

# Effekt på klimagassutslipp av økt oppgradering og ombruk

Innlandet fylkeskommune



## Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Innlandet fylkeskommune

Tittel på rapport: Effekt på klimagassutslipp av økt oppgradering og ombruk

Oppdragsnavn: Regional effekt på utslipp av oppgradering og gjenbruk

Oppdragsnummer: 633923-01

Utarbeidet av: Mie Fuglseth, Andrea Nistad, Bjørge Sandberg-Kristoffersen, Jill Saunders

Oppdragsleder: Mie Fuglseth

Tilgjengelighet: Åpen

Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	Initialer
01	24. nov. 2021	Nytt dokument		VLV

## Forord

På oppdrag for Innlandet fylkeskommune har Asplan Viak gjennomført en analyse av potensiell regional effekt på klimagassutslipp av mer utstrakt oppgradering og gjenbruk av bygninger framfor riving og nybygging. Analysen tar utgangspunkt i statistikk utarbeidet ifm. masteroppgaven «Rive eller bevare? En undersøkelse av rivestatistikk for perioden 2014-2019 i Hamar og Ringsaker», skrevet av Karen Elkjær ved NTNU og publisert mai 2021.

Dagfinn Claudius og Karen Elkjær har vært kontaktpersoner hos fylkeskommunen.

Mie Fuglseth har vært oppdragsleder hos Asplan Viak. Bjørge Sandberg-Kristoffersen har vært fagansvarlig for energivurderinger, mens Andrea Arntsen Nistad har vært fagansvarlig for klimagassberegninger. Fagansvarlig for ombruk har vært Jill Saunders.

Sandvika, 24.11.2021

Mie Fuglseth

Oppdragsleder

Vidar Lind Yttersian

Kvalitetssikrer

## Sammendrag med hovedfunn

På oppdrag for Innlandet fylkeskommune har Asplan Viak gjennomført en analyse av potensiell regional effekt på klimagassutslipp av mer utstrakt oppgradering og gjenbruk av bygninger framfor riving og nybygging. Analysen tar utgangspunkt i Innlandet fylke og kommunene i fylket, men omfatter også vurderinger for det nasjonale nivået.

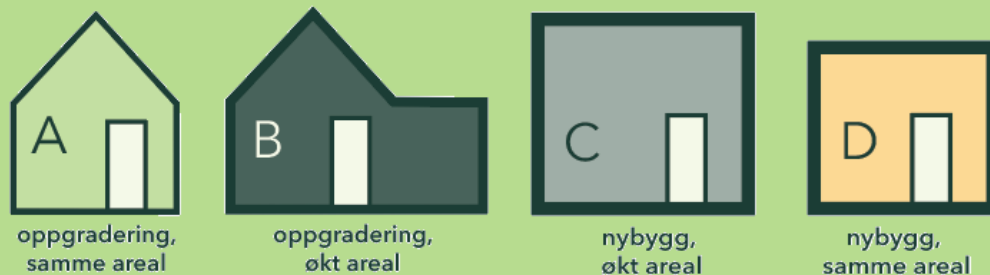
Analysen tar utgangspunkt i statistikk utarbeidet ifm. masteroppgaven «Rive eller bevare? En undersøkelse av rivestatistikk for perioden 2014-2019 i Hamar og Ringsaker», skrevet av Karen Elkjær ved NTNU og publisert mai 2021. Analysen bygger også i stor grad på tidligere arbeid med klimagassberegninger utført av Asplan Viak og Energibbygg AS på oppdrag for Innlandet fylkeskommune og for Øvre Eiker kommune.

Formålet med analysen har vært å identifisere effekten på klimagassutslipp som følge av økt oppgradering. Vi har derfor valgt å basere analysen på de byggene der oppgradering kunne vært et reelt alternativ til riving. For å identifisere hvilke av byggene dette gjelder, har vi benyttet oppgitt årsak til riving. Totalt inngår 318 bygninger i datagrunnlaget vi har lagt til grunn i analysen, tilsvarende et totalt areal på 43 947 m<sup>2</sup>.

På bakgrunn av sammenlikningen av statistikkgrunnlaget med rivestatistikk fra SSB for Hamar og Ringsaker, Innlandet fylke og landet som helhet, kan vi si at resultatene fra Hamar og Ringsaker kan gi en pekepinn på det nasjonale potensialet for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering og ombruk, fordi sammensetningen av bygningsmassen som rives har store likheter med det nasjonale nivået. De store forskjellene mellom arealfordeling mellom ulike bygningstyper fra SSB-tall, som omfatter alle bygg som rives, og det avgrensede statistikkgrunnlaget, peker på at vurderinger av potensiale for klimagevinst ved oppgradering bør ta hensyn til at oppgradering ikke er et reelt alternativ i mange tilfeller. Dersom statistikk for riving som omfatter alle bygg som rives legges til grunn, slik som SSBs rivestatistikk, vil man overvurdere potensialet.

For å sammenlikne nybygg mot oppgradering og undersøke hvordan arealutvidelse påvirker denne sammenlikningen, har vi benyttet følgende fire beregningsscenarioer:

## SCENARIOER:



**SCENARIO A** Energioppgradering av eksisterende bygningsmasse, tilsvarende areal som revet bygg

**SCENARIO B** Energioppgradering av eksisterende bygningsmasse, med nytt tilleggsareal (gjennomsnittlig økning per bygningstype, basert på statistikkgrunnlaget)

**SCENARIO C** Rive eksisterende bygningsmasse, oppføre nytt, større bygg (gjennomsnittlig økning per bygningstype, basert på statistikkgrunnlaget)

**SCENARIO D** Rive eksisterende bygningsmasse, oppføre nytt bygg, tilsvarende areal som revet bygg

Analysen omfatter klimagassutslipp forbundet med energibruk i drift og produksjon av byggematerialer som inngår i oppgradering/oppføring av nye bygg, inkludert transport av materialene til byggeplass og utskifting av materialer i løpet av 60 års beregningsperiode.

Resultatene viser at oppgradering gir betydelig lavere klimagassutslipp for småhus og fritidsboliger, og noe lavere for forretning-/servicebygg. For kontorbygg og kulturbygg gir nybygg noe lavere utslipp, men forskjellene er såpass små at resultatene ikke betraktes som signifikante. For skole- og idrettsbygg gir nybygg betydelig lavere klimagassutslipp enn oppgradering.

Oppgradering gir lavest utslipp for lager/verksted, men her er usikkerheten noe høyere enn for småhus, fordi beregningene er basert på resultatene fra

én case-bygning. For landbruksbygninger er det kun regnet med utslipp fra materialbruk, på bakgrunn av manglende datagrunnlag for energibruk til oppvarming i slike bygg. Dette peker på et behov for bedre datagrunnlag for disse bygningstypene.

Samlet sett, peker skole-/idrettsbygg, småhus, lager/verksted og fritidsboliger seg ut som de bygningskategoriene der revet areal er størst, både i Innlandet, og nasjonalt. Disse funnene kan brukes til å vurdere hvor det bør innrettes insentiver for energioppgradering og samtidig effektiv arealutnyttelse av eksisterende bygg.

Statistikkgrunnlaget viser at nye bygg som oppføres i snitt er større enn byggene som rives. Dette er et viktig funn som har vært viet lite oppmerksomhet i tidligere analyser. For småhus og fritidsboliger, vil utslippene mer enn doble seg dersom vi utvider arealet samtidig som vi oppgraderer. Utslippene vil fortsatt være lavere enn dersom vi bygger et nytt, større bygg, men størsteparten av utslippsgevinsten spises opp av arealutvidelsen, sammenliknet med å oppgradere det eksisterende bygget uten å bygge større. Dette peker et viktig poeng, nemlig at effektivisering ikke løser klimautfordringene hvis vi samtidig øker forbruket.

Effekten av økt ombruk er kun beregnet for ny bygningsmasse, basert på maksimalt ombrukspotensiale. Totalt for materialer og energi, kan ombruk redusere utslipp med 8-14 % for yrkesbygg, mens for småhus og fritidsboliger er potensialet vurdert å være mindre (2-3%). Ombruk gjør det mulig å unngå utslipp i dag, og bør derfor likevel sees som et viktig klimatiltak, ettersom vi bør prioritere tiltak med rask effekt for å nå nasjonale klimamål, og unngå de verste konsekvensene av klimaendringene.

# Innholdsfortegnelse

1. Innledning	9
1.1. Om oppdraget	9
1.1.1. Tidligere analyser .....	9
1.2. Statistikkgrunnlag for analysen	10
1.2.1. Statistikkgrunnlag for Innlandet.....	10
1.2.2. Regional og nasjonal byggstatistikk.....	14
1.2.3. Hvor representativ er bebyggelsen i Hamar og Ringsaker for det nasjonale nivået?.....	15
1.3. Analysemetode	20
1.3.1. Beregningsscenarier.....	22
1.3.1.1 Scenario A: Oppgradere, samme areal .....	23
1.3.1.2 Scenario B: Oppgradere, utvidet areal .....	24
1.3.1.3 Scenario C: Rive og bygge nytt, utvidet areal .....	25
1.3.1.4 Scenario D: Rive og bygge nytt, samme areal .....	25
1.3.2. Ombruk .....	26
1.4. Usikkerhet og hvordan bruke denne analysen	26
2. Hvordan kan økt oppgradering og ombruk redusere utslipp fra byggeaktivitet?	28
2.1. Oppgradering kan redusere energibruk i drift	28
2.2. Ombruk reduserer behov for nye byggematerialer	31
2.3. Oppgradering forlenger levetiden og utsetter behov for nybygg	33
2.4. Årsaker til riving	33
2.4.1. Behov for økt kapasitet/endret bygningsfunksjon .....	35
2.4.2. Tekniske årsaker til riving .....	37

3. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering og ombruk	40
3.1. Hvordan påvirker energibruk og materialer utslipp?	40
3.2. Potensiale for utslippsreduksjon, per m <sup>2</sup> som følge av økt oppgradering	43
3.3. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering i Innlandet	48
3.4. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering på nasjonalt nivå	53
3.5. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt ombruk	55
3.6. Følsomhet for endret utslippsfaktor for elektrisitet	59
4. Hvilke virkemidler kan regionale og nasjonale myndigheter ta i bruk for å fremme økt oppgradering og ombruk?	61
4.1. Klimavurderinger i plan- og byggesaksbehandling	61
4.1.1. Hensikt med klimagassberegninger i plan- og byggesaker .....	63
4.1.2. Krav til klimagassberegninger i plan- og byggesaksbehandling	64
4.1.3. Veiledning for vurdering av rehabilitering/oppgradering vs. å bygge nytt.....	66
4.1.4. Om oppgradering av småhus.....	68
4.1.5. Virkemidler for økt oppgradering .....	69
4.2. Virkemidler for økt ombruk	71
4.2.1. Forskriftskrav for ombruk.....	73
4.2.2. Eksempler på virkemiddelbruk i utlandet .....	74
5. Hovedfunn og behov for videre arbeid	78
5.1. Oppgradering som klimatiltak – hovedfunn	78
5.2. Behov for videre arbeid	80
Vedlegg A Detaljerte beregningsforutsetninger	82
Energibruk i oppgraderte bygg	82



Energibehov i småhus .....	83
Utslipp fra materialbruk til oppgradering	84
Utslipp fra materialbruk i nybygg	84
Utslipp fra materialbruk i tekniske systemer .....	85
Utslipp fra riving av eksisterende bygg	85
Beregning av potensial for utslippsreduksjon ved økt ombruk	85
Ombruk i nye bygg.....	85
Ombruk i oppgraderte bygg.....	87
Ombruk og hytter .....	88
 Vedlegg B Bygningskategorier i statistikkgrunnlaget og kategorisering lagt til grunn i analysen	 90

# 1. Innledning

## 1.1. Om oppdraget

På oppdrag for Innlandet fylkeskommune har Asplan Viak gjennomført en analyse av potensiell regional effekt på klimagassutslipp av mer utstrakt oppgradering og gjenbruk av bygninger framfor riving og nybygging. Analysen tar utgangspunkt i Innlandet fylke og kommunene i fylket, men omfatter også vurderinger for det nasjonale nivået.

Oppdragets hovedformål er å vurdere hvilken betydning mer utstrakt oppgradering og gjenbruk av bygninger vil ha på klimagassutslipp knyttet til det bygde miljøet, sett i lys av det volumet av riving og nybygging man observerer per i dag.

### 1.1.1. Tidligere analyser

Analysen bygger i stor grad på tidligere arbeid med klimagassberegninger utført av Asplan Viak og Energibygg AS på oppdrag for Innlandet fylkeskommune og for Øvre Eiker kommune:

- **Klimagassutslipp fra oppgradering av eldre bygg. 24 case-studier fra Innlandet<sup>1</sup>.** Omfattende studie av klimagassutslipp for 24 bygninger omfattende studie av klimagassutslipp for 24 eksisterende bygninger, utført på oppdrag for Innlandet Fylkeskommune i 2020/21. Case-bygningene omfattet i hovedsak prosjekter med betydelig kulturhistorisk verdi. Formålet med studien var å utforske hvorvidt og hvordan klimamål samsvarer med mål om vern av kulturhistorisk bebyggelse, og hvordan bygningsvern kan fungere som et klimatiltak
- **Vestfossen KlimaDIVE<sup>2</sup>.** Analyse på regionalt nivå av klimagassutslipp knyttet til å oppgradere eldre bygg i Vestfossen, sammenliknet med å rive og bygge nytt, utført av Asplan Viak på oppdrag fra Øvre Eiker kommune. I tillegg til å sammenlikne oppgradering med nybygg, ble effekten av fortetting vurdert.

For å gjøre en vurdering av potensiell klimaeffekt av mer utstrakt oppgradering på regionalt og nasjonalt nivå, har vi brukt resultatene fra de to analysene til som grunnlag for

---

<sup>1</sup> [https://innlandetfylke.no/f/p1/i2d695903-7c90-4eb3-b233-57482b391673/klimagassanalyse\\_bygg\\_innlandet\\_190221.pdf](https://innlandetfylke.no/f/p1/i2d695903-7c90-4eb3-b233-57482b391673/klimagassanalyse_bygg_innlandet_190221.pdf)

<sup>2</sup> [https://ovre-eiker.kommune.no/bygg-eiendom/reguleringsplan/Documents/Vestfossen%20KlimaDIVE%20prosjektrapport\\_19.06.20.pdf](https://ovre-eiker.kommune.no/bygg-eiendom/reguleringsplan/Documents/Vestfossen%20KlimaDIVE%20prosjektrapport_19.06.20.pdf)

å beregne nøkkeltall for klimagassutslipp knyttet til oppgradering og å rive og bygge nytt, som vi har knyttet til statistikk fra Innlandet og på nasjonalt nivå.

Begge rapporter inneholder detaljerte beskrivelser av metodikk for klimagassberegninger, og presenterer hvilke forutsetninger som ble lagt til grunn for beregningene. Vi vil derfor ikke gjengi dette i denne rapporten, men viser til de bakenforliggende rapportene for mer informasjon.

## 1.2. Statistikkgrunnlag for analysen

### 1.2.1. Statistikkgrunnlag for Innlandet

Analysen tar utgangspunkt i statistikk utarbeidet ifm. masteroppgaven «Rive eller bevare? En undersøkelse av rivestatistikk for perioden 2014-2019 i Hamar og Ringsaker», skrevet av Karen Elkjær ved NTNU og publisert mai 2021.

Statistikkgrunnlaget omfatter totalt 677 bygninger, fordelt på 123 i Hamar og 554 i Ringsaker.

Statistikkgrunnlaget gir blant annet informasjon om:

- Bygningstype
- Byggeår, evt. antatt byggeår
- Hovedmateriale
- Areal revet (areal for den opprinnelige bygningen)
- Areal oppført (nytt areal oppført på tomten)
- Ny funksjon oppført, hvis relevant
- Årsak til riving (skiller mellom følgende syv ulike årsaker for riving - se oversikt i kapittel 2.3)

For byggeår, areal oppført etter riving og årsak til riving er statistikkgrunnlaget ikke komplett. Areal oppført etter riving er kun tilgjengelig for Ringsaker, og innenfor dette er statistikken heller ikke komplett. Dette introduserer usikkerhet i analysen - se kapittel 1.4 for drøfting av hvilken betydning dette har for hvordan analyseresultatene bør brukes.

I vår analyse har vi også benyttet et noe avgrenset utvalg fra statistikkgrunnlaget presentert i masteroppgaven.

Vi har avgrenset analysen til de bygningstypene hvor vi har kjennskap til klimagassutslipp knyttet til oppgradering fra tidligere analyser, primært case-studiene fra Innlandet. På bakgrunn av dette har vi ikke inkludert data for følgende bygningskategorier:

- Garasjebygg/uthus/anneks
- Camping-/utleiehytter
- Naust, båthus, sjøbu, seterhus, sel, rorbu og lignende

Dette omfatter 226 bygninger fra det opprinnelige statistikkgrunnlaget. En detaljert oversikt over hvilke bygningstyper som er inkludert, og hvordan vi har gruppert de ulike typene finnes i Vedlegg B.

Formålet med analysen har vært å identifisere effekten på klimagassutslipp som følge av økt oppgradering. Vi har derfor valgt å basere analysen på de byggene der oppgradering kunne vært et reelt alternativ til riving. For å identifisere hvilke av byggene dette gjelder, har vi benyttet oppgitt årsak til riving.

Når vi ser bort fra bygningstypene over, fordeler bygningene i statistikkgrunnlaget på de ulike årsakene for riving seg som vist i Tabell 1-1:

Tabell 1-1 Årsaker for riving angitt i statistikkgrunnlaget

	Årsak for riving	Antall bygninger i statistikkgrunnlaget
<b>1</b>	Erstattet av bygning med samme funksjon	185
<b>2</b>	Erstattet av bygning med annen funksjon	50
<b>3</b>	Boligutvikling/fortetting	53
<b>4</b>	Ikke erstattet	27
<b>5</b>	Vei/infrastruktur	16
<b>6</b>	Brann	33
<b>7</b>	Flyttet	1
<b>8</b>	Begrunnelse ikke oppgitt	86

At bygget erstattes med et annet bygg med samme funksjon er den hyppigst oppgitte (41 %) årsaken for riving, etterfulgt av fortetting (12 %), eller at bygget erstattes med en annen type bygning (11 %). Det er også et betydelig antall (18 %) hvor årsak ikke er oppgitt.

Av de 50 tilfellene i statistikkgrunnlaget hvor et bygg er revet og erstattet med et en annen bygningstype er det oppgitt hvilken ny bygningsfunksjon som er oppført for 33 av byggene (66 %). Fra de byggene hvor ny bygningsfunksjon er angitt, er det ikke mulig å peke på noen tendens knyttet til hvilke typer bygninger som rives og hvilke typer som oppføres. Det finnes i tillegg svært lite datagrunnlag som gir grunnlag for å vurdere klimagassutslipp knyttet til å oppgradere en bygning til et nytt formål, såkalt transformasjon. På bakgrunn av dette, har vi utelatt byggene der ny funksjon er oppgitt

som årsak for riving fra analysen. Vi har også utelatt byggene der det er oppgitt at det revede bygget er erstattet med vei/infrastruktur, der det ikke er oppført et nytt bygg eller bygget er flyttet, eller der bygget er revet som følge av brann. Vi har inkludert bygg der årsak for riving er oppgitt å være fortetting – se kapittel 2.4.1 for forklaringer rundt dette.

Statistikkgrunnlaget for Hamar og Ringsaker omfatter 6 registreringer for bygninger av typen kontor- og administrasjonsbygning rådhus. Årsak til riving av disse bygningene er oppgitt å være enten «Erstattet av bygning med annen funksjon» (3 bygg), «Boligutvikling/fortetting» (1 bygg), eller «Ikke erstattet» (1 bygg). For det siste bygget er det ikke angitt rivingsårsak. Dette medfører at grunnlaget for analysen for Hamar og Ringsaker ikke inneholder noen bygg av typen kontor/administrasjon. Denne bygningstypen er likevel inkludert i analysen for Innlandet som helhet og på nasjonalt nivå av hensyn til relevans, og fordi det finnes gode data for oppgradering og nybygg fra tidligere analyser.

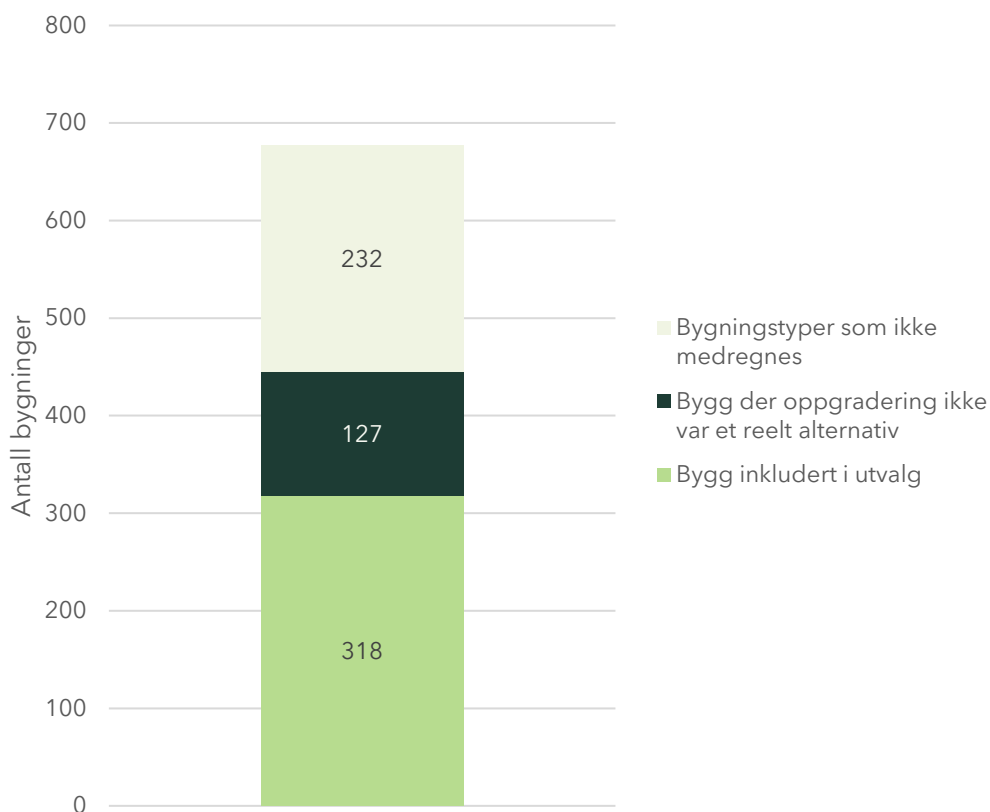
Det er også én forekomst av leilighetsbygg som er revet i grunnlaget. Her er areal revet oppgitt å være 829 m<sup>2</sup>, mens nytt areal er oppgitt å være 8 m<sup>2</sup>. Leilighetsbygg er derfor også utelatt fra analysen.

Totalt inngår 318 bygninger i datagrunnlaget vi har lagt til grunn i analysen, tilsvarende et totalt areal på 43 947 m<sup>2</sup>.

Figur 1-1 viser fordelingen av det opprinnelige statistikkgrunnlaget over bygg revet i Hamar og Ringsaker i perioden 2014-19, på bygningstyper som ikke er inkludert i analysen, bygg som ikke er medregnet på bakgrunn av at oppgradering ikke var et reelt alternativ, og resterende bygg som er lagt til grunn for analysen.

Tabell 1-2 viser fordelingen på ulike bygningstyper og totalt areal per type, for bygg fra Hamar og Ringsaker som er inkludert i analysen.

## Statistikkgrunnlag for Hamar og Ringsaker



Figur 1-1 Fordeling av det opprinnelige statistikkgrunnlaget over bygg revet i Hamar og Ringsaker i perioden 2014-19, på bygningstyper som ikke er inkludert i analysen, bygg som ikke er medregnet på bakgrunn av at oppgradering ikke var et reelt alternativ, og resterende bygg som er lagt til grunn for analysen.

Tabell 1-2 Antall og samlet areal for bygninger inkludert i datagrunnlaget for analysen

	Antall	Areal revet (m <sup>2</sup> )
<b>Småhus</b>	86	11 004
<b>Fritidsbolig</b>	135	7 532
<b>Lager/verksted/industri</b>	24	12 677
<b>Landbruksbygning</b>	43	1 426
<b>Skole/idrett</b>	11	8 539
<b>Forretning/service</b>	11	2 329
<b>Kulturbygg</b>	8	440
<b>SUM</b>	<b>318</b>	<b>43 947</b>

### 1.2.2. Regional og nasjonal byggstatistikk

SSB angir statistikk for antall bygninger som rives hvert år. For å vurdere hva resultatene fra Hamar og Ringsaker sier om potensialet for utslippsbesparelse for Innlandet som helhet, og på nasjonalt nivå, har vi brukt rivestatistikken fra SSB<sup>3</sup> fra 2014-19 for Innlandet fylke og for hele landet. I motsetning til for Hamar og Ringsaker, er det ikke mulig å skille ut de byggene der oppgradering ikke ville vært et reelt alternativ fra statistikken fra SSB (for eksempel der bygg brenner ned, eller der bygg erstattes med en ny funksjon).

SSBs statistikk angir revet bygningsmasse basert på antall, og ikke areal. For å koble verdier for klimagassutslipp per m<sup>2</sup> bygg oppgradert/bygget nytt med rivestatistikken for Innlandet som helhet og nasjonalt, har vi benyttet tall for gjennomsnittlig bygningsstørrelse. SSB har ikke statistikk som viser bygningsmassen fordelt på areal, med unntak av boligstørrelse, som vi har lagt til grunn for å anslå gjennomsnittlig størrelse på småhus. SSB har også publisert tall for utviklingen i størrelse på fritidsboliger. For yrkesbygg har vi benyttet de gjennomsnittlige bygningsstørrelsene som ble lagt til grunn for å fastsette energikrav i teknisk byggeforskrift (TEK)<sup>4</sup>, de såkalte «Sintef-kassene», i kombinasjon med SSB-statistikken. Landbruksbygninger omfattes ikke av TEK, så for å anslå gjennomsnittlig størrelse har vi brukt gjennomsnittlig areal for de fire landbruksbygningene som inngikk i case-studiene.

Vi har lagt til grunn samme gjennomsnittlige bygningsstørrelse for bygg i Innlandet og nasjonalt, ettersom det ikke finnes empiri for å forutsette noe annet.

Tabell 1-3 Anslått gjennomsnittlig bygningsstørrelse

Bygningstype	Gjennomsnittlig størrelse (m <sup>2</sup> BTA)	Kilde
<b>Småhus</b>	202	SSB vektet snitt enebolig, tomannsbolig, rekkehus 2014-19
<b>Fritidsbolig</b>	62	SSB: Gjennomsnittlig størrelse på norsk fritidsbolig bygget 1983. <a href="https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-">https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-</a>

<sup>3</sup> 10783: Byggeareal. Avgang av boliger, etter bygningstype (K) 2009 - 20201 (<https://www.ssb.no/statbank/table/10783>)

10785: Byggeareal. Avgang av bygninger, etter bygningstype (K) 2009 - 2020 (<https://www.ssb.no/statbank/table/10785>)

<sup>4</sup> <https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb-prrapp-42.pdf>

		eiendom/faktaside/hytter-og-ferieboliger
<b>Lager/verksted/industri</b>	1267	Sintef-kassa
<b>Landbruksbygning</b>	364	Gjennomsnittlig areal for landbruksbygninger fra case-beregninger for Innlandet
<b>Kontor/administrasjon</b>	3800	Sintef-kassa
<b>Forretning/service</b>	3768	Sintef-kassa
<b>Skole/idrett</b>	2534	Sintef-kassa
<b>Kulturbygg</b>	2534	Sintef-kassa

### 1.2.3. Hvor representativ er bebyggelsen i Hamar og Ringsaker for det nasjonale nivået?

Innlandet fylkeskommune er Norges nest største fylke i areal, og har veldig varierte forhold knyttet til bygningsmassen. Nesten 20 % av norsk jordbruksproduksjon skjer i Innlandet med 4,9 % av sysselsettingen i jord- og skogbruk. 41 % av innbyggerne i Innlandet bor utenfor tettbebygde strøk, og Innlandet er også Norges største hyttefylke. Innlandet har derfor store, områder med landbruks-, natur- og friluftsområder (LNF-områder) hvor det ikke er tillatt med annen bygge- og anleggsvirksomhet enn den som har direkte tilknytning til landbruk. I tillegg er det ikke like strenge krav for å søke ved tiltak på eksisterende bygningsmasse<sup>5</sup>. Til tross for synkende folketall i over halvparten av fylkets kommuner, opplever noen kommuner vekst, og har områder med høy byggeaktivitet og rivningsrate. I Hamar er for eksempel service hovednæringen, og da særlig offentlig og privat tjenesteyting, varehandel og hotell- og restaurantdrift<sup>6</sup>.

Statistikkgrunnlaget omfatter kommunene Hamar og Ringsaker. For å vurdere hvor representativ bygningsmassen i disse to kommunene kan sies å være for Innlandet fylke og for landet som helhet, har vi sammenliknet fordelingen av bygningstyper revet i perioden 2014-19 med rivestatistikken fra SSB for antall bygg innen hovedkategorier av bygninger. Vi har også inkludert rivestatistikk fra SSB for Hamar og Ringsaker, for å kunne sammenlikne fordelingen av alle bygg revet i perioden, mot utvalget vi har gjort fra statistikkgrunnlaget.

---

<sup>5</sup> «Virkemiddelbruk», notat utarbeidet av Innlandet fylkeskommune i forbindelse med prosjektet og oversendt Asplan Viak

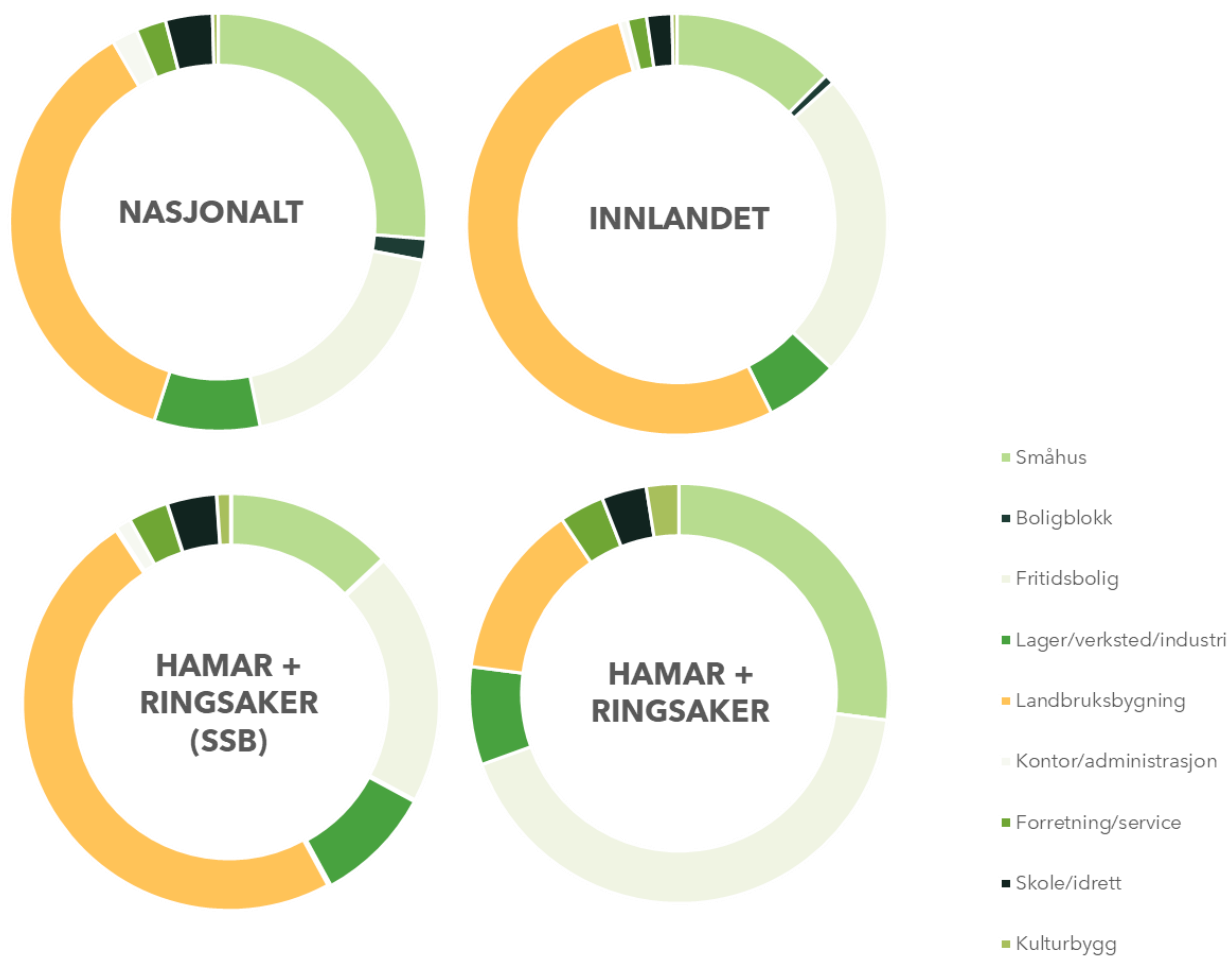
<sup>6</sup> Rive eller bevare?, s.26, Karen Elkjær



Som vist i Figur 1-2, er det betydelig større likheter mellom fordelingen av antall bygg revet for tallene fra SSB, sammenliknet med det avgrensede statistikkgrunnet for Hamar og Ringsaker. Dette er ikke uventet, og peker på at ulike bygningstyper rives av ulike årsaker.

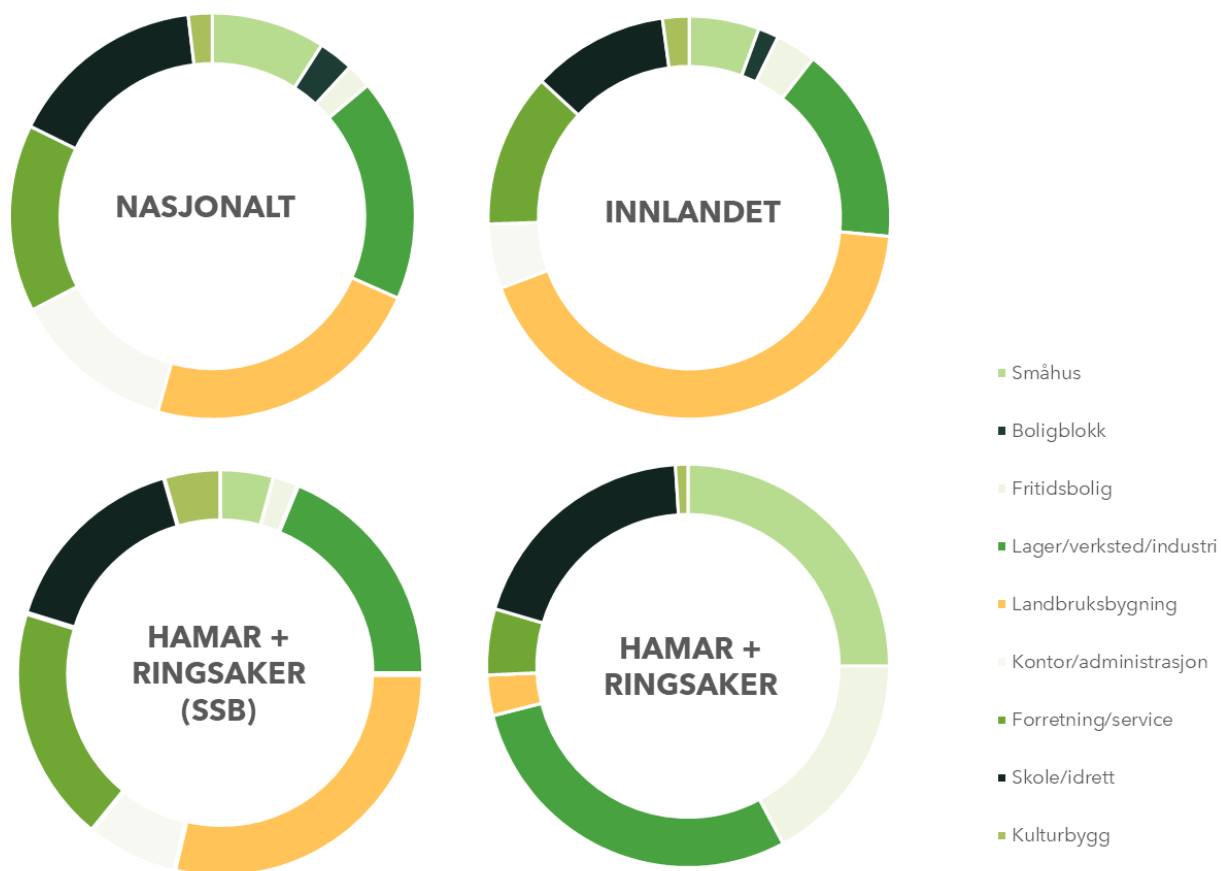
Hvis vi sammenlikner SSB-statistikken for Hamar og Ringsaker med Innlandet og Norge totalt, er hovedforskjellene at det er betydelig flere småhus som rives nasjonalt, men færre landbruksbygninger. Sammenlikner vi med statistikkgrunnet vi har benyttet for Hamar og Ringsaker, er andelen fritidsboliger og småhus betydelig høyere her, og andelen landbruksbygninger betydelig lavere. Dette henger sammen med at en stor andel av landbruksbygningene som ble revet i de to kommunene ikke er erstattet med et nytt bygg (nesten 30 % av byggene), mens 90 % av fritidsboligene som ble revet ble erstattet med en ny fritidsbolig (for småhus er bildet mer sammensatt).

FORDELING AV BYGG REVET (ANTALL) 2014-19, PER BYGNINGSTYPER



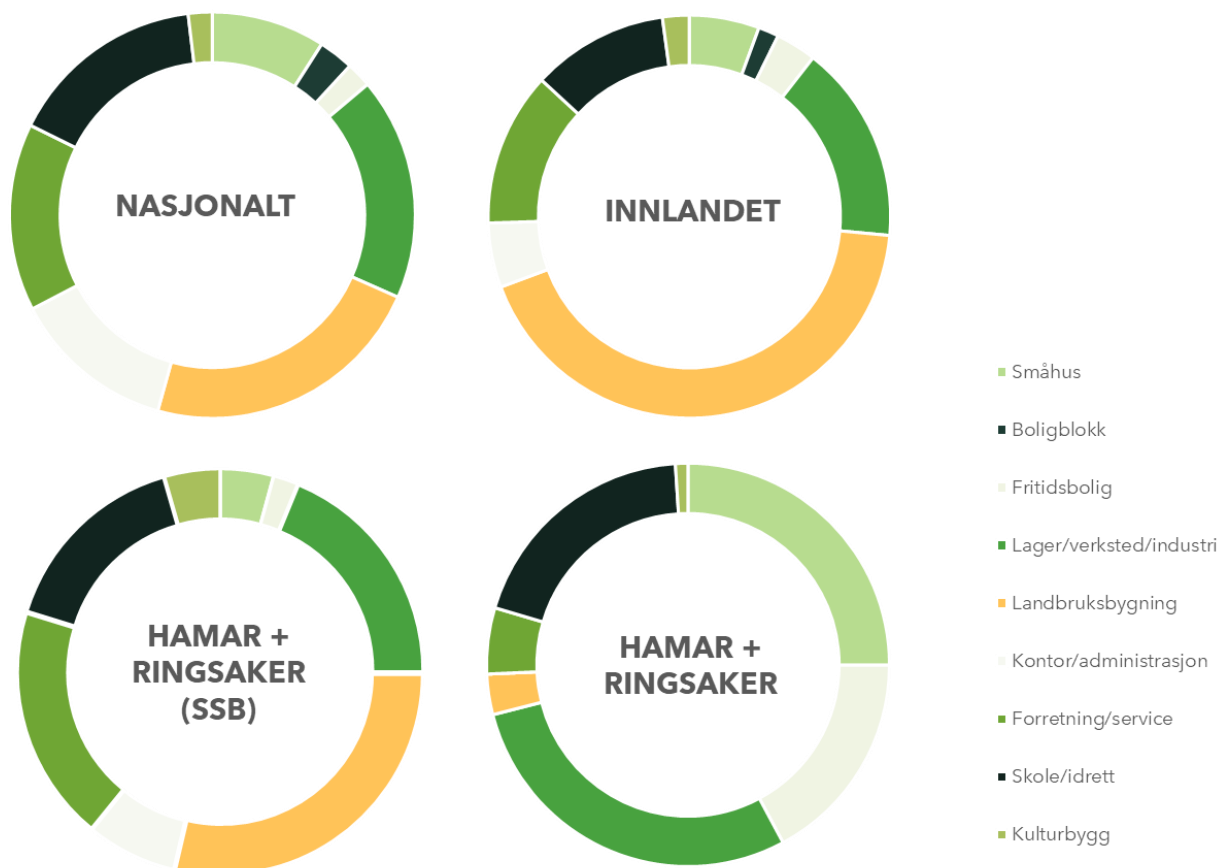
Figur 1-2 Fordeling av antall bygninger revet i perioden 2014-19. Sammenlikning av fordeling per bygningstype nasjonalt, for Innlandet og i sum for Hamar og Ringsaker, basert på SSB-statistikk, samt fra statistikkgrunlaget for Hamar og Ringsaker.

FORDELING AV BYGG REVET (AREAL) 2014-19, PER BYGNINGSTYPE



Figur 1-3 viser tilsvarende fordeling, men per areal revet fordelt på de ulike bygningstypene (SSB-tall for antall er skalert opp iht. gjennomsnittlig bygningsareal, tall for Hamar og Ringsaker forholder seg til faktisk areal revet for det avgrensede statistikkgrunnlaget):

## FORDELING AV BYGG REVET (AREAL) 2014-19, PER BYGNINGSTYPER



Figur 1-3 Fordeling av revet bygningsareal i perioden 2014-19. Sammenlikning av fordeling per bygningstype nasjonalt, for Innlandet og i sum for Hamar og Ringsaker, basert på SSB-statistikk, samt fra statistikkgrunnet for Hamar og Ringsaker.

Det er stor forskjell mellom fordelingene per areal og fordelingene per antall. I hovedsak får bygningstyper som vanligvis er større, som kontor og skole- og idrettsbygg, større betydning for totalen, mens småhus og fritidsboliger får mindre betydning. Basert på areal revet, får landbruksbygninger noe mindre betydning, sammenliknet med hvis vi ser på antall bygg, mens lager- og industribygg får større betydning.

De største forskjellene mellom totalt areal revet og det avgrensede statistikkgrunnet for Hamar og Ringsaker, er fortsatt knyttet til landbruksbygninger, fritidsboliger og småhus. I tillegg er det en betydelig forskjell i revet areal for forretning-/servicebygg, som henger sammen med at forretningsbyggene som er inkludert i statistikkgrunnet er mindre enn

den gjennomsnittlige bygningsstørrelsen som er lagt til grunn for beregning av areal for data fra SSB.

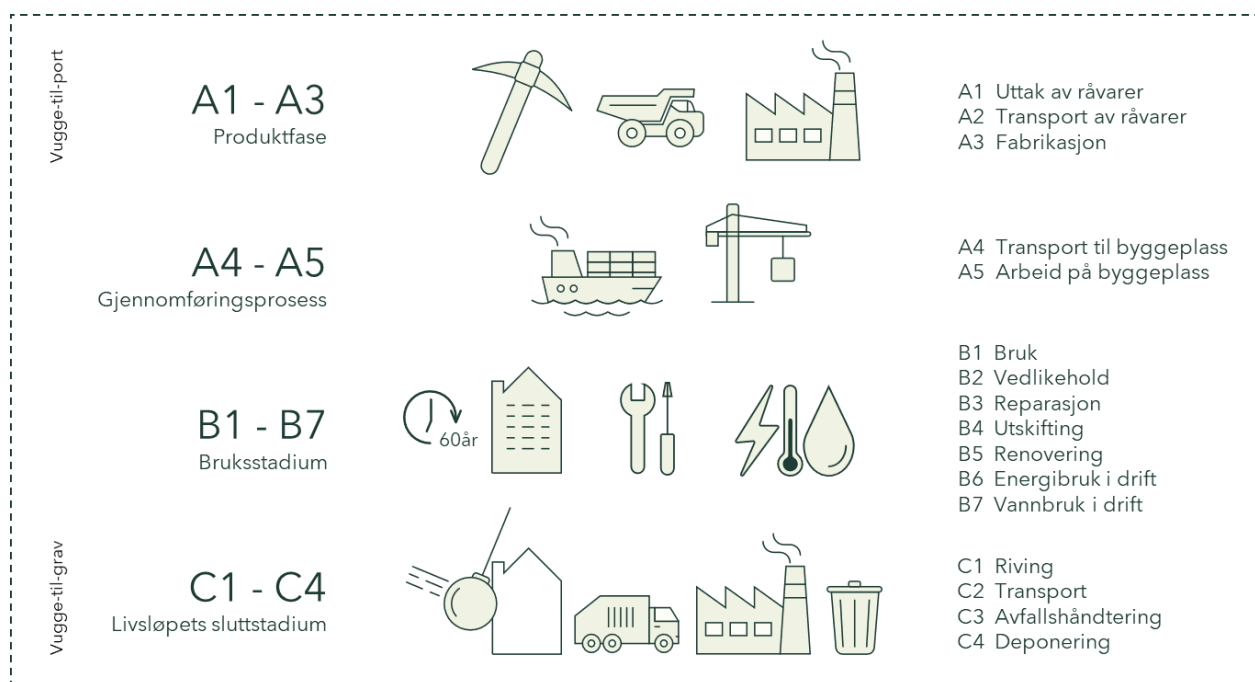
Fra disse sammenlikningene kan vi trekke to hovedkonklusjoner. Den første er at sammensetningen av bygningsmassen som rives ikke er veldig ulik for Innlandet, sammenliknet med det nasjonale nivået. Hovedforskjellene er at det rives en større andel landbruksbygninger, og en lavere andel småhus og kontor i Innlandet enn i landet som helhet.

Som nevnt, representerer vårt utvalg av revede bygninger i Hamar og Ringsaker de tilfellene der oppgradering hadde vært et reelt alternativ, mens SSB-statistikken omfatter alle bygg som rives, uavhengig av årsak, og inkluderer bygninger som for eksempel er brent ned eller er erstattet med en vei. Den andre konklusjonen er derfor at hvorvidt vi tar hensyn til årsak for riving eller ikke, har betydning for beregnet klimaeffekt av oppgradering. Ved å bruke SSB-statistikken som grunnlag, og inkludere alle bygg som rives, vil man overestimere klimaeffekten ved oppgradering noe.

På bakgrunn av sammenlikningen av SSB-tall, kan vi si at resultatene fra Hamar og Ringsaker kan gi en pekepinn på det nasjonale potensialet for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering og ombruk, fordi sammensetningen av bygningsmassen som rives har store likheter med det nasjonale nivået.

### 1.3. Analysemetode

Analysen omfatter klimagassutslipp forbundet med energibruk i drift og produksjon av byggematerialer som inngår i oppgradering/oppføring av nye bygg, inkludert transport av materialene til byggeplass og utskifting av materialer i løpet av 60 års beregningsperiode.



Figur 1-4: Kilder til klimagassutslipp i bygningers livssyklus, iht. modulsystemet i Norsk Standard for klimagassberegninger for bygninger, NS 3720

I nybygg-scenariot har vi også inkludert utslipp forbundet med riving. Som nevnt, bygger analysen i stor grad på tidligere analyser for Innlandet og Vestfossen. For detaljert beskrivelse av beregningsmetodikk viser vi til prosjektrapporter fra disse analysene. I de påfølgende avsnittene gjennomgår vi overordnet hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for beregningene. For detaljerte beregningsforutsetninger, se Vedlegg A.

I analysen av case-studiene for Innlandet benyttet vi fem ulike beregningsscenarioer. I analysen beskrevet i denne rapporten tar vi utgangspunkt i antall bygninger som allerede er revet. Det er derfor ikke relevant å sammenlikne oss med et nullscenario der bygg bevares uten å gjennomføre tiltak. Gjennom case-studiene gjorde vi dessuten inngående vurderinger av effekten av oppgradering som viste at det i alle tilfeller vil være en betydelig klimagevinst knyttet til å gjennomføre skånsomme oppgraderingstiltak som reduserer energibruken i drift. I denne analysen legger vi i stedet mer vekt på sammenlikning av oppgradering som et alternativ til å rive og bygge nytt, med utgangspunkt i statistikken fra Hamar og Ringsaker.

Et tydelig funn fra både case-studiene og analysen for Vestfossen var at omfanget av oppgraderingstiltak, og hvilken resulterende energistandard man kan oppnå i oppgraderte bygg, hadde stor betydning for beregnet klimagevinst fra oppgradering. Materialbruk til oppgradering er forbundet med moderate klimagassutslipp,

sammenliknet å oppføre nye bygg. Samtidig er eldre bygg som regel betydelig mindre energieffektive enn nye.

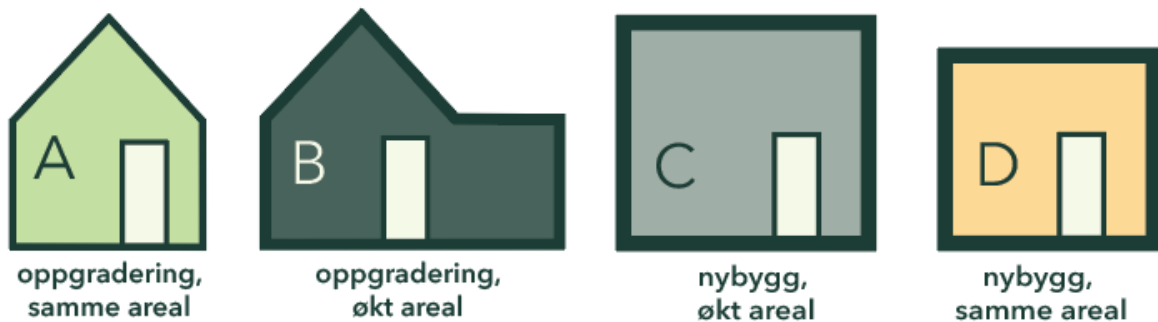
For case-studiene var hensynet til kulturminnebevaring vektlagt som en forutsetning i analysen, og hvilke oppgraderingstiltak som ble vurdert og lagt til grunn for beregninger var i stor grad påvirket av dette. I denne analysen står kulturminnehensynet ikke like sterkt. Utgangspunktet for denne analysen var derfor å vurdere potensialet for å gjennomføre mer omfattende tiltak, for å si noe om klimaeffekt fra oppgradering i prosjekter uten betydelige bevaringshensyn.

Omfattende energioppgraderingstiltak som reduserer energibehovet til et moderne nivå vil som regel føre til at oppgradering totalt sett kommer klimamessig bedre ut enn å rive og bygge nytt. Hvis vi hadde lagt til grunn at alle bygg gjennomgår en «maksimal energioppgradering», og får tilnærmet samme energibehov som nye bygg, vet vi fra tidligere analyser at oppgradering ville gitt lavest klimagassutslipp. Hva som faktisk gjennomføres i praksis vil i stor grad avhenge av økonomi, og hva som er praktisk hensiktsmessig. For å illustrere et sannsynlig potensial for klimagevinst fra oppgradering har vi derfor søkt å legge til grunn mest mulig realistiske betingelser. Vi har derfor ikke forutsatt at alle bygg oppgraderes til TEK17-nivå – se kapittel 2.1 for detaljer.

### 1.3.1. Beregningsscenarioer

Statistikkgrunnlaget viser, der vi har tall for areal oppført etter riving, at nye bygg som regel er betydelig større enn de som rives. Dette kan være en konsekvens av fortetting eller utvidet kapasitet, men det kan også være en konsekvens av økt velstandsnivå og/eller byggepraksis. Hvilke faktorer som kan føre til økende bygningsareal er drøftet i kapittel 2.4.1. For å både sammenlikne nybygg mot oppgradering og undersøke hvordan arealutvidelse påvirker denne sammenlikningen, har vi benyttet følgende fire beregningsscenarioer:

## SCENARIOER:



Figur 1-5 Beregningsscenarioer lagt til grunn i analysen på regionalt og nasjonalt nivå

**SCENARIO A** Energioppgradering av eksisterende bygningsmasse, tilsvarende areal som revet bygg

**SCENARIO B** Energioppgradering av eksisterende bygningsmasse, med nytt tilleggsareal (gjennomsnittlig økning per bygningstype, basert på statistikkgrunnlaget)

**SCENARIO C** Rive eksisterende bygningsmasse, oppføre nytt, større bygg (gjennomsnittlig økning per bygningstype, basert på statistikkgrunnlaget)

**SCENARIO D** Rive eksisterende bygningsmasse, oppføre nytt bygg, tilsvarende areal som revet bygg

Sammenlikningsgrunnlaget for alle scenarioer og bygningskategorier er klimagassutslipp per m<sup>2</sup> bygningsmasse revet, dvs. at vi forholder oss til størrelsen for det eksisterende bygget som utgangspunkt.

### 1.3.1.1 Scenario A: Oppgradere, samme areal

Scenario A beskriver en situasjon der man i stedet for å rive, gjennomfører energioppgraderingstiltak som gir en betydelig energibesparelse i drift, men uten å gjøre øvrige endringer, slik at bygningsarealet forblir det samme.

For småhus (boliger) har vi tatt utgangspunkt i tiltakspakkene som ble lagt til grunn for oppgradering i analysen for Vestfossen, ettersom disse er noe mer omfattende enn tiltakspakkene som ble foreslått for boligbyggene som inngikk i case-studiene. Vi har også hensyntatt hvordan bygningsalder påvirker hvilken energistandard det er rimelig å oppnå gjennom en hensiktsmessig energioppgradering, med utgangspunkt i aldersfordelingen for boligene i statistikkgrunnlaget – se kapittel 2.1 og Vedlegg A for detaljer.



For fritidsboliger har vi basert analysen på tiltakspakken som ble lagt til grunn for oppgradering i analysen for Vestsidveggen 1126 fra case-studiene. Energiberegningene er endret for å speile bruksmønstret for en typisk fritidsbolig – se Vedlegg A for detaljer.

For øvrige bygningskategorier har vi benyttet nøkkeltall for klimagassutslipp per m<sup>2</sup> oppgradert bygg (i sum for materialbruk og energi i drift), beregnet fra case-studiene. Vi har valgt ut de bygningene som vi vurderer som mest representative for en «standard oppgradering» innen hver bygningskategori. Hva som er lagt til grunn for nøkkeltallene, inkludert hvilke bygninger fra case-studiene, er gitt i Vedlegg A.

### 1.3.1.2 Scenario B: Oppgradere, utvidet areal

Scenario B beskriver en situasjon med energioppgradering, der man i tillegg utvider det eksisterende bygningsarealet. Mulige årsaker til arealutvidelse, og hvordan vi har betraktet dette i analysen, er drøftet i kapittel 2.4.1. Scenario B tilsvarer således scenario A, foruten at vi legger til grunn en gjennomsnittlig økning i bygningsareal, og representerer et alternativ til nybygg, der man oppnår samme areal, men gjenbruker den eksisterende bygningsmassen i størst mulig grad.

Arealøkningen er regnet som en snittverdi per bygningstype, basert på forskjell i størrelse mellom arealet for bygg som er revet, og arealet for nye bygg som er oppført. For å regne gjennomsnittlig arealutvidelse har vi inkludert de bygningene der det er angitt at det er oppført et nytt bygg med samme funksjon, dvs. at vi ikke har regnet med nybyggareal i de tilfellene der det er oppført en annen type bygning etter riving, eller rivingsårsaken er oppgitt å være fortetting.

Ettersom statistikkgrunnlaget kun inkluderer areal for nybygg for Ringsaker, er gjennomsnittlig arealutvidelse basert på informasjon fra denne kommunen.

Tabell 1-4 Gjennomsnittlig areal revet og for nytt oppført bygg, samt gjennomsnittlig arealutvidelse, per bygningskategori

Bygningstype	Antall bygninger der nytt areal er oppgitt	Snitt areal revet (m <sup>2</sup> )	Snitt areal oppført (m <sup>2</sup> )	Snitt arealutvidelse
<b>Småhus</b>	19	121	232	92 %
<b>Fritidsbolig</b>	122	58	104	79 %
<b>Lager/verksted/industri</b>	0	Ikke tilstrekkelig datagrunnlag		
<b>Landbruksbygning</b>	7	128	408	219 %
<b>Skole/idrett</b>	4	1806	5304	194 %
<b>Forretning/service</b>	2	676	2144	217 %

<b>Kulturbygg</b>	0	Ikke tilstrekkelig datagrunnlag
-------------------	---	---------------------------------

Av Tabell 1-4 kan vi se at gjennomsnittlig arealutvidelse for nytt bygg, sammenliknet med bygget som ble revet, er betydelig større for landbruksbygninger, skole/idrettsbygg og forretning-/servicebygg. Utvalget av bygninger er også betydelig mindre enn for småhus og fritidsbolig. Dette betyr at usikkerheten knyttet til gjennomsnittlig arealutvidelse er betydelig høyere for yrkesbyggene, sammenliknet med småhus og fritidsbolig.

For lager/verksted/industri og kulturbygg er det ikke angitt areal for nybygg i statistikkgrunnlaget. For disse bygningskategoriene her vi dermed ikke grunnlag for å se på effekt av arealutvidelse. For bygningstyper der antall personer som skal bruke bygningen ikke er bestemmende for størrelsen, dvs. landbruksbygninger og for lager/verksted/industri, gir det dessuten liten mening å vurdere alternativer for arealutnyttelse, ettersom bygningsarealet må forutsettes å være strengt knyttet til funksjonen, for eksempel volumet av varer eller antall dyr. For kulturbygg, lager/verksted/industri og landbruksbygg har vi derfor valgt å holde arealet likt for alle scenarioer.

#### *1.3.1.3 Scenario C: Rive og bygge nytt, utvidet areal*

Scenario C beskriver det statistikkgrunnlaget beskriver at har skjedd, dvs. at eksisterende bygg har blitt revet, og erstattet med nye bygg, som er større enn byggene de erstattet.

Vi har lagt til grunn at nye bygg oppføres iht. dagens forskriftskrav, med standard løsningsvalg og materialbruk. Areal for nye bygg er regnet iht. gjennomsnittlig forskjell på areal revet og nytt areal oppført, per bygningskategori, som beskrevet for scenario B.

Vi har benyttet nøkkeltall for klimagassutslipp fra materialbruk og riving av eksisterende bygg tilsvarende som for case-studiene - se rapporten for detaljer og dokumentasjon. Utslipp fra energibruk i drift for nye bygg tar utgangspunkt i at energistandard tilsvarer dagens forskriftsnivå (TEK 17).

#### *1.3.1.4 Scenario D: Rive og bygge nytt, samme areal*

Scenario D beskriver en situasjon der byggene som ble revet erstattes av nye bygg som er akkurat like store som byggene de erstattet.

Ettersom statistikkgrunnlaget viser at nye bygg som ble oppført var større enn byggene de erstattet, kan scenario D anees som mindre sannsynlig enn de tre øvrige scenarioene. Scenario D er i hovedsak inkludert for å illustrere hvordan arealutvidelse påvirker resultatene.

### 1.3.2. Ombruk

For å presentere analyseresultatene på en mest mulig entydig måte, har vi valgt å gjøre en egen beregning av potensiell effekt av ombruk, i tillegg til hovedberegningen.

Med ombruk menes her ombruk av enkeltmaterialer eller bygningsdeler, til forskjell fra å bruke hele eller deler av bygningskroppen slik den er «på nytt» gjennom en rehabilitering/oppgradering.

Slik ombruk vil først og fremst være aktuelt for ny bygningsmasse. Potensialet for reduserte utslipp som følge av økt ombruk vurderes derfor i form av unngåtte utslipp i ny bygningsmasse. Effekt av ombruk påvirker derfor kun scenario B, i form av det utvidede arealet, og scenario C.

Ombrukspotensiale er vurdert spesifikt for hver bygningskategori, på bakgrunn av forutsatt materialsammensetning i nye bygg – se vedlegg A for detaljer.

Vi har også inkludert en kvalitativ drøfting av realistisk ombrukspotensiale og muligheter/virkemidler for tilrettelegging

Analysen tar ikke stilling til ombrukbarhet av nye materialer i neste ledd, dvs. etter endt levetid for byggene, ettersom avhendingsfasen ikke er medregnet.

## 1.4. Usikkerhet og hvordan bruke denne analysen

Resultatene fra analysen presenteres per m<sup>2</sup>, samt skalert opp for arealet bygninger revet i Hamar og Ringsaker i perioden 2014-19, og for Innlandet total og nasjonalt i samme periode.

Arealutvidelse per m<sup>2</sup> forholder seg til areal revet, dvs. grunnlaget for scenario A, og gjennomsnittlig arealutvidelse per bygningskategori for Ringsaker (ettersom vi ikke har tall fra Hamar for areal for nye bygg). Resultatene per m<sup>2</sup> for scenario C kan dermed tolkes som «hvor mange m<sup>2</sup> nybygg vil typisk oppføres som følge av å rive 1 m<sup>2</sup> eksisterende bygg?». Resultatene per m<sup>2</sup> kan brukes for å sammenlikne utslipp for oppgradering med utslipp fra nybygg, uavhengig av hvor stort bygget er.

Vi har lagt til grunn den samme gjennomsnittlige arealutvidelsen per bygningskategori for å beregne scenario B og C på nasjonalt nivå, ettersom det ikke finnes nasjonale tilsvarende data. For småhus og fritidsboliger er det rimelig å tro at den beregnede gjennomsnittlige arealutvidelsen vil kunne være representativ og så for det regionale og nasjonale nivået, ettersom statistikkgrunnlaget omfatter et bredt utvalg av småhus og

fritidsboliger. For yrkesbygg er arealutvidelsen beregnet på bakgrunn av langt færre bygg, og holder derfor høyere usikkerhet. Her bør scenarioene med og uten arealutvidelse betraktes som ytterpunkter som illustrerer et mulig spenn i utslipp.

En annen usikkerhet i vurderingen er knyttet til gjennomsnittlig bygningsareal, som er lagt til grunn for å beregne utslipp for Innlandet som helhet, og for det nasjonale nivået. Her finnes det lite annen empiri som kan brukes som sammenlikningsgrunnlag.

Resultatene på nasjonalt nivå og for Innlandet som helhet kan gi en indikasjon på forskjell i utslipp mellom scenarioene, og hvilke bygningskategorier som har størst betydning. Resultatene for Innlandet og Norge som helhet bør ikke brukes for å vurdere absolutt størrelsesorden for utslipp fra byggeaktivitet, eller for potensiale for utslippskutt, sammenliknet med andre tiltak. I stedet kan de nasjonale og regionale resultatene benyttes for å gi en indikasjon på hvilken type byggeaktivitet det er mest hensiktsmessig å prioritere utslippsreducerende tiltak for.

Data for klimagassutslipp or oppgradering av bygg og oppføring av nye bygg er basert på analysene for case-studiene og for Vestfossen. Disse vurderes å være relativt robuste, spesielt vurderingene fra case-studiene, som bygger på spesifikke datagrunnlag for faktiske bygg.

Som vist i Tabell 1-2, omfatter statistikken for Hamar og Ringsaker flest boliger og fritidsboliger. Dette medfører at vi har vesentlig bedre grunnlag for å vurdere variasjon innenfor disse bygningskategoriene, sammenliknet med de øvrige, der utvalget er mer begrenset. Vi har derfor også valgt å differensiere forutsetningene i større grad for boliger, fordi de står for hoveddelen av datagrunnlaget, og fordi vi har bedre grunnlag for å skille på faktorer som påvirker energibruk i oppgraderte bygg (se kapittel 1.3.1.1 og Vedlegg A). Dette medfører at det er knyttet mindre usikkerhet til vurderingene av småhus og fritidsboliger, sammenliknet med yrkesbygg.

## 2. Hvordan kan økt oppgradering og ombruk redusere utslipp fra byggeaktivitet?

### 2.1. Oppgradering kan redusere energibruk i drift

Norsk byggeskikk har vært preget av teknologiske begrensninger før 1950-tallet, og teknologisk utvikling etter. Før 1950 har konstruksjonene vært kompakte, og veldig materialkrevende. Etter 1950 har industrialisert produksjon, utvikling innen kjemi, fokus på innemiljø og materialbesparende konstruksjoner ført til en markant overgang fra enkle til komplekse bygningsfysiske forutsetninger for bygningene vi bruker.

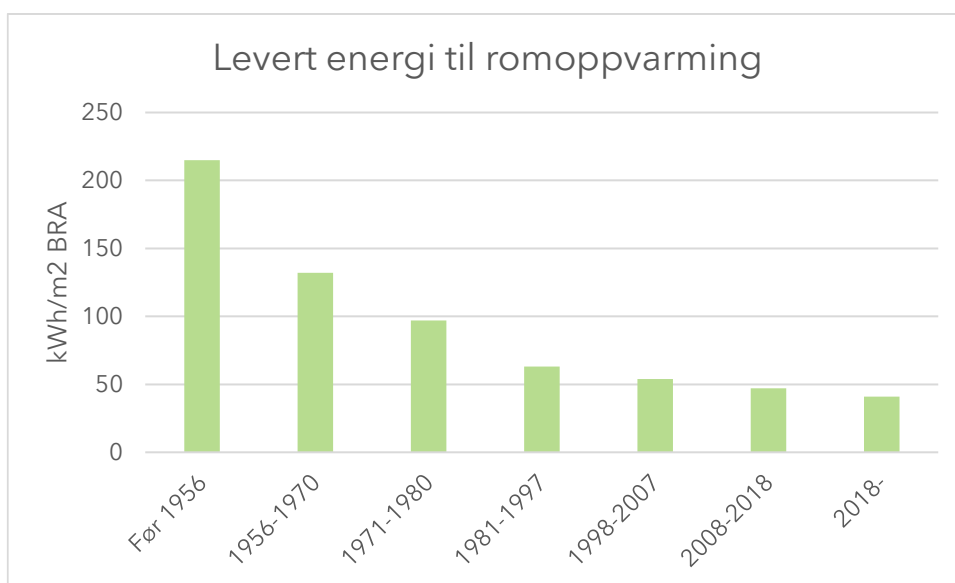
Det enkle bindingsverket ble innført i denne perioden, og var en materialbesparende, modulbasert løsning tilpasset bruken av isolasjons- og plateprodukter med faste mål for bredde og høyde. Da isolasjonsmaterialene reduserte varmetapet opplevde man at skader knyttet til fukt i konstruksjonen ble en utbredt problemstilling. Dette utløste behovet for en innvendig dampsperre, og utvendig to-trinns tetting. Dampsperran hindrer innvendig fuktbelastning å trenge ut i konstruksjonen. To trinns tetting består av en vindsperre som slipper fukt inni konstruksjonen ut, og et mellomrom mellom vindsperran og ytterkledningen. Mellomrommet tillater luftbevegelse til å ventilere bort fukt fra konstruksjonen, og fra ytterkledningen. Løsningen hindrer også at vindtrykk presser fukt inn i konstruksjonen.

Denne utviklingen har delt den norske bygningsmassen inn i to leire; en der konstruksjonen håndterer innvendig fuktbelastning, og en annen der fukten ledes mot lufteventiler eller skiftes ut via ventilasjonsanlegg. Kombinasjoner av disse to vidt forskjellige bygningsfysiske prinsippene skal man være varsom med. Det kan dermed være mer krevende, med økt behov for fokus på detaljer, å tilpasse en gammel konstruksjon til moderne produkter. Siden moderne bygg i all hovedsak har en modulbasert oppbygning og nødvendig tetting, vil det ikke være så vanskelig, og mindre risiko med å oppgradere til en bedre energitilstand.

Eldre bygg er bygget opp av til dels grovt sammensatte komponenter som tillater relativt store luftmengder å passere både ut og inn gjennom konstruksjonen. Varmetapet er hovedsakelig bestemt av hvor godt konstruksjonselementene leder varme, og graden av uønskede luftlekkasjer. I moderne konstruksjoner lener man seg på at stillestående luft effektivt reduserer varmeledning. Om det er fibre av glass, stein, cellulose eller bobler i

isopor så er målet det samme; skape små lommer av luft, og hindre luft i å bevege seg gjennom.

Besparelsen knyttet til slike isolasjonsmaterialer er ikke direkte proporsjonal med tykkelsen på isolasjonslaget. De første centimeterne er de mest effektive. Som man kan se av diagrammet under så utgjør den største endringen i energibruk til oppvarming når man tilfører tiltakspakken til en uisolert bolig bygget før 1956. Deretter flater den beregnede besparelsen i energibruken til romoppvarming ut etter hvert som isolasjonstykkelsen øker i henhold til krav i byggeforskriften.



Mulighetene for å øke isolasjonstykkelsen er avhengig av flere faktorer.

- Man må ta hensyn til takutstikk av estetiske grunner, men også fordi takutstikket beskytter fasaden fra nedbør. Korte utstikk kan få boligen til å se oppblåst ut, og øke frekvensen av behov for overflatebehandling og utskifting av panel.
- Konstruksjonen må også kunne bære vekten av materialmengden man tilfører.
- Økt materialmengde, og økt kompleksitet betyr økte kostnader knyttet til materialer, men også antall arbeidsoperasjoner.

Det finnes ikke statistikk på om bygninger er oppgradert, eller hvilke tiltak som er gjennomført. Vi har i dette prosjektet tatt utgangspunkt i to tiltakspakker av et omfang som vil bli definert som energioppgradering. For boliger bygget før 1956 bør behovet for innvendige fuktsperrer vurderes, men tiltakene er godt tilpasset de fleste norske boliger. For utførende vil arbeidsprosessene være hensiktsmessige, og materialmengdene

moderate. Dette gir økonomi i utføring, og samtidig god effekt i reduksjon i oppvarmingsbehov.

- Etterisolering av fasader baserer seg på 98mm justert trevirke i gran til utlekting av vegg samt isolasjonsmaterialer i 100mm tykkelser
- Etasjeskillere mot kaldt loft og kjeller har som regel hatt 200mm høyde. I en periode på 1970-80 tallet var det ikke uvanlig å bruke 150mm sperrer mot kaldt loft. 150mm isolasjon er en tykkelse som egner seg godt i boliger før 1956 med stubbeloftsleire, og i periodene 1956-70 og 1971-80 der isolasjonen ikke hadde samme fasthet og utførelsen ikke var like god som i dag
- U-verdi for nye vinduer settes til 1,0W/m<sup>2</sup>K.
- For boliger fra 1981-97, og 1998-07 har vi tatt utgangspunkt i at isolasjon i etasjeskillere beholdes. Tiltakspakken består da av etterisolering av yttervegg med 100mm på yttervegg, og skifte av vinduer

For å klassifisere bygningene på en måte som både tar hensyn til hvilken byggeforskrift de er bygget etter, men også glidende overganger grunnet teknologiutvikling og overgangsperioder mellom forskrifter har vi, for boliger, tatt utgangspunkt i modeller av den norske bygningsmassen etter byggeår fra Enovas Potensial og barrierestudie - Bolig fra 2011<sup>7</sup>. I denne rapporten ble den beregnede energibruken i den norske boligmassen, basert på disse modellene, sammenlignet med SSBs statistikk på nasjonalt forbruk fra 2009 med et avvik på 4%. I Vestfossen KlimaDive ble beregningsverktøyet energiportalen.no brukt. Verktøyet ble utviklet på grunnlag av modellene av "de norske standardboligene" fra Enovas Potensial og barrierestudie - Bolig.

Byggeår	<1956	1956-70	1971-80	1981-97	1998-07	2008-2018
TEK-nivå før tiltak	TEK24/49		TEK69	TEK85	TEK97	TEK07-10
Original isolering						
Vegg	0cm	10cm	10cm	15cm	20cm	25cm
Gulv	0cm	10cm	5cm, grunn	20cm	15cm, grunn	30cm
Tak	0cm	10cm	20cm	20cm	25cm	20cm
Vindu, U-verdi	2,60	2,60	2,60	2,2	1,6	1,6
Isolering etter tiltak						
Vegg	10cm	20	20	25cm	30cm	ingen
Gulv	15cm	20	som før	som før	som før	ingen
Tak	15cm	20	byttet	som før	som før	ingen
Vindu, U-verdi	1	1	1	1	1	ingen
TEK-nivå etter tiltak	TEK85	TEK97	TEK97	TEK07-10	TEK17	TEK07-10

Figur 6 Oversikt over nivå på energiltak i småhus i original- og oppgradert tilstand.

<sup>7</sup> [Underlagsrapport Potensial- og barrierestudien Bolig Prognosesenteret](#)

På bakgrunn av prosjektets rammer har vi gjort noen forenklinger i vår tilnærming for å kunne beregne energibruken i de forskjellige bygningskategori. Disse forenklingene er beskrevet i Tillegg A.

Statistikken fra SSB over antall bygg revet for landet som helhet skiller ikke på bygningsalder. Det finnes nasjonal statistikk over alder for den eksisterende bygningsmassen, men denne aldersfordelingen vil med all sannsynlighet ikke være representativ for bygg som rives, ettersom alder må forventes å være en medvirkende årsak til riving. For beregningene på nasjonalt nivå har vi derfor forutsatt at aldersfordelingen for småhus som rives tilsvarer statistikken for Hamar og Ringsaker.

## 2.2. Ombruk reduserer behov for nye byggematerialer

Ifølge den første analysen av Norges forbruk av viktige råstoffer som verden kan gå tom for, *Circularity Gap Report Norway 2020*<sup>8</sup>, er den norske økonomien kun 2,4 % sirkulær i dag. Bygg og anlegg er den sektoren med størst forbruk av råmaterialer, en fjerdedel av den nasjonale totalen. Ombruk og levetidsforlengende tiltak er pekt på i rapporten som de viktigste grepene for å redusere byggenæringens klima- og ressursfotavtrykk.

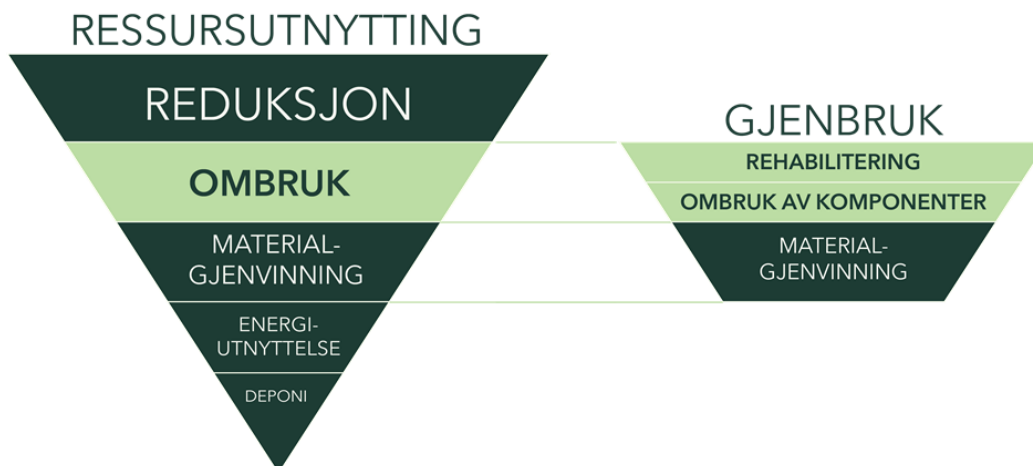
Ved å utnytte ressursene som allerede finnes best mulig, reduserer vi behovet for nye byggematerialer, noe som igjen reduserer utslipp knyttet til uttak og produksjon av nye byggematerialer.

Ordene ombruk og gjenbruk brukes ofte om hverandre. Gjenbruk er et videre begrep enn ombruk, ettersom gjenbruk også inkluderer materialgjenvinning, dvs. at man for eksempel smelter om metaller og bruker dem om igjen, i stedet for å bruke metallproduktene i sin opprinnelige form (ombruk). Avfallspyramiden illustrerer forskjellen mellom ombruk og gjenbruk, samt ulike nivåer av ressursutnyttelse i henhold til sirkulærøkonomiske prinsipper:

---

<sup>8</sup> [https://de312f73-4ba4-4a83-b0e6-01dc20f54c34.filesusr.com/ugd/8853d3\\_10c82f55af6945859552f6674ee0a5bc.pdf](https://de312f73-4ba4-4a83-b0e6-01dc20f54c34.filesusr.com/ugd/8853d3_10c82f55af6945859552f6674ee0a5bc.pdf)





Figur 2-2: Avfallspyramiden illustrerer prioriteringene i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall

Det innebærer at man, i prioritert rekkefølge, bør vurdere ombruk av eksisterende bygg og strukturer ved rehabilitering og transformasjon, og dernest ombruk av komponenter eller gjenvinne materialer, før man vurderer energiutnytting, og som et siste alternativ, deponi. I Norge kildesorteres en relativt høy andel av byggavfallet i dag, men bare ca. 40 % av avfallet går til materialgjenvinning. Resten av avfallet fordeles jevnt mellom energiutnyttelse og deponering.<sup>9</sup>

I praksis varierer mengden brukte materialer som kan brukes igjen sterkt fra bygg til bygg basert på byggeskikk på byggetidspunktet. For eksempel kan eldre bæresystemer som laft være svært enkle å bruke direkte igjen, mens andre typer som plasstøpt betong er svært vanskelige. Ombrukspotensiale av komponenter avhenger av følgende momenter;

- **Unngå farlig avfall:** Elementer med helse- og miljøfarlige stoffer (som asbest) skal ut av kretsløpet, og bør ikke brukes om igjen.
- **Demonterbarhet:** Elementer som er enkle å demontere og remontere kan brukes igjen; dem som blir skadet med demontering (som flis, eller andre komponenter som er limt inn) er ikke brukt igjen
- **Restlevetid:** Robust elementer med god teknisk kvalitet og lang restlevetid kan brukes igjen.
- **Volum:** Elementer som det er mange av øker sjansene for ombruk.

---

<sup>9</sup> Statistikk over BA-avfall, <https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2019/02/NHP-Statistikk-BA-avfall-2019.01.23.pdf>

- **Kost/nytte:** Elementer som kan gi kostnadsbesparelser er mer sannsynlig å bli brukt igjen.

Fra et miljøsynspunkt er rehabilitering og transformasjon å foretrekke fremfor ombruk av komponenter. Det kan imidlertid være svært utfordrende å finne eksisterende byggematerialer som passer til eksisterende bygninger og er tilgjengelig til riktig tid. Det er mye enklere å designe et nytt bygg for å passe ombrukte komponenter. Av denne grunn er det ikke forutsatt ombruk av komponenter for oppgraderte bygg, men potensialet er utforsket for maksimalt praktisk ombruk av komponenter i nybygg.

### 2.3. Oppgradering forlenger levetiden og utsetter behov for nybygg

Den eksisterende bygningsmassen er en ressurs, vi har kort tid på å kutte utslipp hvis vi skal være i tråd med Paris-avtalen.

Fra analysen av case-studiene var det et viktig funn at selv om oppgradering ikke gir klimagevinst i et 60-års perspektiv, kan det ta lang tid før reduserte utslipp i driftsfasen (som følge av redusert energibruk) veier opp for utslipp fra materialbruk i byggefasen.

Ettersom vi i hovedsak har basert denne analysen på tall fra tidligere beregninger, og fordi beregningene er gjort på et mer overordnet nivå, er tidsaspektet ikke vurdert kvantitativt her. Det er imidlertid verdt å ha funnene fra de tidligere studiene i mente når man tolker resultatene også i denne analysen. Dette er spesielt relevant for bygningskategorier der forskjellen i beregnede utslipp mellom oppgradering og nybygg er moderat. I disse tilfellene, der forskjellen kan sies å være mer marginale, usikkerheten tatt i betraktning, kan man argumentere for at tidsaspektet bør veie tyngre, selv om nybygg er beregnet å gi noe høyere utslipp for 60 års beregningsperiode, fordi vi har stadig kortere tid på å redusere utslipp i tråd med nasjonale og internasjonale klimamål.

### 2.4. Årsaker til riving

For å vurdere hvilke virkemidler kommuner og fylkeskommuner kan benytte for å øke graden av rehabilitering/oppgradering, må vi se nærmere på hvilke av årsakene til riving det er mulig å gjøre noe med, og hvilke det i mindre grad er mulig å påvirke.

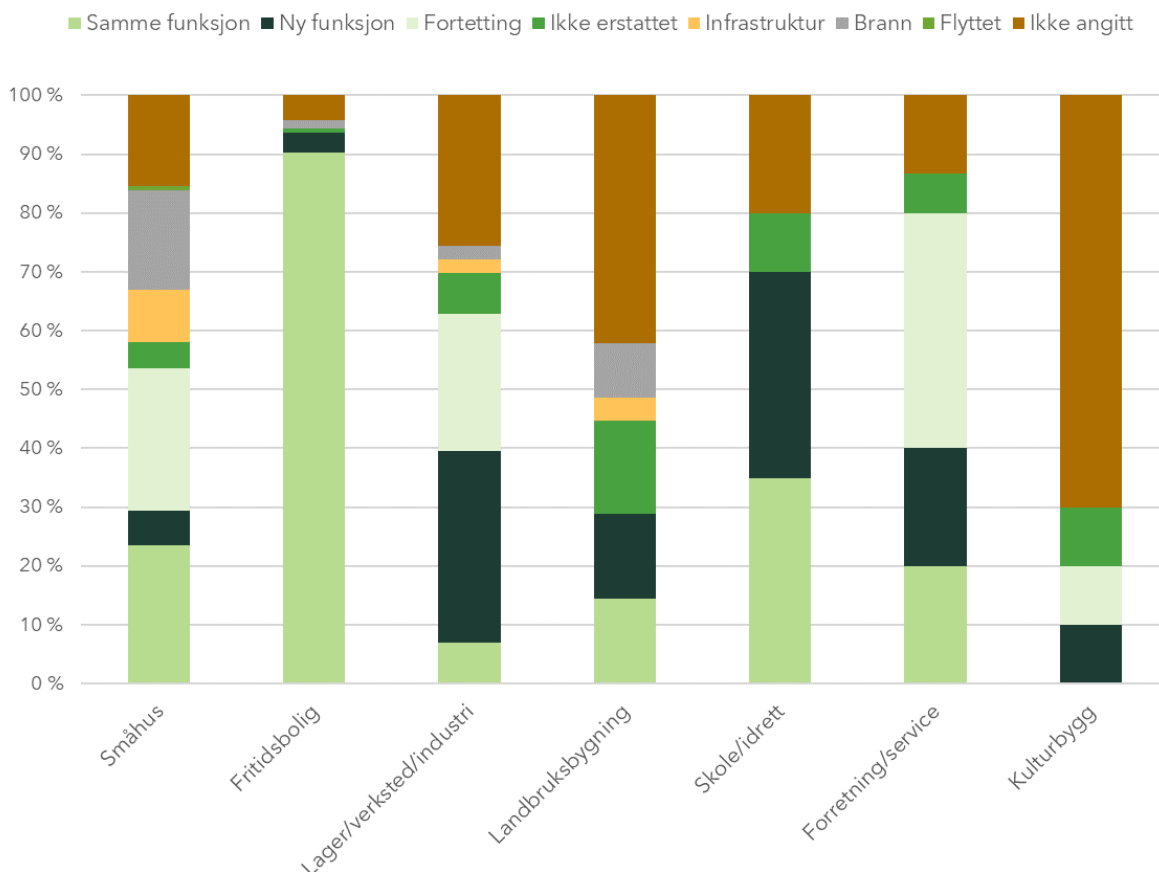
I masteroppgaven vises det til flere årsaker til riving, både fra statistikken fra Hamar og Ringsaker og fra litteraturundersøkelser. Hovedgrunnene er:

- Dårlig teknisk tilstand på grunn av elde, manglende vedlikehold, etc.

- Funksjonell kvalitet: tilfredsstillende bygningen brukernes krav til brukervennlighet, planløsning og komfort? Dette fører oftere til at næringsbygg rives tidligere enn private boliger.
- Økonomisk verdi og markedsforhold som påvirkes av befolkningsvekst og nybygging

Vi kan altså skille på riving som skjer som følge av årsaker knyttet til byggets tekniske funksjon, endret bygningsfunksjon på tomten eller behov for økt kapasitet. I Hamar og Ringsaker viser statistikken totalt at hovedårsakene for riving er å erstatte bygning med samme funksjon (50%), ny funksjon (14%) og boligutvikling/fortetting (14%). Dersom vi ser på hvordan de ulike årsakene fordeler seg per bygningskategori, fra utvalget vi har benyttet i analysen, kan vi se at det er store forskjeller mellom de ulike bygningskategoriene:

### Årsak til riving, %-fordeling (antall bygninger), per kategori



Figur 2-3 Prosentvis fordeling av årsak til riving, per bygningskategori som er inkludert i analysen

Av Figur 2-3 fremgår det at fritidsbolig som regel erstattes med samme funksjon etter riving, mens det for småhus fordeler seg noenlunde likt mellom å erstatte med samme funksjon, fortetting og brann. For de øvrige bygningskategoriene er det en betydelig større andel som erstattes med ny funksjon.

#### 2.4.1. Behov for økt kapasitet/endret bygningsfunksjon

Rivestatistikken for Ringsaker indikerer at nye bygg som oppføres er større enn byggene de erstatter (se Tabell 1-4), også når bygninger der fortetting er oppgitt som årsak for riving er tatt ut av utvalget.

Kapasitetsutvidelse kan være en årsak til at man erstatter et eksisterende bygg med et nytt som er større. Datagrunnlaget inneholder imidlertid ikke informasjon om kapasitetsutnyttelse i bygningene (for eksempel i form av antall brukere), som kunne gitt et mer nyansert bilde av hvor arealutvidelse har vært en konsekvens av behov for økt kapasitet.

Vi har derfor valgt å se på arealutvidelse på prinsipielt nivå i analysen, for å vurdere hvordan det å bygge større påvirker potensialet energioppgradering har som klimatiltak.

Vi kan se på arealøkningen som en konsekvens av et behov for økt kapasitet på den aktuelle tomten. Fortetting av urbane boligområder vil være et typisk eksempel. Dette kan vi forvente er spesielt aktuelt for Hamar (men som nevnt i kapittel 1.2.1, har vi ikke informasjon om nytt areal oppført etter riving for Hamar i statistikkgrunnlaget). Et annet eksempel kan være samlokalisering av kommunale formålsbygg (for eksempel skole) fra to bygg på hver sin tomt til ett bygg på en av tomtene, som vil registreres som en arealutvidelse, sammenliknet med det opprinnelige bygget på tomten.

Det vil være mange og sammensatte faktorer som påvirker hvor det bygges nye skolebygg, og hvilken betydning etablering av nye skoler har for eksisterende skoler andre steder. For eksempel kan samlokalisering av være ønskelig for å forbedre det pedagogiske tilbudet ved skolen. Endrede forskriftskrav, for eksempel krav til større areal per elev på en skole, kan naturligvis også være drivere for behov for økt areal.

For de fire bygningene som inngår i kategorien skole/idrettsbygg der statistikkgrunnlaget inneholder både informasjon om areal revet og for nytt bygg oppført, er det ett tilfelle hvor nytt bygg oppført på tomten er omtrent like stort som det som ble revet, mens nybygget i de tre andre tilfellene er flere ganger større. For forretning-/servicebygg ser vi også at arealutvidelsen er svært stor for de to byggene som er inkludert i grunnlaget. Vi

har ikke grunnlag for å spekulere i hvorfor de nye byggene er såpass mye større, og hvorvidt dette skyldes noen form for utvidet kapasitet funksjon eller ikke.

Tabell 2-1 Areal for revet og nytt bygg der dette er kjent for skole-/idrettsbygg og forretning-/servicebygg i statistikkgrunnlaget for Hamar & Ringsaker.

Bygningskategori	Areal revet (m2)	Areal nybygg	%-vis økning
Skole/idrett	700	705	101 %
	1500	5056	337 %
	970	4879	503 %
	4052	10577	261 %
Forretning/service	669	3315	496 %
	682	972	143 %

Et interessant eksempel som i motsatt tilfelle peker i retning av redusert arealbehov, ser man for kontorbygg. Økende grad av åpne kontorlandskap til fordel for cellekontorer, og mer fleksibilitet i arbeidshverdagen til hjemmekontor fører til at plassbehovet i kontorlokaler reduseres. Ettersom statistikkgrunnlaget for Hamar og Ringsaker ikke gir informasjon om dette, har det imidlertid ikke vært mulig å undersøke dette fenomenet i denne analysen.

Økonomi kan også være en driver i motsatt retning, dvs. som bidrar til å redusere «unødvendig» arealutvidelse. I denne sammenhengen er den generelle velstandsøkningen i samfunnet en vesentlig faktor som spiller inn. Vi kan derfor også se på arealutvidelse som en konsekvens av riving og økt velstandsnivå, dvs. at nye bygg som oppføres er større enn de som rives fordi økt velstandsnivå gir oss muligheten til å ha større plass i byggene våre. Andre relevante faktorer i denne sammenheng er endret byggepraksis utover det som reguleres av forskrifter, dvs. normer om nødvendig plassbehov i bygninger.

For småhus og fritidsboliger indikerer statistikkgrunnlaget en mer moderat gjennomsnittlig arealutvidelse enn for yrkesbygg for de byggene som erstattes av samme funksjon, og hvor det ikke skjer fortetting - 92 % økning sammenliknet med revet areal for småhus, 79 % økning for fritidsboliger. Fordi utvalget også er relativt stort, kan vi tolke det som en relativt robust indikasjon på at man bygger stadig større når man bygger nye småhus og hytter i Innlandet. Dvs. at årsaken til at nye bygg er større ikke skyldes at man skal få plass til flere. Hvorvidt denne tendensen også gjelder for det nasjonale nivået er ikke kjent, men det er ikke urimelig å anta en liknende utvikling.

Utgangspunktet for denne analysen er å undersøke hvilken betydning økt oppgradering vil kunne ha for klimagassutslipp fra byggeaktivitet. Økt forbruk i samfunnet som generelt fenomen er et kjernespørsmål når man snakker om økte klimagassutslipp. Det vil alltid være utfordrende å trekke klare skillelinjer mellom hva som er nødvendig og mindre nødvendig forbruk.

For yrkesbygg er det mer usikkert hvorvidt arealutvidelse skyldes kapasitetsutvidelse, endrede forskriftskrav eller andre faktorer. Fordi det ikke er mulig å si presist i hvilke tilfeller arealutvidelse er drevet av et nødvendig behov før økt kapasitet, har vi valgt å benytte beregningsscenarioene (se kapittel 1.3.1) til å illustrere ytterpunkter. Scenario A, oppgradering uten arealutvidelse illustrerer det nøkterne ytterpunktet der det eksisterende arealet fortsetter å oppfylle bygningsfunksjonen. Scenario B, oppgradering med arealutvidelse, illustrerer det andre ytterpunktet hvor man utvider det eksisterende arealet tilsvarende som hvis man hadde oppført et nytt bygg.

Med andre ord: *Bygger vi nytt for å kunne bygge større, eller bygger vi større fordi vi bygger nytt?*

Som påpekt over, er det både større variasjon og større usikkerhet knyttet til årsaker til og størrelsesorden for arealutvidelse for yrkesbyggene, enn til småhus og fritidsboliger. Vi har likevel valgt å inkludere ytterpunktene i form av med/uten arealutvidelse for de bygningskategoriene der vi har data i analysen på regionalt nivå, også fordi den skal beskrive det som faktisk har skjedd i Hamar og Ringsaker. For analysen på nasjonalt nivå har vi imidlertid valgt å kun inkludere arealutvidelse for småhus og fritidsboliger, fordi vi mangler grunnlag for å vurdere om arealutvidelsen vi ser fra Hamar og Ringsaker er representativ for det nasjonale nivået.

#### 2.4.2. Tekniske årsaker til riving

Å motivere byggeiere til å videreføre bygninger med rehabilitering eller oppgradering i stedet for å rive kan være en utfordring. Det kan være store kostnader knyttet til å drifte og å holde en bygning i stand. Hvis det i tillegg kreves omfattende tilpasninger for å legge til rette for tekniske anlegg for å kunne drive næringsvirksomhet, vil den økonomiske belastningen kunne bli uforsvarlig stor for eier. I Norge er det bare Oslo og Bærum kommune som har økonomiske støtteordninger for gjennomføring av energiltak på private boliger. For næringsbygg vil nødvendigvis støttenivået måtte være høyere enn for private boliger for å ha noen effekt. Enova har trukket støtteordningen Beste Tilgjengelige Teknologi for tiltak i eksisterende næringsbygg, og det er usikkert om den erstattes.

I tillegg til at kommunene har begrensede økonomiske midler kan også mangel på juridiske virkemidler, og avgifts- og gebyrordninger knyttet til søknadsprosessen bidra til at tiltakshaver ser riving som en mer hensiktsmessig løsning. Hvis en bygning ikke oppfyller de forventningene eier eller kommunen har, vil det være et økonomisk vippepunkt for eier som til sist svinger i favør av riving.

Holm<sup>10</sup> påpeker at; "for tiltak på eksisterende og verneverdige bebyggelse vil særlig kravene om sikkerhet ved brann, planløsning og bygningsdeler, samt tiltak for å fremme miljø og helse være viktig". Men, det er tiltakshaver sitt ansvar å vurdere hvilke krav i forskriftene som er relevante i den spesifikke bygningen, samt redegjøre for avgrensing og unntak. Hvis eier eller søker allerede har inntatt et standpunkt om riving vil nok dette prege argumentasjonen<sup>11</sup>.

Følgende punkter er eksempler på avvik fra dagens forventninger til en bygnings tilstand som kan lede til ønske om riving.

### **Teknisk tilstand**

Forfall som påvirker den bygningsfysiske tilstanden til konstruksjonen, vil nå et punkt der det ikke lenger er hensiktsmessig økonomisk å utbedre skader. Teknisk degradering vil også kunne utgjøre en fare for helse, miljø og sikkerhet.

### **Brannsikkerhet**

Høyt prioritert, og spesielt relevant i eksisterende, eldre bebyggelse. Må ha slukkeutstyr, riktig prosjekterte tekniske anlegg, sikring av brannfarlig avfall, brannsikre materialer, avgrensende tiltak som branndører, brannlommer og celler og rømningsveier.

### **Tilgjengelighet**

Kan kreve omfattende endringer, spesielt i eldre bygningsmasse. Hvis tilgjengelig areal ikke er stort nok, kan det innvilges dispensasjon fra TEK. Dette kan være ved etterinstallering av heis, ramper, trappeløp, etc.

### **Energi og miljø**

Aktuelle tiltak (reduere varmetap, tekniske anlegg) kan ha uheldige konsekvenser som påvirker både innemiljø og levetid for bygningens delelementer og som helhet.

---

<sup>10</sup> Holm, Arne, Nye standarder i gamle bygg, 2016, NIBR, s.39

<sup>11</sup> Elkjær, Karen, Rive eller bevare?, 2021, NTNU, s.57

Tilrettelegging for tilfredsstillende luftkvalitet medfører krav om installasjon av balansert ventilasjonsanlegg som eldre bygninger ikke nødvendigvis er tilrettelagt for.



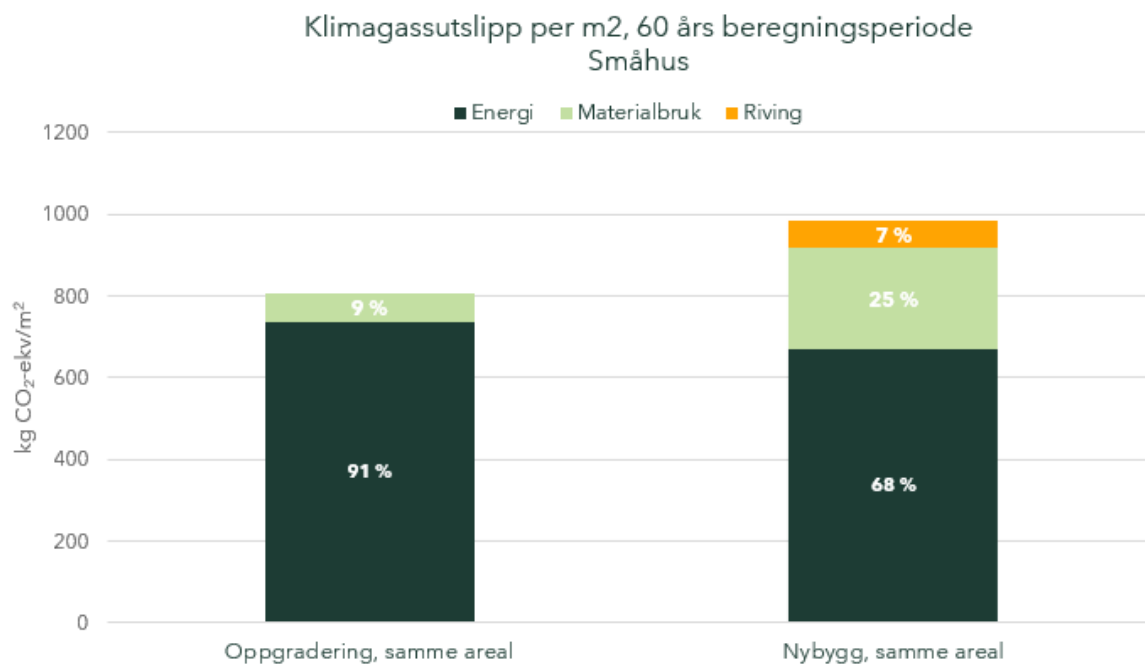
### 3. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering og ombruk

#### 3.1. Hvordan påvirker energibruk og materialer utslipp?

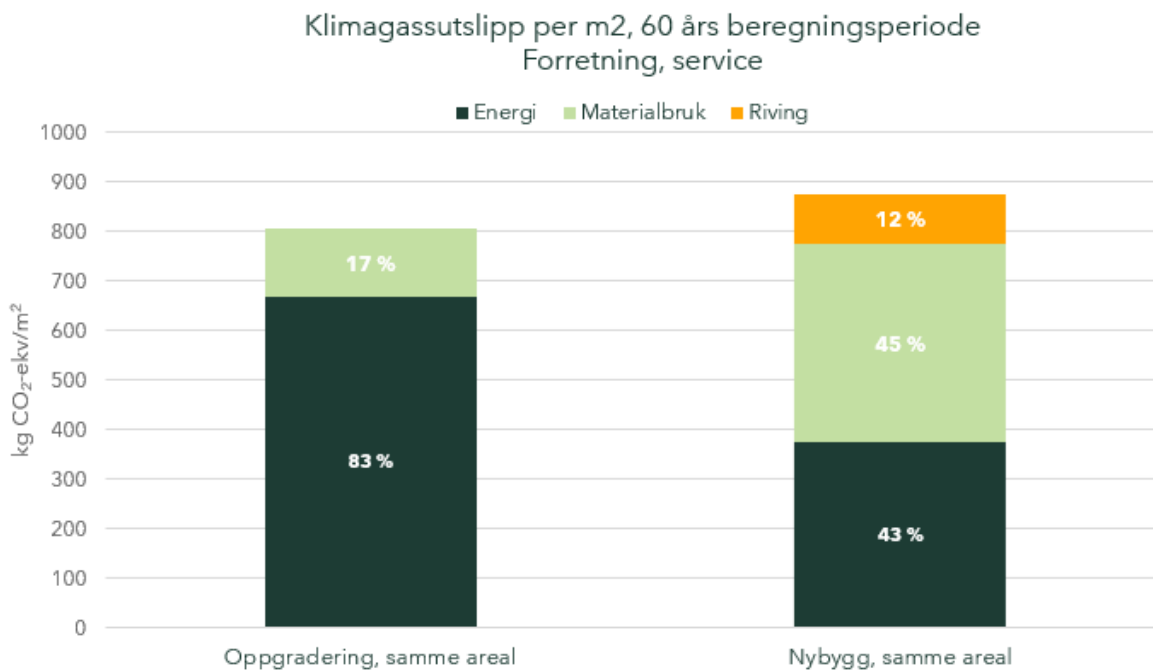
Fordelingen av bidraget fra materialer og energibruk i drift er en viktig forutsetning for å forstå effekten av økt oppgradering for klimagassutslipp.

For alle bygningskategorier er energibruk i drift det dominerende bidraget til klimagassutslipp over 60 år, både for oppgraderte bygg og nybygg. Det er likevel en betydelig forskjell i hvor stor betydningen av materialbruk er. I gjennomsnitt står energibruk i drift for ca. 90 % av totale klimagassutslipp over 60 år for oppgraderte bygg, sett bort fra landbruksbygg hvor energibruk til oppvarming ikke er medregnet. Nybygg vil ha et større materialforbruk i forbindelse med oppføringen av bygget, sammenliknet med oppgradering, slik at det relative bidraget fra materialbruk til utslipp blir høyere. I gjennomsnitt står materialbruk for 36 % av utslippene over livsløpet.

Figur 3-1 og Figur 3-2 sammenlikner klimagassutslipp fra materialbruk, energibruk og riving for oppgradering og oppføring av nytt bygg, per m<sup>2</sup> (samme areal), for hhv. småhus og forretnings-/servicebygg. For småhus står utslipp fra materialbruk i oppgraderte bygg og nybygg for hhv. 9 % og 25 %. For forretnings-/servicebygg er bidraget fra materialbruk høyere, og står for hhv. 17 % og 45 %. Klimagassutslipp for oppgraderte bygg er dermed i størst grad avhengig av energibruk i drift mens betydningen av materialbruk er større for nybygg. For enkelte bygningskategorier kan materialbruk være av tilsvarende betydning som energibruk i drift.



Figur 3-1 Fordeling av klimagassutslipp per m<sup>2</sup> for 60 års beregningsperiode ved oppgradering og nybygg for småhus



Figur 3-2 Fordeling av klimagassutslipp per m<sup>2</sup> for 60 års beregningsperiode ved oppgradering og nybygg for forretning-/servicebygg

Resultatene viser tydelig at det er forskjellen i energibruk i drift som påvirker konklusjonen om hva som gir lavest klimagassutslipp, når vi sammenlikner per m<sup>2</sup>. For forretning-/servicebygg tilsier tidligere analyser at det vil være en større forskjell mellom energibruk i oppgraderte bygg og i nye bygg, enn det som er tilfelle for småhus.

Figur 3-3 viser klimagassutslipp knyttet til årlig energibruk i drift for oppgradering vs. nybygg, i henhold til forutsetningene vi har lagt til grunn i analysen (se vedlegg A for detaljer). Energiforbruk står for det største bidraget til klimagassutslipp fra både oppgraderte bygg og nybygg. Derfor vil forskjellen i årlig energibruk i drift være avgjørende for konklusjonene.

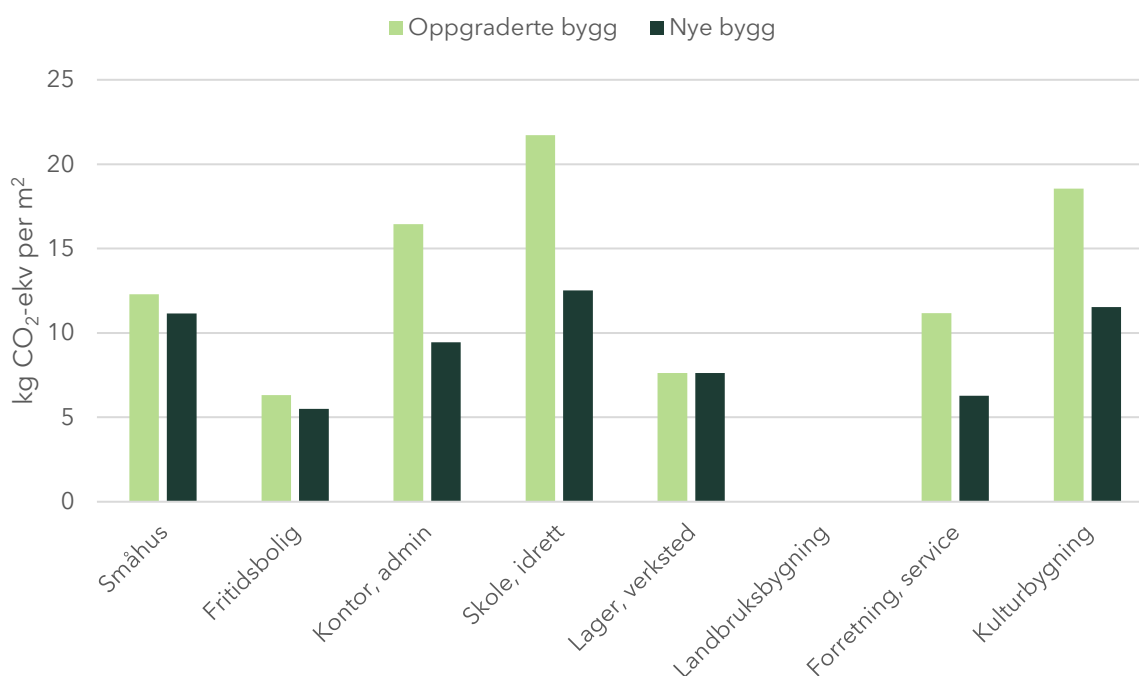
Det er betydelig variasjon i hvor stor forskjellen i energibruk i drift er mellom oppgradert bygg og nybygg på tvers av bygningskategoriene. For småhus og fritidsboliger er forskjellen relativt liten, som følge av at det vil være relativt enkelt å gjennomføre kostnadseffektive energioppgraderingstiltak som reduserer energibehovet betydelig.

For yrkesbygg (utenom lager/verksted) er forskjellen i energibruk betydelig større, som følge av at tidligere analyser tilsier at nye bygg vil være mer energieffektive enn oppgraderte. Dette henger sammen med at energieffektiviseringstiltak vil måtte være mer omfattende for å ha stor effekt for større bygg med mer komplisert oppbygging. Fra case-

studiene fant man også at å tilfredsstille moderne krav til inneklime i yrkesbygg fører til at man ofte vil måtte gjennomføre oppgradering til moderne ventilasjonssystem. Dette fører til økt luftskifte, og dermed økt energibruk til oppvarming slik at effekten av andre tiltak reduseres.

For lager/verksted og fritidsbolig er det lagt til grunn at energibruk i oppgradert bygg vil ligge svært tett opp mot et nytt bygg, på bakgrunn av funn fra case-studiene. For lager/verksted må det også understrekes at beregningene er basert på ett bygg fra Innlandet, i motsetning til de øvrige bygningskategoriene, der vi har regnet snitt for flere bygg.

### Årlige klimagassutslipp fra energibruk i drift



Figur 3-3 Årlige klimagassutslipp fra energibruk i drift for de ulike bygningskategoriene. Utslipp fra energibruk i landbruksbygg er null fordi det ikke er medregnet energibruk til oppvarming.

## 3.2. Potensiale for utslippsreduksjon, per m<sup>2</sup> som følge av økt oppgradering

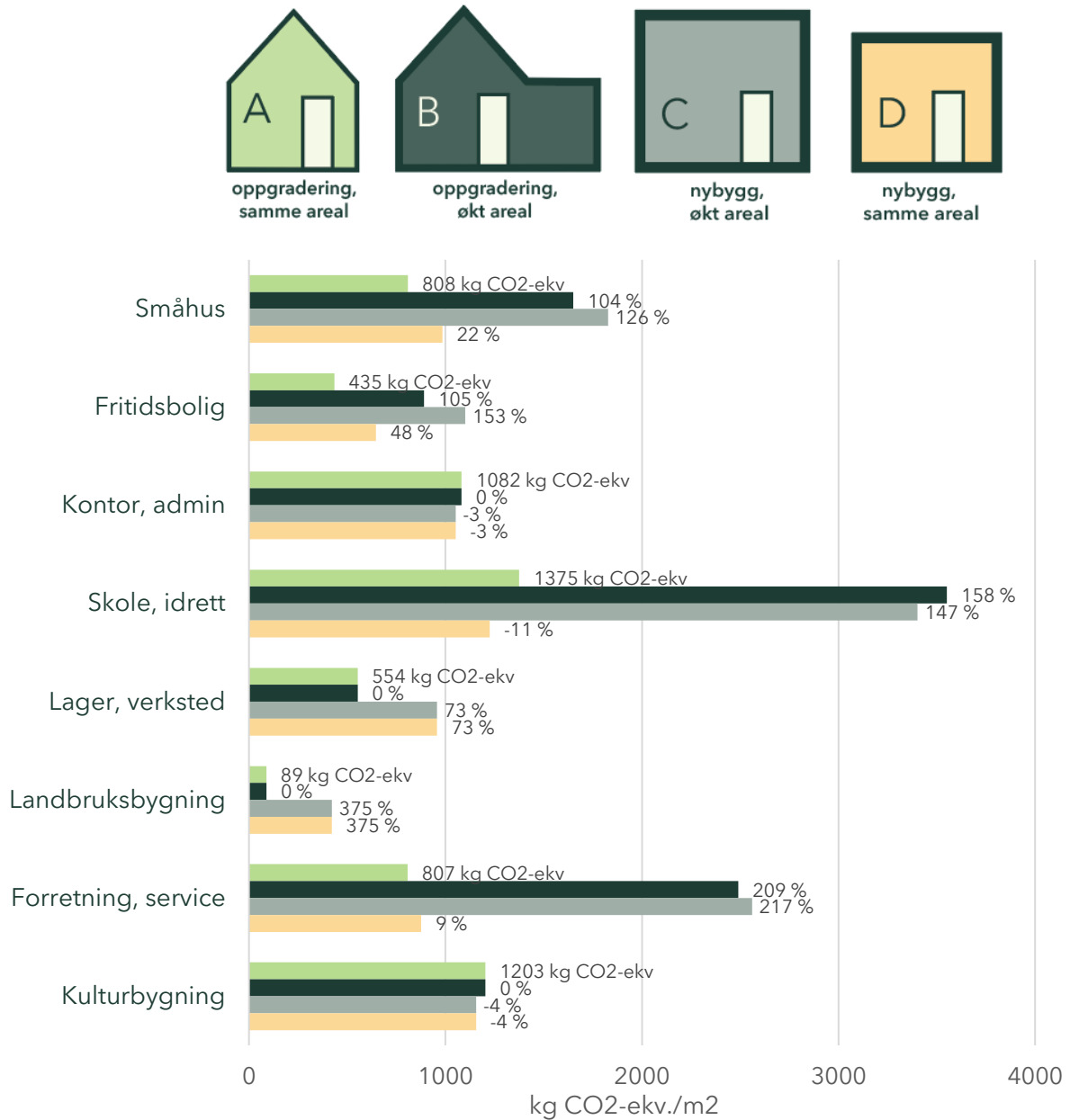
I tillegg til utslipp fra materialer og energibruk er arealutvidelse en vesentlig faktor for å tolke resultatene av analysen. Som omtalt i kap 1.2, tilsier statistikkgrunnlaget for Ringsaker at nye bygg som oppføres i snitt vil være betydelig større enn byggene de erstatter. For

småhus og fritidsbolig var arealet nærmere doblet etter riving. For forretnings- og servicebygg og skoler og idrettsbygg ble hver m<sup>2</sup> revet areal erstattet med rundt 3 m<sup>2</sup> etter riving.

For de øvrige bygningskategoriene (kontor, lager/verksted, landbruksbygg og kulturbygg) har vi ikke tilstrekkelig grunnlag for å vurdere hvorvidt arealet etter riving vil være større enn opprinnelig areal (se kapittel 1.3.1.2 og kapittel 2.4.1 for detaljer). Det er derfor ikke medregnet arealutvidelse for disse kategoriene, slik at scenario A og B vil være tilsvarende, og også scenario C og D.

Figur 3-4 viser en sammenlikning av klimagassutslipp per m<sup>2</sup> bygg revet for scenario A (oppgradering, samme areal), B (oppgradering, økt areal) og C (nybygg, økt areal) og D (nybygg, samme areal) for de ulike bygningskategoriene. For hver bygningskategori er utslipp vist i absoluttverdi for scenario A, mens verdier for de øvrige scenarioene er angitt som prosentvis forskjell, relativt til scenario A.

## Klimagassutslipp per m<sup>2</sup>, 60 års beregningsperiode



Figur 3-4 Sammenlikning av klimagassutslipp per m<sup>2</sup> for 60 års beregningsperiode for oppgradering og nybygg

For småhus og fritidsbygg gir nybygg høyere utslipp enn oppgradering både med og uten hensyn til arealutvidelse. Nybygg gir ca. 20 og ca. 50 % høyere utslipp enn oppgradering, dersom vi ser bort fra arealutvidelsen. Dette henger sammen med at

energibruk i drift i oppgraderte småhus og hytter er forutsatt å være svært nært nivået for nybygg etter dagens standard (TEK17). Det er lagt til grunn nokså omfattende oppgradering av småhus som gjør at beregnet energibruk i drift etter oppgradering er redusert betydelig og nærmer seg energistandard for nybygg.

For fritidsboliger er det imidlertid en rekke faktorer som vil spille inn i sammenligningen mellom oppgradering og nybygg i praksis. En tidligere studie av oppgradering av DNT-hytter<sup>12</sup> viser at «...bruksfrekvens er avgjørende for nytten av teknisk oppgradering, og alternative tiltak for karbonreduksjoner er å foretrekke der bruksfrekvensen er lav. Resultatene av denne studien er derfor relevante for vedfyrte hytter generelt, og tyder på at forbedring av bygningskalaen til disse hyttene for å redusere karbonutslipp er et feilplassert tiltak.» De fleste fritidsboligene i statistikkgrunnlaget fra Hamar/Ringsaker ble bygget i perioden før 1956. Dette vil si at en del av disse ikke har innlagt vann og strøm, og dermed ofte har en veldig begrenset energibruk. I analysen er det forutsatt tilsvarende energisystem ved oppgradering og nybygg. Dette vil si at vi forutsetter at eldre hytter ved oppgradering legger inn strøm, vann og avløp, og får en betydelig økning i energibruk sammenlignet med nåtilstanden. Det å legge inn vann øker spesielt energibruken, ettersom «stand by»-oppvarming blir nødvendig for å hindre at vannrørene fryser.

Dersom vi sammenlikner utslipp for oppgradering med arealutvidelse og nytt bygg med større areal for småhus, er forskjellen 22 % i favør av oppgradering. Utslipp fra oppgradering med arealutvidelse er imidlertid over dobbelt så høye som oppgradering uten arealutvidelse. Dette peker på at størsteparten av potensiell klimagevinst ved oppgradering spises opp av arealutvidelsen, dersom vi også øker boarealet når vi oppgraderer. Resultatene er tilsvarende for fritidsboliger.

For skole-/idrettsbygg gir nybygg lavere utslipp enn oppgradering, dersom vi ser bort fra arealutvidelsen. Dette følger av at tallgrunnlaget for skolebygg er basert på 2 bygg fra case-studiene, der det ene bygget (Toten Montessoriskole) gjennomførte svært moderate oppgraderingstiltak, og det andre bygget (Søndre Land Rådhus) er et større administrasjonsbygg der oppgraderingen også omfattet oppgradering av ventilasjonssystemet. Det er dermed potensiale for at resultatene for skolebygg ville blitt annerledes dersom vi hadde benyttet andre bygningseksempler som underlag, ikke minst dersom beregninger for idrettsbygninger hadde vært inkludert.

---

<sup>12</sup> Anne Sigrid Nordby (2011): Carbon reductions and building regulations: the case of Norwegian mountain cabins, *Building Research & Information*, 39:6, 553-565

For skole-/idrettsbygg er det også tydelig at arealutvidelsen har stor betydning for resultatene. Som nevnt i kapittel 2.4.1, vil årsaksbildet knyttet til hvorfor man river og/eller flytter skolebygg i tillegg være sammensatt. Samlokalisering av skoler kan være en underliggende årsak til at den gjennomsnittlige arealutvidelsen er høy. For å få et helhetlig bilde av konsekvensene av ulike valg for lokalisering av skoler, bør man også hensynta hvordan ulike beliggenheter påvirker transportbehovet og utslipp fra mobilitet. At skolebygg gir stort utslag i resultatene peker på at klimagassvurderinger bør inngå som en del av beslutningsgrunnlaget når man vurderer å bygge nye skolebygg.

Resultatene for forretning-/servicebygg er noe tilsvarende som for skole/idrett, men i en noe mindre skala, som gjenspeiler den noe mer moderate gjennomsnittlig arealutvidelsen som er lagt til grunn. Forskjellen mellom oppgradering og nybygg om man ikke tar hensyn til arealutvidelse peker i favør av oppgradering, med rundt 9 % lavere utslipp.

For kontor-/administrasjonsbygg og kulturbygg fører nybyggscenarioet til lavere utslipp enn oppgradering (arealutvidelse er ikke medregnet for disse bygningskategoriene). Dette skyldes at det er lagt til grunn at nybygg har ca. 40 % lavere energibruk i drift enn det man oppnår ved oppgradering. Forskjellen i utslipp er imidlertid moderat (under 5 %).

For landbruksbygninger er det ikke medregnet energibruk til oppgradering, slik at kun materialbruk spiller inn.

Det understrekes at tallgrunnlaget for økt areal etter riving er basert på statistikk for Hamar og Ringsaker i perioden 2014-2019. For bygningskategoriene med størst økning i areal, skole- og idrettsbygg og forretning- og servicebygg, er arealutvidelsen beregnet på bakgrunn av et begrenset antall objekter (fem skolebygg og fire forretningsbygg). Statistikkgrunnlaget viser likevel en tendens til at det for samtlige bygningskategorier ble bygd større etter riving. I lys av dette indikerer resultatene fra denne analysen at økningen i areal er såpass stor at energieffektivisering alene ikke er nok for å redusere klimagassutslipp.

Tilsvarende som for case-studiene i Innlandet, er det stor variasjon i beregnede utslipp på tvers av bygningskategoriene. Sammenligner vi resultatene med case-studiene fra Innlandet og analysen for Vestfossen, viser resultatene fra denne analysen også at klimaeffekten av oppgradering sammenlignet med nybygg avhenger av hvilken energistandard som kan oppnås. I tillegg peker denne analysen på at endringer i areal før og etter riving, og hvilke drivere som forårsaker at vi bygger større, er vesentlig for å vurdere effekten av oppgradering vs. nybygg. Dette har ikke vært belyst i tidligere analyser.



For case-studiene fra Innlandet kom oppgradering best ut for 12 av de 24 av byggene. Analysen gjennomført nå er i stor grad basert på resultater fra bygg fra case-studiene, med unntak av for fritidsbygg og småhus. I case-studiene var kulturminnehensyn et viktig premiss for hvilke oppgraderingstiltak som var foreslått. I denne analysen har vi i større grad forsøkt å se bort i fra kulturminnehensyn.

For Vestfossen var energioppgradering det beste alternativet for hele området under ett, med 10% lavere utslipp enn nybygg. 75% av byggene vurdert i Vestfossen var småhus. Resterende bygg var i hovedsak forretningsbygg og leiligheter. I denne analysen gir scenario D for småhus, nybygg med samme areal, nærmere 20 % høyere utslipp enn oppgradering. Tiltakspakkene for småhus, og dermed oppnådd reduksjon i energibehov, er så å si tilsvarende i denne analysen som i analysen for Vestfossen. For forretningsbygg (i arbeidet med denne rapporten) er det beregnet at nybygg gir rundt 9 % høyere utslipp enn oppgradering. Totalt sett peker dette på at resultatene ligger i samme sjikt som for Vestfossen, men dette vil være avhengig av arealfordelingen mellom småhus, leiligheter og forretningsbygg.

For case-studiene i Innlandet viste resultatene for boliger at besparelsen ved å oppgradere fra originaltilstanden var større enn for oppgradert tilstand til nybygg. Valg av energikilde til oppvarming hadde stor påvirkning på resultatet relativt til energikildens virkningsgrad og effektivitet. Ved valg av varmepumpeløsninger er virkningsgraden så høy at man kan ta utgangspunkt i at man bruker mindre energi til oppvarming enn reduksjonen etterisoleringstiltak vil medføre. Sammenlignet med kostnader knyttet til energioppgradering av klimaskallet med passive tiltak (etterisolering, skifte dør/vindu), vil alle varmepumpeløsninger være billigere å installere.

For næringsbyggene hadde resultatene større variasjon enn for boliger. Dette skyldes at bygningskategoriene har vidt forskjellige driftsmønstre og størrelser som påvirker energibruken.

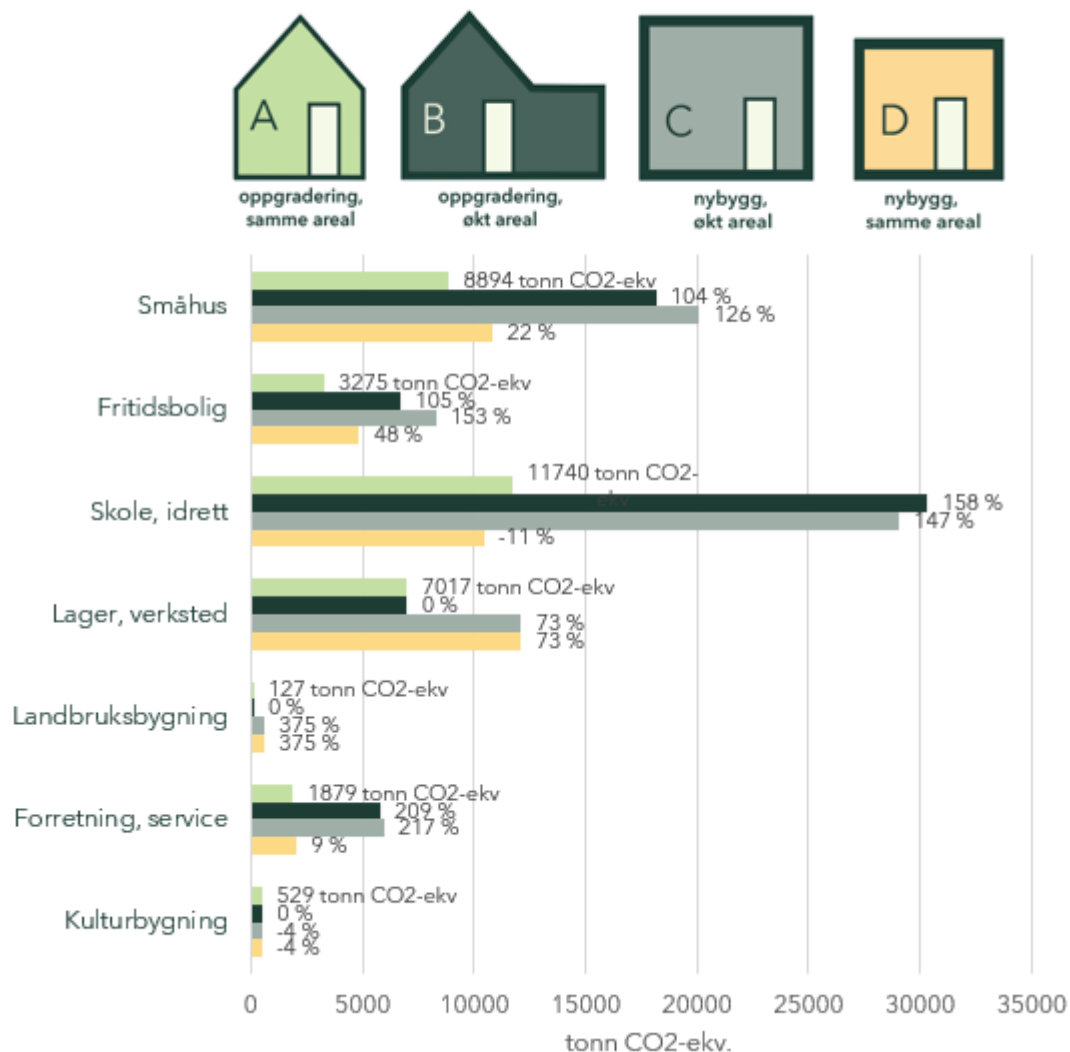
### 3.3. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering i Innlandet

For å forstå potensialet for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering på regionalt nivå må utslippstall per m<sup>2</sup> kombineres med statistikken for revet areal i Hamar og Ringsaker. I tillegg er potensialet for hele Innlandet vurdert basert på statistikk for antall bygg revet fra SSB.

Basert på rivestatistikken for Hamar og Ringsaker, som vist i Figur 1-3, er det knyttet størst utslipp til småhus, skole-/idrettsbygg, lager/verksted og forretnings- og servicebygg. Selv om fritidsboliger utgjør en stor del av datagrunnlaget i antall (42 %), er andelen av totalt revet areal relativt liten (17 %), som gjør at fritidsboliger har vesentlig mindre betydning for utslipp på regionalt nivå enn småhus.

Figur 3-5 viser en sammenlikning av klimagassutslipp for bygningsareal revet i Hamar og Ringsaker i perioden 2014-19 for scenario A (oppgradering, samme areal), B (oppgradering, økt areal) og C (nybygg, økt areal) og D (nybygg, samme areal) for de ulike bygningskategoriene.

### Klimagassutslipp knyttet til bygg revet 2014-19, Hamar og Ringsaker



Figur 3-5 Klimagassutslipp over 60 års beregningsperiode for ulike bygningskategorier og scenarier basert på statistikk for revet areal i perioden 2014-2019 for Hamar og Ringsaker.

Hvilket scenario som kommer best ut og relativ forskjell i klimagassutslipp mellom de ulike scenarioene er tilsvarende som for resultater per m<sup>2</sup>. Når resultatene vurderes på regionalt nivå (Hamar og Ringsaker) blir det imidlertid tydelig at klimagassutslipp fra materialer og energibruk må sees i sammenheng både med antall bygninger revet av hver bygningskategori og typiske arealer av bygg. Det er eksempelvis få skolebygninger som er revet i Hamar og Ringsaker i perioden, samtidig som mange fritidsboliger ble revet. Kombineres antallet bygg med areal og klimagassutslipp per m<sup>2</sup> ser en likevel at skole og

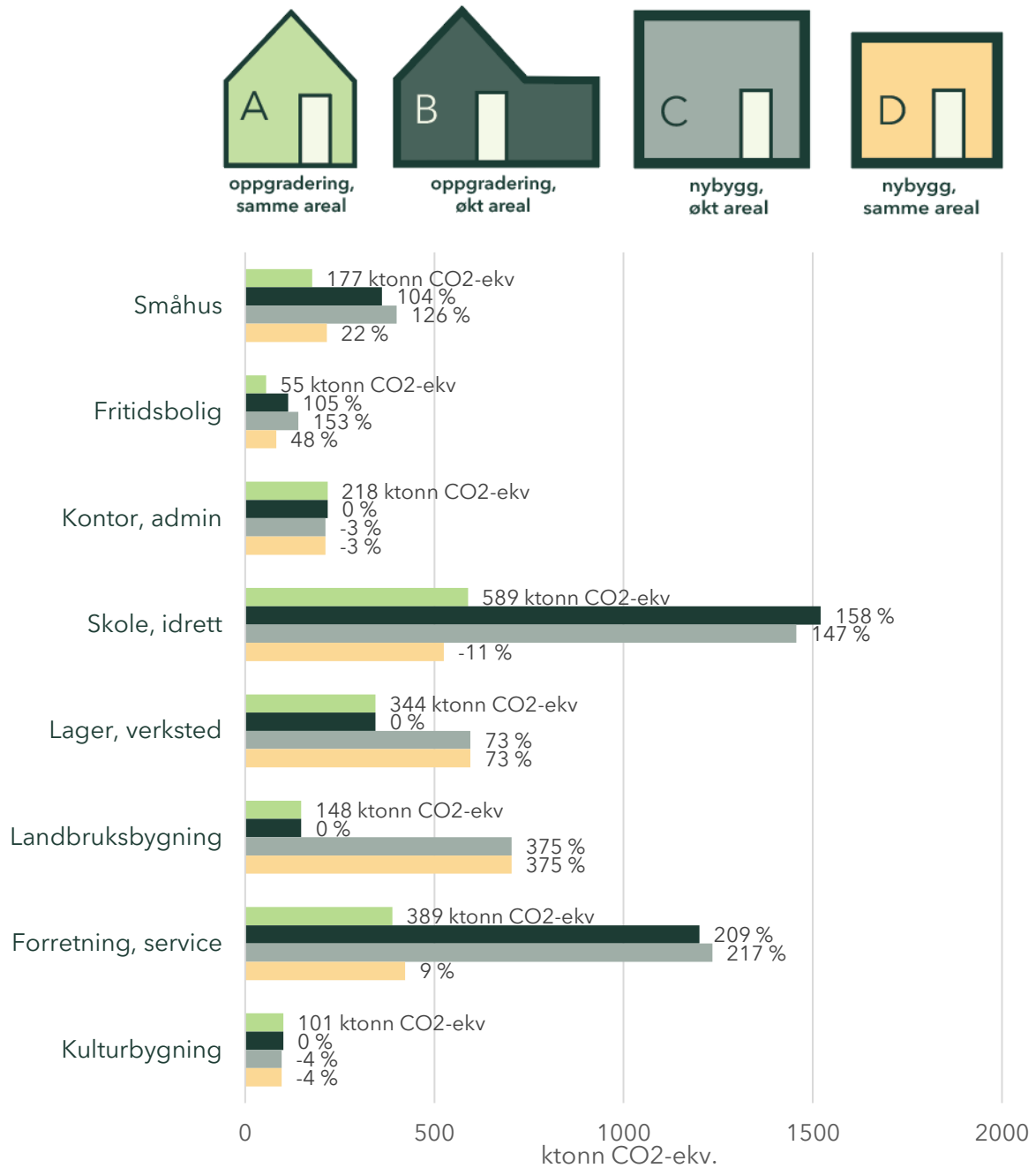
idrettsbygg bidrar betydelig til klimagassutslipp, mens fritidsboliger står for en liten andel. Dette er viktig innsikt for Innlandet fylkeskommune med hensyn til hvor det bør innrettes insentiver for energioppgradering og samtidig effektiv arealutnyttelse av eksisterende bygg. Basert på historiske tall fra 2014-2019 bør det i størst grad legges vekt på tiltak ovenfor boligeiere og kommunenes og fylkeskommunens egne skolebygg. Forretningsbygg og lagerbygg er også av vesentlig betydning. Overordnet peker resultatene også på at en del bygningstyper er betydelig større enn andre, og at en kan oppnå størst utslippsreduksjon ved å sette søkelys på disse.

Samlet sett beregnes det at bygg som erstattet arealet som ble revet i Hamar og Ringsaker i perioden 2014 til 2019 vil ha et klimagassutslipp på rundt 76 500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter de kommende 60 årene (scenario C). Hvis man hadde kunnet utnyttet eksisterende areal i istedenfor, og samtidig gjennomført en energioppgradering (scenario A) kunne dette gitt en besparelse på nærmere 43 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter over de kommende 60 år, tilsvarende 720 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter årlig.

I tillegg til å vurdere potensialet for oppgradering i Hamar og Ringsaker, er også det samlede potensialet i Innlandet vurdert. Revet areal i perioden fra 2014 til 2019 er hentet fra SSB og koblet med gjennomsnittlige bygningsstørrelser. Resultater for Innlandet er vist i Figur 3-6.

Sammenlignes dette opp mot resultatene for Hamar og Ringsaker, ser vi at småhus og fritidsboliger utgjør en betydelig mindre andel av utslippene for Innlandet sett under ett. Tilsvarende gjelder for skole- og idrettsbygg, men også for Innlandet er disse viktige for samlede utslipp. I Hamar og Ringsaker ble ingen kontorbygg revet i 2014-2019. For Innlandet utgjør disse rundt 5 % av totale utslipp i scenario C. Landbruksbygg og forretnings-/servicebygg er av stor betydning i hele Innlandet. Dette på tross av at det ikke er forutsatt noen energibruk i landbruksbygg. Landbruksbygg utgjør i overkant av 40 % av revet areal i Innlandet i perioden 2014-2019. Skole-/idrettsbygg, forretning-/servicebygg og landbruksbygg peker seg ut som de viktigste bygningskategoriene for Innlandet totalt sett. I motsetning til for Hamar og Ringsaker er småhus, fritidsboliger og lager/verksted av mindre betydning.

## Klimagassutslipp knyttet til bygg revet 2014-19, Innlandet



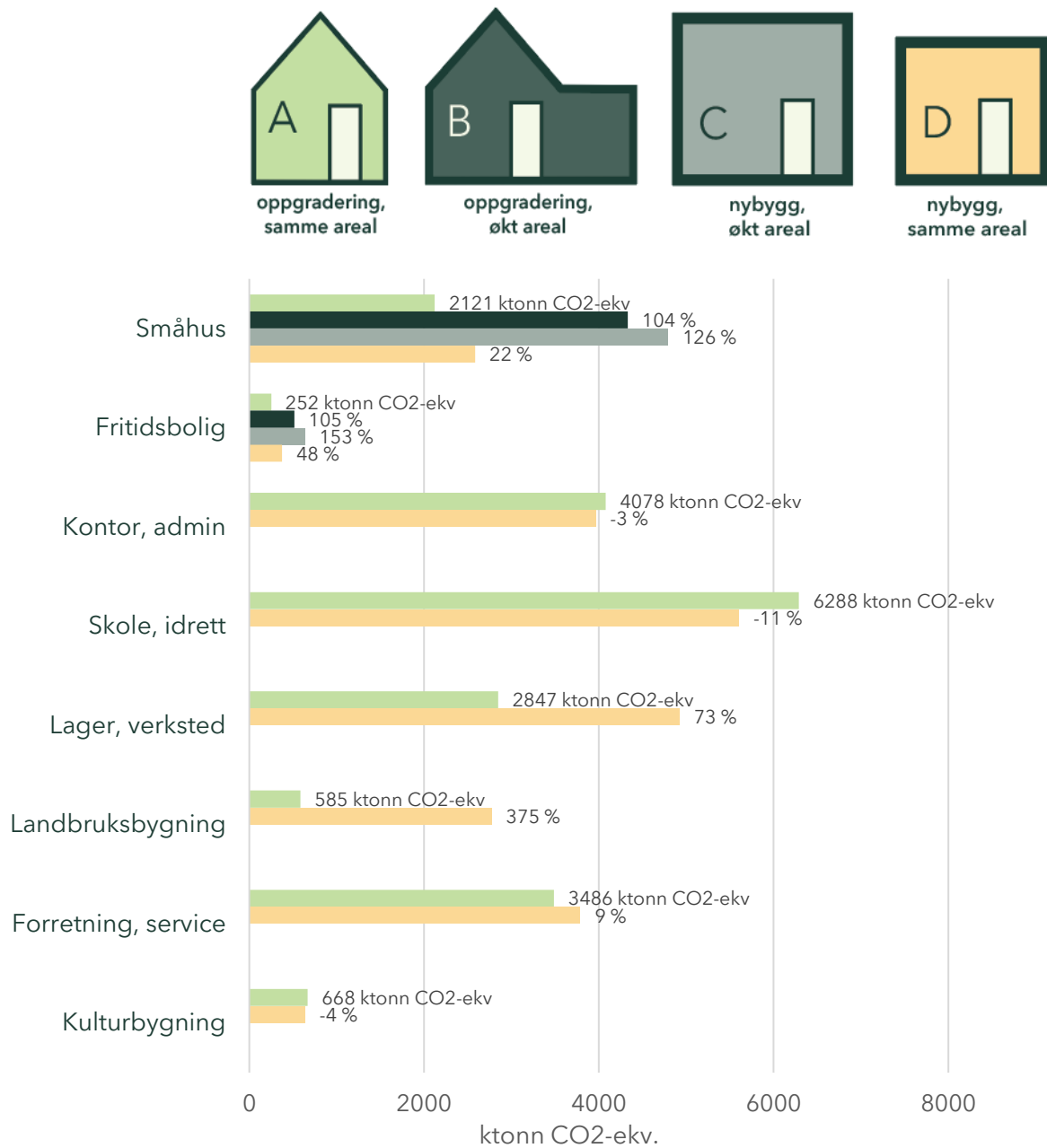
Figur 3-6 Klimagassutslipp for bygg revet i perioden 2014 til 2019 i Innlandet.

### 3.4. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering på nasjonalt nivå

Tilsvarende som for vurderingen for Hamar og Ringsaker vurderes potensialet for utslippsreduksjon som følge av oppgradering på nasjonalt nivå. Som vist i Figur 1-2, står landbruksbygninger for det største arealet revet, etterfulgt av lager/verksted og skole- og idrettsbygg.

Figur 3-7 viser resultater for klimagassutslipp knyttet til bygg revet på nasjonalt nivå i perioden 2014-19. For småhus og fritidsboliger er resultater vist for scenario A, B og C, ettersom vi legger til grunn en gjennomsnittlig arealutvidelse tilsvarende som for Hamar og Ringsaker. For de øvrige bygningskategoriene er kun scenario A og D vist, ettersom det ikke foreligger tilstrekkelig godt grunnlag for å regne med arealutvidelse.

## Klimagassutslipp knyttet til bygg revet 2014-19, nasjonalt nivå



Figur 3-7 Klimagassutslipp over 60 års beregningsperiode for ulike bygningskategorier og scenarier basert på statistikk for revet areal i perioden 2014-2019 på nasjonalt nivå.

På nasjonalt nivå er datagrunnlaget som trengs for å kunne si noe om både arealutvidelse og det faktiske arealet som var revet i perioden 2014-2019 begrenset. Vi har derfor kun inkludert arealutvidelse for småhus og fritidsbygg i analysen på nasjonalt nivå, av hensyn til usikkerhet. Analysen gir likevel en pekepinn på hvilke bygningskategorier som er viktige for å fremme økt grad av oppgradering og samtidig begrense vekst i areal. Fordi usikkerheten knyttet til gjennomsnittlig areal per bygningstype er høy, er det viktigst å se på den relative differanse mellom scenarioene for å vurdere potensialet for utslippsreduksjoner på nasjonalt nivå. De største forskjellene finner vi for landbruksbygninger, lager/verksted, småhus og skole/idrett.

For landbruksbygninger er det som tidligere nevnt kun medregnet utslipp fra materialbruk, da energibruk i drift er forutsatt å være null.

### 3.5. Potensiale for utslippsreduksjon som følge av økt ombruk

Ombruk av bygningskomponenter reduserer klimagassutslipp i byggefasen ved at behovet for utvinning av råmaterialer og produksjon av bygningskomponenter reduseres. Ved lokal ombruk kan utslipp fra transport til byggeplass også minimeres. Det kan i midlertidig være eventuelle utslipp knyttet til prosessering og mellomlagring av ombruksvarene. I sirkulærprosjekter som Kristian Augusts gate 13 ble totale reduksjon av utslipp fra materialer i henhold til nye produkter beregnet til 89-97 %<sup>13</sup>. Dette stemmer godt med NHP-rapporten<sup>14</sup> som beregner at ombrukte materialer sparer miljøet for 94% av klimautslippene sammenliknet med nyproduserte materialer (per tonn). Videre vurderes det at 10% av avfallsmengdene i nybygg og rehabiliteringsprosjekter kan ombrukes. Reduksjonspotensialet nasjonalt om disse materialene hadde blitt ombrukt beregnes til omtrent 2 % av dagens utslipp fra produksjon, transport og avfallshåndtering av byggematerialer. I denne rapporten tar vi kun for oss de direkte besparelsene til et nytt bygg.

Basert på vurderinger av maksimalt teoretisk potensiale for ombruk i nye bygg fra rapporten «*Klimavennlige byggematerialer – Potensial for utslippskutt og barrierer mot*

---

<sup>13</sup> Erfaringsrapport ombruk, Kristian Augusts gate 13, Entra AS (2020), <https://entra.no/storage/uploads/article-documents/ka13-erfaringsrapport-ombruk-rev1-250120-kl-1211.pdf>

<sup>14</sup> Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg (NHP 2017)



bruk»<sup>15</sup> er klimaeffekten som følge av økt ombruk vurdert. En detaljert beskrivelse av beregningsmetode for reduksjonspotensialet er gitt i vedlegg. I denne rapporten tar vi kun for oss ombruk av bygningsdeler som allerede har vært ombrukt i Norge innenfor gjeldende regelverk. Komponenter som foreløpig ikke er mulig å ombruke, som isolasjon og plasstøpt betong, er ikke vurdert her. Varene som er lettest å bruke i alle bygninger, nye som gamle, er de som brytes ned til mindre komponenter som murstein, plater, takstein, parkett, himlingsplater. Generelt har kledning / belegg mindre strenge tekniske krav og er derfor lettere å bruke igjen uten dokumentasjon.

På bakgrunn av disse vurderingene er potensialet for reduserte klimagassutslipp fra materialbruk vurdert til rundt 5 % for småhus og fritidsboliger, ca. 15 % for landbruksbygg og rundt 20-25 % for resterende bygningskategorier. Figur 3-8 viser effekten av ombruk på de ulike beregningsscenarioene når vi tar hensyn til energibruk og riving i tillegg til utslipp fra materialbruk. Som vist fører dette til at scenario B og C oppnår lavere klimagassutslipp som følge av at det er vurdert at potensialet for ombruk er forholdsvis stort i nye bygg sammenlignet med oppgraderte bygg. For scenario B er det kun regnet med reduserte utslipp for nytt areal som oppføres. Generelt er det lettere å designe med ombrukte komponenter i nybygg enn i rehabiliteringsprosjekter fordi utformingen av et nybygg (dimensjoner osv.) kan tilpasses til tilgjengelige brukte materialer. Det er vanskelig å tilpasse eksisterende materialer til eksisterende bygg, og derfor er ikke ombruk av komponenter vurdert i de rehabiliterte delene av byggene i denne studien

Effekten av ombruk er nokså beskjeden når utslipp fra energibruk, riving og materialbruk sees under ett og over beregningsperioden på 60 år. Størst er effekten i scenario C hvor all revet bygningsmasse erstattes av nybygg. Det er i dette scenarioet beregnet at utslippene kan reduseres med 8-14 % for alle bygningskategorier med unntak av småhus og fritidsboliger hvor potensialet er vurdert å være mindre (2-3%). Det relativt lave potensialet for reduserte klimagassutslipp for småhus kommer av at energibruk over 60 år er dominerende for livsløpsutslippene.

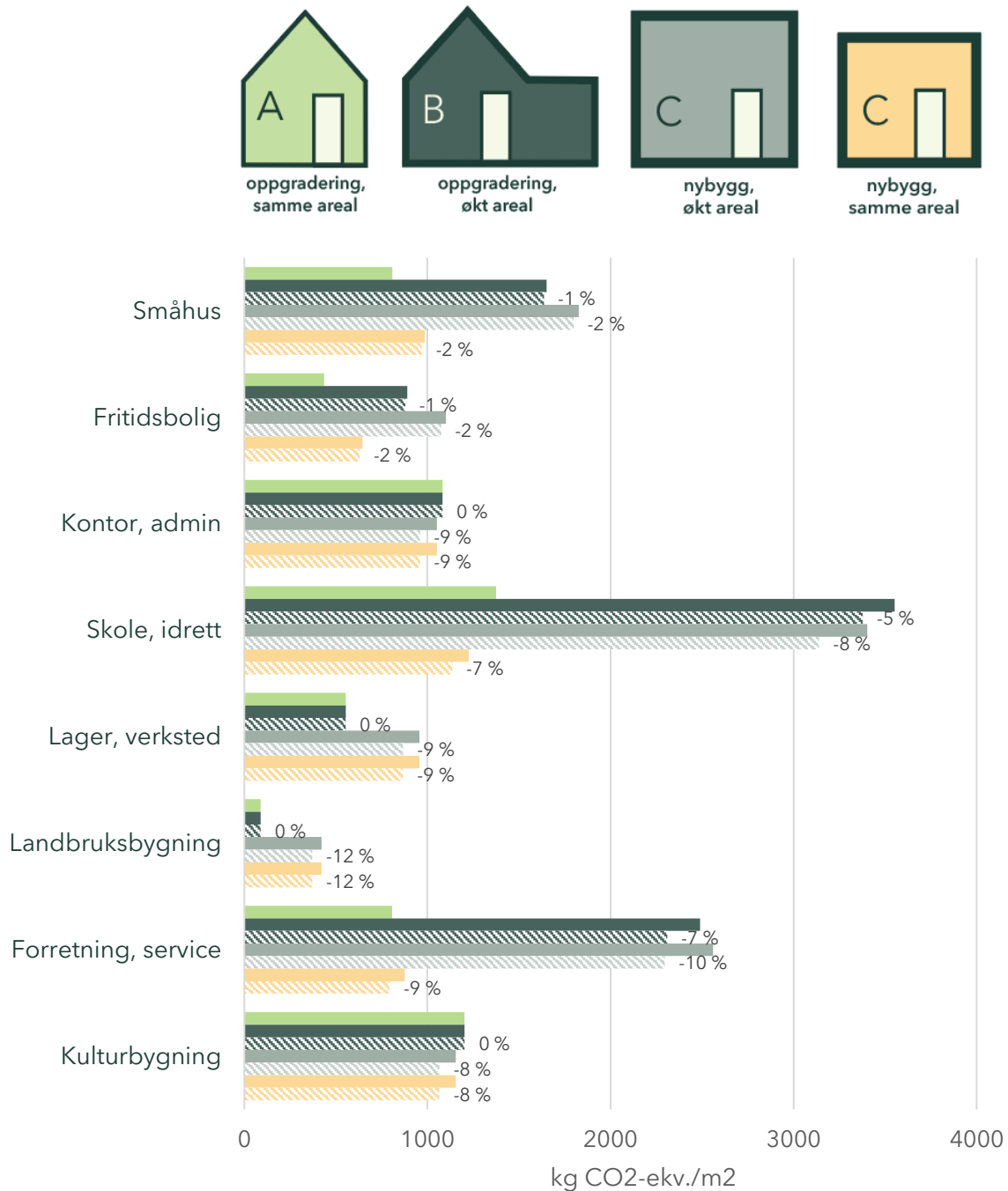
Ombruk gjør det mulig å unngå utslipp i dag, og bør derfor likevel sees som et viktig klimatiltak, ettersom vi bør prioritere tiltak med rask effekt for å nå nasjonale klimamål, og unngå de verste konsekvensene av klimaendringene. Elementer som kan gi store

---

<sup>15</sup> Klimavennlige byggematerialer - Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk, Asplan Viak (2020). <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/klimavennlige-byggematerialer/>

miljøbesparelser ved ombruk, dvs. elementer som har store utslipp i produksjonsfasen og/eller transport fra produksjonssted bør prioriteres.

## Effekten av ombruk på klimagassutslipp per m<sup>2</sup> over 60 års beregningsperiode



Figur 3-8 Effekten på klimagassutslipp av ombruk i nye bygg. Skraverte stolper viser klimagassutslipp for scenario B og scenario C hvis potensialet for ombruk i nye bygg utnyttes fullt.

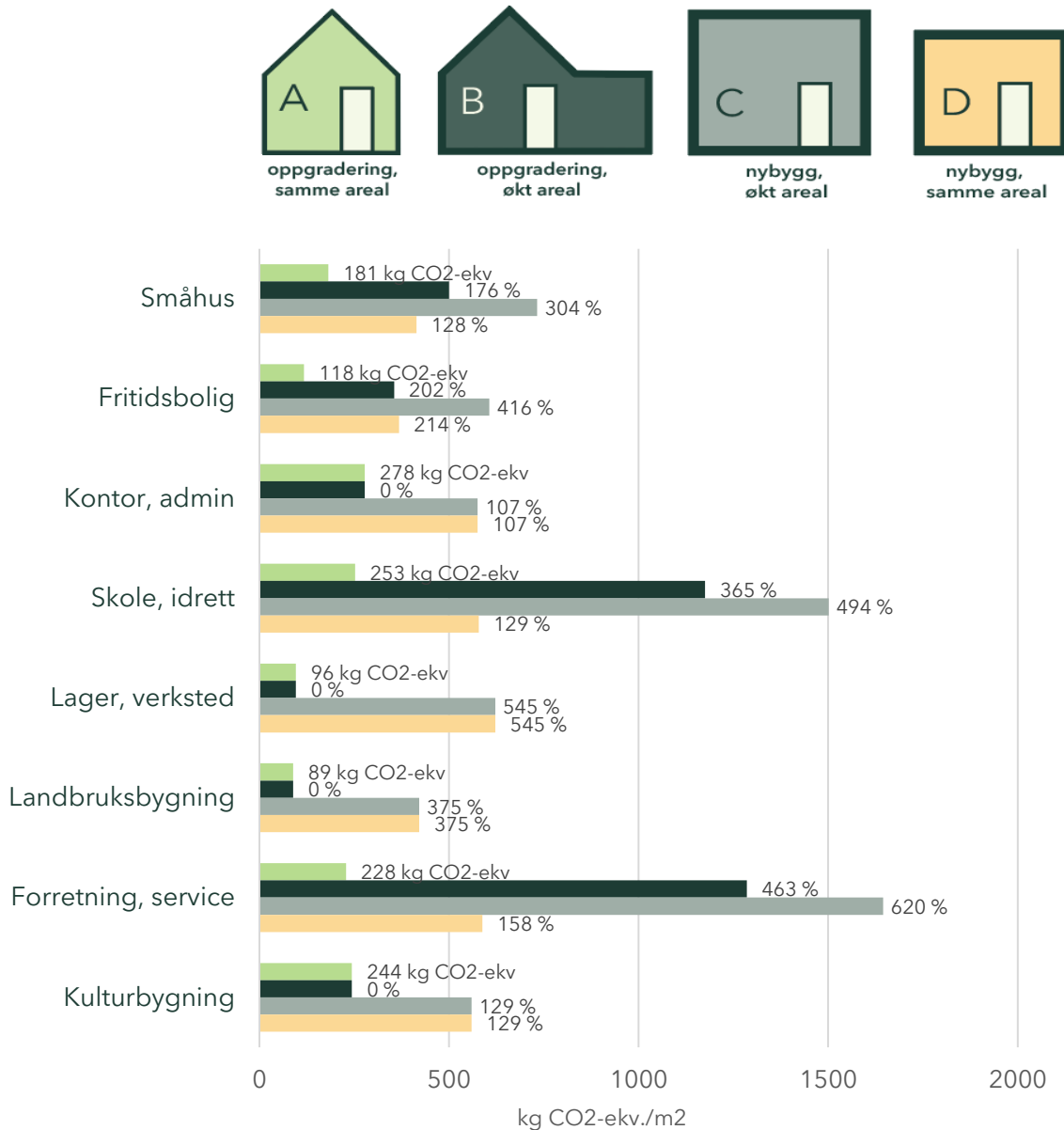
### 3.6. Følsomhet for endret utslippsfaktor for elektrisitet

Hvilken utslippsfaktor som benyttes for elektrisitet har stor betydning for forholdet mellom utslipp fra materialer og energibruk i drift. Dette er igjen avgjørende for vurderingen av klimaeffekten av oppgradering vs. nybygg. En lavere utslippsfaktor for elektrisitet medfører at materialer får større relativ betydning for totale utslipp. Dette gjør det mer klimavennlig å oppgradere sammenlignet med når en forutsetter en høyere utslippsfaktor for elektrisitet.

I henhold til NS3720 skal det presenteres resultater med utgangspunkt i to ulike scenarioer for utslipp for elektrisitet - norsk-europeisk (NO+EU28) og norsk (NO) strømmiks. Vi har i denne analysen benyttet norsk-europeisk strømmiks (EU28+NO). Grunnen til dette er at denne faktoren tar høyde for at Norge er en del av et integrert kraftmarked, og at EUs målsetting om nullutslipp fra kraftproduksjon i 2050 betinger et stadig mer integrert kraftmarked. Benyttes den norske strømmiksen i henhold til NS3720 er utslippsfaktoren 16 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh sammenlignet mot den norsk-europeiske på 117 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh.

Figur 3-9 viser resultater for de ulike scenarioene per m<sup>2</sup>. Med en lavere utslippsfaktor for elektrisitet får energibruk i drift mindre betydning. For alle bygningskategorier er det å oppgradere i dette tilfellet mer klimavennlig enn å bygge nytt, hvis det ikke tas hensyn til arealendring. Vi har benyttet en utslippsfaktor for elektrisitet som ligger i det øvre sjiktet for utslippsintensitet, da det tas hensyn til import av mer utslippsintensiv kraft fra Europa. Effekten av oppgradering som et klimatiltak kan dermed sies og ikke være overvurdert. Følsomhetsvurderingen viser at oppgradering ikke blir mindre klimavennlig ved en annen strømmiks.

## Klimagassutslipp per m<sup>2</sup> for 60 års beregningsperiode med norsk strømmiks



Figur 3-9 Klimagassutslipp per m<sup>2</sup> for de ulike scenarioene hvis norsk strømmiks legges til grunn som utslippsfaktor for elektrisitet.

## 4. Hvilke virkemidler kan regionale og nasjonale myndigheter ta i bruk for å fremme økt oppgradering og ombruk?

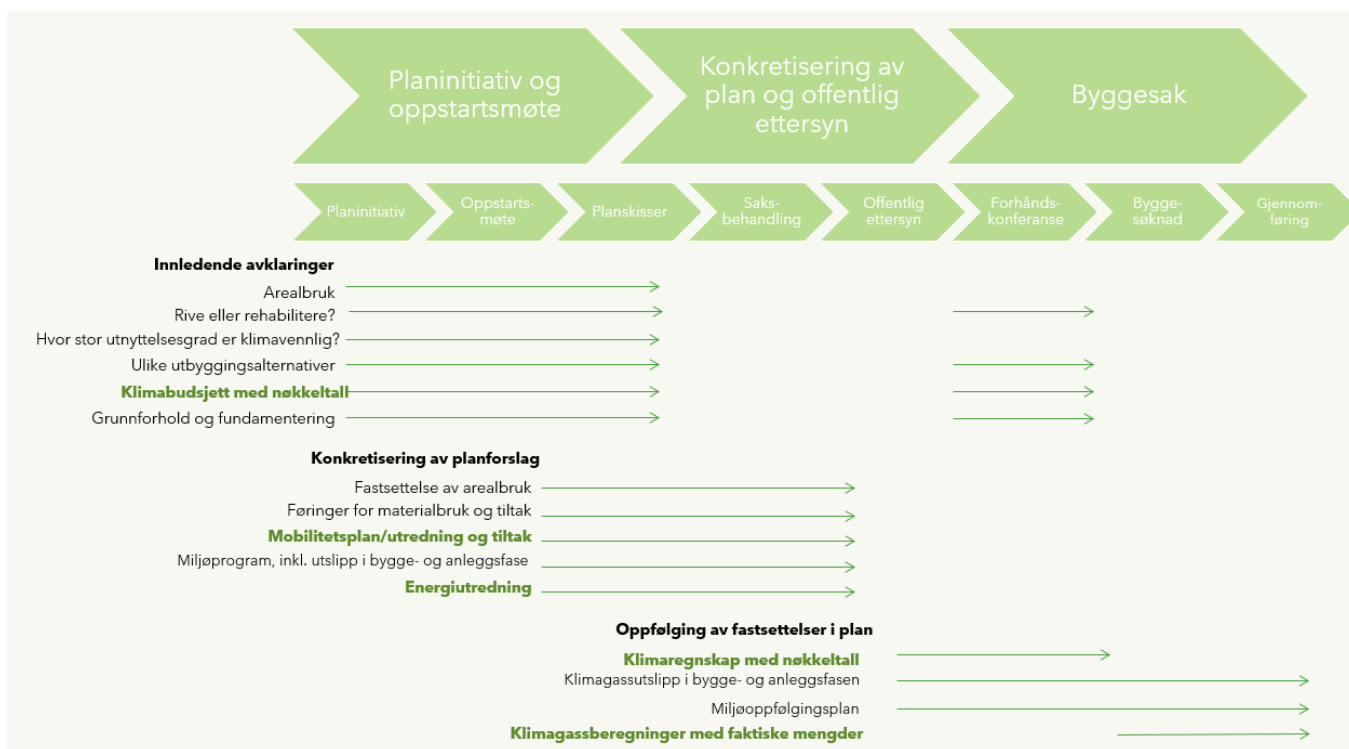
Formålet med dette kapitlet er å presentere problemstillinger, aktuelle tiltak og virkemidler myndighetene, fortrinnsvis kommuner og fylkeskommuner, kan benytte for å realisere klimagevinst gjennom å øke graden av oppgradering og ombruk. Anbefalinger og vurderinger er basert på Asplan Viaks erfaringer, litteraturundersøkelse, samt funn fra prosjektet «Veileder for vurdering av klimakonsekvenser i plan- og byggesaksbehandling», som ble gjennomført av Asplan Viak på oppdrag for Oslo og Bergen kommuner i 2021. Formålet med prosjektet var å gi et bedre kunnskapsgrunnlag for helhetlig og systematisk vurdering av klimakonsekvenser i plan- og byggesaker.

### 4.1. Klimavurderinger i plan- og byggesaksbehandling

Det er mange klimaaspekter som kan tas opp i prosessen fra et tiltak/byggeprosjekt blir foreslått i et planinitiativ (detaljregulering) til tiltakshaver får tillatelse til å sette i gang byggearbeid. Avhengig av hvor man er i planprosessen vil ulike verktøy og ulike detaljeringsgrad på vurderinger og analyser kunne benyttes for å besvare problemstillinger knyttet til de planlagte prosjektenes utslipp av klimagasser.

Tidlig i planprosessen gjøres viktige valg som vil legge føringer for hvordan prosjektet utformes og hvilke alternativer som vurderes. For å få tilstrekkelig grunnlag til å foreta disse valgene kan man gjøre ulike analyser, også knyttet til klimagassutslipp. Noen av de samme vurderingene gjøres i en byggesak uten behov for regulering.

Etter hvert som planskissene konkretiseres, er det mulig å gjøre mer nøyaktige avklaringer. Senere, ved detaljprosjektering i byggesaken, kan det dukke opp ny informasjon som gjør at de opprinnelige vurderingene må revideres eller tilpasses.



Figur 4-1 Prinsipiell skisse for vurdering av ulike temaer i plan og byggesaksprosessen (svært forenklet)

Figur 4-1 viser en veiledende tidslinje for ulike problemstillinger og vurderinger knyttet til klimakonsekvenser, som gjøres i plan- og byggesaksbehandling.

- **Innledende avklaringer** gjøres både i starten av plansak og byggesak. Her defineres prosjektets mål og ambisjoner, og de overordnede vurderingene gjøres.
- Ved **konkretisering av planforslag** utarbeides forslag til tiltak som skal føre til at prosjektet når de definerte ambisjonene. Her er det også mulig å gjøre mer detaljerte beregninger etter hvert som mer informasjon om prosjektet blir fastsatt.
- **Oppfølging av fastsettelser i plan** sikrer at de kravene som er fastsatt i reguleringsplanens kart og bestemmelser blir gjennomført i byggesaken.

Mange byggesaker ligger innenfor eldre reguleringsplaner hvor klima- og miljøhensyn er svakt ivarettatt. I så fall er man avhengig av en samspillsprosess med tiltakshaver for å få gjennomført klimatiltak i byggesaken.

Overordnede temaer som bør omtales når man skal vurdere klimakonsekvenser fra et utbyggingsprosjekt kan inndeles som følger:

**Mobilitet:** Transport av byggets brukere gjennom byggets levetid

**Arealbruk:** Større natur-/terrenginngrep, samt effekter av endringer i beplantet areal, og endret arealfordeling

**Bygge- og anleggsfase:** Aktiviteter på byggeplass

**Materialbruk:** Produksjon av byggematerialer; transport til byggeplass; materialer som inngår i bygg; utskifting av komponenter i byggets levetid; avhending etter endt levetid

**Energibruk i drift:** Energibruk til drift av bygget gjennom levetiden

For å få en helhetlig vurdering av et prosjekt bør alle temaene omtales. Det vil imidlertid ikke alltid være mulig å utarbeide klimagassberegninger innenfor alle temaene. For eksempel kan det være utfordrende å tallfeste klimaeffekten av endret arealfordeling i detaljregulering, og det vil være begrenset tilgang på datagrunnlag for å vurdere effekt av material- og energibruk på et tidlig stadium. Dette er viktig å hensynta dersom det skal stilles krav til klimagassberegninger i plan- og byggesaksprosesser.

I de tilfellene der det ikke er mulig å gjennomføre beregninger av klimaeffekt, kan indikatorer være nyttig. Indikatorer brukes til å følge opp målsetninger, og for å forutsi en utvikling uten at man nødvendigvis gjør fullstendige klimagassberegninger. For at en indikator skal kunne brukes til å måle prestasjon, bør den følges gjennom hele prosjektet, frem til byggesak. Dermed får man fanget opp forutsetninger som endrer seg underveis i prosjektets løp.

Et eksempel på en relevant indikator i kontekst av oppgradering, er beregnet/estimert energibehov i drift. Andel (%) ombrukte materialer inn i nye bygg kan være en relevant indikator i kontekst av ombruk.

#### 4.1.1. Hensikt med klimagassberegninger i plan- og byggesaker

Hensikten med dokumentasjon av klimapåvirkning i plansaker er at saken skal bli tilstrekkelig utredet for dette forholdet på linje med andre tema slik at de som fatter vedtak tydelig ser konsekvensene av ulike alternative planforslag. Det er viktig å synliggjøre klimapåvirkningen som følger av de valgene som gjøres basert på andre krav og hensyn som ønskes ivaretatt i planforslaget.

Formålet med klimagassberegninger er også å bevisstgjøre forslagsstiller og beslutningstakere ved å tydeliggjøre konsekvensene av de ulike valgene på en sammenlignbar og forståelig måte. Dette kan for eksempel gjelde valg om å rive og bygge nytt eller rehabilitering/oppgradere.

Klimagassberegningene skal fungere som et kvalitativt grunnlag for å vurdere ulike alternativer opp mot hverandre mht. klimafotavtrykk, og det utvidede kunnskapsgrunnlaget kan gi mulighet til å stille konkrete krav til klimagassutslipp i planbestemmelser i fremtiden.



Fra kommunens perspektiv er det også ønskelig å vurdere konsekvensene av planforslaget opp mot kommunens vedtatte mål for klimagassutslipp der dette er aktuelt.

I byggesaken er det først og fremst aktuelt med dokumentasjon av hva som faktisk blir gjennomført, både i byggefasen, og i de omsøkte tiltakene. Dette gjøres ved søknad om tillatelse til tiltak og til dels ved søknad om brukstillatelse/ferdigattest.

Hensikten med dokumentasjonen som sendes inn sammen med søknaden er å sikre at de kravene som er lagt til grunn i overordnede planer faktisk blir fulgt. Ved søknad om dispensasjon fra plan kan det være aktuelt å kreve klimagassberegninger som dokumentasjon på at fraviket ikke får negative konsekvenser for klimapåvirkningen.

#### 4.1.2. Krav til klimagassberegninger i plan- og byggesaksbehandling

Som resultatene fra denne analysen og tidligere analyser viser, vil det ikke alltid være slik at oppgradering vil gi lavere klimagassutslipp over livsløpet enn å rive og bygge nytt. Å stille krav til at det skal gjennomføres klimagassberegninger som grunnlag for valg om å rive eller rehabiliterer/oppgradere vil sørge for at man får et godt beslutningsgrunnlag.

Det har hittil ikke vært stilt krav til klimagassberegninger i Teknisk Byggforskrift (TEK). Høsten 2021 kom det imidlertid forslag til nye krav i TEK på høring, som blant annet omfattet obligatoriske krav til klimagassberegninger iht. NS 3720 for alle nye bygg, med unntak av småhus. Foreslått omfang for beregningene var modul A1-A3 + B4, dvs. produksjon av byggematerialer, inkludert utskifting av materialer i løpet av byggets levetid. I november 2021 er det ikke kjent hvorvidt slike krav vil innføres, men det kan være rimelig å forvente at det vil komme krav til klimagassberegninger i nye versjoner av TEK.

Bergen kommune stiller allerede krav<sup>16</sup> til klimagassberegninger for prosjekter ved vesentlig naturinngrep, nybygg større enn 1000 m<sup>2</sup> BRA, og ved valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg. Kommunen har også utarbeidet en veileder<sup>17</sup> for klimagassberegninger.

Ved vurdering om et bygg skal rives eller rehabiliteres, krever Bergen kommune at det skal utarbeides to beregninger med alternativene:

---

<sup>16</sup> Innledende klimagassberegninger skal vedlegges planinitiativet før oppstart, og bearbeides frem mot komplett innsendelse til 1. gangs behandling. Klimagassberegningene skal oppdateres før 2. gangs behandling dersom det gjøres endringer i foreslått planforslag. Til byggesøknaden skal det legges ved klimagassberegninger som viser prosjektert bebyggelse.

<sup>17</sup> <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/bymiljo/kommunen-har-fatt-sin-forste-veileder-for-klimagass-beregninger>

Alternativ 1: bevare og rehabiliter

Alternativ 2: riving og nybygg

Disse to beregningene skal sammenlignes. Utslipp fra materiale i de delene av bygningen som blir bevart settes lik null. Det er kun tilførte materialer som vil medføre utslipp, i tillegg til eksisterende materialer som vil kreve behandling eller vedlikehold for å få tilstrekkelig levetid (jf. NS 3720:2018). Det må videre redegjøres for hvilke vurderinger som er gjort med tanke på bevaring av bygget.

Krav til klimagassberegninger for bygg bør spesifisere at beregninger skal følge NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Standarden angir retningslinjer for klimagassberegninger for byggeprosjekter mht. beregningsmetodikk og utslippsfaktorer. Standarden stiller også krav til datagrunnlag og -kvalitet.

Standarden stiller ikke absolutte krav til omfang for hvor stor del av bygningskroppen med uteområder som skal inkluderes i beregninger, men angir fire forhåndsdefinerte omfang for helhetlige klimagassberegninger av bygninger, med hensyn til hvor omfattende beregningene skal være (basis og avansert), og hvorvidt transport av byggets brukere i drift skal inkluderes (med eller uten lokalisering):

Tabell 4-1 Forhåndsdefinerte omfang i NS 3720

	Uten lokalisering	Med lokalisering
<b>Basis</b>	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5) og kun inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451.
<b>Avansert</b>	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5) og kun inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6) og kun inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451.

Forskjell mellom basisnivå og avansert beregning for materialbruk er hvorvidt materialbruk i VVS-installasjoner, tekniske systemer og utendørs skal medregnes. Forskjellen mellom beregning med og uten lokalisering er hvorvidt tomtebearbeiding og transport i bruk av bygningen skal inkluderes. Merk at energibruk i drift inngår i alle fire omfang.

Det er rom for metodisk variasjon innenfor rammeverket NS 3720 gir. Dette er det viktig å være klar over når standarden brukes til å stille krav til klimagassberegninger. For å kunne vurdere måloppnåelsen bør det stilles følgende tilleggskrav ved krav til klimagassberegninger iht. NS 3720:

- **Overordnet omfang iht. ett av de 4 forhånsdefinerte omfangene standarden angir, eller *helhetlig klimagassberegning*.** Alternativt et eget spesifikt omfang, dersom dette vurderes som hensiktsmessig.
- **Omfang i tid, dvs. hvilke livsløpsmoduler som minst skal inngå, bør spesifiseres i tillegg,** med mindre *helhetlig klimagassberegning* er angitt. Generelt må materialproduksjon (A1-A3), transport av materialer til byggeplass (A4) og utskifting i levetiden (B4) inngå som et minimum for å få et tilstrekkelig godt bilde av utslipp fra materialbruk. Dette tilsvarer omfang for referansenivåer for klimagassutslipp fra materialbruk definert av DFØ<sup>18</sup>. I tillegg bør energibruk i drift (B6) og byggefase (A5) inkluderes.
- **Dersom det stilles krav til dokumentasjon av utslippsreduksjon, sammenliknet med en referanse, må det defineres tydelig hvilken referanse som skal benyttes.** For klimagassutslipp fra materialbruk kan referansenivåer fra DFØ<sup>18</sup> benyttes. Omfang for referansenivå (hvilke informasjonsmoduler som inkluderes i beregninger) vil som regel være førende for omfang for de prosjektspesifikke beregningene, men det er også mulig å stille krav til et utvidet omfang for beregninger, men at sammenlikning mot referanse følger et mer avgrenset omfang. Hensikten med dette vil være å få frem et bedre datagrunnlag, som grunnlag for å kunne utvide omfanget for sammenlikning på sikt. Dette er for eksempel gjort i DFØs foreslåtte kriterier<sup>19</sup> for klimagassberegninger for materialbruk i offentlige anskaffelser, der det stilles krav til at utslipp fra grunn og fundamenter skal dokumenteres, men ikke inngå i vurdering av måloppnåelse i form av beregnet utslippsreduksjon, sammenliknet med referansenivået.

#### 4.1.3. Veiledning for vurdering av rehabilitering/oppgradering vs. å bygge nytt

Egnet tidspunkt for vurdering av klimakonsekvenser knyttet til å rehabiliter/oppgradere, sammenliknet med å rive og bygge nytt vil være i plansak, eller i byggesak der hvor det ikke er krav om ny regulering

---

<sup>18</sup> <https://anskaffelser.no/nb/verktoy/analyseverktoy/klimagassutslipp-bygg>

<sup>19</sup> [https://kriterieveviseren.difi.no/nb/wizard?stage=group&group=12&group\\_depth=1](https://kriterieveviseren.difi.no/nb/wizard?stage=group&group=12&group_depth=1)

Vurderingsgrunnlaget for å fatte beslutning bør være beregnet klimagassutslipp over 60 års beregningsperiode for rehabiliteringsscenario og nybyggscenario.

I tabellen under har vi skissert minstekrav til hva som bør inngå i en slik vurdering, samt forslag til utvidet grunnlag.

TEMA	MÅ MINST INNGÅ	KAN INNGÅ
<b>Mobilitet</b>		Bør inngå dersom alternativene gir vesentlig ulik arealutnyttelse eller ulik bygningsfunksjon (endret bygningstype)
<b>Arealbruk</b>		Bør inngå dersom det er betydelig forskjell i beslaglagt areal mellom alternativene
<b>Bygge- og anleggsfase</b>	Aktiviteter knyttet til rehabilitering av eksisterende byggemasse vs. riving av eksisterende bygningsmasse og oppføring av nytt bygg	
<b>Materialer</b>	<p><u>Rehabiliter/oppgradert bygg:</u> Alle nye materialer som tilføres, inkludert evt. behov for ekstra fundamentering, hvis relevant. Normtall for utslipp fra materialbruk per bygningsdel (basert på m<sup>2</sup> BTA/BRA) kan benyttes, evt. forenklede beregninger basert på volumstudier e.l.</p> <p><u>Nybygg:</u> Normtall for utslipp fra materialbruk per m<sup>2</sup> BTA/BRA) eller per bygningsdel (basert på m<sup>2</sup> BTA/BRA) kan benyttes, evt. forenklede beregninger basert på volumstudier e.l.</p>	Dersom alternativene gir vesentlig ulik arealutnyttelse eller ulik bygningsfunksjon (endret bygningstype), er det relevant å vurdere konsekvens av alternative plasseringer for utbygget areal.

	Tomtespesifikk vurdering av materialbruk til fundamentering.	
<b>Energibruk i drift</b>	Energibehov i rehabilitert/oppgradert bygningsmasse vs. ny bygningsmasse	

#### 4.1.4. Om oppgradering av småhus

Det er generelt liten kunnskap om hvilke boliger som oppgraderes, og hvilke tiltak som gjennomføres. Å kjøpe egen bolig er gjerne den største investeringen en husholdning gjør, og ifølge SSB<sup>20</sup> er andelen som eier egen bolig ca. 82 %. Dette vil resultere i en høy egeninteresse i å opprettholde eller heve teknisk verdi på boligen. Men hoveddelen av eiendomsverdien er for de fleste bundet opp i lån. Mange vil derfor ikke ha ledig kapital til å investere utover nødvendig vedlikehold.

Byggeforskriften er innrettet mot at totalrehabilitering er søknadspliktig etter PBL §20-1. Dette gjelder både for bolig og næring. Da skal berørte bygningsdeler i utgangspunktet tilfredsstillende energikravene i §14 i gjeldende TEK. Vurdering gjøres opp mot om kravene er relevante, og ikke utgjør en for stor kostnadmessig belastning for tiltakshaver. Dette fører i praksis til at søknadspliktig rehabilitering ikke blir utført etter TEK, med mindre det skjer i kombinasjon med søknad om bruksendring.

Det er også stor variasjon i forståelsen av sentrale begreper som renovering, rehabilitering, oppgradering, restaurering, hovedombygging, totalrehabilitering m.m. Energioppgradering er forsøkt innført som et begrep som skal dekke at yttervegger, mur, tak, loft, vinduer og tetting oppgraderes for å redusere oppvarmingsbehovet i betydelig grad. Det finnes ikke gode data på i hvilket omfang den norske bygningsmassen (bolig og næring) er blitt gjort tiltak på som påvirker energiytelsen. Ifølge Enova<sup>21</sup> blir gjennomsnittlig årlig rehabiliteringsrate anslått til å være 1,89 %, på bakgrunn av en undersøkelse blant 3787 representative husholdninger.

---

<sup>20</sup> [Bolig\(ssb.no\)](http://ssb.no)

<sup>21</sup> [Rehabilitering og energioppgradering av boliger](#)

Byggeår	Antall tiltak					Antall boliger
	0	1	2	3	4	
1900 og tidligere	78,2 %	15,8 %	1,0 %	3,0 %	2,0 %	101
1901 - 1955	72,5 %	19,1 %	6,3 %	1,8 %	0,3 %	382
1956 - 1970	73,1 %	17,3 %	7,2 %	1,6 %	0,9 %	446
1971 - 1980	73,4 %	18,0 %	6,3 %	1,7 %	0,5 %	410
1981 - 1990	84,6 %	11,1 %	3,7 %	0,6 %	0,0 %	350
1991 - 2000	91,5 %	7,5 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	199
2001 og senere	98,0 %	1,7 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	352
Uoppgitt/ukjent	84,6 %	12,1 %	2,5 %	0,6 %	0,3 %	363
<b>Total</b>						<b>2603</b>

Figur 2 Rehabiliteringsaktivitet blant 2605 husholdninger i Enovas spørreundersøkelse fra 2014

Dette er boliger som gjennomfører to eller flere av disse tiltakene:

- Skifte av ytterkledning
- Større arbeider på tak/loft
- Skifte av vinduer
- Større arbeider på mur/gulv mot grunn

Det er verdt å merke seg at disse tiltakene ikke nødvendigvis innebærer at tiltaket blir utført på en slik måte at boligens energitilstand endrer seg. For boliger som i tillegg tilfører boligen vesentlig tilleggsisolering (energioppgradering) anslås andelen til å være 0,86%. Blant de spurte gjennomfører altså under halvparten av de som gjør mer enn to tiltak en energioppgradering av egen bolig.

	Rehabilitering:		Energioppgradering:	
	Minst 2 tiltak	Minst 3 tiltak	Minst 2 tiltak	Minst 3 tiltak
Enebolig	1,89 %	0,53 %	0,92 %	0,27 %
Flermannsbolig, a. småhus	1,95 %	0,43 %	0,85 %	0,06 %
Blokk/bygård o.l.	1,77 %	0,49 %	0,74 %	0,10 %
<b>Alle boliger</b>	<b>1,89 %</b>	<b>0,51 %</b>	<b>0,86 %</b>	<b>0,18 %</b>

Figur 20 Estimert rehabiliteringsrate fordelt på antall tiltak i norsk boligmasse basert på Enovas spørreundersøkelse fra 2014

#### 4.1.5. Virkemidler for økt oppgradering

Tekniske krav som er relevante ved oppgradering av, eller bruksendring for eksisterende bygninger er regulert både i Plan og bygningsloven (Pbl), teknisk byggforskrift (TEK) og byggesaksforskriften (SAK). Bestemmelsene i Pbl er bedre innrettet etter nybygging enn for den tilpasningen som kan være nødvendig i bygninger fra før det lette bindingsverket ble vanlig på 60-tallet, og mer modulbasert strategi med standardiserte løsninger ble utviklet. Norsk kommunalteknisk forening pekte i 2015 på at mellom 30-40% av byggesakene kommunene behandler er tilknyttet eksisterende bygg

TEK17§1.1 sier følgende;

*Forskriften 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<sup>22</sup>.*

I Pbl §31.2.4 står det;

*Kommunen kan gi tillatelse til bruksendring og nødvendig ombygging og rehabilitering av eksisterende byggverk også når det ikke er mulig å tilpasse byggverket til tekniske krav uten forholdsmessige kostnader, dersom bruksendringen eller ombyggingen er forsvarlig og nødvendig for å sikre hensiktsmessig bruk. Kommunen kan stille vilkår i tillatelsen.*

At kommunen tillater unntak fra byggeforskriften gjøres vanligvis på bakgrunn av at tiltakshaver dokumenterer uforholdsmessige kostnader ved å tilfredsstillе byggeforskriftens krav relativt til bygningens markedsverdi, og at løsningen sikrer forsvarlig og hensiktsmessig bruk. Ifølge Holm<sup>23</sup> vil forsvarlig bruk relatere seg til «Sikkerhet for mennesker og dyr, sikkerhet mot naturpåkjenninger som ras og flom, samt sikkerhet mot helseskader. Også energikrav, tilgjengelighet samt kulturhistoriske og arkitektoniske hensyn forventes å inngå i denne forsvarlighetsvurderingen.»

De samme reglene gjelder for nybygg som ved omfattende tiltak, utover vedlikehold, på eksisterende bygninger. Den praktiske konsekvensen av dette er at kravene vil kunne gjelde for de bygningselementene som berøres av oppgraderingstiltakene (§31.2.1). Hvis helse, miljø og sikkerhet er i fare kan kommunen kreve andre deler av bygningen oppgraderes til gjeldende standard (§31.2.2). Holm<sup>24</sup> påpeker at; «for tiltak på eksisterende og verneverdige bebyggelse vil særlig kravene om sikkerhet ved Brann, planløsning og bygningsdeler, samt tiltak for å fremme miljø og helse være viktig. Dette gjelder også kravene som stilles om energieffektivitet og installasjoner.» Kommunen kan også godkjenne unntak fra byggeforskriften med en hensiktsmessighetsvurdering. Dette kan handle om planer for arealdisponering, ressursforvaltning for eksempel i forbindelse med en målsetting om fortetting.

For at det offentlige (kommunale bygningsmyndigheter, kulturminneforvaltning, etc.) skal kunne øve innflytelse på resultatet må det foreligge en hjemmel ved søknadsplikt eller

---

<sup>22</sup> Holm, Arne, Nye standarder i gamle bygg, 2016, NIBR, s.37

<sup>23</sup> Holm, Arne, Nye standarder i gamle bygg, 2016, NIBR, s.42

<sup>24</sup> Holm, Arne, Nye standarder i gamle bygg, 2016, NIBR, s.39

vernevedtak. Det ligger ingen absolutte krav i plan- og bygningsloven eller forskriftene, men er åpen for kommunens vurdering om dispensasjon fra et tiltak likevel legger til rette for forsvarlig bruk av bygningen. Det er kun ved tiltak som påvirker helse og sikkerhet at rammene for hva som tillates blir strammere. For at en kommune skal kunne bidra til gode løsninger som ikke ligger inne i Plan- og bygningsloven eller forskrifter, må kommunen legge til rette for å påvirke med tilrettelegging, veiledning og dialog.

Både for bolig og næringsbygg vil økonomisk hensiktsmessighet og lønnsomhet være en avgjørende faktor i valget om et bygg skal vedlikeholdes, oppgraderes, energioppgraderes eller rives og bygges nytt. Siden vi har vært vant til lave elektrisitetspriser i Norge i kombinasjon med gode økonomiske tider kan dette ha påvirket mange til å velge nødvendig vedlikehold til fordel for høyere privatøkonomisk forbruk eller større marginer på bedriftens bunnlinje.

For å stimulere til økt oppgradering kan en tilby økonomiske tilskudd for tiltak utover det som er tilgjengelig fra Enova. Bærum kommune vil gjennom sitt prosjekt «Klimaklok kommune»<sup>25</sup> tilby støtte til ladestasjoner for elbiler, gratis energirådgivning for private boligeiere og støtte til energitiltak på boliger. Enova har som forutsetning for sin støtte til energioppgradering av boliger, at mottaker ikke skal få støtte fra andre steder. Bærum kommune retter derfor støtten sin inn mot tiltak av mer begrenset omfang. Meningen er at det er bedre å stimulere boligeier til å isolere en vegg, enn bare å skifte panelet. Konseptet «Klimaklok kommune» omfatter også prosjekter for ombruk og gjenbruk av overskuddsmasser fra bygge- og infrastrukturprosjekter, klær og andre forbruksartikler.

I litteraturundersøkelsene i dette prosjektet er det trukket frem at for eiendomsutviklere er det kommunenes evne til å tilrettelegge for god dialog gjennom plan- og byggeprosesser, gi dispensasjon fra energikrav i TEK og å i større grad forstå tiltakshavers motivasjon i økonomisk potensial, for eksempel i økt utnyttelsesgrad ved bruksendring, som viktige punkter i avgjørelsen om å bruke et bygg videre.

## 4.2. Virkemidler for økt ombruk

Erfaring med ombruksprosjekter viser barrierer knyttet til;

- tilgang (mengde/antall), mellomlagring og transport av ombruks materialer

---

<sup>25</sup> [Klimaklok kommune | Bærums miljø- og klimaarbeid | Bærum kommune \(baerum.kommune.no\)](#)



- usikkerhet rundt regelverk (SAK, DOK og TEK) og saksbehandling prosedyrer og dokumentasjon som sikrer omsetning og forsvarlig bruk av ombruksprodukter
- tilgang (mengde/antall), mellomlagring og transport av ombruks materialer
- økte kostnader knyttet til prosjektering, administrasjon, kvalitetssikring, dokumentasjons innhenting og bygging

Det beslutningstagere vil sette søkelys på i sin vurdering om å gjennomføre et ombruksprosjekt er lønnsomhet. Når valget mellom oppgradering og ombruk mot riving og nybygging skal tas vil totaløkonomien knyttet til tilstands/mulighetsanalyser, prosjektering, gjennomføring, og drift være avgjørende. Kapasitet, fleksibilitet og kompetanse legger grunnlaget for at man unngår feil og eskalerende tidsbruk som kan øke kostnadene for gjennomføring av ombruksprosjekter.

Fylkeskommune og kommuner har begrensede ressurser, og juridiske virkemidler til å påvirke tiltakshavers beslutning om å rive. Samtidig finner vi i litteraturundersøkelsen at markedsaktører peker på at man ved å innvilge dispensasjoner fra TEK, bruke reguleringsplanen aktivt, og være proaktiv i kommunikasjonen med aktører kan bidra til at eksisterende bygningsmasse kan vurderes som mer verdifull. Reguleringsplanen, og mulighet for omregulering for å heve utnyttelsesgrad eller bruksendring har mye å si for å utløse en økning i funksjonell- eller markedsverdi<sup>26</sup>. Tilrettelagte prosesser, forhåndskonferanse for å avklare prosjektets forutsetninger og rammer for videre saksbehandling og dialogmøter mellom kommunale beslutningstagere, eiere, utførende og arkitekter kan legge til rette for at behandlingstid og tid til innhenting av informasjon ikke blir kostnadsdrivende.

Kommunene er selv eiere og forvaltere av en betydelig bygningsmasse der rehabilitering, oppgradering og nybygging er en naturlig del av virksomheten. De er dermed i en særegen posisjon for å bryte ned barrierene, samt bygge erfaring og kompetanse knyttet til ombruksprosjekter og sirkulær økonomi. Kartlegging av ombruksmaterialer og interiør, mellomlagring og effektiv utnyttelse av ombruksobjekter når behovet oppstår er aktiviteter som en organisasjon med kompetanse innen saksbehandling, arkitektur, teknisk drift og forvaltning er godt innrettet for. Et grep når eksterne leveranser for bygging eller innredning skal bestilles er å stille krav om at ombruk skal vurderes. Etter hvert som markedet modnes, kan spesifikke krav på andel ombruk stilles i tilbudsutlysninger. De kan dermed være i en gunstig posisjon for å realisere økonomiske fordeler som andre aktører har utfordringer med. En annen erfaring med ombruksprosjekter er at det oppstår ny

---

<sup>26</sup> Ringdal, Martine, Gjenbruk av eldre bygningsmasse i transformasjonsprosjekter, 2019, NMBU, s.25

næringsvirksomhet på grunn av behov for nye, tilpassede verdikjeder. Tilskuddordninger kan brukes for å stimulere til utvikling og innovasjon som støtter opp under de behovene som oppstår for å kartlegge, ombruke eller gjenvinne bygningskomponenter og materialer. Å redusere risikoen gründere tar for å tilby nye tjenester i nye markeder kan gi stabilitet på både tilbyder- og etterspørselssiden som sikrer videre drift og utvikling.

Oslo kommune har en tilskuddsordning som skal "fremme reparasjons- og delingsordninger som reduserer materielt forbruk." Ordningens mål er å stimulere til varige ordninger som kan spille på de ressursene som finnes i næringsliv, frivillighet og kommunen<sup>27</sup>.

Kunnskapen og erfaringen med ombruk er begrenset. En klassisk problemstilling knyttet til materielt overforbruk, er leietakertilpasning i næringslokaler. Nye leietakere vil ofte komme med egne krav for innredning og overflater. Dette fører til at nytt og fullt funksjonelt utstyr som belysning eller kjøkkeninnredninger blir kastet, og overflatebehandlinger endret. I takt med at flere virksomheter blir miljøsertifisert blir behovet for å dokumentere og rapportere på relevante miljøtema mer utbredt.

Grønn Byggallianse har laget en "Veileder for bærekraftige leiearealer"<sup>28</sup> som beskriver hvordan en rekke temaer som er relevante i et leieforhold kan vurderes og dokumenteres for utleiende og leietakere. De har også laget Veileder for ombrukskartlegging sammen med Statsbygg<sup>29</sup>.

#### 4.2.1. Forskriftskrav for ombruk

Som en del av EUs rammedirektiv for avfall fra 2020, skal land gjenbrukes (ombruk eller materialgjenvinning) minimum 70 vektprosent av ufarlig bygge- og rivingsavfall<sup>30</sup>. Energigjenvinning teller ikke mot de 70 %. Økt ombruk vil være nødvendig for å nå dette målet.

For å øke ombruk av materiale er det viktig å vite hva som kan faktisk ombrukes før man river/demonterer. Ombrukskartlegging er foreslått som et krav i forslaget til ny TEK som er til behandling (*Klimabaserte energikrav til bygg*)<sup>31</sup>, på lik linje med miljøkartlegging. En

---

<sup>27</sup> [Prosjektstøtte til reparasjons- og delingsordninger - Oslo kommune](#)

<sup>28</sup> [Veileder-for-bærekraftige-leiearealer.pdf \(byggalliansen.no\)](#)

<sup>29</sup> [Veilder ombrukskartlegging med vedlegg-1.pdf \(byggalliansen.no\)](#)

<sup>30</sup> [https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en)

<sup>31</sup> <https://dibk.no/klimabaserte-energikrav-til-bygg>

guide til bestilling av ombrukskartlegging er også nylig lansert av Statsbygg og Grønn Byggallianse.<sup>32</sup>

Asplan Viak, med flere, anbefalte at det innføres myndighetskrav til klimagassutslipp fra materialbruk i TEK som et tiltak for å redusere byggenæringens klimafotavtrykk. Det gjenstår å se hvordan de endelige endringene vil se ut, men dersom det innføres tak på materialutslipp, kan ombruk være et nyttig tiltak for å få ned de totale materialutslippene i tråd med kravet.

Per november 2021 foreligger det også et forslag om endring av forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK) på høring<sup>33</sup> fra Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). Endringen vil innebære et unntak fra kravene til produktdokumentasjon for ombrukte byggevarer, slik at CE-merkene blir ikke en barriere, slik det er i dag. Det innebærer også et alternativt forslag til regulering av ombrukte byggevarer, og det er stor usikkerhet rundt hvilket forslag som vil utvikle seg videre og hva de endelige kravene vil være. Byggematerialer skal alltid oppfylle de tekniske kravene i TEK, men det er omsetningskravene som er usikre.

#### 4.2.2. Eksempler på virkemiddelbruk i utlandet

Andre jurisdiksjoner i Norge, Europa og i utlandet har iverksatt egne tiltak for å redusere ressursvinn, både med gulrøtter og pisk.

I Vancouver, Canada, ble den «Green Demolition Bylaw» implementert i 2014. Loven krevde opprinnelig at boliger bygget før 1940 måtte dekonstrueres i stedet for å rives, med minst 75 % av materialene som skulle gjenbrukes eller resirkuleres. Intensjonen er å gradvis utvide kravet til nyere boliger, og i 2018 ble boliger bygget før 1950 en del av mandatet (så nå er 70 % av boligene revet i Vancouver omfattet av denne loven)<sup>34</sup>.

Den gjennomsnittlige avledningsraten for disse boligene var 86 %, betydelig høyere enn den typiske frekvensen på 40-50 % for tradisjonell riving av boliger<sup>35</sup>. Imidlertid ble de fleste materialer resirkulert i stedet for gjenbrukt. Dette resulterer i endringer som definerer «dekonstruksjon», som krever berging av minimum 3 tonn tre per bolig for

---

<sup>32</sup> Ombrukskartlegging og bestilling – slik gjør du det, Statsbygg, Grønn Byggallianse, [https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2021/08/Veilder\\_ombrukskarlegging\\_med\\_vedlegg-1.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2021/08/Veilder_ombrukskarlegging_med_vedlegg-1.pdf)

<sup>33</sup> <https://dibk.no/ombruk-av-byggevarer>

<sup>34</sup> <https://vancouver.ca/home-property-development/demolition-permit-with-recycling-requirements.aspx>

<sup>35</sup> <https://council.vancouver.ca/20180516/documents/pspc2c.pdf>

direkte ombruk. Dette er ment å holde materialene på de høyere nivåene i ressurspyramiden, spesielt tømmer. En tilsvarende forordning kunne vært nyttig i Innlandet for å beholde laft i sin opprinnelige form.

Demonteringskrav har blitt gjennomført i andre nordamerikanske byer, inkludert Chicago, Seattle, og hele California. I Portland, for eksempel, trådte en dekonstruksjonsforordning i kraft 1. januar 2017 og gjelder for boliger før 1916, som representerer omtrent en tredjedel av alle riving av boliger der<sup>36</sup>. Ansatte i Portland rapporterer at dekonstruksjonsplasser medførte nye sysselsettingsmuligheter (siden mer manuelt arbeid er nødvendig), samt mindre støv og støy enn tradisjonelle rivningsplasser.

Disse forskriftene håndheves ved at byggeiere må sende inn en plan for gjenbruk og et etterlevelsesskjema når rivingen er fullført. Dette inkluderer kvitteringer for gjenvinning og gjenbruk, samt tre-demonterings rapport der det er aktuelt. Det betales et depositum på ca. 100 000 kr for å få rivingstillatelsen, som refunderes dersom gjenbrukskravene er oppfylt.

---

<sup>36</sup> <https://www.portlandoregon.gov/bps/68520>



Bilde: Demontering med The Unbuilders riving selskapet i Canada, fra James Macdonald / The Globe and Mail<sup>37</sup>

Et problem som ble funnet med ordinansene var å finne et sted å selge de brukte materialene, siden en mangel på et ombruksmarked resulterte i mer materialgjenvinning enn ombruk (som representerer en degradering av materialkvaliteten, spesielt for tre). Her samarbeidet Vancouver med den veldedige organisasjonen Habitat for Humanity på The Rebuild Hub. Denne ombruksmarkedsplassen tar imot donasjoner av materialer fra dekonstruksjon, selger dem og bruker inntektene fra disse salgene til Habitat for Humanity sine rimelige boligprosjekter. Huseiere får en skattekvittering for den takserte verdien av deres donerte byggemateriale, noe som bidrar til å kompensere kostnadene ved demontering. Lignende skatteinsentiver her kan hjelpe stimulerer til et bedre marked for ombruk.

Ideelt sett ville byggematerialer finne et nytt hjem før bygningen rives, men tidslinjene stemmer ikke alltid overens, og det er ofte nødvendig med en fysisk lagringsplass for å

---

<sup>37</sup> <https://www.theglobeandmail.com/canada/british-columbia/article-the-unbuilders-demolition-crew-reclaims-old-growth-lumber-and-other/>

forhindre kasting av nyttige materialer. I Trondheim har kommunen leid et lager til å ha deres egne Gjenbrukslager for mellomlagring, samt to fulltidsstillinger for å administrere intern gjenbruk i kommunen. En fysisk plass kan kombineres med nettbaserte løsninger (som Rehub, ByggeBolig.no, FINN, Tørn, etc) for å skap bedre muligheter for gjenbruk i Innlandet.

## 5. Hovedfunn og behov for videre arbeid

### 5.1. Oppgradering som klimatiltak – hovedfunn

#### **For å vurdere oppgradering som klimatiltak, må man ta hensyn til årsaker for riving**

På bakgrunn av sammenlikningen av statistikkgrunnlaget med rivestatistikk fra SSB for Hamar og Ringsaker, Innlandet fylke og landet som helhet, kan vi si at resultatene fra Hamar og Ringsaker kan gi en pekepinn på det nasjonale potensialet for utslippsreduksjon som følge av økt oppgradering og ombruk, fordi sammensetningen av bygningsmassen som rives har store likheter med det nasjonale nivået. De store forskjellene mellom arealfordeling mellom ulike bygningstyper fra SSB-tall, som omfatter alle bygg som rives, og det avgrensede statistikkgrunnlaget, peker på at vurderinger av potensiale for klimagevinst ved oppgradering bør ta hensyn til at oppgradering ikke er et reelt alternativ i mange tilfeller. Dersom statistikk for riving som omfatter alle bygg som rives legges til grunn, slik som SSBs rivestatistikk, vil man overvurdere potensialet.

#### **Den viktigste faktoren som påvirker klimaeffekten fra oppgradering er oppnådd energistandard i oppgraderte bygg**

For alle bygningskategorier er energibruk i drift det dominerende bidraget til klimagassutslipp over 60 år, både for oppgraderte bygg og nybygg. Resultatene viser tydelig at det er forskjellen i energibruk i drift som påvirker konklusjonen om hva som gir lavest klimagassutslipp, når vi sammenlikner per m<sup>2</sup>.

Det er betydelig variasjon i hvor stor forskjellen i energibruk i drift er mellom oppgradert bygg og nybygg på tvers av bygningskategoriene. For småhus og fritidsboliger er forskjellen relativt liten, som følge av at det vil være relativt enkelt å gjennomføre kostnadseffektive energioppgraderingstiltak som reduserer energibehovet betydelig. For yrkesbygg (utenom lager/verksted) er forskjellen i energibruk betydelig større, som følge av at tidligere analyser tilsier at nye bygg vil være mer energieffektive enn oppgraderte. Dette henger sammen med at energieffektiviseringstiltak vil måtte være mer omfattende for å ha stor effekt for større bygg med mer komplisert oppbygning. Fra case-studiene fant man også at å tilfredsstillende moderne krav til inn klima i yrkesbygg fører til at man ofte vil måtte gjennomføre oppgradering til moderne ventilasjonssystem. Dette fører til økt luftskifte, og dermed økt energibruk til oppvarming slik at effekten av andre tiltak reduseres.

## **Å utvide bygningsarealet som en del av oppgradering vil betydelig redusere klimagevinsten**

At nye bygg som oppføres i snitt er større enn byggene som rives er et viktig funn som har vært viet lite oppmerksomhet i tidligere analyser. Dersom vi ser på småhus og fritidsboliger, der vi har et relativt robust grunnlag for beregnet arealutvidelse, vil utslippene mer enn doble seg dersom vi utvider arealet samtidig som vi oppgraderer. Utslippene vil fortsatt være lavere enn dersom vi bygger et nytt, større bygg, men størsteparten av utslippsgevinsten spises opp av arealutvidelsen, sammenliknet med å oppgradere det eksisterende bygget uten å bygge større.

Vi kan trekke paralleller til såkalte «rebound»-effekten innen energieffektivisering for boliger, dvs. at man øker innek komforten når energibehovet til oppvarming går ned. Dersom man også utvider bygningsarealet i forbindelse med oppgraderingen, vil dette spise opp store deler av klimagevinsten, og i verste fall føre til at oppgradering gir totalt høyere utslipp enn å bygge nytt. Dette peker et viktig poeng, nemlig at effektivisering ikke løser klimautfordringene hvis vi samtidig øker forbruket.

## **Klimagevinst ved oppgradering er enklest å oppnå for småhus, men potensialet for utslippsbesparelser kan være betydelig for større bygg**

Når vi ser på resultater som knytter seg til bygningsarealet som ble revet i Hamar og Ringsaker i perioden 2014-19, der vi kun ser på tilfeller hvor oppgradering hadde vært et alternativ til riving, peker skole-/idrettsbygg, småhus, lager/verksted og fritidsboliger seg ut som de viktigste bygningskategoriene. Av disse er potensialet for utslippsreduksjon ved økt oppgradering størst for fritidsboliger, småhus og lager/verksted.

Resultatene peker på at klimagassutslipp fra materialer og energibruk må sees i sammenheng både med antall bygninger revet av hver bygningskategori og typiske arealer av bygg. Det er eksempelvis få skolebygninger som er revet i Hamar og Ringsaker i perioden, samtidig som mange fritidsboliger ble revet. Kombineres antallet bygg med areal og klimagassutslipp per m<sup>2</sup> ser en likevel at skole og idrettsbygg bidrar betydelig til klimagassutslipp, mens fritidsboliger står for en liten andel. For Innlandet som helhet, er det også revet mest småhus og skole-/idrettsbygg.

På det nasjonale nivået er fordelingen jevnere, og betydningen av småhus og fritidsboliger er mindre, til fordel for bygninger som typisk er større. Nasjonalt rives det



mest skole-/idrettsbygg, etterfulgt av forretning/service og lager/verksted. Kontorbygg har naturlig nok også en større betydning nasjonalt enn for Innlandet.

Resultatene for landbruksbygninger, lager/verksted og skole/idrettsbygg har høyere usikkerhet enn de andre bygningskategoriene. For landbruksbygninger er det ikke medregnet energibruk i drift, på grunn av manglende datagrunnlag. For lager/verksted er beregningene kun basert på ett bygg, og for skole/idrett er beregningene basert på to bygg som har noe begrenset representativitet. Årsaksbildet knyttet til hvorfor man river og/eller flytter skolebygg vil i tillegg være sammensatt. Samlokalisering av skoler kan være en underliggende årsak til at den gjennomsnittlige arealutvidelsen er høy. For å få et helhetlig bilde av konsekvensene av ulike valg for lokalisering av skoler, bør man også hensynta hvordan ulike beliggenheter påvirker transportbehovet og utslipp fra mobilitet. At skolebygg gir stort utslag i resultatene peker på at klimagassvurderinger bør inngå som en del av beslutningsgrunnlaget når man vurderer å bygge nye skolebygg.

Disse funnene kan brukes til å vurdere hvor det bør innrettes insentiver for energioppgradering og samtidig effektiv arealutnyttelse av eksisterende bygg. Basert på historiske tall fra Innlandet for 2014-2019, bør det i størst grad legges vekt på tiltak ovenfor boligeiere og kommunenes og skolebygg. Forretningsbygg og lagerbygg er også av vesentlig betydning.

Effekten av økt ombruk er kun beregnet for ny bygningsmasse, basert på maksimalt ombrukspotensiale. Totalt for materialer og energi, kan ombruk redusere utslipp med 8-14 % for yrkesbygg, mens for småhus og fritidsboliger er potensialet vurdert å være mindre (2-3%). Ombruk gjør det mulig å unngå utslipp i dag, og bør derfor likevel sees som et viktig klimatiltak, ettersom vi bør prioritere tiltak med rask effekt for å nå nasjonale klimamål, og unngå de verste konsekvensene av klimaendringene.

## 5.2. Behov for videre arbeid

Gjennom arbeidet med analysen har vi avdekket behov for videre arbeid som kan bidra til å belyse klimaeffekten av oppgradering ytterligere:

- **Videre undersøkelser av bygg revet i Hamar og Ringsaker:** For å fylle hullene i statistikkgrunnlaget, og gi bedre grunnlag for videre analyser, vill det vært svært nyttig å gjennomføre undersøkelser som kan komplettere statistikken fra Hamar og Ringsaker, med hensyn til:
  - Areal for nye bygg oppført

- Årsak til riving, inkludert mer detaljert informasjon i de tilfellene der oppgitt årsak er fortetting eller flytting
  - Ny bygningsfunksjon for bygg som erstattes med en annen funksjon
- **Landbruksbygninger:** Det har vært gjort svært få analyser av klimagassutslipp fra oppføring og spesielt drift av landbruksbygninger. Det kan ha stor nytteverdi å gjennomføre mer detaljerte analyser av denne bygningstypen fremover, for å få bedre kunnskap om hvilket potensial som ligger i oppgradering. Spesielt finnes det lite informasjon om energibehov for landbruksbygninger med ulike funksjoner, som gjør det utfordrende å vurdere tiltak for å redusere energibehovet. For å få bedre kjennskap til hvorvidt oppgradering av landbruksbygninger kan være et klimatiltak, er det behov for informasjon om:
  - Energibehov i landbruksbygninger av ulike typer
  - Klimagassutslipp fra oppføring av landbruksbygninger
  - Hvilke forhold som påvirker hvorvidt landbruksbygninger beholdes i bruk eller rives
- **Undersøke vippepunkter/break-even for klimaeffekt av energioppgradering på bygningsnivå:** Hvor energieffektive må oppgraderte bygg bli for at oppgradering skal lønne seg, klimamessig? Spesielt for småhus, ettersom det er relativt liten variasjon mellom bygninger innenfor denne kategorien.
- **Klimapåvirkning fra transformasjon:** Hvilken klimapåvirkning har transformasjonsprosjekter, sammenliknet med oppgradering til samme bygningsfunksjon, og sammenliknet med å bygge nytt? Hva skal til for at transformasjon skal gi klimagevinst?
- **Informasjon om gjennomsnittlige bygningsstørrelser:** Bedre kunnskap om hvor store bygninger av ulike typer er i gjennomsnitt, på nasjonalt nivå og i ulike regioner, samt utvikling over tid, ville kunne gi betydelig bedre grunnlag i alle analyser som vurderer klimagassutslipp knyttet til byggeaktivitet.

## Vedlegg A Detaljerte beregningsforutsetninger

### Energibruk i oppgraderte bygg

- Vi har lagt til grunn at det benyttes samme energiforsyningsløsning før og etter oppgradering. Dette er likt slik det ble gjort i case-studiene for Innlandet. Ettersom energibruk har stor betydning for resultatene, vil en eventuell endring i energiforsyning også ha stor innvirkning.
- For andre bygningskategorier enn småhus, fritidsboliger og forretningsbygg har vi benyttet nøkkeltall fra utvalgte bygg i case-studiene fra Innlandet som ble vurdert som mest representative. Nøkkeltall for utslipp er benyttet direkte, som innebærer at tilsvarende energiforsyning som for case-studiene også er benyttet.
- For forretning- og servicebygg er gjennomsnittlig energibruk etter oppgradering fra forretningsbygg i analysen av Vestfossen lagt til grunn da det er vurdert mest representativt for typen forretningsbygg revet i Hamar og Ringsaker.

Bygningskategori	Grunnlag for nøkkeltall	Energiforsyningsløsning forutsatt
<b>Småhus</b>		57 % direkte elektrisitet, 17 % ved og 26 % luft-luft varmepumpe
<b>Fritidsbolig</b>		40% ved, 60% direkte el
<b>Kontor, admin</b>	Gjennomsnitt av Søndre Land Rådhus, Anders Sandvigs gt 30, Melkefabrikken på Kapp, Melkefabrikken på Hamar, Bankbygget på Heggnes	
<b>Skole, idrett</b>	Gjennomsnitt av Toten Montessoriskole og Søndre Land Rådhus	
<b>Lager, verksted</b>	Søndre Land Næringshage	Fjernvarme
<b>Landbruksbygning</b>	Gjennomsnitt av landbruksbygg og låve, ekskl. Setton gård	Ingen energibruk til oppvarming
<b>Forretning, service</b>	Gjennomsnitt av forretningsbygg i analysen for Vestfossen	Direkte el

## Energibehov i småhus

- Energibruk i fritidsboliger var i stor grad basert på oppgraderingspakken for småhus, med ulike brukermønstre. Vi antok 75 bruksdager per år (40 i sommer og 35 i vinter), basert på en tidligere studie<sup>38</sup>. Bruksmønstre er en stor kilde til usikkerhet. En undersøkelse fra Ringsaker kommune ga i gjennomsnitt 68 bruksdøgn per år, men viste også høyere belegg for hytter med høyere standard.<sup>39</sup> Vi la U-verdiene etter TEK 17 for fritidsboliger mellom 70m<sup>2</sup> og 150m<sup>2</sup> til grunn, som har mindre strenge energikrav enn småhus.
- I statistikkgrunnlaget for riving 2014-19 er 82 % av småhus eneboliger. Vi har derfor tatt utgangspunkt i denne typen småhus.
- Vi bruker TEK-nivå for å angi effekt av oppgraderingstiltak som følge av at det rent praktisk vil være krevende og kostbart å oppfylle alle detaljkravene i en gitt TEK for oppgradering av enkelte av boliger. Det betyr at vi ikke følger hovedkravene i TEK, men at regnet per kWh/m<sup>2</sup> er vi i nærheten av samme nivå.
- Hele boligmassen i Vestfossen KlimaDive var representativ for boliger bygget før 1956 i Potensial og barrierestudie - Boliger, og energiberegning ble gjort i energiportalen.no. Resultatene fra Vestfossen ble derfor justert for prosentvis endring i kWh/m<sup>2</sup>/år mellom årsintervallene for å beregne energibruk relativt til TEK-nivå etter tiltak.
- Potensial- og barrierestudie - Boliger ble laget i 2011. Boligmodellene og beregningene i rapporten dekker dermed ikke TEK17-nivå. Kravene i §14.2 og §14.3 i TEK10 og TEK17 er like. Vi har lagt inn 3 prosentpoeng lavere oppvarmingsbehov fordi kompetansen har økt, og det leveres tettere bygg under TEK17 enn TEK10. Hovedkravet til U-verdi på vinduer/dører er 0,8W/m<sup>2</sup>K, mens minimumskravet er 1,2W/m<sup>2</sup>K. Pga. pris og vektforskjell var det vanligere å velge minimumskravet under TEK10.

---

<sup>38</sup> Fremtidens hyttegrender: Energiforsyning. 11.12.2019. Peter Bernhard av Asplan Viak for Stiv Kuling AS (ikke offentlig)

<sup>39</sup> [https://www.ostforsk.no/wp-content/uploads/2018/10/201809\\_Fritidshusene\\_og\\_deres\\_brukere.pdf](https://www.ostforsk.no/wp-content/uploads/2018/10/201809_Fritidshusene_og_deres_brukere.pdf)

## Utslipp fra materialbruk til oppgradering

For å beregne klimagassutslipp for materialer for oppgradering er det i stor grad benyttet nøkkeltall fra tidligere analyser. Unntaket er for småhus hvor nye tiltakspakker har vært definert. Fritidsboliger var ikke inkludert i case-studiene gjennomført for Innlandet tidligere, og er etablert i denne analysen med bruk av et typisk eldre hus fra case-studiene som fritidsbolig, kontrollert mot tallgrunnlag fra en tidligere studie<sup>40</sup>.

- Nøkkeltall for klimagassutslipp for småhus er basert på beregnet materialbruk for tiltakspakker
- Nøkkeltall for klimagassutslipp for andre bygningskategorier er basert på nøkkeltall fra de tidligere case-studiene for Innlandet.

Tabellen nedenfor gir en oversikt over bygg lagt til grunn for de ulike bygningskategoriene.

Bygningskategori	Bygg for nøkkeltall
<b>Småhus</b>	Nye tiltakspakker definert basert på byggeår
<b>Fritidsbolig</b>	Vestsidvegen 1126
<b>Kontor, admin</b>	Gjennomsnitt av Søndre Land Rådhus, Anders Sandvigs veg 30, Melkefabrikk Kapp, Melkefabrikk Hamar, Bankbygget Heggenes
<b>Skole, idrett</b>	Gjennomsnitt av Toten Montessoriskole og Søndre Land Rådhus
<b>Lager, verksted</b>	Søndre Land Næringshage
<b>Landbruksbygning</b>	Gjennomsnitt av landbruksbygg og låve, ekskl. Setton gård
<b>Forretning, service</b>	Gjennomsnitt for bankbygget på Heggenes og forretningsbygg fra Vestfossen
<b>Kulturbygning</b>	Søndre Land Rådhus

## Utslipp fra materialbruk i nybygg

- Tilsvarende som for nøkkeltall for utslipp fra materialbruk ved oppgradering er nøkkeltall for nybygg basert på tidligere analyser. Som for case-studiene er det benyttet såkalte «standard referansebygg» tidligere utviklet av Asplan Viak.

<sup>40</sup> Klimavurdering av å bygge mindre hytter – en vurdering av ulike materialvalg, design og bruksfasen av hytta (13.02.2020) Hans Jakob Walnum, Vestlandsforskning-rapport nr. 3/2020 (for Stiv kuling)

- For fritidsboliger, småhus-kategori er brukt som referansebygg.

### Utslipp fra materialbruk i tekniske systemer

- Tilsvarende nøkkeltall som for case-studiene er lagt til grunn for alle bygningskategorier med unntak av fritidsboliger og småhus.
- For småhus er det forutsatt luft-til-luft varmpumpe og vedovn for oppvarming. Utslippsfaktorer per enhet er hentet fra case-studiene i Innlandet. Dette gjelder også for fritidsboliger hvor det er forutsatt oppvarming ved direkte elektrisitet og vedovn.

### Utslipp fra riving av eksisterende bygg

Tilsvarende nøkkeltall som for case-studiene for Innlandet er benyttet. Det vil si 66 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for trehus og 102 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for murbygg.

Bygningskategori	Nøkkeltall for riving
<b>Småhus</b>	trebygg
<b>Fritidsbolig</b>	trebygg
<b>Kontor, admin</b>	murbygg
<b>Skole, idrett</b>	murbygg
<b>Lager, verksted</b>	murbygg
<b>Landbruksbygning</b>	trebygg
<b>Forretning, service</b>	murbygg
<b>Kulturbygning</b>	trebygg

### Beregning av potensial for utslippsreduksjon ved økt ombruk

#### Ombruk i nye bygg

Formålet er å vurdere hvor mye lavere man kommer i utslipp fra materialbruk med i nye bygg for å erstatte nye materialer. Vi har tatt derfor tatt utgangspunkt i vurdering av maksimalt teoretisk potensiale for ombruk i nye bygg fra studien *Klimavennlige materialer: Potensial for utslippskutt og barrier mot bruk ved Asplan Viak på vegne av Enova*<sup>41</sup>. I denne rapporten tar vi kun for oss ombruk av bygningsdeler som har allerede vært ombrukt i

<sup>41</sup> <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/klimavennlige-byggematerialer/>

Norge innenfor gjeldende regelverk. Komponenter som foreløpig ikke er mulig å ombruke, som isolasjon og plasstøpt betong, er ikke vurdert her.

Tabell 0-1 gir en oversikt over forutsetninger for vurderingen av potensiell utslippsreduksjon ved ombruk.

Tabell 0-1 Vurdering av maksimalt teoretisk potensiale for ombruk i nye bygg, gitt som andel av bygningskomponenter der ombruk erfaringsmessig er mulig

Bygningsdel	Komponenter som kan erstattes med ombruksmaterialer	Maksimal andel av komponent som kan bestå av ombruksmaterialer	Kommentar
<b>Bæresystem</b>	Stålsøyler	80 %	
	Stålbjelker	80 %	
	Konstruksjonsvirke, tre	80% landbruksbygg  0% andre bygningstyper	Laft er potensielt 100 % ombrukbar, men ikke en "representativ" sak. Konstruksjonsvirke har noe ombrukspotensial, men gjøres ikke i Norge i dag. Landbruksbygninger er generelt prefabrikkerte eller laget av forbindelser som er enkle å demontere.
<b>Yttervegger</b>	Utvendig kledning og overflate (ikke. lekter)	100 %	
<b>Dører og vinduer</b>	Vinduer og glassfelt	50% (landbruksbygg, og hytter <70m <sup>2</sup> )  0% andre bygningstyper	Vinduer er vanskelige å ombruke på grunn av moderne energikrav, og har derfor kun blitt regnet som ombrukbare i bygninger uten minimumskrav til energi.
	Innerdører med lyd/brannkrav	40 %	Kan være vanskelig å matche med riktig brann/lydkrav/høyde
<b>Innervegger</b>	Kontorfronter i glass (hele felter, eller evt. bare glass - hvis	50%	

	laminert, kan det kappes)	
	Fritt bærende dekker, hulldekker	100%
<b>Dekker</b>	Himlingsplater	90 %
	Gulvbelegg:	
	Teppeflis	60 %
	Tregulv/parkett (hvis flytende gulv)	60 %
<b>Ytterak</b>	Primærkonstruksjon (betong/naturstein, ikke lekter)	100%
<b>Trapper og balkonger</b>	Trapper, rekkverk	20%

Standard praksis i LCA har vært å regne produksjonsutslipp fra ombrukte byggematerialer lik null. Det finnes ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å anslå utslippseffekten knyttet til aktiviteter knyttet til demontering, bearbeiding, transport og evt. mellomlagring av ombruksmaterialer. For å hensynta at ombruk også har en utslippskonsekvens, har vi som en tilnærming valgt å legge til grunn enhetsutslipp for ombruksmaterialer tilsvarende 15 % av nyproduserte materialer av samme type. Dette er en konservativ antagelse, da funn fra det sirkulær KA13-prosjektet indikerer at disse utslippene er innenfor 3-11 % området<sup>42</sup>.

### Ombruk i oppgraderte bygg

Det er vanskelig å tilpasse eksisterende materialer til eksisterende bygg, og derfor er ikke ombruk av komponenter vurdert i de rehabiliterte delene av byggene i denne studien. Vi har derfor kun regnet med reduserte utslipp for nytt areal som oppføres i scenario B.

Til tross for at de ikke henter inn ombrukte komponenter fra eksterne prosjekter, har rehabiliteringsprosjekter en tendens til å ha lavere utslipp enn nybygg på grunn av bevaring av bæresystem og fundamentering, som typisk står for omtrent halvparten av de totale materialutslippene til en bygning.<sup>43</sup> Av denne grunn er det generelt å foretrekke å

<sup>42</sup> Erfaringsrapport ombruk, Kristian Augusts gate 13, Entra AS (2020), <https://entra.no/storage/uploads/article-documents/ka13-erfaringsrapport-ombruk-rev1-250120-kl-1211.pdf>

<sup>43</sup> [Studie potensial og barrierer for bruk av klimavennlige materialer \(2020\)](#)



bygge på eksisterende bygninger fremfor å rive og bygge nytt (uavhengig av om gjenbrukte komponenter benyttes) når målet er å redusere utslipp fra materialproduksjon.

Fordi plasstøpt betong ikke lett kan brukes igjen (og generelt nedgraderes til knust stein), er det spesielt viktig å lage en miljøbasert beslutning om rehabilitering vs riving for betongbygg. Betong er generelt godt egnet for tilpasning, gitt dens evne til å fordele last.

For rehabilitering og transformasjon er stendervegger lettest å isolere mer fordi isolasjonen kan legges på innsiden av veggen (og dermed beholde eksisterende kledning som den er). Dampsperran må flyttes til den innerste overflate på veggen, men kondens i hulrommet er ikke et problem som for bygninger med massiv murstein eller betongvegger. Her er etterisolering på utsiden generelt den eneste måten å forhindre kondens når det er behov for mer enn 50 mm ekstra isolasjon. Dette betyr at kledningen må skiftes ut samtidig (eller fjernes og settes tilbake, med noen ekstra materialer i hjørnene). Dette kan være svært vanskelig med visse typer kledning, som murstein med sementmørtel.

Estimert maksimalprosent ombruk vil derfor i realiteten variere mye ut fra hvilke tiltak som trengs for å oppgradere og eksisterende konstruksjon. Se case-studiene for Innlandet for eksempler av hvor mye tiltakene kan variere.

## Ombruk og hytter

Det er høyere grad av ombruk mulig i hytter under 70m<sup>2</sup> enn andre bygningstyper fordi kravene i kapittel 14 av TEK17 (maksimum U-verdier) gjelder ikke, og dermed er det mye lettere å bruke vinduer og dører igjen. Disse besparelsene i utslipp fra materialer kan imidlertid kanselleres av økte utslipp fra energibruk dersom hytta må varmes opp mens den er ikke i bruk for å hindre at vannrør fryser. Størst mulige besparelser skjer når hyttene er små nok til å bygges med brukte materialer, men også ikke krever standby-oppvarming (enten fordi hyttene har ingen vann eller at rørene er beskyttet på andre måter, dvs. tømmes når hytta er ledig). Uavhengig av graden av gjenbruk eller energiytelse, det ligger en betydelig besparelse i å bygge mindre hytter siden det absolutte utslippet går ned.

En annen vei med potensiale å utforske er å oppmuntre til ombygging av nedlagte garasjer og gårdsbygninger til hytter. Over halvparten av utslippene knyttet til byggematerialer i et fritidsbolig kommer fra fundament og vinduer/dører. Ombruk av eksisterende fundament av disse nedlagte bygningene kan i stor grad redusere bygningens fotavtrykk. De juridiske konsekvensene av denne typen ombygging må åpenbart undersøkes (spesielt ved eierskifte) men det kan være et interessant alternativ for

å dramatisk redusere påvirkningen av byggemateriale for nye hytter (samt unngått infrastruktur til ny hyttefeltet og unngått arealbruksendring).

## Vedlegg B Bygningskategorier i statistikkgrunnlaget og kategorisering lagt til grunn i analysen

Kode	Bygningskategori, gammel	Bygningskategori, ny
111	Enebolig	Småhus
113	Våningshus	Småhus
121	Tomannsbolig, vertikaldelt	Småhus
122	Tomannsbolig, horisontaldelt	Småhus
131	Del av rekkeh. m/3-4 boliger	Småhus
142	Stort frittl. boligbygg på 3 og 4 etasj.	Småhus
159	Annen bygning for bofellesskap	Småhus
161	Fritidsbygg(hyttersommerh. ol	Fritidsbolig
171	Seterhus; sel; rorbu og lignende	<i>Ikke inkl.</i>
181	Garasjeuthus anneks til bolig	<i>Ikke inkl.</i>
182	Garasjeuthus anneks til fritidsbolig	<i>Ikke inkl.</i>
183	Naust, båthus, sjøbu	<i>Ikke inkl.</i>
199	Annen boligbygg.	Småhus
211	Fabrikkbygning	Lager/verksted/industri
212	Verkstedbygning	Lager/verksted/industri
214	Bygning for renseanlegg	Lager/verksted/industri
219	Annen industribygning	Lager/verksted/industri
231	Lagerhall	Lager/verksted/industri
239	Annen lagerbygning	Lager/verksted/industri
241	Hus for dyr/landbr.lager/silo	Landbruksbygning
249	Annen landbruksbygning	Landbruksbygning
311	Kontor- og adm.bygning rådhus	Kontor/administrasjon
321	Kjøpesenter varehus	Forretning/service
322	Butikk/forretningsbygning	Forretning/service
329	Annen forretningsbygning	Forretning/service
511	Hotellbygning; større bygning for overnatting	Forretning/service
519	Annen hotellbygning; annen bygning for overnatting	Forretning/service
524	Camping/utleiehytte	<i>Ikke inkl.</i>
531	Restaurantbygning kafebygning	Forretning/service
612	Barnehage	Skole/idrett

613	Barneskole; skolebygning for skoleklassene 1-7, for barn i alderen 6-12 år.	Skole/idrett
616	Videregående skole	Skole/idrett
619	Videregående skole	Skole/idrett
641	Museum kunstgalleri	Kulturbygg
649	Annen museum/biblioteksbygning	Kulturbygg
651	Idrettshall	Skole/idrett
654	Tribune og idrettsgarderobe	Skole/idrett
659	Annen idrettsbygning	Skole/idrett
669	Annet kulturhus	Kulturbygg

