

# Underlag for langsiktig strategi for energieffektivisering ved renovering av bygninger

---

Utredning for Kommunal- og distriktsdepartementet og  
Olje- og energidepartementet

Direktoratet for byggkvalitet  
Norges vassdrags- og energidirektorat

---

Dato: 31.3.2022, revidert 24.6.2022

# Innhold

## Oppdraget

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag.....</b>                                                                            | <b>5</b>  |
| <b>1. Bygningsmassen i Norge.....</b>                                                             | <b>6</b>  |
| 1.1. Mangelfullt datagrunnlag .....                                                               | 7         |
| 1.2. Modellert areal i bygningsmassen i Norge .....                                               | 8         |
| 1.2.1. Bygningsmassens areal fordelt på bygningskategori .....                                    | 10        |
| 1.2.2. Bygningsmassens areal fordelt på aldersklasse .....                                        | 11        |
| 1.2.3. Bygningsmassens areal fordelt på energitilstand.....                                       | 13        |
| 1.3. Modellert energibehov for bygningsmassen i Norge .....                                       | 14        |
| 1.3.1. Bygningsmassens energibehov fordelt på bygningskategori .....                              | 14        |
| 1.3.2. Bygningsmassens energibehov fordelt på bygningskategori og energiformål .....              | 16        |
| 1.3.3. Energifordelt på formål og aldersklasse i de fire bygningskategoriene med mest areal ..... | 18        |
| 1.4. Energibruk.....                                                                              | 21        |
| 1.4.1. Boliger.....                                                                               | 23        |
| 1.4.2. Yrkesbygg.....                                                                             | 25        |
| 1.5. Energiforsyning .....                                                                        | 26        |
| 1.5.1. Teknologisammensetning .....                                                               | 27        |
| 1.5.2. Romoppvarmingsløsninger.....                                                               | 30        |
| 1.5.2.1. Punktoppvarming .....                                                                    | 30        |
| 1.5.2.2. Vann- og luftbårne oppvarmingssystemer.....                                              | 30        |
| 1.5.3. Egenprodusert elektrisitet fra solcellepanel på bygninger .....                            | 31        |
| 1.5.4. Er utstyret tilpasset framtidens behov? .....                                              | 31        |
| <b>2. Kostnadseffektive tiltak for energirehabilitering.....</b>                                  | <b>33</b> |
| 2.1. Valg av relevante tiltak .....                                                               | 33        |
| 2.2. Teknisk potensial for energirehabilitering av bygningsmassen.....                            | 34        |
| 2.3. Økonomisk potensial under 1kr/kWh.....                                                       | 37        |
| 2.3.1. Tiltak på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og energistyring .....        | 40        |
| 2.3.2. Varmepumper .....                                                                          | 41        |
| 2.3.3. Solcelleanlegg.....                                                                        | 43        |
| 2.3.4. Andre nytteverdier .....                                                                   | 44        |
| 2.4. Vurdering av tiltak i småhus .....                                                           | 45        |
| 2.4.1. Aktuelle tiltak i småhus fordelt på ulike alderskategorier.....                            | 47        |
| 2.5. Vurdering av tiltak i boligblokker.....                                                      | 47        |
| 2.5.1. Aktuelle tiltak i boligblokker fordelt på ulike alderskategorier .....                     | 49        |
| 2.6. Vurdering av tiltak i yrkesbygg.....                                                         | 50        |
| 2.7. NVEs beregninger av lønnsomhet, diskonteringsrente 6-12 prosent .....                        | 52        |
| 2.7.1. Boligsektoren har høyt potensialet i energioppfølging og etterisolering .....              | 53        |
| 2.7.2. De tekniske systemene dominerer i effektiviseringspotensialet for yrkesbygg.....           | 53        |

|           |                                                                                                                  |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.</b> | <b>Rammebetingelser, politikk og virkemidler for energirenovering av bygninger .....</b>                         | <b>55</b> |
| 3.1.      | Rammebetingelser.....                                                                                            | 55        |
| 3.1.1.    | Veksten i energibruken i bygningsmassen har stoppet.....                                                         | 55        |
| 3.1.2.    | Byggteknisk forskrift har spilt en viktig rolle i den langsiktige utvikling av energibruk i bygningsmassen ..... | 55        |
| 3.1.3.    | Energieffektivisering av bygninger er mange små beslutninger .....                                               | 56        |
| 3.2.      | Endrede rammebetingelser i 2021/22.....                                                                          | 56        |
| 3.3.      | Gjeldende politikk og energibruk i bygninger.....                                                                | 57        |
| 3.4.      | Hvilket potensial har virkemidlene? .....                                                                        | 58        |
| 3.5.      | Forskriftskrav og tilskudd har gitt størst resultater .....                                                      | 59        |
| 3.6.      | Hva er forutsetningen for at virkemidler kan virke? .....                                                        | 61        |
| 3.7.      | Europeiske virkemidler for energieffektivisering i eksisterende bygninger .....                                  | 63        |
| <b>4.</b> | <b>Forventede energibesparelser i 2030 av eksisterende politikk og virkemidler .....</b>                         | <b>64</b> |
| 4.1.      | Endring i energibruk som følge av virkemidler kan beregnes på flere måter .....                                  | 64        |
| 4.2.      | Utvikling energibruk mot 2030 - med og uten bedring i bygning og teknologi.....                                  | 65        |

# Oppdraget

---

Olje- og energidepartementet forbereder gjennomføring av energieffektiviseringsdirektivet (2012/27/EU) (EED) i Norge. Artikkel 4 stiller krav om å utarbeide en langsiktig strategi for renovering av bygninger.

NVE og DiBK skal levere en underlagsrapport til strategien Oppdraget vektlegger fire deler, og hver av dem er besvart med sitt eget kapittel i denne rapporten:

- Rapporten skal gi en oversikt over bygningsmassen, med anslag på hvor stor andel av bygningsmassen som er bygget etter ulike historiske krav og hvilken energitilstand byggene har i dag.
- Rapporten skal beskrive kostnadseffektive tiltak for renovering av ulike bygg- og alderskategorier.
- Rapporten skal redegjøre for nasjonale reguleringer, andre virkemidler, markedsmekanismer og generell politikk som har betydning for utviklingen i energibruk i bygg, inkludert virkemidler som er vedtatt, men ikke iverksatt ennå. Rapporten skal også redegjøre kort for hovedtrekkene i relevante reguleringer i EU.
- Rapporten skal presentere estimater av de forventede energibesparelsene som følge av eksisterende og vedtatt politikk, samt belyse øvrige ringvirkninger som følge av rehabilitering av bygg. Beregningene skal ha et 2030-perspektiv. Det legges til grunn at NVEs tidligere redegjørelse knyttet til anmodningsvedtak nr. 714 (2016-2017) kan benyttes som utgangspunkt for de forventede energibesparelsene.

NVE og DiBK har hatt komplementær kompetanse og har samarbeidet nært om oppdraget. Datagrunnlaget er for en stor del basert på NVEs materiale og modellverktøy som brukes blant annet til de årlige kraftmarkedsanalysene, mens vurderingene er basert på felles forståelse av situasjonen. Deltakerne i arbeidet har vært: Inger Grethe England og Ingunn Marton fra DiBK. Fra NVE har Martin Buvik, Ingrid Helene Magnussen, Benedicte Langseth, Hanna Tysseland Skulstad, Cato Solheim og Olav Karstad Isachsen deltatt.

Underveis i arbeidet har vi hatt tre møter med prosjektets styringsgruppe i departementene. Vi har også hatt møter med en rekke eksterne bransjeaktører for å hente erfaringer og synspunkter som kan beskrive dagens situasjon og utfordringer.

Departementene har kommet med merknader datert 20.5.2022, og bedt om endringer i rapporten. Innenfor de ressursene DiBK og NVE har hatt tilgjengelig er dette fulgt, først og fremst ved noen tillegg i rapporten. Rapporten har dermed fått en ny datering, men vurderingene er fortsatt basert på informasjon som ble hentet inn i 2021.

# Sammendrag

---

I kapittel 1 beskrives bygningsmassen og dens energibehov og energitilstand i Norge. NVEs BEMA-modell er hovedgrunnlaget for beskrivelsen. BEMA-modellen og forutsetninger er beskrevet i vedlegg A. Bygningsmassens areal er i vekst på grunn av befolkningsutviklingen og samfunnsutviklingen mer generelt. Når vi fordeler bygningsmassen på bygningskategorier, så er kategorien småhus den største. Småhus dominerer også i energibehov, og boliger totalt (inkl. fritidsbolig) utgjør 51 prosent av energibehovet. De eldste byggene har det høyeste energibehovet, og romoppvarming er dominerende for boliger. I yrkesbygg utgjør behovet til tekniske anlegg som ventilasjon en større del av energibehovet.

I kapittel 2 beskrives aktuelle tiltak for energieffektivisering. Slike tiltak er vurdert ut fra sin kostnad med en diskonteringsrente på 4 prosent og en del andre kriterier. Blant tiltakene på bygningskroppen og tekniske anlegg viser vi et potensial, gitt en «alternativkostnad» på 1kr/kWh, for tiltak på til sammen ca. 24 TWh og med en diskonteringsrente på 4 prosent som er vanlig i samfunnsøkonomiske analyser (LCOE). For boliger er det særlig isolasjonstiltak som monner, mens det i yrkesbygg er mange aktuelle tiltak knyttet til de tekniske anleggene, særlig ventilasjonssystemer. I tillegg kommer tiltak som å installere varmepumpe, solcelleanlegg e.l. Tiltakene er mer detaljert beskrevet i vedlegg B.

Kapittel 3 gir en beskrivelse av rammebetingelser i form av markedsforhold, politikk og virkemidler som ramme for gjennomføringen av tiltak. Vi har beskrevet og vurdert de virkemidlene som er eller har vært i bruk de siste årene. Likeså er barrierer og forutsetninger for realisering av mer energieffektivisering beskrevet. Det er særlig direkte virkemidler i form av økonomisk tilskudd eller forskriftskrav som anses å være sterke virkemidler. Samtidig er det viktig å se at mange virkemidler påvirker hverandre og gir resultater i et samspill. Virkemidlene er beskrevet mer detaljert i vedlegg C.

Kapittel 4 viser framskrivning av energibruk i bygninger mot 2030, både som absolutte tall, intensitet og baner. Fra 2019 til 2030 beskrives en reduksjon i energibruk på 6 TWh, basert på NVEs årlige kraftmarkedsanalyse. Som alternativ vises en bane for utviklingen som ikke tar hensyn til teknisk utvikling og bruk av virkemidler. Denne banen gir et resultat i 2030 på 82 TWh, mot 73 TWh i NVEs publiserte analyse. Dersom man leter etter effekten av politikk og virkemidler, så vil det ligge et sted mellom disse to banene.

# 1. Bygningsmassen i Norge

---

Bygningsmassens utvikling og tilstand er et viktig grunnlag for å vurdere i hvilken grad energieffektivisering i bygningsmassen er viktig. Gjennom de siste 50 år har det skjedd svært mye med kravene til nye bygg. Dette har lagt grunnlaget for at nye bygg har blitt gradvis bedre; med mindre varmetap og bedre komfort. Forbedringen har skjedd i trinn, med endringene i byggt teknisk forskrift fra 2017 og 2010 som de siste trinnene. Forslaget til nye energikrav som har vært på høring i 2021, hadde ingen endringer i kravene. Passivhusstandardene<sup>1</sup> som ble utgitt i 2012 og 2013, har etablert et ambisjonsnivå som går lenger enn dagens krav. Passivhusstandardene har på frivillig basis blitt brukt av en del utbyggere slik at både produkter og metoder er kjent og til stede i markedet.

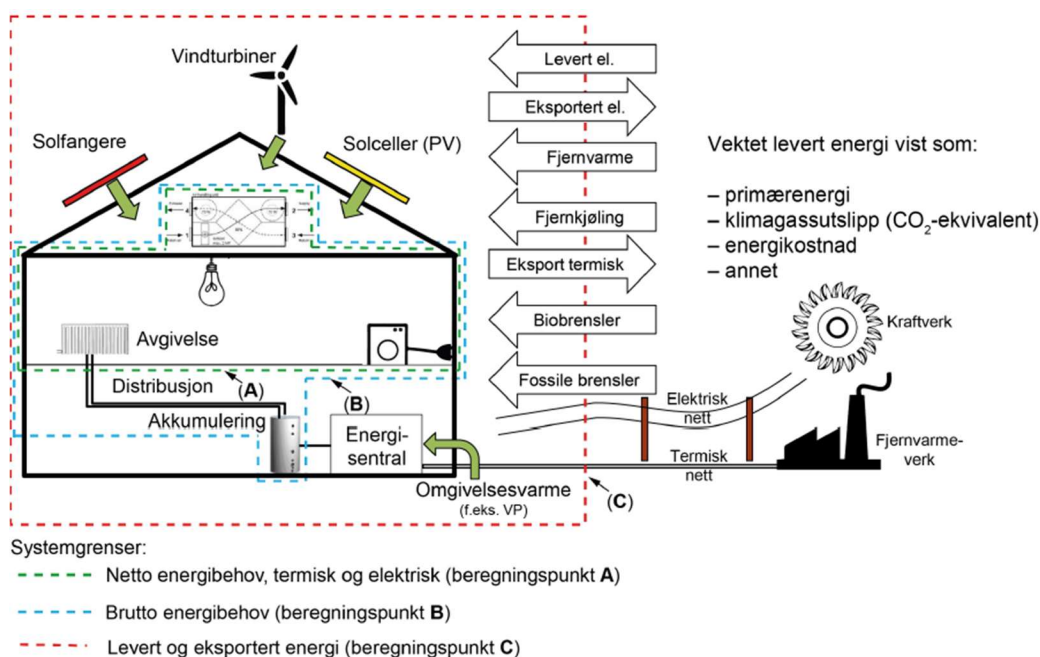
Utviklingen i energikrav for nybygg har også skapt et potensial for energieffektivisering i eksisterende bygninger, fordi bygninger som er bygget under tidligere energikrav, nå kan forbedres gjennom løsninger som i dag har blitt vanlige. Generasjonene av bygninger med de ulike energikravene utgjør dermed en viktig parameter for å forstå bygningsmassens energitilstand. Andre parametere er bygningskategorier med ulike brukskarakteristikker, rivningsrate som har betydning for bygningenes levetid, m.m.

I NVEs analyser av framtidig energibehov er det behov for å forstå hvordan de ulike sektorenes energibehov vil utvikle seg under ulike forutsetninger. I analysen av energitilstand og energibruk i bygninger oppstår det raskt et behov for å avklare premissene for diskusjon og beregninger. Vi vil derfor presisere noen av de begrepene som blir brukt i denne oversikten.

- Energibruk er summen av bruk av elektrisitet og andre energibærere. Energi er samlebegrep, og elektrisitet er en energibærer på samme måte som biobrensel eller fjernvarme.
- Bygningens energibehov, *netto energibehov* i Figur 1-1, er den energien som trengs for å dekke bygningens behov for energitjenester, dvs. lys, varme, kjøling og teknisk utstyr, under gitte betingelser. Behovet kan dekkes på ulike måter. For sammenligning av bygninger er det vanlig å beregne behovet under standardiserte bruks- og klimaforhold, jf. NS 3031:2014 Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data og SN NSPEK 3031:2020 Bygningers energiytelse – Beregning av energibehov og energiforsyning. Netto energibehov er en teoretisk verdi som benyttes for å beregne om bygningen oppfyller kravene i byggt teknisk forskrift (TEK17).
- Bygningens *energiforsyning* består normalt av elektrisitet og eventuelle andre energibærere. Oppvarmingssystemene har ulik karakteristikk i virkningsgrad.
- Bygningens samlede energibruk er vanligvis lik summen av all energi som er levert til bygningen. I Figur 1-1 er *levert og eksportert energi* summen av energien som tilføres bygningen. Når bygningen eksporterer energi, som f.eks. kan skje med solcelleanlegg, så reduseres *levert og eksportert energi*, jf. beregningspunkt C. Beregnet levert energi er grunnlaget for energikarakteren i energimerket.

---

<sup>1</sup> NS 3700: 2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygnings - Boligbygninger og  
NS 3701: 2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygnings - Yrkesbygninger



Figur 1-1 Systemgrenser og energiflyt mellom en bygning og tilknyttede energisystemer.

Kilde: SN NSPEK 3031: 2020.

## 1.1. Mangelfullt datagrunnlag

Den offisielle statistikken er mangelfull for å kunne beskrive bygningsmassens energitilstand. Det er naturlig å utnytte databasen for energiattester, siden energimerkeordningen ble etablert i 2010 med formål å kategorisere bygninger og boliger etter energitilstand. Denne informasjonen er eieren pålagt å bruke i ulike sammenhenger og gir dermed eieren noen incentiver til å vurdere tiltak for forbedret energimerke. Data fra ordningen er ikke lett tilgjengelig. De siste data vi har mottatt fra databasen, trenger en betydelig innsats med kvalitetssikring som det ikke er tid for innenfor dette prosjektet. Dessuten er det en del forbehold mot å bruke data herfra som grunnlag for bygningsmassen som helhet:

- Plikten til energimerking gjelder bare ved salg, utleie og nybygging, i tillegg til en ekstra plikt for store yrkesbygg.
- Plikten til merking blir ikke fulgt opp av alle. Det er dermed grunn til å tro at bygninger med «dårlig» energimerke er overrepresentert blant dem uten energimerke.
- Plikten gjelder for boliger enkeltvis. Data for boligblokker er derfor vanskelig tilgjengelig.
- «Selvangivelsen» som gjør det mulig for boligeiere å merke boligen selv, innebærer vesentlig svakere datagrunnlag for boliger enn for yrkesbygg.
- Det er vanskelig å vite sikkert om en bygning er merket mer enn én gang.

Energimerkedatabasen er likevel en viktig kilde til kunnskap om bygningsmassen, og det er vår anbefaling at den som er ansvarlig for energimerkeordningen legger ressurser i å utvikle og kvalitetssikre disse dataene betydelig mer enn hva som er tilfellet i dag. Vi vil nedenfor gjengi noe data fra Enovas energimerkestatistikk<sup>2</sup>. Per november 2021 er det registrert ca. 1,2 millioner energiattester for boliger og ca. 33 000 attester for yrkesbygg. Bare 2,3 prosent av attestene har energikarakter A, mens 22 prosent har energikarakter C eller bedre, jf. Figur 1-2. Selv om det er noen dubletter blant disse, dvs. attester for samme bygning eller bolig, så antar vi at denne fordelingen er

<sup>2</sup> [Energimerking.no](https://energimerking.no) - Energimerkestatistikk

representativ for bygningene som er merket, men altså at andelen med dårlig energikarakter er underrepresentert. Vi ser også at hele 33 prosent av energimerkene har oppvarmingskarakter rød. Dette representerer i hovedsak oppvarming med panelovner. I tillegg har 36,7 prosent oransje oppvarmingskarakter, og representerer typisk panelovn sammen med vedovn som oppvarmingskilde. For boliger bygget etter TEK10 og TEK17 er det 14 prosent med energikarakter A, og for yrkesbygg er det tilsvarende 22 prosent.

|   |      |      |      |       |      |              |
|---|------|------|------|-------|------|--------------|
| A | 0,6% | 0,5% | 0,7% | 0,3%  | 0,1% | <b>2,3%</b>  |
| B | 1,8% | 1,4% | 1,0% | 2,2%  | 1,8% | <b>8,1%</b>  |
| C | 2,6% | 1,5% | 1,2% | 2,8%  | 3,3% | <b>11,6%</b> |
| D | 1,8% | 1,5% | 1,5% | 5,5%  | 7,1% | <b>17,4%</b> |
| E | 0,7% | 0,8% | 2,5% | 5,5%  | 6,0% | <b>15,5%</b> |
| F | 1,3% | 1,0% | 2,7% | 8,3%  | 7,0% | <b>20,3%</b> |
| G | 1,5% | 0,8% | 2,8% | 12,0% | 7,7% | <b>24,9%</b> |

Figur 1-2- Fordeling av energikarakter og oppvarmingskarakter i Enovas energimerkedatabase per november 2021

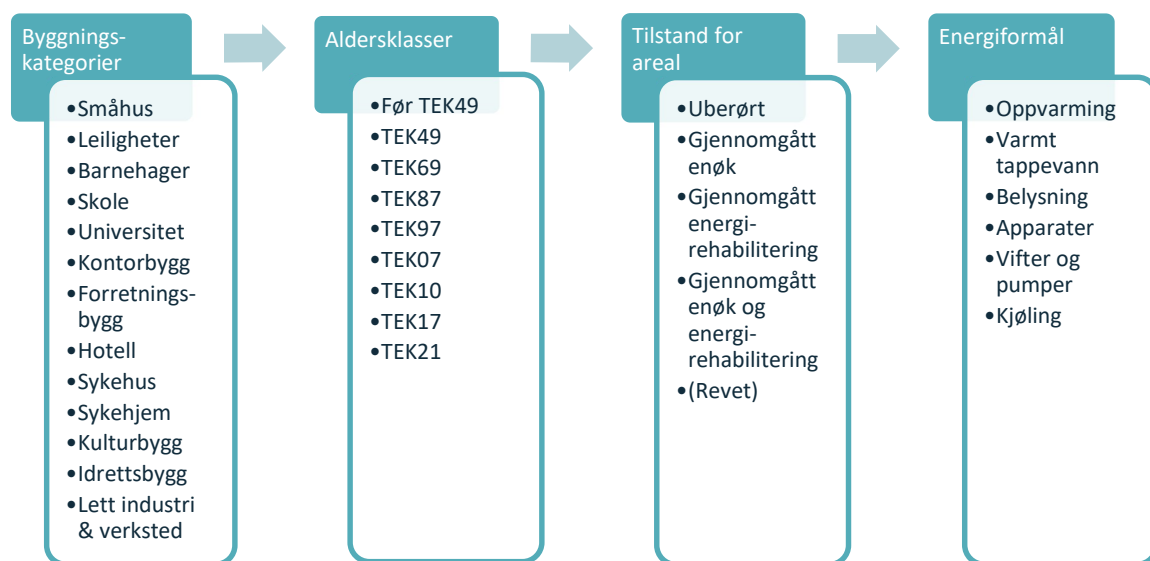
I NVEs analyser av framtidig energibehov er det behov for å forstå hvordan de ulike sektorenes energibehov vil utvikle seg under ulike forutsetninger. NVE har derfor brukt tilgjengelig informasjon og egne analyser for å lage en modell over bygningsmassens energitilstand, BEMA-modellen. I denne blir arealet og energi-behovet for de ulike bygningskategoriene analysert. Modellen er nærmere beskrevet i vedlegg A. Når energibehovet er framskrevet, legges det inn i NVEs modell for framskriving av energibruk, TIMES-modellen. Denne modellen framskriver energibruk ved å fastsette en kostnadsoptimal teknologisammensetting innenfor gitte begrensninger. Vi har i denne rapporten benyttet data fra BEMA- og TIMES-modellen for å beskrive bygningsmassens energitilstand.

## 1.2. Modellert areal i bygningsmassen i Norge

En rekke drivere påvirker den samlede arealutviklingen av bygg i Norge, og befolkningsvekst er blant de mest sentrale. Befolkningsvekst virker naturligvis direkte inn på antall småhus og leiligheter, men virker også inn på behovet for barnehager, skoler, sykehus, forretningsbygg, m.m. Også i våre arealframskrivninger er befolkningsvekst den viktigste driveren, både for boliger og yrkesbygg. Se Vedlegg A for mer informasjon.

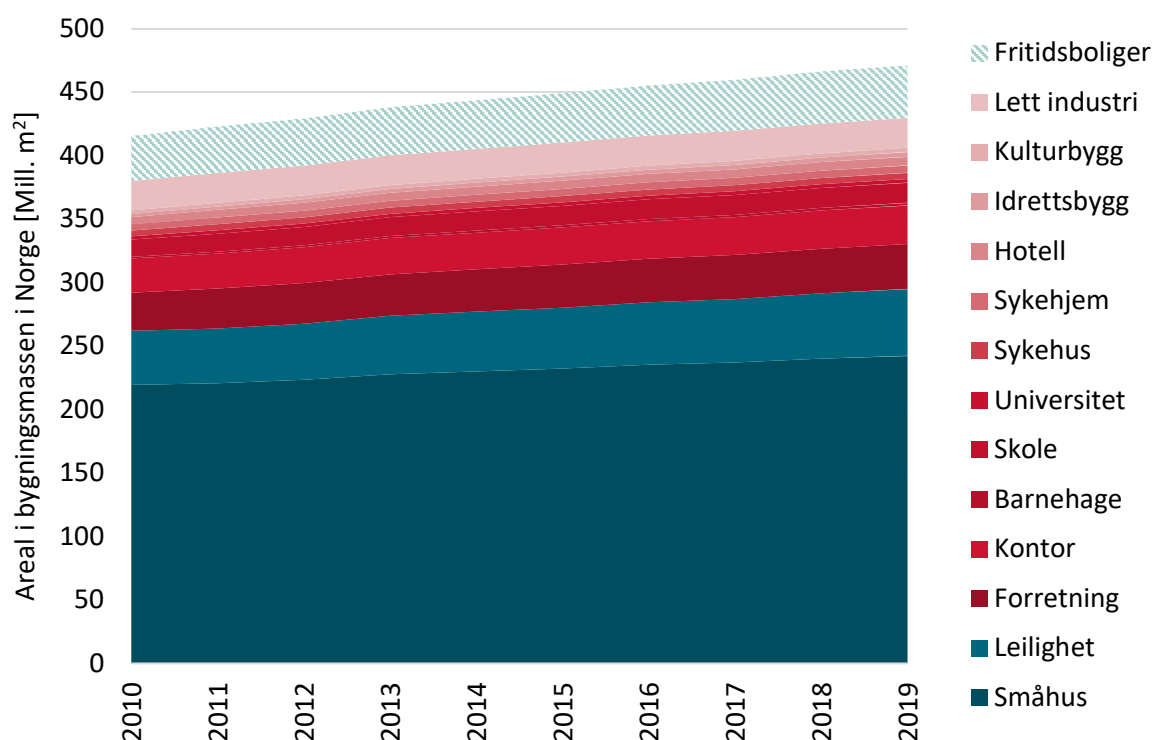
Det er flere andre drivere som er viktige, men som vanskelig lar seg modellere. Økonomiske konjunkturer, eldrebølgen, effekten av pandemier, for å nevne noen, vil kunne virke inn på arealutviklingen. Innvirkningen kan føre til økning eller reduksjon i areal og kan slå forskjellig ut i ulike bygningskategorier. Det at arealutvikling og energibruk henger sammen med en rekke faktorer understreker usikkerheten i våre modellanslag.

I NVEs modell er areal fordelt på 13 ulike bygningskategorier, ni aldersklasser (knyttet til byggteknisk forskrift) og fire tilstander basert på hvorvidt det er gjort energiforbedrende tiltak på byggene. Den samme fordelingen er gjort for energibehov, men her er det ytterligere én dimensjon for energibehov med opplysning om hva energien benyttes til. Fritidsboliger behandles utenfor bygningsmodellen, men inngår i figurene i dette kapitlet. Modellens inndeling er illustrert i Figur 1-3.



Figur 1-3 Modellens inndeling av areal og energibehov

### 1.2.1. Bygningsmassens areal fordelt på bygningskategori



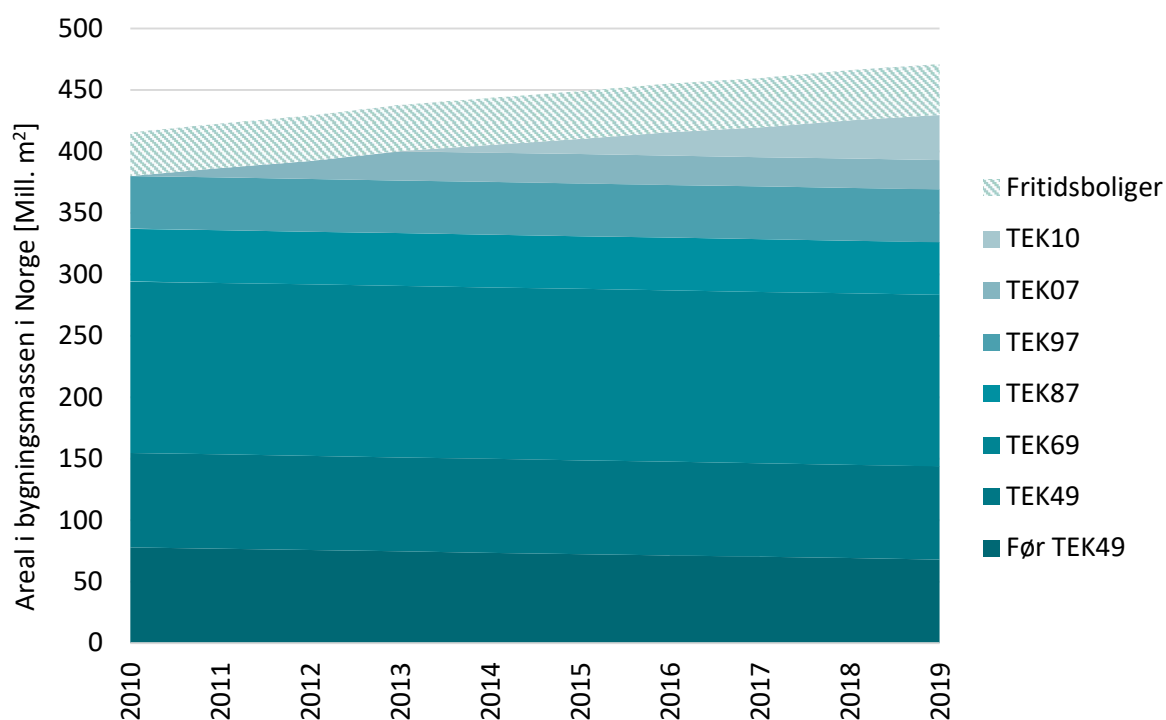
Figur 1-4 Utvikling i samlet areal i bygningsmassen i Norge, fordelt på bygningskategorier. Kilde: NVE

I NVEs modell for framskriving av energibehov i bygninger er arealutvikling sentralt. I modellen anslår vi at samlet areal har økt med ca. 55 millioner kvadratmeter mellom 2010 og 2019. Samlet areal i 2019 er omtrent 470 millioner kvadratmeter. Figur 1-4 illustrerer samlet areal fordelt på 14 ulike bygningskategorier<sup>3</sup>. Småhus er den bygningskategorien som er desidert størst målt i areal, og utgjorde over 50 prosent av totalt areal i 2019<sup>4</sup>. Leiligheter, fritidsboliger, forretning og kontor står for henholdsvis 11, 9, 8 og 6 prosent av samlet areal.

<sup>3</sup> Beregning av areal i de ulike bygningskategoriene og fritidsboliger er beskrevet i Vedlegg A.

<sup>4</sup> Her inngår ikke areal i småhus som brukes som fritidsboliger.

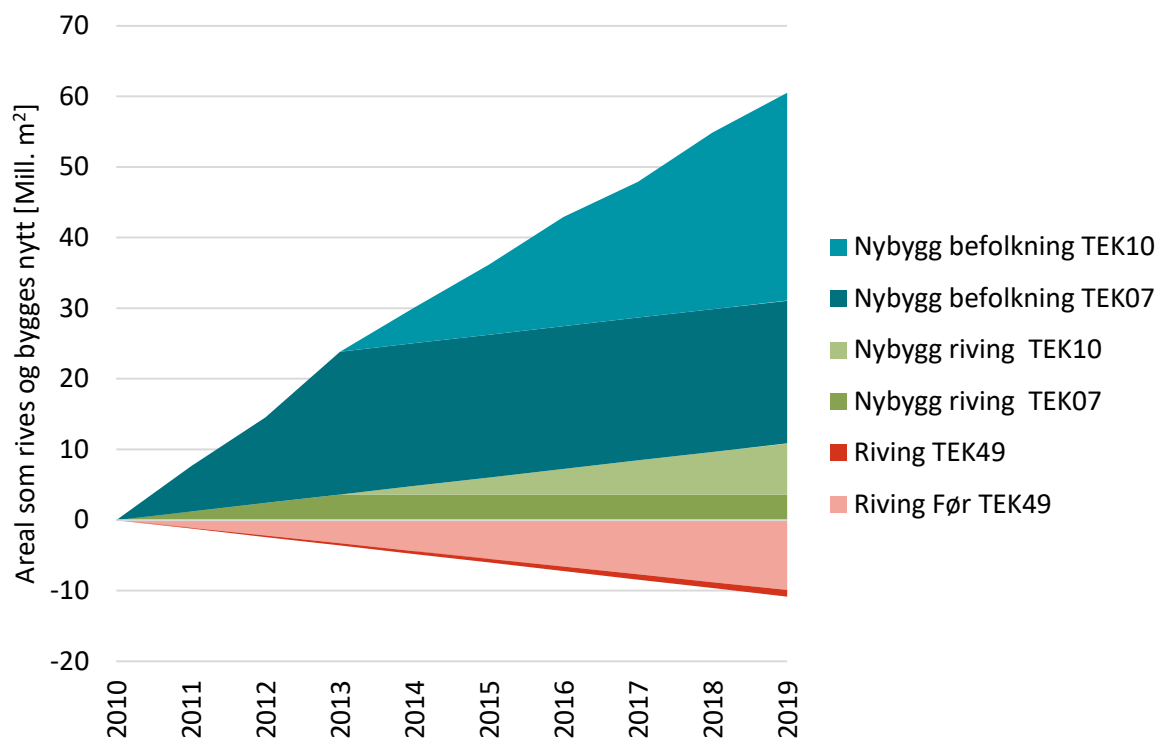
### 1.2.2. Bygningsmassens areal fordelt på aldersklasse



Figur 1-5 Utvikling i samlet areal i bygningsmassen i Norge, fordelt på ulike aldersklasser. Vi har ikke statistikk om byggeår for fritidsboliger, derfor er arealet i denne kategorien ikke fordelt på aldersklasser. Kilde: NVE.

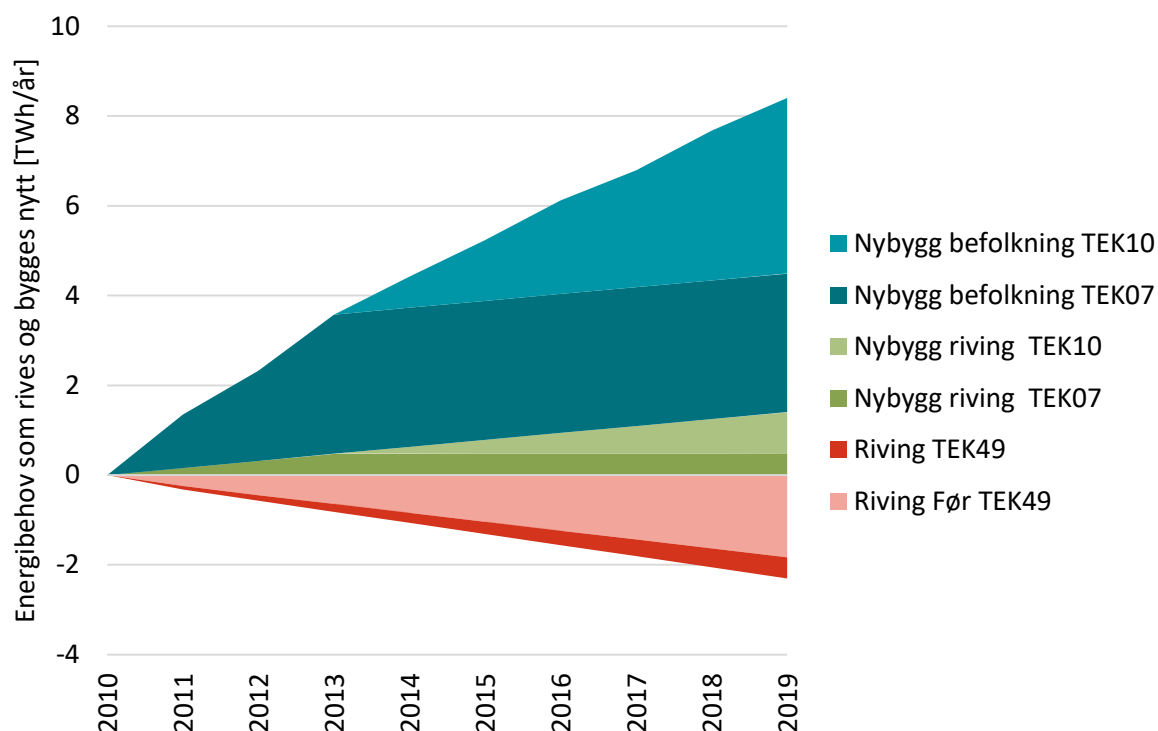
Figur 1-5 viser utvikling i samlet areal innenfor de ulike aldersklassene i modellen. Mellom 2010 og 2013 er det forutsatt i modellen at alt nytt areal bygges etter kravene i TEK07, fra og med 2014 bygges det etter TEK10. I vår modell er TEK69 den aldersklassen med mest areal. Aldersklassen «Før TEK49» omfatter alt areal som ble bygget før den første byggtekniske forskriften (TEK49) ble gjeldende. Arealet i aldersklasse før TEK49 og TEK49 har sunket noe mellom 2010 og 2019, som følge

av at areal rives og erstattes av nytt areal bygget etter TEK07 og TEK10. For fritidsboliger har vi ikke statistikk om byggeår, derfor er areal i denne bygningskategorien ikke fordelt på aldersklasser.



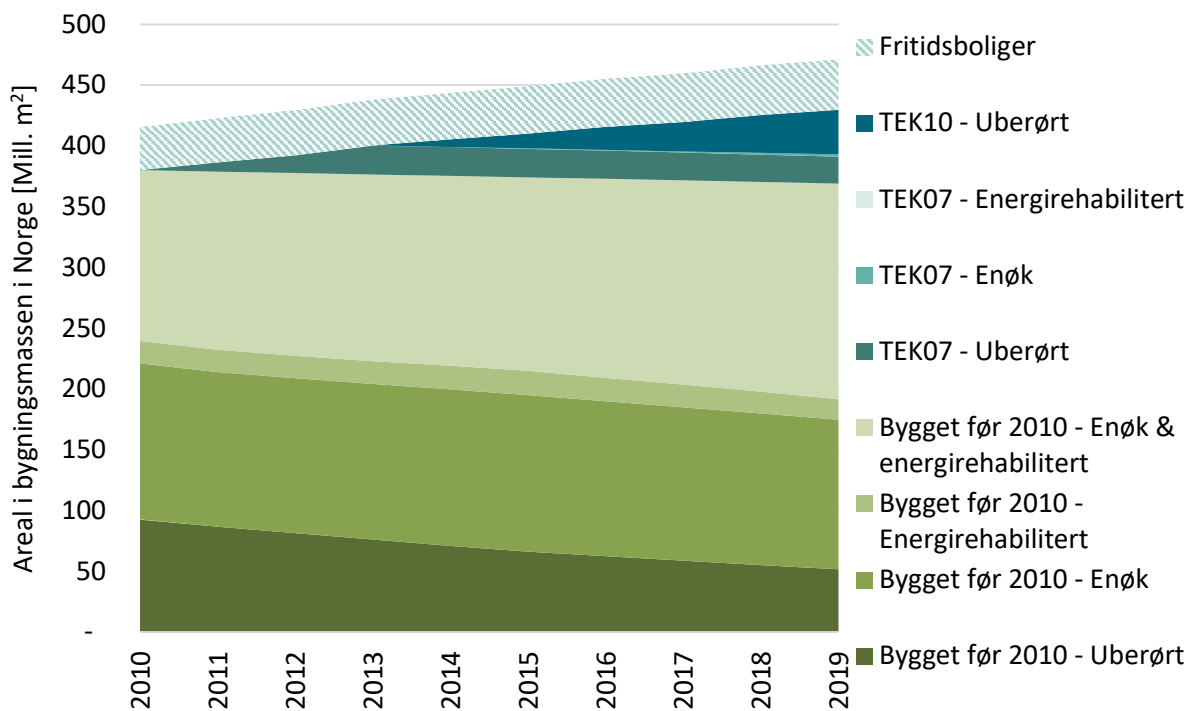
Figur 1-6 Revet og nybygget areal i modellen i perioden 2010 til 2019. Kilde: NVE.

Figur 1-6 viser areal som rives og bygges nytt i modellen i perioden 2010 til 2019. Det røde området i grafen viser areal som rives, det grønne viser nytt areal som erstatter det som rives, mens det blå viser areal som bygges som følge av befolkningsutvikling. Vi ser at det bygges adskillig mer areal enn det som rives, som igjen forklarer hvorfor man i modellen har en arealøkning i perioden. Siden gammelt areal rives og erstattes av nytt og mer effektivt areal, vil økningen i energibehov relativt sett være lavere enn økningen i areal. Dette er illustrert i Figur 1-7.



Figur 1-7 Endring i energibehov som følger av riving og nybygging i perioden 2010 til 2019. Kilde: NVE.

### 1.2.3. Bygningsmassens areal fordelt på energitilstand



Figur 1-8 Utvikling i samlet areal fordelt på gruppene for arealets tilstand. Kilde: NVE.

Arealet innenfor en aldersklasse kan ha fire tilstander i modellen (for beskrivelse av de fire tilstandene, se vedlegg A): *uberørt*, gjennomgått *enøk*, gjennomgått *energirehabilitering* og gjennomgått *både enøk og energirehabilitering* hvor energibehovet er redusert i ulik grad. Vi skiller på de fire tilstandene i modellen for å gjenspeile at energibehovet i mange bygg endrer seg over levetiden, som følger av at det gjøres tiltak på bygningskroppen. De fire tilstandene er nærmere beskrevet i kapittel Vedlegg A. Figur 1-8 viser endring i tilstand for eksisterende areal i 2010 (areal bygget til og med TEK97) og endring i tilstand for areal som bygges til og med 2019 (TEK07 og TEK10). For areal merket med grønt (eksisterende areal) ser vi at andel *uberørt* areal reduseres over perioden. Dette skyldes at noe areal rives, men mesteparten av reduksjonen skyldes at det uberørte arealet gjennomgår *enøk* og/eller *energirehabilitering*. Størst økning i andel av eksisterende areal ser vi innenfor tilstanden gjennomført *enøk* og *energirehabilitering*. Det meste arealet bygget etter TEK07 er uberørt i 2019, men noe areal gjennomgår *enøk* eller *energirehabilitering*. Alt areal bygget etter TEK10 er antatt å være uberørt i 2019.

Det er viktig å understreke at areal som har gjennomgått *enøk* og/eller *energirehabilitering* fortsatt har et potensial for energieffektivisering. I modellen kan areal som har gjennomgått *enøk* og/eller *energirehabilitering* ikke gjennomgå tilsvarende energieffektivisering på nytt. I virkeligheten kan et areal gjennomgå f.eks. *energirehabilitering* flere ganger. Det er viktig å både se på mengde areal, arealets aldersklasse og tilstand for å vurdere potensial for energieffektivisering.

### 1.3. Modellert energibehov for bygningsmassen i Norge

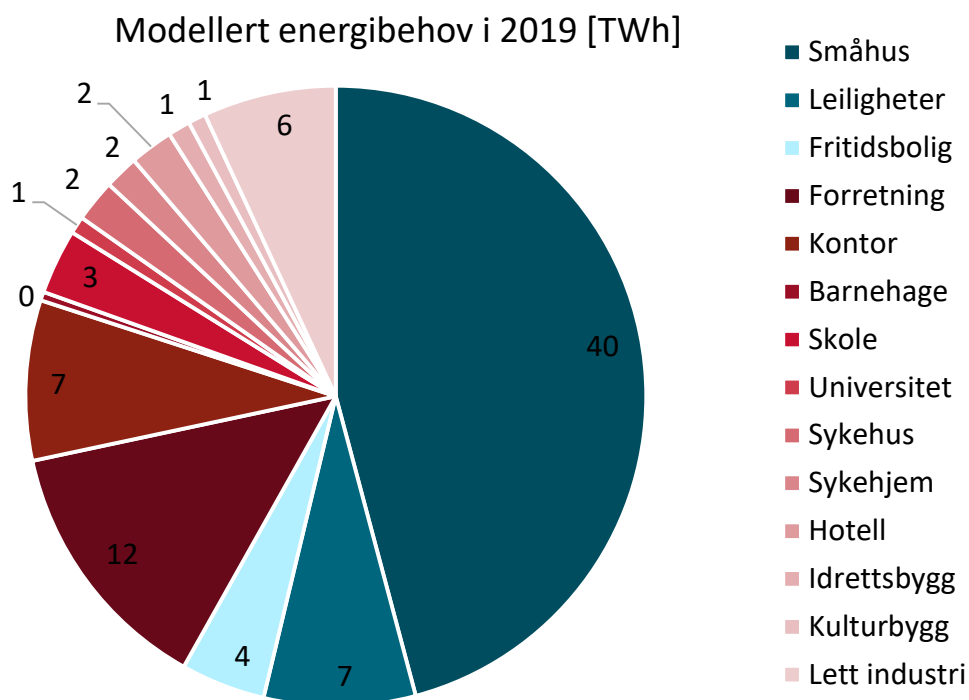
BEMA-modellen fremskriver bygningsmassens energibehov. I modellens startår<sup>5</sup> er samlet energibehov beregnet til 88,2 TWh for boliger, fritidsboliger og yrkesbygg.

#### 1.3.1. Bygningsmassens energibehov fordelt på bygningskategori

Energibehov for et bygg sier noe om hvor mye energi bygget trenger for å fungere som tiltenkt under normale forhold. Energibehov er en teoretisk størrelse, og sier ikke hvor mye energi bygget faktisk bruker. Et areals energibehov bestemmes av hvilken bygningskategori det er, når det ble bygget (aldersklasse og tilhørende byggt teknisk forskrift) og om det er gjennomført energieffektivisering på arealet.

---

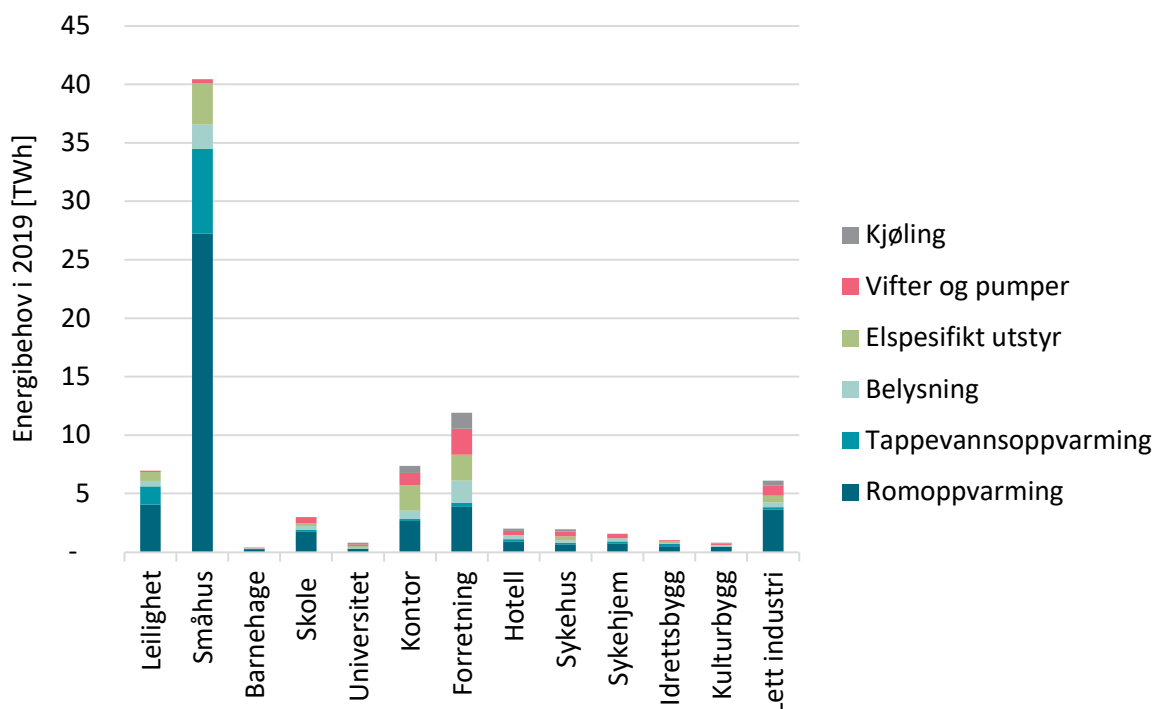
<sup>5</sup> Foreløpig er startåret i modellen 2019, siden det var siste tilgjengelige statistikkår ved forrige modelloppdatering.



Figur 1-9 Fordeling av modellert energibehov på ulike bygningskategorier i 2019. Tallene for fritidsboliger er energibruk. Tall i TWh. Kilde: NVE.

I Figur 1-9 vises modellert energibehov i de ulike bygningskategoriene. Energiforbruket i småhus og leiligheter står for nesten 55 prosent av bygningsmassens modellerte energibehov. Til sammenlikning står de to kategoriene for ca. 63 prosent av totalt areal. Energiforbruket per kvadratmeter i boliger er altså lavere enn for yrkesbygg. Innenfor yrkesbygg er det kontor, forretningsbygg og lett industri (inkludert verksteder og lager) som har størst energibehov.

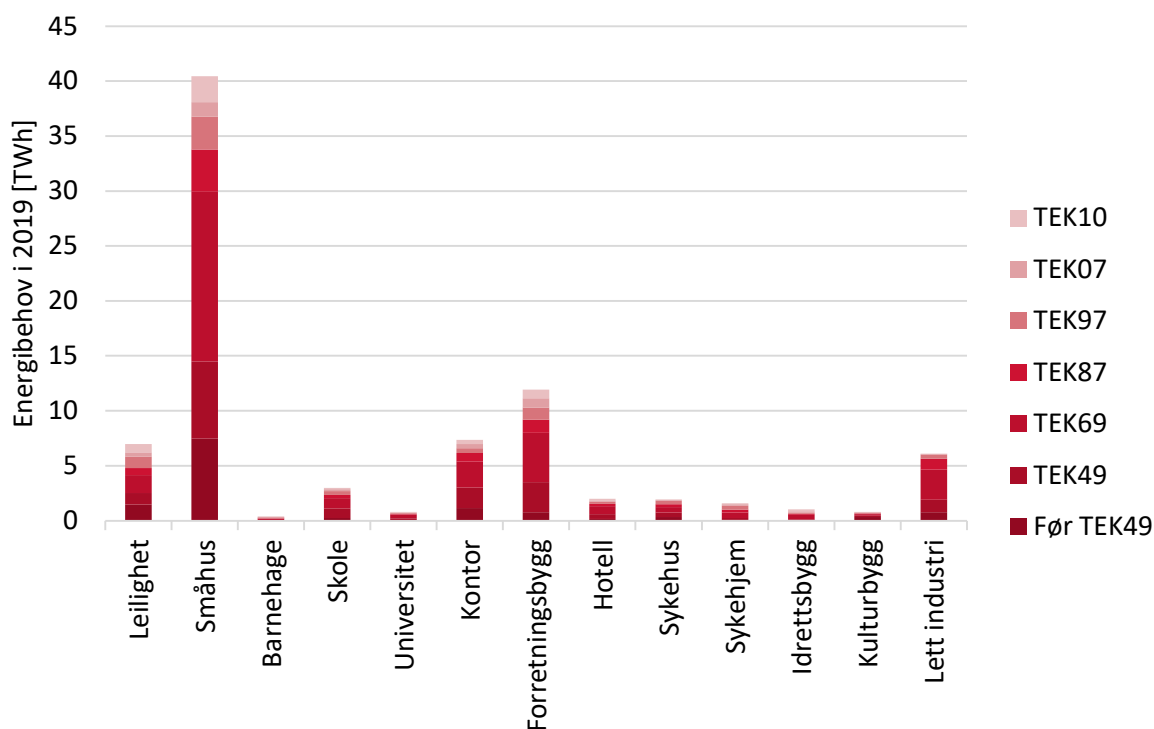
### 1.3.2. Bygningsmassens energibehov fordelt på bygningskategori og energiformål



Figur 1- 10 Energibehov i 2019 fordelt på energiformål i de ulike bygningskategoriene, ekskl. fritidsboliger. Kilde: NVE.

Figur 1- 10 viser formålsfordelt energibehov i de ulike bygningskategoriene i modellen.

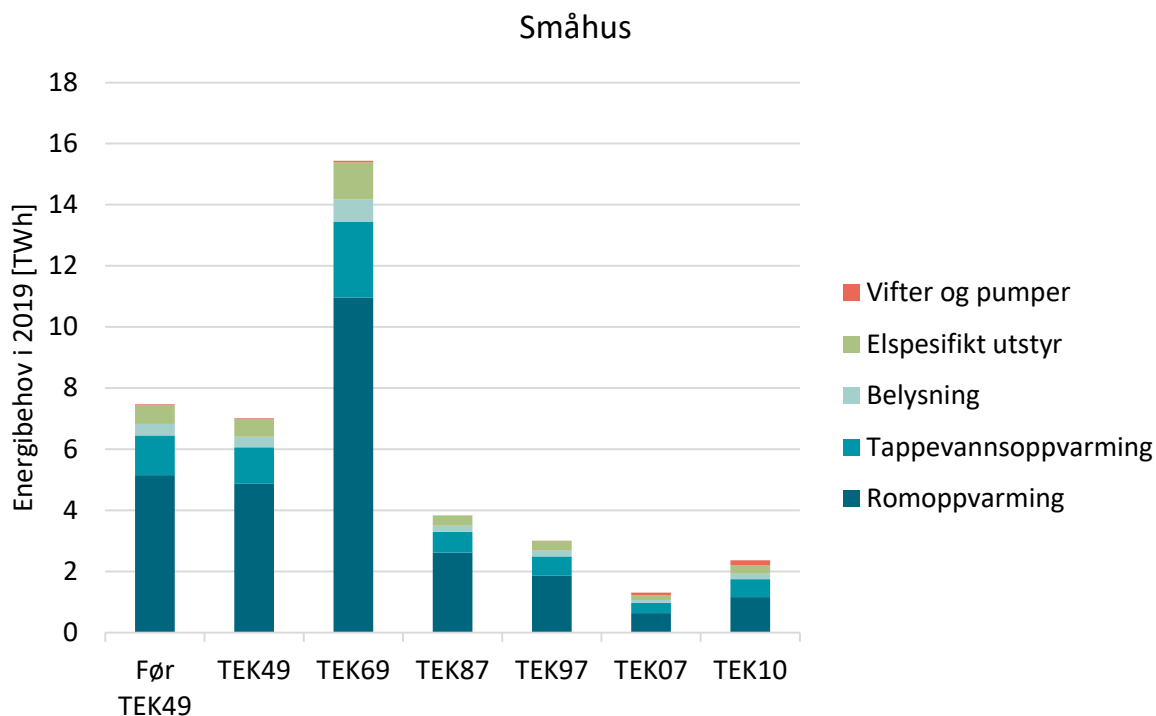
Formålsfordelingen er i tråd med NS 3031:2014. Energibehov er en teoretisk verdi, og ikke faktisk energi som brukes i bygningskategoriene. Igjen ser vi at energibehov er desidert størst i boliger, og at romoppvarming står for en betydelig andel av samlet behov i kategorien. Vi ser også at andelen energibehov til romoppvarming er mye større i småhus enn i leiligheter. Dette skyldes at leiligheter jevnt over er nyere enn småhus og har mindre ytterflater i forhold til arealet. Nyere bygg har lavere oppvarmingsbehov, siden de er bygget etter en byggeteknisk forskrift som setter mer skjerpede krav til bygningskroppen. Innen yrkesbygg ser vi at det er variasjon mellom de ulike bygningskategoriene, både i samlet energibehov og forholdet mellom energiformål. Over halvparten av energibehovet til yrkesbygg er knyttet til belysning, elspesifikt utstyr, vifter og pumper, og kjøling.



Figur 1-12 Energibehov i 2019 fordelt på aldersklasser i de ulike bygningskategoriene, ekskl. fritidsboliger.  
Kilde: NVE.

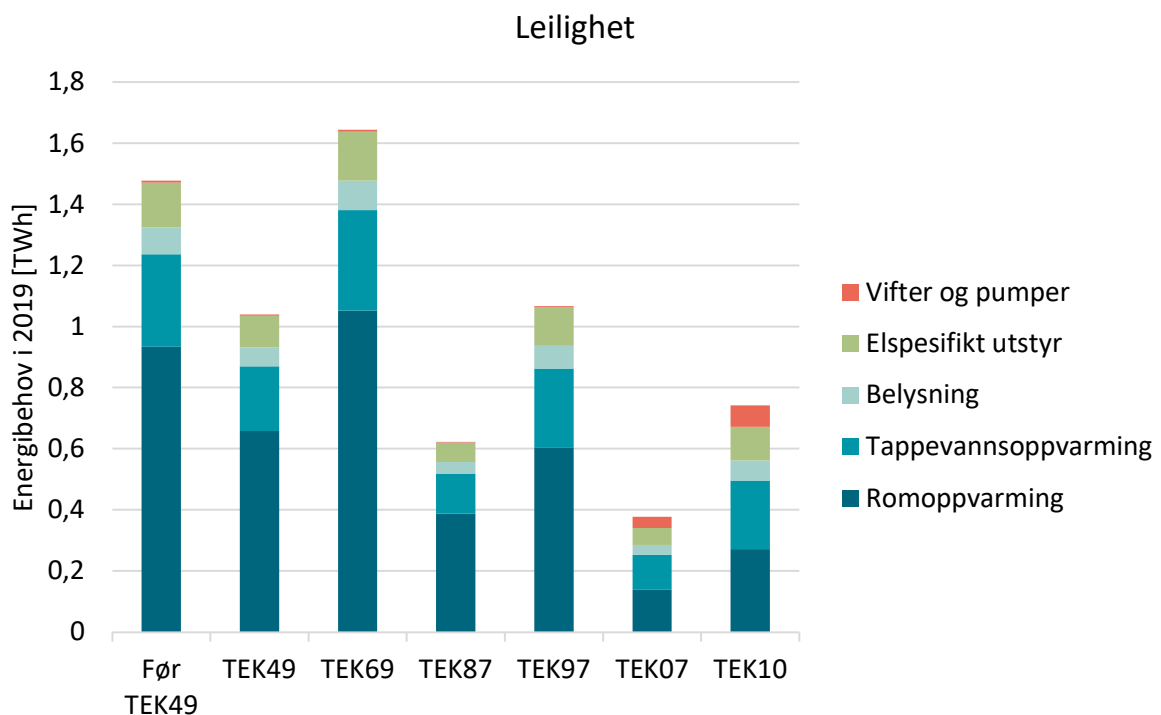
I Figur 1-12 ser vi hvordan energibehovet er fordelt på ulike aldersklasser i de ulike bygningskategoriene i modellen. Vi ser at en stor andel av energibehovet er knyttet til areal i aldersklassene før TEK49, TEK49 og TEK69. Energibehovet i disse aldersklassene utgjør omtrent 70 prosent i modellen, mens arealet utgjør omtrent 60 prosent. At andelen av samlet modellert energibehov er høyere enn andelen av samlet areal skyldes at de tre aldersklassene er de eldste og dermed har de minst strenge energikravene i byggt teknisk forskrift. Likevel er det også størst andel som har gjort energieffektiviserende tiltak på bygningskroppen i de eldste aldersklassene. At det er gjort tiltak på bygningskroppen som reduserer energibehov bidrar til at forskjellen mellom andel av energibehov og andel av areal ikke er større.

### 1.3.3. Energibehov fordelt på formål og aldersklasse i de fire bygningskategoriene med mest areal



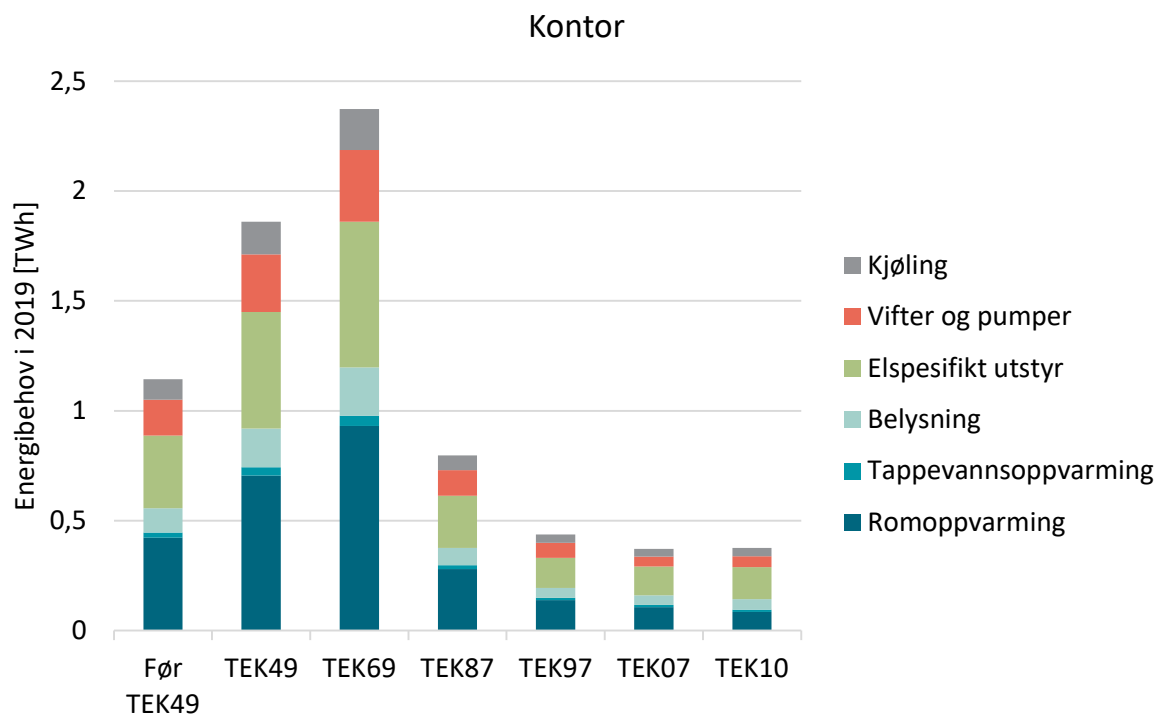
Figur 1-13 Energibehov i småhus i 2019 fordelt på ulike aldersklasser og ulike formål. Kilde: NVE.

Figur 1-13 viser hvordan samlet energibehov for småhus er fordelt på aldersklasser og formål i 2019. Av figuren ser vi at en betydelig andel av energibehovet inngår i aldersklassene før TEK49, TEK49 og TEK69. Det er derfor mye eldre areal som har stort potensial for forbedring. Vi ser også at TEK07 står for en liten andel av energibehovet. Dette skyldes at den byggt tekniske forskriften ble oppdatert med ny versjon allerede i 2010, sånn at TEK07 bare var gyldig i tre år. Romoppvarming står for mesteparten av energibehovet i alle aldersklasser. Vi ser likevel at energibehov til romoppvarming utgjør en mindre andel av totalt behov i nyere aldersklasser.



Figur 1-14 Energibehov i leiligheter i 2019 fordelt på ulike aldersklasser og ulike formål. Kilde: NVE.

På samme måte som for småhus er mye av energibehovet knyttet til areal bygget før TEK87. Ved å sammenlikne Figur 1-13 og Figur 1-14 ser vi at andelen av samlet energibehov i nyere aldersklasser for leiligheter er større enn for småhus. Tilsvarende som for småhus er romoppvarming det formålet med størst energibehov i de ulike aldersklassene. Vi ser likevel at andelen energibehov til romoppvarming er lavere enn for småhus. Dette skyldes at leiligheter har mindre yttervegger, tak og gulv mot grunn i forhold til areal, enn det småhus har. Dermed er det lavere varmetap per arealenhet. I nyere aldersklasser er energibehov til romoppvarming og tappevann nesten likt.



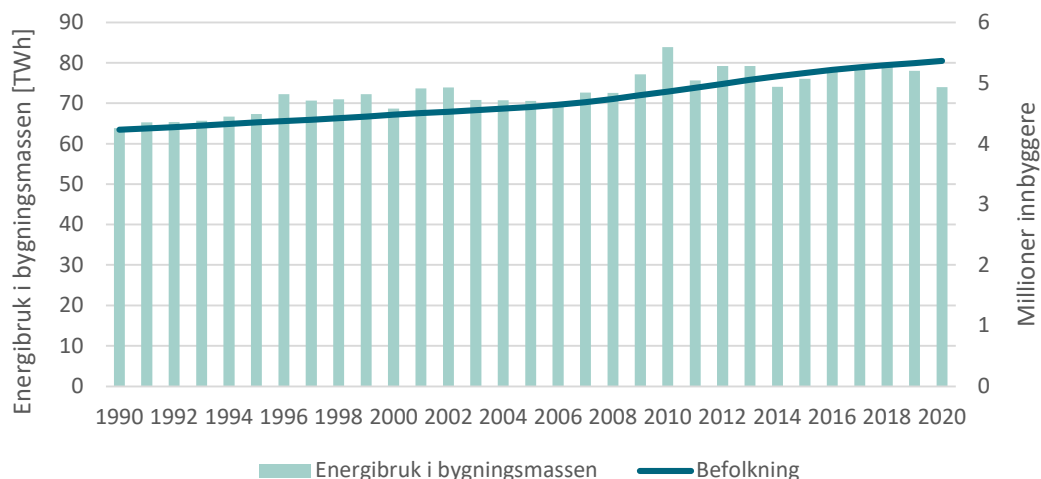
Figur 1-15 Energibehov i kontor i 2019 fordelt på ulike aldersklasser og ulike formål. Kilde: NVE.

Figur 1-15 viser hvordan energibehovet i kontorbygg er fordelt på de ulike aldersklassene i modellen. I motsetning til for boliger ser vi at oppvarming av rom og tappevann utgjør en adskillig mindre andel av samlet energibehov, spesielt for nyere bygg. Vi ser også at en stor andel av energibehovet er i areal som er bygget før TEK87 trådte i kraft. For forretningsbygg vil vi se et lignende bilde, men enda større andel belysning.

## 1.4. Energibruk

Bygningsmassens samlede energibruk er summen av energi som leveres til bygningene. SSB har siden 1990 publisert statistikk om energibruk i bygningsmassen fordelt på sektor og energibærere. De siste 30 årene har energibruken økt, med en økende befolkning og bygningsmasse. I 2019 og 2020 var energibruken lavere enn de foregående årene, og ser ut til å synke til tross for at befolkningen øker, illustrert i Figur 1-16. Det er usikkert om dette er en trend som kommer til å fortsette og i hvilken grad energieffektivisering har bidratt. Nedgangen kan skyldes andre forhold, som varmt vær eller endret bruk som følge av Covid-19-pandemien.

Energibruken henger tett sammen med utetemperaturen ettersom store deler av energien brukes til

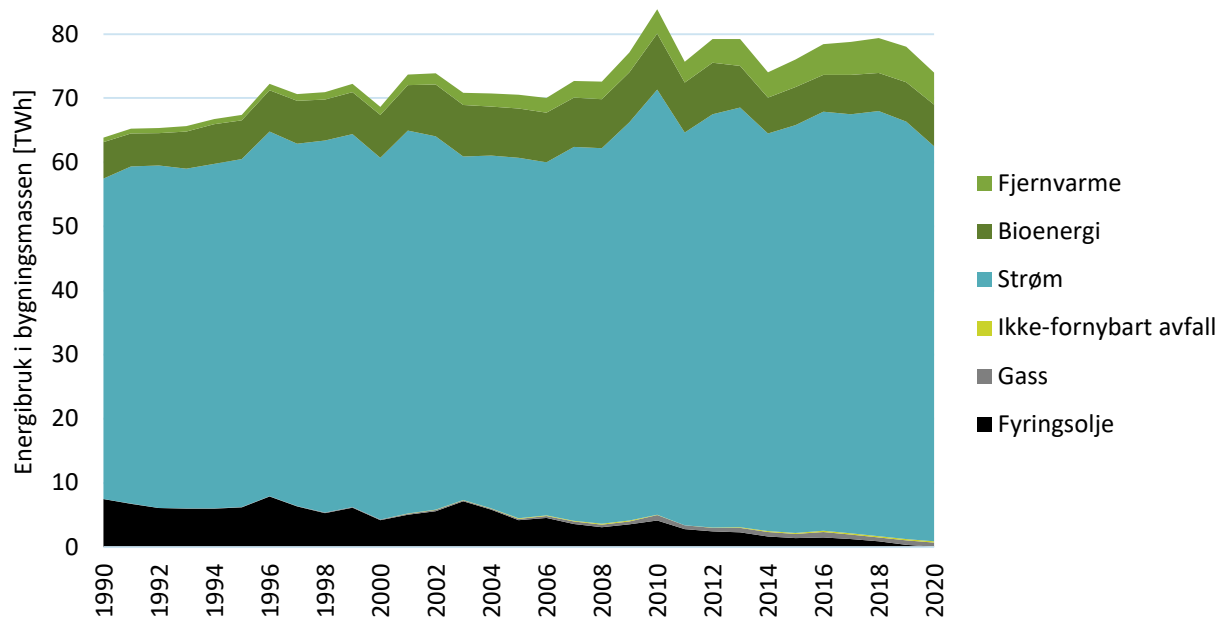


Figur 1-16 Energibruk i bygningsmassen og befolkningsutvikling i Norge. Kilde: SSB

oppvarming. Det reflekteres i forbruksvariasjoner fra år til år. Et eksempel er 2010 som var et år med rekordkulde, spesielt i vintersesongene, noe som bidro til et uvanlig høyt forbruk. Som Figur 1-16 viser var forbruket i bygg i 2010 det høyeste i Norge noensinne. Et annet eksempel er 2014, som var et rekordvarmt år, noe som reflekteres i lavt forbruk det året. Data i figuren er ikke temperatorkorrigert, med slik korrigering ville forbruket i 2020 vært høyere.

Energien leveres med ulike energibærere. I Norge er de vanligste energibærerne elektrisitet, fjernvarme og ved. Elektrisitet alene sto for 83 prosent av energibruken i 2020. Bioenergi (for det meste ved, men også noe pellets) og fjernvarme sto for henholdsvis 9 prosent og 7 prosent, som illustrert i Figur 1-17. I tillegg brukes det noe gass, i underkant av 1 prosent, som går til oppvarming og matlaging.

Statistikk fordelt på energibærere er kun tilgjengelig fra og med 1990. Da var de mest brukte energibærerne elektrisitet, ved og fyringsolje. I 1990 sto fyringsolje for 12 prosent av energibruken i bygningsmassen. Andelen fyringsolje har sunket gradvis i årene etter 1990. I dag er det tilnærmet faset ut, i tråd med forbudet mot fyring med mineralolje som trådte i kraft 1. januar 2020. Noe av forbruket er endret til biofyringsolje. I samme periode har det vært en betydelig vekst i fjernvarme, som kun leverte 1 prosent av energien i 1990. Andelen elektrisitet har også økt.



Figur 1-17: Energibruk i bygningsmassen i Norge. Kilde: SSB

### Forklaring av statistiske variabler<sup>6</sup>

**Fjernvarme:** Forbruk av fjernvarme, hentet fra salgstallene til fjernvarmedistributørene.

**Bioenergi:** Omfatter biogass og faste biobrensler, som ved, pellets og trekull. Forbruket av ved er basert på spørreundersøkelser og inkluderer derfor alt forbruk, også ved som er hugget til eget bruk. Forbruk av pellets og trekull tar utgangspunkt i handelsstatistikk.

**Strøm:** Elektrisitetsforbruket er levert energi som hentes fra nettselskapene. Strøm fra solceller som brukes til eget formål er ikke med. En økning i produksjon fra solcelleanlegg på bygg vil redusere elektrisitetsforbruket i statistikken, men den faktiske mengden strøm som byggene bruker vil ikke endres.

**Ikke- fornybart avfall:** Den ikke-fornybare andelen av avfallet som brukes til fjernvarmeproduksjon. Typiske eksempler på ikke-fornybart avfall er bildekk, plast og syntetiske tekstiler.

**Gass:** Informasjon om forbruk av naturgass samles inn fra forhandlere.

**Fyringsolje:** Forbruk av lett fyringsolje er basert på spørreundersøkelser og salgsstatistikk.

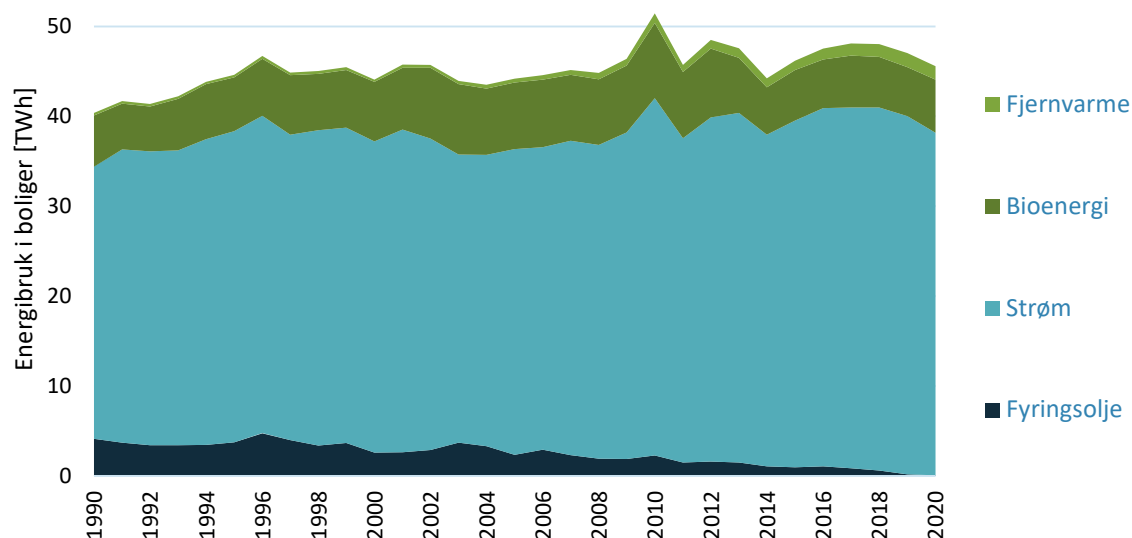
<sup>6</sup> SSB: Energiregnskap- og balanse, Notat 2018/45

### 1.4.1. Boliger

Tabellen under viser fordeling av antall boliger etter bygningstype og byggeår. Småhus består av eneboliger, to- til firemannsboliger, rekkehus, kjedehus og terrassehus til og med tre etasjer.

| <b>Boliger (beboede og ubebodde), SSB 2022</b> |                  |                     |                                                       |                   |                                    |                                |
|------------------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|                                                | <b>Enebolig</b>  | <b>Tomannsbolig</b> | <b>Rekkehus,<br/>kjedehus og andre<br/>mindre hus</b> | <b>Boligblokk</b> | <b>Bygning for<br/>bofelleskap</b> | <b>Andre<br/>bygningstyper</b> |
| <b>1900 og tidligere</b>                       | 79 505           | 9 914               | 7 983                                                 | 44 275            | 857                                | 5 574                          |
| <b>1901-1920</b>                               | 48 140           | 11 443              | 7 472                                                 | 20 293            | 582                                | 3 244                          |
| <b>1921-1940</b>                               | 75 266           | 19 045              | 10 999                                                | 45 727            | 894                                | 3 243                          |
| <b>1941-1945</b>                               | 8 137            | 1 449               | 665                                                   | 2 097             | 19                                 | 276                            |
| <b>1946-1960</b>                               | 169 835          | 49 721              | 34 373                                                | 68 676            | 2 305                              | 6 360                          |
| <b>1961-1970</b>                               | 158 873          | 19 671              | 30 364                                                | 72 934            | 5 222                              | 4 106                          |
| <b>1971-1980</b>                               | 215 772          | 18 495              | 53 431                                                | 83 318            | 5 619                              | 3 536                          |
| <b>1981-1990</b>                               | 195 250          | 23 423              | 46 274                                                | 44 739            | 6 536                              | 7 982                          |
| <b>1991-2000</b>                               | 105 851          | 20 249              | 34 569                                                | 44 931            | 12 913                             | 8 531                          |
| <b>2001-2010</b>                               | 93 568           | 25 516              | 40 456                                                | 100 984           | 12 451                             | 11 919                         |
| <b>2011-2020</b>                               | 76 833           | 26 318              | 42 960                                                | 123 834           | 16 383                             | 8 340                          |
| <b>2021 og etter</b>                           | 6 104            | 2 287               | 3 862                                                 | 14 861            | 1 607                              | 411                            |
| <b>Ukjent</b>                                  | 56 869           | 11 864              | 6 244                                                 | 4 455             | 4 806                              | 12 617                         |
| <b>Totalt</b>                                  | <b>1 290 003</b> | <b>239 395</b>      | <b>319 652</b>                                        | <b>671 124</b>    | <b>70 194</b>                      | <b>76 139</b>                  |
| <b>Til sammen</b>                              | <b>2 666 507</b> |                     |                                                       |                   |                                    |                                |

Tabell 1-1 Antall boliger etter type og byggeår, SSB.



Figur 1-18: Energibruk i boliger i Norge. Kilde: SSB Energivarebalansen 2020.

Energibruk i boliger, illustrert i Figur 1-18, omfatter energibruk i småhus, boligblokker og fritidsboliger. I 2020 sto private boliger for 62 prosent av energibruken i bygningsmassen. Energibehov til oppvarming er dominerende i boligene, som beskrevet i kapittel 1.3. Det innebærer at energibruken er svært temperaturavhengig.

Varveisolasjon i boliger ble først gang regulert i byggeforskriften/teknisk forskrift (TEK) i 1949. I 1969, 1987, 1997, 2007, 2010 og 2017 ble energikravene skjerpet. Den største skjerpelsen kom i 2007 (TEK07). I 2017 ble energikravene vesentlig skjerpet. Boliger bygget etter TEK07 og senere er meget energieffektive, og det er få energieffektiviseringstiltak som er aktuelle for slike boliger. Tabellen<sup>7</sup> nedenfor viser typiske isolasjonstykkelser og andre tiltak for boliger bygget i ulike tidsperioder.

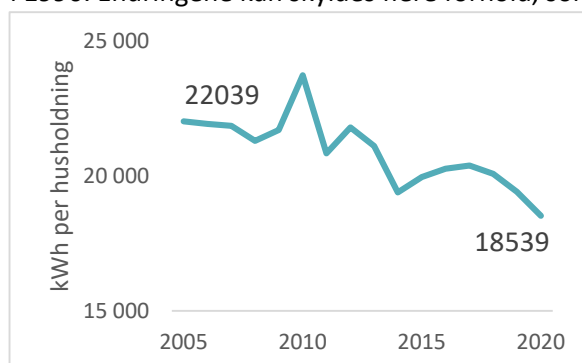
| Ca. årstall          | Før 1950 | 1950-60  | 1961-70           | 1971-80           | 1981-90           | 1991-00           | 2001-10           | 2011 ->           |
|----------------------|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Antall boliger       | 1029539  |          |                   | 704375            |                   | 227044            | 284894            | 323800            |
| Byggforskrift        | Før 1949 | 1949     | 1949              | 1969              | 1969              | 1987              | 1997              | 2007              |
| Isolasjon (cm)       | -        | 0-10     | 0-10              | 10-20             | 15-20             | 15-20             | 20-25             | 20-30             |
| Vinduer<br>glasstype | 1-2      | 1-2      | Isoler –<br>2 lag | Isoler –<br>2 lag | Isoler –<br>2 lag | Isoler –<br>2 lag | Isoler –<br>2 lag | Isoler –<br>3 lag |
| Ventilasjon          | Naturlig | Naturlig | Naturlig          | Naturlig          | Naturlig          | Mekanisk          | Mekanisk          | Balansert         |

Tabell 1- 2 Typiske isolasjonstykkelse og tiltak for boliger etter tidsperiode.

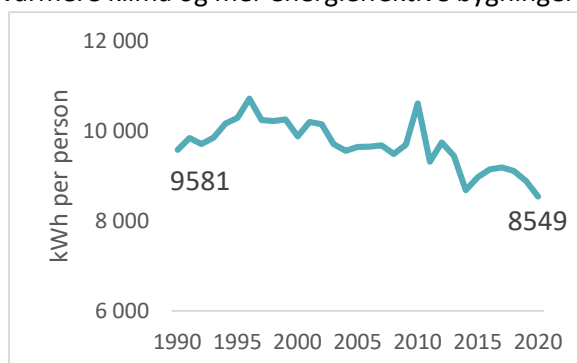
Energibærerne som brukes i boligene er strøm, bioenergi og fjernvarme, som vist i Figur 1-18. Strøm sto for hele 84 prosent av energibruken i 2020. Fyringsolje har blitt faset ut og erstattet med fjernvarme og elektrisitet.

<sup>7</sup> Etterisolering av småhus, SINTEF ISBN 978-82-536-1536-3, <https://www.sintef.no/siste-nytt/2017/er-huset-ditt-klart-for-en-ny-vinter/> og <https://www.byggogbevar.no/pusse-opp/vindu-doer/artikler/hva-er-u-verdi>  
Det er mange boliger som er bygget annerledes.

Årlig energibruk per bolig har sunket med 16 prosent de siste 15 årene. Det er en endring fra 22 039 kWh per bolig i 2005<sup>8</sup> til 18 539 kWh i 2020 (ekskl. drivstoff til private biler), som vist i Figur 1-20. Energibruk i boligene fordelt på innbyggere i Norge, har også blitt lavere, illustrert i Figur 1-19. Hvert år siden 2013 har energibruk per person ligget under 1990-nivå. I 2020 var det 11 prosent lavere enn i 1990. Endringene kan skyldes flere forhold, som varmere klima og mer energieffektive bygninger.



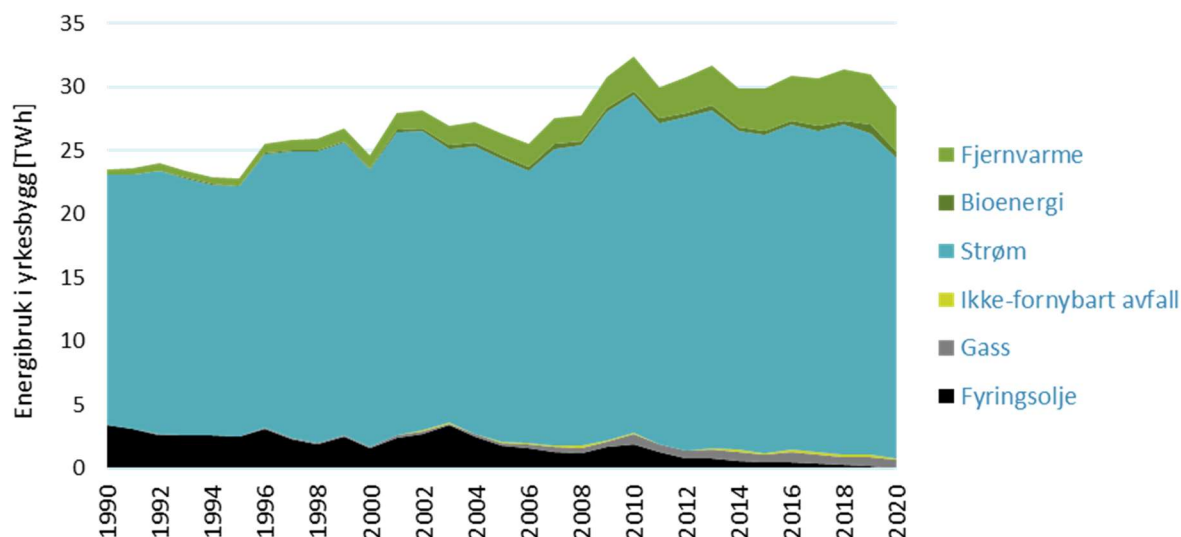
Figur 1-20 Energibruk per bolig. Kilde: SSB



Figur 1-19 Energibruk i boligene fordelt på innbyggere i Norge. Kilde: SSB

### 1.4.2. Yrkesbygg

Energibruk i yrkesbygg omfatter energibruk innenfor privat og offentlig tjenesteyting, inkludert forsvarrets bygninger<sup>9</sup>. I 2020 sto energibruk i yrkesbygg for 38 prosent av energibruken i den totale bygningsmassen i Norge. Gruppen yrkesbygg omfatter alt fra sykehus til kontorbygg, noe som gjør at det er store variasjoner i bruksmønster og hva energien brukes til. Sammenlignet med boligene utgjør elspesifikt utstyr, belysning og ventilasjon en vesentlig større andel av det totale energibehovet, som beskrevet i kapittel 1.3.



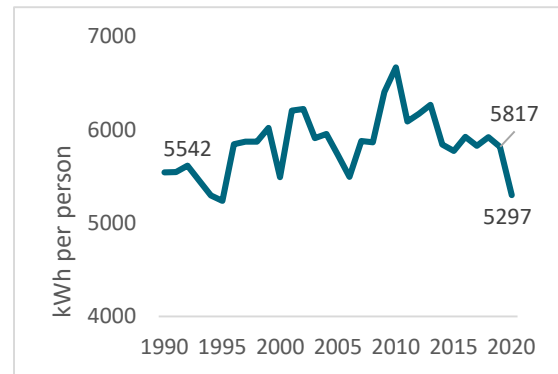
Figur 1-21 Energibruk i yrkesbygg fordelt på energibærere. Kilde NVE.

<sup>8</sup> Statistikk for antall boliger ble først tilgjengelig i 2005.

<sup>9</sup> Energibruk i yrkesbygg tar utgangspunkt SSB sin energivarebalanse fra 2020, og kategorien «Privat og offentlig tjenesteyting, inkl. forsvar». Fossilt drivstoff er ikke tatt med, fordi det i hovedsak brukes i Forsvaret til andre formål enn bygninger. I tillegg er strøm til datasenter trukket ut. Det er gjort et grovt forbruksanslag fra 0,1 TWh i 2016 til 0,9 TWh i 2020.

Energibærerne som brukes i yrkesbygg er i hovedsak strøm og fjernvarme, illustrert i Figur 1-21. I tillegg benyttes en liten andel gass og bioenergi. Strøm sto for 83 prosent av energiforbruket i 2020, mens fjernvarme utgjorde 12 prosent. Fyringsolje har blitt faset ut og erstattet med i hovedsak strøm og fjernvarme.

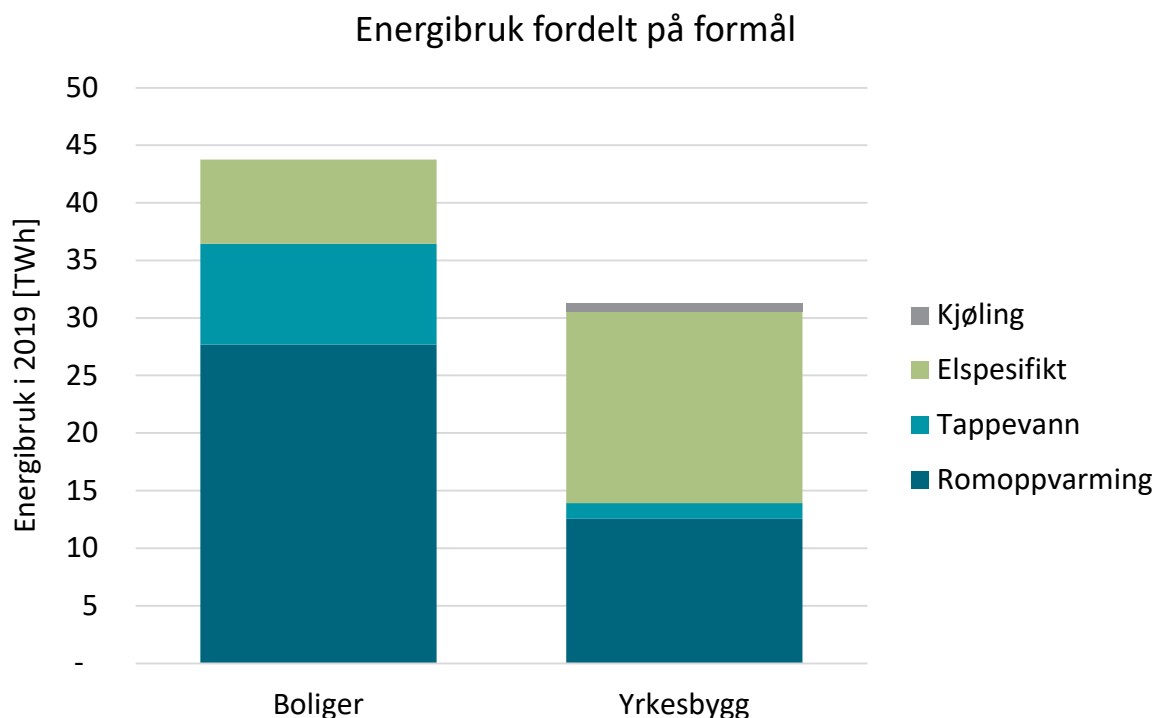
Årlig energibruk i yrkesbygg fordelt på innbyggere i Norge har økt siden 1990, som vist i Figur 1-22. Fra 2014 til 2019 har forbruket per person ligget jevnt på mellom 5700 og 6000 kWh, en økning på rundt 6 prosent fra 1990. I forbindelse med pandemien ble energibruken per person redusert med 9 prosent fra 2019 til 2020. Trolig skyldes dette redusert aktivitet som følge av restriksjoner og utstrakt bruk av hjemmekontor. Det er uvisst om pandemien vil føre til varige endringer i hvordan vi bruker yrkesbygg, og i hvilken grad energiforbruket påvirkes.



Figur 1-22 Energiforbruk i yrkesbygg fordelt på innbyggere i Norge. Kilde: SSB

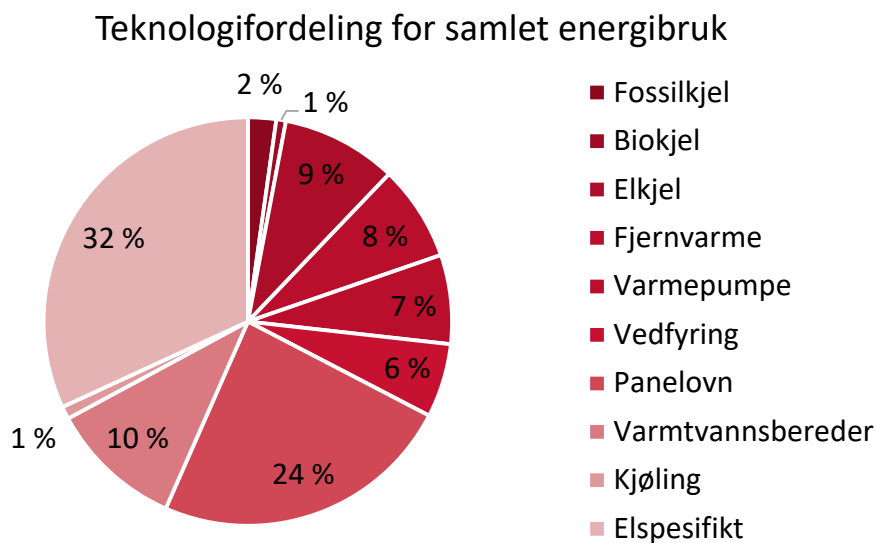
## 1.5. Energiforsyning

Energibehovet ligger til grunn for bygningsmassens totale energibruk, men er også avhengig av teknologi, f.eks. oppvarmingsutstyr. Figur 1-23 viser formålsfordelingen av energibruken i boliger og yrkesbygg. Det er først og fremst for oppvarming at flere energibærere og teknologier er aktuelt. Oppvarming består av romoppvarming, inkludert oppvarming av ventilasjonsluft, og tappevannsoppvarming. Energibruken til andre formål som lys og apparater kan bare dekkes med elektrisitet, og kalles «elspesifikt forbruk». Drøftingen videre dreier seg derfor om oppvarming.



Figur 1-23 Energibruk i bygninger i TWh fordelt på formål, boliger og yrkesbygg, ekskl. fritidsboliger, 2019. Kilde: NVE.

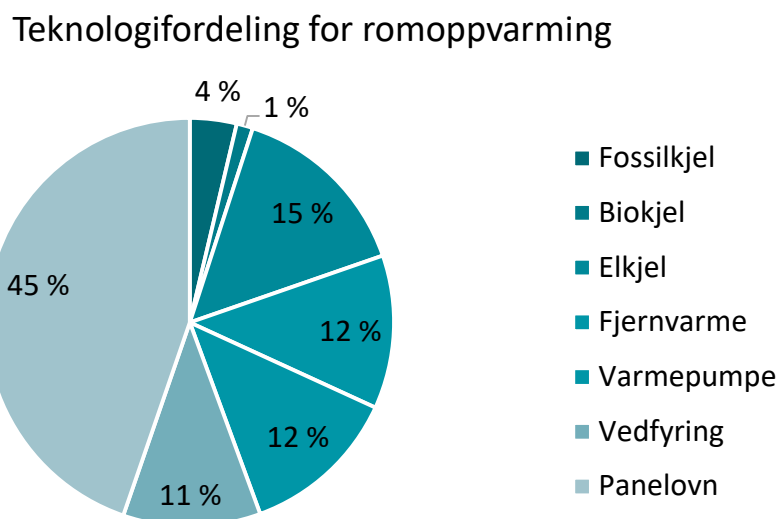
Figur 1-24 viser samlet energibruk med romoppvarming fordelt på teknologi for 2019.



Figur 1-24 Samlet energibruk i 2019 fordelt på ulike teknologier. Kilde: NVE.

### 1.5.1. Teknologisammensetning

Oppvarmingssystemet som bygningen er utstyrt med for å dekke oppvarmingsbehovet er styrende for hvilken energibærer som blir brukt. Dette systemet definerer også hvilken fleksibilitet som finnes til å veksle mellom ulike energibærere. I noen bygninger er det flere oppvarmingsløsninger, som supplerer hverandre og til dels er i «konkurranse», f.eks. vedfyring og panelovner som er en vanlig kombinasjon i boliger. Der bygningen er utstyrt med vannbåren varmedistribusjon, eventuelt

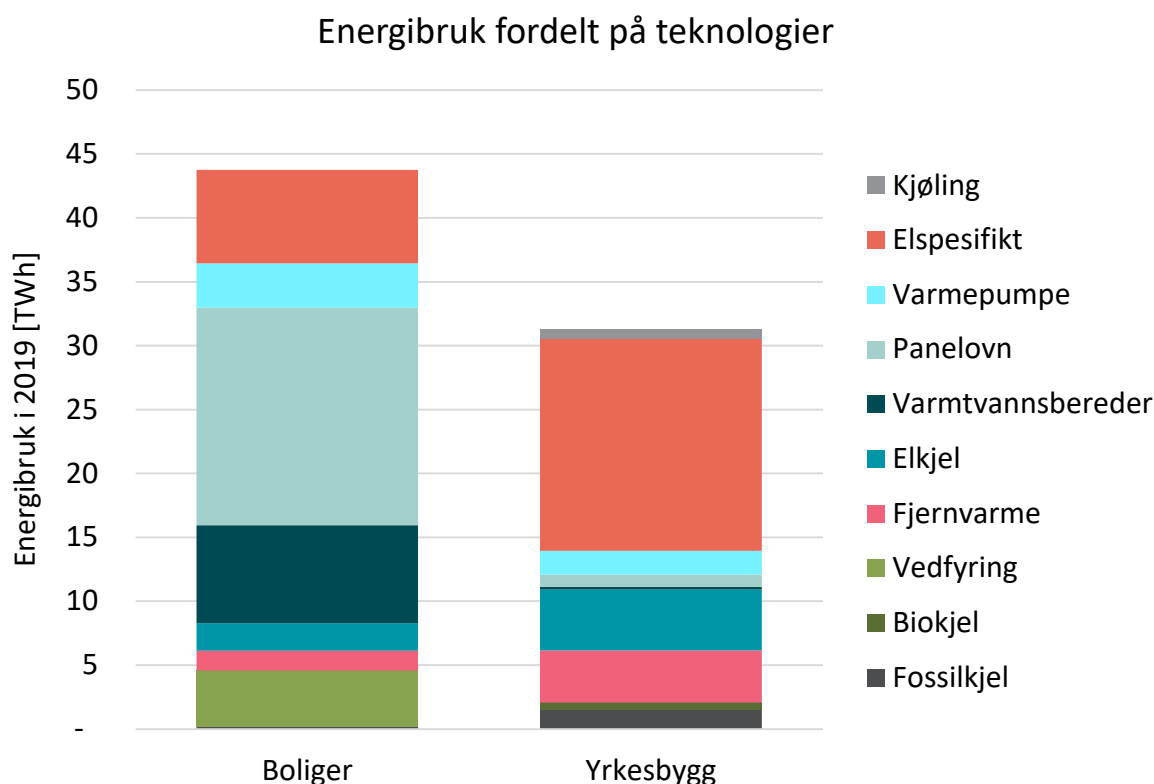


Figur 1-25 Energibruk til romoppvarming i 2019 fordelt på ulike teknologier. Kilde: NVE.

luftbåren, ligger fleksibiliteten i varmeproduksjonen. Slike anlegg er i noen tilfeller utstyrt for å veksle mellom ulike energibærere, f.eks. biobrensel, fossilt brensel<sup>10</sup> og elektrisitet. Anleggene anses dessuten å ha fleksibilitet ved at det er relativt enkelt å investere i en ny varmeproduksjonsenhet dersom situasjonen tilsier det. Vi har lite data som beskriver denne fleksibiliteten.

I Figur 1-25 kan vi se hvordan energibruken til romoppvarming i bygningsmassen fordelte seg på energibærere i 2019. Fordelingen er basert på data som NVE legger til grunn i analyser med TIMES, med input bl.a. fra energimerke-databasen i 2016. Cirka en tredel av varmen er distribuert i fleksible distribusjonssystemer, mens panelovner, vedfyring og en del varmepumper avgir varme direkte.

En viktig variabel for teknologisammensetningen er bygningskategori. For å illustrere spennet mellom bygningskategoriene viser vi i Figur 1-26 teknologifordeling for boliger og yrkesbygg. Enda større forskjeller kan sees om man ser på bygningskategorier enkeltvis. Småhus bidrar mest i kategorien boliger, og her er panelovner dominerende, ofte kombinert med vedfyring. For yrkesbygg ser vi at elspesifikt forbruk utgjør en stor andel. Videre har yrkesbygg i større grad fleksibel oppvarming basert på fjernvarme eller ulike kjeltyper.



Figur 1-26 Energibruk i bygg i 2019 fordelt på teknologier. Kilde: NVE.

Det er store variasjoner mellom ulike kategorier yrkesbygg, men noen trekk er typiske og skiller dem fra boliger. Yrkesbygg har ofte større areal enn boligbygg. Store bygninger har i seg selv lavere spesifikk energibruk per kvadratmeter pga. lavere varmetap. Men større areal gir også ofte et bedre grunnlag for å finne rasjonelle tekniske løsninger. Boligblokker kan ha stort areal og noen av de samme egenskapene. Særlig gjelder dette for borettslag og andre som har godt utbygde fellesfunksjoner. For nye bygninger med oppvarmet areal over 1000 kvm er det i byggteknisk forskrift

<sup>10</sup> I teknologien fossilkjel inngår olje- og gasskjel koblet til vannbårne systemer. Fossil punktoppvarming er ikke tatt med i modellen, men er lite utbredt.

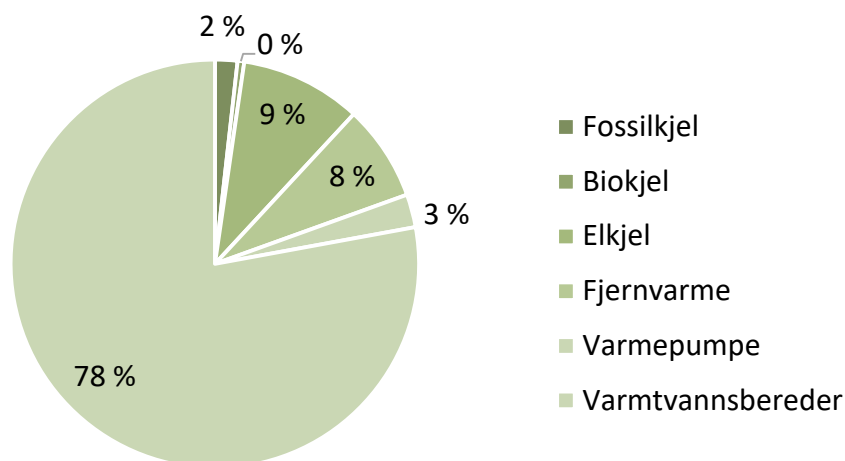
(TEK17) krav om energifleksible oppvarmingssystemer, vanligvis vannbåren varme. Dette kravet har vært stilt siden TEK10 ble innført, og innebærer at nyere store bygg normalt er utstyrt for fleksibel oppvarming. I yrkesbygg er det ofte også andre krav til luftskifte enn i boliger. Det er derfor mer vanlig med ventilasjonssystemer i yrkesbygg, og større behov for profesjonell styring og drift av tekniske systemer i bygningene. Tall fra 2011 viser at de fleste yrkesbygg hadde ventilasjon med varmegjenvinning (ca. 70 prosent<sup>11</sup>). For sykehus og sykehjem er energibruken til ventilasjonsvarme særlig høy fordi inneklimakravene gjør det vanskelig å bruke den mest effektive teknologien for varmegjenvinning. Endelig gir store bygninger et bedre økonomisk grunnlag for fjernvarmeleveranse enn små. I 2020 ble det levert 1,4 TWh fjernvarme til boliger, først og fremst boligblokker, og 2,9 TWh til yrkesbygg. Det er derfor byer og tettsteder med mange yrkesbygg og/eller boligblokker som utgjør det viktigste kundegrunnlaget for fjernvarme.

Yrkesbygg har videre større variasjon både i formål og utstyr. Dette er delvis reflektert i de 11 bygningskategoriene som yrkesbygg normalt blir delt inn i. For eksempel vil et kontorbygg og et sykehjem ha store ulikheter både i bruksmønster og teknisk utstyr. Men også innen hver kategori kan variasjonen være stor. For boliger er bruksmønsteret og den tilhørende energibruken mer ensartet.

Energiforsyning til oppvarming av tappevann utgjør ca. 14 prosent av energibruken i bygninger. Som vi ser av Figur 1-27 skjer det aller meste med elektrisitet, og det mest vanlige er elektriske varmtvannsberedere (78 prosent). I bygninger med vannbåren varme er det vanlig at romoppvarming og tappevannsoppvarming skjer sammen, enten det er fra fjernvarme eller i en kjel lokalt.

Den siste komponenten av oppvarming er ventilasjonsvarme. Et ventilasjonssystem trenger varme for å kompensere for varmetapet. Denne oppvarmingen skjer oftest med et elektrisk element, men kan også komme fra et vannbårent system.

### Teknologifordeling for oppvarming av tappevann



Figur 1-27 Energibruk til oppvarming av tappevann i 2019 fordelt på ulike teknologier. Kilde: NVE.

<sup>11</sup> SSB Statistikkbanken

## **1.5.2. Romoppvarmingsløsninger**

### **1.5.2.1. Punktoppvarming**

Panelovner er den vanligste form for oppvarming i boliger, og utgjør hele 45 prosent av oppvarmingsbehovet for bygninger totalt. Den er karakterisert ved lav investeringskostnad, høy virkningsgrad og enkel betjening. Utbredelsen av panelovner er særnorsk og basert særlig på lave elpriser over lang tid. Moderne panelovner gir gode muligheter for styring etter behov, enten for den enkelte ovn eller med sentrale systemer.

Vedfyring er en annen utbredt metode for punktoppvarming i Norge. Cirka 1,2 millioner boliger brukte vedovn i 2018 (SSB). Utbredelsen av vedovner er stor i alle former for småhus, men naturlig nok ikke i boligblokker eller andre store bygninger uten pipe. Vedfyring krever noe arbeid, både med håndtering av veden og selve fyringen. Ikke alle ønsker dette merarbeidet, og vi antar at yngre generasjoner er mindre vant med vedfyring enn eldre. Vedfyringen påvirkes også av at nyere bygninger har lavere energibehov, og at termostat og andre former for styring av oppvarming er mer utbredt. I dag er vedfyring mest vanlig på kalde dager, og utgjør dermed en viktig effektreserve som holder etterspørselen etter effekt på kalde dager lavere enn hva som ellers ville vært tilfelle. Virkningsgraden for vedfyring antas av NVE å være 0,75 for nyere såkalt rentbrennende ovner. Disse utgjør mer enn halvdelen av alle ildstedene. Eldre ovner har lavere virkningsgrad (0,5) og er mer avhengig av fyringsteknikken.

Et annet forhold som er spesielt for vedovner er at mange driver selvhogst og dermed har lave eller ingen kostnader annet enn egeninnsatsen. Omfanget av vedfyring er dermed større på landsbygda enn i byer. Brukere som kjøper ved, kan få relativt høy brenselskostnad. Vedovner er knapt i bruk i yrkesbygg.

Pelletskafein er også en punktoppvarming som har fått noe utbredelse, særlig som erstatning for parafinkaminer. Det er fortsatt noen boliger som har punktoppvarming fra «parafinovner» eller kaminer. Med forbudet mot fyring med mineralolje fra 2020, ble en del av disse ovnene erstattet med annen teknologi. Andre gjorde et enkelt skifte til bioparafin. Bioparafin har høyere brenselskostnad, så man må anta at det også i disse bygningene vil skje en overgang til annen teknologi i framtiden f.eks. ved eierskifte eller en større renovering av boligen.

Luft til luft-varmepumpe er en variant av punktoppvarming, selv om det skjer en viss distribusjon i åpne deler av huset. Slike varmepumper har fått stor utbredelse i boligmarkedet de siste to tiårene, i begynnelsen stimulert av offentlige tilskudd. Bestanden av anlegg er i 2021 beregnet til å være ca. 900 000 (NVE). Varmepumpene henter omgivelsesvarme fra uteluften. Virkningsgraden er dermed sesongavhengig og klimaavhengig. På kalde vinterdager vil slike pumper ikke gi noe netto utbytte i forhold til direkte elektrisk oppvarming, men i mellomsesongene kan utbyttet være godt. I beregningene som er brukt her har vi antatt en gjennomsnittlig årsvirkningsgrad på 2,5 for slike varmepumper. Luft til luftvarmepumper kan enkelt «snus» til kjølemaskin sommerstid. Mange utnytter denne funksjonaliteten, men vi har ikke data for hvor mye dette utgjør.

### **1.5.2.2. Vann- og luftbårne oppvarmingssystemer**

De fleksible systemene kan varmes opp med ulike kilder;

- Fjernvarme gjennom varmeveksler. Bygningseieren slipper å investere i annet enn varmeveksler og eget distribusjonssystem. Fleksibiliteten ivaretas av fjernvarmeleverandøren.

- Omgivelsesvarme gjennom luft til vann eller væske til vann varmepumpe. Varmepumper kan utnytte varmen i enten uteluft, vann, jordvarme eller lignende. Investeringen er større for slike varmepumper enn for luft til luft varmepumper. Virkningsgraden blir høyest når omgivelsesvarmen hentes fra grunnen eller annen kilde med stabil temperatur. Det er særlig i kaldt vær at nytten er større enn for luftbaserte varmepumper. Dette gir også varmepumpene basert på f.eks. jordvarme en større betydning i å redusere etterspørselen etter elektrisk effekt. NVE har estimert at det til sammen er ca. 90 000 varmepumper av disse typene i bruk i 2021. For væske til vann-varmepumper antar NVE en årsvirkningsgrad på 3.
- Solvarmeanlegg på tak kan gi et betydelig tilskudd i sommerhalvåret. Lønnsomheten er dermed best der behovet for varme er høyt også sommerstid, f.eks. sykehjem og andre bygg med stort behov for varmt tappevann.
- Kjel for forbrenning av fast eller flytende brensel. Slike anlegg er mest vanlig med olje (i dag biofyringsolje), fast brensel i form av flis eller pellets, og i noen tilfeller gass (naturgass eller biogass).
- Elkjel.

### **1.5.3. Egenprodusert elektrisitet fra solcellepanel på bygninger**

Solceller på taket av bygninger har økende utbredelse. Per 1.11.2021 er det i underkant av 9000 slike anlegg i Norge. I prinsippet kan slik egenproduksjon av strøm skje både med vindturbin og andre teknologier, men solceller er mest utbredt. Slike anlegg påvirker ikke bygningens energibruk, men reduserer behovet for kjøpt eller levert energi. Produksjonen skjer «bak måleren» og fører til reduksjon i kjøpt elektrisitet, og i noen perioder eksport av el. Datagrunnlaget er derfor ikke godt, men NVE estimerer at disse anleggene produserer rundt 150 GWh per år.

Hittil er de fleste anlegg plassert på tak, men nye produkter vil i økende grad gjøre det mulig å integrere solcellepanelene i tak eller vegg og på den måten redusere byggekostnader. Dette kalles bygningsintegrerte solceller.

### **1.5.4. Er utstyret tilpasset framtidens behov?**

Bygningsmassen er dynamisk. Sammensetningen endres over tid ved rivning og nybygging, det skjer renovering i eldre bygninger, og bruksmønsteret endres. I energimarkedet skjer det også endringer, både konkurranseforholdet mellom ulike energibærere og mellom ulike teknologier. Vi vil derfor peke på noen av teknologiene som man forventer økt bruk av i framtiden.

Behovet for fleksibilitet er økende. Den viktigste årsak til dette er trolig mer uregulert kraftproduksjon som vil gi økt variasjon i energimarkedene. Bygningseierne kan oppnå større fleksibilitet gjennom

- Vannbåren distribusjon av varme o.l. som gjør det lett å veksle mellom ulike energibærere. Slike systemer har en betydelig investeringskostnad, og er derfor mest aktuell ved nybygging og større renovering. Videre vil redusert varmetap ved fornyelse av bygningsmassen føre til dårligere lønnsomhet for slike systemer. Forenklede løsninger er derfor et viktig tema for bransjens produktutvikling.

- Energilagring som gjør det mulig å flytte etterspørsel i tid. Termisk lagring kan skje i varmtvannstanker i stor eller liten skala, og for lagring av el er batterier i økende grad aktuelt. Andre lagringsteknologier kan også bli aktuelle.
- Systemer for styring av energibruk med tanke på behov og priser. Smarthus-teknologi er et felt i rask utvikling. For større bygg er automatiserte systemer i vanlig bruk, mens for boliger skjer det nå en rivende utvikling.

Behovet for lading av elbiler og annet elektrisk utstyr er i vekst. Selv om dette ikke alltid er tilknyttet bygningen, så vil strømmen ofte være del av en bygnings energibruk, og konkurrere om energi og effekt innenfor samme kurs som bygningsdriften.

Selv om varmepumper allerede er utbredt både i boliger og yrkesbygg, så er dette en teknologi hvor NVE har beregnet betydelig lønnsomt potensial. Vi kan dermed anta at denne teknologien vil få større utbredelse.

## 2. Kostnadseffektive tiltak for energirehabilitering

---

Prosjektet har identifisert tiltak som er relevante for å redusere energibruk i bygg. Tiltakene er beskrevet, vurdert og gjengitt i dette kapitlet. Beregninger viser at det er et stort teknisk potensial, og med en diskonteringsrente på 4 prosent er det også et betydelig økonomisk potensial. Det tekniske potensialet er anslått å være rundt 49 TWh. Tiltak på bygningskroppen, tekniske systemer og energioppfølging med en kostnad (LCOE) under 1 kr/kWh, utgjør hele 24 TWh. Det meste av potensialet er i småhus og yrkessbygg, hvor særlig isoleringstiltak, energioppfølging og ventilasjonstiltak er relevante. Tiltak innen oppvarming kommer i tillegg, slik som omlegging til varmepumper og solfangere, hvor det også er betydelig potensial.

### 2.1. Valg av relevante tiltak

Prosjektet har identifisert og vurdert en rekke relevante tiltak. Kartlegging av aktuelle tiltak ble gjort gjennom møter, informasjonssøk og diskusjoner. Det er relativt stort spenn i identifiserte tiltak, alt fra tiltak på bygningskroppen, tiltak som endrer hvordan energi brukes i en bygning og tiltak som innebærer bytte av teknologi for å forsyne bygningen med energi. Tiltakene som ble valgt ut for videre analyse ble enten ansett til å ha stort potensial, eller vi hadde godt datagrunnlag for dem. Tiltakene er listet i Tabell 2-1. Det finnes flere tiltak ut over de som er beskrevet i denne rapporten, som for eksempel tiltak på tappevannsanlegg, på sentralvarmeanlegg, eller flere typer drifts- og bruksmessige tiltak.

Felles for tiltakene i denne analysen (heretter tiltakene) er at de reduserer mengden energi som leveres til en bygning fra strømmettet eller fra annen energikilde. Tiltakene omfatter energieffektivisering på eksisterende bygningsmasse og tiltak på oppvarmingssystem eller andre tekniske anlegg, som kan utløses ved hjelp av virkemidler. Naturlige endringer i samfunnet som påvirker energibruken i bygninger regnes ikke som tiltak. Dette gjelder for eksempel endringer i antall personer per bolig, eller i bygningssammensetning. I vedlegg A beskrives samfunnsendringer som legges til grunn for utviklingen i bygningsmassens energibruk.

Tiltakene som ble valgt for nærmere vurdering er relevante av en eller flere grunner, de:

- Har stort potensial for energieffektivisering
- Bidrar til utnyttelse av omgivelsesvarme
- Har lave kostnader
- Er langsiktige
- Er relativt enkle å gjennomføre
- Bidrar til bedre komfort
- Bidrar til fleksibilitet

Dette kapitlet omhandler kun tiltak og hvilke potensialer vi antar. Hva som vil skje «av seg selv» eller om det trengs virkemidler fra myndighetene drøftes ikke her, men i noen grad i kapittel 3 og 4.

Tabell 2-1 viser hvilke tiltak vi har valgt for nærmere vurdering i denne kartleggingen. Tiltakene omfatter både tiltak på bygningskroppen, tekniske systemer, styring og energiomlegging.

Tabell 2-1 Oversikt over tiltak som er vurdert nærmere

| Tiltak på bygningskroppen / bygningssystem |                                         |                                         | Varmesystem / kraftproduksjon                 |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tiltak på bygningskroppen                  | Oppgradering av tekniske systemer       | Energistyring                           | Energi-omlegging                              |
| Etterisolering vegg                        | Forbedring varmegjenvinning ventilasjon | Natt- og helgesenking                   | Varmepumpe (Luft-Luft, Luft-Vann, Væske-Vann) |
| Etterisolering tak/loft                    | Forbedring vifteeffektivitet            | Energioppfølgings-system/ Energiledelse | Solcellepanel                                 |
| Etterisolering gulv                        | Behovsstyring ventilasjon               | SD- Anlegg                              | Solfanger                                     |
| Utskifting vinduer og dører                | Energieffektivt belysningsutstyr        | Behovsstyring ventilasjon               |                                               |
|                                            | Automatisk solavskjerming               | Styringssystem belysning                |                                               |
|                                            |                                         | Måling og avregning av fjernvarme       |                                               |
|                                            |                                         | EPC- kontrakter                         |                                               |

Prosjektet definerte felles kriterier som hvert tiltak ble vurdert etter:

- Uutnyttet potensial (teknisk)
- Kostnadsnivå LCOE (kr/kWh)
- Levetid tiltak
- Indirekte klimagassutslipp
- Andre miljøaspekter
- Annen nytteverdi (f.eks. nytteverdier for nettet eller inneklima)
- Triggerpunkt
- Barrierer.

Basert på disse kriteriene ble det gjort en samlet vurdering av hvert enkelt tiltak. Et tiltak med lav kostnad, høyt potensial og lite miljøpåvirkninger fikk eksempelvis bedre samlet vurdering enn tiltak med lavt potensial, høye kostnader og høye barrierer.

Merk at ikke alle tiltakene som er oppgitt i Tabell 2-1 er omtalt her i hoveddokumentet. De finnes derimot beskrevet i vedlegg B.

## 2.2. Teknisk potensial for energirehabilitering av bygningsmassen

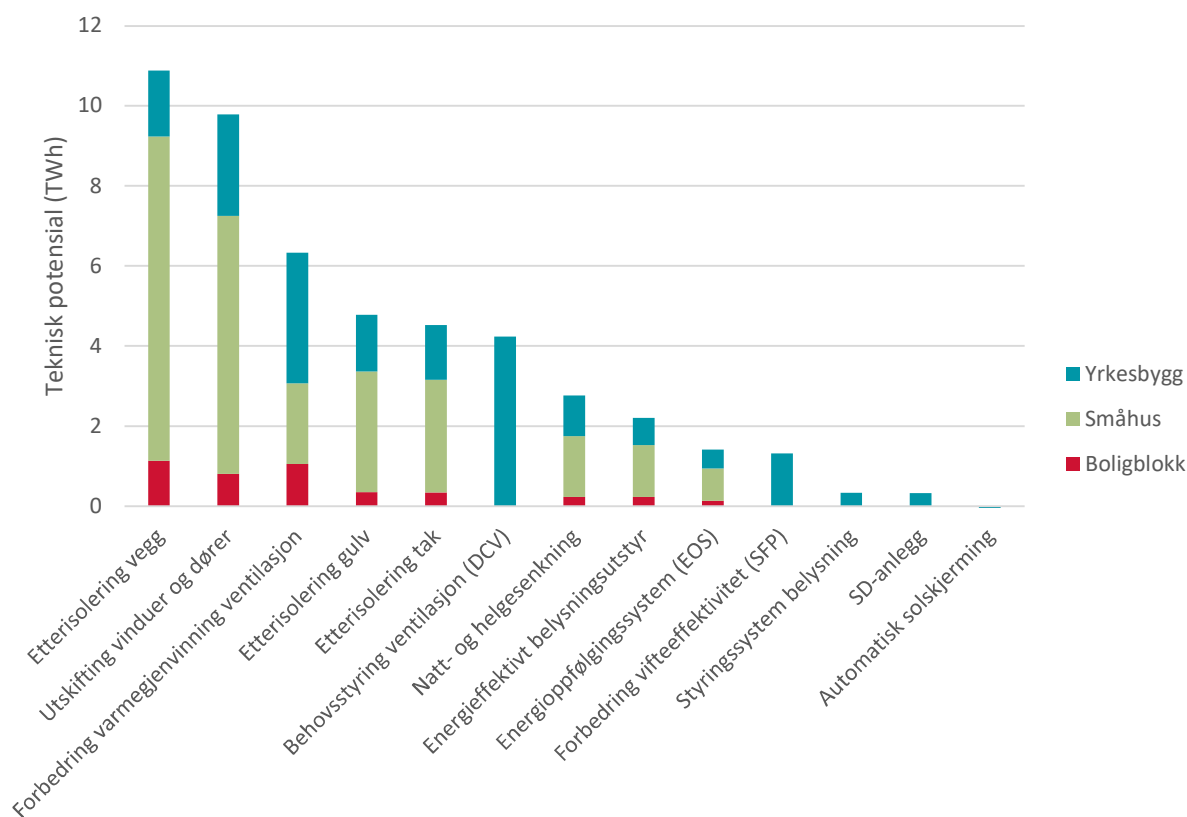
Det tekniske potensialet for effektivisering i bygninger er i denne rapporten beregnet ved å anslå hvor mye energitilstanden til den eksisterende bygningsmassen kan forbedres, dersom den løftes til TEK17-nivå. Vi har tatt utgangspunkt i en rapport laget av Multiconsult for NVE, som definerer sparepotensialet fordelt på tiltak, bygningskategori og alder. Sparepotensialet for et tiltak (kWh/m<sup>2</sup>) ganges opp med areal (m<sup>2</sup>). Dette gjøres for hele bygningsmassen, per bygningskategori og

aldersklasse. Det er tatt hensyn til begrensninger i eksisterende bygningsmasse som gjør det vanskelig eller umulig å oppgradere til TEK-17 nivå for enkelte tiltak. Potensialet til varmepumper og solcelleanlegg er beskrevet i henholdsvis kapittel 2.3.2 og 2.3.3.

Tabell 2-2 Teknisk potensial for reduksjon i netto energibehov. Kilde: NVE og Multiconsult

| Teknisk potensial, TWh |            |             |        |
|------------------------|------------|-------------|--------|
| Småhus                 | Boligblokk | Næringsbygg | Totalt |
| 26,0                   | 4,3        | 18,5        | 48,8   |

Vi har anslått det tekniske potensialet til å være i underkant av 50 TWh, for tiltak på bygningskroppen, oppgradering av teknisk utstyr og energistyring. Tiltak for energiomlegging, slik



Figur 2-1 Teknisk potensial for energieffektivisering i bygningsmassen, fordelt på tiltak. Kilde: NVE og Multiconsult

som overgang til varmepumpe inngår ikke her. Småhus og yrkesbygg står for det meste av potensialet med henholdsvis 26 og 18,5 TWh, som vist i Tabell 2-2. Boligblokker er beregnet å ha et potensial på litt over 4 TWh. Det er reduksjon i bygningsmassens netto energibehov som er beregnet. Energibesparelser i den faktiske energibruken, levert energi til byggene, vil avhenge av hvilke oppvarmingsystemer og energikilder bygningene bruker.

Teknisk potensial per tiltak på bygningsmassen er illustrert i Figur 2-1. Etterisoleringstiltak, utskifting av vinduer og dører, og tiltak på ventilasjonssystem har det største potensialet for energieffektivisering. Dette er tiltak som bidrar til varig reduksjon av energi- og effektbehov. I tillegg

til tiltakene i figuren kommer solenergianlegg og varmepumper som også har et stort teknisk potensial.

Det tekniske potensialet per tiltak er beregnet ved å se på forskjellen mellom energikravene bygningsmassen ble bygget etter og energikravene i TEK17. Et bygg som er bygget etter TEK 49 vil ha et gitt teknisk utgangspunkt og tilhørende mulighet for energieffektivisering. For eksempel vil et vindu i et småhus fra 1949 ha et stort varmetap. Hvis vi skifter til et vindu som tilfredsstiller kravene i TEK17, reduseres varmetapet gjennom vinduet med 70 prosent<sup>12</sup>.

Energirehabilitering som allerede er gjennomført vil redusere effektiviseringspotensialet. Et bygg som for eksempel er bygget etter TEK87 og har gjennomført energirehabilitering tidligere, vil i mindre grad kunne redusere energibruken enn et bygg fra samme år som ikke har blitt energirehabilitert. Vi har lagt til grunn følgende reduksjon i potensialet dersom bygget allerede har gjort tiltak for å bedre energitilstanden:

- Enøk: 20 prosent
- Energirehabilitering: 30 prosent
- Enøk og energirehabilitering: 35 prosent

Energibesparelser fra tiltak kan overlappe med hverandre hvis flere tiltak gjennomføres. Vi har tatt utgangspunkt i at energibesparelser fra tiltakene overlapper med 10 prosent. Det vil si at vi har redusert potensialet med 10 prosent sammenlignet med tallene i Multiconsults rapport.

Det er flere usikkerhetsmomenter i utregningen av det tekniske potensialet for energirehabilitering. Spesielt knyttet til bygningsmassens sammensetning og tilstand. I tillegg vil bygningsmessige løsninger i hvert enkelt bygg kunne legge begrensninger på hvor mye energieffektivisering det er mulig å gjennomføre. Framfor alt er det tekniske potensialet en teoretisk størrelse, men ikke desto mindre viktig for å forstå hva som er det økonomiske potensialet, jf. kap. 2.3

---

<sup>12</sup> Ved å bytte fra et vindu med en U-verdi på 2,8 W/m<sup>2</sup>K til et vindu som tilfredsstiller TEK- 17 kravet på 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Merk at 2,8 W/m<sup>2</sup>K er en gjennomsnittsverdi. Eldre vinduer kan være et enkelt glass i vanlig ramme med en U-verdi på rundt 5 W/m<sup>2</sup>K, altså et betydelig større varmetap.

## 2.3. Økonomisk potensial under 1kr/kWh

Det økonomiske potensialet for energieffektivisering er beregnet ved å summere det tekniske potensialet for tiltak med en kostnad under én krone per sparte kilowatttime. Tiltakenes kostnad er uttrykt som LCOE («Levelized cost of energy», se faktaboks på neste side), det vil si kroner per sparte eller produserte kilowatttime over tiltakets levetid, diskontert til dagens verdi. Vi har benyttet en diskonteringsrente (avkastningskrav) på 4 prosent<sup>13</sup>, som er vanlig i samfunnsøkonomiske vurderinger. MVA er ikke tatt med i kostnadene.

Kostnader og energibesparelser for tiltak på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og styring av energibruk er hentet fra et arbeid Multiconsult har gjort på oppdrag fra NVE<sup>14</sup>. For varmepumper er kostnadene basert på NVEs kostnadsrapport fra 2015, med indeksjustering opp til 2020. Kostnadene til solcelleanlegg på bygninger tar utgangspunkt i NVE sine estimater av produksjonskostnader fra 2021<sup>15</sup>.

Vi har anslått følgende potensial med en LCOE under 1kr/kWh:

- Tiltak på bygningskroppen har et potensial på omtrent 12 TWh. Det omfatter bl.a. etterisolering av tak og vegg, når vi ser på merkostnaden av å etterisolere hvis man uansett skal bytte kledning eller tak.
- Oppgradering av tekniske systemer har et potensial i underkant av 9 TWh, som omfatter tiltak på ventilasjonssystem.
- Energistyring har et potensial på 3 TWh.
- Varmepumper har et potensial på nærmere 8 TWh produksjon av varme. Dette potensialet kan ikke legges sammen med de andre potensialene. Hvis det gjennomføres tiltak som reduserer byggets energibehov, vil potensialet for oppvarming med varmepumper reduseres.
- Solcelleanlegg på bygninger har et stort potensial for strømproduksjon. Vi har ikke gjort en grundig analyse i denne rapporten. Analyser gjennomført av andre aktører peker på et teknisk potensial på flere titalls TWh.

I beregningen av LCOE er det energibesparelse eller produksjon i bruksfasen som telles med. For tiltakene på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og energistyring er energibesparelsen reduksjon i netto energibehov. LCOE for varmepumper og solceller tar utgangspunkt i henholdsvis produsert varme og elektrisitet.

I dette kapittelet presenterer vi et estimat av det økonomiske potensialet, gitt en diskonteringsrente på 4 prosent, med en kostnad under 1 kr/kWh. I en samfunnsøkonomisk analyse kan effektiviseringstiltak ses i sammenheng med for eksempel produksjonsteknologier, hvor kostnaden spenner fra 0,26 kr/kWh for vindkraft på land til rundt en krone per kilowatttime for flytende havvind<sup>15</sup> (med en rente på 4 prosent). Produksjonsteknologier vil ha kostnader som ikke omfattes av en LCOE beregning, knyttet til nett, naturinngrep og lignende. Tilsvarende kan effektiviseringstiltak ha kostnader knyttet til å overkomme barrierer. Dersom vi ser på potensialet under en lavere pris per kilowatttime vil potensialet være lavere. Under 0,5 kr/kWh er potensialet for eksempel rundt halvparten av potensialet under 1kr/kWh (11,3 TWh), for tiltak på bygningskroppen, oppgradering av

---

<sup>13</sup> Veileder i samfunnsøkonomiske analyser, DFØ, 2018. <https://dfo.no/filer/Fagomr%C3%A5der/Utreddinger/Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.pdf>

<sup>14</sup> Multiconsult v/Trond Ivar Bøhn på oppdrag fra NVE, «Kostnader for energieffektivisering i bygg», april 2021.

<sup>15</sup> <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/kostnader-for-kraftproduksjon/>

tekniske systemer og energistyring. Grensen på en krone per kWh er valgt fordi den ligger i området for kostnader for produksjon og overføring. I Olje- og energidepartementets Prop 1 S (2017-2018) er dette også angitt som nivå for sluttbrukerprisen for strøm. Potensialet for tiltak med en lavere kostnad er i denne analysen ansett å være kostnadseffektive. De høye strømkostnadene for vinteren 2021-22 er likevel ikke tatt inn i beregningen.

### LCOE – Levelized cost of energy

«Levelized cost of energy», eller LCOE, er kostnaden for å produsere energi over levetiden til en produksjonsteknologi. Kostnadene omfatter investerings-, vedlikehold og drifts-, og brenselkostnader. LCOE brukes primært til å sammenligne kostnadene til ulike produksjonsteknologier, eller vurdere om et prosjekt er lønnsomt. En måte å forstå LCOE er som gjennomsnittlig minimumspris den produserte energien må selges for, for å veie opp for kostnadene over levetiden.

Mange energieffektiviseringstiltak produserer ikke energi og går litt utenfor de teknologiene som gjerne beskrives med LCOE. Når vi angir LCOE for slike effektiviseringstiltak ser vi på kostnaden for å spare energi over tiltakets levetid, diskontert til dagens verdi. Den sparte energien tilsvarer energi som ikke trenger å produseres, slik at vi kan sammenligne kostnadseffektiviteten til effektiviseringstiltak og produksjonsteknologier.

LCOE for en produksjonsteknologi eller et effektiviseringstiltak beskrives ved følgende uttrykk:

$$LCOE = \frac{\text{Netto nåverdi av totale kostnader over levetiden (kr)}}{\text{Netto nåverdi av produsert(eller spart) energi over levetiden (kWh)}}$$

Der

$$\text{Netto nåverdi av totale kostnader over levetiden} = \sum_{t=0}^N \frac{I + D_t + B_t}{(1 + r)^t}$$

$$\text{Netto nåverdi av produsert eller spart energi over levetiden} = \sum_{t=0}^N \frac{E_t}{(1 + r)^t}$$

$I$  = investeringskostnad (kr)

$D_t$  = drifts – og vedlikeholdskostnader i år  $t$  (kr)

$B_t$  = brenselkostnader i år  $t$  (kr)

$E_t$  = produsert eller spart energi i år  $t$  (kWh)

$N$  = levetiden til produksjonsteknologi eller effektiviseringsiltak (år)

$r$  = diskonteringsrente (%)

I samfunnsøkonomiske analyser bruker vi en diskonteringsrente på 4 prosent. Kostnader og levetid for produksjonsteknologier eller tiltak er gjennomsnittsverdier, og viser ikke spennet innenfor hver enkelt teknologi.

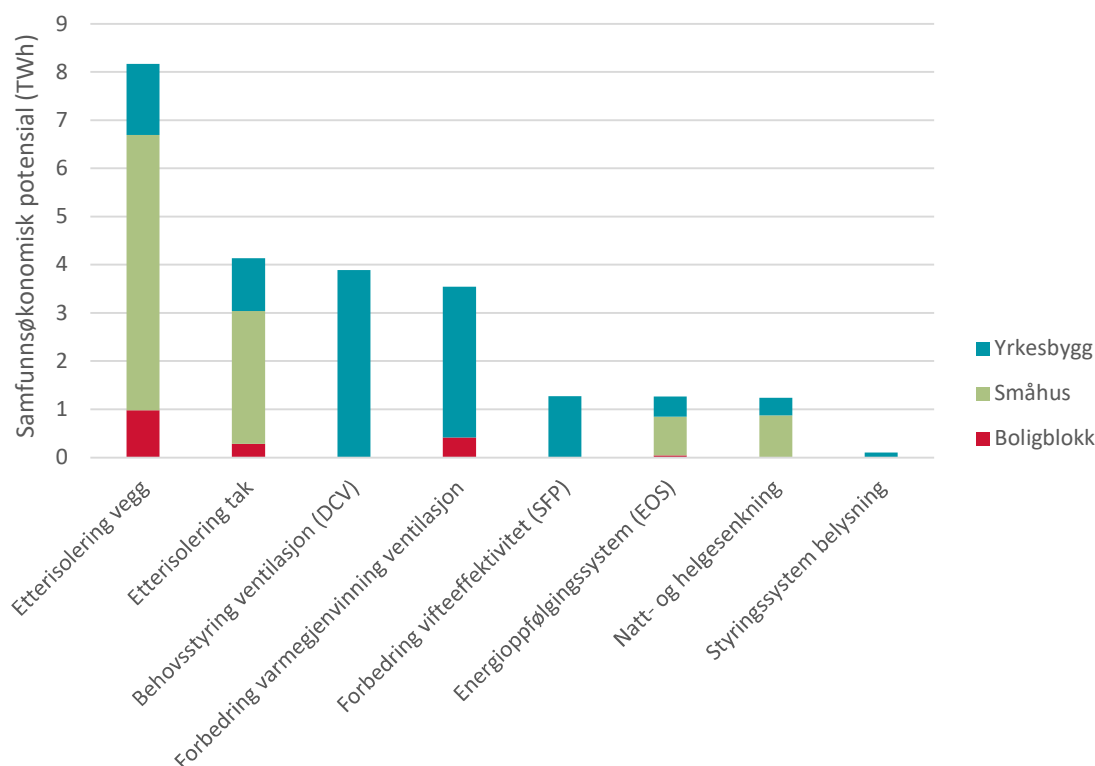
### 2.3.1. Tiltak på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og energistyring

Kostnader og energibesparelser ved å løfte dagens bygningsmasse til TEK17-nivå, ligger til grunn for beregning av det økonomiske potensialet, basert på 4 prosent diskonteringsrente, i dette kapitlet. Det omfatter tiltak på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og energistyring.

Tabell 2-3 Økonomisk potensial for tiltak på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og energistyring med en kostnad (LCOE) under 1kr/kWh. Beregnet med 4 prosent diskonteringsrente uten MVA. Kilde: NVE og Multiconsult

| Økonomisk potensial, energieffektivisering bygg, LCOE under 1 kr/kWh, diskonteringsrente 4 %, TWh |            |           |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|--------|
| Småhus                                                                                            | Boligblokk | Yrkesbygg | Totalt |
| 10,1                                                                                              | 1,7        | 11,8      | 23,6   |

Det økonomiske potensialet med 4 prosent diskonteringsrente, under 1 kr/ kWh er beregnet til 23,6 TWh for tiltak på bygningskroppen, oppgradering av tekniske systemer og energistyring. Potensialet er summen av energibesparelser som kan utløses hvis tiltak med LCOE under 1 kr/kWh gjennomføres. En diskonteringsrente på 4 prosent er benyttet, og MVA er ikke tatt med. Yrkesbygg har det største potensialet på 11,8 TWh, tett etterfulgt av småhus med 10,1 TWh, som illustrert i Tabell 2-1. Boligblokker har et potensial på 1,7 TWh.



Figur 2-2 Økonomisk potensial for energibesparelse ved gjennomføring av tiltak med en kostnad (LCOE) under 1 kr/kWh. Diskonteringsrente 4 prosent, uten MVA. Kilde: NVE og Multiconsult

Etterisolering av vegg og tak samt ventilasjonstiltak har det største lønnsomme potensialet, som vist i Figur 2-2. Potensialet for etterisolering av vegg og tak ligger samlet på rett over 12 TWh, hvor

hovedvekten av potensialet er i småhus. Etterisolering av vegg og tak er mest relevant for bygg bygget før ca. 1970. Ventilasjonstiltakene har et samlet lønnsomt potensial på rundt 8,7 TWh, hovedsakelig i yrkesbygg. For etterisolering av vegg og tak er det merkostnaden for energieffektivisering som ligger til grunn, altså kostnaden for å etterisolere hvis du allerede skal bytte kledning eller tak. Den totale kostnaden for etterisolering er høy dersom kostnadene for å bytte kledning eller tak regnes med. Grunnen til at vi har valgt å bruke merkostnad for disse tiltakene er at vi anser det som lite sannsynlig at utvendig etterisolering vil gjennomføres alene. Men i bygninger av en viss alder vil det komme anledninger hvor det er naturlig å vurdere bytte av kledning.

Selv om det er stort lønnsomt potensial, så er det ikke alt som kan realiseres her og nå. Flere av tiltakene har såkalte triggerpunkter, eller mulighetsvinduer, for når tiltaket kan og bør gjennomføres. Mulighetsvinduer er gjerne knyttet til handlinger, der forbruker er i en fase der de utforsker muligheter og tar avgjørelser. Det gjelder spesielt for tiltak på bygningskroppen. For eksempel vil etterisolering av vegg kun være interessant og lønnsomt hvis man uansett skal bytte kledning, noe som typisk gjøres med et intervall på 20 til 50 år. Å erstatte en bygningsdel før den har nådd sin levetid kan ha negative indirekte konsekvenser som ikke veies opp av redusert energibruk. Det kan gjelde tiltak som bruker materialer med betydelige klimagassutslipp. Desto viktigere er det at tiltaket utløses når mulighetsrommet er der. (Mer informasjon om gjennomføringsintervallet til hvert tiltak finnes i vedlegg B.)

Adferd er en viktig faktor for om det lønnsomme potensialet utløses. Forbrukere, spesielt privatpersoner, påvirkes av mange andre faktorer enn økonomi. Selv om et tiltak er lønnsomt, enten samfunnsøkonomisk eller privatøkonomisk, vil det ikke nødvendigvis gjennomføres. Forbrukeren kan ha andre preferanse for bruk av sine ressurser, for eksempel kan det oppleves som mer presserende å rehabilitere badet enn å isolere gulv og tak. I tillegg opplever forbrukeren ofte en del barrierer, som mangel på kunnskap, manglende kapasitet eller evne til å utføre tiltaket, søknadspliktige tiltak, mangel på ressurser eller mangel på tid. Alt dette er barrierer som gjør at lønnsomme tiltak ofte ikke gjennomføres.

Tiltakenes potensial forutsetter i denne analysen en oppgradering til TEK17- nivå, men energieffektiviseringen som i praksis gjennomføres er ofte mindre omfattende. Det innebærer at både kostnadene og energibesparelsene man ser i effektiviseringsprosjekter kan være lavere enn det vi legger til grunn i analysen.

Tidligere i år publiserte NVE en analyse som anslo et lønnsomt potensial i bygg på 13 TWh<sup>16</sup>. Potensialet tok utgangspunkt i de samme tiltakene som vi i denne analysen beregnet til et potensial på 23,6 TWh. Noen av disse resultatene er beskrevet i 2.7.

### 2.3.2. Varmepumper

For å estimere potensialet for varmpumper har vi tatt utgangspunkt i areal for alle bygningstypene delt inn i leilighet, småhus, kontorbygg, forretningsbygg og andre yrkesbygg. Vi har hentet oppvarmingsbehov for bygningstypene og byggeperiode (TEK) i NVEs bygningsmodell.

For hver bygningskategori og byggeperiode har vi:

- Anslått hvor mye av oppvarmingen i det enkelte bygg som kan dekkes av varmepumpe (dekkningsgrad). Dette er gjort både for luft-luft og luft-vann/væske-vann. Her har vi blant annet tatt hensyn til at eldre boliger fra 70-tallet har en rominndeling som gjør at en varmepumpe bare vil dekke deler av oppvarmingsbehovet, eksempelvis bare stue og

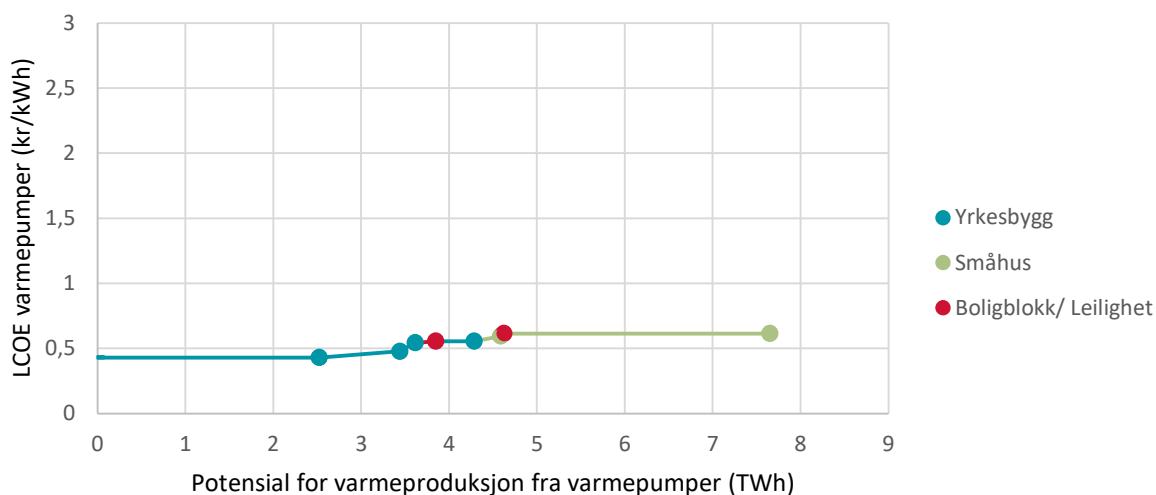
---

<sup>16</sup> [Energieffektivisering - NVE](#)

kjøkken, mens nyere hus har mer åpne romløsninger, og en varmepumpe kan dermed dekke en større del av oppvarmingen.

- Anslått hvor mye av det nasjonale arealet i hver bygningskategori som kan få installert varmepumpe (utbredelsesgrad). Eksempelvis vil noen bygg være vernet eller fredet og kan derfor ikke få luft-til-luft/vann varmepumpe. Dessuten ligger noen bygg så tett på hverandre at det ikke alltid vil være teknisk mulig med varmepumpe, da noen varmepumper vil ha installasjoner som krever plass.
- Trukket fra arealet som allerede har varmepumpe.
- Anslått hvor mye av arealet som allerede har vannbåren varme i ulike bygningstyper. Vi beregner kun potensial for luft-vann/væske-vann i bygg som allerede har vannbåren varme. Dermed får vi et lavere potensial enn det som teknisk sett er mulig. Dersom vi skulle lagt inn varmepumper i bygg som *ikke* har vannbåren varme, måtte vi lagt til kostnaden for vannbåren varme i beregningene.
- Anslått hvor mye av arealet i hver bygningstype som kan tenkes å bli dekket av de enkelte pumpetyperne, dvs. luft-luft, luft-vann eller væske-vann (innbyrdes utelukkende).
- Anslått typisk størrelse for pumper for de ulike bygningstypene og arealene. Her har vi forenklet og kun forutsatt én størrelse for hver pumpetype (Ideelt sett skulle vi her brukt ulike pumpestørrelser. eksempelvis at 50 prosent av det tilgjengelige arealet i kontorbygg dekkes av små pumper, mens 50 prosent dekkes av større pumper).

Med disse forutsetningene kom vi frem til volum (TWh) som kan dekkes av ulike pumpetyper og pumpestørrelser. Hvert av volumene er tilordnet en pumpetype med tilhørende LCOE. Pumpetyperne



Figur 2-3 Rangering av potensiale for varmepumper, etter lønnsomhet (LCOE). Uten mva, diskonteringsrente 4 prosent. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Basert på anslag. Kilde: NVE og NOVAP.

og LCOE hentet vi fra NVEs kostnadsrapport 2018. I NVEs kostnadsrapport 2017 var det brukt en kraftpris på 34,4 øre, nettleie 29,9 øre, og elavgift 16,32 øre. Uten mva. ble da energikostnad oppunder 80 øre/kWh. Inklusive MVA tilsvarer det en sluttbrukerpris på 1 kr/kWh. Resultatet er vist i Figur 2-3.

Forutsetningene for analysen er vist i vedlegg B. Anslag for økt bruk av varmepumper med tilhørende LCOE er vist i vedlegg B. Merk at dette er usikre tall, da forutsetningene bygger på en del grove anslag. I tillegg er det en del forenklinger i forutsetningene. I næringsbygg har vi eksempelvis kun forutsatt én størrelse for hver pumpetype, dvs. én størrelse væske-vann, én størrelse luft-vann og én

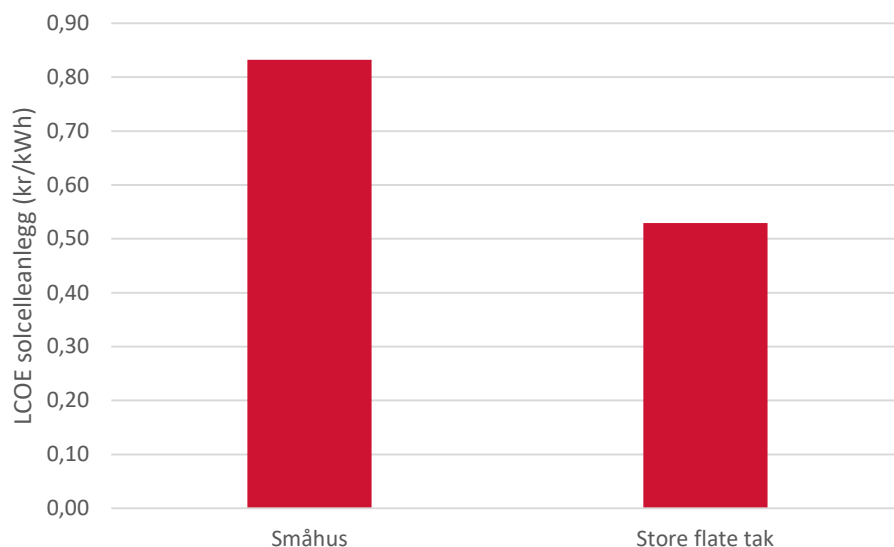
størrelse luft-luft. Dersom vi hadde splittet arealet mer opp, og definert at en andel av arealet kan ha små pumper, en annen andel kan ha medium pumper, og en siste andel kan ha store pumper ville vi fått en mer oppdelt LCOE, hvor noen LCOE ville blitt litt lavere og noen litt høyere.

Videre er det verdt å merke seg at ved å sette skranker for dekningsgrad og utbredelsesgrad reduserer vi potensialet for varmepumper. Dersom vi hadde lagt til grunn en større dekningsgrad og utbredelsesgrad ville volumet (TWh) blitt større. Teoretisk potensial, og kanskje også teknisk potensial, vil være større enn hva vi viser her.

### 2.3.3. Solcelleanlegg

Det er et betydelig potensial for produksjon av strøm fra solcelleanlegg på bygg. I solbransjens veikart mot 2030<sup>17</sup> anslår Multiconsult at det tekniske potensialet er minst 30 TWh. Det omfatter produksjon som er mulig å få til på eksisterende bygningsmasse, ved å installere solcelleanlegg på fasader og tak. Hvor mye av dette som kan utløses vil avhenge blant annet av rammebetingelser og utvikling i prisnivå.

Lønnsomheten til solcelleanlegg har økt de siste årene som følge av nedgang i kostnader for å produsere og installere solcelleanlegg. I tillegg har virkningsgraden til nye paneler økt, slik at det kan produseres mer strøm per kvadratmeter solcelle. Figur 2-4 illustrerer LCOE for solcelleanlegg på bygninger, anslått av NVE<sup>18</sup> med en diskonteringsrente på 4 prosent. Anlegg på småhus er anslått å ha en LCOE på 0,83 kr/kWh. Solcelleanlegg på store flate tak antas å ha en lavere LCOE, på 0,53 kr/kWh. Skalafordele ved større anlegg gir reduserte kostnader per produserte kilowattime.



Figur 2-4 kostnader uttrykt ved LCOE (kr/kWh) for solcelleanlegg, beregnet med en diskonteringsrente på 4 prosent uten MVA. Kilde: NVE

<sup>17</sup> Veikart for den norske solkraftbransjen mot 2030, Solenergiklyngen og FME SUSOLTECH, 2020

<sup>18</sup> <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/kostnader-for-kraftproduksjon/>

### 2.3.4. Andre nytteverdier

Tiltak for energieffektivisering har effekter også utover redusert energibehov og energibruk. Dette er nytteverdier som ofte er vanskelig å kvantifisere. Like fullt er det viktig å ha dette utvidede perspektivet med i vurderingen. Vi vil nedenfor knytte noen vurderinger til de mest relevante aspektene.

Reduserte klimagassutslipp. Gjennom forbudet mot bruk av mineralolje til oppvarming er det aller meste av direkte utslipp fra bygninger faset ut. Oppvarming med naturgass gjenstår, men har beskjedent omfang. Indirekte klimagassutslipp er dermed det som er relevant, gjennom:

- Bruk av fossilt brensel i fjernvarme. Dette er fortsatt tillatt, men bransjen har i stor grad faset ut slikt brensel.
- Utslipp i produksjonen av byggematerialer har fått økende oppmerksomhet ettersom utslipp fra bygningenes driftsfase er redusert. Det pågår et betydelig arbeid med beregningsmetodikk og å vurdere hvordan slike utslipp kan hensyntas. Vi viser her særlig til standarden NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger.
- Utslipp i andre land knyttet til norsk bruk av elektrisitet. Kraftnettet er knyttet til nettet på kontinentet, og det kan derfor knyttes noen utslipp også til strømbruk i Norge. Dette kan beregnes på forskjellige måter og med ulike forutsetninger.
- Utslipp i byggefasen. Utslipp fra byggvarme og anleggsmaskiner er fortsatt en betydelig post, men det er mye oppmerksomhet og initiativer for å få til utslippsfrie anleggsplasser. I tillegg vil det bli forbud mot bruk av fossil olje til byggvarme fra 2022.

Annen redusert påvirkning på ytre miljø. Vi kan ikke se at energieffektivisering har noen vesentlige virkninger for det ytre miljø for øvrig, annet enn utslipp fra produksjon og transport av byggevarer og eventuell bruk av miljøskadelige materialer. Det kan også være miljøaspekter ved overgang til andre energibærere, som f.eks. kuldemedier for varmepumpe, utslipp til luft fra forbrenningsanlegg osv.

Redusert effektbehov og dermed lavere belastning på strømmettet. Energieffektivisering gir ofte også mindre etterspørsel etter elektrisk effekt. Noen tiltak kan derimot gi høyere effektuttak. For eksempel kan nattsinking av romtemperaturen føre til større effektbelastning når innetemperaturen økes om morgenen. Eksempler på effektiviseringstiltak som samtidig reduserer effektbelastningen er:

- Isolasjon av bygningskroppen gir varig redusert energibehov, og reduksjonen er størst på kalde dager.
- Erstatte panelovner med væske-vann varmepumpe eller biobrensel. Luft til luft-varmepumper vil i mindre grad redusere effektuttaket de kaldeste dagene. Varmepumpens evne til å utnytte omgivelsesvarme faller ved lave temperaturer, og ved lave utetemperaturer vil varmepumpen bruke nesten like mye strøm inn som den gir varme ut.

Når man vurderer tiltak for energieffektivisering, er det fornuftig også å vurdere tiltak for å redusere effektbelastningen. Styringssystemer for tekniske anlegg i bygninger kan bidra til å redusere effektbelastningen ved å flytte laster. Teknologi for lagring av energi kan også bidra. Dette skjer allerede i varmtvannstanker, og denne fleksibiliteten kan utnyttes bedre gjennom styringssystemer. Elektrisitet kan dessuten lagres i batterier.

Bedre inneklima og komfort. Økt komfort har blitt en viktig drivkraft for renovering av bygninger generelt, også for energieffektivisering spesielt. Gode eksempler på dette er markedsføring av godt isolerte boliger med lite trekk og varme gulv. For yrkesbygg er inneklima en viktig driver for tiltak, blant annet gjennom arbeidsmiljølovens krav.

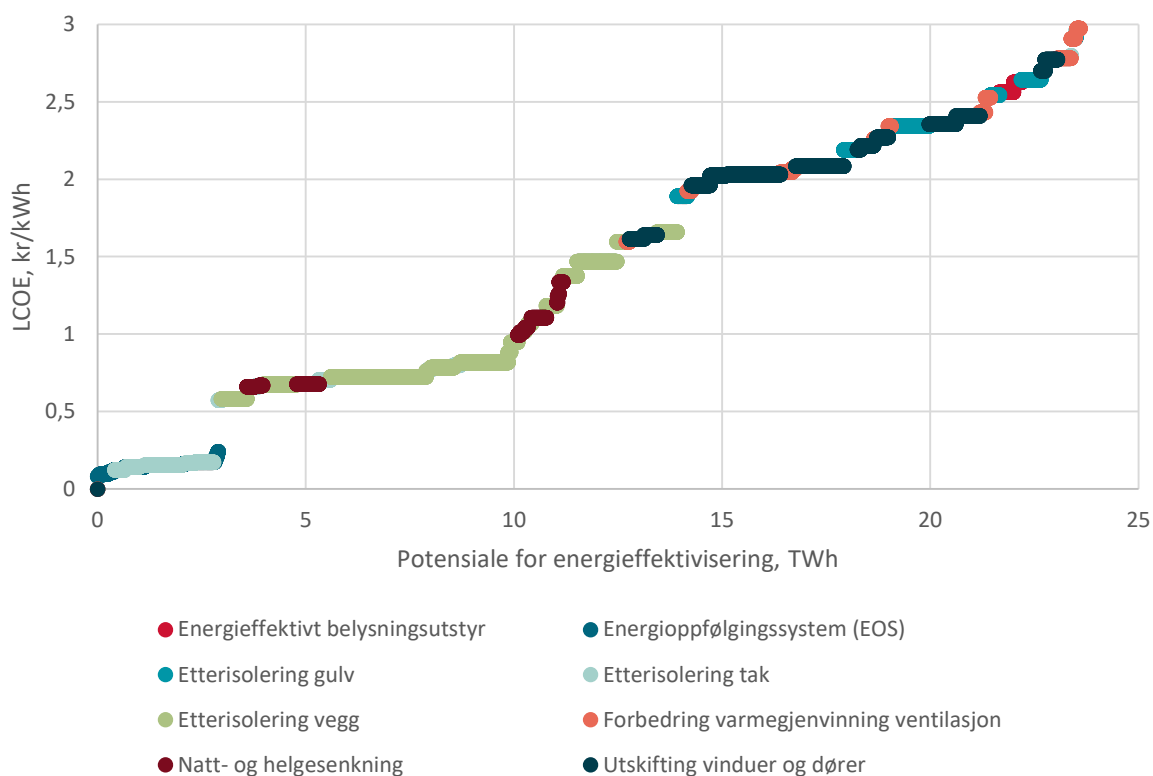
Sysselsetting og næringsutvikling. Investeringer i energieffektivisering kan ha stor virkning for bygge- og anleggssektoren gjennom etterspørsel etter lokal arbeidskraft. Sintef Byggforsks beregninger i 2009 viser en svært viktig sammenheng mellom sysselsetting og energieffektivisering<sup>19</sup>. Thema Consulting har i 2021 antatt 0,5-1 årsverk per million kroner investert i energieffektiviseringstiltak<sup>20</sup>. Enda viktigere er det at slike tiltak vil gi etterspørsel etter «energieffektive varer og tjenester». Mye av dette markedet er fortsatt i en tidlig fase, og man kan forvente at økt omsetning vil bidra til lavere kostnader.

## 2.4. Vurdering av tiltak i småhus

For småhus er det et betydelig potensial for tiltak med lav kostnad. Det er isolasjonstiltakene som dominerer.

Småhus består av eneboliger, to- til firemannsboliger, rekkehus, kjedehus og terrassehus til og med tre etasjer. Småhus har med tiden blitt bedre og bedre isolert, og det er mest aktuelt å etterisolere vegg, tak og gulv for småhus bygget før ca. 1970. For eldre småhus er det normalt med naturlig ventilasjon mens det i de fleste nyere småhus (etter ca. 2010) er installert balansert ventilasjon med varmegjenvinner. Vanligvis er det boligeier som bestemmer hvilke tiltak som skal gjennomføres, spesielt i eneboligene.

I Figur 2-5 viser vi tiltak for energieffektivisering i småhus etter lønnsomhet, basert på Multiconsult og NVEs analyser. Det er estimert til sammen ca. 10 TWh tiltak som har kostnad lavere enn 1 kr/kWh (LCOE). Figuren illustrerer ulike gjennomsnittlige kostnadsnivåer. Hvert punkt representerer kostnaden for ett tiltak for en aldersgruppe og en geografisk plassering. F.eks. vil etterisolering av

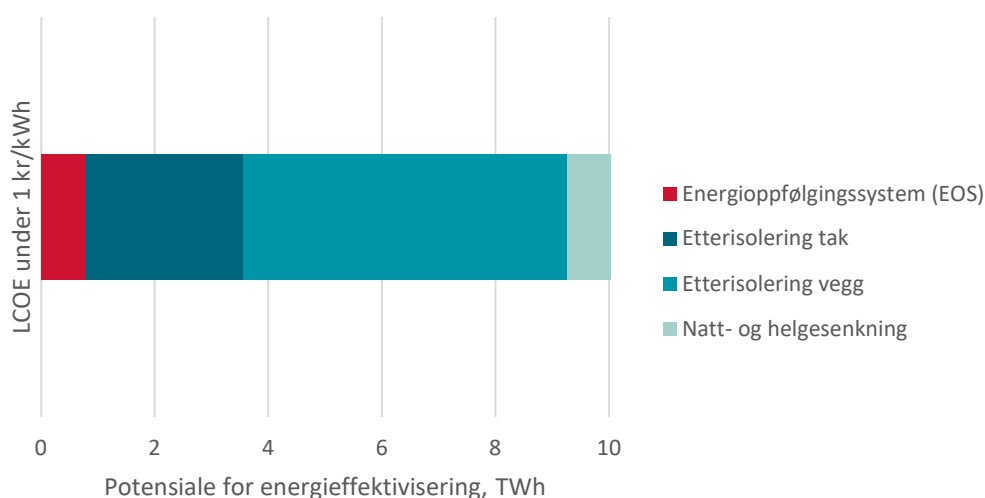


<sup>19</sup> Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene, Prosjektrapport 40, Sintef Byggforsk, 2009.

<sup>20</sup> Grønn rehabiliteringsbølge i Norge, THEMA Consulting, 2021. ([Heading \(nelfo.no\)](https://nelfo.no))

vegg gi ulike punkter med kostnad avhengig etter hvor huset er plassert (klima) og når det er bygget. Alle tiltakene med lav kostnad er summert i figur 2-6.

Figur 2-6 viser de tiltakene som har lavere LCOE enn 1 kr/kWh. Det største potensialet for energieffektivisering av småhus er å etterisolere vegg. Etterisolering av tak har et litt mindre potensial, men er et rimeligere tiltak enn å etterisolere vegg. For etterisolering er det merkostnaden ved å etterisolere som er tatt med, ikke kostnaden med å skifte hele yttersiden av veggen eller taket. Energioppfølgingssystem (EOS) og natt- og helgesenkning har også lav kostnad, men har betydelig lavere potensial. Utskifting av vinduer har en høy kostnad, men merkostnaden ved å sette inn meget godt isolerte vinduer når man likevel skal bytte vinduer, er meget lav. I beregningene i denne rapporten er kostnadene ved å bytte vinduer inkludert. Derfor har dette tiltaket en LCOE høyere enn 1 kr.



Figur 2-6 Fordeling av tiltak for energieffektivisering med LCOE under 1 kr/kWh, småhus. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Multiconsult og NVE.

De fleste småhus har separate varmeløsninger, og få er koblet til fjernvarme eller en felles varmesentral. Mange småhus har installert luft-til-luft varmepumpe, men det er fremdeles potensial for å installere flere. Luft-til-luft varmepumpe fungerer best i åpne løsninger. Småhus har også mulighet til å utnytte tak og vegger til strømproduksjon med solceller eller til solvarme, og det er et stort potensial for slik egenprodusert strøm. Potensialet for å utnytte energiproduksjon fra varmepumper, solceller eller solvarme til energiproduksjon kommer i tillegg til tallene presentert over.

De fleste av småhusene er privat eid. Dermed er det eier av boligen som bestemmer om energieffektiviserende tiltak skal gjennomføres. Beslutningsprosessen om å gjennomføre tiltak involverer få personer og kan derfor være enkel, men incentivet for å gjennomføre energieffektiviseringstiltak er ofte ikke til stede. Det er store barrierer for å gjennomføre tiltak på bygningskroppen. Det er kostbare tiltak, og de gjennomføres gjerne samtidig med annen utskifting av taktekking, kledning og drenering. De som bor i boligen blir berørt over relativt lang periode. Reguleringsplaner, mindre boareal (ved innvendig isolering), boligeier har ikke midler/får ikke lån, boligens verdi gjenspeiler ikke kostnaden ved energieffektiviseringstiltak, søknadsplikt og endret uttrykk på boligen kan være medvirkende årsaker til at etterisoleringstiltak ikke gjennomføres selv

om man bytter taktekking eller kledning. På den annen side vil tiltak på bygningskroppen øke komforten inne i boligen, og dette kan være et argument for å gjennomføre tiltaket.

#### **2.4.1. Aktuelle tiltak i småhus fordelt på ulike alderskategorier**

Det har ikke innenfor rammen av prosjektet vært mulig med en detaljert og grundig utredning av kostnadseffektive tiltak for renovering av ulike bygg innenfor ulike alderskategorier. Aktuelle lønnsomme tiltak på småhus er avhengig av alder på boligen, tilstanden til boligen, klima den står i og om det har vært utført tiltak på boligen tidligere.

De tre mest lønnsomme tiltakene for småhus er å tette rundt vinduer og dører dersom det trekker, installere styringssystem av lys og varme og installere luft-til-luft varmepumpe. Disse tiltakene er mer eller mindre uavhengig av når boligen er bygget. Lønnsomheten for disse tre tiltakene vil være best i eldre boliger og avta for boliger som er bedre isolert.

Et styringssystem som senker temperaturen om natten/dagen, gir høyere effekt på tidspunkter der kraftnettet er høyt belastet.

Luft-til-luft varmepumpe er relativt rimelig og relativt enkelt å installere samt reduserer energikostnadene for boligeierne. Det reduserer ikke energibehovet.

Solcelleanlegg vil heller ikke redusere energibehovet, men redusere energikostnadene og er aktuelt for alle småhus. Kostnadene er fremdeles relativt høye.

Småhus bygget ca. 2010 eller senere (TEK07, TEK10 eller TEK17) er meget energieffektive, og det er få energieffektiviseringstiltak som er aktuelle utenom å installere varmestyringssystem eller luft-til-luft varmepumpe. For såpass nye boliger vil lønnsomheten for disse tiltakene være langt lavere enn for eldre boliger.

For boliger som har 2-lags isolerglassvinduer eller doble/enkle vinduer, det vil si bygget før ca. 2010, vil det være aktuelt å skifte til 3-lags isolerglassvinduer dersom vinduet skal skiftes ut. Merkostnaden ved å skifte til godt isolerte vinduer er meget liten. Er vinduene i god stand, er det ikke lønnsomt å skifte vinduer.

For boliger bygget før ca. 1970 kan det være kostnadseffektivt å etterisolere vegger, tak og mot grunn dersom man skal bytte veggkledning, taktekking eller gulvet. For enkelte småhus kan det også være aktuelt å etterisolere kaldloft eller sprøyte isolasjon inn i veggen/takkonstruksjonen. Dette er rimeligere tiltak, men er avhengig av hvordan boligen er konstruert. Lønnsomheten ved etterisolering er større dersom småhuset har lite eller ingen isolasjon. Økt takhøyde pga. etterisolering, etterisolering av alle vegger og skifte av alle vinduer er søknadspliktige tiltak.

Balansert ventilasjonsanlegg er i hovedsak kun aktuelt i småhus der man har tettet utettheter. Det vil si for boliger som er mer eller mindre totalrehabilitert.

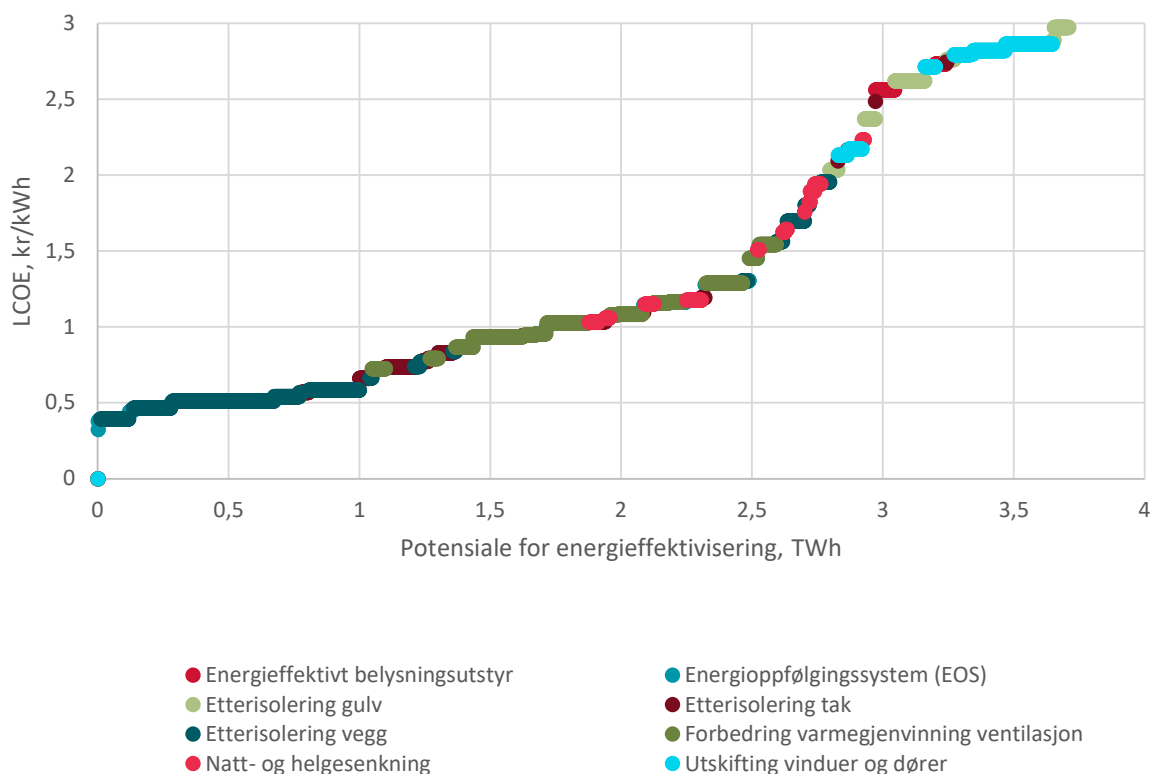
Rekkefølgen på tiltak er i hovedsak avhengig av i hvilken bygningsteknisk tilstand boligen er i. Skal vinduene skiftes, lønner det seg å sette inn meget godt isolerte vinduer. Skal kledningen skiftes, lønner det seg å etterisolere veggen etc. Er boligen etterisolert, er det ikke så lønnsomt å installere varmepumpe eller varmestyringssystem og motsatt.

## **2.5. Vurdering av tiltak i boligblokker**

For boligblokker er det et betydelig potensial for tiltak med lav kostnad. I Figur 2-7 ser vi en kurve som viser tiltak på bygningskroppen, rangert etter kostnad (LCOE). Figuren illustrerer ulike gjennomsnittlige kostnadsnivåer. Hvert punkt representerer kostnaden for et tiltak for en

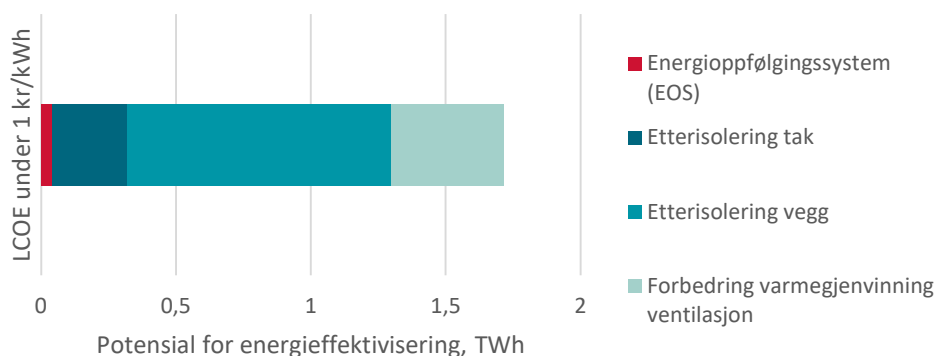
aldersgruppe og en geografisk plassering. F.eks. vil etterisolering av vegg gi ulike punkter med kostnad avhengig etter hvor huset er plassert (klima) og når det er bygget. Alle tiltakene med lav kostnad er summert i figur 2-8.

Boligblokker skiller seg vesentlig fra småhus ved at hver bolig ofte er mindre enn boliger i småhus. Men mange boliger samlet i ett bygg innebærer også at bygningen i seg selv er mer energieffektiv med mindre varmetap. Boligblokker skiller seg også fra småhus ved at det teknisk sett ligger mye bedre til rette for fellesløsninger. Det er derfor vanlig med felles oppvarmingssystemer, enten basert på fjernvarme eller felles varmesentral. Videre er det i boligblokker større innslag av ventilasjonssystemer enn i småhus.



*Figur 2-7 Rangering av energieffektiviseringstiltak i boligblokker, etter kostnad (LCOE). Uten mva., diskonteringsrente 4 prosent. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Multiconsult og NVE*

I Figur 2-7 viser vi tiltak for energieffektivisering etter lønnsomhet, basert på Multiconsult og NVEs analyser. Det er estimert til sammen 1,5-2 TWh tiltak med lavere kostnad enn 1 kr/kWh (LCOE). Systemer for styring og energioppfølging har også lav kostnad, men de store potensialene er knyttet til isolasjon av yttervegger og tak. Tilsvarende som for småhus er det mest aktuelt å etterisolere vegg og tak for boligblokker bygget før 1970. Det er også et stort potensial ved å installere forbedret varmegjenvinning fra ventilasjon, jf. Figur 2-8.



Figur 2-8 Fordeling av tiltak for energieffektivisering med LCOE under 1 kr/kWh, boligblokker. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Multiconsult og NVE

Varmeforsyningen til boligblokker er for en stor del tilrettelagt for fleksibilitet ved at det er vannbårne systemer. Her kan energibæreren relativt enkelt tilpasses markedet. Der varmepumper tas i bruk, kan dette gjøre stort utslag på levert energi ved at varmepumper kan utnytte omgivelsesvarme. Boligblokker har også mulighet til å utnytte tak og vegger for strømproduksjon med solceller. Når det nå er lagt bedre til rette for at borettslag og sameier kan utnytte egenprodusert strøm innen bygningen, er det et stort potensial for mer produksjon av strøm fra PV. Borettslag og sameier har store bygninger og forvalter ofte en stor bygningsmasse. Dette legger til rette for at man effektivt kan gjennomføre tiltak i bygningene. En stor barriere mot slike tiltak har vist seg å være beslutningsprosessen. Det kan være vanskelig å få til enighet om store investeringer som påvirker bokostnader og kanskje medfører langvarige byggeperioder. Gjennomsnittlig botid i boligblokker er vanligvis ganske kort sammenliknet med småhus, og dermed er investeringsviljen til beboerne lavere. Borettslag med gode systemer for å håndtere bygningsdrift har generelt bedre forutsetninger enn borettslag og sameier uten dette.

Når vi derimot vurderer adferdstiltak for energieffektivisering, så er det en vanlig barriere at varmforsyningen er et fellesgode hvor avregning av energikostnaden skjer etter en arealmessig fordeling. Dette er bakgrunnen for at det har blitt økende oppmerksomhet om individuell måling og avregning av varme på samme måte som for el.

### 2.5.1. Aktuelle tiltak i boligblokker fordelt på ulike alderskategorier

Det har ikke innenfor rammen av prosjektet vært mulig med en detaljert og grundig utredning av kostnadseffektive tiltak for renovering av ulike bygg innenfor ulike alderskategorier. Aktuelle lønnsomme tiltak på boligblokker er avhengig av alder på boligblokken, tilstanden til boligblokken, klima den står i og om det har vært utført tiltak på boligblokken tidligere.

Et lønnsomt tiltak i boligblokker er som for småhus å tette rundt vinduer dersom det trekker. Styringssystem for lys og varme kan være aktuelt, men vil ikke gi like stor reduksjon i energibruk som i småhus da boligene er mindre og boligblokker oftere er bygget med tyngre materialer som holder på varmen. Dermed vil ikke dag-/natt-senkning fungere så bra som i småhus.

Mange boligblokker har vannbåren varme. For disse boligblokkene kan det være lønnsomt å installere en luft/væske-vann varmepumpe.

Solcelleanlegg på tak eller fasade kan være aktuelle for boligblokker. Kostnadene er fremdeles relativt høye. Verken varmepumpe eller solcelleanlegg vil redusere energibehovet, men reduserer energikostnadene

Tiltakene beskrevet over er uavhengig av alder på boligblokken, men lønnsomheten er best for eldre boligblokker og avtar for boligblokker som er bedre isolert.

For boligblokker med 2-lags isolerglassvinduer eller doble/enkle vinduer, det vil si bygget før ca. 2010, vil det være aktuelt å skifte til 3-lags isolerglassvinduer dersom vinduet skal skiftes ut. Merkostnaden ved å skifte til godt isolerte vinduer er meget liten. Er vinduene i god stand, er det ikke lønnsomt å skifte vinduer. For boligblokker med verneverdig fasade, kan man bytte ut varevinduet med isolerglassvindu.

For boligblokker bygget før ca. 1970 kan det være kostnadseffektivt å etterisolere vegger, tak og mot grunn dersom man skal bytte veggkledning, takteking eller gulvet i 1. etasje. For enkelte boligblokker kan det også være aktuelt å etterisolere kald-loft eller sprøyte isolasjon inn i vegg/takkonstruksjonen. Dette er rimeligere tiltak, men er avhengig av hvordan boligblokken er konstruert. Lønnsomheten ved etterisolering er større dersom boligblokken har lite eller ingen isolasjon. Økt takhøyde pga. etterisolering, etterisolering av alle vegger og skifte av alle vinduer er søknadspliktige tiltak. En del boligblokker kan ikke etterisoleres utvendig da fasaden er verneverdig. Dette gjelder spesielt i de store byene som har mange eldre boligblokker med pusset fasade eller mur-fasade. Man kan isolere veggene innvendig, men isolasjonstykkelsen vil da være begrenset pga. faren for frostsprengning og at boeralet reduseres.

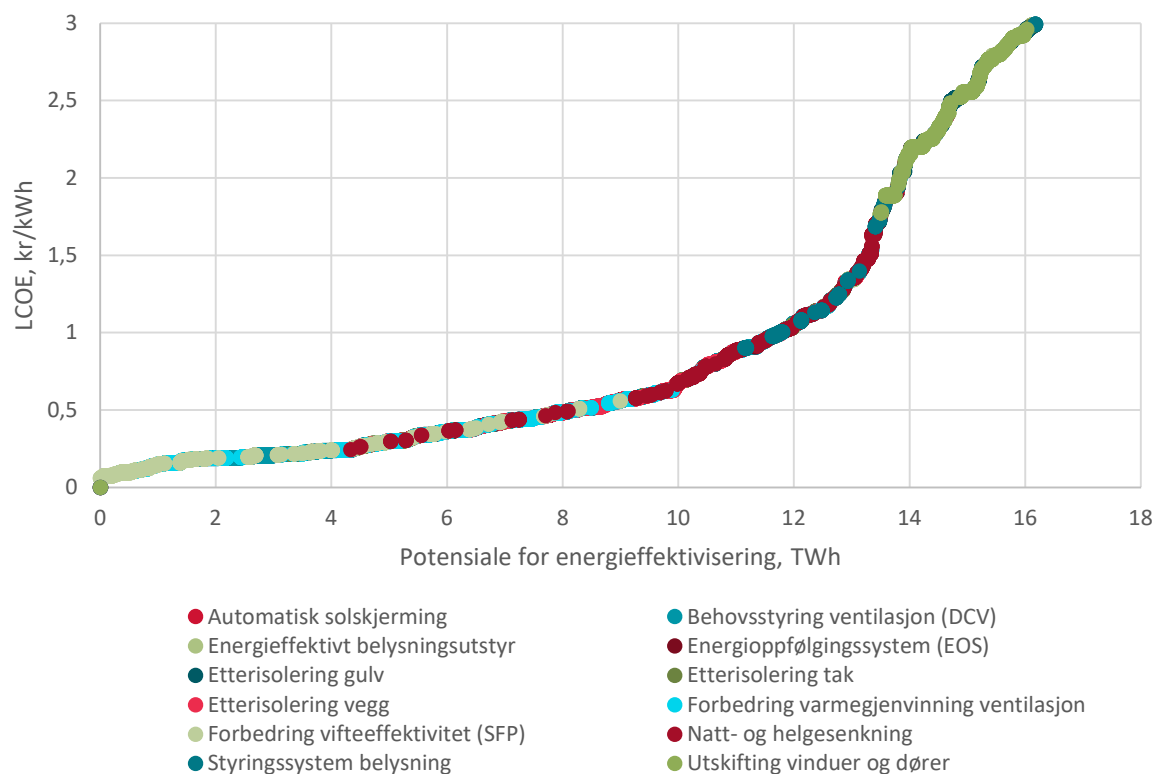
Forbedret varmegjenvinning på avtrekksluften vil være aktuelt for boligblokker som har felles avtrekk. Eldre boligblokker har ikke felles avtrekksluft. Ved større rehabiliteringer der man også har tettset utettheter kan det være aktuelt å installere balansert installasjon.

Boligblokker rehabiliteres som regel når fasaden, vinduene, taktekingen eller dreneringen er moden for utskifting. Rekkefølgen på energieffektiviserings tiltak er i hovedsak mer avhengig av hvilke deler av boligblokken som skal rehabiliteres enn av boligblokkens alder.

## 2.6. Vurdering av tiltak i yrkesbygg

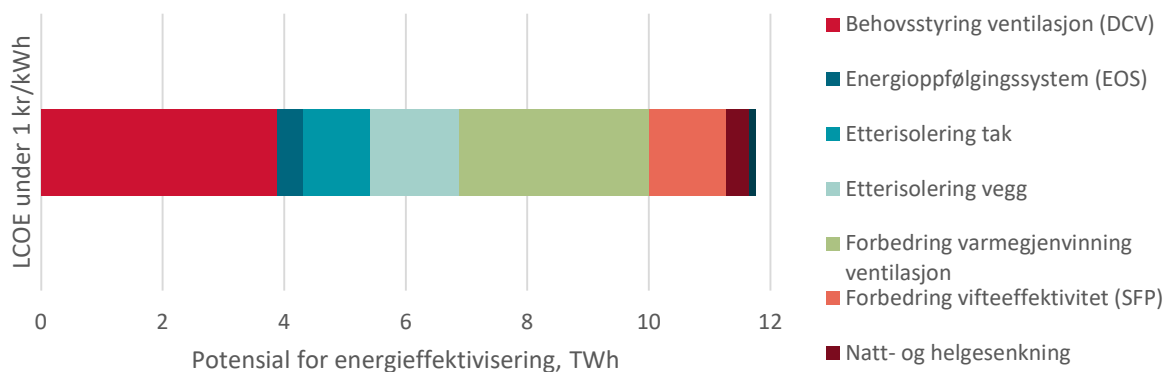
Yrkesbygg består av 11 ulike bygningskategorier med hver sin brukskarakteristikk. For yrkesbygg er det et meget stort potensial for tiltak med lav kostnad. I Figur 2-9 ser vi en kurve som viser tiltak på bygningskroppen, rangert etter kostnad (LCOE). Hele 12 TWh kan effektiviseres til en kostnad (LCOE) lavere enn 1 kr/kWh. Deretter stiger kurven raskere, og viser raskt stigende kostnader for de neste tiltakene. Figuren illustrerer ulike gjennomsnittlige kostnadsnivåer. Hvert punkt representerer kostnaden for et tiltak for en aldersgruppe, bygningskategori og en geografisk plassering. F.eks. vil etterisolering av vegg gi ulike punkter med kostnad avhengig etter hvor huset er plassert (klima), hvilken bygningskategori det tilhører og når det er bygget. Alle tiltakene med lav kostnad er summert i figur 2-10.

Figuren rangerer kun tiltakene på bygningskroppen og bygningens tekniske systemer. Figuren inkluderer ikke skifte av energibærere, som for eksempel overgang til varmepumpe eller biobrensel. Likeså er heller ikke investering i egen strømproduksjon fra PV-anlegg med i figuren.



Figur 2-9 Rangering av tiltak for energieffektivisering i yrkesbygg etter kostnad (LCOE). Uten mva., diskonteringsrente 4 prosent. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Multiconsult og NVE.

I Figur 2-10 ser vi en mer detaljert fremstilling av de mest lønnsomme tiltakene fra kostnadskurven, her vist som tiltakene med en kostnad under 1 kr/kWh. Ventilasjonssystemene representerer det største potensialet for effektivisering. Behovsstyring er et viktig ventilasjonstiltak, det vil si at ventilasjonen slås av eller reduseres i soner som ikke er i bruk. Videre er det et stort potensial i forbedret varmegjenvinning fra ventilasjonsluft, slik at behovet for å varme opp uteluft reduseres. Det er også mye å hente gjennom forbedret effektivitet for vifter i ventilasjonssystemer.



Figur 2-10 Fordeling av tiltak for energieffektivisering med LCOE under 1 kr/kWh. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Multiconsult og NVE

Ventilasjonssystemer sammen med oppvarming og en del annet teknisk utstyr stiller store krav til driften av store yrkesbygg. Potensialet for effektivisering er derfor også stort gjennom energioppfølgingssystemer, energiledelse og andre former for styring av energibruken. Tiltak knyttet til tekniske systemer skiller seg ut ved at disse er mer vanlige i yrkesbygg enn i boliger, og at yrkesbyggeiere ofte vil ønske å profesjonalisere bygningsdriften.

Som vi ser av Figur 2-10 er det et betydelig potensial også i forbedret bygningskropp gjennom etterisolering. Men lønnsomheten er ofte noe dårligere enn tiltak på de tekniske anleggene. I tillegg vil varmetapet for store yrkesbygg være lavere enn for småhus av tilsvarende kvalitet pga. mindre yttervegger per arealenhet.

Varmepumper leverte i 2020 ca. 6 TWh varme i yrkesbygg. Det er et potensial for økning. Men mange store yrkesbygg har allerede vannbåren oppvarming og dermed en innebygget fleksibilitet i varmesystemet, og varmepumpe er enten allerede i bruk, er vurdert eller kan bli aktuelt. For små yrkesbygg er det et stort potensial for utvidet bruk av luft til luft-varmepumper, på samme måte som for småhus.

Egenprodusert strøm fra solceller anses å ha et meget stort potensial fram til 2030. I dag ligger LCOE på rundt 1 kr/kWh for slike løsninger, men med videre teknologiutvikling har NVE anslått den i 2030 til å være ca. 0,5 Kr/kWh for flate tak. Yrkesbygg har ofte større takarealer (og vegg-) tilgjengelig enn småhus og kan på den måten realisere mer lønnsomme prosjekter. Egenprodusert strøm kan derfor i 2030 ha ført til en vesentlig endring i etterspørselen etter strøm til yrkesbygg.

Manglende lønnsomhet eller økonomisk risiko<sup>21</sup> er en av de viktigste barrierene mot tiltak i yrkesbygg, ofte i kombinasjon med at bygningsdrift ikke er bedriftens kjernevirksomhet. Videre kan insentivene være «delt» ved at leietaker betaler energikostnader mens utleier er ansvarlig for investeringer. Dette problemet blir i noen grad møtt ved at bygningsdrift er profesjonalisert gjennom egne tjenesteleverandører og systemer for styring av tekniske anlegg. God bygningsdrift vil lettere avdekke muligheter til energieffektivisering, både i drift og ved investeringer. Erfaringene fra energisparekontrakter er at disse også reduserer den risikoen som bygningseiere opplever ved investeringer i bygningen. Mangel på kompetanse kan også være en reell barriere mot tiltak. Kompleksiteten i bygningsfysikk og det å styre tekniske anlegg for godt inneklima kan være krevende. Manglende bruk av riktig kompetanse bidrar ofte til at anlegg ikke blir installert og drevet på en optimal måte.

Yrkesbygg er normalt eiet og drevet av selskap snarere enn privatpersoner. Det er rimelig å anta at et selskaps beslutninger i større grad er styrt av økonomisk lønnsomhet enn det som er tilfelle for boliger. Mange yrkesbygg blir leid ut. Leietakere har ofte kortsiktige avtaler (under 10 år). Derfor blir yrkesbygg ofte oppgradert, og det finnes relativt få eldre yrkesbygg som ikke er blitt oppgradert.

## 2.7. NVEs beregninger av lønnsomhet, diskonteringsrente 6-12 prosent

Tidligere i 2021 publiserte NVE en analyse som anslo et lønnsomt potensial i bygg på 13 TWh<sup>22</sup>. Potensialet tok utgangspunkt i de samme tiltakene som vi i denne analysen beregnet til et potensial på 23,6 TWh. Det omfatter tiltak på bygningskroppen, oppgradering av teknisk utstyr og energistyring. Grunnen til at potensialet er forskjellig er at det er benyttet ulike diskonteringsrenter. I denne analysen (kap.2.3) har vi brukt 4 prosent rente og kostnader uten MVA på alle

---

<sup>21</sup> Potensial og barrierestudie. Energitjenester i næringsbygg, Sintef, 2020.

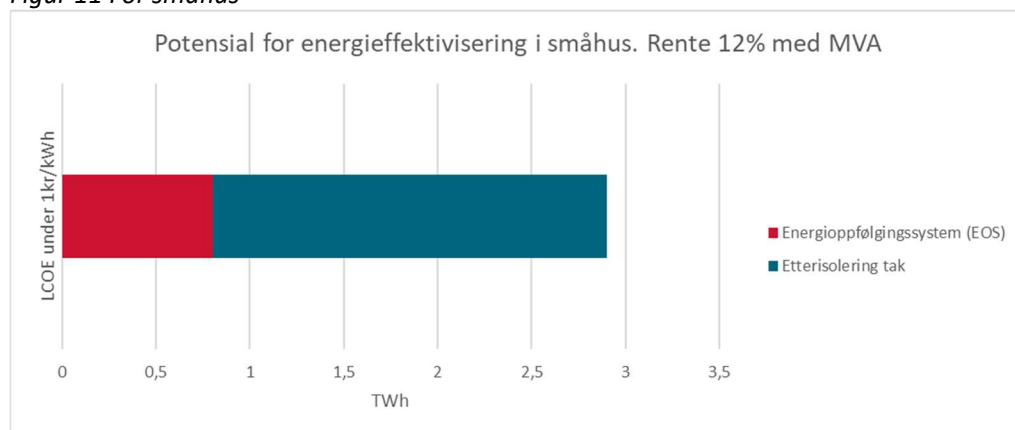
<sup>22</sup> [Energieffektivisering - NVE](#)

bygningsskategorier og tiltak. Analysen vi gjorde tidligere i 2021 tok hensyn til at forbrukere har varierende investeringsvilje. Vi brukte derfor høyere diskonteringsrenter og inkluderte MVA. For tiltak i småhus ble det brukt 12 prosent rente for å ta hensyn til at huseiere har andre krav til lønnsomhet og tilbakebetalingstid. For boligblokker og yrkesbygg ble det tilsvarende brukt henholdsvis 9 prosent og 6 prosent diskonteringsrente.

### 2.7.1. Boligsektoren har høyt potensialet i energioppfølging og etterisolering

NVE har beregnet et lønnsomt potensial i boligsektoren på ca. 3 TWh, det meste av dette gjelder eneboliger og andre småhus, hvor det er brukt en diskonteringsrente på 12 prosent og tiltak med en kostnad over livsløpet på under 1 kr/kWh. Ulike tiltak med etterisolering utgjør ca. 2 TWh, men forutsetter at dette skjer når bygningen allikevel skal gjennomføre en større oppgradering.

Figur 11 For småhus

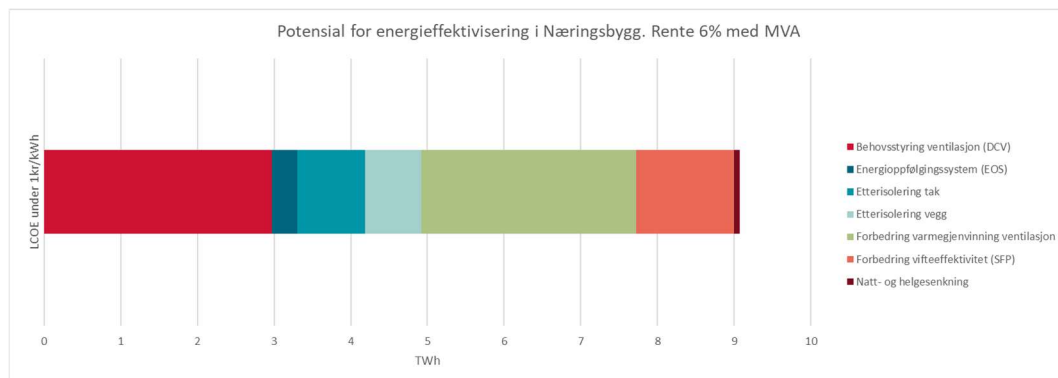


identifisert et potensial på 2,9 TWh, hvorav det meste er isolasjonstiltak

Boligeiere har over mange år mottatt informasjon om energieffektivisering, men vi ser også at grunnleggende tiltak som etterisolering ofte taper mot andre formål. Mange boligeiere møter en rekke praktiske barrierer fordi råd og veiledning spriker og fordi kompetansen om energiløsninger ofte ikke er god nok hos håndverkere og byggevarefirmaer.

### 2.7.2. De tekniske systemene dominerer i effektiviseringspotensialet for yrkesbygg

For yrkesbygg har NVE beregnet et tilsvarende potensial på ca. 9 TWh. Her er det brukt en diskonteringsrente på 6 prosent for å reflektere at barrierene antas å være mindre enn i boligsektoren. Potensialet er i mye større grad knyttet til bruk av ventilasjon og andre tekniske anlegg, men også noe isolasjonstiltak, jf. figur 39.



Figur 12 For yrkesbygg er det et stort potensial, både for ventilasjonsanlegg og isolasjon.

## 3. Rammebetingelser, politikk og virkemidler for energirenovering av bygninger

---

Del 3 av oppdraget skal redegjøre for nasjonale reguleringer, andre virkemidler, markedsmekanismer og generell politikk som har betydning for utviklingen i energibruk i bygg, inkludert virkemidler som er vedtatt, men ikke iverksatt ennå. Rapporten skal også redegjøre kort for hovedtrekkene i relevante reguleringer i EU.

### 3.1. Rammebetingelser

#### 3.1.1. Veksten i energibruken i bygningsmassen har stoppet

Energibruken i bygningsmassen synes å ha nådd toppen, jf. fig. 1-17 i rapporten. Det har over de siste tiårene vært en jevn vekst, noenlunde i samme takt som befolkningen. NVEs analyser tilsier at energibruken i bygninger vil gå ned mot 2030, på tross av videre vekst i befolkningen. 83 prosent av den brukte energien er elektrisitet, supplert av bioenergi og fjernvarme. Utviklingen i energibruk i bygningsmassen er dermed svært relevant for kraftbalansen.

Energibruk i bygninger utgjør 37 prosent av Norges samlede energibruk<sup>23</sup> (og 55 prosent av elektrisitetsbruken), og veier derfor tungt i det energipolitiske bildet. Energibruk i bygninger er resultatet av mange beslutninger og mange brukere. Og disse beslutningene - enten det er å isolere bygningens klimaskall eller å slå av lyset, tas i en sammenheng og i et marked med en rekke rammebetingelser, bl.a.:

- De tekniske mulighetene som finnes og som tilbys.
- Behovet den enkelte bruker har.
- Energipriser
- Offentlige politikk og bruk av virkemidler

Den mest åpenbare forklaringsfaktoren er prisnivået for energi som er viktig for hvordan energi brukes og å definere lønnsomheten for tiltak for effektivisering. Likeså betyr kostnadene for et bredt spekter av varer og tjenester mye. Vi ser også at takten i nybygging og rehabilitering i bygningsmassen påvirkes av de generelle økonomiske konjunkturer, lønns-, pris- og rentenivå. Myndighetene bruker også virkemidler som er dedikert til å stimulere til energieffektivisering. Hvilke faktorer som betyr mest i dette bildet har vi lite kunnskap om.

#### 3.1.2. Byggteknisk forskrift har spilt en viktig rolle i den langsiktige utvikling av energibruk i bygningsmassen

De første energikrav av betydning kom etter krigen i den såkalte TEK49 (byggteknisk forskrift). Senere har energikravene utviklet seg videre til dagens nivå som ble etablert med TEK10 i 2016. Energikravene har i praksis definert energiytelsen for bygningene i hver generasjon fordi de aller fleste nybygg har blitt bygget på det nivået forskriften har krevd. Vi vil derfor framheve byggteknisk

---

<sup>23</sup> Ekskludert forbruk som råstoff.

forskrift som en viktig faktor i utviklingen fram til energiytelse i dagens bygningsmasse. Samtidig er forskriftskravene et produkt av teknologi som er tilgjengelig, og en avveining av byggekostnadene. Vi har sett flere ganger at relativt ambisiøse krav etter noen år ikke er spesielt ambisiøse, fordi det som opprinnelig var ambisiøst og krevende raskt har blitt vanlig byggeskikk. Vi har også sett at når deler av bransjen etablerte en norsk passivhusstandard, så beredte dette grunnen for strengere myndighetskrav senere. Likeså har initiativ som Futurebuilt og BREEAM-NOR spilt en viktig rolle i denne utviklingen.

Byggteknisk forskrift kan dermed forklare mye av utviklingen i energibruk, først og fremst ved at nye bygg er mer energieffektive enn de som rives. Utviklingen i forskriftskravene gir også en god forklaring på hvorfor det er et betydelig potensial for effektivisering. Rapportens figur 1-12 viser hvordan dagens energibruk fordeler seg etter bygningenes byggeår. NVEs analyse viser at hele 70 prosent av energibruken knyttes til bygninger som er bygget før 1987.

Fra myndighetenes side brukes også informasjon og tilskudd som virkemidler for å fremme energieffektivisering. I senere år har Enova vært ansvarlig for slike virkemidler.

### **3.1.3. Energieffektivisering av bygninger er mange små beslutninger**

Byggteknisk forskrift har betydning også for den eksisterende bygningsmassen. Ved større ombyggingsprosjekter må også disse følge forskriftskravene. Indirekte ved at nybyggkravene har betydning for markedet av varer og tjenester som tilbys.

Energieffektivisering i bygningsmassen kan skje ved en lang rekke tiltak, hver for seg eller i kombinasjon. Om og hvordan disse tiltakene blir gjennomført er avhengig av hvordan eieren prioriterer sine ressurser. Den økonomiske lønnsomhetsvurderingen av tiltakene er dermed bare en liten del av bildet. Gjennomføringen av tiltaket må konkurrere med andre tiltak. For boligeiere kan ferie eller nytt kjøkken komme foran i prioritering. I yrkesbygg er det på samme måte andre investeringer som kan bli vurdert som viktigere for virksomheten. Selv om potensialet for lønnsom effektivisering er stort, så er det avhengig av en rekke beslutninger og gjennomføring, i mange enkeltbygninger.

Barrierene mot gjennomføring av lønnsom energieffektivisering er mange. Når boligeiere velger nytt kjøkken framfor energieffektivisering, så er dette en økonomisk barriere i form av at lønnsomheten ikke oppleves som god nok i forhold til fordelene ved et nytt kjøkken. Andre opplever at de ikke har oversikt og kompetanse til å satse på energieffektivisering. For dem er kompetanse en barriere. For andre kan det være praktiske barrierer, som for eksempel at en bedrift har oppmerksomheten om sin kjernevirksomhet framfor lønnsomme tiltak på bygningen.

Til sammen gir de mange barrierene en forklaring på at gode tiltak i praksis ikke blir gjennomført. Barrierene gir også en indikasjon på hvilke virkemidler som trengs for å utløse dette potensialet, og at renovering av bygningsmassen må skje over en lang tidsperiode – avhengig av bygningens tilstand og eierens interesse og mulighet.

## **3.2. Endrede rammebetingelser i 2021/22**

I løpet av 2021 og 2022 har energimarkedet gått gjennom store endringer, og med generelt høyere energipriser enn vi har vært vant til. NVE og DIBK antar at dette har stimulert interessen for å gjennomføre tiltak i bygningsmassen. Rapporter fra markedet tyder også på at installatører av solceller og varmepumper har fått flere oppdrag. Salget av varmepumper økte mye i 2021, og dette fortsatte 1. kvartal 2022

Høye energipriser bidrar både til bedre lønnsomhet for tiltakene og større oppmerksomhet om dem i markedet. Strømstøtten til husholdninger fra slutten av 2021 har dempet effektene av de høye prisene, også incentivet til energieffektivisering..

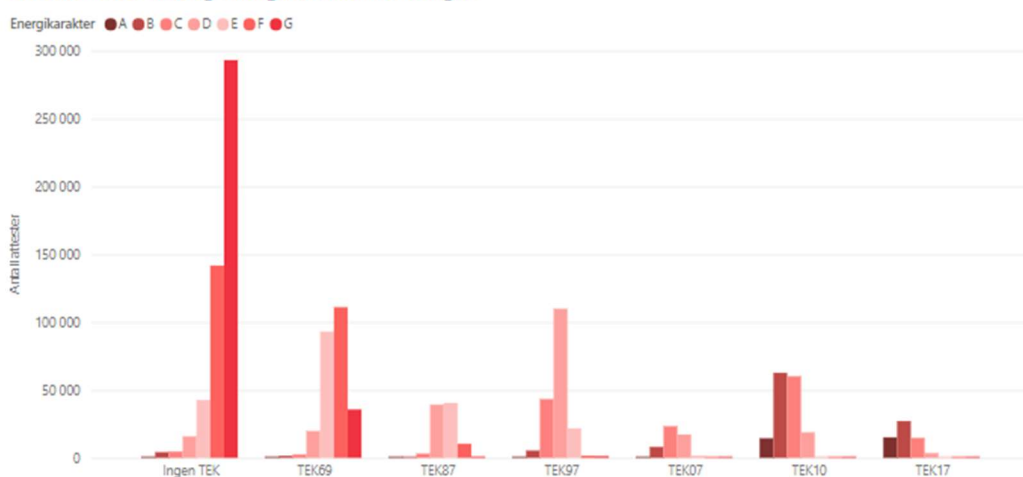
På den annen side har endringer i markedet for varer og tjenester også gitt høye priser på byggevarer m.m. Endringene har skjedd samtidig som Enovas arbeid på området er endret. Deres nye mandat er i større grad rettet mot reduserte klimagassutslipp, og har betydd mindre støtte til energieffektivisering. Det er derfor alt for tidlig å fastslå hvordan endringene i markedet vil påvirke gjennomføring av energieffektiviseringstiltak.

### 3.3. Gjeldende politikk og energibruk i bygninger

Myndighetene har mål om effektiv energibruk, reduserte miljøulemper knyttet til energiproduksjon m.m. Offentlig politikk består av både generell økonomiske politikk og mer spesifikke virkemidler for energieffektivisering. I denne delen av notatet vil vi forsøksvis beskrive hvordan offentlig politikk og virkemidler påvirker energibruken i bygninger. Og når temaet er «energirenovering av bygninger», så dreier det seg om eksisterende bygninger. Krav i byggt teknisk forskrift (TEK) skal primært sikre en god standard for alle nybygg og ved hovedombygging. Nye bygg blir stadig mer energieffektive som følge av innskjerping av energikravene i TEK. Dagens energikrav i TEK17 innebærer at de norske kravene til energieffektivitet er blant de strengeste i Europa.

Det liten tvil om at energikravene i byggt teknisk forskrift (TEK) over tid har vært det sterkeste virkemidlet for å sikre energieffektivitet i bygningsmassen. Den store forbedringen vi har sett for bygningers energiytelse er et resultat av samspill mellom ny teknologi, markedsutvikling og offentlig styring. Utviklingen kan bl.a. illustreres ved å se på fordelingen av karakterene for energimerket over tid, som presentert i figur 40. Der kan man se at andelen bygg med god energikarakter (A, B og C) øker og andelen med dårlig energikarakter (F og G) avtar i bygg som er bygget etter nyere TEK. Dette viser at energieffektiviteten nybygg har økt.

Attester etter TEK og Energikarakter for boliger



Figur 13 Fordeling av energimerker etter byggeår/TEK. Kilde: Energimerking.no

Denne utviklingen fra «svake» til «sterke» krav er samtidig bakgrunnen for at det er et betydelig potensial for forbedret energiytelse i bygninger av en viss alder. De siste års økte oppmerksomhet om energirenovering skyldes at den forbedringen i bygningers energiytelse som skjer ved at gamle bygg rives eller total-rehabiliteres og nye kommer til, tar lang tid. Dette perspektivet illustreres ved utsagnet «de fleste av framtidens bygninger er allerede bygget».

### 3.4. Hvilket potensial har virkemidlene?

I kapittel 4 drøfter vi utviklingen i energibruk i sektoren fram mot 2030. Men for det enkelte virkemiddel har vi ikke grunnlag for å kvantifisere noe potensial. I beskrivelsen av virkemidler har vi delt dem inn i juridiske, økonomiske og pedagogiske.

De juridiske virkemidlene er sterke ved at de gjelder for alle og de er styringseffektive for å nå ønsket mål. De kan vedtas relativt enkelt, men kan medføre visse kostnader. I enkelte tilfeller som for eksempel plan- og bygningsloven, er praktiseringen overlatt til den enkelte kommune. Energikravene i byggt teknisk forskrift (TEK) vil gradvis sørge for høyere energiytelse i bygningsmassen. Men med gjeldende praksis vil dette bety lite for de byggene som allerede er bygget. Krav til produkter (økodesign), krav om energimerking osv. vil ha indirekte betydning. Forskriftskrav har den fordelen at de gir forutsigelige rammevilkår for de ulike aktørene i markedet, og at kostnadene ved tiltak bæres av aktørene i markedet.. Krav passer best for løsninger som er godt utviklet teknologisk og markedsmessig. Tilsvarende er forbud mest aktuelt når det foreligger alternativer, jf. oljefyrforbudet. Markedet for energieffektive løsninger i bygg må i hovedsak sies å være velutviklet. Et eksempel på dette er den utviklingen som har skjedd med utgangspunkt i den norske standarden for passivhus, hvor frivillig bruk av denne har ført til at tekniske løsninger har blitt prøvet ut og demonstrert både med tanke på teknologi og økonomi.

Økonomiske virkemidler er sterke ved at de reduserer en av de viktigste barrierene, nemlig den økonomiske. Men økonomiske virkemidler er ikke like styringseffektive som juridiske virkemidler. De medfører store kostnader for myndighetene og en viss risiko for gratispassasjerer, dvs. de som ville gjennomført tiltak også uten tilskudd. Ulike tilskuddsordninger i regi av Enova er de viktigste virkemidlene av denne typen, men mye av den samme effekten kan oppnås gjennom reduserte skatter eller avgifter, jf. elbilutviklingen. Husbankens lån til energioppgradering har også bidratt noe over tid. Det foreligger dermed erfaringer å bygge på med hva man kan oppnå. Og virkemiddelet er et godt stykke på vei skalerbart, selv om det er klare ulemper ved å la omfanget av slike ordninger variere for mye. Også her er det fordeler ved å la en ordning få virke over noe tid. Økonomiske virkemidler kan tilpasses det behovet som foreligger. Der behovet er å etablere demonstrasjonsprosjekter og et tilbud i markedet, kan søknadsbaserte ordninger passe godt. Mens dersom man ønsker å utløse større volumer, så er det lurt å holde transaksjonskostnadene nede og legge vekt på forutberegnelighet gjennom mer rettighetsbaserte ordninger.

De pedagogiske virkemidlene er i mye større grad supplerende til juridiske og/eller økonomiske. Slike virkemidler kan bidra til større oppmerksomhet, gi veiledning i et uoversiktlig marked, sikre kompetanse der dette mangler osv. Slike virkemidler har en kostnad på offentlige budsjetter, men resultatene antas å være begrensede. Her er det samspillet mellom ulike virkemidler som er viktig, og det er lite grunnlag for å forvente at de alene skal utløse mange tiltak.

Når departementene skal utforme en strategi på dette området er det viktig å vurdere hvilket potensial virkemidlene har for den aktuelle perioden og hva som er utløsende faktorer for å initiere energieffektivisering i eksisterende bygg. I den forbindelse bør det vurderes om det er relevant å skille mellom virkemidler for yrkesbygg og boliger.

Etter vår vurdering er det de to første gruppene av virkemidler som har det største potensialet;

- Økonomiske, som tilskudd og lån til investering (og drift), ev. skattefradrag.
- Juridiske, som krav og forbud.

Øvrige virkemidler kan ha en viktig rolle med å skape oppmerksomhet eller på andre måter legge til rette for gjennomføring av tiltak. DIBK og NVEs vurdering er at samspillet mellom ulike virkemidler må vektlegges når man skal etablere en strategi. Dersom man i politikken setter høye mål eller ser potensialer som ikke blir utløst, så bør man vurdere hvordan dette samspillet kan utnyttes slik at virkemidlene forsterker og ikke motvirker hverandre.

I tillegg til de nevnte virkemidlene vil markedsmekanismene og energipriser påvirke aktørenes handlinger i større eller mindre grad. Vi vil trekke fram:

- *Jakten på godt omdømme.* Vi ser i mange deler av samfunnet, og markedet for bygg og eiendom spesielt, at byggeiere ønsker å bygge eget omdømme gjennom bygninger som er miljøvennlige og nyskapende. BREEAM-klassifiseringen er et godt uttrykk for dette, hvor markedsaktører på egen hånd har utviklet et system for å klassifisere og løfte fram bygninger med gode miljø- og energiegenskaper. Dette gjelder spesielt for yrkesbygg der omdømme har større betydning for både salg og leiemarkedet enn for boliger.
- *Grønn finans.* Gode bygg er ikke bare grunnlag for omdømme, men i økende grad bedre vilkår i finansmarkedene. Her passer BREEAM-systemet godt, men vi ser også at energimerkeordningen tas i bruk. EUs arbeid med en grønn taksonomi vil styrke disse mekanismene ytterligere.
- *Etterspørsel etter elektrisk effekt.* Energisystemet får økende behov for å redusere effekttopper, og de foreslåtte effekttariffene vil bygge opp under dette. Smart-teknologi og nye tjenester kommer på markedet for å møte dette behovet og må antas å få stor betydning for energibruk og bruksmønsteret for energi i bygninger i framtiden.
- *Sirkulærøkonomi* er i økende grad et tema i samfunnet og vil bygge opp under politikk for at bygninger kan renoveres og ha lang levetid og med lave kostnader til drift og vedlikehold.

### 3.5. Forskriftskrav og tilskudd har gitt størst resultater

Vi har gjennomgått alle de spesifikke virkemidlene som er i bruk fra myndighetens side for å redusere energibruken i eksisterende bygninger. Hvert av virkemidlene har fått en kort omtale og vurdering i vedlegg C. Virkemidlene er vurdert i perioden 2010 til 2020. Vurderingen er gjort på bakgrunn av kjennskap til utforming, praksis og effekt for virkemidlene. Utvalget av virkemidler er definert som virkemidler fra statlige og kommunale myndigheter som:

- Har redusert energibruk i bygninger som hoved- eller delmål
- Kan bidra til lokal energiforsyning og dermed redusert levert energi til bygningen
- Er i bruk i dag eller har nylig vært i bruk (siste ti år).

Som vi har redegjort for ovenfor så er det en rekke rammebetingelser som påvirker utviklingen i energibruk. Oversikten over virkemidler får dermed ikke fram resultatene av politikk som føres for den generelle utviklingen av byggenæringen og markedet for byggevarer og tjenester. Heller ikke avgiftspolitikken er med i dette bildet, f.eks. er det liten tvil om at el-avgiften har betydning for energibruk og energivarers konkurranseevne, men el-avgiften har likevel ikke en slik begrunnelse og blir derfor ikke vurdert her.

Hovedbildet er at det er en rekke virkemidler i bruk for å stimulere til energieffektivisering i bygninger, men at de fleste av disse må sies å ha hatt liten betydning for energibruken. Flere av

virkemidlene vi har vurdert har endret karakter og omfang i perioden 2010 til 2020. Våre vurderinger er derfor et gjennomsnitt for virkemiddelets egnethet i den aktuelle perioden.

Vi vil spesielt trekke fram fire virkemidler som etter vår vurdering har hatt størst betydning.

Økodesign er et felles-europeisk virkemiddel som sikrer at en rekke produkter tilfredsstiller visse krav, bl.a. til energieffektivitet. Gjennom en del utredninger er det dokumentert svært høye resultater av denne energieffektiviseringen. Vi anser dette som et svært godt virkemiddel for å sikre at produkter holder god standard, og har lagt slike utredninger til grunn for vår vurdering. Beregningene av effektene av dette virkemiddelet er avhengig av forutsetningene, blant annet hvilken utvikling som ville ha skjedd uten virkemiddelet.

Tiltak på eksisterende byggverk (pbl § 31-2). Denne bestemmelsen i plan- og bygningsloven gir kommunene mulighet til å stille krav til byggeier ved hovedombygging og vesentlig endring av eksisterende bygninger. Dette er dermed, i teorien, et meget sterkt virkemiddel. Og det treffer de tidspunktene i et byggs levetid hvor det ligger til rette for å tenke forbedring av energitilstanden. Vi er kjent med at kommunene stiller ulike krav, men det foreligger ikke noen samlet dokumentasjon av dette. Det er dermed stor usikkerhet både om hvor mange kommuner som aktivt bruker denne bestemmelsen med tanke på energitiltak og hvilke krav de stiller, og i tillegg vet vi at det foregår svært mye rehabilitering i bygningsmassen som aldri blir omsøkt. Med denne usikkerheten har vi vurdert at pbl har hatt middels betydning i den perioden vi har bak oss.

Forbud mot fyring med mineralolje. Forbudets formål var utslippsreduksjon, men det har ført til at et stort antall byggeiere har måttet vurdere hvilken oppvarmingsløsning de skal basere seg på. Siden forbudet var på trappene i flere år før det ble vedtatt og trådte i kraft, så har denne prosessen gått over flere år fram til 2020. Det er ikke gitt at overgangen alltid har ført til energieffektivisering. Men vi antar at forbudet har ført til bevisstgjøring om energitilstand og energiforsyning. Videre vet vi at varmpumpe har vært en nærliggende løsning for en del varmeanlegg, og det vil normalt føre til stor effektivisering ved at omgivelsesvarme erstatter kjøpt energi. Som virkemiddel er dette nå uttømt, bortsett fra et beskjedent potensial som finnes dersom forbudet utvides til også å gjelde forbud mot bruk av fossil gass til oppvarming.

Enovas støtteordninger. Sist, men ikke minst har Enova hatt stor betydning i dette bildet. Noen år tilbake ville vi ha vurdert at dette virkemiddelet hadde stor betydning. Men siden deres virksomhet knyttet til energieffektivisering i bygg er trappet vesentlig ned, har vi vurdert at Enovas støtteordninger har hatt middels betydning. Dette er det av virkemidlene som lettest kan skaleres opp dersom det er aktuelt. Enova har også etablert god kunnskap om de relevante bransjene og hva som trengs for å utløse nye tiltak.

Enkelte virkemidler som offentlige innkjøp, miljømerker og sertifiseringsordninger samt Miljødirektoratets støtteordninger har hatt noe betydning for yrkesbygg, men har hatt liten betydning for boliger.

De øvrige virkemidlene er vurdert til å ha liten betydning i sammenligning med de over. Samtidig er det vår vurdering at det for de fleste er vanskelig å anslå effekten av dem. Som eksempel anser vi det umulig å tilordne energimerkeordningen en effekt i form av redusert energibruk. Vi legger likevel stor vekt på at energimerkeordningen kan gi informasjon og impulser som bygger opp under andre signaler i markedet og på den måten kan utløse en beslutning om å endre oppvarmingsløsning, isolere bygget eller ta i bruk EOS-systemer. Som vi har beskrevet i innledningen har også energikravene for nybygg i TEK hatt en viss betydning, selv om kravene ikke er direkte utformet for eksisterende bygg. Noen kommuner har støtteordninger til energioppgradering for boligeiere og Husbanken gir lån, men omfanget av disse ordningene er begrenset og får derfor liten betydning. Både merkeordninger, fagopplæring, informasjon og veiledning bidrar til samfunnets overordnede

bevissthet om mulighetene til redusert energibruk. Nettopp samspillet mellom ulike virkemidler er viktig for å få de beste resultatene, og en forutsetning for at markedsmekanismene skal virke så godt som mulig.

### 3.6. Hva er forutsetningen for at virkemidler kan virke?

Myndighetene bruker virkemidler for å nå et politisk mål. Men effektive virkemidler krever god forståelse for deres forutsetninger. Vi vil her kort drøfte noen viktige forutsetninger for virkemidler for energieffektivisering i eksisterende bygninger.

For det første vil vi trekke fram energieffektiviseringens særpreg. Mens energiproduksjon normalt dreier seg om ett prosjekt og én investeringsbeslutning, så består en tilsvarende energieffektivisering av mange små beslutninger på mange ulike arenaer. Potensialet av resultater kan være stort, men myndighetenes rolle er ofte begrenset til å legge til rette, stimulere osv. Dette innebærer at energieffektivisering kan ha lange ledetider og kreve tålmodighet.

I flere studier er det utredet hva som er barrierene mot gjennomføring av lønnsomme energiltak. Først og fremst vil vi peke på Enovas potensial- og barrierestudie (2012)<sup>24</sup>, men også Sintefs arbeid i 2020 om barrierer mot energitjenester i næringsbygg<sup>25</sup>. Enova drøftet fire typer barrierer; praktiske, økonomiske, holdninger og kunnskap. Vi vil trekke fram noen forhold som ofte oppfattes som barrierer mot gjennomføring av gode og lønnsomme tiltak, og som dermed bør vurderes i en nasjonal strategi:

- Kompetanse i de utførende ledd blir ofte pekt på som en utfordring. Med ny teknologi og høye krav til energieffektivitet og inneklima er det krevende for håndverksbedrifter å være oppdatert. Utfordringen forsterkes av at bransjen har mange små og mellomstore bedrifter. Utfordringen kan møtes både gjennom utdanningssystemet, videreutdanning og kompetansekrav.
- Bygge- og anleggssektoren har en struktur som gjør at FoU-aktiviteten er relativt liten. Virkemidler som bygger opp under nyskaping kan derfor være særlig aktuelle.
- Samfunnets omstillingsbehov for å møte globale miljø- og energiutfordringer møter sosiale barrierer. Virkemidler som bygger opp under bred folkelig deltakelse i omstillingen kan være viktige, jf. kritikken mot Enovas begrensede tilbud til boligeiere. Gjennomføring av tiltak i boligsektoren er nettopp avhengig av beslutninger hos den enkelte boligeier.
- Beslutningen om å gjennomføre effektiviseringstiltak krever både økonomi og anledning. Anledningene er det vi tidligere har kalt triggerpunkter, hvor bygningseier av andre grunner vurderer rehabilitering, og hvor energiltak enkelt kan gjøres til en del av prosjektet. I 2020 brukte nordmenn 88 mrd. kroner på oppussing av boliger. Vi har ikke grunnlag for å si hvor mye av dette som er energirelevant. Hypotesen er at energieffektivisering har en liten del av dette, og at denne aktiviteten representerer mange «anledninger», hvor energirehabilitering kan være en nyttig og lønnsom utvidelse av prosjektet.
- Selv om kompetanse og teknologi er tilgjengelig i markedet, så opplever mange boligeiere at det er vanskelig å finne riktig løsning, god pris og en kombinasjon av produkt og håndverker til utførelsen. Virkemidler som kan bidra til mer standardiserte, og godt kommuniserte, løsninger kan gjøre det lettere for boligeiere og andre som ikke er profesjonelle.

---

<sup>24</sup> Enova Rapport 2012:01

<sup>25</sup> Potensial- og barrierestudie. Energitjenester i næringsbygg, 2020-11-30

Barrierene er viktige for å forstå hvor langt den generelle politikk og rammebetingelsene for øvrig kan «sørge for» at det samfunnsøkonomiske potensialet blir realisert.

Enova har senere over mange år arbeidet både med informasjon og markedsendring.

Forutsetningene for utvikling på dette området har dermed blitt endret, ikke minst for yrkesbygg hvor temaet har blitt løftet høyere på dagsorden. For den motiverte bygningseier finnes det i dag mange muligheter til å realisere gode energiløsninger i bygninger. Men for de fleste er dette fortsatt et uoversiktlig landskap og hvor bedre energiløsninger ofte taper i konkurranse med andre hensyn.

For yrkesbygg vil effektiviseringstiltakenes lønnsomhet være viktig, men ikke alltid en tilstrekkelig betingelse for gjennomføring av tiltaket. For boliger er avstanden mellom samfunnsøkonomisk lønnsomhet og praktisk gjennomføring enda større. Den klassiske forklaringen er at moteriktig kjøkken veier tyngre enn ofte lite synlige effektiviseringstiltak. For andre kan økonomien være hinderet for å gjennomføre de investeringer som trengs. Forskjellen mellom yrkesbygg og boliger, både i økonomiske og tekniske forutsetninger tilsier at myndighetenes strategi bør differensieres etter dette. Også innen disse gruppene kan det være behov for differensiering, f.eks. mellom sameier eller borettslag for boligblokker på den ene siden og småhus på den andre. Likeså kan det være aktuelt å differensiere yrkesbygg etter bygningskategori, eierforhold eller annet.

Vi vil peke på noen av forutsetningene som bør på plass dersom myndighetene vil forsterke innsatsen for energieffektivisering i bygningsmassen:

- Nasjonale mål. Dersom myndighetene ønsker å realisere mål for energieffektivisering i bygningsmassen, så bør slike mål bli etablert og kommunisert. Når målene blir kommunisert, øker sannsynligheten for et samspill mellom ulike aktører i markedet.
- Identifiserte målgrupper. Virkemidler for å oppnå mål krever som regel at målgruppene er identifisert, og en vurdering av hva som kreves for å utløse tiltak i målgruppen. Med mål om bedre energieffektivitet i boliger kreves det for eksempel andre virkemidler enn om yrkesbygg er målgruppen.
- Et enkelt språk om bygningers energitilstand. Bygningsfysikk er et komplekst område og god energikvalitet varierer avhengig av hva man vektlegger. Vi mangler derfor gode målemetoder og begreper som er allment forstått. Energimerkeordningen gir en slik mulighet, men har foreløpig ikke fått en slik anerkjent rolle.
- Anerkjente nivåer for energirenovering. Ved å etablere noen «standardiserte» nivåer for tiltakene, f.eks. tykkelse på etterisolering, U-verdi for vinduer, ytelse for tekniske anlegg kan man legge til rette for mer standardiserte tjenester og produkter som gir bedre lønnsomhet og bedre kommunikasjon mellom fagfolk på den ene siden og bygningseiere med mindre fagkunnskap på den andre.
- God kompetanse i alle ledd. For nybygg og andre søknadspliktige prosjekter finnes et etablert system for å sikre bl.a. kompetanse for de ulike involverte aktørene. Dette systemet er i mindre grad relevant for effektiviseringstiltak i den eksisterende bygningsmassen. For uprofesjonelle bygningseiere kan det i dag være vanskelig å vite hvem som kan gi gode råd.
- Lønnsomhet for tiltakene. Lønnsomheten kan påvirkes gjennom teknologi- og markedsutvikling, men er selvsagt også avhengig av både energipriser og avgifter.
- Offentlige bygg som forbilde. Bygninger i offentlig eie, og spesielt kommunale bygg, ligger godt til rette for å demonstrere gode løsninger og ambisjoner på dette området.
- Data om energikvalitet i bygningsmassen. Analyser av oppnådde resultater, sammenligninger og målsetting lider i dag av lite data om energibruk i bygningsmassen. EUs Building Stock Observatory<sup>26</sup> kan være en modell for slik utvikling.

---

<sup>26</sup> [EU Building Stock Observatory | Energy \(europa.eu\)](#)

### 3.7. Europeiske virkemidler for energieffektivisering i eksisterende bygninger

Over flere tiår har det skjedd en gradvis utvidelse av EUs regelverk for energieffektivisering i bygninger. FoU og tilskudd til demonstrasjon av ny teknologi har pågått målbevisst siden 1990-tallet. Videre har man etablert regelverket for økodesign og energimerking av produkter, hvorav mange produkter er aktuelle for energibruk i bygninger. Det første bygningsenergidirektivet ble vedtatt i 2002 og var vesentlig inspirert av energimerking av kjøleskap m.m. Direktivet krevde at alle land skulle etablere en energimerkeordning for bygninger, og i tillegg var det krav om minimumskrav for bygningers energiytelse og ordninger for energivurdering av en del tekniske anlegg for å stimulere til effektiv drift. I og med at de fleste land allerede hadde energikrav til bygninger – i en eller annen form, var det energimerking og energivurdering som var det nye. Dette direktivet er også gjennomført i Norge.

Senere har EUs politikk og regelverk på området utviklet seg videre gjennom nye versjoner av bygningsenergidirektivet og at det har kommet inn bestemmelser både i energieffektiviseringsdirektivet og fornybardirektivet som angår energibruk i bygninger. Utviklingen er preget både av:

- Regelverket er utvidet til flere områder
- Større grad av harmonisering mellom landene.

I 2018 kom styringssystemforordningen for å sikre sammenhengen mellom krav og resultater, og mellom unionsmål og nasjonale planer.

Første utgave av fornybardirektivet er gjennomført i Norge. For øvrig ligger Norge langt etter medlemslandene i gjennomføring av dette regelverket. Utfordringene for Norge med energibruk i bygningsmassen er langt på vei de samme som for EU. Det viktigste unntaket er at norsk energibruk i bygningssektoren i dag i hovedsak er fornybar, mens fossil energibruk, både til kraftproduksjon og varme og kjøling, fortsatt er en stor utfordring for de fleste medlemsland. De spesifikke virkemidlene som disse direktivene krever og legger til rette for, er på en eller annen måte i bruk også i Norge. Utvalget av virkemidler er derfor nokså likt, men Norge er ikke uten videre del av den opptrapping som følger av EUs skjerpede energi- og klimamål.

EU-kommisjonen har identifisert eksisterende bygninger som en særlig utfordring fordi det er vanskelig å nå målene tidsnok uten dette, og fordi mye av oppmerksomheten tidligere har vært rettet mot nybygg. Kommisjonen har derfor etablert Renovation Wave som et initiativ for miljøvennlig renovering og utvikling av byggesektoren. Renovation Wave kan dermed sees på som et program for å utforske hvordan EUs politikk på området kan forbedres gjennom alle aktuelle virkemidler; nye bestemmelser i direktiver, tilskuddsordninger m.m. Revisjon av bygningsenergidirektivet er i denne sammenheng annonsert, og forslag til nytt direktiv ble lagt fram høsten 2021. Målet for Renovation Wave er å doble takten for energirenovering av bygninger fra 1 til 2 prosent årlig over 10 år. Dette er et mål som vil kreve sterke virkemidler. Noe av det som står på dagsorden er derfor:

- Minimumskrav til energiytelse for eksisterende bygninger
- Inkludere bygningssektoren i EUs kvotemarked
- Utvidet bruk av energimerkeordningen
- Standard for «omfattende energirenovering»
- Rehabiliteringsattest for bygninger (Building Renovation Passport)
- Forenkling av informasjon og saksbehandling (One stop shop)

I den grad slike virkemidler blir en del av EUs politikk på området, så kan dette bli aktuelle vurderinger også i Norge.

## 4. Forventede energibesparelser i 2030 av eksisterende politikk og virkemidler

---

Offentlig virkemidler, politikk og markedsforhold utgjør til sammen rammebetingelsene for energibruk i bygninger og preger utvikling av energibruk i Norge. Rammebetingelsene fungerer sammen og forsterker hverandre, og gir en samlet energieffektivisering.

I tillegg til virkemidler er det en del andre faktorer som påvirker utvikling i energibruk, slik som konjunkturer, teknologiutvikling og teknologiskift, markedsforhold, sosiale endringer, pandemier, klima, osv. Det er altså en del utvikling som skjer «av seg selv», og en del endringer i energibruk kan derfor ikke krediteres til bestemte virkemidler.

Vi er bedt om å «presentere estimer av de forventede energibesparelsene som følge av eksisterende og vedtatt politikk, samt belyse øvrige ringvirkninger som følge av rehabilitering av bygg. Beregningene skal ha et 2030-perspektiv». I mandatet er vi videre bedt om å ta utgangspunkt i beregningene som departementet har brukt for å besvare anmodningsvedtak nr. 714 (2016-2017).

NVE har i mai 2022 blitt bedt om å supplere tallgrunnlaget for utviklingen i energibruk i bygningsmassen mot 2030. Dette leveres i juni 2022 i separat notat. Kap. 4 i dette notatet er ikke endret.

### 4.1. Endring i energibruk som følge av virkemidler kan beregnes på flere måter

Beregning av energieffektivisering som følge av virkemidler kan gjøres på ulike måter. To vanlige metoder er å bruke bottom-up og top-down beregninger.

Bottom-up beregning innebærer at hvert enkelt virkemiddel regnes for seg, for så å legges sammen. Ved denne metodikken er det utfordrende å skille virkemidlene fra hverandre og regne på hvert av dem for seg, blant annet fordi det er overlap mellom dem. Det er dermed stor fare for dobbelttelling og overestimering av virkning.

Top-down beregning ser på utvikling samlet, og prøver å skille ulike momenter fra hverandre. I denne tilnærmingen er det gjerne vanskelig å identifisere effekt av hvert enkelt virkemiddel, og dermed skille de ulike virkemidlene fra hverandre. Det er dessuten utfordrende å skille mellom utvikling som skyldes effektivisering og utvikling som skyldes andre momenter, som for eksempel nedgang i energibruk som følge av nedgang i økonomisk aktivitet (f.eks. covid-19). Eller effekter fra teknologisk eller markedsmessig utvikling - som skjer av seg selv.

I dette notatet fremstiller vi effektivisering på flere måter:

- Som absolutt tall: Differanse mellom energibruk i 2019 og estimert energibruk i 2030.

- Som utvikling i energibruk i perioden 2019-2030 for to ulike baner. Én med forbedring i bygningskroppen og teknologi og én uten forbedring i bygningskroppen og teknologi. Differanse mellom de to banene i 2030.
- Endring i intensiteter.

## 4.2. Utvikling energibruk mot 2030 - med og uten bedring i bygning og teknologi

Forenklet sett kan en fremskrive energibruk som en sammenheng mellom aktivitet og intensitet. (IxA). Aktivitet vil for bygninger være areal, mens intensitet vil være energibruk/arealenhet. En må da definere ulike bygningstyper, bestemme antall kvadratmeter per bygningstype, og fremskrive dette mot 2030. Framskriving av areal mot 2030 påvirkes av en rekke faktorer, blant annet befolkningsutvikling, antall personer per bolig, rivning og nybyggingsrate. Energibruk per arealenhet påvirkes av effektivisering, slik som bedre isolasjon, energistyring, bedre belysning og apparater, og mer effektiv oppvarmingsteknologi. I Norge vil aktivitet øke, ettersom befolkningen øker og nybygging minus rivning gir en netto vekst i areal. Intensitet vil derimot reduseres, som følge av alle effektiviseringstiltakene. NVE har utviklet en arealmodell som tar inn disse faktorene, denne er beskrevet nærmere i vedlegg A.

Modellen er i stor grad basert på underlag fra Enovas potensial- og barrierestudie, og energipris er ikke en variabel for utvikling i energibehov i beregningene. NVEs bygningsmodell fremskriver areal og arealets energibehov. Energibehovet avhenger av forutsetninger knyttet til TEK, grad av energieffektivisering og teknologiutvikling som utvikler energibehov til belysning og elektriske apparater.

Energibruk i modellens startår kalibreres mot SSBs energivarebalanse. Modellens framskrivninger av energibehov gis som input til NVEs TIMES-modell, som beregner energibruk ved å optimere hvilke teknologier som skal dekke energibehovet. Teknologier i modellens startår kalibreres mot EMS-databasen og varmepumpestatistikk fra NOVAP. I tillegg er det gjort forutsetninger i modellen om f.eks. andel bygg med vannbåren varme, at bygg med punktoppvarming også må ha varmtvannsberedere, osv.

TIMES er en optimeringsmodell, og for å begrense handlingsrommet til modellen er det lagt inn en rekke restriksjoner. Restriksjonene vil ha en større innvirkning på modellresultatene enn det energipriser vil ha. For eksempel er det restriksjoner knyttet til andel vannbåren varme i nye og eksisterende bygg, restriksjoner knyttet til at varmepumper skal brukes i kombinasjon med punktoppvarming og restriksjoner på hvor fort teknologiene kan skiftes ut.

Ettersom energibehov til ulike formål og teknologimiksen i startåret er definert, er det begrenset handlingsrom for TIMES-modellen til å gjøre teknologiutskiftinger – spesielt innen 2030.

Energiprisene som ligger i TIMES-modellen er basert på data fra NVEs kraftmarkedsanalyse for 2020. Det er prisene på fossil energi (fyringsolje), ved, pellets og strøm som ligger inne i modellen.

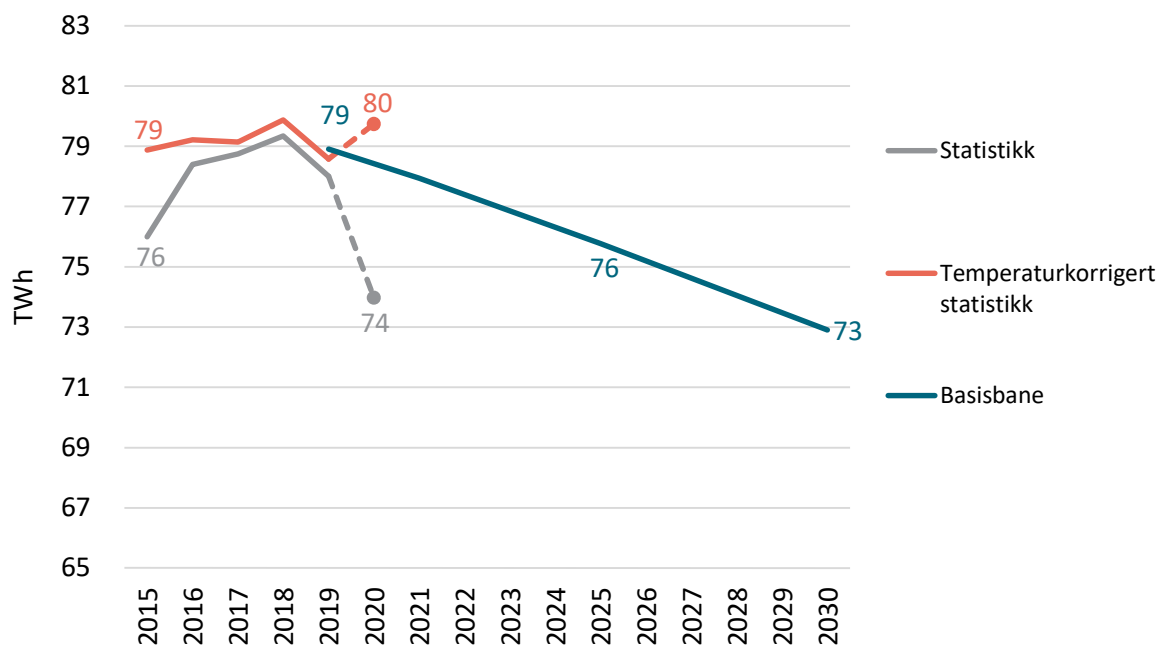
Diskonteringsrenten er satt til 15 prosent for husholdninger og 11 prosent for yrkesbygg, for å reflektere at adferd spiller en viktig rolle, at sluttbrukerne ikke har perfekt informasjon og at de ikke er økonomisk rasjonelle.

De høye energiprisene i 2021 og 2022 er ikke hensyntatt.

## Endring i energibruk 2015-2030

NVE publiserer årlig en framskriving av kraftbruk i Norge. Framskrivningen for bygg baserer seg på NVEs bygningsmodell, samt TIMES, som er en optimerende energisystemmodell. TIMES investerer i mest optimale teknologier og energivarer for å dekke byggenes energibehov. Modellene er kalibrert mot 2019, som da blir startåret for modellen.

Den totale energibruken i bygninger endret seg fra ca. 76 TWh i 2015<sup>27</sup> til 78-79 TWh i 2019. Altså en økning på 2-3 TWh. Dette er illustrert i Figur 4-1. I NVEs framskriving til 2030 ligger en basisbane for energibehov og energibruk i bygg. Basisbanen for energibruk har en forventning på 73 TWh energibruk i bygg i 2030. Banen er vist i Figur 4-1. Det forventes altså en nedgang fra 2019 til 2030 på 5-6 TWh. Fra 2015 til 2030 vil forventet nedgang være 3 TWh.



Figur 4-1 Utvikling i energibruk i bygg. Historisk (2015-2019) og forventning mot 2030. Kilde: NVE

Når vi legger til temperaturkorrigering<sup>28</sup> av energibruken blir de historiske tallene 2015-2020 noe høyere. Årene 2015 og 2020 var varme år, og får derfor et betydelig tillegg. Med temperaturkorrigeringstillegg blir nedgangen fra 2019 til 2030 omtrent lik, mens nedgangen fra 2015 til 2030 blir ca. 6 TWh.

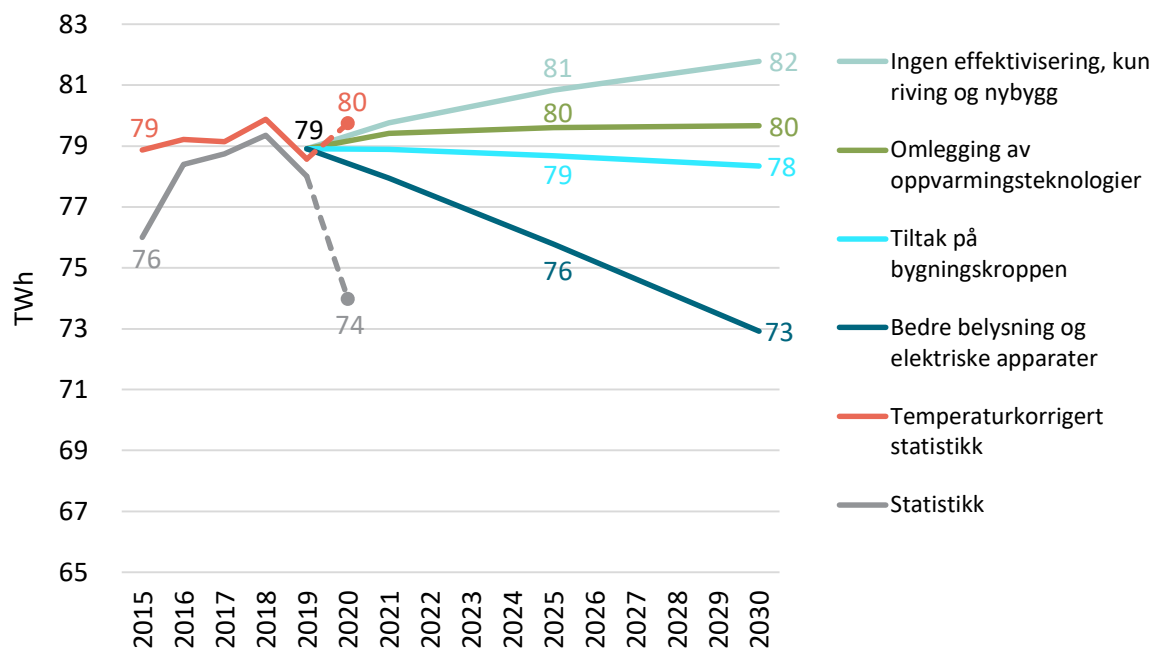
I NVEs modeller ligger det usikkerhetsmomenter, da modellene er bygget på statistikk, trender, antakelser og forutsetninger. En utfordring er blant annet at det foreligger lite tall og statistikk for bygningsmassen.

<sup>27</sup> Stortingsvedtak om 10 TWh reduksjon i 2030 i eksisterende bygg ble fattet i 2017. Ved beregninger ift. vedtaket har vi tidligere sett fra perioden 2015, da modellapparatet i 2017 var kalibrert mot 2015. Vi inkluderer derfor perioden fra 2015.

<sup>28</sup> Ved temperaturkorrigering justerer vi forbruket til hva det ville vært i et normalår. Forenklet sagt vil statistikken for varme år få et tillegg, og kalde år vil tilsvarende få et fratrekk.

### Endring i energibruk fra 2019-2030 – baner med og uten forbedringer

I NVEs framskriving<sup>29</sup> for 2030 for bygg laget vi både en basisbane og en bane som ikke inkluderer effektiviseringstiltak for bygningskroppen eller endring i teknologi. Teknologiske endringer er for eksempel bedre elektriske apparater og belysning, eller omlegging fra panelovn til varmepumper. NVEs basisbane for bygg viser en forventning på 73 TWh energibruk i bygg i 2030. I en bane uten teknologisk endring, dvs. uten isolering, endring i apparater, oppvarmingsteknologi eller annet ville tilsvarende energibruk i bygg i 2030 blitt 82 TWh. Økningen i energibruk mot 2030 i denne banen skyldes nybygging drevet av befolkningsvekst og erstatning av areal som rives. Altså blir energibruk i modellen 9 TWh høyere i 2030, se Figur 4-2. Basisbanen er vist som den nederste (mørke) banen, mens banen uten forbedringer er vist som den øverste (lyse) banen.



Figur 4-2 Utvikling i energibruk i bygg. Historisk (2015-2019) og forventning mot 2030 med og uten effektivisering. Kilde: NVE

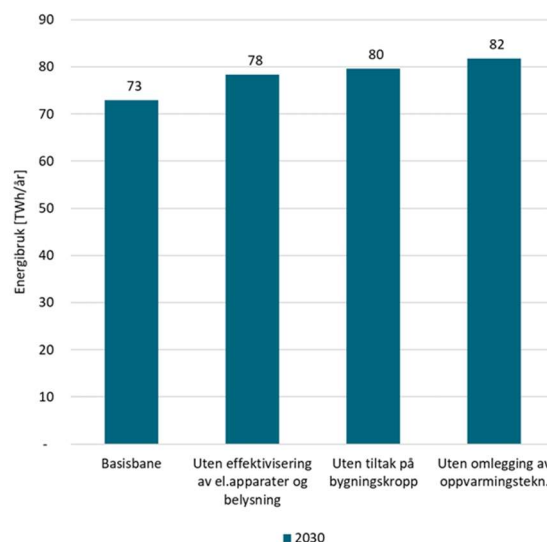
De ulike linjene mellom banen uten effektivisering og basisbanen illustrerer dessuten hvor mye som skyldes ulike tiltak i modellene våre. Lest fra øverste bane ser vi at:

- Hvis energibruk i bygningsmassen kun drives av nybygging og rivning, vil energibruk i 2030 bli 82 TWh.
- Når vi legger om til bedre oppvarmingsteknologier reduseres energibruken med 2 TWh.
- Når det i tillegg gjøres tiltak på bygningskroppen reduseres energibruken med i underkant av 2 TWh.
- Bedre belysning og apparater reduserer med ytterligere 5 TWh.

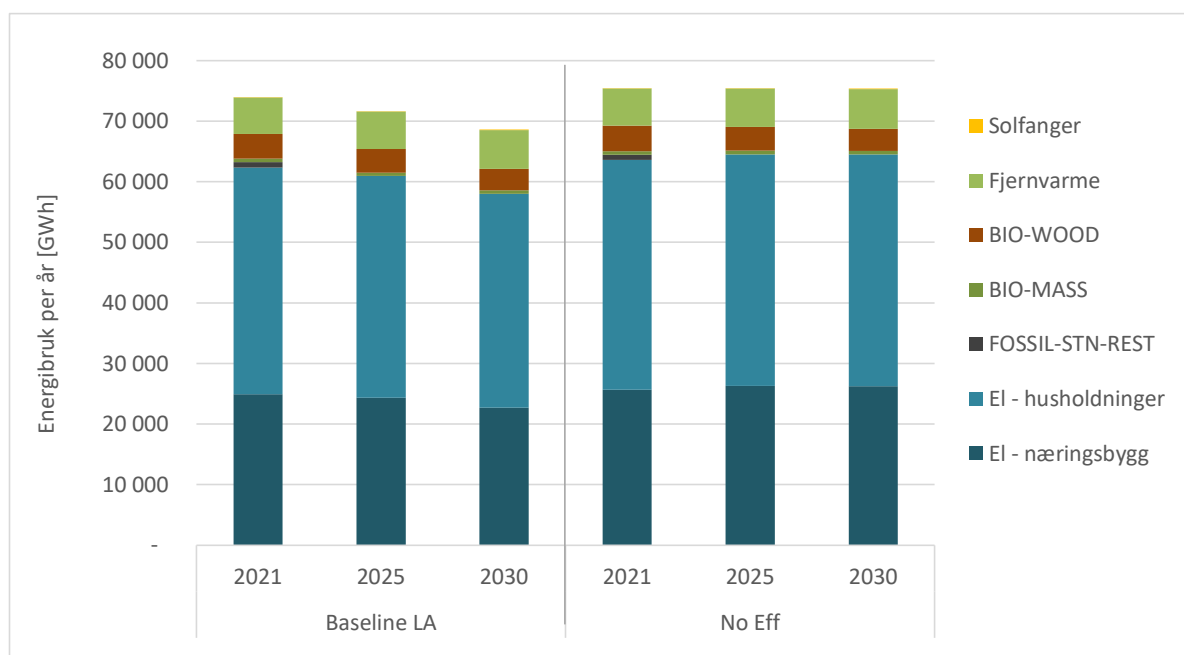
<sup>29</sup> NVE lager og publiserer årlig en framskriving av kraftbruk for 2030 og 2040. I framskrivingen inngår kraftbruk og energibruk i bygg.

Tallene for selve året 2030 er også illustrert i Figur 4-3, hvor en ser hvordan differansen på 9 TWh fordeler seg på ulike tiltak. Vi ser at mye tillegges bedre belysning og apparater.

De to ulike banene for energibruk mot 2030 inneholder litt ulik sammensetting av energivarer for å møte energibehovet. Figur 4-4 viser hvordan etterspørselen møtes med ulike energivarer. Vi ser at det særlig er bruk av elektrisitet som påvirkes av forbedring i bygningskroppen og teknologi. Dette har sammenheng med at effektiviseringen skjer både i apparater, belysning og i oppvarming, og mye av oppvarming i Norge baseres på elektrisitet. Det er altså elektrisitetsbruken som reduseres mest av forbedringene, og dette er viktig med tanke på det grønne skiftet medfører økt bruk av elektrisitet.



Figur 4-3 Illustrasjon av de enkelte tiltakenes virkning i året 2030. Kilde: NVEs beregninger



Figur 4-4 Bruk av ulike energivarer mot 2030. Med og uten effektivisering. Kilde: NVE

Det er vanskelig å fastslå hvilken rolle statlige virkemidler spiller for utløsning av disse effektiviseringstiltakene. Markedsendring og teknologiutvikling kan skje uavhengig av eksisterende politikk og virkemidler. Men vi kan anta at virkemidlene fungerer sammen og gir en lavere utvikling (basisbanen) enn hva vi ville sett uten effektiviseringsvirkemidler.

#### Endring i energibruk fra 2019-2030 – intensiteter

Endring i energibruk kan også beskrives gjennom intensiteter, dvs. hvor mye energi vi bruker per enhet eller per tjeneste. Vanlige indikatorer for energibruk i bygg er energi per areal eller energi per

person. Tabell 4-1 under viser at intensitet i energibruk i Norge forventes redusert i perioden 2019-2030.

*Tabell 4-1 Indikatorer for energibruk. Kilde SSB og NVE.*

| Indikatorer                                                                      | 2019   | 2030   | % endring |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|
| Energibruk per arealenhet i hele bygningsmassen (kWh/m <sup>2</sup> )            | 179    | 156    | - 13 %    |
| Energibruk per arealenhet i yrkesbygg (kWh/m <sup>2</sup> )                      | 178    | 166    | -7 %      |
| Energibruk per arealenhet bolig (energi bolig/areal bolig) (kWh/m <sup>2</sup> ) | 148    | 126    | - 15 %    |
| Energibruk i boligmassen, per person (kWh/person)                                | 8 215  | 7 250  | -12 %     |
| Energibruk i boligmassen, per bolig (kWh/bolig)                                  | 17 946 | 16 528 | - 8 %     |

# VEDLEGGSDOKUMENT

Underlag for langsiktig strategi for  
energieffektivisering ved renovering av  
bygninger

---

Direktoratet for byggkvalitet  
Norges vassdrags- og energidirektorat

---

Dato: 31.3.2022, revidert 23.6.2022

## Innhold

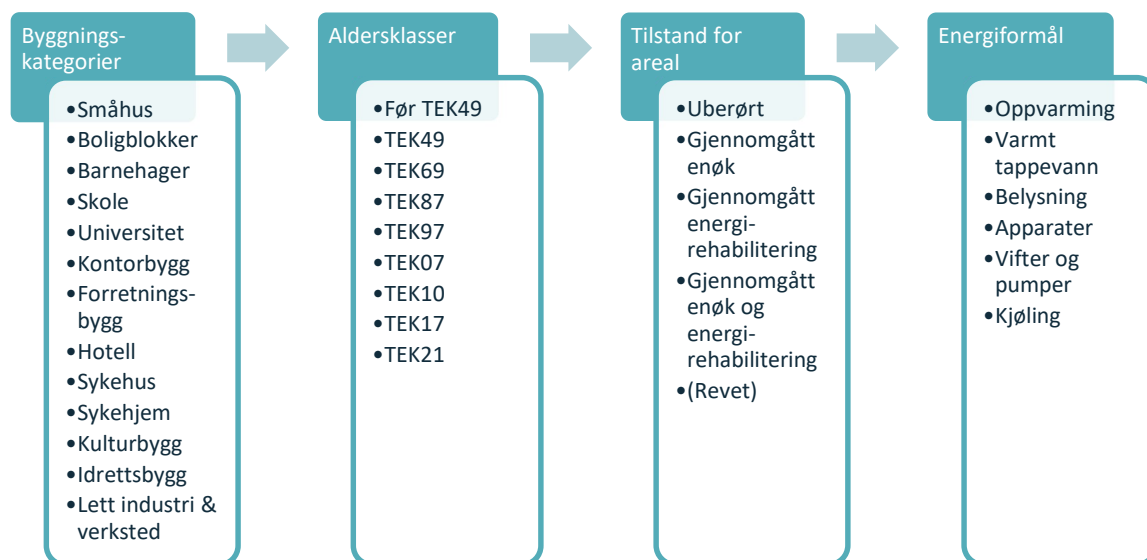
|                                                                          |               |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Vedlegg A: Beskrivelse av BEMA- modellen .....</b>                    | <b>4</b>      |
| 1 Introduksjon.....                                                      | 4             |
| 2 Definisjoner.....                                                      | 4             |
| 3 Metodikk.....                                                          | 5             |
| 4 Fritidsboliger .....                                                   | 7             |
| 5 Viktigste forutsetninger .....                                         | 7             |
| <br><b>Vedlegg B: Tiltak for energirehabilitering .....</b>              | <br><b>10</b> |
| 1 Kostnader .....                                                        | 10            |
| 2 Triggerpunkt.....                                                      | 10            |
| 3 Miljømessig fotavtrykk.....                                            | 10            |
| 4 Tiltak på bygningskroppen .....                                        | 11            |
| 4.1 Etterisolering vegg.....                                             | 12            |
| 4.2 Etterisolering tak .....                                             | 13            |
| 4.3 Etterisolering gulv.....                                             | 14            |
| 4.4 Utskifting av vinduer og dører.....                                  | 15            |
| 5 Tiltak på tekniske anlegg.....                                         | 16            |
| 5.1 Natt- og helgesenkning.....                                          | 17            |
| 5.2 Forbedring varmegjenvinning ventilasjon .....                        | 18            |
| 5.3 Forbedring vifteeffektivitet (SPF) .....                             | 19            |
| 5.4 Behovsstyring ventilasjon.....                                       | 20            |
| 5.5 Styringssystem belysning.....                                        | 21            |
| 5.6 Energieffektivt belysningsutstyr .....                               | 22            |
| 5.7 Automatisk solskjerming .....                                        | 23            |
| 5.8 Energioppfølgingssystem.....                                         | 24            |
| 5.9 SD- anlegg .....                                                     | 25            |
| 5.10 EPC- kontrakter.....                                                | 26            |
| 6 Energiomlegging .....                                                  | 27            |
| 6.1 Solcelleanlegg på bygninger .....                                    | 28            |
| 6.2 Solfanger.....                                                       | 29            |
| 6.3 Individuell måling og avregning av vannbåren varme.....              | 30            |
| 6.4 Varmepumpe luft- luft.....                                           | 31            |
| 6.5 Varmepumpe væske- vann.....                                          | 32            |
| 6.6 Varmepumpe luft- vann .....                                          | 33            |
| 7 Forutsetninger for beregning av potensial for varmepumper .....        | 34            |
| <br><b>Vedlegg C: Status for gjeldende og vedtatte virkemidler .....</b> | <br><b>35</b> |
| 1 Innledning .....                                                       | 35            |
| 2 Juridiske virkemidler .....                                            | 35            |
| 2.1 Krav om tiltak på eksisterende bygg .....                            | 35            |
| 2.2 Energikrav i byggt teknisk forskrift (TEK17).....                    | 36            |
| 2.3 Forbud mot fyring med mineralolje til oppvarming.....                | 36            |
| 2.4 Energimerkeforskriften for bygninger.....                            | 37            |
| 2.5 Energivurdering av tekniske anlegg.....                              | 37            |
| 2.6 Økodesignforskriften.....                                            | 37            |

|   |     |                                                                                             |    |
|---|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   | 2.7 | Energimerkeforskriften (produkter) .....                                                    | 38 |
|   | 2.8 | Offentlige innkjøp .....                                                                    | 39 |
| 3 |     | Økonomiske virkemidler .....                                                                | 39 |
|   | 3.1 | Enovas støtteordninger .....                                                                | 39 |
|   | 3.2 | Miljødirektoratets støtteordninger .....                                                    | 40 |
|   | 3.3 | Lån fra Husbanken .....                                                                     | 40 |
|   | 3.4 | Kommunale støtteordninger .....                                                             | 41 |
|   | 3.5 | Plusskundeordningen .....                                                                   | 41 |
|   | 3.6 | Forskningsrådet FOU .....                                                                   | 42 |
|   | 3.7 | Skatter og avgifter – Elavgift .....                                                        | 42 |
| 4 |     | Pedagogiske virkemidler .....                                                               | 43 |
|   | 4.1 | Veiledning og råd .....                                                                     | 43 |
|   | 4.2 | Opplæring og videreutdanning av håndverkere, ingeniører og arkitekter .....                 | 43 |
|   | 4.3 | Miljømerker og sertifiseringsordninger .....                                                | 44 |
|   | 4.4 | Forbildeprosjekter og forskningsprogrammer .....                                            | 44 |
| 5 |     | Hovedtrekkene i relevante reguleringer i EU. Regelverk som er innlemmet i EØS-avtalen ..... | 45 |
|   | 5.1 | Økodesigndirektivet .....                                                                   | 45 |
|   | 5.2 | Bygningsenergidirektivet (EPBD I) .....                                                     | 45 |
| 6 |     | Gjeldende og vedtatte reguleringer som er i prosess for å bli innlemmet i EØS-avtalen ..... | 45 |
|   | 6.1 | Økodesigndirektivets videre utvikling .....                                                 | 45 |
|   | 6.2 | Bygningsenergidirektivets videre utvikling .....                                            | 45 |
|   | 6.3 | Energieffektiviseringsdirektivet (EED) .....                                                | 46 |
|   | 6.4 | Gassmarkedsdirektivet .....                                                                 | 46 |
|   | 6.5 | Elektrisitetsdirektivet .....                                                               | 46 |
|   | 6.6 | Fornybardirektivet .....                                                                    | 47 |
|   | 6.7 | Bærekraftig finansielt rammeverk (taksonomi) .....                                          | 47 |
| 7 |     | Andre pågående prosesser .....                                                              | 47 |
|   | 7.1 | Building Stock Observatory (BSO) .....                                                      | 47 |
|   | 7.2 | Renovation wave .....                                                                       | 48 |

# Vedlegg A: Beskrivelse av BEMA- modellen

## 1 Introduksjon

BEMA-modellen er en bottom-up-modell som fremskriver arealet og energibehovet i den norske bygningsmassen frem til 2050. Modellen er laget av NVE og er en Excel-modell. Arealet i bygningsmassen er delt inn etter bygningskategori og aldersklasse. I tillegg kan arealet ha gjennomgått energioppgraderinger i form av enøk og/eller energirehabilitering. Energibehovet er fordelt på energiformål.



Figur 1 Modellens inndeling av areal og energibehov

## 2 Definisjoner

I dette dokumentet bruker vi forkortelsen TEK for byggt teknisk forskrift. Tallet bak TEK angir hvilket år den aktuelle versjonen av forskriften er fra. For eksempel betyr TEK49 den første versjonen av TEK, som trådte i kraft i 1949.

Med rater mener vi i denne sammenhengen hvor fort utviklingen går. Vi bruker rater for gjennomføring av enøktiltak, gjennomføring av energirehabilitering, riving og nybygging. Raten sier noe om hvor mye areal som gjennomfører for eksempel enøk i løpet av et år. For eksempel er enøkraten for småhus som er bygget etter TEK10 1,9 prosent i 2021. Ratene er forskjellig for hver bygningskategori og den forandrer seg fra år til år.

I modellen betyr de ulike tilstandene for areal følgende:

- Uberørt: har ikke gjennomført oppgraderinger som påvirker energibehov.
- Enøk: mindre energieffektiviseringstiltak, som tetningslister rundt vinduer eller skifte av vindu.
- Energirehabilitering: større energioppdragering, som etterisolering eller skifte av alle vinduer.
- Enøk og rehabilitering: har gjennomført begge punktene over.
- Revet: inkluderer både bygninger som er helt revet og bygninger som er revet ned til betong og bygget opp igjen etter gjeldende byggeregler (hovedombygging)<sup>1</sup>.

I BEMA-modellen forutsetter vi at enøk og energirehabilitering kun reduserer byggets behov for romoppvarming. Tabell 1 viser hvor mye vi antar at energibehovet til oppvarming reduseres ved de forskjellige tiltakene:

Tabell 1 Redusert oppvarmingsbehov ved gjennomføring av tiltak

|                                                                        | Bygg som er oppført før TEK17 | Bygg som er oppført iht. TEK17 og TEK21 |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Redusert oppvarmingsbehov ved gjennomført enøk                         | 7 %                           | 2 %                                     |
| Redusert oppvarmingsbehov ved gjennomført energirehabilitering         | 20 %                          | 5 %                                     |
| Redusert oppvarmingsbehov ved gjennomført enøk og energirehabilitering | 25 %                          | 7 %                                     |

I modellen ser vi på energibehovet i bruksfasen til arealet. Energi til riving, bygging og materialer til bygging og energieffektiviseringstiltak er ikke inkludert her.

### 3 Metodikk

I dette arbeidet har vi brukt BEMA-modellen til å estimere utviklingen i areal og energibehov i bygningsmassen i Norge. For de 13 bygningskategoriene i modellen beregnes dette i tre steg:

A. Fastsette rater for

- Gjennomføring av enøktiltak
- Gjennomføring av energirehabilitering
- Riving (inkludert hovedombygging)
- Nybygging

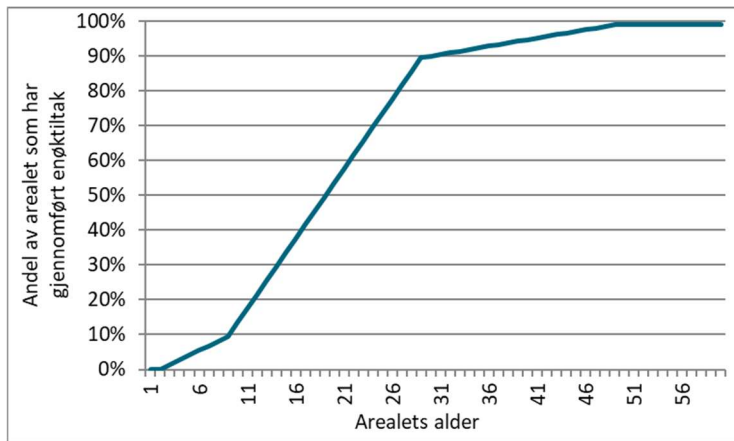
B. Fremskrive arealutvikling fordelt på tilstand

C. Fremskrive energibehov ved å koble areal til energibehov fordelt på energiformål

*A: Fastsette rater*

Ratene for gjennomføring av enøk, energirehabilitering og riving av bygg fastsettes i forhold til byggets alder, og det forventes en utvikling som kan sammenlignes med en S-kurve, jf. Figur 2. Ratene settes individuelt for hver bygningskategori, men prinsippet er likt for alle. Som et eksempel ser vi på enøkrate for kontorbygg med samme byggeår.

<sup>1</sup> Modellen skiller ikke på areal som rives fullstendig og areal som gjennomgår hovedombygging, selv om energi knyttet til riving, materialer og bygging er forskjellig for de to. Dette er fordi modellen bare ser på driftsfasen til bygningene.



Figur 2 S-kurve som illustrerer gjennomføringstakten for enøktiltak i kontorbygg

De første årene etter at byggene er oppført gjøres det ingen enøktiltak. Først når byggene har stått i tre år vil det gjennomføres enøktiltak på noen av byggene, og da gjøres det enøk på en liten andel av det aktuelle kontorarealet hvert år frem til byggene er ti år. Da økes tempoet for gjennomføring av enøk, og denne høye raten fortsetter frem til bygningsmassen er 30 år. Fra da av vil bare en liten andel av det aktuelle arealet gjennomgå enøk i løpet av et år. Det er forutsatt at 1 prosent av arealet aldri vil få gjennomført enøktiltak, og at de byggene som

skal få gjort enøk, har fått gjort det innen byggene har stått i 50 år.

Tilsvarende settes egne rater for energirehabilitering og riving av byggene. Hvor stor andel av en bygningskategori som rives, energirehabiliteres og gjennomgår enøk i et gitt år vil altså være avhengig av alderssammensetningen til bygningsmassen til denne bygningskategorien. S-kurvene for energirehabilitering er bestemt med støtte i informasjon fra rehabiliteringstall fra Potensial- og barrierestudiene utført for Enova (Prognosesenteret, 2012) og (Multiconsult, 2012).

Det er ikke uvanlig at eldre bygg har gjennomgått både enøk og energirehabilitering. Dette er det tatt høyde for i modellen. Det er derimot ikke tatt høyde for at man kan gjennomføre enøk eller energirehabilitering flere ganger på samme areal.

#### B: Fremskrive arealutvikling

Framskrivningen av areal i modellen baserer seg på arealtall for 2010 hentet fra Potensial- og barrierestudiene som ble gjort for Enova i 2011 (Prognosesenteret, 2012) og (Multiconsult, 2012). Studiene inneholder også en aldersfordeling av arealet, som modellen bruker sammen med de aldersspesifikke ratene for enøk, energirehabilitering og riving. Arealet er gruppert i aldersgrupper, som samsvarer med de periodene de forskjellige byggtekniske forskriftene har vært gjeldende.

Nybyggingsraten innenfor bygningskategoriene er knyttet opp til SSBs befolkningsframskriving og historisk nybyggingstakt. De siste årene har nybyggingsraten for yrkesbygg vært høyere enn befolkningsveksten, slik at arealet i yrkesbygg fordelt på antall innbyggere i landet har økt. Vi har antatt at dette vil være tilfellet også de nærmeste årene, men at veksten i areal for yrkesbygg etter hvert blir lik befolkningsveksten. Nybyggingen i et år innenfor en bygningskategori, kommer som et resultat av beregnet totalt areal i bygningskategorien og revet areal det året. For boliger er det i tillegg antatt at andelen husstander som bor i småhus blir lavere mens andelen i boligblokker øker. Det er i tillegg gjort antagelser om reduksjon i antall personer pr. husholdning.

Basert på de utarbeidede ratene for enøk, energirehabilitering og riving, samt en antatt rate for nybygging, fremskrives arealet innenfor hver bygningskategori, fordelt på arealets tilstand.

#### C: Fremskrive energibehov

De forskjellige «typene» areal (variasjoner i bygningskategori, alder og tilstand) vil ha forskjellig energibehov. Siste trinn er derfor å tillegge de forskjellige arealtypene et spesifikt energibehov fordelt på formål. Beregningene av spesifikt energibehov tar utgangspunkt i hvor stort energibehov et uberørt bygg med en gitt alder vil ha. Disse beregningene er hentet fra rapportene som er utarbeidet for Enova (Multiconsult, 2012) og (Prognosesenteret, 2012).

Som et eksempel kan vi se på kontorbygg som er bygget i henhold til TEK 97. Multiconsult har på oppdrag fra NVE beregnet spesifikt energibehov fordelt på formål for de ulike byggkategoriene og aldersklassene. Samlet spesifikt energibehov etter temperaturregulering er anslått til 190 kWh per m<sup>2</sup>.

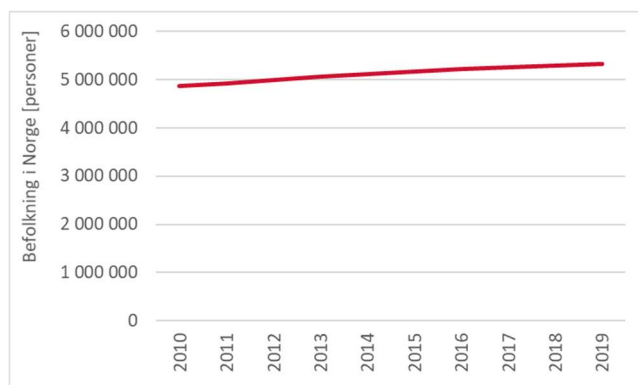
Beregningene gjort for Enova i 2011 viser at 64 prosent av dette arealet var uberørt i 2010. Av det samlede temperaturregulerte spesifikke energibehovet utgjør 70 kWh per m<sup>2</sup> energibehov til romoppvarming. Det er beregnet at 30 prosent av kontorarealet som er bygget i henhold til TEK 97 har gjennomgått enøk i 2010. I modellen har vi forutsatt at dette medfører en reduksjon i energibehovet til oppvarming med 7 prosent, slik at spesifikt energibehov til oppvarming blir 65 kWh per m<sup>2</sup> for areal som har gjennomført enøk. Likeledes viser modellen at 6 prosent av kontorarealet som er bygget i henhold til TEK 97 er energirehabilitering i 2010. Her er det antatt at energirehabilitering medfører 20 prosent reduksjon i varmebehovet, og spesifikt energibehov til oppvarming blir da 56 kWh per m<sup>2</sup>. I modellen er det beregnet at ingen kontorbygg bygget etter TEK97 har gjennomført både enøk og energirehabilitering i 2010. Om det gjennomføres både enøk og energirehabilitering forutsetter vi at energibehov til oppvarming reduseres med 25 prosent, hvilket vil gi energibehov til oppvarming på 53 kWh per m<sup>2</sup>.

## 4 Fritidsboliger

Fritidsboliger er behandlet annerledes enn de andre bygningskategoriene i modellen, på grunn av manglende datagrunnlag. Vi har brukt historisk statistikk over antall fritidsboliger og befolkningsframskrivingen til å framskrive antall fritidsboliger i Norge. I tillegg har vi brukt utviklingen i gjennomsnittlig størrelse på fritidsboliger til å framskrive arealet for denne bygningskategorien framover. Vi har også antatt en utvikling i energibehov pr fritidsbolig for å kunne framskrive energibehovet til denne bygningskategorien. I motsetning til de andre bygningskategoriene, er utviklingen i energibehov pr fritidsbolig antatt med bakgrunn i statistikk, og ikke hvilken byggt teknisk forskrift de er bygget etter. Dette er gjort for å ta hensyn til at fritidsboligene brukes mindre enn de andre bygningskategoriene.

## 5 Viktigste forutsetninger

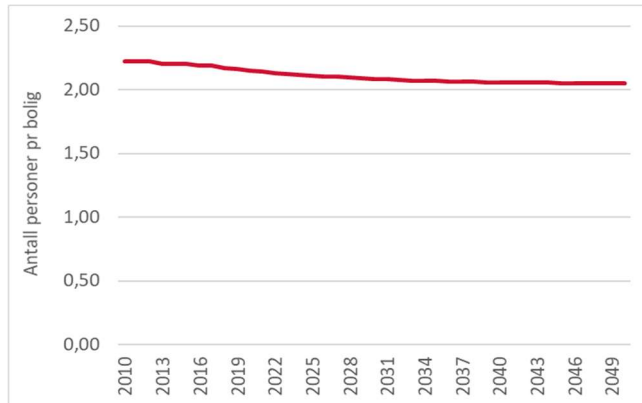
De viktigste forutsetningene i BEMA-modellen er rater for nybygging, energirehabilitering, enøk og riving, samt energibehov per areal for forskjellige typer bygg av forskjellig alder med forskjellig tilstand.



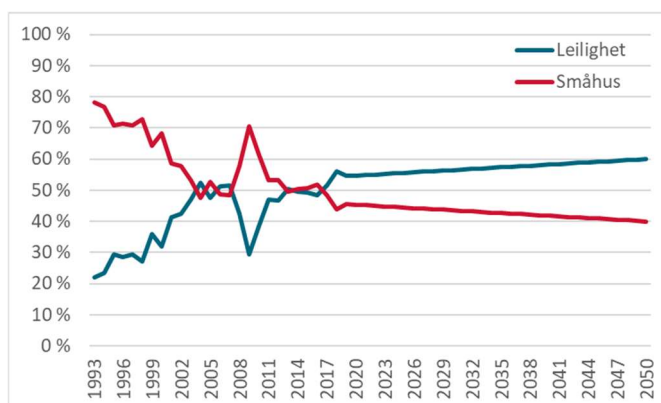
Figur 3 Antatt befolkningsutvikling. Kilde: SSB

Hvor mye nybygg vi trenger hvert år, er avhengig av hvor mye bygg som rives og befolkningsutviklingen. Vi blir stadig flere mennesker i Norge, og disse trenger boliger og vil bruke yrkesbygg. Vi har lagt til grunn SSBs hovedframskriving for befolkningsutvikling<sup>2</sup>. Figur 3 viser framskrivingen som ligger til grunn i modellen.

<sup>2</sup> Du kan lese mer om SSBs befolkningsframskriving her [Nasjonale befolkningsframskrivinger \(ssb.no\)](https://ssb.no)



Figur 4 Antatt utvikling i personer pr husholdning. Kilde: SSB



Figur 5 Antatt fordeling av nye boliger på småhus og leiligheter. Kilde: SSB

I tillegg til hvor stor befolkning vi har i Norge, er antallet personer som bor i hver bolig avgjørende for hvor mange boliger vi trenger framover. Antallet personer pr bolig har gått kraftig nedover de siste 100 årene. Vi forventer at denne trenden fortsetter, men at den på et tidspunkt vil flate ut. Vi forventer ikke at vi kommer under 2 personer pr bolig i Norge, se Figur .

I modellen vår har vi to typer boliger, småhus og leiligheter. Småhus har vært dominerende i Norge, og vil være det framover. Men når det gjelder nybygde boliger, ser vi at en stadig større andel av disse er leiligheter. Dette henger nok sammen med en urbanisering som vi ser i samfunnet. Hvordan nye boliger fordeler seg mellom småhus og leiligheter vil variere fra år til år, men vi antar at trenden vil fortsette. Figur 5 viser hvor stor andel av nye boliger vi antar kommer som henholdsvis leiligheter og småhus framover.

For hver alderskategori er det gjort en forenkling ved å anta en

gjennomsnittsalder, slik at ratene for enøk, energirehabilitering og riving kan brukes på aldersgruppen. For eksempel er alle bygg som er bygget i henhold til TEK49 beregnet å være bygd i 1959.

Det er tatt forskjellige antakelser for alle ratene for hver enkelt bygningskategori, og i utgangspunktet er alle ratene like viktige. Men ettersom bygningskategorien småhus står for nesten 60 prosent av totalt areal i bygningsmassen, er det rimelig å si at ratene som omhandler småhus vil ha større innvirkning på totalt energibehov enn de andre ratene.

I tillegg har vi antatt at det skjer en energieffektivisering av andre formål enn oppvarming. Denne effektivisering er uavhengig av arealets tilstand og alder. Vi har antatt at en årlig effektivisering for elektriske apparater på 1 prosent. Effektivisering skyldes at nye og mer effektive produkter erstatter gamle. Samtidig antar vi at man får stadig flere apparater, noe som demper effektiviseringen. For belysning er situasjonen litt annerledes. Her står vi midt i et teknologiskifte, der de fleste lyspærer vil bli erstattet med LED-pærer som bruker en brøkdel av energien. Vi har antatt at dette skiftet skjer i perioden 2018 til 2030, og at energibehovet til belysning per kvadratmeter reduseres med 60 prosent over denne perioden. Etter 2030 forventer vi en årlig effektivisering på 0,5 prosent.

Vi har ikke tatt høyde for kommende strukturelle endringer, som eldrebølgen, mer bruk av hjemmekontor eller effekten urbanisering har på yrkesbygg. Når det gjelder boliger er urbaniseringen inkludert i antagelsen om at andelen husholdninger som bor i småhus vil reduseres og andelen som bor i leilighet vil øke. Her er utviklingen i antall personer pr husholdning av avgjørende betydning. Frem til nå har vi sett en reduksjon i antallet personer pr husholdning, og den trenden er forutsatt å fortsette de neste 20 årene før utviklingen flater ut.

For å sikre så korrekt som mulig utgangspunkt for framskrivningene av energibehov gjøres det en kalibrering av modellen med siste tilgjengelige statistikkår, som nå er 2019. Kalibreringen begynner med å anta en teknologisammensetting i 2019 som er basert på data om teknologier fra hentet inn gjennom energimerkesystemet for bygg og varmepumpestatistikken til NOVAP. Ved å sammenstille energibehov, teknologisammensetting og virkningsgrader for ulike teknologier, beregner modellen energibruk i bygningsmassen for 2019. Energibruken i modellen kalibreres deretter mot energivarebalansen til SSB for 2019<sup>3</sup> for å sikre et utgangspunkt som samstemmer med faktisk energibruk. Vi har da beregnet et energibehov i startåret som samsvarer med energibruk i energivarebalansen, og fremskriver energibehovet mot 2050 ut fra dette.

---

<sup>3</sup> Energivarebalansen inneholder statistikk om bruk av ulike energivarer. I BEMA-modellen henter vi ut forbrukstall for husholdninger og yrkesbygg.

## Vedlegg B: Tiltak for energirehabilitering

---

Nedenfor følger en samlet presentasjon av aktuelle tiltak for energirenovering av bygninger. Tiltakene er beskrevet og vurdert etter en enhetlig metodikk for å legge grunnlaget for en overordnet vurdering.

### 1 Kostnader

Kostnader vil variere med type tiltak, om det er behov for oppgradering av tiltaket og om det blir gjort samtidig med eller uavhengig av andre oppgraderinger av bygget. Dermed kan et tiltak som er lønnsomt i et bygg, være mindre lønnsomt i et annet bygg. Et eksempel er utskifting av vinduer. Hvis vinduene er av god kvalitet og det ikke er behov for å bytte dem, vil utskifting av vinduer ha relativ høy kostnad. Hvis det er planlagt å bytte vinduer, så vil ekstrakostnaden ved å bytte til godt isolerte vinduer være lav.

Kostnadskurven illustrerer ulike gjennomsnittlige kostnadsnivåer. Hvert punkt representerer kostnaden for ett tiltak for en aldersgruppe og en geografisk plassering. F.eks. vil etterisolering av vegg gi ulike punkter med kostnad avhengig etter hvor huset er plassert (klima) og når det er bygget.

Kostnader er uttrykt som LCOE (Levelized Cost of Energy) det vil si energikostnad over tiltakets levetid. Kostnadene er uten MVA og vi har benyttet en diskonteringsrente på 4 prosent. Beregningsmetodikk og antakelser er beskrevet i hoveddokumentets kapittel 2. Vi har ikke gjennomført detaljerte kostnadsanalyser for alle tiltakene.

### 2 Triggerpunkt

Et triggerpunkt er et tidspunkt hvor det er hensiktsmessig å gjennomføre et tiltak. Det vil typisk være at en bygningsdel skal skiftes eller at det skal gjøres annen oppgradering. For eksempel vil skifte av kledning være et triggerpunkt for etterisolering av vegg. Gjennomføring av et tiltak når triggerpunktet inntreffer er ofte en forutsetning for lønnsomhet. For tiltak som er avhengige av bygningsdeler med lang levetid, som isolering av tak, er det spesielt viktig. Det kan være flere tiår til taket skal byttes eller oppgraderes neste gang.

Triggerpunktet sier noe om tidshorisonen for å utløse det nasjonale effektiviseringspotensialet for et tiltak. Det kan ta lang tid for tiltak hvor triggerpunktet inntreffer sjeldent. Andre tiltak, som installering av varmepumpe, har ikke et spesifikt triggerpunkt og kan gjennomføres når som helst. Effektiviseringspotensialet til slike tiltak kan være mulig å utløse i løpet av en kortere tidsperiode.

### 3 Miljømessig fotavtrykk

Hvert tiltak er også vurdert ut fra hvor store miljøkonsekvenser som følger av det. Tiltaket i seg selv vil sjelden ha store miljømessige ulemper, snarere vil det være slik at de forlenger bygningens levetid og reduserer energibruken. Det miljømessige fotavtrykket blir dermed først og fremst indirekte

konsekvenser gjennom materialbruk. Vi har derfor vurdert tiltakenes miljømessige fotavtrykk på bakgrunn av:

- Direkte og indirekte klimagassutslipp i materialer
- Andre miljøkonsekvenser knyttet til materialbruk og innsatsfaktorer

Fakta grunnlaget for denne vurderingen er lite utviklet. Vi har derfor begrenset klassifiseringen til «lite påvirkning» eller «har påvirkning». Dette gir en mulighet til å få aspektet med i vurderingen, men uten forsøk på kvantifisering.

## 4 Tiltak på bygningskroppen

Tiltak på bygningskroppen er tiltak som reduserer varmelekkasje fra bygningskroppen. De vanligste tiltakene er etterisolering av vegg, tak og gulv, tette luftlekkasjer eller bytte til bedre isolerte vinduer. De fleste av disse tiltakene innebærer inngrep i bygningskroppen. Unntak er innblåsing av isolasjon i hulrom og å legge isolasjon direkte på gulvet i kaldloft. Dermed er tiltakene på bygningskropp vanligvis kostbare. De kan bli rimeligere dersom de gjøres samtidig med andre bygningsmessige tiltak på boligen. For eksempel kan etterisolering av vegg gjøres samtidig med at kledning skiftes eller man kan bytte til bedre isolerte vinduer når det er behov for å bytte vinduer pga. slitasje eller elde.

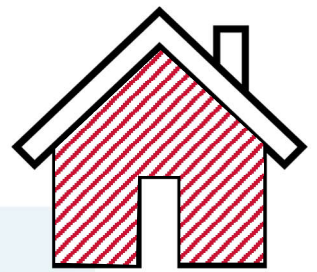
Hvor mye energi som spares ved tiltak på bygningskroppen er helt avhengig av tilstanden til boligen før tiltaket og hvor mye man reduserer varmelekkasjen. Å bytte til bedre isolerte vinduer når man bytter vinduer, er et rimelig tiltak. Ekstrakostnaden ved godt isolerte vinduer er lav, men godt isolerte vinduer er tyngre og dermed vanskeligere å montere. Hvor mye man kan etterisolere vegg, gulv og tak kan være begrenset av reguleringsplaner (utnyttingsgrad og mønehøyde) og bygningstekniske utfordringer som takutspring som må forlenges og at vinduer ev. må flyttes lenger ut i veggen.

Tiltak på bygningskroppen har god levetid. Tiltakets virkning kan bli noe redusert med tiden, men isolasjonsevnen er relativt stabil.

Kostnadene ved tiltak på bygningskroppen er såpass høye at de sjelden blir gjennomført alene. Vanligvis gjennomføres de samtidig med andre bygningstekniske tiltak som skifte av taktekking, kledning eller vindu. Det reduserer kostnadene betydelig for å gjennomføre energioppgraderingstiltaket, men kostnadene ligger vanligvis mellom 1 og 5 kr/kWh. Totalkostnaden for oppgraderingene vil være høyere da man både må betale for energioppgraderingstiltaket (eks. isolasjon, tetting og utlekting) og det bygningstekniske tiltaket (eks. ny kledning). Kostnadskurvene for det enkelte tiltak viser lønnsomhet, basert på Multiconsult og NVEs analyser. Kurvene illustrerer ulike gjennomsnittlige kostnadsnivåer. Hvert punkt representerer kostnaden for ett tiltak for en aldersgruppe og en geografisk plassering. F.eks. vil etterisolering av vegg gi ulike punkter med kostnad avhengig etter hvor huset er plassert (klima) og når det er bygget.

| Tiltak nr. | Tiltak på bygningskroppen      |
|------------|--------------------------------|
| 1          | Etterisolering vegg            |
| 2          | Etterisolering tak             |
| 3          | Etterisolering gulv            |
| 4          | Utskifting av vinduer og dører |

Figur 0-1 Rangering av energieffektiviseringstiltak i småhus, etter kostnad (LCOE). Uten mva., diskonteringsrente 4 %. Tiltak for energiforsyning er ikke tatt med. Multiconsult og NVE.



## 4.1 Etterisolering vegg

### Beskrivelse

Etterisolering av vegg kan gjøres innvendig, utvendig og ved innblåsing. Utvendig isolering gjøres som regel når kledning byttes. Da blir kostnadene rimeligere siden man allikevel skal skifte kledning. Ved innvendig etterisolering er det sjelden man isolerer mer enn 10 cm da innvendig isolering «spiser» av arealet og kan flytte duggpunktet i veggen. Innblåsing kan være aktuelt for bygg med hulrom i veggen, og tykkelse på isolasjonen vil avhenge av hulrommets dybde. Det er viktig å tette overganger mellom vegg og tak/gulv godt for å hindre utettheter.

Triggerpunkt

Skifte av  
kledning

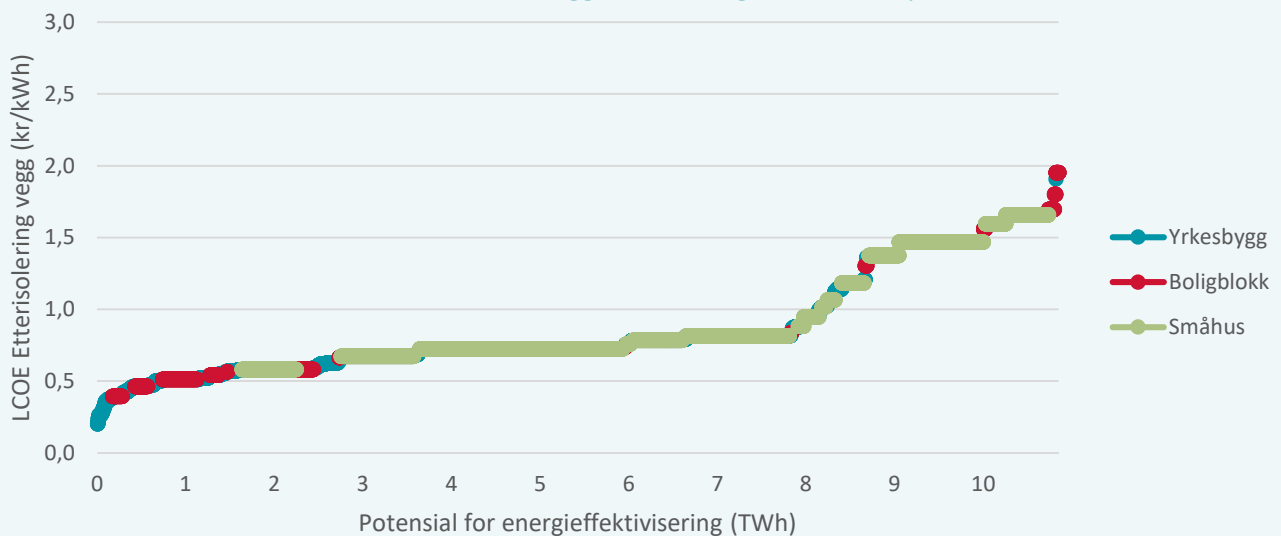
Levetid tiltak

Over  
**50**  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning

Merkostnad for å etterisolere vegg når kledning likevel skal byttes



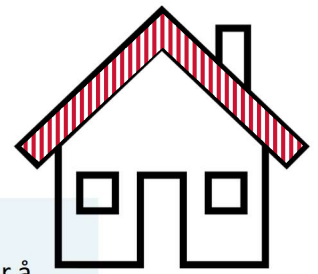
### Barrierer

Etterisolering av vegg utvendig gjøres sjelden uten at kledning skiftes. Grad av utnyttning av tomten vil kunne bli endret ved etterisolering utvendig og utgjør en barriere i tettbyde strøk der grad av utnyttning som regel er utnyttet maksimalt. Innvendig etterisolering vil redusere bruksarealet av bygningen og dermed salgbart areal. Det er viktig med god kunnskap om utførelse, duggpunkt og tetting ved etterisolering.

### Andre nytteverdier

Bedre komfort

## 4.2 Etterisolering tak



### Beskrivelse

Etterisolering av tak/loft kan gjøres innvendig, utvendig og ved innblåsing. Den enkleste er å etterisolere kalde loft. Da rulles eller sprøytes isolasjon på oversiden av etasjeskilleren mellom loft og oppholdsrom. Loftet forblir da et kaldloft. Etterisolering av tak gjøres vanligvis når taket tekkes om, og isolasjonen legges da utvendig, under taktekkingen. Det vil da ikke være tekniske hindringer for hvor mye man kan etterisolere. Etterisoleringer man taket innvendig, kan duggpunktet flytte seg, og det kan også være begrensninger på hvor mye man kan etterisolere på høyde under taket. Det er viktig å tette uønskede utettheter mellom vegg og tak.

Triggerpunkt

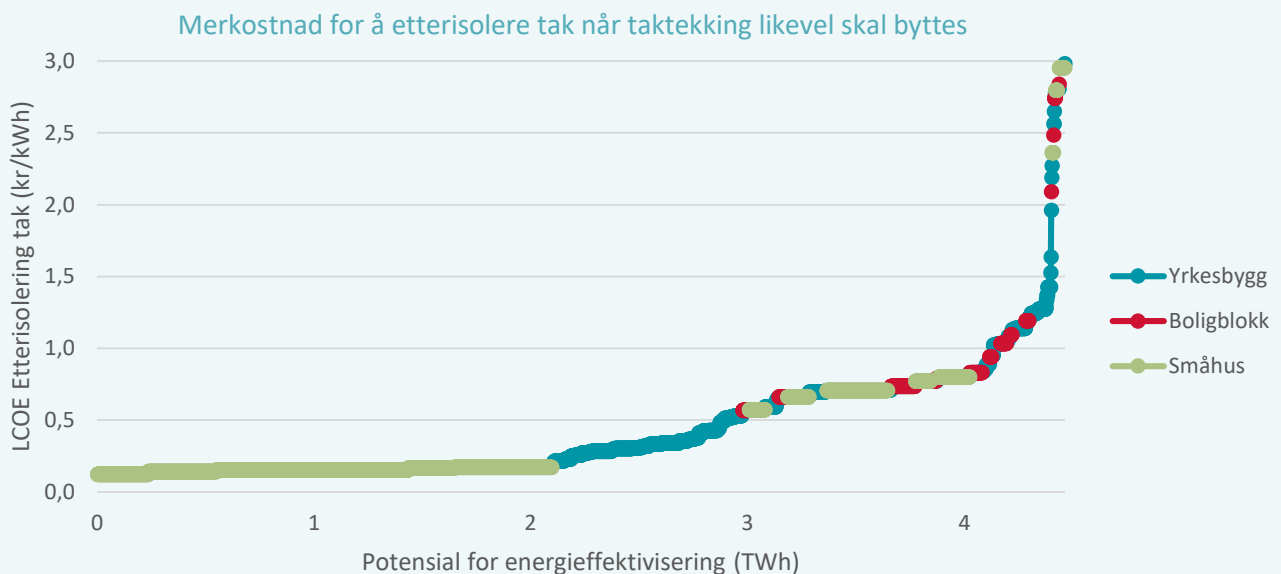
Skifte av  
taktekking

Levetid tiltak

Over  
**50**  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning



### Barrierer

Etterisolering av tak utvendig gjøres sjelden uten at taktekking skiftes. Mange reguleringsplaner har begrensninger på høyde, og en ev. etterisolering vil endre mønehøyden og kan i noen tilfeller være ulovlig uten søknad om dispensasjon. Innvendig etterisolering av tak vil senke takhøyden. Det er viktig med god kunnskap om utførelse, duggpunkt og tetting ved etterisolering.

### Andre nytteverdier

Bedre komfort

### 4.3 Etterisolering gulv



#### Beskrivelse

Etterisolering av gulv kan gjøres over og under etasjeskilleren og ved innblåsing. Legger man isolering over etasjeskilleren, kan takhøyden i rommet begrense hvor mye man vil etterisolere. Legger man isolering under etasjeskilleren eller i kjelleren, vil høyden i kjelleren kunne begrense hvor mye man kan etterisolere. Det er også mulig å randisolere gulv. Det vil si å bare isolere den delen av gulvet som er nærmest yttervegg. Det er viktig å tette overganger mellom gulv/kjeller og vegg godt for å hindre utettheter.

Triggerpunkt

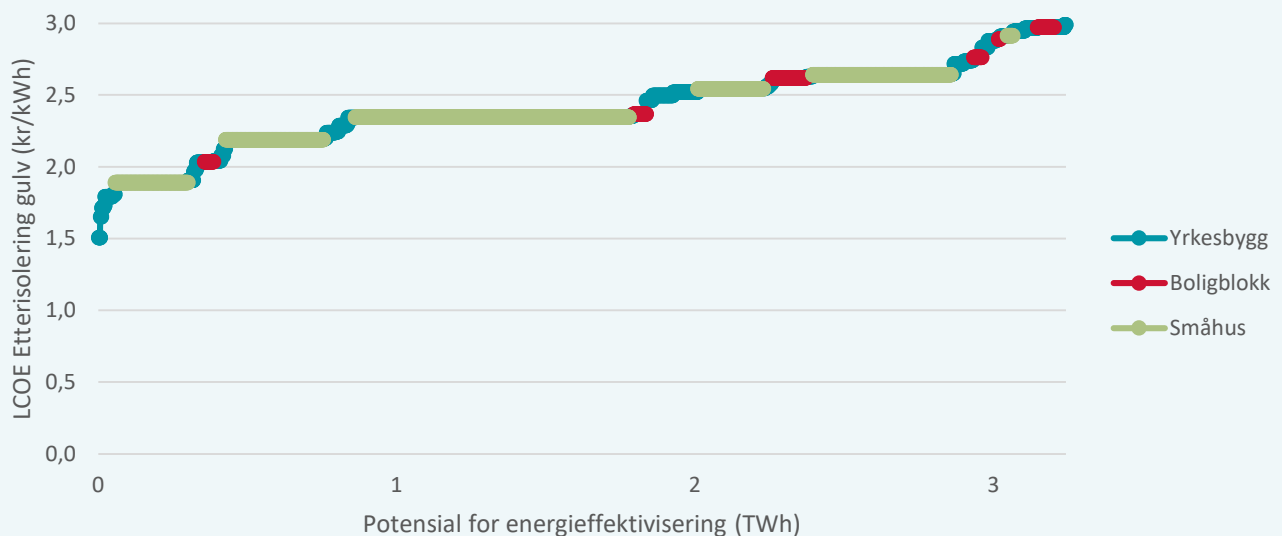
Skifte av  
gulvbelegg

Levetid tiltak

Over  
**50**  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning



#### Barrierer

Etterisolering av gulv over etasjeskiller gjøres sjelden uten at gulvbelegg skiftes og vil også redusere takhøyden. Det er viktig med god kunnskap om utførelse og tetting ved etterisolering av gulv.

#### Andre nytteverdier

Bedre komfort

#### 4.4 Utskifting av vinduer og dører



##### Beskrivelse

De største varmelekkasjene i en vegg er gjennom vinduer og dører da de er betydelig dårligere isolert enn selve veggkonstruksjonen. Skifte av vindu og dører gjennomføres vanligvis når de ikke lenger har tilfredsstillende funksjon. Skifter man til vinduer og dører som tilfredsstiller dagens nybyggstandard (0,8 W/m<sup>2</sup>K), vil varmelekkasjen fra vinduene og dørene bli betydelig mindre. I dag er det kun 3-lags vinduer som tilfredsstiller nybyggstandarden. Det er viktig å tette godt rundt vinduer og dører for å hindre utettheter.

Triggerpunkt

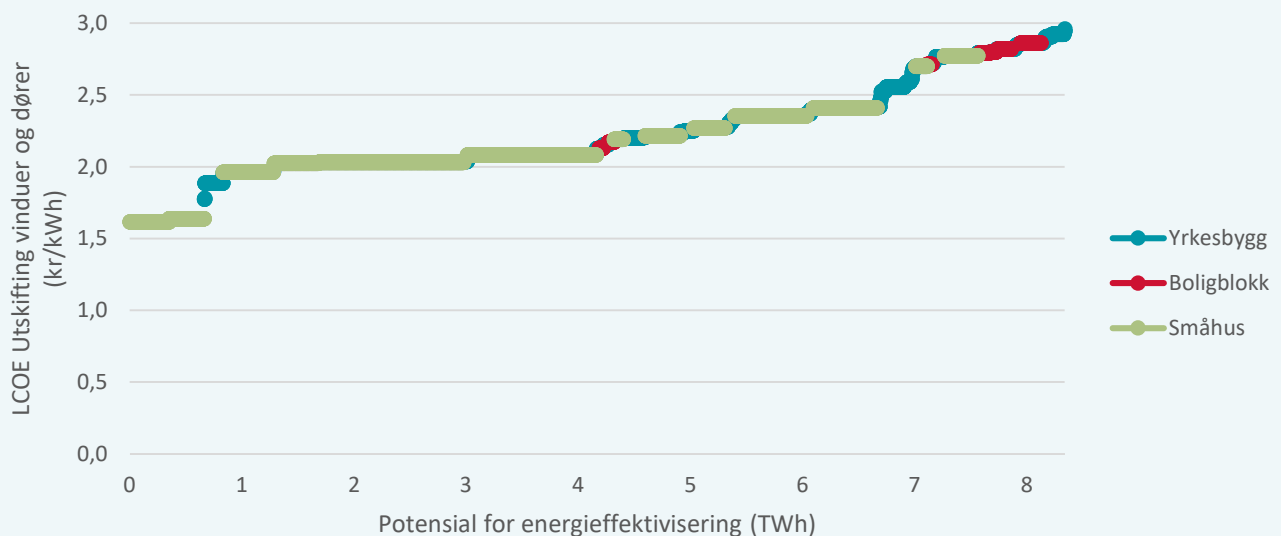
Endt  
levetid

Levetid tiltak

21-50  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning



##### Barrierer

Når vinduer byttes velges ikke nødvendigvis vinduene med best isoleringsevne. Det kan blant annet skyldes at 3-lags vinduer er dyrere enn 2-lags, både å kjøpe og installere. 3-lags vinduer er tyngre og kan kreve to personer for montering. De er også tykkere, slik at hele karmen ofte må byttes. Vinduer med god isoleringsevne kan gi utvendig dugg eller rim på kalde fuktige dager.

##### Andre nytteverdier

Bedre komfort og mindre trekk. Mulig å møblere annerledes da det ikke er kaldras fra godt isolerte vinduer. Vil ofte isolere bedre mot utvendig støy enn eldre vinduer.

## 5 Tiltak på tekniske anlegg

Tekniske anlegg i bygg er anlegg som brukes i driften av bygningen, som oppvarmingssystemer, anlegg for ventilasjon, belysning m.m. Tekniske anlegg bruker energi til drift av anlegget. Enkelte tekniske anlegg reduserer likevel den samlede energibruken da de gjenvinner energi eller behovsstyrer energibruken. Energibruk til tekniske anlegg er særlig høyt i en del typer yrkesbygg, f.eks. gjennom krav til inneklime og luftskifte.

Energieffektivisering for de tekniske anleggene innebærer dermed flere aspekter. For det første bør anleggenes egen drift være så effektiv som mulig gjennom bruk av effektive pumper og vifter, høy gjenvinningsgrad av varme i varmevekslere og høy virkningsgrad i forbrenning m.m. Videre viser det seg at installasjon, dimensjonering og tilpasning av tekniske anlegg i den enkelte bygning har stor betydning for energibruk i drift. Energieffektiv drift av tekniske anlegg krever dermed både gode produkter, tidlig planlegging og kompetanse i installasjon og drift.

De tekniske anleggene har normalt kortere levetid enn bygningskroppen. Det samme gjelder dermed også for tiltakenes levetid. Noen tiltak dreier seg om organisering og styring av anleggene. For energioppfølgingssystem er det snakk om både teknisk utstyr, men i like stor grad interne rutiner som er avhengig av kontinuerlig prioritering og avsetting av ressurser. Slike tiltak har naturligvis enda kortere levetid.

| Tiltak nr. | Tiltak på tekniske anlegg               |
|------------|-----------------------------------------|
| 1          | Natt- og helgesenkning                  |
| 2          | Forbedring varmegjenvinning ventilasjon |
| 3          | Forbedring vifteeffektivitet (SFP)      |
| 4          | Behovsstyring ventilasjon               |
| 5          | Styringssystem belysning                |
| 6          | Energieffektivt belysningsutstyr        |
| 7          | Automatisk solskjerming                 |
| 8          | Energioppfølgingssystem                 |
| 9          | SD-anlegg                               |
| 10         | EPC-kontrakter                          |

## 5.1 Natt- og helgesenkning



### Beskrivelse

Natt- og helgesenkning av innetemperaturen er et relativt enkelt tiltak, som egner seg godt for yrkesbygg som brukes i ordinær arbeidstid, men står tomme ellers. I enkleste form kan dette oppnås med samme teknologi som er kjent for panelovner som slås av og på til angitte tider. Dette brukes ofte i boliger og er et enkelt og rimelig tiltak. For yrkesbygg er det mer vanlig at dette skjer gjennom et sentralt styringssystem.

Triggerpunkt

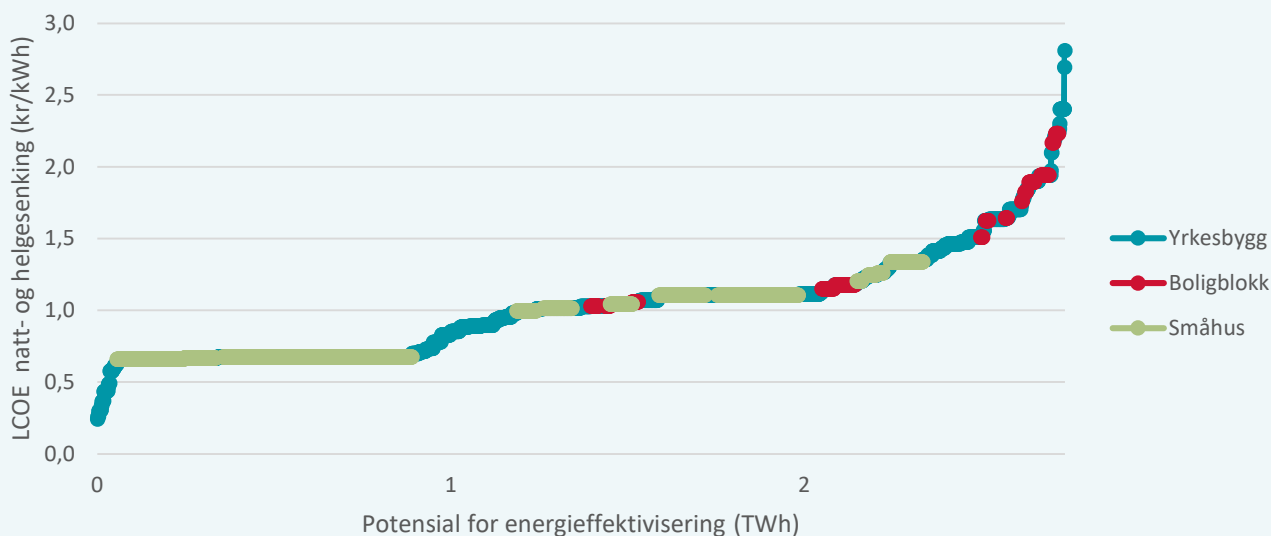
Når som helst

Levetid tiltak

1-5 år

Indirekte klimagassutslipp

Lite påvirkning



### Barrierer

Dersom faktisk arbeidstid er mindre regelmessig, så kan slik senkning av temperaturen oppfattes som lite brukervennlig. Effekttariffer kan redusere verdien av slik senkning fordi det krever mye effekt til å løfte temperaturen på tider med høy pris.

For bygg med indre overflater i tunge materialer som betong og tegl, fungerer nattsenkning dårlig da temperaturendringer skjer for sakte.

### Andre nytteverdier

## 5.2 Forbedring varmegjenvinning ventilasjon



### Beskrivelse

Forbedring av varmegjenvinning i småhus og boligblokker oppnås ved å installere balansert ventilasjon med varmegjenvinner. I yrkesbygninger erstattes eksisterende løsning med aggregat med høyere virkningsgrad på varmegjenvinner. Ved en større renovasjon av yrkesbygninger er dette naturlig å gjøre samtidig med oppgradering til sentralstyring og forbedring av vifteeffekt for optimalt resultat.

Triggerpunkt

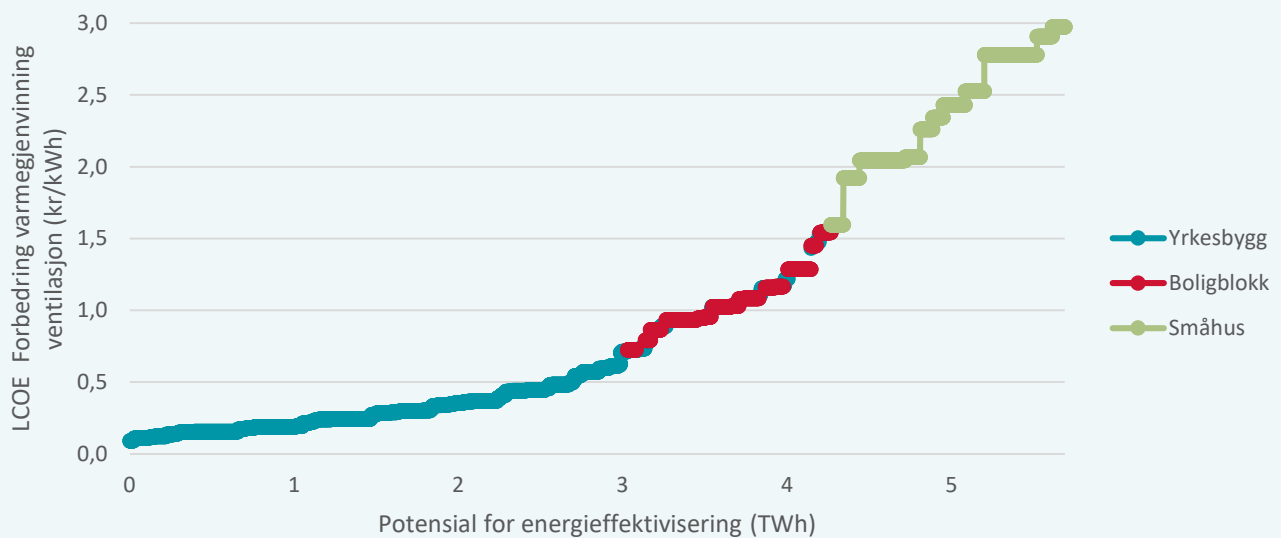
Renovasjon  
tekniske  
anlegg

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Lite  
påvirkning



### Barrierer

Installasjon av balansert ventilasjon i småhus krever at bygningen er tett for å oppnå energieffektivisering. Dette kan medføre merkostnader i form av etterisolering, for eldre bygninger. Vanskelig å bygge inn skjulte anlegg i småhus og boligblokker. For yrkesbygg er den største barrieren stans i daglig drift for renovasjon.

Krav til innemiljø (sykehus o.a.) kan sette grense for

### Andre nytteverdier

Kan bidra til en jevnere innnetemperatur.

### 5.3 Forbedring vifteeffektivitet (SPF)



#### Beskrivelse

SFP (specific fan power/ vifteeffektivitet) er et mål på den spesifikke effekten som kreves av en vifte for å blåse en gitt mengde luft gjennom et ventilasjonsanlegg. Forbedring av vifteeffektivitet i ventilasjonsanlegg oppnås enklest ved å bytte ut eldre reimdrevne vifter med direktdrevne vifter. Man kan også forbedre vifteeffektiviteten ved å renovere/ombygge kanalene i bygget, men dette er en større operasjon som oftest bare gjøres ved totalrenovasjon. Dette tiltaket omfatter i hovedsak næringsbygninger.

Triggerpunkt

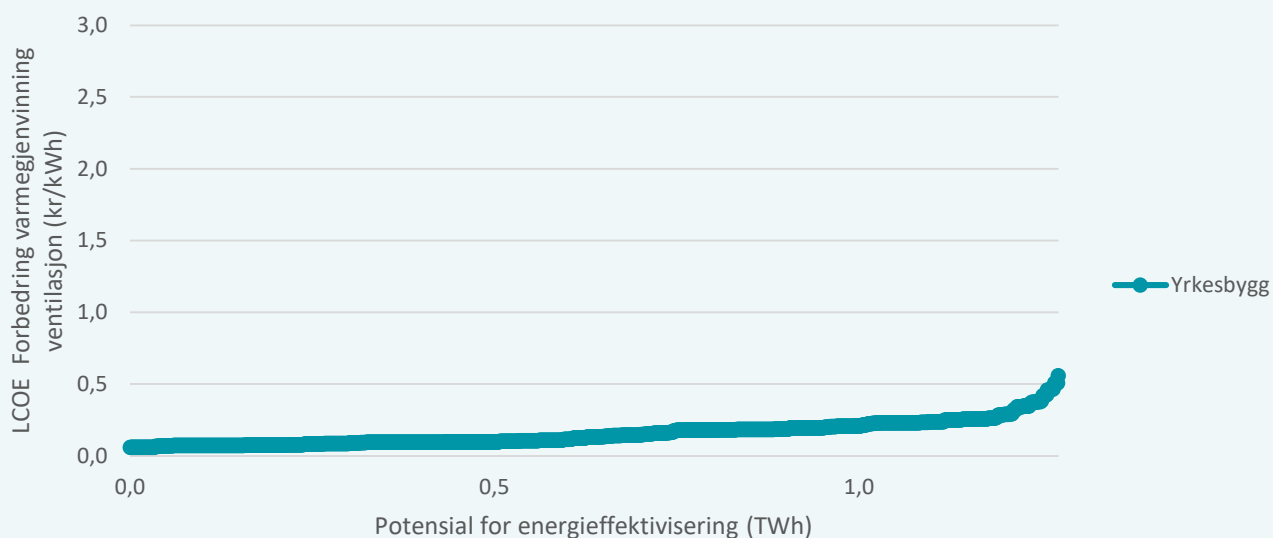
Renovasjon  
tekniske  
anlegg

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Lite  
påvirkning



#### Barrierer

Lite insentiv for å erstatte komponenter eller renovere et ventilasjonsanlegg som virker og er i drift. Det er mest sannsynlig at slike oppgraderinger skjer ved skifte av leietaker.

#### Andre nytteverdier

Mer effektive vifter kan gi mindre støy i ventilasjonsanlegget.

## 5.4 Behovsstyring ventilasjon



### Beskrivelse

Et DCV-anlegg (Direct Controlled Ventilation) bruker automatikk og sensorer for å regulere ventilasjonen i en bygning ned på romnivå. Trykkregulerte systemer hindrer energitap ved å måle tilluft og avsug. Etterinstallering av behovsstyring vil også påvirke vifteeffektiviteten og varmegjenvinningen i et anlegg positivt.

Triggerpunkt

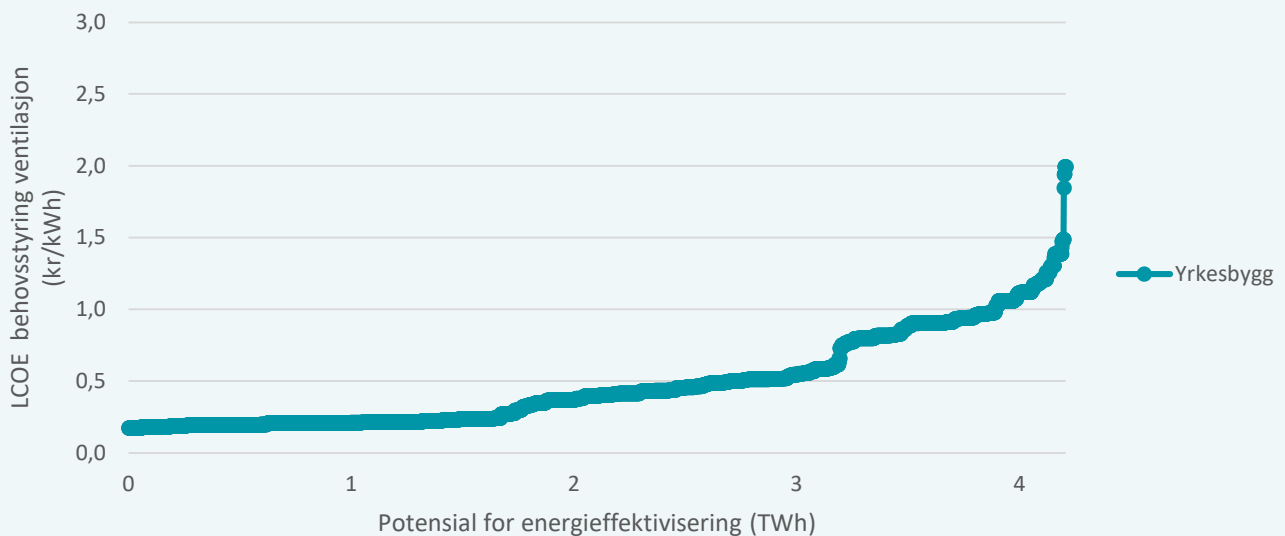
Renovasjon  
tekniske  
anlegg

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Lite  
påvirkning



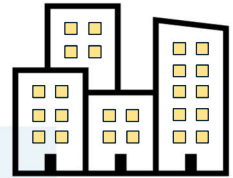
### Barrierer

Kostbar investering. Rask inntjening krever bygg av en viss størrelse. Krever kompetanse for å optimalisere driften og vedlikeholde anlegget.

### Andre nytteverdier

Mulig hevet komfort. Co2-sensorer sikrer godt inn klima. Mindre støy fra kanalene.

## 5.5 Styringssystem belysning



### Beskrivelse

Enkle anlegg med av/på brytere for lyssyning erstattes med automatikk for å regulere lysstyrke, brukstid og bruksmønster for et lysanlegg. Styringssystemer varierer i kompleksitet. De enklest systemene består av tidsbrytere som automatisk slår lyset av og på. Mer avanserte systemer bruker bevegelsessensorer og dagslyssensorer for å redusere unødvendig bruk av lys når det ikke er noen til stede, samt redusere lysstyrken ved dagslys. De mest avanserte systemene kan styre lyset i eksempelvis hvert enkelt cellekontor individuelt med ulike innstillinger eller styre et «cluster» med armaturer samtidig med individuelle innstillinger.

Triggerpunkt

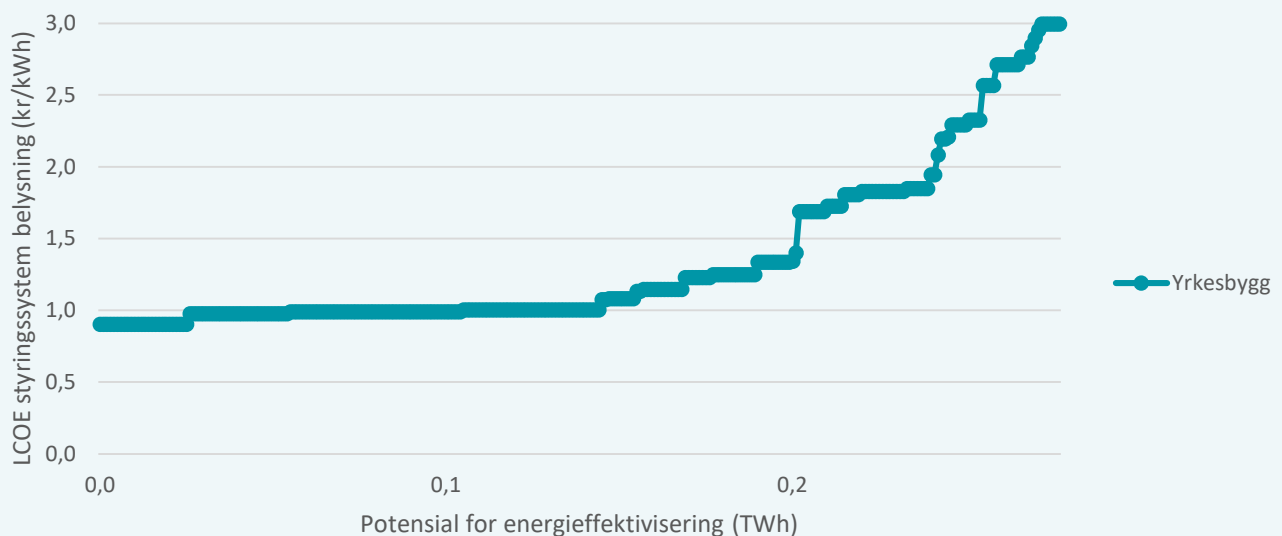
Renovasjon  
tekniske  
anlegg

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Lite  
påvirkning



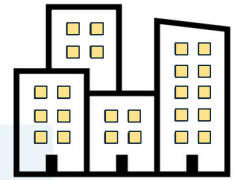
### Barrierer

Kostnad ved installasjon. Kostnader for tiltaket avhenger i stor grad av hvor avansert teknologi en vil ta i bruk og hva utgangspunktet for rehabiliteringen er. Kostnaden er lavest ved samtidig totalrenovering av belysning (armaturer og infrastruktur) og høyest dersom teknologien skal etterinstalleres på eksisterende utstyr.

### Andre nytteverdier

Mulighet for å bedre lysforhold innendørs. Soneinndeling / individuell tilpasning av lysforhold.

## 5.6 Energieffektivt belysningsutstyr



### Beskrivelse

Gamle lysarmatur og lyskilder byttes ut med mer energieffektive løsninger. Moderne løsninger er ofte retningsbestemte og fører til mindre "tap av lys". Led-pærer er svært energieffektive i forhold til eldre halogenpærer og lysrør, og kan som oftest kombineres med smarte styringssystem for å ytterligere effektivisere bruken. Energieffektivt belysningsutstyr har generelt sett lengre levetid sammenlignet med det som byttes ut, og vil derfor redusere kostnader ved vedlikehold.

Triggerpunkt

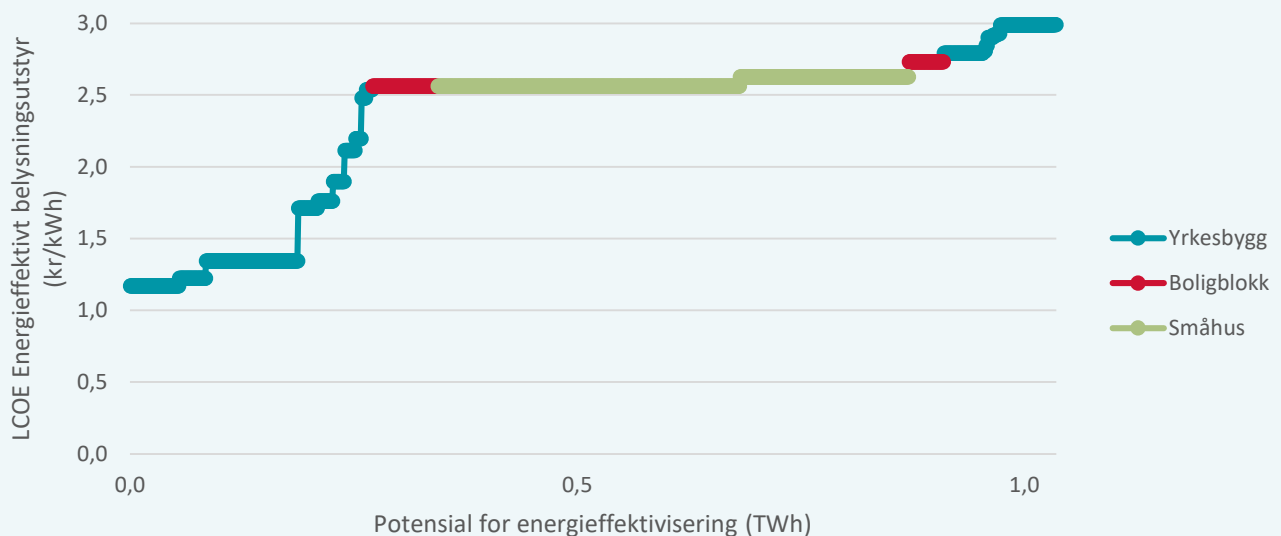
Behov for  
skifte av  
lyskilder

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning



### Barrierer

Relativt høy investeringskostnad. En merkostnad oppstår ved samtidig installasjon av styringssystem for belysning.

### Andre nytteverdier

Energieffektivt belysningsutstyr har betydelig lavere varmeavgivning sammenlignet med eldre løsninger. I store næringsbygg kan dette redusere behovet for kjøling av inneluft.

## 5.7 Automatisk solskjerming



### Beskrivelse

Installasjon av utvendig solskjerming og automatikk for styring. Tiltaket reduserer behovet for kjøling på varme sommerdager. Når solskjerming brukes på kaldere dager kan det føre til høyere oppvarmingsbehov. Tiltaket vil kun føre til netto energibesparelser for bygningskategorier som har betydelig behov for kjøling. Dette gjelder kontorbygg og universitet/høgskole. Et varmere klima fører til større kjølebehov, slik at potensialet for energibesparelser kan øke framover.

Triggerpunkt

Når som helst

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har påvirkning

### Kostnader

Automatisk solavskjerming gir liten eller ingen energibesparelse. Kostnaden over tiltakets levetid (LCOE) vil enten være veldig høy eller negativ. En negativ LCOE indikerer at det ikke er energibesparelser, slik at kostnaden for installering og drift ikke tilbakebetales i løpet av tiltakets levetid.

### Barrierer

Tiltaket gir ikke nødvendigvis energibesparelser. Eventuelle energibesparelser avhenger av god samhandling med andre tekniske systemer, spesielt oppvarming.

### Andre nytteverdier

Kan gi bedre inneklima og komfort.

## 5.8 Energioppfølgingssystem

### Beskrivelse

Å ta i bruk et energioppfølgingssystem (EOS) betyr å systematisere overvåking av energibruk og styring av denne. EOS er mest aktuelt for yrkesbygg og andre bygg der driften ivaretas av profesjonelle. EOS er nært knyttet til tiltakene SD-anlegg og energiledelse. Et SD-anlegg er ofte en forutsetning for EOS og EOS er en forutsetning for at en virksomhet kan praktisere energiledelse. Nytteverdien av EOS er erfaringsmessig at energibruken blir redusert med 3-5 % (Enova). I tillegg gir EOS mulighet til å jevne ut effektbruk. Tiltaket har imidlertid begrenset «levetid» og krever at systemet opprettholdes. Det er vanlig å bruke levetid på 10 år for slike tiltak. Tiltakets fotavtrykk er lavt.

Triggerpunkt

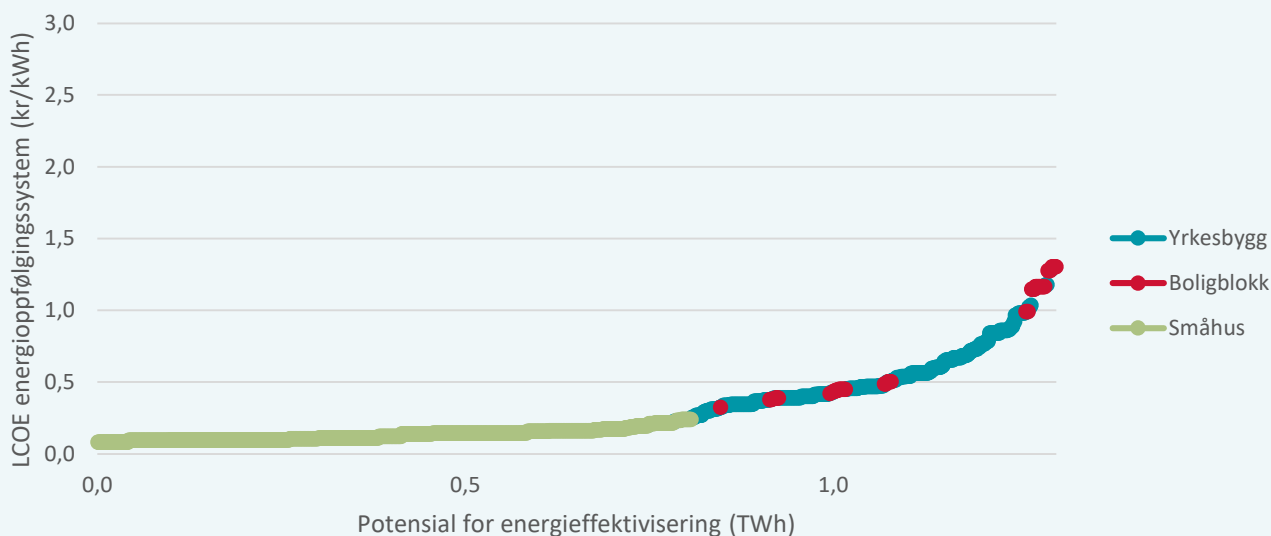
Når som helst

Levetid tiltak

6-10 år

Indirekte klimagassutslipp

Lite påvirkning



### Barrierer

EOS krever noe investering i utstyr for måling og styring. Men kanskje viktigere er at det krever ressurser for å etablere, følge opp og utnytte systemet og data som samles inn.

### Andre nytteverdier

EOS gir mulighet til bedre kontroll med drift av bygningen eller virksomheten. Systemer for EOS vil ofte også kunne ivareta sikkerhet i bygningen, slik som brannvarsling, adgangskontroll m.m.

## 5.9 SD- anlegg

### Beskrivelse

Å ta i bruk SD-anlegg omfatter å installere anlegg for sentral driftsovervåking av energibruk i bygg. Et slikt anlegg vil ofte være en naturlig del i det å ta i bruk energioppfølging, se eget tiltak. SD-anlegg er vanlig i nye bygg, men kan være et svært godt tiltak i eldre bygg for å kunne styre lys, varme og ventilasjon. Kostnaden er relativt høy, men blir lavere om anlegget er en del av et energioppfølgingssystem, se eget tiltak.

Triggerpunkt

Oppgradering  
tekniske  
anlegg

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Lite  
påvirkning

### Kostnader

Kostnaden for tiltaket er avhengig av kompleksiteten for de tekniske anleggene. Energibesparelsen er ofte 2-10 % ved bruk av slike anlegg, men tiltaket er delvis overlappende med EOS-systemer, behovsstyring m.m.

### Barrierer

SD-anlegg er moden teknologi og i vanlig bruk. God utnyttelse krever mer og annen kompetanse enn vanlig "vaktmestertjeneste".

### Andre nytteverdier

SD-anlegg muliggjør å styre for godt innemiljø og sikkerhet. Mulig å redusere effektbelastningen.

## 5.10 EPC- kontrakter

### Beskrivelse

EPC (Energy Performance Contracting) kan oversettes til Energisparing med resultatgaranti eller kontraktbasert energisparing. Modellen går ut på at en ekstern aktør (energientreprenør) står for planlegging og gjennomføring av effektiviseringstiltak. Energientreprenør avtaler en gitt besparelse med oppdragsgiver, og dette kontraktsfestes i en energisparekontrakt. Dette leder til at man overfører risikoelementet fra oppdragsgiver til en energientreprenør. Energientreprenøren tar risikoen og dermed også kostnaden dersom de estimerte besparelsene ikke kan innfris. EPC vil som oftest være egnet for bygninger hvor energibruken kan reduseres og hvor det er behov for en oppgradering eller utskiftning av system for energiforsyning eller andre tekniske anlegg for eksempel ventilasjonsanlegg eller belysning. EPC er best egnet for store yrkesbygg, offentlige eller private. Disse byggene har ofte et potensiale for energibesparelser.

Triggerpunkt

Ønsker å  
«sette ut»  
renovering

Levetid tiltak

1-5  
år

Indirekte klimagassutslipp

Lite  
påvirkning

### Kostnader

EPC kan først og fremst redusere eller fjerne barrierer, og på den måten øke sannsynligheten for at tiltak blir gjennomført f.eks. gjennom at tiltak blir profesjonelt vurdert og gjennomført. EPC vil også sikre at tiltak blir tatt i hensiktsmessig rekkefølge. Det er dermed ikke relevant å beskrive kostnader for dette tiltaket.

### Barrierer

EPC kan fjerne barrieren med høye investeringskostnader, men krever kunnskap om slike kontrakter og tillit til at de virker. Det kan også være en barriere at entreprenøren har "fritt spillerom" innenfor egen bygning.

### Andre nytteverdier

Bidrar til marked for energitjenester i eiendomsmarkedet. Tiltaket vil bidra til god dokumentasjon av bygningskvalitet og energidata.

## 6 Energiomlegging

Energiomlegging er tiltak som reduserer bygningens behov for levert / kjøpt energi. Vi beskriver her installasjon av varmepumpe, solfanger og solcelleanlegg. I tillegg beskriver vi tiltak for individuell måling av vannbåren varme, da dette er et tiltak som gir bevissthet rundt egen energibruk, og bidrar til redusert energibruk.

Tiltakene gjøres i hovedsak som tekniske installasjoner, og berører i mindre grad bygningskroppen. Alle tiltakene kan gjennomføres uavhengig av andre tiltak eller investeringer i bygget, men noen av dem er mer vanlig å gjøre i forbindelse med utskifting eller renovering av oppvarmingssystemet.

Hvor mye energi som spares varierer fra tiltak til tiltak. En væske-vann varmepumpe vil for eksempel ha en bedre årvarmefaktor og henter ut mer omgivelsesvarme enn en luft-luft varmepumpe. Den har dessuten lengre levetid enn en luft-luft varmepumpe, men har en høy investeringskostnad. Høy investeringskostnad kan være en viktig barriere for flere av de tekniske tiltakene.

Tiltakene har medium levetid, De kan reduseres noe over tid, men er relativt robuste.

| Tiltak nr. | Energiomlegging                                |
|------------|------------------------------------------------|
| 1          | Solcelleanlegg på bygninger                    |
| 2          | Solfanger                                      |
| 3          | Separat måling og avregning av vannbåren varme |
| 4          | Varmepumpe Luft-Luft                           |
| 5          | Varmepumpe Væske-Vann                          |
| 6          | Varmepumpe Luft-Vann                           |

## 6.1 Solcelleanlegg på bygninger

### Beskrivelse

Installasjon av solcelleanlegg på tak eller vegg for egenproduksjon av strøm. Solcelleanlegg kan knyttes til strømmettet eller være frittstående anlegg, som tradisjonelle hytteanlegg. Et solcelleanlegg består av ett eller flere solcellepaneler. Panelene kan monteres utenpå eksisterende tak og/eller fasade, eller integreres i bygningen ved å erstatte fasadeplater og/eller tak. Det er mulig å få støtte til installasjon av solcelleanlegg fra Enova og fra flere kommuner. Ved installasjon av solcelleanlegg endres ikke energibehovet til bygningen, men energi som må kjøpes fra nettet reduseres. Det betyr at både kostnader til kjøp av kraft, og nettleie reduseres.

Triggerpunkt

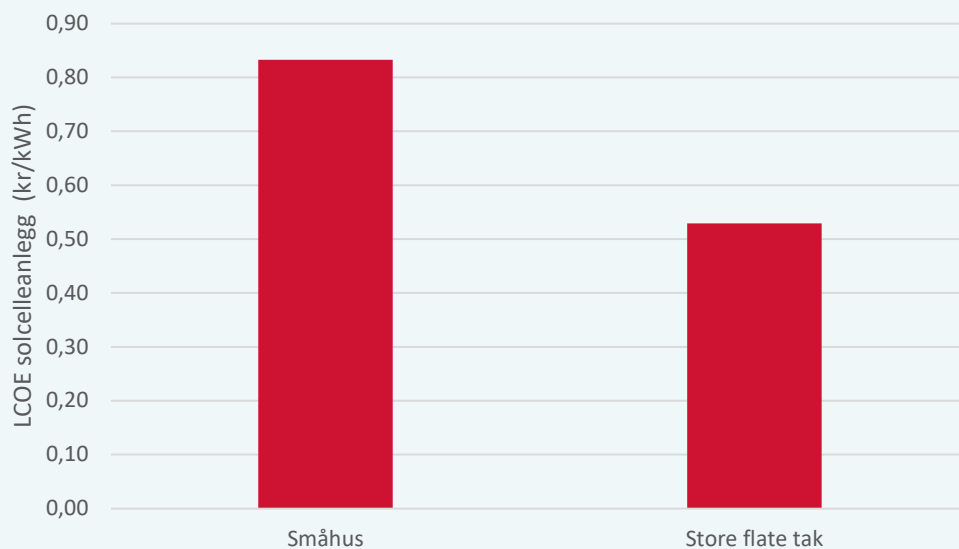
Når som helst

Levetid tiltak

21-50  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning



### Barrierer

Investeringskostnaden er høy og solcelleanlegget produserer mest strøm på sommeren, når behovet er minst. I noen områder kan det være lokale krav til byggemelding av utvendige løsninger.

### Andre nytteverdier

Egenprodusert strøm gir en lavere strømrregning som kan skjerme fra store svingninger i markedet. Forbrukeren kan få inntekter fra salg av strøm til nettet, dersom solcelleanlegget produserer mer strøm enn bygningen bruker.

## 6.2 Solfanger

### Beskrivelse

Installasjon av solfangeranlegg. Solfangere bruker solenergi til oppvarming av hus og tappevann. Anlegget monteres på tak eller vegg, og utnytter energien i solstrålene til å varme opp vannet i et vannbårent system. Varmen fra solstrålene avgis til et varmebærende medium som sirkulerer gjennom solfangeren.

Tiltaket krever at bygget allerede har vannbårent varmesystem, ellers kommer dette som en tilleggskostnad. Levetid på anleggene er 20-30 år.

Triggerpunkt

Utskifting  
varmeanlegg

Levetid tiltak

21-50  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning

### Kostnader

LCOE solfanger er under 1 krone per kWh for eneboliger (NVEs kostnadsrapport). For næringsbygg er LCOE betydelig lavere. Tilbakebetalingstid for et solfangersystem er gjerne 5-15 år (Norsk solenergiforening).

### Barrierer

Høy investeringskostnad. Gjøres gjerne kun i fbm. renovering tak. Installasjon av vannbåren varme vil være en barrierer for de som ikke allerede har dette.

### Andre nytteverdier

Utnyttelse av omgivelsesvarme som ellers ikke blir brukt. Reduserer oppvarmingskostnadene for brukeren.

### 6.3 Individuell måling og avregning av vannbåren varme

#### Beskrivelse

Installasjon av energimålere eller radiatormålere hos hver enkelt sluttbruker (næringsbygg/leilighet).

Hver radiator utstyres med energimåler (gjennomstrømningsmåler) eller varmfordelingsmåler (måler relativ varmeavgivelse fra varmeavgiver/radiator). Målinger leses av automatisk som grunnlag for fordeling av kostnad innen f.eks. borettslag.

Triggerpunkt

Ingen eller  
renovering av  
varmesystem

Levetid tiltak

6-10  
år

Indirekte klimagassutslipp

Liten  
påvirkning

#### Kostnader

Tidligere analyser (2019, Norsk Energi, NVE) viser at investeringskostnad per leilighet for et komplett system for individuell måling av varme og varmtvann er i området 2 700 kr - 4 500 kr for nybygg, og 3 500 kr – 5 500 kr for eksisterende bygg. Driftskostnadene avhenger av hyppighet på avregning, ved månedlig avregning ligger det i området 550-1000 kr per år per leilighet, og noe mer for næringskunder. Analysene tok utgangspunkt i varmepris på 0,83 øre/kWh, og viste vha. regneeksempler at 21 % energibesparelser gav lønnsomhet i nybygg (bolig). For eldre bygg (bolig) med høyt varmebruk viste regneeksempelet lønnsomhet ved energibesparelser over 13 %. Driftskostnadene er forventet å synke.

#### Barrierer

Krever ofte et felles og koordinert tiltak i borettslag/byggeier. Kan oppleves som møysommelig prosess.

Energimåler forutsetter én rørføring inn og ut av enheten, og krever dessuten inngrep i rørsystem. Komplekse bygg (f.eks. forretningsbygg) vil kreve skreddersydde løsninger.

#### Andre nytteverdier

Bevisstgjøring av eget forbruk.

Erfaring og analyser tilsier 10-25 % reduksjon i forbruk ved innføring av individuell måling. Slipper å betale for naboens forbruk. Kontroll på eget forbruk og kostnader.

## 6.4 Varmepumpe luft- luft

### Beskrivelse

Installasjon av luft-luft varmepumpe. Installerer som punktvarme. Mye utbredt i boliger, men også aktuelt for ulike typer næringsbygg. Dekker deler av byggets oppvarmingsbehov. Hvor mye som dekkes avhenger av rominndeling. I typiske hus fra 70-tallet med oppdelte rom vil mindre av behovet dekkes enn i nyere bygg med mer åpne arealløsninger.

Ikke alle bygg kan få luft-luft varmepumpe. Det er for eksempel mer utbredt i eneboliger enn i tettliggende leiligheter.

Triggerpunkt

Når som helst

Levetid tiltak

10-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning

### Kostnader

Luft-luft varmepumpe koster fra 15-20 000 og oppover (eks. mva.).

LCOE varierer fra litt over 40 øre/kWh for større pumper i næringsbygg, til drøyt 60 øre/kWh for mindre pumper i husholdninger.

### Barrierer

Krever fagkompetanse for installasjon. Er punktvarme, varmer ikke opp hele huset.

Krever tilgang på investeringsmidler. Men luft-luft pumper har likevel betydelig lavere investeringskostnad enn væske-vann varmepumper. Varmer dårligere på kalde dager.

### Andre nytteverdier

Utnyttelse av omgivelsesvarme som ellers ikke blir brukt. Reduserer oppvarmingskostnadene for brukeren.

## 6.5 Varmepumpe væske- vann

### Beskrivelse

Installasjon av væske-vann varmpumpe, som kan dekke behovet for varmtvann og oppvarming.

En væske-til-vann-varmpumpe henter energi fra fjell, jord, grunnvann eller sjøvann, som holder mye jevnere temperatur enn uteluft. Felles for alle fire typene er at energien høstes via en væske. Enten via en frostvæske som sirkulerer i kollektorer i energibrønner, i jorda, i sjøer eller elver, eller direkte fra grunnvann eller sjøvann.

Triggerpunkt

Ved  
omlegging av  
varmesystem

Levetid tiltak

10-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning

### Kostnader

Tiltaket har en kostnad fra ca. 180 000 og oppover (eks. mva.). Størrelse på kostnaden vil avhenge av flere forhold: Størrelse på pumpen (mindre til boliger, større til næringsbygg), type pumpe (berg-, grunn- eller sjøvannspumpe), systemtemperatur (lav, middels, høy), installasjonskostnader, kostnader for å hente omgivelsesvarme (energibrønn, sjøvannstilkobling osv.).

Vi forutsetter i tiltakskostnadene at vannbåren varme allerede er installert i bygget. Ellers må dette også installeres, og representerer en høy ekstrakostnad. Alle de ulike kostnadselementene vil påvirke varmpumpens LCOE. I våre LCOE-kurver har vi forenklet og tatt utgangspunkt i noen få pumpetyper / kombinasjoner.

LCOE varierer fra 30 til 70 øre/kWh. Sjøvannsvarmpumper og grunnvannsvarmpumper er rimeligst, med 30-40 øre/kWh for de rimeligste variantene. De største pumpene har lavest LCOE, og de minste har høyest, noen av dem over 40 øre/kWh. Bergvarmpumper, som er mest utbredt, har LCOE på 50-60 øre/kWh, med høyest LCOE for pumper på høye temperaturer og de minste pumpene.

### Barrierer

Høy investeringskostnad. Plunder og heft ved endringer i varmesystem. Montering må utføres av kompetent installatør.

### Andre nytteverdier

Utnyttelse av omgivelsesvarme som ellers ikke blir brukt. Reduserer oppvarmingskostnadene for brukeren. God komfort i vannbåren varme.

## 6.6 Varmepumpe luft- vann

### Beskrivelse

Installasjon av luft-vann varmepumpe, som kan dekke behovet for varmtvann og oppvarming. En luft-vann varmepumpe henter energi fra uteluft, og kan varme opp både tappevann og rom via vannbåren varme.

Triggerpunkt

Ved  
omlegging av  
varmesystem

Levetid tiltak

11-20  
år

Indirekte klimagassutslipp

Har  
påvirkning

### Kostnader

Tiltaket har en kostnad fra ca. 100 000 og oppover (eks. mva.). Størrelse på kostnaden vil avhenge av blant annet størrelse på pumpen, tilkobling, osv. (mindre pumper og kostnader i boliger, større i næringsbygg)

Vi forutsetter i tiltakskostnadene at vannbåren varme allerede er installert i bygget. Ellers må dette også installeres, og representerer en høy ekstrakostnad. Alle de ulike kostnadselementene vil påvirke varmepumpens LCOE. I våre LCOE-kurver har vi forenklet og tatt utgangspunkt i noen få pumpetyper / kombinasjoner.

LCOE varierer fra litt under 70 øre/kWh for større pumper som er typisk i f.eks. næringsbygg, til ca. 120 øre/kWh for mindre pumper i husholdninger.

### Barrierer

Høy investeringskostnad. Plunder og heft ved endringer i varmesystem. Montering må utføres av kompetent installatør. Varmer dårligere på kalde dager.

### Andre nytteverdier

Utnyttelse av omgivelsesvarme som ellers ikke blir brukt. Reduserer oppvarmingskostnadene for brukeren.

## 7 Forutsetninger for beregning av potensial for varmepumper

Tabell 2 Forutsetninger ved beregning av potensial for varmepumper i ulike bygningskategorier

|                      | Dekningsgrad |                        | Utbredelsesgrad |                         | Andel som har VBV           | Andel av areal som allerede har VP |                        |
|----------------------|--------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------|
|                      | Luft-luft    | Væske-vann / Luft-vann | Luft-luft       | Væske-vann / Luft -vann | (Væske-vann og Luft-vann)** | Luft-luft                          | Væske-vann / Luft-vann |
| Leilighet            | *40-65%      | 80%                    | 4%              | 20%                     | 30%                         | 2%                                 | 7%                     |
| Småhus               | * 35-55%     | 80%                    | 80%             | 8%                      | 10%                         | 50%                                | 5%                     |
| Kontorbygg           | 60%          | 80%                    | 40%             | 40%                     | 53%                         | 10%                                | 20%                    |
| Forretningsbygg      | 30%          | 80%                    | 40%             | 20%                     | 25%                         | 5%                                 | 10%                    |
| Resterende yrkesbygg | 60%          | 80%                    | 40%             | 35%                     | 48%                         | 10%                                | 15%                    |

\*= avhengig av byggets alder (lavest for eldre).

\*\* Væske-vann og Luft-væske kan kun dekke dette arealet som følge av forutsetting om at vi i denne analysen ikke investerer i nytt vannbåret system i bygg.

Anslagene i Tabell 2 og 3 er basert på ulike kilder:

- Statistikk fra SSB
- Analyse av uttrekk fra Energimerkesystemet (sommerstudent 2014)
- Rapport: Potensial for varmepumper i eksisterende bygningsmasse<sup>4</sup>
- Samtale med NOVAP
- Anslag
- NVEs kostnadsrapport

Tabell 3 Anslag på potensial for økt bruk av varmepumper, med tilhørende LCOE

|                    | Type pumpe | Størrelse | TWh | LCOE (øre/kWh) |
|--------------------|------------|-----------|-----|----------------|
|                    |            |           |     |                |
| Leilighet          | Luft-luft  | 4 kW      | 0,0 | 61,6           |
|                    | Væske-vann | 35 kW     | 0,2 | 55,6           |
| Småhus             | Luft-luft  | 4 kW      | 3,0 | 61,6           |
|                    | Væske-vann | 10 kW     | 0,3 | 59,4           |
| Kontorbygg         | Luft-luft  | 35 kW     | 0,5 | 42,9           |
|                    | Luft-vann  | 100 kW    | 0,2 | 47,8           |
|                    | Væske-vann | 75 kW     | 0,1 | 54,4           |
| Forretningsbygg    | Luft-luft  | 35 kW     | 0,4 | 42,9           |
|                    | Luft-vann  | 100 kW    | 0,1 | 47,8           |
|                    | Væske-vann | 75 kW     | 0,0 | 54,4           |
| sterende yrkesbygg | Luft-luft  | 35 kW     | 1,6 | 42,9           |
|                    | Luft-vann  | 100 kW    | 0,7 | 47,8           |
|                    | Væske-vann | 35 kW     | 0,4 | 55,6           |

<sup>4</sup> Gehør 2019 Potensial for varmepumper i eksisterende bygningsmasse, [potensial-for-varmepumper-i-eksisterende-bygningsmasse.pdf \(novap.no\)](https://novap.no/potensial-for-varmepumper-i-eksisterende-bygningsmasse.pdf)

# Vedlegg C: Status for gjeldende og vedtatte virkemidler

---

## 1 Innledning

For de enkelte virkemidlene har vi gitt en enkel beskrivelse av virkemiddelet og hva som er målet. Vi har videre gjort enkle vurderinger av status for det enkelte virkemiddelet og om det har et potensial for å utløse mye ny energieffektivisering.

Vi har vurdert virkemidlenes bidrag til energieffektivisering i perioden 2010 til 2020. Flere av virkemidlene vi har vurdert har endret karakter og omfang i denne perioden. Våre vurderinger er derfor et gjennomsnitt for virkemiddelets egnethet i den aktuelle perioden.

## 2 Juridiske virkemidler

### 2.1 Krav om tiltak på eksisterende bygg

Eksisterende byggverk er regulert i plan og bygningsloven (pbl) kapittel 31. Tiltak på eksisterende byggverk er regulert i § 31-2. For tiltak som omfattes av byggesaksbestemmelsene i § 20-1 gjelder i utgangspunktet kravene som for nybygg. Det gjelder bl.a. vesentlig endring eller reparasjon av bygningen, fasadeendring og oppføring, endring eller reparasjon av bygningstekniske installasjoner. Dette er da søknadspliktige tiltak. Men § 31-2 fjerde ledd åpner for at 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 uforholdsmessige kostnader. Kommunen kan gi slik tillatelse dersom bruksendringen eller ombyggingen er forsvarlig og nødvendig for å sikre hensiktsmessig bruk. Kommunen kan stille vilkår i tillatelsen.

Eksisterende bygg spenner over et vidt spekter av type bygg, alder, tilstand med mer. Det er derfor svært ulike løsninger som er relevante for å oppnå nybyggkrav. For mange eksisterende bygg er det ikke mulig å rehabilitere til samme kravsnivå som for nybygg. Formålet med pbl § 31-2 er å sikre at bygg som rehabiliteres, blir oppgradert til en bedre standard enn originalbygget. Bestemmelsen gir kommunen mulighet til å gi tillatelse til individuelt tilpassede løsninger for hvert enkelt bygg og hvert enkelt tiltak. Pbl § 20-1 regulerer hva som er søknadspliktige tiltak. DiBK har utarbeidet en veileder som skal gjøre det lettere å avgjøre hvilke tiltak på eksisterende bygg som er søknadspliktige <https://dibk.no/bygge-eller-endre/arbeid-pa-eksisterende-bygg/>. Veiledningen beskriver en strengere fortolkning av søknadsplikten enn tidligere praksis. Det innebærer at flere tiltak som f.eks. etterisolering og utskifting av vinduer blir søknadspliktige.

Kommunene rapporterer hvert år om et utvalg av sine aktiviteter bl.a. antall byggesøknader i KOSTRA (Kommune Stat Rapportering). Det finnes ingen tall/oversikt over antall søknader om rehabilitering av eksisterende bygg. KOSTRA inneholder kun informasjon om totalt antall byggesøknader og skiller ikke mellom søknader om nybygg og rehabilitering av eksisterende bygg (Kilde: SSB).

Hvis bygningen ikke skal totalrehabiliteres (hovedombygging dvs. når bygget i det vesentlige blir fornyet eller fremstår som fornyet), vil nybyggkrav ved rehabilitering av eksisterende bygg i de fleste tilfeller være strengt. Dette har medført at mange ikke sender inn byggesøknad ved rehabilitering eller deler opp rehabiliteringen i mindre deler slik at hvert enkelt tiltak ikke omfattes av

søknadsplikten. Det er ingen konkrete krav til eksisterende bygg i byggt teknisk forskrift (TEK17). Det er heller ingen veiledende nivåer som kommunen kan ta utgangspunkt i når de skal fastsette krav i byggetillatelsen for eksempel til energieffektivisering. Kommunenes adgang til å lempe på kravene har derfor medført at hver enkelt kommune stiller ulike tekniske krav ved rehabilitering av eksisterende bygg, som hvilke tiltak som prioriteres og hvilket kravsnivå kommunen krever. Dette har medført stor usikkerhet blant byggeiere og utbyggere om hvilke krav som faktisk gjelder for eksisterende bygg.

Det er et stort potensial i å stimulere til at flere eksisterende bygg blir rehabilitert i et omfang som faller inn under søknadspliktige tiltak. Videre er det viktig at de riktige tiltakene blir prioritert for å oppnå en reell energieffektivisering. I de tilfellene der nybyggkravene ikke gjelder for rehabiliteringen, vil det hjelpe både kommunen og byggeier/utbygger hvis det ble fastsatt hvilke tiltak som er relevante og hvilke nivåer som gjelder. Da kan kommunen ha dette som utgangspunkt når de fastsetter individuelle krav i byggetillatelsen. Dette vil bidra til mer forutsigbarhet for alle parter i byggesaken.

## 2.2 Energikrav i byggt teknisk forskrift (TEK17)

Byggt teknisk forskrift (TEK17) regulerer tekniske krav til byggverk (nybygg) med hjemmel i plan- og bygningsloven. ~~Energieffektivisering~~ Energikravene til bygg er regulert i forskriftens kapittel 14. For tiltak i eksisterende bygg gjelder i utgangspunktet de relevante energikravene for nybygg. Tiltak i eksisterende bygg omfatter blant annet nødvendig ombygging og rehabilitering, tilbygg, påbygg, underbygg og bruksendring. Det kan for eksempel være tilfeller der kravene er urimelige, sett i forhold til energibesparelsen tiltaket vil gi.

Formålet med energireglene i TEK17 er å sette krav til nybygg og oppgradere eksisterende bygg til samme energistandard som nybygg.

Som beskrevet under pkt. 3.3.1 er det strengt med nybyggkrav for eksisterende bygg som ikke gjennomgår hovedombygging, men der bare deler av bygget blir rehabilitert. Det skaper stor usikkerhet om hvilke krav som gjelder.

Det er usikkert hvor egnet TEK17 er til å sette krav til eksisterende bygg. DiBK hadde et oppdrag i 2014 om å vurdere å innføre komponentkrav til eksisterende bygg. Da ble det vurdert at bare dører og vinduer er egnet for slik regulering. Muligens kan det også være relevant for tekniske installasjoner. Det har også vært et ønske fra deler av byggenæringen om en «rehab TEK» der det kan settes eget kravsnivå ved rehabilitering. Disse arbeidene er ikke fulgt opp videre.

## 2.3 Forbud mot fyring med mineralolje til oppvarming

Stortinget har vedtatt å innføre forbud mot bruk av mineralolje (fossil olje) til oppvarming av bygninger. Forskriften ble fastsatt av Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet 28. juni 2018<sup>5</sup>. Forskriften ble endret i 2021 slik at den også omfatter bruk av mineralolje til midlertidig oppvarming og tørking av bygg under oppføring eller endring (byggvarme) fra 2022.

Hensikten med forbudet er å redusere utslipp av klimagasser fra oppvarming av bygninger, samtidig som forsyningssikkerheten ivaretas. Forskriften regulerer derfor ikke krav til energieffektivitet. I de tilfellene forbudet har ført til bruk av varmepumpe til oppvarming, og i noen grad også panelovner, vil dette bidra til å redusere energibruken. Noen huseiere har erstattet mineralolje med bioolje, men

---

<sup>5</sup> <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-06-28-1060>.

dette må antas å være en utsettelse av skifte til annen energibærer. Vi antar at disse ved neste anledning vil investere i varmepumpe, biobrensel eller lignende.

Forskriftskravet er derfor gunstig for bruk av varmepumper. Forskriften har vært under forberedelse i mange år og har bidratt til at utfasingen av fossil olje har gått over flere år fordi man har forventet at forbudet ville komme. Dette virkemiddelet er nå uttømt. I beskjedne grad brukes naturgass til oppvarming, men dette er ikke del av forskriften.

## **2.4 Energimerkeforskriften for bygninger**

Energimerkeforskriften for bygninger ble vedtatt i 2010. En større revisjon av forskriften er under arbeid og forventes på høring i 2021. Forskriften gjennomfører bygningsenergidirektivets (2002/91/EC) krav om energimerking av bygninger. Bygningseier har en plikt til å skaffe energiattest for en bygning eller bolig ved nybygging, salg og utleie. Attesten skal brukes ved markedsføringen, og for store yrkesbygg skal den være oppslått synlig for brukerne av bygningen.

Energimerket innførte en skala og dermed en klassifisering av bygningers energitilstand. Ordningen ble innført med «selvangivelse» for boliger. Dette førte til at et stort antall boligattester er registrert, men uten den kvalitetssikring som ligger i at en ekspert er ansvarlig for vurderingene. I alt er det registrert ca. 127 000 (31.12.2020) attester hvorav 125 000 er for boliger og 1800 for yrkesbygg.

Ordningen har hatt stor betydning for nye yrkesbygg, hvor mange utbyggere har bestilt bygg med f.eks. energikarakter A eller B. I de senere år har likevel BREEAM-sertifisering overtatt noe av betydningen for å markere byggets miljøkvaliteter. For boliger og eksisterende yrkesbygg produseres det jevnt med attester, men ikke for alle. Man kan heller ikke påvise at energimerkingen har stor betydning i markedet, slik det for eksempel er i Danmark. Vi antar at ordningen kan ha stor betydning for oppmerksomheten om energiltak i bygninger, men at det vil kreve vesentlig større innsats for kommunikasjon i markedet.

## **2.5 Energivurdering av tekniske anlegg**

Plikten til energivurdering av en del tekniske anlegg i bygninger er også regulert av energimerkeforskriften for bygninger. Yrkes byggeiere plikter hvert fjerde år å gjennomføre en energivurdering av ventilasjons- og kjøleanlegg. Vurderingen skal gjennomføres av en fagmann og skal inneholde en vurdering av tilstanden og anbefalinger om tiltak for mer energiøkonomisk drift. Plikten gjelder også varmeanlegg basert på fossilt brensel, men dette er mindre relevant etter at «oljefyrforbudet» ble innført i 2020. Formålet med ordningen er å stimulere til energiøkonomisk drift av slike anlegg.

Mange profesjonelle byggeiere har allerede gode rutiner for drift og ettersyn av anleggene. For disse har ordningen liten betydning. Men byggeiere uten slike rutiner får gjennom ordningen et krav om å etablere rutiner. Ideen bak ordningen er at kunnskap om tilstanden vil stimulere til tiltak.

Enova har registrert ca. 25 000 energivurderinger per 1.1.2018, de fleste for ventilasjonsanlegg. Noen av disse er gjentatt vurdering av samme anlegg. Det foreligger ingen oversikt over samlet bestand av anlegg, men det antas at bare en liten del av de pliktige anlegg har gjennomført vurderingen. Det finnes dermed et potensial som ikke er utløst. Vi antar at det krever vesentlig større innsats med informasjon og veiledning for at ordningen skal vokse.

## **2.6 Økodesignforskriften**

Økodesignforskriften inneholder krav om miljøvennlig utforming av energirelaterte produkter. Forskriften har hjemmel i produktkontrollen. Rammeverket for fastsettelse av økodesignkrav er

fastsatt av EU, og er tatt inn i EØS-avtalen. Energirelaterte produkter defineres utfyllende i forskriftens § 3 punkt 1, men kort sagt omfatter det produkter som virker inn på energibruk. Eksempelvis inngår produkter brukt til oppvarming, kjøling, belysning og hvitevarer. Forskriftens kapittel 2 inneholder generelle regler, mens det i kapittel 3 stilles produktspesifikke regler.

Forskriften skal bidra til at energieffektive og miljøvennlige produkter utvikles og anvendes. Dette bidrar til å begrense produkters energibruk og miljøbelastning, og hjelpe forbrukere til å velge energieffektive produkter.

Ansvar for å etterleve kravene i forskriften faller på den som produserer, markedsfører eller importerer energirelaterte produkter. Det er NVE som fører tilsyn med at bestemmelser fastsatt i eller med hjemmel i forskriften oppfylles. NVE har myndighet til å stille vedtak om utbedring av produkter, begrense eller forby omsetting av produkter eller gi pålegg om tvangsmulkt.

Økodesignforskriften bidrar til energieffektivisering ved at produkter som ikke oppfyller et minimumskrav for energibruk forbys fra markedet. Det er i dag 27 produktgrupper som er omfattet av økodesignforskriften. Det er uklart hvor mange produkter som er omfattet.

Kravene i økodesignforskriften utvikles jevnlig, og det er forventet at kravene i fremtiden vil bli strengere.

## 2.7 Energimerkeforskriften (produkter)

Energimerkeforskriften for produkter gjelder for energirelaterte produkter som er omfattet av energimerkeforordningen. Forskriften har hjemmel i forbrukermerkeloven. Rammeverket for energimerking fastsettes av EU, og er tatt inn i EØS-avtalen.

Energimerket for produkter rangerer de tillatte produktene med hensyn til effektivitet. Forskriften skal fremme utvikling og bruk av energirelaterte produkter, og sikre at sluttbrukere får informasjon om produktenes bruk av energi og andre ressurser, og andre relevante forhold. Det er i dag 16 produktgrupper som er omfattet av energimerkeforskriften. Det er uklart hvor mange produkter som er omfattet.

Fra 01.03.2021 ble energietikettene oppdatert for utvalgte produkter. Tidligere skala rangerte fra A+++ til D. Energiklassene A+++, A++ og A+ ble innført siden produktene ble mer og mer energieffektive, og mesteparten av produktene plasserte seg i de beste energiklassene. For forbrukere er det likevel et uklart skille mellom de ulike A-rangeringene, og det ble besluttet at skalaen skulle endres til en rangering fra A til G.

Fremover skal nivåene oppdateres regelmessig for å forhindre energiklasser med «+». Dette innebærer at etter hvert som produkter blir mer effektive, vil også kravene gradvis bli strengere. Produsenter av produktene vil derfor ha incentiver for å kontinuerlig forbedre produktene med hensyn til energibruk.

Vi har ikke anslag på nøyaktig hvor mye besparelser økodesign- og energimerkeforskriften har gitt, men det er gjort anslag på totale besparelser i Norge som følger av økodesign- og energimerkerregelverkene. I publikasjonen TemaNord 2021:523<sup>6</sup> er energibesparelser anslått for alle de nordiske landene i 2020 og 2030, sett mot et baseline-scenario<sup>7</sup>. I Norge er årlig besparelse som følger av regelverkene, med denne metodikken, estimert til ca. 9 TWh. For 2030 er besparelse anslått til ca. 20 TWh årlig, altså besparelser på ytterligere 11 TWh årlig sammenliknet med årlige besparelser i 2020.

---

<sup>6</sup> [Nordisk Ministerråd - TemaNord2021-523 \(norden.org\)](https://norden.org/tema/tema2021-523)

<sup>7</sup> Baseline-scenariot forsøker å anslå hva energibruk ville vært frem mot 2030 om man ikke hadde stilt energikrav til produkter.

## 2.8 Offentlige innkjøp

Anskaffelsesloven pålegger offentlige virksomheter å følge noen grunnleggende prinsipper ved planlegging og gjennomføring av offentlige anskaffelser. De grunnleggende prinsippene er konkurranse, likebehandling, forutberegnelighet, etterprøvnbarhet og forholdsmessighet.

Mer detaljerte krav fremgår av forskrift om offentlige anskaffelser. Direktoratet for forvaltning og økonomistyring er ansvarlig og er statens fagorgan for økonomistyring, gode beslutningsgrunnlag for statlige tiltak, organisering og ledelse i staten, samt for anskaffelser i offentlig sektor.

Bygg, anlegg og eiendom (BAE) er et av flere utvalgte områder for DFØs veiledning om offentlige innkjøp. Miljøkriterier for nybygg står sentralt i kravene som stilles. Det er foreløpig ikke egne krav for rehabilitering av eksisterende bygg, men en del av nybyggkriteriene kan brukes på rehabilitering med litt justering av innretning. DFØ vurderer å se på kriteriene for deler av rehabilitering f.eks. tidligfase.

Handlingsplan for økt andel klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser og grønn innovasjon ble offentliggjort 9.9.2021 der bygg, anlegg og eiendom er en av de prioriterte innkjøpskategoriene. Oppgradering til god energieffektiviseringsstandard er ett av flere prioriterte områder for eksisterende bygg. Krav til energieffektivisering kan settes både ved rehabilitering og leie av eksisterende bygg.

BAE-næringen har en årlig verdiskapning på 350 mrd. NOK. Omtrent 60 prosent av omsetningen er knyttet til offentlige kunder. Kravene som settes av offentlige innkjøpere, har derfor stor påvirkning på den offentlige bygningsmassen, både utforming og kvalitet.

## 3 Økonomiske virkemidler

### 3.1 Enovas støtteordninger

Enova SF ble opprettet i 2001 for å bidra til omlegging av energibruk og energiproduksjon.

Enova inngikk en ny avtale med sin eier Klima- og miljødepartementet i slutten av 2020. Avtalen omfattet forvaltning av Klima- og energifondet fra 2021 til og med 2024. Den nye styringsavtalen innebærer en spissing av Enova som klimavirkemiddel. Tilbudet til markedet rettes nå mot lavere klimagassutslipp, innovasjon og teknologiutvikling og var på 3,7 milliarder kroner i 2020. Den nye avtalen har derfor mer fokus på klimagassutslipp og mindre på energieffektivisering enn tidligere. Men indirekte vil denne endringen også påvirke energiforbruket som er knyttet til klimagassutslipp.

Enovas føringer er blant annet å skape varig markedsendring som lever videre etter avslutning av virkemiddelbruk. Enovas virkemidler bør ikke intervenere i velfungerende markeder. Enovas virkemiddelportefølje er dynamisk, dvs. at når endringsmålet er nådd vil virkemidlene avsluttes og Enovas midler vil prioriteres til å nå nye mål. Virkemidlene som presenteres nedenfor er de som er aktuelle akkurat nå.

Innenfor bygg og eiendom har Enova både tilbud til næringslivet og private boligeiere.

Støtteordningene for private boligeiere omfatter både nye boliger og energioppgadering av eksisterende boliger, inkludert verneverdige bygg og hytter. Alle eksisterende boliger/hytter kan få støtte til energirådgivning. For energioppgadering av eksisterende hus gis det støtte til enkelt-tiltak og de tiltakene som har fått mest støtte i 2020 er el-produksjon, balansert ventilasjon, varmepumpe (væske/vann og luft/vann), vannbåren varme og akkumulatortank. Det største tilskuddet gjelder oppgradering av bygningskroppen til hhv. tilnærmet passivhusnivå, lavenerginivå eller TEK10. Dette er en omfattende oppgradering som få boligeiere gjennomfører, men markedet for helhetlige

oppgraderinger med høy energiambisjon har vokst fra nær null før satsingen til 565 søknader i 2020. Enova har fått kritikk for at det er satt for ambisiøse krav for å få støtte, og at det derfor er for få boliger som får denne støtten. Målet med Enovas satsing på oppgradering er at høy energiambisjon skal bli det normale når boliger rehabiliteres. En evaluering i 2019 viser at satsningen har bidratt til å utvikle markedet for energirådgivning og at støtteprogrammet har økt omfanget og kvaliteten av energioppgraderinger.

Borettslag- og sameier kan søke støtteordningen for virksomheter, bl.a. til varmesentral og konseptutredninger for innovative energi- og klimaløsninger. I tillegg kan beboerne søke tiltakene for boligeiere som nevnt over.

Næringslivet innenfor bygg- og eiendomssektoren kan få støtte til utslippsfri bygge- og anleggsplass, varmesentral for fornybare energikilder, konseptutredninger for innovative energi- og klimaløsninger og grønne forretningsmodeller og tjenester (for eksempel EPC). Det er gitt støtte til følgende prosjekter siste 12 md.:

- 143 varmesentral for fornybare energikilder,
- 30 konseptutredninger for innovative energi- og klimaløsninger og
- 8 grønne forretningsmodeller og tjenester.

Videre har Enova støttet 13 pilotprosjekter som skal demonstrere nye teknologier og løsninger for å fremskynde omstillingen til utslippsfrie bygge- og anleggsvirksomhet. Det gis imidlertid ikke støtte til energioppgradering av yrkesbygg som for eksempel kontor, skole, barnehager, sykehjem mv. Dette er bygningskategorier som har et potensiale for energibesparelser.

### 3.2 Miljødirektoratets støtteordninger

Miljødirektoratet har etablert Klimasats som er en støtteordning i kommuner og fylkeskommuner<sup>8</sup>. Tilskuddsordningens formål er å fremme klimatiltak i kommuner, fylkeskommuner og Longyearbyen lokalstyre, ved å støtte prosjekter som bidrar til reduksjon i utslipp av klimagasser og omstilling til lavutslippssamfunnet. Tilskuddsordningens delmål er å bidra til at søkerne integrerer klimahensyn i sine aktiviteter, og at de styrker rollen som samfunnsutvikler og pådriver som tilrettelegger for samarbeid på klimaområdet mellom ulike aktører.

Ordningen er derfor ikke tilrettelagt for energieffektivisering. Men mange av tiltakene som får støtte vil ha positiv påvirkning på energibruk siden det ofte er en sammenheng mellom energibruk og klimagassutslipp.

### 3.3 Lån fra Husbanken

Husbanken gir bl.a. lån til miljøvennlige nye boliger og energioppgradering av eksisterende boliger<sup>9</sup>. Ved energioppgradering av eksisterende boliger krever Husbanken som hovedregel, at oppgraderingsarbeidene må ha tiltak som bedrer både energieffektivitet og tilgjengelighet. For å få lån må boligen oppfylle visse kriterier. Husbanken kan gi lån til oppgradering av yttertak og lån til oppgradering av yttervegg inkludert vindu og dører. I tillegg til oppgradering av yttertak eller yttervegg må prosjektet inkludere oppgradering av felles trapperom eller to av seks kriterier om tilgjengelighet. Husbanken kan også gi lån til omfattende og gode tiltak bl.a. i hht Enovas krav for oppgradering av bolig. Husbanken gir ikke lån til generelle vedlikeholds- eller oppussingsarbeider,

<sup>8</sup> <https://soknadssenter.miljodirektoratet.no/KlimasatsSkjema/Startside/Index?soknadstypeld=36>

<sup>9</sup> <https://www.husbanken.no/person/lan-fra-husbanken/oppgradering/>

men det kan inngå som deler av en oppgradering. Vilkåret er at tiltak som bedrer energieffektivitet og tilgjengelighet utgjør hoveddelen av budsjettet.

Formålet med Husbankens lån er å bidra til at flere boliger blir oppgradert til en høyere energistandard (mer energieffektive) enn de hadde før oppgradering.

Det ble gitt tilsagn om lån til energioppgradering av 770 boliger i 2019 og 765 i 2020 som tilsvarer hhv. 334 millioner NOK og 488 millioner NOK. Husbanken har hatt en synkende utvikling i antall søknader fra 2014. I 2017 gav Husbanken lån til 1662 boliger for ca. 898 millioner NOK. Nedgangen skyldes bl.a. at boligeiere har god tilgang på kreditt i det private markedet, med like gode lånebetingelser som Husbanken kan tilby.

Dagens lånerente i private finansinstitusjoner er svært lav. Da vil ikke Husbankens lånetilbud være avgjørende. Men hvis renten stiger, noe som er forventet, vil gunstige lånebetingelser i Husbanken ha betydning for om det blir gjennomført energieffektiviseringstiltak i eksisterende boliger.

### 3.4 Kommunale støtteordninger

Enkelte kommuner har ulike støtteordninger for energieffektivisering av eksisterende bygg. Noen tilbyr også veiledning. Formålet med disse tilbudene er å bidra til at private boliger blir mer energieffektive. Det har ikke vært mulig å få oversikt over alle ordninger som tilbys. Nedenfor har vi beskrevet noen eksempler.

*Oslo Kommune* – gir tilskudd til energiforbedring i boliger. Tilskuddsordningen gjelder for enøktiltak i boliger med 1-4 boenheter. Det gis bl.a. støtte til isolering av yttertak, tak mot kaldt loft, gulv mot grunn og kald kjeller samt yttervegg. Det gis også støtte til varmegjenvinner i boligventilasjon, vannbåren varme basert på fornybar energi og termografering og trykktesting.

*Bærum kommune* – tilbyr støtteordningen Klimaklok. Bærum kommune har en egen tilskuddsordning for å stimulere til gjennomføring av fornuftige energitiltak som ikke omfattes av de nasjonale tilskuddsordningene. Befaring av en energirådgiver danner grunnlag for innvilgelse av støtte. Det gis tilskudd til oppgradering av egen helårsbolig. Det gis ikke støtte til utleiebolig. Det gis bl.a. støtte til isolering av yttertak, tak mot kaldt loft, gulv mot grunn og kald kjeller, yttervegg samt isolering i forbindelse med drenering. Det gis også støtte til skifte av vinduer og glassdører, utskifting av vedovn/parafinkamin og termografering og trykktesting.

Vi kjenner ikke til hvor godt kjent de ulike støtteordningene er i kommunene som tilbyr dette. Men i Bærum kommune er mange boligeiere interessert, selv med liten markedsføring av ordningen. Vi vet heller ikke omfanget av hvor mange kWh som er spart gjennom disse ordningene. Støtteordninger som er mer tilpasset det boligeierne gjør og etterspør, vil føre til realisering av flere energi- og miljøsparende tiltak.

### 3.5 Plusskundeordningen

En plusskunde er en nettkunde som både bruker og produserer elektrisitet. Plusskunder betaler ikke fastledd for innmating og kan måle og avregne innmating og uttak i et felles målepunkt<sup>10</sup>. For å regnes som en plusskunde må innmatet effekt i tilknytningspunktet ikke overstige 100 kW på noe tidspunkt. Plusskundeordningen har til hensikt å gjøre det mer attraktivt for sluttbrukere å installere

---

<sup>10</sup> <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/nettleie/tariffer-for-produksjon/plusskunder/>

egenproduksjon av energi på bygningskroppen. Produksjonen kan stamme fra flere typer teknologier, men mest vanlig er egenproduksjon fra solceller.

Reguleringsmyndigheten for energi (RME) har utviklet en løsning for at kunder i ett felles bygg, slik som boligblokker og næringsbygg med flere leietakere, kan produsere og forbruke egen strøm. Forslaget til løsningen er til vurdering hos Finansdepartementet og Olje- og energidepartementet. På grunn av krav til ett enkelt målepunkt har det tidligere kun vært mulig å dekke felles forbruk i bygget med egenprodusert strøm, resten har måttet bli matet ut på nettet. Det nye forslaget har som mål å gjøre det mer attraktivt for borettslag, sameier og næringsbygg å installere solceller.

Per juni 2021 var det 7 808 plusskunder i Norge, hvorav 6 684 er husholdninger og 1 124 er næringsbygg<sup>11</sup>. Av disse er over 97 prosent registrert som plusskunder med solenergi, og over 80 prosent av plusskundene er lokalisert i prisområdene NO1 (Sørøst-Norge) og NO2 (Sørvest-Norge). Antall plusskunder har økt jevnt. I juni 2020 og 2019 var det hhv. 5 785 og 3 216 plusskunder. Det forventes at antall plusskunder øker i tråd med at kostnadene for solcellepaneler, og installasjon av disse, synker.

Siden mars 2019 har totalt uttak for plusskunder vært 780 GWh og total innmating 59 GWh. Det måles ikke hvor mye av egenproduksjon som går til å dekke eget forbruk, og derfor reflekterer ikke innmating total produksjon fra plusskunder. Egenproduksjon som forbrukes av plusskunder kan regnes som energieffektivisering i et nett- og systemperspektiv, siden den reduserer uttak av strøm fra nettet hos den enkelte kunden.

### **3.6 Forskningsrådet FOU**

FoU er også et virkemiddel for endring, også for energibruk i bygninger. Dette er likevel et virkemiddel som er langsiktig. Det vil si at energieffektivisering i dag høster noen frukter fra tidligere forskning. Og forskning er et virkemiddel for å bidra til kontinuerlig nyskaping i sektoren. Men det er neppe et aktuelt virkemiddel å ta i bruk i dag med tanke på rehabilitering innen 2030.

### **3.7 Skatter og avgifter – Elavgift**

Elavgiften er en avgift som legges til i kostnaden sluttbrukere betaler for strøm. Industrien har en redusert avgift som er betydelig lavere enn for husholdninger og næringsbygg. Isolert sett kan man si at en avgift som øker prisen på strøm bidrar til å begrense bruken. Likevel er priselastisiteten for strøm i husholdninger og næringsbygg lav, og for mange finnes det ikke reelle alternativer til bruk av strøm. I et energieffektiviseringsperspektiv er det ønskelig å bruke elektrisitet, siden man ved varmepumper oppnår høyest virkningsgrad. Som følger av usikkerhet rundt elastisiteter for strøm og mellom strøm og andre energivarer, er det krevende å vurdere hvilken effekt elavgiften har på energieffektivisering.

Etter at oljefyr ble forbudt til oppvarming i husholdninger virker ikke lengre CO<sub>2</sub>-avgiften inn på energibruk i bygningsmassen.

---

<sup>11</sup> <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/publikasjoner-og-data/statistikk/statistikk-over-sluttbrukermarkedet/plusskundestatistikk/>

## 4 Pedagogiske virkemidler

### 4.1 Veiledning og råd

Det finnes flere veiledninger og råd om oppgradering av eksisterende bygg som er utgitt av bl.a. statlige myndigheter (DiBK<sup>12</sup>, Riksantikvaren<sup>13</sup>), statlige organisasjoner (Enova<sup>14</sup>, Bygg og Bevar<sup>15</sup>), og interesseorganisasjonen NKF<sup>16</sup>. I tillegg er Smart oppussing som ble utviklet av Lavenergiprogrammet flyttet til energismart.no<sup>17</sup>. Dette er generell veiledning og råd om anbefalte tiltak ved rehabilitering/oppgradering av eksisterende bygg deriblant energieffektivisering. Formålet med veiledningene er å heve kvaliteten når eksisterende bygg blir rehabilitert. Utfordringen er å få byggeiere til å finne den informasjonen som tilbys og følge de rådene som gis. Effekten av denne veiledningen er ikke mulig å måle. Veiledning og gode råd er et supplement til andre virkemidler.

I tillegg til generelle veiledning har enkelte kommuner individuell veiledning til boligeiere om energioppgradering av egen bolig for eksempel Drammen kommune og Asker kommune. Drammen kommune tilbyr gratis klima- og energirådgivning for sine innbyggere fram til 15.12.21. Tilbudet omfatter bl.a. energianalyse av boligen på nett, digital befaring med energirådgiver, rådgivning på telefon og e-post samt informasjonsmøte om smarte klima- og energitiltak.

Asker kommune tilbyr gratis energirådgivning til privat bolig og har nettsiden Energiportalen. De tilbyr også befaring på videokonferanse. Boligeieren mottar en rapport med oppsummering og anbefalinger. Sintef rapporten «Energirådgivning for boligeiere»<sup>18</sup> beskriver at det gjennomføres mer enn 100 befaringer i året og at omtrent halvparten av informantene utførte tiltakene som ble foreslått, ett til to år etter rådgivningen. Tiltakene omfatter installering av varmepumpe (luft-til-luft) og bergvarmepumpe, bytte av vinduer, og i noen tilfeller etterisolering. Men det er vanskelig å vite om tiltakene ville blitt utført uansett, i og med at de som tar kontakt med energirådgiver allerede har ideer om oppgradering.

Vi kjenner ikke til hvor godt kjent de ulike rådgivningstjenestene er i kommunene som tilbyr dette. Asker kommune har hatt sin rådgivertjeneste i ca. 10 år, noe som tyder på at ordningen har vært vellykket. Dette kommer også fram av Sintef rapporten som nevnt over. Energirådgivning kan gi bestillerkompetanse som boligeiere trenger når de planlegger oppgradering av boligen og skal bestille håndverker. Kommunen kan gi nøytrale råd fra en som ikke tjener penger på valgene de tar.

Veiledning og råd vil i de fleste tilfeller ikke være utløsende for om tiltak blir gjennomført. Men vil være til hjelp for gjennomføring når det er besluttet å gjennomføre tiltak.

Veiledning og råd må være enkle å følge for at de skal få effekt. Da er det avgjørende at andre virkemidler ikke hindrer gjennomføring av relevante tiltak som f.eks. etterisolering og utskifting av vinduer. Når disse tiltakene blir søknadspliktige, vil sannsynligvis mange unnlate å gjennomføre tiltakene.

### 4.2 Opplæring og videreutdanning av håndverkere, ingeniører og arkitekter

Kunnskap er viktig for å følge med i utviklingen av nye metoder og materialer og derfor en forutsetning for gode løsninger ved energioppgradering av eksisterende bygg. Dette gjelder opplæring i yrkesutdanningen i videregående skole og fagutdanning på ulike nivåer som teknisk

<sup>12</sup> <https://dibk.no/smartere-oppussing/>

<sup>13</sup> <https://www.riksantikvaren.no/energisparing/>

<sup>14</sup> <https://www.enova.no/privat/>

<sup>15</sup> <https://www.byggogbevar.no>

<sup>16</sup> <https://www.kommunalteknikk.no/eksempelsamling-tekniske-krav-ved-tiltak-i-eksisterende-bygg.5919012-161014.html>

<sup>17</sup> <https://www.energismart.no>

<sup>18</sup> <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2462462>

fagskole, ingeniør- og arkitektutdanning. Det er også aktuelt for videreutdanning av alle relevante yrkesgrupper.

Lavenergiprogrammet (LEP) som var et 10-årig (2007-2017) samarbeid mellom statlige etater og byggenæringen hadde flere prosjekter som rettet seg mot opplæring og videreutdanning av håndverkere, ingeniører og arkitekter. Erfaring fra LEP er at det tar tid å øke kompetansen til disse yrkesgruppene.

### 4.3 Miljømerker og sertifiseringsordninger

I Norge er det spesielt to ordninger for sertifisering og miljømerke som benyttes, BREEAM-NOR<sup>19</sup> og Svanemerket<sup>20</sup>. BREEAM-NOR er et miljøsertifiseringssystem for bygg og administreres av Grønn byggallianse. Grønn byggallianse er en medlemsforening for virksomheter fra hele bygg- og eiendomssektoren og er en non-profit medlemsforening.

Svanemerket ble opprettet av Nordisk Ministerråd i 1989. Svanemerket er en ikke-kommersiell merkeordning og får noe støtte til drift fra Barne- og familiedepartementet. Svanemerket skal gjøre det lett å velge mer miljøvennlige produkter, redusere miljøskader og stimulere til grønn innovasjon og vekst i næringslivet.

Begge ordningene er tilrettelagt for rehabilitering av eksisterende bygg, både bolig og yrkesbygg. De har utarbeidet ambisiøse kriterier som må oppfylles for å få godkjenning. Energieffektivisering er ett av flere kriterier som må oppfylles. BREEAM-NOR er tilrettelagt for større rehabiliteringer. Formålet med ordningene er at bygg rehabiliteres til en høyere standard enn regelverket. Det er frivillig å sertifisere og miljømerke et bygg som rehabiliteres. Det er derfor byggeiere med høye miljøambisjoner som benytter seg av slike ordninger. Det vil bidra til å profilere bygget og byggeieren og kan gi et fortrinn når bygget skal selges eller leies ut.

Det er gitt 29 BREEAM-NOR godkjenninger for rehabilitering/ombygging og 11 i kombinasjon med nybygg. Alle byggene er yrkesbygg med hovedvekt på kontorer. Det er ingen bygg som er Svanemerket for renovering i Norge. Dette viser at det er et potensiale for å utvikle disse ordningene slik at flere bygg oppnår høy standard når de rehabiliteres.

### 4.4 Forbildeprosjekter og forskningsprogrammer

Ulike forskningsprosjekter og pilotprosjekter bidrar ikke til et stort omfang av bygg som gjennomgår energioppgradering, men de viser vei med nye løsninger og høye ambisjoner. Dette kan på sikt danne grunnlag for løsninger og ambisjoner som er oppnåelig for et større antall bygg og til utvikling av krav i regelverket. Forbildeprosjektet Futurebuilt<sup>21</sup> og forskningsprogrammene ZEB som er avsluttet<sup>22</sup> og etterfølgeren ZEN<sup>23</sup> er de viktigste.

---

<sup>19</sup> <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/skal-sertifisere-med-breeam-nor/#1606743861732-153b4c60-2314>

<sup>20</sup> <https://www.svanemerket.no/aktuelt/nyheter/hva-er-svanemerket-renovering/>

<sup>21</sup> <https://www.futurebuilt.no>

<sup>22</sup> <https://www.futurebuilt.no>

<sup>23</sup> [FME ZEN](#)

## 5 Hovedtrekkene i relevante reguleringer i EU. Regelverk som er innlemmet i EØS-avtalen

### 5.1 Økodesigndirektivet

Økodesigndirektivet (2009/125/EC) er innlemmet i EØS-avtalen og gjennomført i Norge. Gjennomføringen består i første rekke gjennom regler i:

- Økodesignforskriften (se kapittel 2.6).

### 5.2 Bygningsenergidirektivet (EPBD I)

Bygningsenergidirektivet (2002/91/EU) er innlemmet i EØS-avtalen og gjennomført i Norge. Gjennomføringen består i første rekke gjennom regler i:

- Byggteknisk forskrift; energireglene
- Energimerkeforskriften for bygninger som omfatter både kravene til energimerking og energivurdering av tekniske anlegg.

Norge har deltatt aktivt i EUs prosjekt Concerted Action som er opprettet for å utveksle informasjon og erfaringer om gjennomføringen av direktivet.

## 6 Gjeldende og vedtatte reguleringer som er i prosess for å bli innlemmet i EØS-avtalen

### 6.1 Økodesigndirektivets videre utvikling

Kommisjonen jobber med å utarbeide et forslag til revisjon av økodesigndirektivet fra 2009. Arbeidet med å forsterke produktrammeverket er sentralt i EUs handlingsplan for sirkulærøkonomi.

Økodesigndirektivet skal utvides fra energieffektivitet i energirelaterte produkter, til å omfatte flere typer produkter og produktegenskaper. Gjennom økodesigndirektivet vil kommisjonen sikre høy miljøstandard for alle produkter, og relevante tjenester, på markedet i EU.

### 6.2 Bygningsenergidirektivets videre utvikling

Bygningsenergidirektivet ble revidert og vedtatt som et nytt direktiv – 2010/31/EU. Dette direktivet har i lang tid blitt forberedt for gjennomføring, men det har ennå ikke blitt en del av EØS-avtalen. Dette direktivet har de samme hovedelementene som det første, men noen endringer som også krever endring i det norske regelverket. Først og fremst er dette kravet om en nasjonal definisjon av Nær nullenergi-bygg (NZEB) og at denne tas i bruk i energikravene til nye og rehabiliterte bygg.

I 2018 vedtok EU sin Ren Energi-pakke. Denne inneholdt blant annet revisjon av bygningsenergidirektivet (2018/844). Direktivet videreførte hovedelementene fra det første direktivet, men hadde også noen nye:

- Hvert land må lage en langsiktig renovasjonsstrategi for bygninger (LTRS). (Dette er en utvidelse av en bestemmelse som tidligere tilhørte energieffektiviseringsdirektivet).
- Krav til ladeinfrastruktur i bygninger.

2018/844 er ikke gjennomført i Norge.

Kommisjonen har annonsert at forslag til nytt EPBD vil bli lagt fram i løpet av 2021.

### 6.3 Energieffektiviseringsdirektivet (EED)

Energieffektiviseringsdirektivet (2012/27/EU) er ikke gjennomført i Norge, men forberedelsene har pågått over flere år. De momentene i dette direktivet som antas å få størst betydning, i form av nye krav, i Norge er;

- Kravet om årlig ny energieffektivisering stiller krav til årlig innskjerping eller bruk av nye virkemidler.
- Pliktig energikartlegging for store foretak.
- Krav til individuell måling av varme, dvs. for den enkelte sluttbruker/leilighet.
- Omfattende kartlegging av varmemarkedet med særlig vekt på spillvarme- og andre varmekilder.
- Krav til analyse av spillvarmemulighetene ved etablering av ny industri med stor energibruk.
- Krav om å lage en langsiktig strategi for energieffektivisering ved renovering av bygninger (LTRS).

I 2018 ble det vedtatt endringer i direktivet (2018/2002). Direktivet innebærer mindre endringer på en rekke punkter.

I juli 2021 la Kommisjonen fram forslag til nytt direktiv. Forslaget går nå til bred behandling og vil trolig ikke kunne vedtas før i 2022/2023. Av spesiell relevans for dette dokumentet er forslaget om at 3 prosent av alle offentlige bygg på alle nivåer (stat og kommune) skal energirenoveres årlig (til NZEB-nivå).

### 6.4 Gassmarkedsdirektivet

Tredje gassmarkedsdirektiv (2009/73/EC) er innlemmet i EØS-avtalen.

Gassmarkedsdirektivet etablerer felles regler for overføring, distribusjon, tilbud og lagring av naturgass. Formålet med direktivet er å sikre markedsadgang, konkurranse og at ulike aktører ikke diskrimineres i markedet.

I gassmarkedsdirektivet knyttes energieffektivisering først og fremst til det overordnede systemet, altså energieffektiv overføring og distribusjon av gass. Det er kun to områder i Norge hvor kunder får gass forsyning gjennom et rørbasert distribusjonssystem.

Fjerde gassmarkedsdirektiv (2019/692) er til behandling av EØS/EFTA for å vurderes mht. EØS-relevans.

### 6.5 Elektrisitetsdirektivet

Tredje elmarkedsdirektiv (2009/72/EC) er innlemmet i EØS-avtalen. I Norge ligger regelverket under elektrisitetsdirektivet.

Elmarkedsdirektivet etablerer felles regler for produksjon, overføring, distribusjon og tilbud av strøm. Det inngår også krav til tilbydere, forbrukerrettigheter og konkurransevilkår. Formålet med direktive er å etablere et konkurransedyktig, sikkert og bærekraftig marked for strøm.

I elektrisitetsdirektivet knyttes energieffektivisering først og fremst til det overordnede systemet, altså energieffektiv produksjon, overføring og distribusjon av elektrisitet. Det er altså begrenset med effektivitetskrav på bygningsnivå. I direktivet er det likevel en bestemmelse som sier at medlemsland skal tilrettelegge for å fremme energieffektivisering, blant annet gjennom intelligente målesystemer og smart grids. Dette kan bidra til energieffektivisering i bygningsmassen. I tredje elmarkedsdirektiv stilles det også krav om at regulator skal fremme blant annet energieffektivitet. Det stilles også krav om utforming av tariffer og det å gi riktig prissignal til sluttbrukere.

Fjerde elmarkedsdirektiv (2019/944) er til behandling av EØS/EFTA for å vurderes mht. EØS-relevans. I fjerde elmarkedsdirektiv er det økt fokus på aktive forbrukere. Det skal legges til rette for at forbrukere skal kunne forbruke, lagre og/eller selge egenprodusert strøm og tilby forbrukerfleksibilitet i markedet. Energisamfunn skal også kunne delta i markedet ved å tilby produksjon og fleksibilitetstjenester. Denne muliggjørere for fleksible forbrukere typen kan bidra til energieffektivisering.

## **6.6 Fornybardirektivet**

Fornybardirektivet (2009/28/EU) er gjennomført i Norge. Forpliktelsen til å øke Norges fornybarandel i energibruken har betydning for bygningssektoren. Videre er det krav til sertifisering eller annen kvalifisering av installatører for ulike typer varmeanlegg.

Fornybardirektivet ble revidert som del av Ren energi-pakken i 2018 (2018/2001/EU) med blant annet sterkere krav til økt fornybarandel i varme- og kjølesektoren. Dette direktivet er ikke gjennomført i Norge. Endelig har Kommisjonen i 2021 lagt fram forslag til ny revisjon av direktivet som del av «Fit for 55»-prosessen. Her foreslås det et eget mål for fornybarandel i bygningssektoren og mer vekt på forbrukerrettigheter i varme- og kjølemarkedet.

## **6.7 Bærekraftig finansielt rammeverk (taksonomi)**

EU vedtok i juni 2020 en forordning om et rammeverk for et klassifiseringssystem for bærekraftig økonomisk aktivitet (taksonomi). Forordningen antas å være EØS-relevant, men er foreløpig ikke tatt inn i EØS-avtalen. Taksonomien vil bl.a. danne grunnlaget for europeiske standarder og merkeordninger for finansielle instrumenter og produkter. Den stiller krav til at større børsnoterte selskaper og finansinstitusjoner må rapportere på det EU definerer som en bærekraftig økonomisk aktivitet. Indirekte vil også leverandører til slike selskaper bli omfattet av rapporteringen. For at en økonomisk aktivitet skal kunne regnes som bærekraftig etter forordningen, må den bidra vesentlig til å oppnå minst ett av seks definerte miljømål, bl.a. begrensning av klimaendringer og klimatilpasning og samtidig ikke ha negativ påvirkning på de andre områdene.

Forordningen gir Kommisjonen hjemmel til å fastsette delegerte rettsakter om kriterier for vesentlig bidrag til måloppnåelsen. Kriteriene for begrensning av klimaendringer ble fastsatt i april 2021. For å tilfredsstille kriteriene må bl.a. nybygg redusere energibehovet med 10 prosent i forhold til nasjonale krav gitt i hht. definisjonen av Nearly Zero Energy Building (NZEB) i Bygningsenergidirektivet (EPBD). Eksisterende bygg må redusere energibehovet med 30 prosent i forhold til nivået før renovering. Energimerket skal benyttes som utgangsnivå. Reduksjonene skal beregnes i forhold til primærenergi behovet.

Bygg som ikke oppfyller kriteriene vil kunne få lån også i fremtiden, men det vil bli vanskeligere og lånebetingelsene vil bli mindre gunstige. Derfor vil kravet om 30 prosent reduksjon i behovet for primærenergi for eksisterende bygg få betydning for energioppgradering i årene framover. Dette vil få spesielt stor betydning for større rehabiliteringsprosjekter.

# **7 Andre pågående prosesser**

## **7.1 Building Stock Observatory (BSO)**

EU's Building Stock Observatory ble etablert i 2016 for å sikre et bedre og enhetlig datagrunnlag om bygningsmassen og dens energitilstand. Datagrunnlaget utvikles primært for beslutningstakere. Norge er ikke en del av denne databasen, men behovet antas å være like stort i Norge. Dersom EØS-

landene skal gjennomføre de meste av EUs regelverk for bygninger, så ville det være naturlig å undersøke om EØS-landene også bør være del av BSO<sup>24</sup>.

## 7.2 Renovation wave

Kommisjonen lanserte i 2020 sin strategi for «Renovation Wave». Dette er et initiativ for å forsterke og koordinere innsatsen for rehabilitering med tanke på energibruk og avkarbonisering. De nasjonale målene lagt i hvert lands LTRS vil spille en viktig rolle i dette arbeidet. Noe av det første som vil komme er et forslag til revidert bygningsenergidirektiv mot slutten av 2021. Viktige temaer som er til diskusjon i denne forbindelse er bl.a.:

- Minimumsstandarder for energiytelse for alle typer bygninger -supplement til nybyggkravene (MEPS).
- Forslag til ordning med «Building Renovation Passports».
- Veikart for avkarbonisering av bygningers fulle livsløp.
- Vurdere innføring av en standard for omfattende rehabilitering (Deep Renovation).

---

<sup>24</sup> [EU Building Stock Observatory \(europa.eu\)](https://europa.eu/europa/en/eu-building-stock-observatory)