herdal, Fladen og Gullknuden i Lyngdal kommune, og er lokalisert i Litleånas dalføre, på heia mellom Lenesfjorden i øst og Lygna i vest. I eldre tid var dette området delt mellom de større gårdene Lene og Rom (Lian 1986). Herdal var ødegård under Østre Rom frem til 1668, og bosatt senest fra 1640-årene. Fladen var ødegård under Lene, ble ryddet på 1600-tallet og regnet som plass under Lene til langt inn på 1700-tallet. Gullknuden ble utskilt fra Oftedal i 1668. Det er ikke gjort gravfunn eller funnet oldsaker som kan føre bosetningen i området tilbake til førkristen tid, men det kan ikke utelukkes at én eller flere av de nevnte gårdene har vært fast bosatt i middelalder og tidligere.

Fra naturens side har Herdalens topografi og beliggenhet gjort dalen til en sentral transportåre gjennom lang tid. Postveien mellom Kristiansand og Stavanger gikk som ridevei rundt Lenesfjorden og gjennom Herdalen frem til 1793, og senere hovedveier fulgte i stor grad samme korridor, enten det nå gjaldt Vestlandske hovedvei eller E18/E39.

Rollen som knutepunkt for ferdselen har videre resultert i at flere sagn har festet seg til Herdal og nabogårdene (Lian 1986).

I lang tid var Herdal også et lokalt industrisentrum. Litleåna ga kraft til gårdskverner og etter hvert til en sag, og i 1890 ble en av Lyngdals bygdemøller



Figur 26. Smia i Herdalen. Foto: Multiconsult.



etablert på Herdal, og fikk stor betydning for jordbruket i området. Ved siden av mølla kom et sagbruk og et elektrisitetsverk (Opsahl 1992), og det ble drevet smedvirksomhet (Eikeland 1981:244f.). Mølla og sagbruket ble revet i forbindelse med omlegging av E18 på 1970-tallet.

### 6.1.2 Plansituasjon og vernestatus

Nye Veier varslet oppstart av reguleringsplanarbeid for E39 Herdal – Røyskår 18. oktober 2019 (Nye Veier 2019a). Planarbeidet forholder seg til kommunedelplan for E39 Fardal – Vatlandstunnelen, vedtatt av Lyngdal kommune i 2016. Området er i dag uregulert.

Verdisetting av og utredning av konsekvenser for kulturmiljøet i Herdalen er gjort i KU for kommunedelplan E39 Fardal – Vatlandstunnelen (Nye Veier 2019b) og områdeplan for E39 Mandal – Lyngdal øst (Statens vegvesen 2016).

I begge dokumenter vurderes kulturmiljøet på Herdal til å ha noe begrenset verdi; henholdsvis «liten til middels» (Statens vegvesen 2016) og «middels» (Nye Veier 2019b). Det påpekes imidlertid at miljøet rommer enkeltbygninger av relativt høy alder, og at kulturmiljøet som sådan er godt lesbart og har regional kunnskaps-, opplevels- og bruksverdi (Nye Veier 2019b).

Konsekvensene av den planlagte E39 blir for Herdals del vurdert som «stort negativt» (Statens vegvesen 2016).

Ingen av bygningene i Herdalen er underlagt noe formelt vern, dvs. at det ikke foreligger vedtak om vern med hjemmel i kulturminneloven eller plan- og bygningsloven.

Flere av bygningene er imidlertid registrert i det såkalte Sefrak-registreret, som omfatter stående bygninger oppført før 1900. Nasjonalt er det ikke knyttet noe særskilt vern til Sefrak-registrerte hus, men kulturminneloven (§25) fastslår en meldeplikt (til regional kulturminnemyndighet) dersom det planlegges vesentlige endringer eller riving av bygninger oppført før 1850 («røde» Sefrak-registrerte bygninger).

Lyngdal kommune har i sin kulturminneplan pekt ut bygningstypene stabbur, kvernhus og utløer som spesielt viktige lokale kulturminner, og det samme gjelder driftsbygninger oppført før 1900 og enhver bygning eldre enn 1850.

Følgende bygninger innenfor studieområdet er Sefrak-registrerte:

- > Våningshus, Herdal 200/1, 2 (Sefrak-ID 1032-0006-059), oppført 1700-1800 (1865 iflg. Norges bebyggelse)

- > Våningshus, Herdal (200/3), Mandalsveien 310 (Sefrak-ID 1032-0006-064, oppført 1850-1875 (1870 iflg. Norges bebyggelse)
- > Smie, Herdal (Sefrak-ID 1032-0006-061), oppført 1800-1850
- > Våningshus, Gullknuden, 202/1 (Sefrak-ID 1032-0006-066), oppført 1850-1875 (1850 iflg. Norges bebyggelse)
- > Sommerfjøs, Fladen (Sefrak-ID 1032-0006-070), oppført 1800-1900

Av eldre dato er også våningshuset i Mølleveien 21 (200/4), som skal være oppført i 1905.

### 6.2 Eksisterende bygninger

Det er i hovedsak middels store og store eneboliger i studieområdet. I tillegg er det en del garasjer og skur, Sefrak-registrerte mindre bygninger og ruiner, samt et middels stort næringsområde. Hoveddelen av boligene er eldre enn 30 år.

Fire av eneboligene, samt et Sefrak-registrert sommerfjøs ligger på Fladen. De øvrige bygningene ligger i Herdalen. En oversikt med foto og enkel beskrivelse over de registrerte bygningene i studieområdet er vist i tabell 1.

### FLATEN 7

Boligbygg på 1. etasje + kjeller, på ca. 200 m<sup>2</sup>. Oppført ca. 1973. Utført i bindingsverk av tre på kjeller av betong. Takstoler og tekking av takpanner.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand ift. alderen.



### FLATEN 10

Boligbygg på 2. etasjer, på ca. 200 m<sup>2</sup>. Oppført ca. 1990. Utført i bindingsverk av tre. Gulv på grunn av betong. Takstoler og tekking av takpanner. Boligen er betydelig påbygd ca. 2003.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand.

Vanskelig tilkomst med relativt bratt bakke opp til eiendommen.

På eiendommen er det i tillegg en større garasje og et lagerbygg.



### FLATEN 20

Boligbygg på 2. etasjer, på ca. 200 m<sup>2</sup>. Oppført ca. 1990. Utført i bindingsverk av tre. Gulv på grunn av betong. Takstoler og tekking av takpanner. Boligen er betydelig påbygd ca. 2003.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand.

Vanskelig tilkomst med relativt bratt bakke opp til eiendommen.

På eiendommen er det i tillegg en større garasje og et lagerbygg.



### FLATEN 29

Hytte på 1. etasje, på ca. 45 m<sup>2</sup>. Ukjent årstall. Utført i bindingsverk av tre. Åstak med tekking av takshingel. Huset er bygd med trebjelkelag på lettlinkerblokker, og har krypekjeller.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand, og av enkel stand.



### SOMMERFJØS FLADEN

Enkel eldre bygning, fra før 1900. Sefrak-registrert.



### HERDALSVEIEN 14

Boligbygg på 2. etasjer, på ca. 225 m<sup>2</sup>. Ukjent byggeår. Gulv på grunn av betong. Takstoler og tekking av takpanner.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand.

Det er i tillegg en garasje på eiendommen.



### HERDALSVEIEN 18

Eldre, men renoveret boligbygning. Byggeår og oppbygning er ukjent. Sefrak-registrert før 1900.

Boligen er i tilsynelatende tilfredsstillende stand. På eiendommen ligger og en Sefrak-registrert låve. Også denne antas å være betydelig renoveret og endret over levetiden. På eiendommen ligger og en Sefrak-registrert smie. Dette er en mindre trebygning på grunnmur av stein, som i dag fungerer som garasje. Se også figur 26.



### HERDALSVEIEN 20

Eldre boligbygg fra før 1966.

Antatt betydelig renoveringsbehov.



Tabell 1. Oversikt over byningsmassen i studieområdet.



**HERDALSVEIEN 22**

Eldre boligbygg fra før rundt 1970. 1. etasje, på ca. 150 m2.

Antatt i tilfredsstillende stand.



**MØLLEVEIEN 21**

Boligbygg på 3. etasjer, på ca. 300 m2. Ukjent byggeår og byggemetode. Underetasjen er delvis under terreng, og i sin helhet utført i betong. Tekking av takpanner.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand.

På eiendommen ligger og en Sefrak-registrert ruin. Kun steinmurer ligger igjen.



**HERDALSVEIEN 41**

Boligbygg på 2. etasjer + loft, på ca. 250 m2. Oppført ca. 1980. Utført i bindingsverk av tre. 1. etasje er delvis under terreng, og i hovedsak utført i betong. Sperretekking og tekking av takpanner.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand.

På eiendommen er det i tillegg en større garasje.



**MØLLEVEIEN 23**

Mindre boligbygg på 1. etasjer + (antatt uinnredet) kjeller, på ca. 55 m2. Oppført ca. 1969.

Boligen er tilsynelatende i dårlig stand, og har omfattende behov for renovering.

På eiendommen er det i tillegg en større garasje.

Vanskelig tilkomst med relativt bratt bakke opp til eiendommen.



**MANDALSVEIEN 310**

Eldre lite boligbygg på 1 etasje + loft. Lave etasjehøyder. Laft-/tømmerbygg. Antatt åstak tekking med takpanner.

Bygget er i svært dårlig tilstand. Det er både skader på overflater og skjevheter i bæresystemer og dekker.

Mistanke om kledning av plater som inneholder asbest.

På eiendommen er det også en låve i svært dårlig stand.



**NÆRINGSOMRÅDE**

Ved Herdalsveien er det bygd et lite industriområde med 4-5 større og mindre bygninger av nyere dato, hvorav det største har en grunnflate på over 1000 m2.



**MØLLEVEIEN 1**

Boligbygg på 2. etasjer + loft, på ca. 160 m2. Oppført ca. 1976. Utført i bindingsverk av tre. 1. etasje er delvis under terreng, og i hovedsak utført i betong. Takstoler og tekking av takpanner.

Boligen er tilsynelatende i tilfredsstillende stand.

På eiendommen er det i tillegg en større garasje.



**DIVERSE**

Ellers i studieområdet er det enkelte mindre skur og uthus, bl.a. langs Mølleveien.





### 6.3 Økonomiske vurderinger

Formålet med dette kapittelet er å gi et grunnlag for å vurdere de økonomiske konsekvensene av ulike ombruksmåter. Disse vurderingene må ses i sammenheng med mulighetsstudiet for øvrig.

Det er som nevnt mange ulike variabler og usikkerhetsmomenter ved flytting av hus. Denne rapporten er et mulighetsstudie, og modenheten i form av detaljering av prosjektet er lav. I det følgende kommer vi derfor med noen generelle betraktninger rundt de største kostnadsdriverne som påvirker alternativvurderingene.

Metoden baserer seg på at kunden ønsker å vurdere ut fra et resultatperspektiv, det vil si en samlet vurdering av inntekter og kostnader for å avgjøre hvilket alternativ (riving, ombruk, flytting) som har best resultat for de enkelte byggene.

*Mulig inntekt – Anskaffelseskostnad – Ombrukskostnad = Resultat*

Nye Veiers anskaffelseskostnad er ikke kjent i dette oppdraget. Det presenteres gjennomsnittskostnader og inntekter per kvadratmeter samt noen andre kostnadsdrivende faktorer, slik at kunden selv får et utgangspunkt å bygge videre på. Nøkkeltallene er hentet fra finn.no for salgspriser og erfaringstall fra andre prosjekter for kostnader.

Det er ikke tatt hensyn til Nye Veiers valg av gjennomføringsstrategi, og kun gjort antagelser som at alternativene vil bli utført i samlet entrepris og derfor ha noe lavere enhetspriser.

Alle kostnader er eks. mva.

#### 6.3.1 Markedspriser på boliger

Ved flytting av boligene vil det kunne være aktuelt å selge dem i markedet. Prisen for brukte eneboliger med grei tilstand er i Lyngdal 10 000–14 000 kr per m<sup>2</sup> BTA, og 13 000–18 000 kr per m<sup>2</sup> BTA, vurdert ut fra boliger som ligger ute for salg i første halvdel av 2020. Dette er en relativt lav boligpris. Som et referansepunkt koster det p.t. 20 000–25 000 kr per m<sup>2</sup> BTA å bygge nye eneboliger av normal standard med dagens tekniske krav. Disse nøkkeltallene inkluderer tomt.

Nye Veier vil kunne påvirke gjensalgspris ved flytting av boliger ved for eksempel å etablere et nytt felles boligområde, men slike typer gevinster er ikke hensyntatt i det følgende.

For næringsbygg er gjensalgsprisen vanskelig å avgjøre. Dette skyldes lav aktivitet i markedet. Men en generell netto leie- og yield-betraktning gir en estimert salgspris på 5 000–7 000 kr per m<sup>2</sup> BTA for den type næringsbygg som er inkludert i mulighetsstudiet. Som referansepunkt er nybyggpris på isolert lager og forretningsbygg i normal standard 15 000–19 000 kr per m<sup>2</sup> BTA.

#### 6.3.2 Kostnader ved riving av hus

Riving av trehus uten større konstruksjoner eller farlige miljøstoffer er relativt ukompliserte prosesser. Forutsatt at det foreligger rivingstillatelse vil de fleste rivingsentrepriser

inkludere avfalls- og kildesortering i prisen. Det antas heller ikke at det skal etableres en ny byggeklar tomt der byggene rives.

Det er store andeler faste kostnader ved riving, så det er ikke så stor forskjell når det kommer til mengde arealer. For objektene i mulighetsstudiet kan det antas en kostnad på 600–800 kr per m<sup>2</sup> BTA for riving. Dette vil trolig bli billigere dersom man inkluderer flere objekter i samme entrepris.

Ved å rive hus og inkludere et fokus på ombruk vil kostnadene variere ut fra hvilken tilnærming man tar. Valg av tilnærming kan være alt fra å tillate publikum å ta med det de ønsker fra byggene til å etablere rutine for uttak av ombrukbare bygningsdeler, klargjøring av delene til ombruk og lagre/selge delene. Det er ikke kartlagt om det er slike ombruksmiljøer i nærområdet eller om dette i så fall må koordineres av kunden. Den netto økonomiske konsekvensen av en slik ombrukstilnærming vil trolig være noe mer negativ i forhold til rene rivingsentrepriser, men miljøgevinsten kan være stor.

Det pågår flere prosjekter hos rådgivningsmiljøene i Norge for å kartlegge hvilke komponenter i bygg som er mest egnet for ombruk, samt hvilke prosesser som kan gjøre dette økonomisk lønnsomt. Multiconsult er aktiv i et slikt prosjekt, men det foreligger ikke tilstrekkelige resultater p.t. for å inkludere dem i denne rapporten.

Ved valg om riving av hus vil resultatet bli negativt i form av anskaffelseskostnad og rivingskostnad uten større inntektssider.

### 6.3.3 Kostnader ved flytting av hus

Kostnaden for flytting av boliger bestemmes i stor grad av flyttelengde, trasé og byggets dimensjoner og strukturelle egenskaper. I dette prosjektet er det ikke presentert alternativer for ny lokasjon, noe som gjør usikkerheten meget stor i kostnadsestimat. Det er heller ikke kartlagt om det vil være behov for å oppgradere byggene til ny teknisk standard (TEK 17) dersom byggene flyttes.

Det viktigste elementet for kostnaden er hvor langt bygget skal flyttes og hvilken tilkomst og trasé som er aktuelle. Dette påvirker hvilke flyttemetoder man kan bruke (se kapittel 2.4), om man må utvide/tilpasse traséen og hvilke tillatelser som må innhentes på forhånd. Deretter er det de strukturelle egenskapene ved bygget som kan være kostnadsdrivende, som for eksempel om det er kjeller som skal reetableres, større ildsteder og piper som må sikres (og tilfører vekt), og bredde og lengde på huset. Disse elementene er ikke kartlagt i mulighetsstudiet og det gjøres av den grunn ikke en konkret vurdering på hvor mye hvert enkelt objekt vil koste å flytte. Kostnadene for reetablering av kjeller ligger på omtrent 8 000–10 000 kr per m<sup>2</sup> BTA (kjellerareal) og inkluderes ikke i nøkkeltallene under.

- > For relativt ukompliserte bygninger som blir fraktet på plan på inntil to deler og under 100 meter i enkel trasé, ligger kostnadene på ca. 150 000–300 000 kr.
- > For bygg fraktet med kran (innenfor kranens

rekkevidde) og ingen større tiltak i flyttrase (f.eks. flytting av lyktestolper, uttak av skog, demontering av konstruksjoner etc.) ligger kostnadene på 400 000–550 000 kr.

Det er større økonomisk risiko ved å flytte boliger, men det åpner også for en inntektsside som kan redusere kostnadsbelastningen av boligene i prosjektet. Risiko kan reduseres ved å velge ut de mest aktuelle prosjektene for flytting der det er ukomplisert trasé og strukturelle egenskaper, god tilstand og markedsaktuell tomt.

Eksempel på overordnet vurdering av boligene på Fladen kan ses i tabellen under.

Adresse	Byggeår	Etasjer	Innredet kjeller?	Tilstand	Konstruksjon	Kompliserte deler?	Antall flytteobjekter	Risiko for nye tekniske krav	Markedsaktuell	Tilkomst	Trasé
<b>FLADEN 7</b>	1973	1	Ja	Ok	Trehus	Nei	1	Høy	Trolig	Enkel	?
<b>FLADEN 10</b>	1990	2	Nei	Ok	Trehus	Nei	2 (3?)	Middels	Trolig	Vanskelig	?
<b>FLADEN 20</b>	1985	2	Delvis	Ok	Trehus	Nei	2 (3?)	Middels	Trolig	Vanskelig	?
<b>FLADEN 29</b>	?	1	Nei	Ok	Trehus	Nei	1	Middels		?	?

Tabell 2. Overordnet vurdering av boligene på Flaten

# Klimagassregnskap

I dette kapitlet vurderes den miljømessige konsekvensen av tre ulike ombrukscenarier basert på ombruksprinsippene beskrevet i kapittel 5. Miljøvurderingene er utført med LCA-metodikk og klimagassberegninger.

Avsnitt 7.1 beskriver LCA og klimagassregnskap generelt og hvorfor det er aktuelle metoder for vurdering av ombruksscenarioene for dette studiet. Avsnitt 7.2 beskriver hvilken tilnærming til problemstilling og valgt metodikk som er gjort for bygningstypene i studieområdet, samt hvilke beregningsverktøy og materialdatabaser som er valgt. I tillegg gis en beskrivelse av hvilke faser av livsløpet som er tatt med i beregningene. Beskrivelse av forutsetninger for ombruksscenarioene samt oppsummering av hovedresultatene fra beregningene, er presentert i avsnitt 7.3 og 7.4.

Forutsetninger for beregningene samt delresultater er oppgitt i eget vedlegg.

## 7.1 Livsløpsvurdering og klimagassregnskap

Livsløpsvurdering (LCA) er en metode som benyttes for å vurdere potensielle miljøpåvirkninger av et produktsystem gjennom hele systemets livsløp. Livsløpsvurderinger for

bygninger er i utgangspunktet utformet til å gjelde nybygg, men metoden kan også egne seg godt til å vurdere miljøkonsekvenser forbundet med ombruk av eksisterende bygg.

De potensielle miljøpåvirkningene som analyseres i en livsløpsvurdering er forbundet med det ressursforbruket og de utslippsmengdene produktsystemet akkumulerer over levetiden. For å vurdere miljøpåvirkninger, må det defineres en eller flere effektkategorier. Effektkategoriene sier noe om hva i miljøet som blir påvirket av systemet, som f. eks. global oppvarming, nedbrytning av ozonlaget, uttømming av grunnstoffer m.m. Fordi global oppvarming er av de største betydningene for negative miljøpåvirkninger og er forbundet med utslipp av klimagasser, er mengden klimagassutslipp av særlig relevans i forbindelse med bygninger.

Klimagasser omfatter alle typer gasser som påvirker klimaet med negative miljøkonsekvenser som følger. I et klimagassregnskap summeres alle direkte og indirekte utslipp av klimagasser forbundet med bygningen gjennom dens livstid. For å kunne summere utslippene, benyttes en mengde CO<sub>2</sub>-ekvivalanter [kgCO<sub>2</sub>e] som felles enhet. For å kunne sammenlikne klimagassutslipp fra ulike scenarier, må scenariene tilordnes samme funksjoner og størrelser.

## 7.2 Tilnærming og metodikk

### 7.2.1 Tilnærming til valg av produktsystemer (bygningstyper) og funksjonell enhet

For å kunne vurdere ombruksscenarioene med utgangspunkt i klimagassavtrykket de gir, bør produktsystemene (bygningene) som vurderes opp mot hverandre av metodiske grunner ha samme funksjon og størrelse. Siden det i hovedsak er middels store og store eneboliger i studieområdet, er det valgt å benytte funksjonen: Enebolig over 2 etasjer med en størrelse: 180 m<sup>2</sup> BRA som utgangspunkt for klimagassberegningene. Det sees med andre ord bort fra de øvrige bygningene i området i denne sammenheng, herunder de eldre tømmerbygningene.

For å vurdere ombruk av eksisterende bygg som alternativ til å rive og bygge nytt, er det definert følgende produktsystemer (bygningstyper):

- > Tenkt nybygg inkludert riving av eksisterende bygg. Omtales videre som «referansebygg».
- > Tenkt «gjennomsnittsbygg» basert på boligsammensetningen i studieområdet.

For å kunne sammenlikne klimagassberegningene fra de ulike bygningstypene (og de ulike



ombrukscenariene) må det benyttes en felles referanseenhet (funksjonell enhet). For alle scenariene settes funksjonell enhet til 1 m<sup>2</sup> bygning, med en levetid over en periode på 60 år.

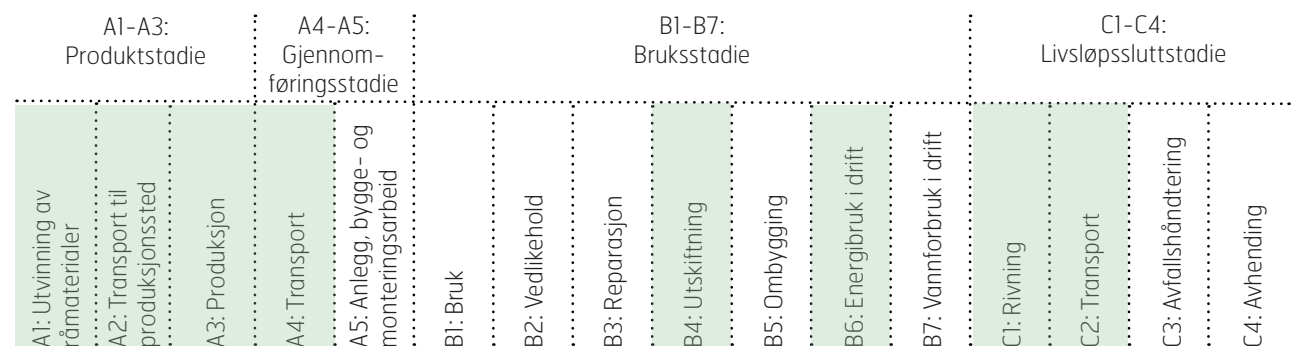
### 7.2.2 Beregningsmetodikk og systemgrenser

For klimagassberegningene benyttes eget regneark i Excel. Materialer hentes hovedsakelig fra produkt databasen Ecoinvent fra One Click LCA, og delvis fra eget Excelark. Systemgrensen beskriver det som omfattes og det som ikke omfattes for beregningen av bygningens livsløp. Det er anerkjent av bruksfasen er den fasen som bidrar mest til de totale utslippene, der energibruk i drift utgjør den største andelen. På grunn av generell energieffektivisering, vil materialandelen med tida utgjøre en større andel av totalt klimagassutslipp, og utslipp forbundet med råvare- og produksjonsfasen er særlig aktuelt.

Tabell 3 viser hvilke faser som omfattes av klimagassberegningen, markert i grønt. For referansebygget vil alle faser føre til utslipp. For ombruksscenarioene med eksisterende bygg vil derimot fasene forbundet med byggets/ bygningssdelens/materialets fotavtrykk settes lik null fordi utslipp forbundet med produksjon av materialer, transport til byggeplass og oppføring av bygningen er allerede gjort. Byggets levetid

antas dermed å «starte» fra og med bruksfasen, her inkludert energibruk i drift samt eventuelle behov for utskiftninger. Flere av bygningene i studiet er gamle, og utskiftningsbehovet vil derfor variere i stor grad. For beregningene er det derfor antatt samme utskiftningsgrad som for nybygg.

Fasene som ikke er markert grønt i tabell 3 under, er vurdert mindre utslagsgivende for det totale klimagassutslippet og krever større detaljeringsgrad enn aktuelt for dette studiet. De er derfor ikke medregnet.



Tabell 3. Faser for livsløpsvurderinger.

### 7.3 Ombruksscenarier og livsløpsfaser

Scenarier for ombruk med tilhørende livsløpsfaser er som følger:

#### 7.3.1 Direkte ombruk – Scenario 1

Klimagassutslipp fra referansebygg sammenliknes med eksisterende bygg. Scenariet er som følger:

Hus deles i to og flyttes samlet til lager 50 km unna byggeplass før det fraktes til ny tomt for ombruk.

Fire caser er vurdert:

- > SC1a: uten energioppgradering
- > SC1b: med energioppgradering.

Energioppgraderingen omfatter økte isolasjonsmengder i yttertak, yttervegger og dekke mot grunn samt forbedrede varmetapsegenskaper (bedre U-verdi) for vinduer.

Begge scenarier vurderes for to tilfeller:

- > Med oppgradering av energiforsyning
- > Uten oppgradering av energiforsyning.

Oppgradering av energiforsyning består i ny varmepumpe som dekker deler av oppvarmingsbehovet fremfor kun elektrisk oppvarming. Energibruken for alternativene er beregnet for byggene brukt som bolig. Om en har bygg med annen funksjon, vil energibruken ha avvik fra verdiene i denne rapporten. Avviket

på energibruk vil ikke påvirke det absolutte potensial for ombruk av materialer, men vil påvirke det relative potensial i byggets samlede livssyklus. Vurderingen inkluderer klimagassutslipp fra alle livsløpsfaser innenfor den definerte systemgrensen: A1-A3: Material, A4: Transport, B5: Utskiftning av materialer, B6: energibruk i drift og C1-C2: Riving og avhending.

#### 7.3.2 Ombruk av bygningsdeler – Scenario 2

Scenarier for ombruk av bygningselementer er basert på sammenlikningen av et referanseelement og eksisterende element. Referansen er en situasjon der en bygningsdel rives og fraktes til deponi 50 km unna byggeplass. Den inkluderer fasene C1 og C2 (livsløpsslutt). Materialer til ny bygningsdel utvinnes, bygningsdel produseres, fraktes og monteres på byggeplass. Situasjonen inkluderer fasene A1-A3 (materialfasen) og A4 (transport).

Ombrukssituasjon forutsetter at bygningsdelen tas ut av eksisterende bygg og fraktes 50 km til lagerhall før den fraktes videre til ny byggeplass 50 km unna. Situasjonen inkluderer fasen A4 (transport).

#### 7.3.3 Ombruk av byggematerialer og bygningskomponenter – Scenario 3

Scenarier for ombruk av byggematerialer følger samme fremgangsmåte og inkluderer samme livsløpsfaser som for Scenario 2.

Svinn av ombrukselementer er i hovedsak ikke medregnet, med unntak av scenarier Scenario 2 for bygningsdelen vinduer. Svinn av eksisterende ombrukselementer vil følgelig påvirke resultatene og øke behovet for nye materialer for å dekke tapet. Dette vil igjen føre til et høyere utslipp for ombruksscenariene og bør tas med i ombruksvurdering av hvert enkelt element.

### 7.4 Oppsummering og vurderinger

#### 7.4.1 Direkte ombruk – Scenario 1

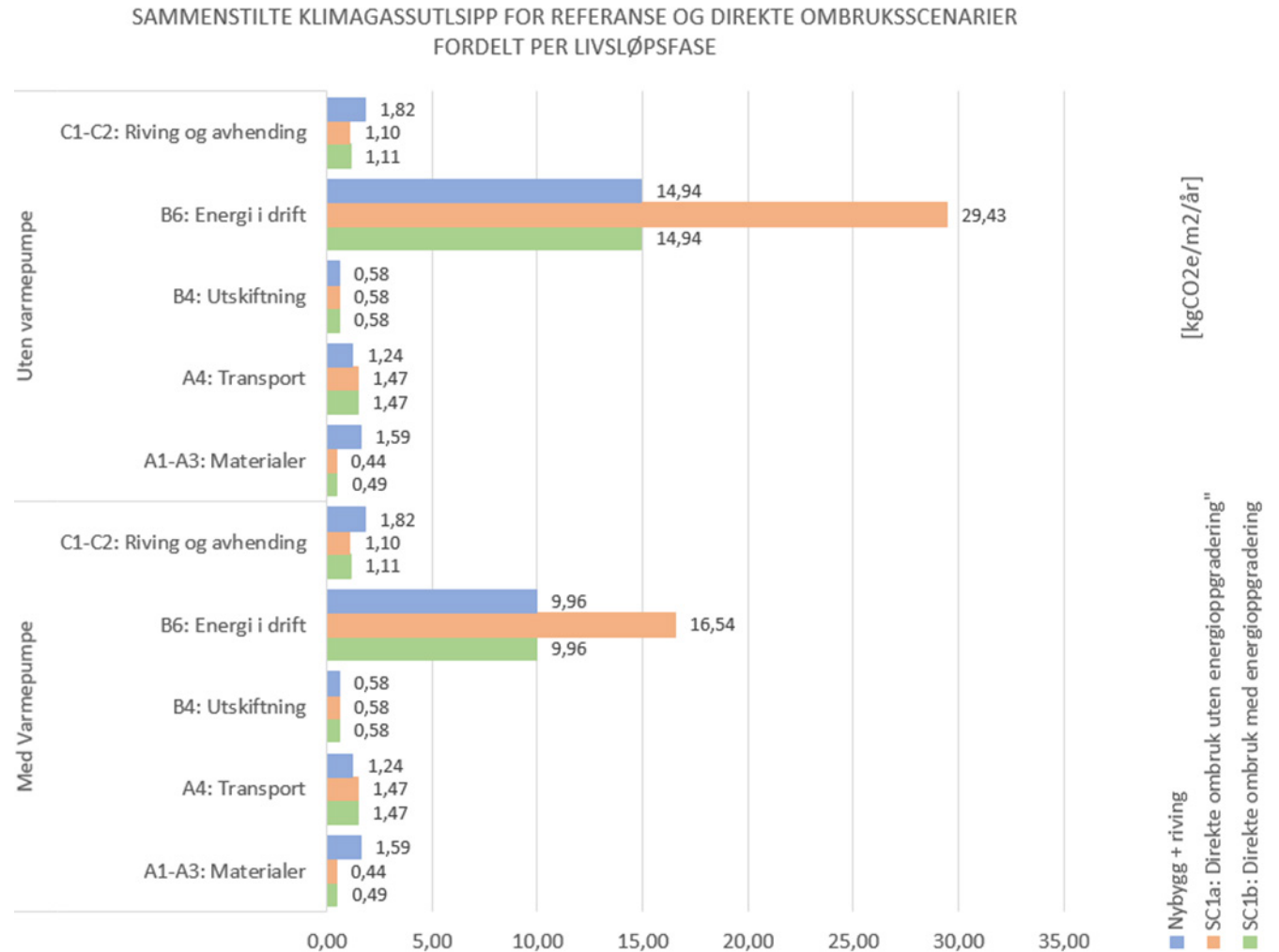
- > For direkte ombruk med oppgradering av energiforsyning med varmepumpe kan samlet klimagassutslipp sammenliknet med nybygg reduseres fra rundt 168 tonn CO<sub>2</sub>e til 150 tonn CO<sub>2</sub>e over et livsløp på 60 år. Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 10,5 %.
- > Direkte ombruk med energioppgradering og elektrisk oppvarming oppnår besparelse på rundt 8% sammenliknet med nybygg u/ varmepumpe, men sammenliknet med nybygg m/varmepumpe faller besparelsen bort og øker derimot med ca. 23 %.
- > Uten energioppgradering vil klimagassutslipp for direkte ombruk overskride utslipp for nybygg, først og fremst pga. nesten dobbelt så høye utslipp forbundet med energibruk i driftsfasen av bygget sammenliknet med energioppgradert bygg. Dette illustrerer

utslaget av en tettere bygningskropp med mindre varmetap til omgivelsene, og vil være utslagsgivende ved klimagassutslippene ved direkte ombruk av eksisterende bygg.

- > Potensiale ved ombruk vil følgelig avhenge av tilstandsgrad og mengde materialer i eksisterende bygg. Dersom eksisterende bolig er oppført i nyere tid (etter 1980) eller består av en bygningskropp med tilstrekkelige isolasjonsmengder og nyere vinduer, vil potensialet ved direkte ombruk følgelig økes.
- > Ombruksscenarioer og referansebygg forutsetter en relativt kompakt bygningskropp over 2 etasjer og 184 m<sup>2</sup> BRA.
- > En mindre kompakt bygningskropp, for eksempel en bolig med samme størrelse (BRA) over kun 1 etasje, vil gi større varmetap mot det fri, og således kreve større oppvarmingsbehov. Dette gir økt energibehov og således økte klimagassutslipp forbundet med energibruk i drift. Dersom alt annet er konstant, vil gevinsten ved direkte ombruk på denne måten reduseres.
- > En mindre kompakt bygningskropp vil derimot ha større materialemengder for dekker, tak, men også grunn og fundamenter. Hvilke forhold som veier tyngst er ikke beregnet her, men skjønsmessig kan en anta at gevinsten ved direkte ombruk er høyere jo mer kompakt den eksisterende bygningskroppen er. Årsaken til dette er i hovedsak at klimagassutslipp

fra drift (oppvarming) vil utgjøre en større relativ andel av det samlede utslipp i byggets livssyklus.

- > Om bygget transporteres direkte til ny lokalitet, kan transportutslipp reduseres, avhengig av hvor langt bygget skal transporteres.



Figur 27. Sammenstilte klimagassutslipp per år per m<sup>2</sup> BRA fordelt på livsløpsfaser.



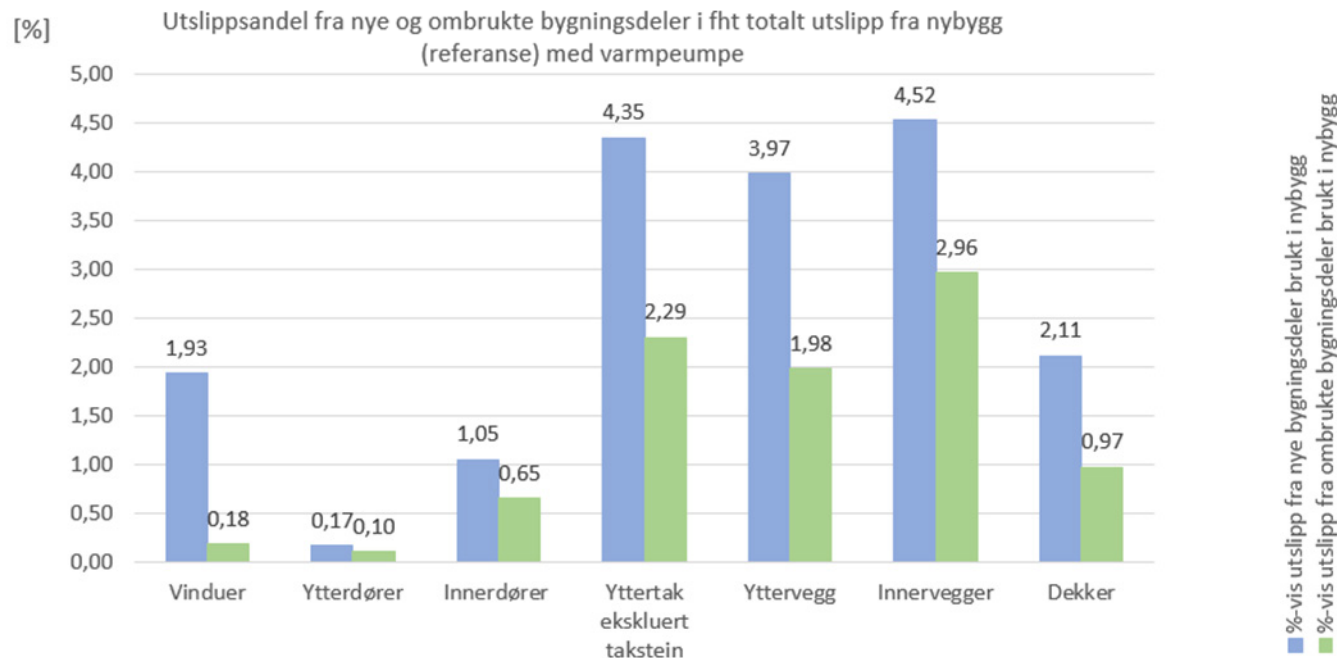
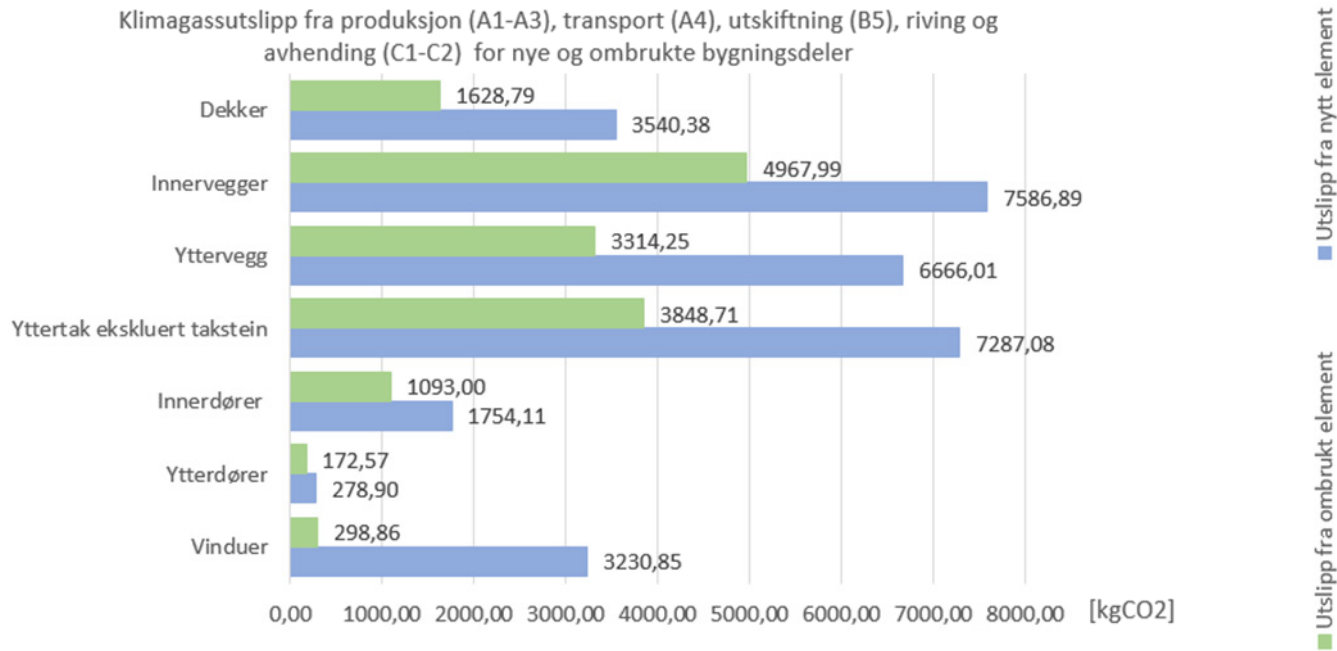
## 7.4.2 Ombruk av bygningsdeler – Scenario 2

Isolert sett oppnås følgende utslippsbesparelse over livsløpet forbundet med materialer, transport, eventuelle utskiftninger samt avhending:

- > Ca. 90 % for vinduer
- > 50 % for yttervegger, yttertak og dekker (gulv)
- > 35-38 % for ytter- og innerdører, samt innervegger
- > Sammenliknet med totalt klimagassutslipp for hele bygningen, varierer utslippsbesparelsen for de nevnte bygningsdelene med gitte forutsetninger mellom 0,06-2 %. Dette illustrerer at utslipp forbundet med de enkelte bygningsdelene utgjør en relativt liten andel av totale mengde klimagassutslipp for bygningen. Hvor stor gevinsten (relativt i forhold til byggets samlede utslipp for alle faser) ved ombruk er, vil dermed avhenge av mengden bygningsdeler som ombrukes, samt energibruk i drift for den nyoppførte boligen med ombrukte bygningsdeler.

Bygningsdeler sammenliknet med total utslipp som referanse med varmepumpe: 167711,71kgCO <sub>2</sub> e	Vinduer	Ytterdører	Innerdører	Yttertak ekskl. takstein	Yttervegg	Innervegger	Dekker
Andelen utslipp fra nytt element av referansebygg (%)	1,93	0,17	1,05	4,35	3,97	4,52	2,11
Andelen utslipp fra ombrukelement av referansebygg (%)	0,18	0,10	0,65	2,29	1,98	2,96	0,97
<b>Besparelse på å benytte ombruk av elementer i nybygg:</b>	<b>1,75</b>	<b>0,06</b>	<b>0,39</b>	<b>2,05</b>	<b>2,00</b>	<b>1,56</b>	<b>1,14</b>

Tabell 4. Andelen klimagassutslipp fra respektive bygningsdeler relativt til referansebygg.



Figur 28. Klimagassutslipp for nye og ombrukte bygningsdeler fra materialer, transport, utskiftninger, riving og avhendingsutslipp (Scenario 2).

Figur 29. Andelen klimagassutslipp fra nye og ombrukte bygningsdeler i forhold til totalt klimagassutslipp fra referansebygg med varmepumpe (Scenario 2).

### 7.4.3 Ombruk av byggematerialer og bygningskomponenter – Scenario 3

Isolert sett oppnås følgende utslippsbesparelse over livsløpet forbundet med materialer, transport, eventuelle utskiftninger samt avhending:

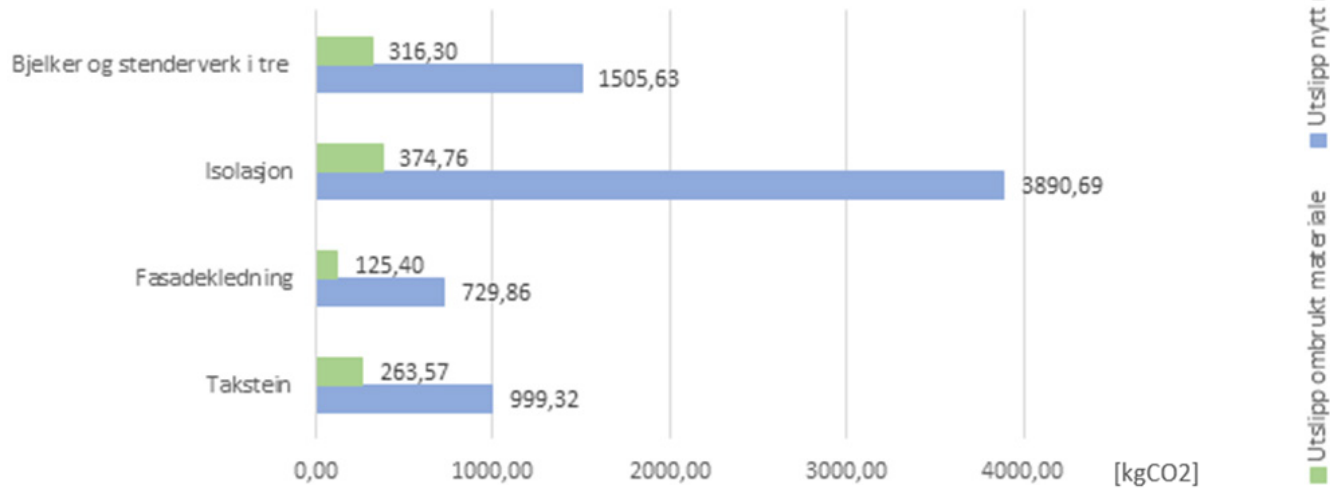
- > Litt over 90 % for isolasjonsmaterialer.
- > Ca. 80 % for bjelker og stenderverk i tre samt fasadekledning i tre.
- > Litt over 70 % for takstein i betong.
- > Sammenliknet med totalt klimagassutslipp for hele bygningen, utgjør utslippsbesparelsen for de nevnte materialene med gitte forutsetninger mellom 0,44- og 2,1 %.
- > Isolasjon utgjør størsteparten av materialene på 2,1 %, mens ingen av de andre utgjør over 1 %.
- > Ombrukes takstein, fasadekledning, isolasjon, bjelker og stenderverk kombinert og samlet, kan det nås en besparelse på ca. 4%. Kombinert vil den største gevinsten ved ombruk følgelig komme av ombruk av isolasjon, ca. 2%.

<b>Materialer sammenliknet med total utslipp fra referanse med varmepumpe: 167711,71kg CO2e</b>	<b>Takstein</b>	<b>Fasadekledning</b>	<b>Isolasjon</b>	<b>Bjelker og stenderverk i tre</b>
Andelen utslipp fra nytt materiale av referansebygg (%)	0,60	0,44	2,32	0,90
Andelen utslipp fra ombruksmateriale av referansebygg (%)	0,16	0,07	0,22	0,19
<b>Besparelse på å benytte ombruk av materialer i nybygg:</b>	<b>0,44</b>	<b>0,36</b>	<b>2,10</b>	<b>0,71</b>

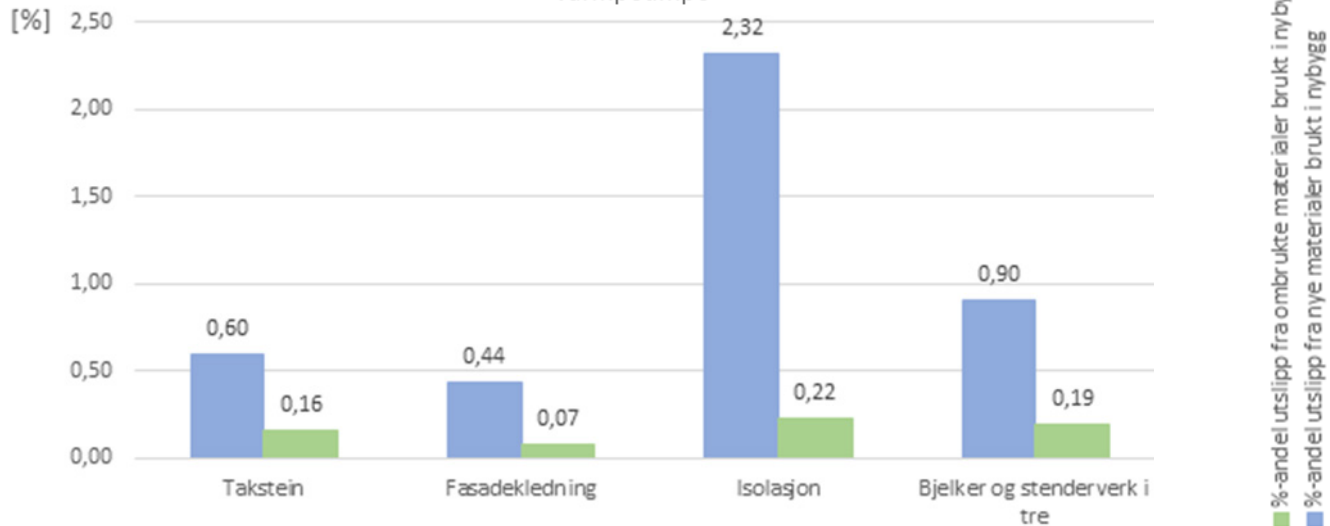
Tabell 5. Klimagassutslipp.



Klimagassutslipp fra produksjon (A1-A3), transport (A4), utskiftning (B5), riving og avhending (C1-C2) for nye og ombrukte materialer



Utslippetsandel fra nye og ombrukte materialer i fht totalt utslipp fra nybygg (referanse) med varmepumpe



Figur 30. Klimagassutslipp for nye og ombruket bygningsdeler fra materialer, transport, utskiftninger, riving og avhendingsutslipp (Scenario 3).

Figur 31. Andelen klimagassutslipp fra nye og ombrukte bygningsdeler i forhold til totalt klimagassutslipp fra referansebygg med varmepumpe (Scenario 3).

# Veien videre. anbefalinger

Som nevnt innledningsvis, ser dette mulighetsstudiet på ombruk av hus som innløses i forbindelse med store samferdselsutbygginger. Med dagens praksis vil disse bygningene bli revet og kun i særtilfeller, der det for eksempel dreier seg om hus med høy verneverdi, bli flyttet til et annet sted.

Av hensyn til klima, ressursbruk og økonomi vil det være mer samfunnsnyttig å legge til rette for flytting, ombruk og istandsetting av bygningene som del av en satsing på sirkulær økonomi. I dagens samfunn ser de fleste på overgangen fra en lineær til en sirkulær økonomi som en del av løsningen for at byggenæringen skal bli mer bærekraftig. Den sirkulære økonomiens mål er å utnytte alle ressurser best mulig. Det vil redusere avfall, samt redusere behovet for produksjon og transport av nye byggematerialer.

Ombruk av eksisterende bygninger og materialer bidrar til å redusere råvarebruk, avfall, utslipp og energiforbruk. Det er virkningsfulle tiltak som gir reduserte klimagassutslipp her og nå, og ikke bare en beregnet gevinst i fremtiden. En økt grad av ombruk av eksisterende bygninger vil være et viktig bidrag i arbeidet med å redusere klimagassutslipp.

Det stilles krav til at så mye som 70 % av avfallet fra en byggeplass skal ombrukes eller resirkuleres. Flytting og ombruk av bygninger som «står i veien» for større samferdselsutbygginger, vil ha gode muligheter til å nå dette målet, selv med en kanskje nødvendig oppgradering av bygningen. Det er behov for mer utredning av dette, av økonomiske så vel som miljømessige hensyn.

Så langt vi kjenner til, er det ikke gjennomført klimagassberegninger for eldre bygninger som flyttes og ombrukes, og der transport og gjenoppbygging er tatt i med i regnestykket. Men beregninger som ble gjort i 2016 for Villa Dammen i Moss, oppført i reisverk i 1936, på oppdrag av Riksantikvaren, viser at det krever 52 år med lavere energidrift i et nytt hus før det lønner seg fra et klimagass-standpunkt å rive et eksisterende hus og erstatte det med en ny standardbygning (Fuglseth 2016). Det er grunn til å tro at eventuelle beregninger som vil bli gjort av klimagasser i forbindelse med flytting, transport og gjenoppbygging av eldre hus, vil være i favør av flytting og ombruk.

I april ble den nye Stortingsmeldingen om kulturmiljøpolitikk lagt frem. Denne tar for seg ombruk av bygninger i en mye større grad enn tidligere meldinger har gjort. Det sies bl.a. at

*I oppfølgingen av denne meldingen vil regjeringen legge vekt på å styrke kunnskapsgrunnlaget knyttet til miljøeffekten av bruk, ombruk, gjenbruk og transformasjon av den historiske bygningsmassen. Det vil også bli vurdert hvordan tilpasning av dagens regelverk kan gi muligheter for å stille krav om gjennomføring av klimagassberegninger i prosjekter som kan innebære riving av større bygninger og til gjenbruk og transformasjon av eksisterende bygningsmasse i utbyggingsprosjekter.*

Det er behov for videre utvikling og målrettede undersøkelser som ikke bare ser på bygninger

som er definert som verneverdige. Dette mulighetsstudiet ligger dermed i forkant av regjeringens ønsker om videre utredninger og oppfølgninger for å styrke kunnskapsgrunnlaget. Studiet er et godt grunnlag for videreutvikling av beregningsmetoder som også ser på flytting av nyere bygninger av økonomiske og miljømessige hensyn.

## 8.1 Anbefalinger

- > Det er behov for nærmere utredninger av **livsløpskostnader** (LCC) ved ombruk
- > Nasjonale og internasjonale **regelverk** bør forenkles for å gjøre ombruk av bygningsdeler og byggevarer til normalsituasjonen
- > Det må tas grep for å utvide **markedet** for ombrukte bygningsdeler og materialer. Et konkret tiltak kan være å etablere et nasjonalt system/digital markeds plass for bygningsdeler og -elementer, f. eks. etter mønster av «Massflow», en digital markeds plass for masser i anleggsbransjen
- > Ved innløsning av bygninger i forbindelse med større utbyggingsprosjekter bør det etableres en rolle/funksjon som registrator. Denne registrerer bygningsmassen og utarbeider en oversikt over materialer i hver enkelt bygning og hvilket ombrukspotensiale de representerer (**materialpass**)

## Litteratur og kilder

Oddbjørn Dahlstrøm (2011). NTNU, *Master Thesis, Life Cycle Assessment of a Single-Family Residence built to Passive House Standard*. NTNU.

Merlijn Blok, Pepijn Duijvestein, Martijn Kamps, Rosalie Krebber, Geert van der Linden & Gerard Roemers (2018). *Circulaire business cases in de MRA. Bouw- en sloopafval*. Amsterdam: Metabolic & DR2 New Economy.

Gustav Brosing (1964). *Bergen: En by i vekst. Bidrag til husbyggingens og trelasthandelens historie i Bergen*. Bergen: A. Garnæs boktrykkeri.

Jeff Byles (2005). *Rubble: Unearthing the History of Demolition*. New York: Harmony.

Byggforsk kunnskapssystemer 700.126 *Flytting av bygninger – hele eller i store deler*.

Byggforsk kunnskapssystemer 700.127 *Flytting av trehus ved demontering*.

Arne Lie Christensen (1995). *Den norske byggeskikken. Hus og bolig på landsbygda fra middelalder til vår egen tid*. Oslo: Pax.

Åse Dammann (2015). *Gamle hus da og nå. Status for Sefrak-registrerte bygninger i 18 kommuner. Sammendragsrapport for Riksantikvarens miljøovervåkingsprogram 2000–2014*. NIKU-rapport 82. Oslo: NIKU.

Lionel Devlieger (2019). Waste not: Rotor's reclamation and reuse of building materials. *The Architectural Review* 1458, s. 36–39.

Tore Drange, Hans Olaf Aanensen & J. Brønne (2000). *Gamle trehus. Historikk – reparasjon – vedlikehold*. Oslo: Universitetsforlaget.

Frédéric Druot, Anne Lacaton & Jean-Philippe Vassal (2007). *Plus. Large-scale housing development – an exceptional case*. Barcelona: Gili.

Sigurd Eikeland (1981). *Lyngdal fra istid til nåtid*. Lyngdal: Forfatteren.

Arild Eriksen & Thea Chronie-De Maria (2019). *Hus på vei/Moving houses*. Oslo: Fragment.

Forsvarsbygg (2019). *Startar med riving og flytting*. Hentet 29. desember 2019 fra <https://www.forsvarsbygg.no/no/nyheter/nyhetsarkiv-kampflybase/startar-med-riving-og-flytting/>.

Mie Fuglseth (2016). *Klimagassberegninger Villa Dammen*. Oslo: Asplan Viak.

Karl Ragnar Gjertsen (1996). Byggeskikk i Kyst-Norge. *Fortidsminneforeningens årbok 1996*, s. 79–112.

Jenny Gregory 2008. Reconsidering Relocated

Buildings: ICOMOS, Authenticity and Mass Relocation. *International Journal of Heritage Studies* 14:2, s. 112–130.

Ingebjørg Hage (1999). *Som fugl føniks av asken? Gjenreisingshus i Nord-Troms og Finnmark*. Oslo: Gyldendal.

Tonte Hegard (1984). *Romantikk og fortidsvern. Historien om de første friluftsmuseene i Norge*. Oslo: Universitetsforlaget.

Matthias Heinrich & Werner Lang (2019). *Material Passports – Best Practice. Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment*. München: Technische Universität München & BAMB.

Ola Henmo (2018). Spøkelsesby under utbygging av nytt dobbeltspor. *Jernbanemagasinet*. 27. november 2018. Hentet 28. desember 2019 fra <http://jernbanemagasinet.no/artikler/mennesketomt-i-moss/>.

Harald Hultengreen (1984). *Gamle arbeiderboliger i Østfold*. Rømskog: Østfold historielag.

Lasse Kilvær, Olav Sunde, Martin Eid, Henning Fjeldheim & Ole Rydningen (2019). *Forsvarlig ombruk av byggevarer. Rapport for Direktoratet for Byggkvalitet*. Oslo: Resirqel, Skanska og Studio Oslo Landskap.



- G. Kleiveland (1997). *Vossahandel og bygningstrilar i Bergen*. Gjerstad: Osterøy sogelag.
- Klimagassberegninger Villa Damman*. Riksantikvaren, 2016.
- Corine Koole (2014). *De democratie van het zand. Zelf bouwen in het Homeruskwartier van Almere*. Amsterdam: Promotheus.
- Kulturminneplan for Lyngdal kommune 2019-2025*.
- Oddleif Lian (1986). *Lyngdal 3. Østre del. Gard og folk*. Lyngdal: Lyngdal kommune.
- Anne G. Lien, Kristian Skeie, Elisabeth Bjaanes, Karin Hagen & Yngve Kvalø (2017). *Oppgradering av et 60-tallshus og et 70-tallshus*. Trondheim: SINTEF.
- Hilde Lillejord (2019). *Når gjenbruk blir arkitektur*. Hentet 29. desember 2019 fra <https://lpo.no/nyheter/2019-09-19-nar-gjenbruk-bli-arkitektur>.
- Kjell Marius Mathisen (2007). Kulturminner på flyttefot. *Fortidsvern* 2-07, s. 17.
- Stephen F. Mills (2007). Moving Buildings and Changing History. *Heritage, Memory and the Politics of Identity: New Perspectives on the Cultural Landscape*, s. 109-119. Aldershot: Ashgate.
- Haakon Falck Myckland & Haakon M. Fiskaa (1957). *Norges bebyggelse. Særlige seksjon. Herredsbindet for Vest-Agder. Vestre del*. Bergen: A/S Norsk faglitteratur.
- Nye mål i kulturmiljøpolitikken. Engasjement, bærekraft og mangfold*. Meld. St. 16 (2019-2020)
- Nye Veier (2019a). *Reguleringsplan for E39 Herdal – Røyskar. Oppstartsdokument*. Hentet 30. desember 2019 fra [https://www.nyeveier.no/media/3697/oppstartsdokument\\_16\\_okt.pdf](https://www.nyeveier.no/media/3697/oppstartsdokument_16_okt.pdf).
- Nye Veier (2019b). *KU fagrapport: Kulturarv. Områderegulering med konsekvensutredning for E39 Mandal – Lyngdal øst*. Hentet 30. desember 2019 fra <https://e39mandal-lyngdal.no/wp-content/uploads/2019/03/44-E39-Mandal-Lyngdal-%C3%B8st-KU-Fagrapport-Kulturarv-1.pdf>.
- Max Opray (2019). On the journey to a circular economy, don't forget your materials passport. *Metabolic*, 25. november 2019. Hentet 20. januar 2020 fra <https://www.metabolic.nl/news/circular-economy-materials-passports/>.
- Alf Opsahl (1992). Mølla i Herdalen. *Lyngdalsboka* 1992, s. 34-35.
- Xana Peltola (2008). *Moving Historic Buildings: A Study of What Makes Good Preservation Practices When Dealing with Historically Significant Buildings and Structures*. Hentet 19. desember 2019 fra [https://tigerprints.clemson.edu/all\\_theses/352](https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/352).
- Tom Ravencroft (2019). *Biggest challenge of relocating Swedish town Kiruna is "moving the minds of citizens"*. *Dezeen*, 19. februar 2019. Hentet 7. desember 2019 fra <https://www.dezeen.com/2019/02/18/kiruna-moving-town-sweden-mining-climate-change/>.
- Lars Reinton (1940). Omlegginga i jordbruket i Noreg i det 19. hundreåret. *Syn og segn* 46, s. 200-215.
- Roald Renmælmo (2017). Når eit hus må flyttast. *Fortidsvern* 2-17, s. 54-61.
- Anders Sandvig (1920). *Lidt om husebygging i ældre tid. Flytning av gamle hus*. Lillehammer: De sandvigske samlinger.
- Erik Schia (1991). *Oslo innerst i Viken. Liv og virke i middelalderbyen*. Oslo: Aschehoug.
- Randi Sjølie (1995). *Samisk byggeskikk*. FOK-programmets skriftserie nr. 21. Oslo: Norges forskningsråd.
- Vaclav Smil (2013). *Making the Modern World: Materials and Dematerialization*. London: Wiley.
- Bjørn Smits (1995). *Miljøvennlig riving, Erfaringer fra riveprosjekter*. Oslo: Statens forurensningstilsyn.
- Kathrine Emilie Standal (2018). *Svartlamon – et byøkologisk forsøksområde*. Hentet 29. desember 2019 fra <https://www.slideshare.net/insam/kathrine-emilie-standal-drammenskonferansen-2018>.
- Statens vegvesen 2016. *Temarapport kulturmiljø E39 Vigeland - Lyngdal vest. Kommunedelplan med konsekvensutredning*. Hentet 30. desember 2019 fra [https://www.vegvesen.no/\\_attachment/1334286/binary/1105490?fast\\_title=Temarapport+Kulturmiljø%C3%B8.pdf](https://www.vegvesen.no/_attachment/1334286/binary/1105490?fast_title=Temarapport+Kulturmiljø%C3%B8.pdf).

Olga Stokke (2018). Veivesenet må rive 240 boliger under E18-utbygging i Bærum. *Aftenposten*, 7. oktober 2018. Hentet 29. desember 2019 fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/EoMOPj/veivesenet-maa-rive-240-boliger-under-e18-utbygging-i-baerum>.

Frans-Arne H. Stylegar (2017). Gamleby på flyttefot. Sanering og bevaring i 1950-tallets Kristiansand. *Fortidsvern* 4-17, s. 30-33.

Kari Sørnes, Anne Sigrid Nordby, Henning Fjeldheim, Said Moqim Bani Hashem, Mads Mysen & Reidun Dahl Schlanbusch (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer. Hvordan kan ombruk bli et kostnadseffektivt og praktisk alternativ til nye materialer i markedet?* Trondheim: SINTEF.

Statens vegvesen (2016). *Temarapport Kulturmiljø. E39 Vigeland – Lyngdal vest. Kommunedelplan med konsekvensutredning.*

*The London Plan. Spatial Development Strategy for Greater London (Intend to Publish).* London: The Mayor of London, 2019.

Solvår Wågø, Anne G. Lien & Kristian Stenerud Skeie (2018). *Gjenreisingshus i nord – en mulighetsstudie om oppgradering.* Trondheim: SINTEF.

Statens Vegvesen (2015). *I januar starter byggearbeidene på fylkesveg 43 i Farsund.* Hentet 29. desember 2019 fra <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/Listerpakken/Nyhetsarkiv/i-januar-starter-byggearbeidene>.

Oliver Wainwright (2020). The case for ... never demolishing another building. *Guardian*, 13. januar 2020. Hentet 20. januar 2020 fra <https://www.theguardian.com/cities/2020/jan/13/the-case-for-never-demolishing-another-building>.

Wolf Haio Zimmermann 2007. Die mobile Immobilie. Zum traditionellen Wandern von Holzbauten in Europa und Nord-Amerika im 1. und 2. Jahrtausend n. Chr. *Bauten in Bewegung. Denkmalpflege und Forschung in Westfalen* 47, s. 64–92. Mainz: Verlag Philipp von Zabern.

Eirik Wærner (2020). *Mulighetsstudie ombruk av boligbygg – Elvesletta nord.* Multiconsult.

Eirik Wærner og Daniel Tabacaru (2019). *Avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen – rapport fra workshop 28. november 2019.*



**Multiconsult LINK** ARKITEKTUR