

# Mål om 10 TWh energisparing i bygningsmassen:

## Hvordan ligger vi an og hva er potensialet?

NINA HOLCK SANDBERG, SYNNE KREKLING LIEN, KAREN BYSKOV LINDBERG OG IGOR SARTORI

Nina Holck Sandberg, seniorforsker i avdeling Arkitektur, byggematerialer og konstruksjoner, SINTEF Community

[nina.h.sandberg@sintef.no](mailto:nina.h.sandberg@sintef.no)

Synne Krekling Lien, forsker i avdeling Bygninger og installasjoner, SINTEF Community

[synne.lien@sintef.no](mailto:synne.lien@sintef.no)

Karen Byskov Lindberg, seniorforsker i avdeling Bygninger og installasjoner, SINTEF Community

[karen.lindberg@sintef.no](mailto:karen.lindberg@sintef.no)

Igor Sartori, seniorforsker i avdeling Bygninger og installasjoner, SINTEF Community

[igor.sartori@sintef.no](mailto:igor.sartori@sintef.no)

## \\ Ingress

Boliger og næringsbygg står for mer enn halvparten av elektrisitetsbruken i Norge.

Energieffektivisering av bygningsmassen kan redusere energibruk og utslipp, og samtidig frigjøre elektrisitet til transport og andre sektorer. Transformasjon av bygningssektoren er derfor en viktig brikke i det grønne skiftet, og kan ha stor betydning for det samlede energisystemet. Bygninger har lang levetid, og endringer i bygningsmassen skjer sakte. For å styre utviklingen i ønsket retning må man sette inn effektive tiltak. Det er behov for helhetlige analyser av bygningsmassen som vurderer de potensielle samlede effektene som ulike tiltak kan ha på total energi- og materialbruk, utslipp og kostnader på lang sikt. Helhetlige analyser gjør det mulig å definere mål som er konkrete og etterprøvbare.

Denne studien bruker en scenariomodell utviklet ved NTNU og SINTEF til å analysere den langsiktige utviklingen til bygningsmassen og bygningsmassens energibruk. Resultatene viser at vi *ikke* er i rute til å nå den politiske målsetningen om å redusere energibruken i eksisterende bygg med 10 TWh<sup>1</sup> innen 2030. Analysen identifiserer også et energisparepotensial i bygg som ikke er omfattet av den gjeldende politiske målsetningen. Konklusjonen i denne studien er at dersom man ønsker å utløse energieffektiviseringspotensialet i bygningsmassen, må det settes en ny målsetning som omfatter energieffektivisering av både eksisterende og nye bygninger, i tillegg til bruk av mer energieffektiv oppvarmingsteknologi.

---

<sup>1</sup> Gjennom hele artikkelen omtaler vi til årlige tall for energibruk og endring i energibruk. Dette skulle egentlig hatt benevnelsen *TWh/år*, men vi velger å bruke bare *TWh*, slik som det er gjort også i underlagsmaterialet for den politiske målsetningen.

## NØKKEWORD

Bygningsmasse, Energibruk, 10 TWh, Energieffektivisering, Energisparepotensial

### Energieffektivisering av bygningsmassen

Bygningsmassen står for over halvparten av all elektrisitetsbruk og mer enn en tredjedel av samlet energibruk i Fastlands-Norge (Statistisk sentralbyrå 2021). Dagens bygningsmasse består av både nyere og eldre bygninger. De eldre bygningene er som regel lite energieffektive og har et stort energibehov til oppvarming. Det er mulig å energioppgradere disse bygningene og redusere deres oppvarmingsbehov betydelig, som for eksempel ved etterisolering og utskiftning til mer energieffektive bygningsdeler. En bygning blir imidlertid ikke nødvendigvis energioppgradert selv om den blir rehabilitert. Fra 2010 til 2020 ble omtrent 20 % av rehabiliterte bygninger i EU energioppgradert (Esser mfl. 2019). Omfanget av energioppgraderinger i Norge er sannsynligvis på samme nivå som i EU.

Framover vil det bli bygget mange nye bygninger for å erstatte bygninger som rives og for å dekke økt behov på grunn av befolkningsvekst. Disse nye bygningene kan gjøres mer energieffektive enn det som er kravene til nybygging i dag.

Valg av oppvarmingsteknologi har også stor betydning for hvor mye energi som trengs for å varme opp en bygning. Det kreves mer energi for å holde den samme innnetemperaturen når man bruker en gammel vedovn med store energitap enn ved å bruke panelovner eller fjernvarme. Dersom man installerer varmepumpe koblet til et vannbårent oppvarmingssystem, kan årlig energibruk til oppvarming mer enn halveres.

Det finnes altså et stort og viktig potensial for energieffektivisering av bygningsmassen, ved energioppgradering av eksisterende bygningsmasse, mer energieffektive nybygg og oppvarmingsteknologi. Historien har så langt vist at det ikke utløses "av seg selv". For å utløse potensialet er det behov for målrettede tiltak, lovgivning og virkemidler.

### Norsk politisk målsetning om 10 TWh energisparing

I 2016 vedtok stortinget en politisk målsetning om å redusere energibruk i eksisterende bygg med 10 TWh innen 2030 (Meld. St. 25 (2015-2016), Innst. 401 S (2015-2016)). I årene etter at dette målet ble vedtatt har tolkningen endret seg, og forståelsen av hva som inngår i "eksisterende bygg" har variert. I Figur 1 har vi oppsummert hvordan målet har blitt tolket i ulike offentlige politiske dokumenter.

[Figur 1]

*Figur 1 Oppsummering av den politiske målsetningen for energisparing i bygningsmassen mot 2030 og NVEs forventningsbane.  $\Delta$  er endringen i energibruk fra 2015 til 2030, og denne kan defineres på ulike måter.*

### Tolkning $\Delta$ 1

I en tidlig tolkning ble det oppfattet at målet på 10 TWh energisparing kun gjaldt bygninger som var bygget før 2016 og som eksisterte på tidspunktet da målsetningen ble vedtatt. I september 2017 ble det med henvisning til en forventningsbane utarbeidet av NVE sannsynliggjort at målsetningen med denne tolkningen ville oppfylles ved (A) effekten av riving (-6 TWh) og (B) større og mindre oppgraderinger av bygningskropp (-4 TWh) (OED Prop. 1 S (2017–2018)). De større og mindre

oppgraderingene av bygningskropp ville bli oppfylt som en effekt av virkemidlene til Enova. Målet om energisparing var da begrenset til riving og energieffektivisering, heretter kalt  $\Delta 1$ .

### Tolkning $\Delta 2$

I desember 2017 ble tolkningen av målsetningen utvidet til også å omfatte tekniske løsninger og effektiv drift av bygg, og nye bygninger som erstatter bygningene som ble revet i perioden 2016-2030. Det ble deretter beregnet at målsetningen fortsatt ville oppfylles ved (A) og (B) som i  $\Delta 1$ , og i tillegg forventet energisparing som følge av omlegging til energieffektive tekniske løsninger og effektiv drift (-5 TWh) (C), og energibruk i nye bygninger som erstatter revet areal (+4 TWh) (D) (se Innst. 9 S (2017–2018) for overordnet mål, og Dokument Nr. 15:368 (2017-2018) for kvantifisering av de ulike postene). Til sammen utgjør dette tolkningen  $\Delta 2$  som omfatter energisparing på grunn av riving, energieffektivisering, nye tekniske løsninger og energibruk i nye bygninger som erstatter revet areal.

### Tolkning $\Delta 3$

Energibruk i nye bygninger bygget etter 2015 som dekker økt behov for areal på grunn av befolkningsvekst og livsstilsendringer (+7 TWh) (E) tas ikke hensyn til i verken  $\Delta 1$  eller  $\Delta 2$ . Ved å inkludere økt arealbehov, resulterer NVEs forventningsbane i en samlet endring i energibruk  $\Delta 3$  på -4 TWh fra 2015 til 2030. Dette tilsvarer opposisjonens synspunkt i debatten i desember 2017 (Innst. 9 S (2017–2018)).

### Ligger vi an til å nå målsetningen?

Tallene bak tolkning  $\Delta 1$  og  $\Delta 2$  basert på NVEs forventningsbane fra 2016 indikerer at målsetningen om 10 TWh energisparing vil nås "av seg selv". I denne artikkelen presenterer vi våre modellresultater for beregnet energibruk i bygningsmassen mot 2030 og 2050. Resultatene våre viser at vi er langt fra å nå den politiske målsetningen om 10 TWh redusert energibruk med begge tolkningene  $\Delta 1$  og  $\Delta 2$ . Vi viser også resultater samlet endring i energibruk for hele bygningsmassen  $\Delta 3$ .

### Energieffektivisering av bygningsmassen i EU

Bygninger er ansvarlig for 40 % av EUs CO<sub>2</sub>-utslipp og 36 % av EUs energibruk (European commission 2022b). I EUs referanse-scenario forventes det 20 % reduksjon av energibruk i husholdninger innen 2050 (European commission 2022a). For å kunne oppfylle denne forventningen har EU har et stort fokus både på energieffektivisering i bygg, og på integrasjon av lokal fornybar produksjon i bygningsmassen, ettersom disse tiltakene sammen bidrar til å redusere bygningsmassens samlede utslipp.

Dette reguleres hovedsakelig gjennom Energieffektiviseringsdirektivet (EED) og Bygningsenergidirektivet (EPBD), men er også delvis berørt i Fornybardirektivet (RED). "Fit-for-55"-pakken (Alex Wilson 2021) inneholder de siste oppdateringene i flere av EUs direktiver – altså i lovgivningen. Fokuset på energieffektivisering er forsterket, spesielt for energioppgradering av eksisterende bygninger. I EED er det et tallfestet mål om 1,7 % årlig reduksjon i offentlige etaters energibruk. I tillegg er det krav om at 3 % av offentlig eide bygg årlig skal rehabiliteres til 'nær nullenerginivå' (NZEB), noe som er svært ambisiøst når dagens naturlige rehabiliteringsrate er på 1,5 % for næringsbygg og i underkant av 1 % for boliger i Norge (basert på resultater fra RE-BUILDS - se neste side). Videre er prinsippet om "energy efficiency first" forsterket, og forbeholdet om kostnadseffektivitet er fjernet. I tillegg har EU flere initiativ som støtter opp om lovgivningen i direktivene, blant annet EUs Recovery Plan, SmartBuilt4EU og EUs Renovation Wave.

## Scenariomodell for bygningsmassens utvikling og energibruk

I denne studien har vi brukt scenariomodellen RE-BUILDS til å se på utviklingen i energibruk i bygningsmassen fra 2015 til 2030 og videre mot 2050. Scenarioanalysen er basert på arbeid som er gjort i forskningsprosjektet Flexbuild (SINTEF Community 2022) og internt finansierte prosjekt ved SINTEF Community.

RE-BUILDS er en dynamisk modell som tar utgangspunkt i utvikling i befolkningens størrelse og livsstilsparametere, og simulerer den langsiktige utviklingen i bygningsmassens størrelse fordelt på bygningskategorier og alderskohorter. Ved å kombinere areal med informasjon om energibruk, kan vi framskrive framtidig utvikling i bygningsmassens energibehov. RE-BUILDS-modellen er beskrevet skjematisk i Figur 2. Detaljert beskrivelse av modellen og ulike anvendelser finnes blant annet i Sandberg (2017), Sandberg mfl. (2021) og Fjellheim mfl. (2021).

[Figur 2]

*Figur 2 Skjematisk framstilling av RE-BUILDS-modellen.*

RE-BUILDS kan brukes til å studere utviklingen i energibruk for hele eller deler av bygningsmassen, som for eksempel enkelte bygningstyper eller bygninger fra en bestemt byggeperiode. I denne studien studerer vi hele den norske bygningsmassen. Gjennom analysen er bygningsmassen inndelt i elleve bygningskategorier og i tre alderskohorter som er basert på byggeår. De samlede resultatene blir presentert.

RE-BUILDS simulerer antall kvadratmeter som rives, bygges og rehabiliteres årlig. Frem til 2020 simulerer modellen den voksende befolkningens behov for bygningsareal av ulike typer basert på historisk statistikk for bygningsmassens størrelse og sammensetning og underliggende drivere som befolkning, antall personer per bolig og areal per person i ulike bygningstyper. Simulering av bygningsmassens utvikling fra 2020 til 2050 er basert på befolkningsframskriving fra SSB og scenarioantakelser om de ulike driverne.

Energieffektivisering av bygningsmassen kan skje ved forbedret energinivå for nybygging og energioppgradering av eksisterende bygninger. Vi antar at nye bygninger enten følger dagens standard (TEK17) eller bygges til passivhusnivå, og at det for eksisterende bygninger bare kan være lønnsomt med energioppgradering av bygningskropp for bygninger som uansett skal rehabiliteres på grunn av behov for vedlikehold. I praksis gjennomføres en rehabilitering med energioppgradering enten som en enkeltstående oppgradering av hele bygningen samtidig eller som en rekke tiltak som utføres etter hverandre.

RE-BUILDS-modellen finner at rehabilitering på grunn av behov for vedlikehold resulterer i en "naturlig" rehabiliteringsrate på omtrent 1,5 % for næringsbygg og i underkant av 1 % for boliger. Datagrunnlaget for omfanget av rehabilitering med energioppgradering og hvilke tiltak dette omfatter, er svært begrenset. Basert på en omfattende studie om omfanget av rehabilitering med energioppgradering i EU (Esser mfl. 2019), anslås imidlertid andelen av rehabiliteringer som har ført til energioppgradering de siste ti årene til å være 20 %.

Ved 'rehabilitering med energioppgradering' av bygninger bygget før 2010 antas det at energistandarden heves til omtrent TEK10-nivå. En slik energioppgradering omfatter i hovedsak energieffektivisering av bygningskropp, og til en viss grad energieffektivisering av elsespessifikt utstyr og tekniske installasjoner. Vi anser energioppgradering til TEK10-nivå å være realistisk og gjennomførbart. Ytterligere energioppgradering av eksisterende bygninger til TEK17-nivå eller bedre antas å være lite realistisk fordi dette i større grad vil kreve ombygging av bygningenes form.

Energibehov i de ulike segmentene av bygningsmassen er beregnet ved hjelp av PROFet-verktøyet (Lindberg 2017; Lindberg, Bakker, og Sartori 2019; Andersen mfl. 2019). PROFet er en aggregert lastprofilmodell som lager lastprofiler for energibehov for 11 ulike bygningskategorier og tre energieffektivitetsnivåer. Lastprofilene er basert på målt energibruksdata fra over 300 bygninger. Lastprofiler fra PROFet tar derfor hensyn til faktorer som brukeratferd, oppvarmingsvaner og rebound-effekt i større grad enn andre energimodeller som baserer seg på simuleringer med utgangspunkt i krav som har blitt stilt i teknisk forskrift til ulike tider (TEK49, TEK69, ..., TEK10 og TEK17).

Antakelser om bruk av oppvarmingsteknologier i de ulike segmentene er basert på statistikk fra blant annet energimerkedatabasen til NVE/Enova og SSB (Sartori mfl. 2022), og modellen er kalibrert for år 2020. Utskifting av oppvarmingsteknologier kan også påvirke energibruken i bygninger, og spesielt kan økt bruk av varmepumper føre til store reduksjoner i energibruken til oppvarming.

### Scenarioanalyse av bygningsmassens energibruk

I scenarioanalysen har vi brukt RE-BUILDS til å beregne baner for utviklingen i energibruk og energisparepotensialet i bygningsmassen mot 2030 og 2050.

Vi har definert tre scenarier:

1. **Baseline** beskriver utviklingen i bygningsmassens energibruk dersom dagens trender videreføres. Her antas nye bygninger å ha et energibehov tilsvarende dagens nybygg (TEK17). Andelen rehabiliterte bygninger som blir energioppgradert til TEK10-nivå antas fortsatt å være på 20 %. Fordelingen av oppvarmingsteknologier i de ulike segmentene antas lik som i dag.
2. **Potensial Energieffektivisering (Potensial EE)** ser på det maksimale potensialet for energieffektivisering av nye og eksisterende bygninger. Vi antar at alle nye bygninger bygges som passivhus, og at *alle* eksisterende bygninger som rehabiliteres blir energioppgradert til TEK10-nivå.
3. **Potensial Energieffektivisering og varmepumpe (Potensial EE+VP)** reflekterer hva som er det samlede potensialet for energisparing ved både energioppgradering av bygningskropp og samtidig maksimal utbredelse av varmepumper. Det antas at alle nye og rehabiliterte bygninger får væske-vann-varmepumpe og elektrisk spisslast med en total årsvarmefaktor på 2,5 som dekker både energibehovet til romoppvarming og oppvarming av varmtvann. I tillegg antas det at alle eksisterende småhus som ikke blir rehabilitert får luft-luft-varmepumpe i tillegg til elektrisk oppvarming, med en årsvarmefaktor på 1,5 for romoppvarmingsbehovet. Væske-vann-varmepumper avgrenses til omfanget av rehabilitering og nybygging, da det er lite sannsynlig at et vannbårent varmesystem blir installert i eksisterende bygninger som ikke skal rehabiliteres.

### Avgrensning av studien: Om varmepumper og fjernvarme

Formålet med denne analysen er å vurdere hva som er det maksimale potensialet for *energisparing i bygningsmassen*, samt å vurdere om vi er i rute til å oppnå den politiske målsetningen om 10 TWh redusert energibruk i den eksisterende bygningsmassen. For å finne den øvre grensen for potensialet for energisparing, ser vi på maksimal utbredelse av varmepumper i 'Potensial EE+VP'. Varmepumper utnytter omgivelsesvarme og har derfor en varmfaktor (Coefficient of Performance, COP) på over 1. For væske-vann-varmepumper kan COP være så høy som 3 – 4, og årsvarmefaktoren (SCOP) til oppvarmingssystemet inkludert spisslast er antatt å være ca. 2,5 i årlig gjennomsnitt. Derfor reduseres energibruken til oppvarming mye ved bruk av varmepumper sammenlignet med andre oppvarmingsteknologier. Varmepumper bruker imidlertid elektrisitet til oppvarming, og overgang fra

et ikke-elektrisk oppvarmingssystem (for eksempel basert på bioenergi eller olje) til varmepumpe i et bygg vil redusere energibruken, men øke elektrisitetsbruken.

Omlegging til økt bruk av fjernvarme eller andre energibærere er tiltak som kan redusere bruken av elektrisitet i bygg. Dette kan være et viktig tiltak i et samfunnsperspektiv når transport- og industrisektoren elektrifiseres. Bruk av høyeffektive varmepumper i fjernvarmesystemet vil i tillegg kunne gi viktige besparelser i det samlede energisystemet. Dette faller utenfor systemgrensen i denne analysen.

### Sammenlikning med statistikk 2010-2020

RE-BUILDS-modellen har blitt kalibrert mot energibruksstatistikk i 2019/2020, og har deretter blitt brukt til å simulere energibruk i bygningsmassen i 2010 og 2015. I Figur 3 er dette sammenliknet med målt energibruk i husholdninger og næringsbygg i 2010, 2015 og 2020. Statistikken fra SSB (Statistisk sentralbyrå 2021) er temperaturkorrigert for å korrigere for årlige variasjoner i utetemperatur. Modellresultatene for energibruk har blitt beregnet med normaliserte temperaturprofiler og er derfor sammenliknbare med temperaturkorrigert energibruk.

RE-BUILDS-resultatene stemmer godt overens med den reelle utviklingen i total levert energi til bygningsmassen.

[Figur 3]

*Figur 3 Historisk simulert energibruk i bygningsmassen fra RE-BUILDS (kryss) sammenliknet med SSBs energistatistikk (rød trekant), og temperaturkorrigert energistatistikk (søyler og stiplet linje). (TWh)*

### RE-BUILDS: resultater 2015-2050

Bygningsmassens modellerte størrelse og sammensetning i 2015, 2020, 2030 og 2050 er vist for scenarioene 'Baseline' og 'Potensial EE' i Figur 4. Arealet i millioner kvadratmeter er fordelt på uendret areal, energioppgradert areal ved rehabilitering, revet areal og nytt areal etter 2015. Utviklingen i 'Potensial EE+VP' er lik som i 'Potensial EE'.

[Figur 4]

*Figur 4 Bygningsmassen i 2015, 2020, 2030 og 2050, fordelt på bygninger bygget før 2015 (uendret og energioppgradert), revet bygningsmasse og nybygg. 'Nybygg TEK10' er bygninger bygget fra 2015 til 2020. Bygninger bygget etter 2020 er enten TEK17 eller passivhus (PH), avhengig av scenarioantakelser.*

På grunn av forventet befolkningsvekst er det ventet en økning i bygningsmassen på 5 % fra 2015 til 2020, 12 % til 2030 og 22 % til 2050. Arealveksten er antatt lik i alle scenarioene. Nybygg er TEK-17-bygg i 'Baseline' og passivhus i 'Potensial EE' og 'Potensial EE+VP'. Boliger utgjør omtrent 70 % av samlet gulvareal i bygningsmassen, og næringsbygg de resterende 30 % gjennom hele perioden.

Figur 4 viser at det er en betydelig forskjell i omfanget av energioppgradering i 'Baseline' sammenliknet med de to potensialsscenarioene, både mot 2030, og i enda større grad mot 2050. Dette kommer av antagelsen at alle rehabiliterte bygg i potensialsscenarioene blir energioppgradert, i motsetning til 'Baseline' hvor bare 20 % blir energioppgradert. Arealet som rives er likt i alle scenarioene.

Resultatene for levert energi til bygningsmassen fram mot 2050 for de tre scenarioene er vist i Figur 5. Her er årlig levert energi fordelt på eksisterende bygg fra før 2015 og nye bygg bygget etter 2015 (D+E). Reduksjon i energibruk for eksisterende bygg fra før 2015 som følge av riving (A), rehabilitering med energioppgradering (B), varmepumper i eksisterende bygg (C), passivhus nybygg og varmepumpe i nybygg er vist som negative størrelser i figuren.

[Figur 5]

*Figur 5 Energibruk i bygningsmassen i 2015, 2020, 2030 og 2050, fordelt på levert energi til gjenstående bygninger fra 2015 og nybygg etter 2015, samt redusert levert energi på grunn av rivning, energieffektivisering og varmepumpe. (TWh)*

## Scenarioresultater mot 2030

I Tabell 1 er scenarioresultatene i 2030 sammenliknet med NVEs forventningsbane som er brukt i den politiske målsetningen om 10 TWh reduksjon i energibruk i eksisterende bygg. De åpne øynene i Tabell 1 indikerer det som de to tolkningene av den politiske målsetningen omfatter, mens de lukkede øynene indikerer det som målsetningen ikke tar med i beregningen. Røde øyne relateres til sparepotensial  $\Delta 1$ , og grønne øyne relateres til sparepotensial  $\Delta 2$  fra Figur 1.

*Tabell 1 Energisparepotensial i 2030 i forhold til 2015-nivå. NVEs forventningsbane og resultater fra RE-BUILDS-scenarioene fordelt på bidrag fra ulike tiltak. (Levert energi, TWh)*

[Tabell 1]

RE-BUILDS-modellen estimerer redusert levert energi som følge av rivning i perioden etter 2015 (A) til 6,5 TWh i 2030 i alle scenarioene. Dette stemmer overens med den beregnede reduksjonen i energibruk som følge av rivning i NVEs beregninger på 6 TWh.

'Baseline' resulterer i en økning i årlig energibruk i bygningsmassen fra 79 TWh i 2015 til 82 TWh i 2030. De resulterende  $\Delta 1$  og  $\Delta 2$  er på henholdsvis -7 og -3 TWh. 'Baseline' omfatter en fortsettelse av dagens trender, og indikerer derfor at den gjeldende politiske målsetningen om 10 TWh energisparing innen 2030 ikke vil nås med dagens regelverk og virkemidler.

Reduksjon i levert energi som følge av rehabilitering med energioppgradering (B) er i 'Baseline' beregnet til 0,8 TWh i 2030. Dette tilsvarer bare 20 % av potensialet på 4 TWh som er forventet i NVEs forventningsbane som konkluderer med oppfyllelse av målsetningen. 'Potensial EE' resulterer i en reduksjon i levert energi som følge av rehabilitering med energioppgradering (B) på 3 TWh, til tross for at forutsetningen om at alle bygg som rehabiliteres fra 2020-2030 blir energioppgradert til TEK10-nivå er langt mer ambisiøst enn dagens situasjon der omtrent 20 % av rehabiliterte bygninger blir energioppgradert. Med dagens virkemidler er 4 TWh energisparing ved energioppgradering ifølge våre analyser ikke realistisk å kunne oppnå innen 2030, fordi dette ville bety at også bygninger som egentlig ikke er har behov for rehabilitering og vedlikehold må gjennomføre 'rehabilitering med energioppgradering'.

NVE forventer i sine beregninger 5 TWh redusert levert energi som følge av tekniske tiltak (C). Dette er med i  $\Delta 2$ -tolkningen av målsetningen. I vår analyse har vi ikke studert virkningen av de samme tekniske tiltakene som NVE, men har sett på potensialet for redusert levert energi ved økt bruk av varmepumpe i 'Potensial EE+VP'. Maksimalt potensial for reduksjon i levert energi som følge av økt bruk av varmepumpe i eksisterende bygninger er beregnet til 8,1 TWh.

Levert energibruk til nybygg bygget etter 2015 er beregnet til 10,2 TWh i 2030 i 'Baseline'. Av dette er 4,1 TWh til nybygg som erstatter revet areal (D) og 6,1 TWh til nybygg som bygges for å dekke økt behov for bygninger på grunn av befolkningsvekst (E). Dette er på nivå med levert energi til nybygg fra NVEs beregninger på 11 TWh. I 'Potensial EE' er levert energi til nybygg redusert med 0,5 TWh i 2030. Når det i 'Potensial EE+VP' i tillegg introduseres væske-vann-varmepumper i alle nye bygninger, reduseres levert energi til nybygg med 6,7 TWh, fordelt på 2,7 og 4,0 TWh for D og E.

## Scenarioresultater mot 2050

Resultater for levert energi til bygningsmassen i 2050 er vist i Figur 5 og oppsummert i Tabell 2. I 'Baseline' øker årlig levert energi til hele bygningsmassen med 3,4 TWh fra 2015 til 2050. Dette

skyldes stort behov for nybygging på grunn av ventet befolkningsvekst. Selv et mål om nullvekst i energibruk i bygningsmassen vil derfor kreve energisparetiltak.

*Tabell 2 Energisparepotensial i 2050 i forhold til 2015-nivå. Resultat for de tre RE-BUILDS-scenarioene fordelt på bidrag fra ulike tiltak. (Levert energi, TWh).*

[Tabell 2]

I 'Potensial EE' reduseres årlig levert energi i 2050 til hele bygningsmassen med 3,8 TWh sammenliknet med 2015. Reduksjonen skjer som følge av mer energieffektive nye bygninger (-1,4 TWh sammenliknet med 'Baseline'), og økt omfang av energioppgradering ved rehabilitering av eksisterende bygninger (- 5,7 TWh sammenliknet med 'Baseline'). Det største energisparepotensialet finnes altså i den eksisterende bygningsmassen. Det kan imidlertid være enkelt og rimelig å hente ut potensialet for energisparing ved å bygge nye bygg mer energieffektive.

Ved å kombinere energieffektivisering av nye og eksisterende bygninger fra 'Potensial EE' med utstrakt bruk av varmepumper finner vi at total levert energi i 2050 i 'Potensial EE+VP' er 19,5 TWh lavere sammenlignet med energibruken i 2015. Dette tilsvarer et sparepotensial i 2050 på 23 TWh, sammenlignet med 'Baseline' i 2050.

### Hvor troverdige er resultatene fra RE-BUILDS?

Vi har presentert resultater for utviklingen i energibruk i bygningsmassen i perioden 2015-2050, basert på en scenarioanalyse med RE-BUILDS-modellen. Hvor robuste er disse resultatene?

Bygningsmassemodellen er basert på historisk utvikling i underliggende parametere, som f.eks. befolkning og areal per person, og den er godt kalibrert med bygningsmassens faktiske historiske utvikling. Videre utvikling er hovedsakelig basert på befolkningsframskrivninger fra SSB og antakelse om fortsettelse av trender for andre drivere. Våre tidligere studier har vist at hvilke antakelser vi gjør for framtidig utvikling i disse parameterne ikke har stor betydning for sluttresultatene for energibruk. Grunnen til dette er tregheten i bygningsmassen. Bygninger som allerede eksisterer i dag, vil i 2050 fortsatt stå for omtrent 75 % av samlet energibruk i bygningsmassen. Dersom omfanget av nybygg blir noe større eller mindre enn anslått, har det lite å si for samlet energibruk.

Energianalysen bygger på den simulerte utviklingen til bygningsmassen. Vi har kalibrert resultatene mot statistikk for energibruk i 2020. Figur 3 viser det at resultatene treffer godt i sammenlikningen med statistikk i 2010 og 2015. Bygningsmassens størrelse og sammensetning, omfanget av nybygging i perioden 2010-2020 og energikrav til eksisterende bygninger fra ulike byggeperioder er kjent fra statistikk og historisk lovgivning. Den viktigste usikre faktoren er omfanget av energioppgradering av eksisterende bygningsmasse før 2020. Når modellresultatene treffer så godt med faktisk utvikling i samlet energibruk, indikerer dette at antakelsene for omfang av energioppgradering er realistiske. Dette er en svært viktig faktor i framtidsanalysen, og det at den treffer godt for historisk utvikling gjør den godt egnet til bruk i Baseline scenario som omhandler en fortsettelse av trender.

'Rehabilitering med energioppgradering' er brukt om bygninger fra før 2010 som oppgraderes til omtrent TEK10-nivå. En slik energioppgradering omfatter en rekke tiltak, og i realiteten vil det variere hvilke tiltak som gjøres i ulike rehabiliteringsprosjekter. Modellen skiller ikke på omfattende totalrehabilitering der alle tiltak gjennomføres samtidig, eller en rekke etterfølgende tiltak. Hensikten med studien er å se på langsiktig utvikling i hele systemet. Detaljerte analyser av potensialet for enkeltstående tiltak vil være nyttig for å vurdere effekten av ulike tiltak, men det er ikke en del av denne studien.



Vi anser energioppgradering av alle bygninger som i utgangspunktet skal rehabiliteres, samt at alle nybygg bygges som passivhus, til å være den mest ambisiøse og samtidig mest realistiske måten å oppnå en høy grad av energieffektivisering av bygningsmassen. Antakelsene vi har gjort i 'Potensial EE+VP' representerer det vi anser som det maksimale realistiske potensialet for energisparing ved energieffektivisering og utstrakt innfasing av varmepumpe. Tiltakene bruker kjent teknologi. Ved å knytte potensialet for innfasing av dette til forventet nybygging og rehabilitering, så finner man hva som kan være realistisk og praktisk mulig i en bygningsmasse som utvikler seg tregt på grunn av bygningenes lange levetid og de 40-50 årene mellom mulighetsvinduene for endringer ved rehabilitering.

Det er usikkerhet i alle studier om framtidig utvikling, og også i denne. Vi mener likevel at resultatene er robuste og godt egnet til å si noe om størrelsesordenen til potensialene for energisparing i bygningsmassen.

## Målsetningen må omfatte hele bygningsmassen

RE-BUILDS-modellen finner et betydelig potensial for energisparing i bygningsmassen mot 2050. Erfaring viser imidlertid at vi ikke kan regne med at dette potensialet vil utløses "av seg selv". Andelen rehabiliterte bygg som energioppgraderes er per nå begrenset til omtrent 20 % (Esser mfl. 2019). Dette betyr at 80 % av bygninger som rehabiliteres ikke får gjennomført omfattende energieffektiviseringstiltak. De fleste nye bygninger bygges ikke som passivhus. De fleste bygningene som bygges eller rehabiliteres i dag vil ikke ha behov for en ny omfattende rehabilitering innen 2050. For å utløse energieffektiviseringspotensialet i nye bygninger, må det derfor stilles strengere energikrav til nye bygninger nå.

Mål om energisparing bør omfatte energibruk i hele bygningsmassen. Energibruk i nybygg som bygges for å dekke et økende arealbehov som følge av forventet befolkningsvekst, er holdt utenfor både  $\Delta 1$  og  $\Delta 2$ . Økt arealbehov er derimot inkludert i den siste tolkningen  $\Delta 3$  som omfatter bygningsmassens *samlede* energibruk. De samlede endringene i bygningsmassens energibruk, samt potensialet for frigjøring av elektrisitet til andre sektorer påvirker hele energisystemet. For systemet rundt spiller det ingen rolle om energi brukes i eksisterende bygninger, i nye bygninger som erstatter revet areal, eller i nye bygninger som dekker økt etterspørsel på grunn av befolkningsvekst. Målsetningen må omfatte hele bygningsmassen. Da vil det senere også være mulig å etterprøve faktisk utvikling mot energistatistikk, noe som er vanskelig for tolkning  $\Delta 1$  og  $\Delta 2$  fordi SSBs årlige energistatistikk for ikke skiller mellom bygninger bygget i ulike perioder.

Det er to måter å definere energisparepotensialet på: 1) Forskjellen i energibruk mellom 'Baseline' og 'Potensial EE+VP' i ett gitt år som er på 23 TWh i 2050, eller 2) forskjellen i energibruk 'Potensial EE+VP' i 2050, sammenliknet med dagens forbruk (2015) som er på 19,5 TWh. 1) brukes ofte til å estimere det faktiske energisparepotensialet i forhold til en referansebane, mens 2) oftere er brukt til å fastsette politiske målsetninger, fordi dette målet er etterprøvbart mot statistikk.

Målsetningen om 10 TWh reduksjon i levert energi til eksisterende bygningsmasse slik den har blitt tolket tidligere er problematisk, ettersom riving av eksisterende bygninger utgjør hoveddelen av måloppnåelsen. Riving finner imidlertid sted fordi bygninger når slutten av sin levetid og er modne for å erstattes. Riving som "energisparepotensial" i en politisk målsetning blir kunstig fordi det er del av en naturlig utskifting som ikke påvirkes av politikk eller virkemidler. Målsetningen slik den er definert nå ( $\Delta 2$ ) stimulerer derfor ikke til en politikk med regelverk og virkemidler som kan ha en reell effekt på energisparing og utslipp i bygningssektoren. Sparepotensial i eksisterende bygningsmasse bør knyttes til faktisk potensial for oppgradering.

Tolkningen av målsetningen bør oppdateres slik at den tar hensyn til hele bygningsmassens energibruk og utslipp:

- i. Målet om energisparing bør knyttes til levert energibruk i hele bygningsmassen, inkludert eksisterende og alle nye bygninger. Vi foreslår med dette å "åpne øynene" for endringen i levert energi til hele bygningsmassen A+B+C+D+E, altså tolkning  $\Delta 3$  i Figur 1.
- ii. Målet bør stimulere til valg av energieffektive og/eller strømsparende oppvarmingsteknologier. Økt bruk av varmepumpe kan gi viktige besparelser i totalt levert energi. Måltall om *vektet levert energi* kan føre til økt bruk av fjernvarme, som frigjør elektrisitet fra bygningsmassen til andre sektorer.
- iii. Det bør settes måltall for 2050, med delmål for 2030 og 2040.
- iv. Målsetningen bør i sterkere grad kobles til oppdateringer av byggt teknisk forskrift (TEK), der kravene må skjerpes i tråd med hva markedet er modent for og behovet for å nå langsiktige målsetninger.

En ny målsetning som tar hensyn til dette vil bidra til å utløse viktige energisparepotensialer som finnes i bygningsmassen. Faktisk måloppnåelse bør undersøkes og følges opp jevnlig, og regelverk og tiltak tilpasses deretter.

### Behov for helhetlige analyser

Det vil være behov for grundige, realistiske og helhetlige potensialstudier for å bestemme hvilke nivåer som skal settes i en oppdatert politisk målsetning. Vår analyse har vist hvordan modeller som RE-BUILDS kan brukes til scenariomodellering av energibruk i bygningsmassen. Energiforbruk er imidlertid bare én del av det store bildet. I tillegg er det viktig å vurdere konsekvensene av økt materialbruk som følge av energieffektivisering, og vurdering av hva økt materialbruk "koster" i form av økte utslipp, sammenliknet med utslippene som spares ved energieffektivisering.

Energieffektivisering av bygningsmassen vil kunne frigjøre energi og redusere behovet for utbygging av ny strømproduksjon, ved at mer energieffektive bygninger gir lavere effekttopper på de kaldeste dagene. Energieffektivisering kan derfor føre til mindre behov for kostnadskrevenne utbygginger av strømmettet når etterspørselen etter elektrisitet øker på grunn av elektrifisering av transportsektoren og behov for lading av elbil ved bygninger.

Kostnader er sentralt i vurderinger av hvilke målsetninger som bør settes og hvilke tiltak som bør innføres. Kostnadsanalyser bør derfor kombineres med potensialstudier ved utformingen av politiske målsetninger.

Den største utfordringen med slike helhetlige analyser er at det krever detaljerte og gode modeller for alle relevante deler av systemet. Selv ved tilgang til slike modeller, er det stort behov for realistiske datagrunnlag og antakelser i alle deler av analysen. Det trengs bidrag fra ulike modeller og fagmiljøer for å få til gode og realistiske helhetlige vurderinger.

SINTEF jobber med å videreutvikle RE-BUILDS modellen til å svare på behovet for helhetlige analyser for bygningsmassen, ved å se på energibruk i sammenheng med materialbruk, bruk av bygningsintegreerte solceller, utslipp og kostnader, samt effekten av ulike tiltak både på dette systemet og for samfunnet som helhet.

### Konklusjon

Ved bruk av RE-BUILDS-modellen finner vi et betydelig potensial for energisparing i bygningsmassen, men vi er langt fra å nå målsetningen om 10 TWh redusert energibruk i bygningsmassen fra 2015 til

2030. Våre resultater viser likevel at det kan være mulig å nå målsetningen, men det er nødvendig med betydelig strengere lovgivning og virkemidler for å oppnå dette.

EU satser sterkt på energieffektivisering i bygg som del av overgangen til et mer bærekraftig energisystem. Dette gjøres både gjennom innlemming av strenge krav i lovgivningen foreslått i "Fit-for-55"-pakken, og gjennom etablering av finansieringsordninger som "Renovation Wave". EU følger altså opp satsingen både med lovgivning og virkemidler. Med dagens lovgivning og målsetninger er Norge i utakt med EU.

En energieffektiviseringsambisjon bør være målbar og mulig å etterprøve ved statistikk. Vi foreslår at den politiske målsetningen for energisparing i bygningsmassen settes ved et måltall for 2050, med delmål for 2030 og 2040. Måltallet bør omfatte energibruk i hele bygningsmassen - både eksisterende bygninger og alle nye bygninger - og formuleres slik at det motiverer til både energieffektivisering av bygningskropp og omlegging til mer effektive og miljøvennlige oppvarmingssystemer. Målsetningen bør baseres på helhetlige analyser som tar hensyn til materialbruk, utslipp, økonomi, energibærere og nettkapasitet, og bør brukes aktivt inn i oppdateringer av byggt teknisk forskrift og i utforming av støtteordninger.

## Referanser

Alex Wilson. 2021. "Revising the Energy Efficiency Directive : Fit for 55 Package. EU Legislation in Progress." European Parliament.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698045/EPRS\\_BRI\(2021\)698045\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698045/EPRS_BRI(2021)698045_EN.pdf).

Andersen, Kamilla H, Synne K Lien, Harald T Walnum, Karen B Lindberg, and Igor Sartori. 2019.

"Further Development and Validation of the " PROFet " Energy Demand Load Profiles Estimator SINTEF Community , Oslo , Norway Key Innovations." In .

[https://www.conftool.pro/bs2021/index.php?page=browseSessions&form\\_session=478#paperID30159](https://www.conftool.pro/bs2021/index.php?page=browseSessions&form_session=478#paperID30159).

Dokument Nr. 15:368 (2017-2018) *Skriftlig Spørsmål Fra Lars Haltbrekken (SV) Til Olje- Og*

*Energiministeren.* <https://stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Sporsmal/Skriftlige-sporsmal-og-svar/Skriftlig-sporsmal/?qid=70342>.

Esser, Anne, Allison Dunne, Tim Meeusen, Simon Quaschnig, and Wegge Denis. 2019.

"Comprehensive Study of Building Energy Renovation Activities and the Uptake of Nearly Zero-Energy Buildings in the EU Final Report."

[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1.final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1.final_report.pdf).

European Commission 2022a. "EU Reference Scenario 2020" [https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020\\_en](https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en)

European Commission. 2022b. "In focus: Energy efficiency in buildings."

[https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_en)

Fjellheim, Kristin, Synne Krekling Lien, Harald Taxt Walnum, Nina Holck Sandberg, Caroline Cheng, and Øystein Fjellheim. 2021. "Energitjenester i Næringsbygg Potensial- Og Barrierestudie." SINTEF-rapport 2021:00539

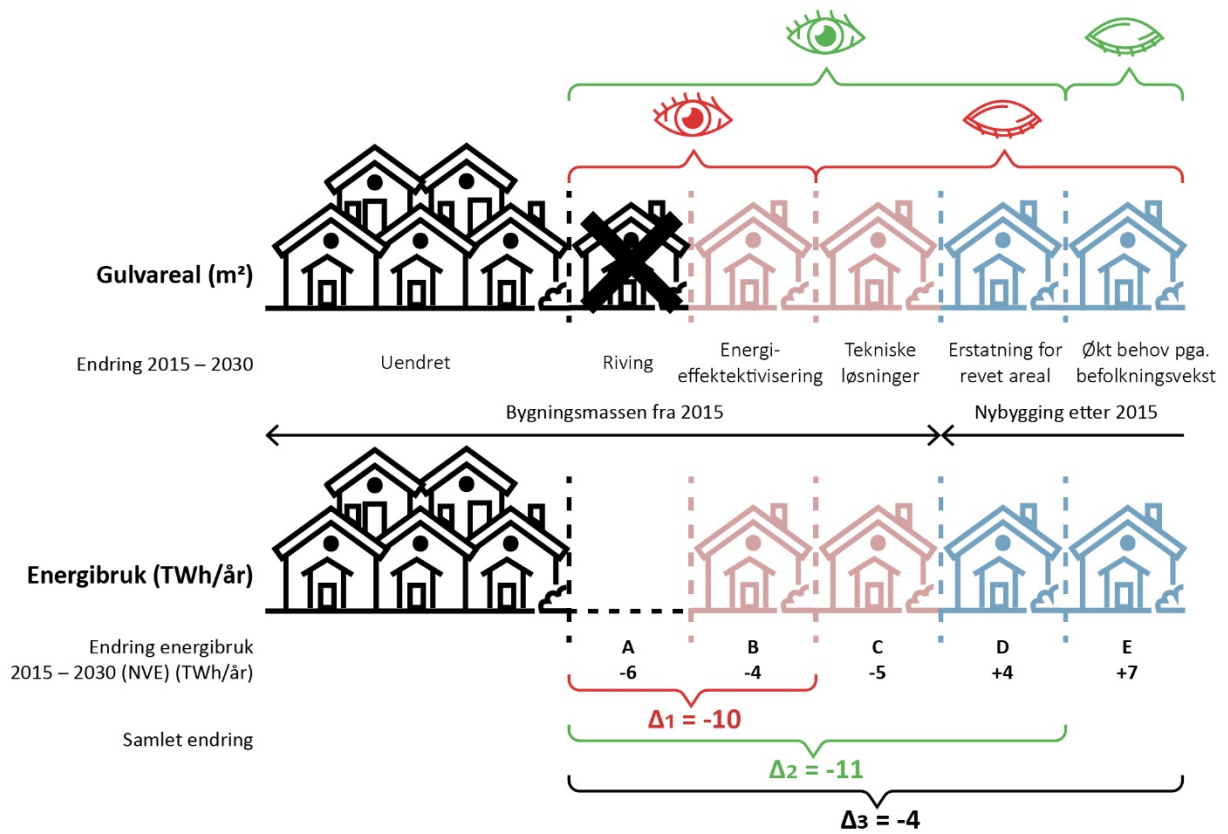
Innst. 9 S (2017–2018) *Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om bevilgninger på statsbudsjettet for*

*2018, kapitler under Olje- og energidepartementet og Klima- og miljødepartementet*

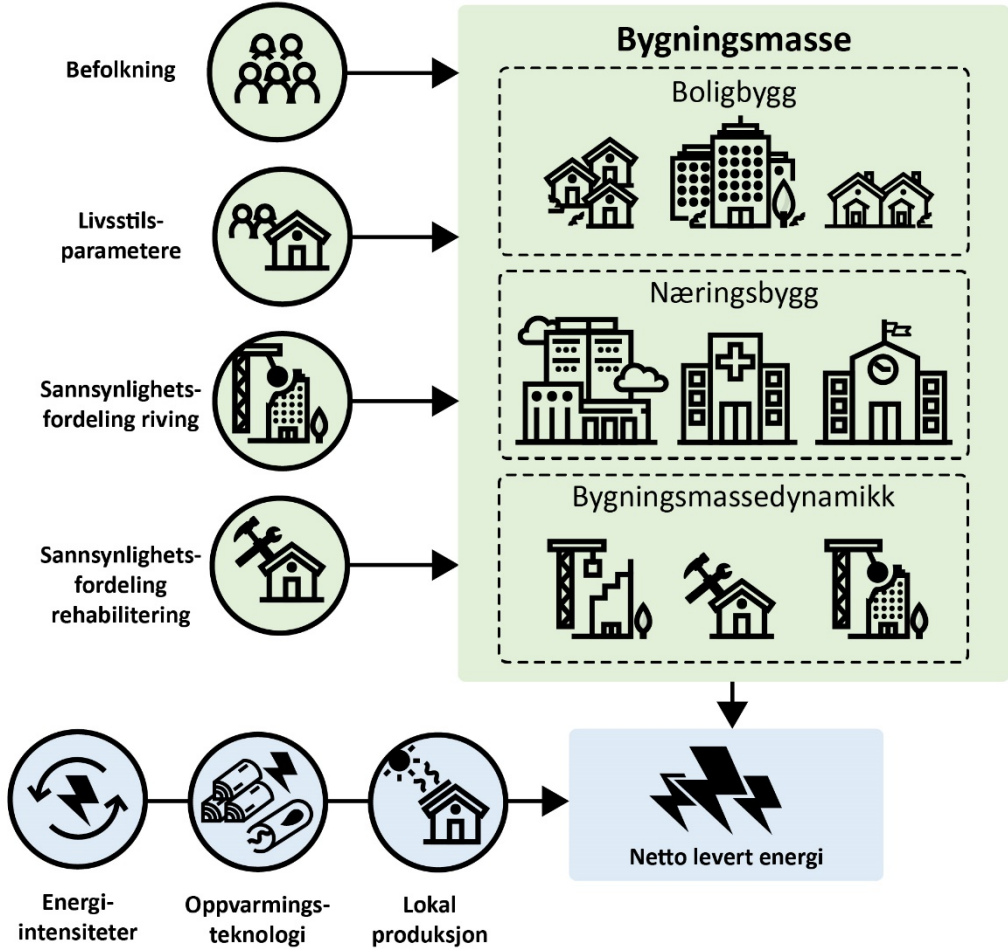
*(rammeområdene 12 og 13).* <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2017-2018/inns-201718-009s/?all=true>

- Lindberg, Karen Byskov. 2017. "Impact of Zero Energy Buildings on the Power System - A Study of Load Profiles, Flexibility and System Investments." Doktoravhandling ved NTNU, 2017:35 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Lindberg, Karen Byskov, Steffen Bakker, and Igor Sartori. 2019. "Modelling Electric and Heat Load Profiles of Non-Residential Buildings for Use in Long-Term Aggregate Load Forecasts." *Utilities Policy* 58 (March): 63–88. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.03.004>.
- Meld. St. 25 (2015-2016), Innst. 401 S (2015-2016) *Kraft Til Endring. Energipolitikken Mot 2030*. <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Saker/Sak/?p=65327>.
- OED Prop. 1 S (2017–2018) *Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2018*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-oed-20172018/id2574153/>.
- Sandberg, Nina Holck. 2017. "Dynamic Modelling of National Dwelling Stocks. Understanding Phenomena of Historical Observed Energy Demand and Future Estimated Energy Savings in the Norwegian Dwelling Stock." Doktoravhandling ved NTNU, 2017:36 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Sandberg, Nina Holck, Jan Sandstad Næss, Helge Brattebø, Inger Andresen, and Arild Gustavsen. 2021. "Large Potentials for Energy Saving and Greenhouse Gas Emission Reductions from Large-Scale Deployment of Zero Emission Building Technologies in a National Building Stock." *Energy Policy* 152 (November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112114>.
- Sartori, Igor mfl. 2022. "Flexbuild Annual Report 2. Technical Report with Results Analysis." SINTEF-rapport. Forventes publisert 2022.
- SINTEF Community. 2022. "KPN Flexbuild." <https://www.sintef.no/projectweb/flexbuild/>.
- Statistisk sentralbyrå. 2021. "Energibalanse. Tilgang Og Anvendelse Av Energiprodukter 1990 - 2020." <https://www.ssb.no/statbank/table/11561/>.

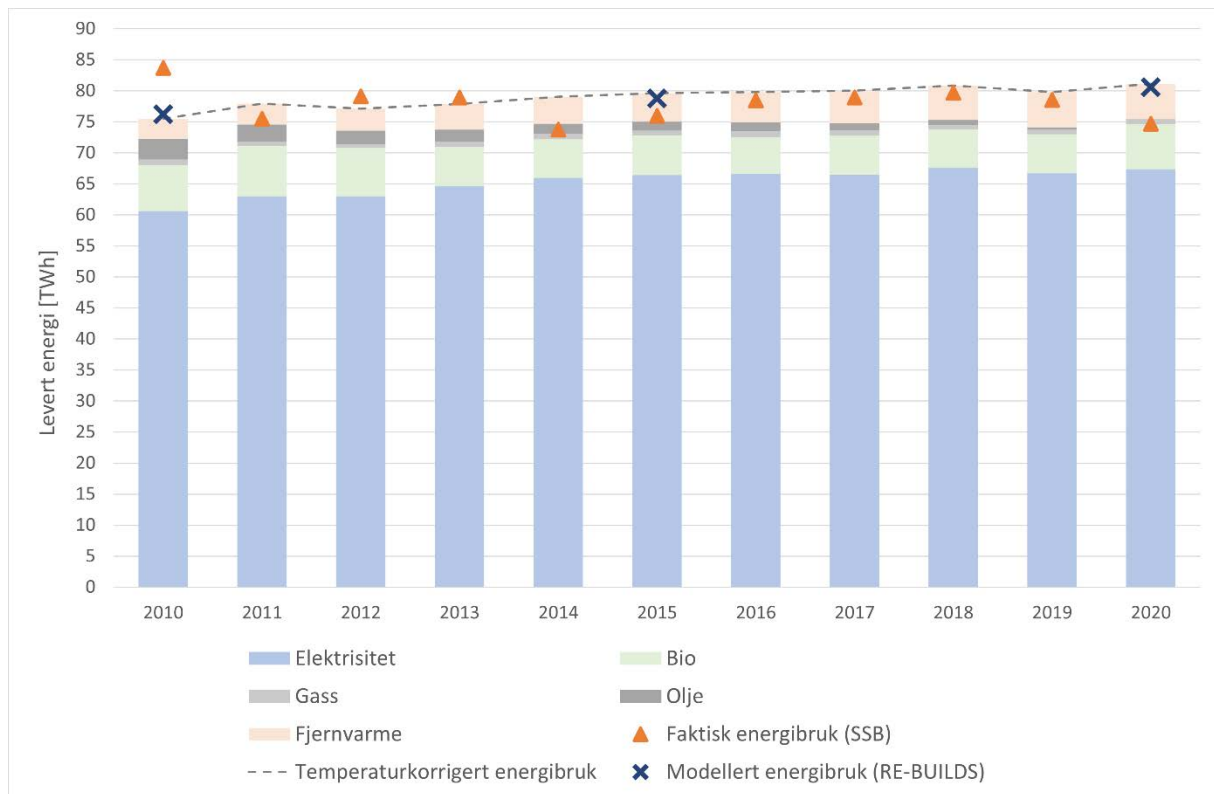
Figur 1



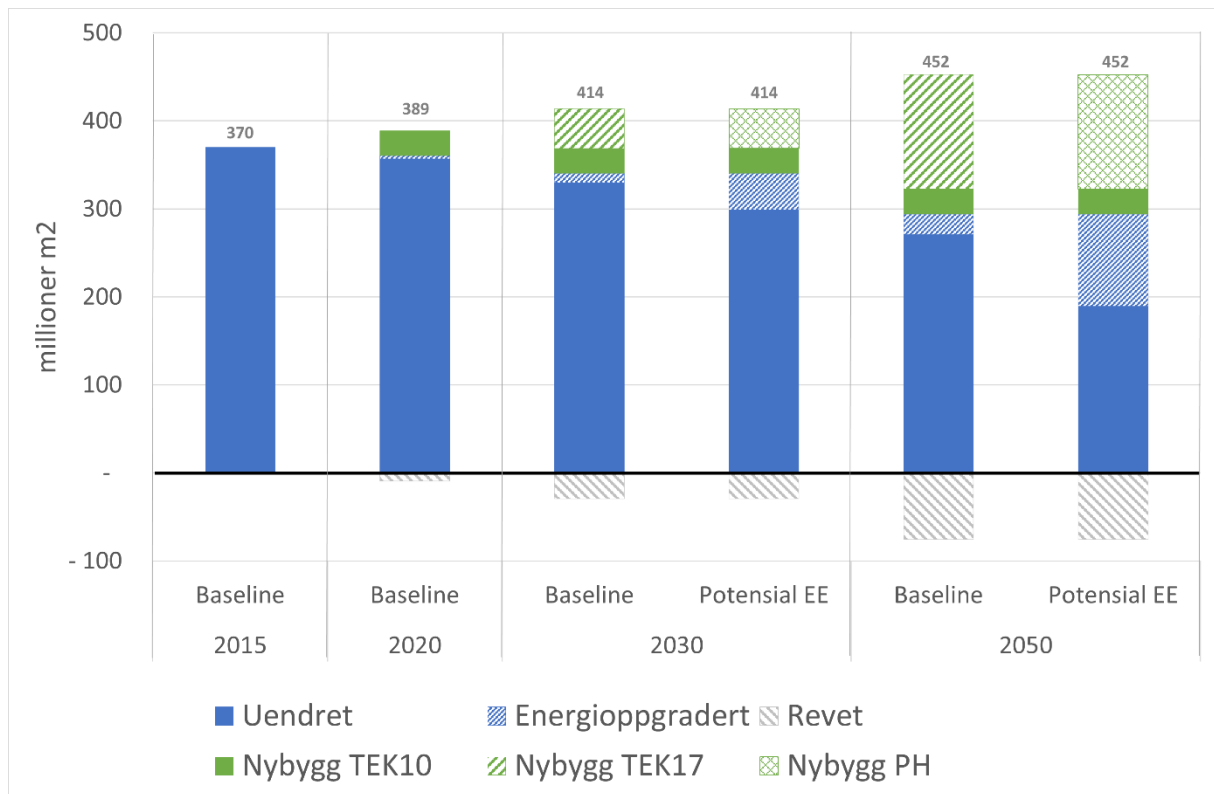
Figur 2



Figur 3

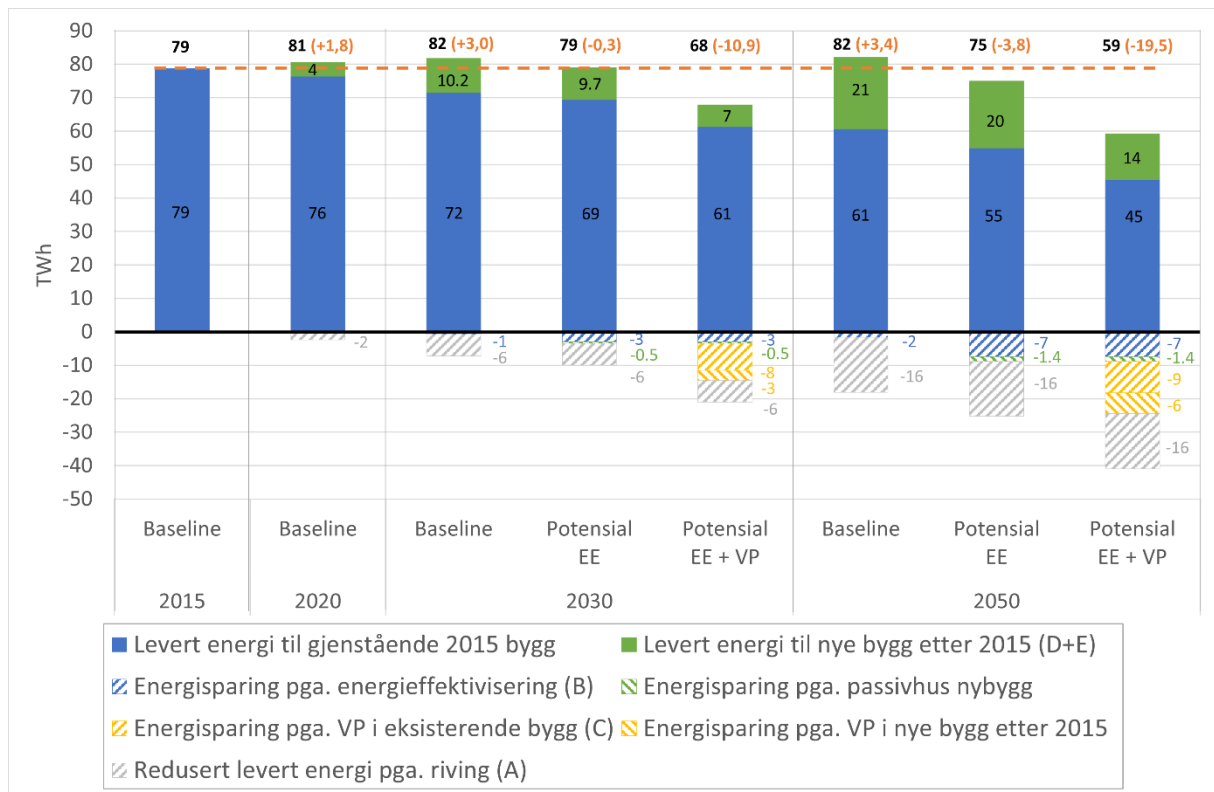


Figur 4






Figur 5



Tabell 1

Endring i energibruk 2015-2030 (TWh)	Riving	Energi-oppgradering	Tekniske tiltak i eksisterende bygg	Nybygg		Energibesparelse i bygningsmassen fra 2015		Endring levert energi til hele bygningsmassen
	A	B	C	D	E	$\Delta 1=A+B$	$\Delta 2=A+B+C+D$	$\Delta 3=A+B+C+D+E$
NVE-beregning (målsetning -10 TWh)	-6.0	-4.0	-5.0	4.0	7.0	-10.0	-11.0	-4.0
RE-BUILDS Baseline	-6.5	-0.8	0.0	4.1	6.1	-7.2	-3.1	3.0
RE-BUILDS Potensial EE	-6.5	-3.0	0.0	3.9	5.8	-9.4	-5.5	0.3
RE-BUILDS Potensial EE+VP	-6.5	-3.0	-8.1	2.7	4.0	-9.4	-14.8	-10.9

Tabell 2



Endring i energibruk 2015-2050 (TWh)	Rivning	Energi-oppgradering	Tekniske tiltak i eksisterende bygg	Nybygg		Energibesparelse i bygningsmassen fra 2015		Endring levert energi til hele bygningsmassen
	A	B	C	D	E	$\Delta 1=A+B$	$\Delta 2=A+B+C+D$	$\Delta 3=A+B+C+D+E$
RE-BUILDS Baseline	-16.4	-1.7	0.0	10.3	11.2	-18.1	-7.8	3.4
RE-BUILDS Potensial EE	-16.4	-7.4	0.0	9.6	10.5	-23.9	-14.2	-3.8
RE-BUILDS Potensial EE+VP	-16.4	-7.4	-9.4	6.6	7.2	-23.9	-26.7	-19.5