



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES



SKANSKA



ENERGISPAREPOTENSIALET I BYGG FRAM MOT 2030 OG 2050

Hva koster det å halvere energibruken i bygningsmassen?

ZEN Rapport No. 50 – 2023



Nina Holck Sandberg, Tor Helge Dokka, Anne Gunnarshaug Lien, Igor Sartori,
Kristian Stenerud Skeie, Benjamín Manrique Delgado og Niels Lassen



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

ZEN Rapport No. 50

Nina Holck Sandberg (SINTEF Community), Tor Helge Dokka (Skanska),
Anne Gunnarshaug Lien (SINTEF Community), Igor Sartori (SINTEF Community),
Kristian Stenerud Skeie (SINTEF Community), Benjamín Manrique Delgado (SINTEF Community),
Niels Lassen (Skanska)

ENERGISPAREPOTENSIALET I BYGG FRAM MOT 2030 OG 2050 – Hva koster det å halvere energibruken i bygningsmassen?

Nøkkelord: Energimål, bygningsmassen, potensial, energieffektivisering, energiltak, kostnader, lønnsomhet, støttenivå, virkemidler

ISBN 978-82-536-1807-4 (pdf)

Forside: "Powerhouse Kjørbo", Skanska

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | www.ntnu.no

SINTEF Community | www.sintef.no

<https://fmezen.no>

Forord

Acknowledgements

Denne rapporten er utarbeidet av Forskningscenteret for nullutslippsområder i smarte byer (FME ZEN). Forfatterne setter pris på støtten fra Norges forskningsråd, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), SINTEF, Oslo, Bergen, Trondheim, Bodø, Bærum, Elverum og Steinkjer kommune, Trøndelag fylke, Statsbygg, Norges vassdrags- og energidirektorat, Direktoratet for byggkvalitet, ByBo, Elverum Tomteselskap, TOBB, Snøhetta, Asplan Viak, Multiconsult, Civitas, FutureBuilt, Heidelberg Materials, Skanska, GK, NTE, Smart Grid Services Cluster, Statkraft Varme, Fornybar Norge og Norsk Fjernvarme.

I tillegg til FME ZEN er rapporten delfinansiert av ZEN-partner Skanska og Entreprenørforeningen – Bygg og Anlegg (EBA). For Skanska har Svein Nassvik, Tore Wigenstad og Helge Koppang bidratt til definering av tiltakspakker og for å estimere kostnadstall for ulike tiltak.

Forskningscenteret for nullutslippsområder i smarte byer (ZEN)

Forskningscenteret for nullutslippsområder i smarte byer (ZEN-senteret) bidrar til lavutslippssamfunnet ved å utvikle løsninger for framtidige bygninger og områder med null utslipp av klimagasser.

På ZEN-senteret samarbeider forskere, kommuner, industri og statlige organisasjoner om å planlegge, utvikle og drifte områder med null klimagassutslipp. ZEN-senteret har ni pilotprosjekter fordelt over hele landet. Pilotprosjektene omfatter til sammen et areal på mer enn 1 million m² og mer enn 30 000 innbyggere.

ZEN-senteret har satt seg høye ambisjoner, og sammen med sine samarbeidspartnere skal senteret:

- utvikle verktøy for design og planlegging av nullutslippsområder på grunnlag av vitenskapsbasert kunnskap om klimagassutslipp
- skape nye forretningsmodeller, roller og tjenester som bidrar til fleksibilitet i markeder og fremmer utvikling av innovasjoner til bredere offentlig bruk, innbefattet studier av politiske virkemidler og markedsdesign
- skape kostnads-, ressurs- og energieffektive bygninger ved å utvikle lavkarbonteknologier og -konstruksjonssystemer på grunnlag av designstrategier for lang levetid
- utvikle teknologier og løsninger for design og drift av energifleksible områder
- utvikle beslutningsstøtteverktøy for optimalisering av lokale energisystemer og disses interaksjon med det overordnede energisystemet
- opprette og lede en rekke områdeskalerte levende laboratorier som skal fungere som innovasjons-sentre og testområder for løsninger utviklet av ZEN-senteret. Pilotprosjektene er på Furuset i Oslo, Fornebu i Bærum, Sluppen og NTNUs campus i Trondheim, Mære landbruksskole i Steinkjer, Ydalir i Elverum, Campus Evenstad, NyBy Bodø og Zero Village Bergen.

ZEN-senterets arbeid skal pågå i åtte år (2017-2024). Det har et budsjett på rundt 380 millioner kroner og er finansiert av Norges forskningsråd, forskningspartnerne NTNU og SINTEF samt av brukerpartnerne fra privat og offentlig sektor. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) er vertsinstusjon og leder senteret sammen med SINTEF.



<https://fmezen.no>



@ZENcentre



FME ZEN (side)

Sammendrag

I Energikommisjonens rapport "Mer av alt – raskere" beskrives et økt behov for fornybar energi til elektrifisering av transport og ny industri for å nå klimamålene, og et ambisiøst mål om energieffektivisering i byggsektoren i størrelsesorden 15–20 TWh innen 2030. EU har ambisiøse mål for klimakutt og energieffektivisering, og bruker "Energy Efficiency First" som gjennomgående prinsipp i utformingen av direktiver. Flere virkemidler er rettet mot bygningssegmentet for å bidra til å redusere energibruken de neste årene. For å nå målet om 55 % reduksjon av utslippene innen 2030, har Europakommisjonen anslått at klimagassutslippene fra bygninger må kuttes med 60 %, sluttbruk av energi i bygg må kuttes med 14 % innen 2030, i forhold til 2015-nivå. Disse målsettingene er i tråd med det vi foreslår i denne rapporten.

Det er et betydelig potensial for energieffektivisering i bygningsmassen, men dette potensialet vil ikke utløses "av seg selv". I denne studien bruker vi RE-BUILDS-modellen til å estimere potensialet for energieffektivisering i den norske bygningsmassen mot 2050. Vi ser på to scenarier, der Baseline scenario antar at videre utvikling fortsatt følger dagens trender for energinivå på nye og rehabiliterte bygg og bruk av ulike oppvarmingsteknologier i de forskjellige segmentene av bygningsmassen. Ultra grønn-scenariot ser på hva som er realistisk potensial for energieffektivisering, med svært ambisiøs oppgradering av energinivå ved nybygg og rehabilitering, omlegging til den mest energieffektive oppvarmingsteknologien og bruk av solceller på bygg. Energibehov i de ulike segmentene av bygningsmassen er beregnet ved hjelp av PROFet-verktøyet, en aggregert, klimaavhengig lastprofilmodell som lager lastprofiler for energibehov for 11 ulike bygningskategorier og tre energinivåer.

Baseline scenario viser at en fortsettelse av dagens trender fører til at samlet tilført energi øker med 2 TWh fra 2020 til 2030 og med 4 TWh fra 2020 til 2050. Økningen skyldes at bygningsmassen vokser, og at bedringen i energinivå ikke fullt ut klarer å kompensere for denne økningen. I dette scenarioet er omfanget av solstrøm neglisjerbart, og tilført energi er derfor lik levert energi. Kjøpt elektrisitet øker med 3 TWh fra 2020 til 2050.

Ultra grønn-scenariot viser at samlet levert energi reduseres med 13 TWh (15 %) fra 2020 til 2030 og med 40 TWh (48 %) fra 2020 til 2050. I samme perioder reduseres kjøpt elektrisitet med henholdsvis 13 TWh (19 %) og 42 TWh (60 %). Reduksjonen er et resultat av svært ambisiøse tiltak som fører til betydelig bedring i gjennomsnittlig energinivå, bruk av best tilgjengelig oppvarmingsteknologi, reduksjon i el-spesifikt energibehov og maksimal bruk av solstrøm. Solstrømsproduksjonen er på 4 TWh i 2030 og 12,5 TWh i 2050. Scenarioet antar optimal bruk av smarte styringssystemer, slik at i 2050 er 10 TWh av solstrømmen egenbruk og 2,5 TWh blir eksportert ut på nettet (beregnet på timebasis).

Ultra grønn-scenariot viser at det er et stort og viktig potensial for energisparing i bygningsmassen. Forskjellen mellom de to scenarioene viser imidlertid at potensialet ikke vil utløses ved en fortsettelse av dagens trender. Det er behov for å innføre virkemidler for å styre utviklingen i ønsket retning slik at bygningsmassen kan avlaste energisystemet.

Vi har definert tiltakspakker for energieffektivisering for både nybygg og eksisterende bygg, for ulike bygningskategorier. Disse tiltakspakkene er kostnadsestimert og lønnsomhetsvurdert, og basert på dette har vi vurdert hvor mye støtte som må til for at tiltakene blir gjennomført. For definerte tiltaksnivåer for både nybygg og eksisterende bygg er det forutsatt teknologinøytralitet. Det vil si at nivåene kan nås med ulike kombinasjoner av passive tiltak på bygningskroppen (for eksempel isolasjon), tiltak når det gjelder

tekniske installasjoner (for eksempel ventilasjon), termisk energiforsyning (for eksempel varmepumper) og lokal produsert strømproduksjon på bygget (for eksempel solceller).

Det er beregnet at *totale merkostnader for energiltakene på både nye og eksisterende bygg for alle bygningskategorier vil ligge på ca. 18 milliarder NOK per år*. Dette er fordelt med litt over 50 % på småhus og resten på leilighetsbygg og yrkesbygg.

Videre har vi beregnet at for å få utløst potensialet i Ultra grønn-senarioet er det *behov for støtte på 4–5 milliarder per år*. Støttebeløpet kan trolig reduseres etter hvert som løsninger og teknologi blir bedre og mer kostnadseffektiv. Dette er betydelig mye mer enn det som gis i støtte til energieffektivisering i dag, men må ses i lys av alternativene vi har for å løse klimamålsetningene vi har satt og energiunderskuddet vi går mot.

Vi foreslår ti tiltak og virkemidler for å utløse energisparepotensialet i eksisterende bygg og nybygg. De fem første vurderes som helt avgjørende for at potensialet som er beregnet skal utløses:

- **Klare mål** som er langsiktige, konkrete, forpliktende og etterprøvbare, og som følges opp slik at tiltak og virkemidler kan justeres for å sikre at målene oppnås.
- **Tilskudd** som dekker 30–35 % av beregnet merkostnad for ambisiøse tiltakspakker for nye og eksisterende bygg.
- **Grønne lån** som finansierer de siste 2/3 av investeringene, særlig for de med liten til moderat investeringsevne.
- **Samordning** av byggeforskrifter (TEK), energimerking (EMS) og Taksonomien slik at de bruker beregningspunktet levert energi eller tilsvarende, og at beregningene gjøres så realistiske at de kan sammenlignes med målt energibruk.
- **Trinnvis skjerping av krav** i teknisk forskrift (TEK) hvert femte år.

Vi har i denne rapporten også foreslått fem virkemidler som vi anbefaler at myndighetene utreder og vurderer på sikt: en egen forskrift ved rehabilitering av bygg (**Rehab-TEK**), **energiforpliktelser** for nettselskapene, **netto tariff** for bygg med eksport av solstrøm, **nasjonalt og regionalt måleverktøy** for energieffektivisering i bygningsmassen og **nabodeling** av elektrisk energi i energinabolag.

Frigjøringen av energi og elektrisitet som beregnet i denne rapporten vil føre til langt mindre inngrep i naturen, redusere behovet for nettutbygging betydelig og være en tilnærmet konfliktfri løsning sammenliknet med mange av alternativene. Dette vil også gjøre at den enkelte boligeier og byggherre kan bidra til å løse klima- og energiutfordringen samtidig som de gjør byggene sine mer energirobuste og øker byggenes verdi.

English summary

The Norwegian Energy Commission's report "More of everything – faster" describes an increased need for renewable energy for the electrification of transport and new industry in order to reach the climate goals, and an ambitious goal of energy efficiency in the building sector of approximately 15-20 TWh by 2030. The EU has ambitious goals for climate reduction and energy efficiency and uses "Energy Efficiency First" as a general principle in the design of directives. Several measures are aimed at the building segment to help reduce energy use in the coming years. To reach the target of a 55% reduction in emissions by 2030, the European Commission has estimated that greenhouse gas emissions from buildings must be cut by 60%, the final use of energy in buildings must be cut by 14% by 2030, compared to the 2015 level. These objectives are in line with what we propose in this report.

There is a considerable energy efficiency potential in the building stock, but this potential will not happen "by itself". In this study, we use the RE-BUILDS model to estimate the potential for energy efficiency in the Norwegian building stock towards 2050. We look at two scenarios, where the Baseline scenario assumes that further development still follows current trends for energy levels in new and renovated buildings and use of different heating technologies in the different segments of the building stock. The Ultra green scenario looks at what is a realistic potential for energy efficiency, with very ambitious upgrading of energy levels for new buildings and renovation, conversion to the most energy efficient heating technology and use of solar cells on buildings. Energy demand in the various segments of the building stock is calculated using the PROFet tool; an aggregated, climate-dependent load profile model that creates load profiles for energy demand for 11 different building categories and three energy levels.

The Baseline scenario shows that a continuation of the current trends leads to total added energy increasing by 2 TWh from 2020 to 2030 and by 4 TWh from 2020 to 2050. The increase is due to the fact that the building stock is growing, and that the improvement in energy levels cannot fully compensate for this increase. In this scenario, the amount of solar electricity is negligible, and added energy is therefore equal to delivered energy. Purchased electricity increases by 3 TWh from 2020 to 2050.

The Ultra green scenario shows that total delivered energy is reduced by 13 TWh (15%) from 2020 to 2030 and by 40 TWh (48%) from 2020 to 2050. In the same periods, purchased electricity is reduced by 13 TWh (19%) and 42 TWh (60%). The reduction is the result of very ambitious measures that lead to a significant improvement in the average energy level, use of the best available heating technology, reduction in electricity-specific energy demand and maximum use of solar electricity. Solar electricity production is 4 TWh in 2030 and 12.5 TWh in 2050. The scenario assumes optimal use of smart control systems so that in 2050 10 TWh of solar electricity is for own use and 2.5 TWh is exported to the grid (calculated on an hourly basis).

The Ultra green scenario shows that there is a large and important potential for energy savings in the building stock. However, the difference between the two scenarios shows that the potential will not happen by a continuation of current trends. There is a need to introduce incentives to steer development in the desired direction so that the building stock can relieve the energy system.

We have defined packages of measures for energy efficiency improvement for both new buildings and existing buildings for various building categories. These measures have been cost-estimated and assessed for profitability, and based on this we have assessed how much financial support is needed for

the measures to be implemented. For defined levels of measures for both new buildings and existing buildings, technology neutrality is assumed. This means that the levels can be reached with various combinations of passive measures on the building envelope (for example insulation), measures that apply to technical installations (for example ventilation), thermal energy supply (for example heat pumps) and locally produced electricity production on the building (for example solar cells).

It is estimated *that total additional costs for the energy measures on both new and existing buildings for all building categories, will be approx. 18 billion NOK per year.* This is distributed with just over 50% on detached houses and the rest on apartment buildings and commercial buildings.

Furthermore, we have calculated that to unleash the potential in the Ultra green scenario, financial support of 4-5 billion NOK per year is needed. The amount of support can probably be reduced as solutions and technology improve and become more cost-effective. This is significantly more than what is given in support for energy efficiency today but must be assessed against the alternatives we have to solve the climate targets we have set and the energy deficit we are heading towards.

We propose ten measures and incentives to solve the energy saving potential in existing buildings and new buildings. The first five are considered crucial for the potential that has been calculated to be released:

- **Clear goals** that are long-term, concrete, binding and verifiable, and are followed up so that measures and incentives can be adjusted to ensure that the goals are achieved.
- **Financial support** covering 30–35% of estimated additional costs for ambitious packages of measures for new and existing buildings.
- **Green loans** finance the last 2/3 of investments, especially for those with little to moderate investment ability.
- **Coordination** of building regulations (TEK), energy labeling (EMS) and the Taxonomy so that they use the calculation point delivered energy or equivalent, and that the calculations are made realistic enough to be compared with measured energy use.
- **Gradual tightening of building regulations** (TEK) every five years.

In this report, we have also proposed five measures which we recommend that the authorities investigate and assess in the long term: a separate regulation for the renovation of buildings (**Rehab-TEK**), **energy obligations** for grid companies, **net tariff** for buildings with export of solar electricity, **national and regional measurement tools** for energy efficiency in the building stock and **neighborhood sharing** of electricity in energy neighborhoods.

The freeing of energy and electricity as calculated in this report will lead to far less damage to nature, significantly reduce the need for extension of the grid, and be an almost conflict-free solution compared to many of the alternatives. This also means that homeowners and developers can contribute to solving the climate and energy challenge while at the same time making their buildings more energy-robust and increasing the buildings' value.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
English summary.....	6
Innholdsfortegnelse	8
1 Innledning	10
1.1 Bakgrunn og mål.....	10
2 Metode	12
2.1 Modellering av bygningsmassens utvikling og energibruk mot 2050	12
2.1.1 RE-BUILDS-modellen.....	12
2.1.2 PROFet.....	14
2.1.3 Modellkalibrering i 2010 og 2020.....	16
2.2 Beregning av energisparepotensialet.....	17
2.2.1 Oppvarmingsteknologi	18
2.2.2 Solstrøm på bygg.....	19
2.2.3 El-spesifikt energibehov	19
2.2.4 Scenarioene.....	19
2.2.5 Terminologi	20
2.3 Modeller for tiltakspakker, kostnader og lønnsomhet.....	21
3 Bygningsmassens utvikling 2020–2050.....	22
3.1 Bygningsmassen størrelse og sammensetning 2020–2050	22
3.2 Bygningsmassens energinivå 2020-2050	22
4 Energisparepotensialet	24
4.1 Energibruk i bygningsmassen mot 2030 og 2050	24
4.2 Potensialet for energisparing og solstrømsproduksjon i bygningsmassen	25
5 Tiltaksnivåer, energibesparelse, kostnader, støttenivå og lønnsomhet	27
5.1 Tiltaksnivåer og energibesparelse	27
5.1.1 Nybygg	28
5.1.2 Eksisterende bygg.....	29
5.2 Kostnader, støttenivå og lønnsomhet	31
5.2.1 Nybygg	32
5.2.2 Eksisterende bygg.....	33
5.3 Estimerte samfunnskostnader.....	34
5.3.1 Aggregerte merkostnader og samfunnskostnader.....	34
5.3.2 Estimert sysselsettingseffekt.....	35
6 Målsettinger og virkemidler	36
6.1 EUs målsettinger og virkemidler	36

6.1.1	Målsettinger og virkemidler i EED	36
6.1.2	Den europeiske strategien for rehabilitering og EBPD	37
6.2	Mål og virkemidler i Energikommisjonens rapport	38
6.3	Innspill til handlingsplanen for energieffektivisering fra Enova, DiBK og NVE.....	38
6.4	Våre forslag til tiltak og virkemidler som må til for å utløse energisparepotensialet	41
7	Konklusjon og anbefalinger	43
8	Referanseliste	45
9	Vedlegg	48
A	Innspill til handlingsplan for energieffektivisering – SINTEF Community.....	48
B	Innspill til handlingsplan for energieffektivisering - Skanska.....	52
C	Grunnlagsmodell for tiltakspakker og kostnader.....	55
D	Tiltaksnivåer og merkostnader	57
E	Vurdering av høringsinnspill på energieffektiviseringsplaner fra ulike organisasjoner	62

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og mål

Effektiv energibruk er viktig for energiomstillingen i Europa og overgangen til lavutslippssamfunnet. EU har i den siste tiden forsterket sine energipolitiske mål og akselerert utfasingen av fossil energi parallelt med at energisystemet i Europa legges om i rekordfart og er på vei til å bli utslippsfritt. EU bruker nå "Energy Efficiency First" som et gjennomgående prinsipp i utformingen av direktiver og videreutvikling av politikken (EU-kommisjonen, 2023). Dette betyr at energieffektivisering settes før utredning og investering i ny produksjon og nett. En rekke virkemidler er allerede etablert i EU for å stimulere til økt energieffektivisering på forbrukssiden, og flere direktiver som rettes spesielt mot bygningssegmentet er utredet og vedtatt. Den tredje versjonen av energieffektiviseringsdirektivet (EED) og fjerde versjon av bygningsenergidirektivet (EPBD) som er under utarbeiding foreslår å introdusere, endre eller stramme inn på en rekke målsettinger og virkemidler som er utformet for å nå ambisiøse klimamål mot 2050.

Utviklingen i EU skjer raskt og vil også på sikt påvirke Norge i takt med at de reviderte versjonene av EPBD og EED innlemmes i EØS-avtalen og blir gjort gjeldende i Norge. Aktører som opererer i det europeiske markedet påvirkes allerede av EUs store satsing på energieffektivisering, og i tillegg vil EUs nye klassifiseringssystem for bærekraftige investeringer (Taksonomien) få betydning i bygg- og eiendomsbransjen og kunne gi flere grønne lån til energieffektivisering i bygg.

Bygningsmassen står for over halvparten av elektrisitetsbruken i Fastlands-Norge. Det vil være helt nødvendig at energien brukes smartere og mer effektivt i framtidens energisystem. Mer energieffektiv bygningsmasse vil frigjøre energi og effekt til andre sektorer som skal elektrifiseres. Det finnes en rekke kjente tiltak og løsninger som kan bidra til at bygninger bruker mye mindre energi, og det blir ofte antatt at over lang tid, som mot 2030, 2040 og 2050, så vil denne teknologien implementeres i stor skala og potensialet for energieffektivisering vil bli utløst. Realiteten er imidlertid at de beste løsningene bare blir valgt i en begrenset andel av bygninger som rehabiliteres og bygges, og at vi ikke realiserer potensialet for energieffektivisering.

Siden 2016 har vi hatt et politisk mål om 10 TWh energisparing i bygningsmassen i 2030 sammenliknet med 2015. I Sandberg mfl. (2022) har SINTEF sammenliknet resultater fra egen potensialstudie med målet om 10 TWh energisparing i bygningsmassen mot 2030, og finner at vi ikke er i rute til å nå målet. Ved en fortsettelse av dagens trender vil bygningsmassen bruke 3 TWh mer energi i 2030 enn i 2015.

Energikommisjonens rapport *Mer av alt – raskere* (NOU 2023:3) anerkjenner behovet for en storstilt satsning på energieffektivisering av bygningsmassen. Kommisjonen skriver i kap. 1.3 at det er realistisk med en energieffektivisering i bygningsmassen i størrelsesorden 15–20 TWh innen 2030 sammenliknet med energibruken i 2015. Vi finner ingen nærmere begrunnelse i rapporten for hvorfor kommisjonen har landet på dette potensialet.

Det er et betydelig potensial for energieffektivisering i bygningsmassen, men dette potensialet vil ikke utløses "av seg selv". I denne studien bygger vi videre på potensialstudiene fra Sandberg mfl. (2022) og Kauko mfl. (2023). Modellen er utvidet til å omfatte timesprofiler for energibruk, andeler av bygningsmassen som har vannbåret oppvarmingssystem og mulighet for bruk av oppvarmingsteknologier som krever dette, og detaljerte analyser for potensialet for solstrøm på bygg, inkludert egenbruk og eksport

til nettet. Vi sammenlikner to scenarioer der det ene antar at videre utvikling følger dagens trender (*Baseline scenario*), og det optimistiske scenarioet (*Ultra-grønt scenario*) antar storskala innfasing av energioppgradering av bygningskropp, overgang til energieffektive oppvarmingsteknologier og solstrøm på bygg – relatert til bygningsmassens naturlige dynamikk og knyttet til modellert omfang av rehabilitering og nybygging.

Det er videre definert tiltakspakker for nybygg og eksisterende bygg for det Ultra-grønne scenarioet, og foreslått hvordan byggeforskriftene suksessivt kan innskjerpes hvert femte år i tråd med EUs bygningsenergidirektiv. Disse tiltakspakkene er kostnadsestimert, og det er gjort en lønnsomhetsvurdering av hva som kan forventes utløst av seg selv og hva som etter vår vurdering trenger investeringsstøtte for å utløses. Basert på dette er det estimert aggregerte årlige merkostnader, og hvor mye myndighetene må dekke av dette for å utløse det beregnede potensialet fram mot 2030, 2040 og 2050.

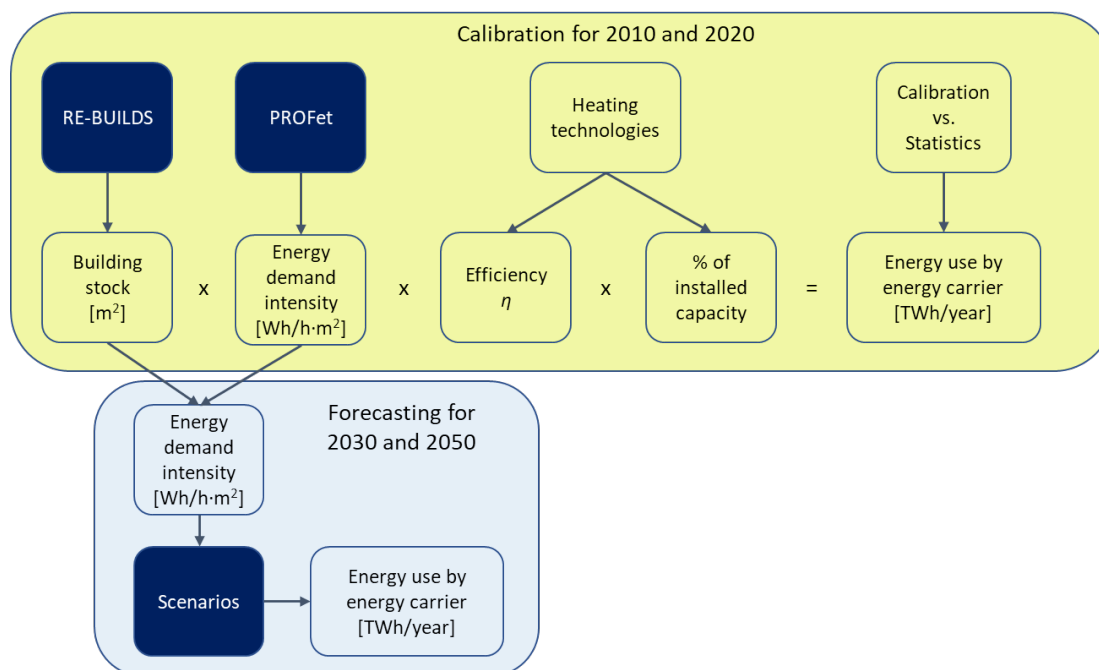
Olje- og energidepartementet (OED) inviterte 14. april 2023 til innspillsmøte om handlingsplan for energieffektivisering i alle deler av norsk økonomi, og til å sende inn skriftlige innspill innen 21. april (OED 2023). Skanska og SINTEF Community deltok på innspillsmøtet og gav skriftlige innspill til handlingsplanen for energieffektivisering (vedlegg A og B). Innspillsmøtet fant sted samtidig med arbeidet med denne rapporten. Våre skriftlige innspill omhandler foreløpige resultater fra denne rapporten. Innspill fra andre organisasjoner er lyttet til i våre anbefalinger om tiltak og virkemidler for å nå målene om energieffektivisering av bygningsmassen.

Med denne rapporten ønsker vi å bidra til at det settes ambisiøse mål som er forankret i grundige studier av potensialet for energieffektivisering i bygningsmassen. Vi bidrar også med beskrivelse av mulige tiltaksnivåer med tilhørende kostnader, og gir innspill til behovet for virkemidler. Vi mener det er behov for langsiktige mål, nye og oppdaterte virkemidler, og en betydelig økning i økonomisk støtte for å gjøre byggenæringen i stand til å utvikle strategier for den grønne omstillingen slik at norske klimamål kan nås.

2 Metode

2.1 Modellering av bygningsmassens utvikling og energibruk mot 2050

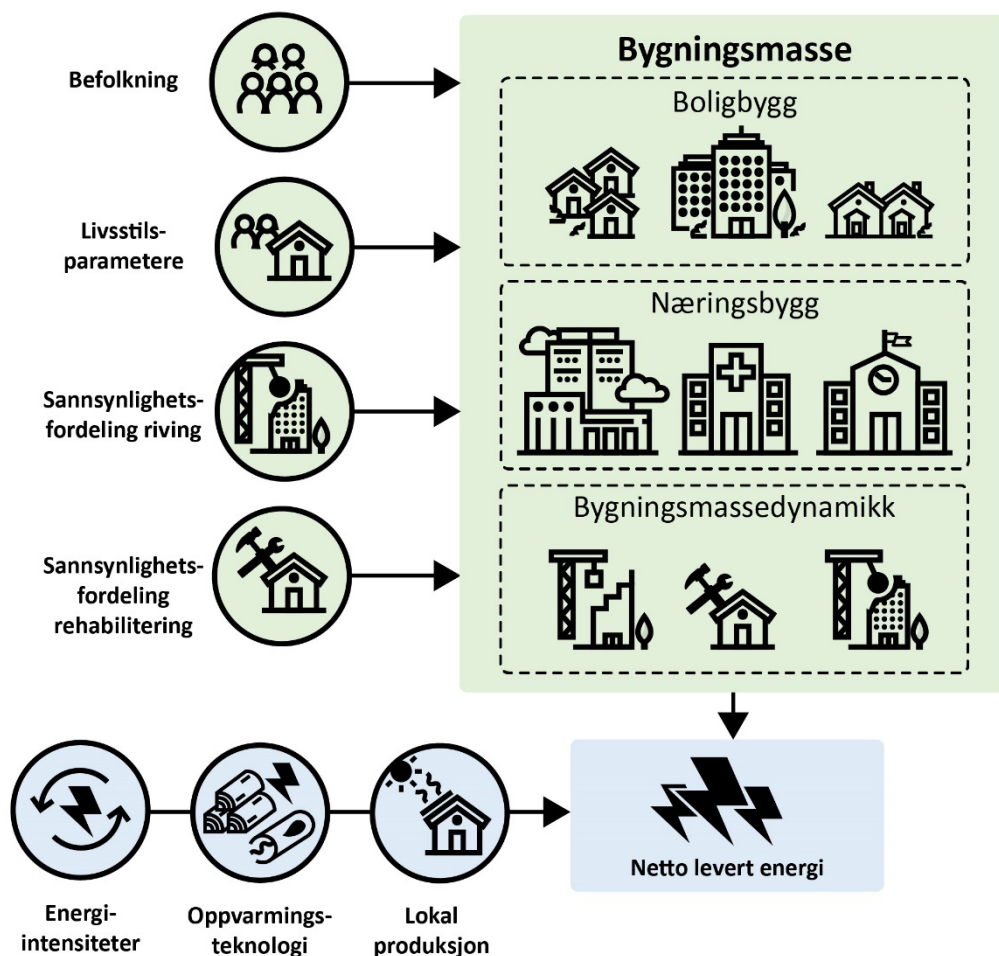
Energibruksutvikling i bygningsmassen er modellert ved å kombinere to modeller, som er beskrevet i etterfølgende delkapitler. RE-BUILDS modellerer hvordan bygningsmassen (målt i m^2) utvikler seg over tid, mens PROFet modellerer energibehov med timeoppløsning (målt i $kWh/h\cdot m^2$) i ulike typer bygninger. I tillegg brukes informasjon om oppvarmingsteknologier for å kalibrere resultatene mot målinger fra statistikk for den første perioden. Figur 1 viser hvordan de to modellene kombineres.



Figur 1. Skisse over modelleringen av energibruken i bygningsmassen. Kilde: Kauko mfl. (2023).

2.1.1 RE-BUILDS-modellen

RE-BUILDS er en dynamisk modell utviklet ved NTNU og SINTEF som tar utgangspunkt i utvikling i befolkningens størrelse og livsstilsparemetre, 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 Sandberg mfl. (2022).



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

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

RE-BUILDS kan brukes til å studere utviklingen i energibruk for hele eller deler av bygningssmassen, som for eksempel enkelte bygningstyper eller bygninger fra en bestemt byggeperiode. I denne studien studerer vi hele den norske bygningssmassen, der bygningssmassen er delt inn i bygningsskategoriene småhus, boligblokk og yrkesbygg og i tre alderskohorter som er basert på byggeår. Bygningsskategoriene er basert på bygningssklassifiseringen i NS 3457-3:2013, og de tre kategoriene vi bruker omfatter til sammen alle bygninger unntatt kategori 2 Industri og lagerbygning.

Energieffektivisering av bygningssmassen kan skje ved forbedret energinivå for nybygging og energioppgradering av eksisterende bygninger, ved energioppgradering av bygningsskropp og/eller overgang til mer energieffektiv oppvarmingsteknologi. I potensialstudien antar vi 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 bygningsskropp 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.

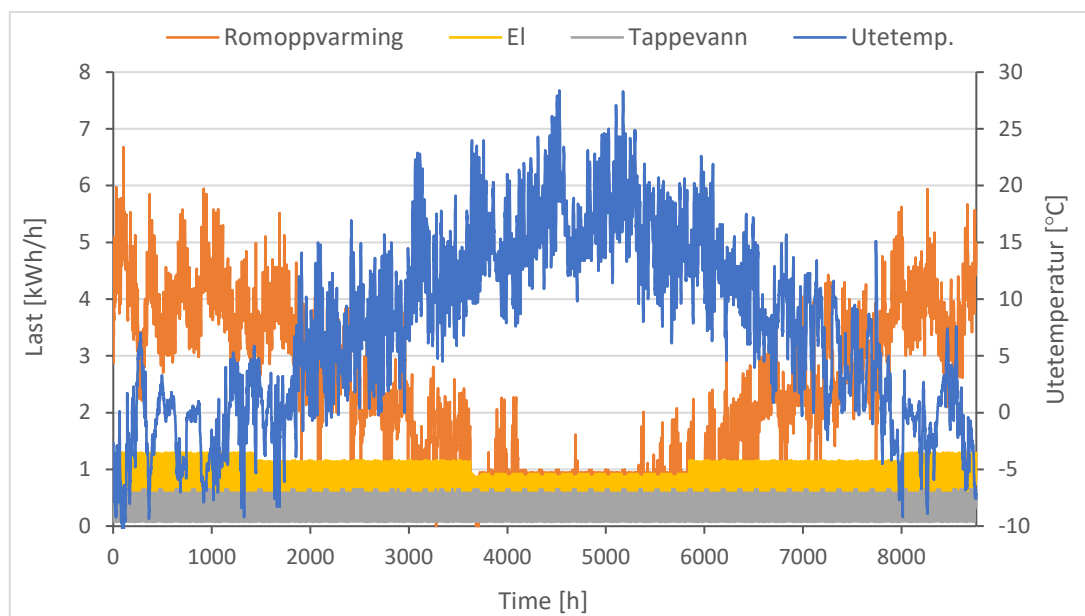
RE-BUILDS-modellen finner at rehabilitering på grunn av behov for vedlikehold resulterer i en "naturlig" rehabiliteringsrate på omtrent 1,5 % for yrkesbygg og i underkant av 1 % for boliger. En rehabilitering kan være med eller uten energioppgradering. Rehabilitering uten energioppgradering er et rent vedlikeholdstiltak, der energinivået er omtrent uendret etter rehabilitering.

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. Det tilsvarer det Esser mfl. (2019) kaller "Energy related deep renovation". En slik energioppgradering omfatter i hovedsak energieffektivisering av bygningskropp, og til en viss grad energieffektivisering av el-spesifikt utstyr og tekniske installasjoner. Vi anser energioppgradering til TEK10-nivå å være realistisk og gjennomførbart.

2.1.2 PROFet

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, klimaavhengig lastprofilmodell som lager lastprofiler for energibehov for elleve ulike bygningskategorier og tre energinivåer. Beregningsmodellen gjør det mulig å estimere lastprofilen og topplasten for et bebygd område og tar hensyn til graden av energieffektivisering av bygningsmassen i området. PROFet kan benyttes til å frambringe aggregerte lastprofiler for el-spesifikt og termisk energibehov (romoppvarming og oppvarming av tappevann) for ulike nabolag og klimaer. 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). Et eksempel på lastprofiler fra PROFet er vist i Figur 3.



Figur 3. Eksempel på lastprofiler fra PROFet for en Regular enebolig, basert på utetemperaturprofilen fra et referanseår for Oslo.

De tre energinivåene i PROFet er Regular, Efficient og Very efficient. Regular er et gjennomsnitt av dagens energinivå i alle eldre bygninger bygget før 2010. Efficient tilsvarer TEK10/TEK17 og Very efficient tilsvarer ca. passivhus som definert i NS3700 og NS3701 (Standard Norge, 2013; Standard Norge, 2012). Regular-kategorien har stor variasjon i energinivå internt i kategorien, og ved rehabilitering vil det i mange tilfeller gjennomføres mindre energioppgraderingstiltak, som ikke er nok til å løfte energinivået til Efficient. I denne studien har vi derfor valgt å dele Regular-kategorien i to underkategorier, R- og R+, som har energibehov for oppvarming henholdsvis 15 % lavere og høyere enn gjennomsnittet i Regular. I år 2020 antar vi lik fordeling mellom de to underkategoriene, og fordeling etter rehabilitering etter 2020 er definert i scenarioene.

Energibehovet til romoppvarming, tappevann og el-spesifikt energibehov for hver bygningskategori i de fire energinivåene R-, R+, Efficient og Very efficient er vist i Tabell 1. Δ Romoppvarming og Δ Total viser prosentvis forskjell i henholdsvis energibehov til romoppvarming og total i de ulike energinivåene sammenliknet med R-.

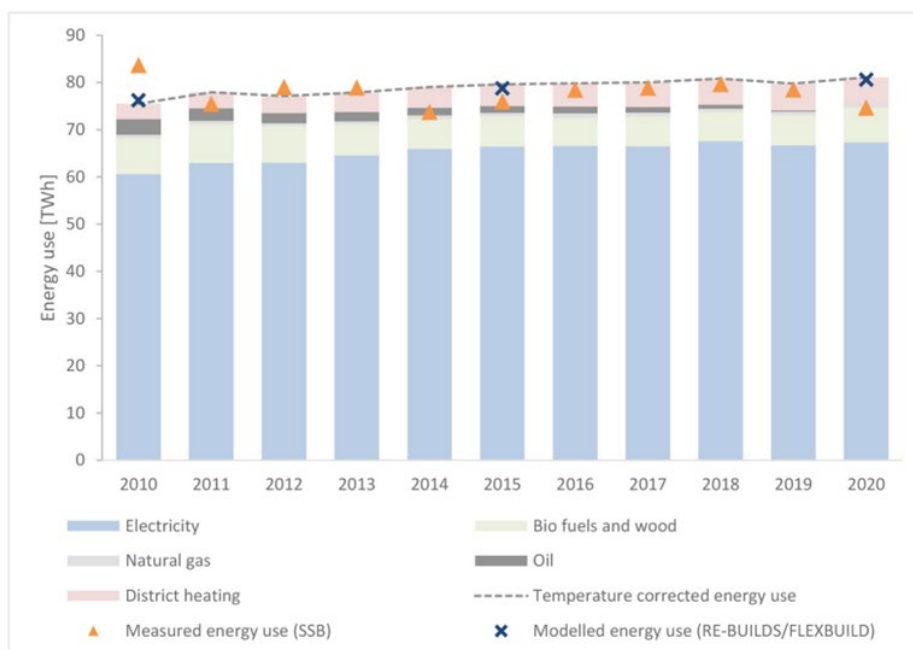
Tabell 1. Energibehov til romoppvarming, oppvarming av tappevann og el-spesifikt energibehov i ulike bygningskategorier og energinivå.

Bygningskategori	Nivå	Energibehov etter formål (kWh/m ² oppvarmet BRA per år)					
		Romoppvarming	Δ Romoppv.	Tappevann	Elspesifikt	Total	Δ Total
Småhus	R-	154		20	40	214	
	R+	114	-26 %	20	40	174	-19 %
	Efficient	70	-55 %	20	40	130	-39 %
	Very eff.	53	-66 %	20	40	113	-47 %
Boligblokk	R-	147		40	40	227	
	R+	109	-26 %	40	40	189	-17 %
	Efficient	68	-54 %	40	40	148	-35 %
	Very eff.	51	-65 %	40	40	131	-42 %
Næringsbygg	R-	130		20	137	287	
	R+	96	-26 %	20	137	253	-12 %
	Efficient	57	-56 %	20	137	214	-25 %
	Very eff.	36	-72 %	20	122	178	-38 %

2.1.3 Modellkalibrering i 2010 og 2020

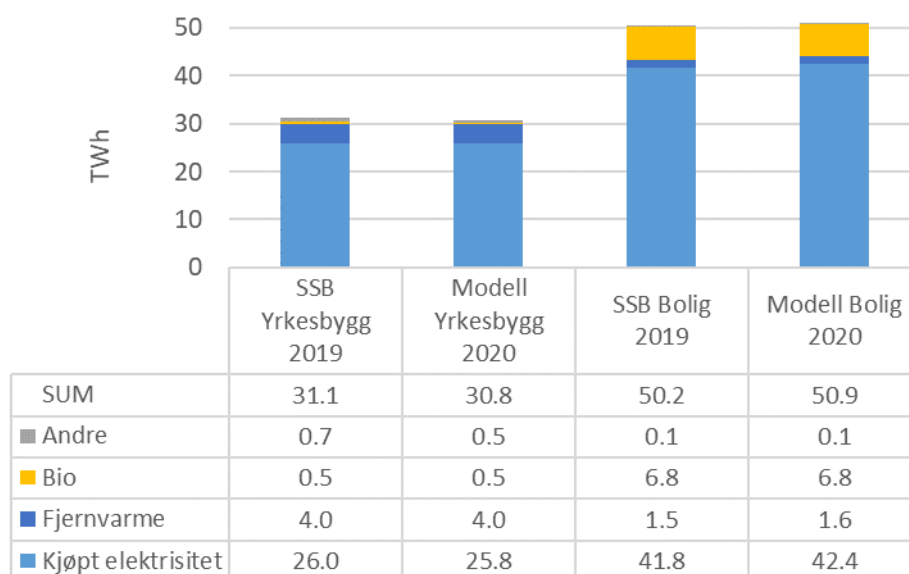
Antakelser om bruk av ulike oppvarmingsteknologier er forklart i kap. 2.2.1, og modellen er kalibrert for år 2020. Utskifting av oppvarmingsteknologier kan også påvirke energibruken i bygninger, og spesielt kan økt bruk av varmepumper føre til store reduksjoner i energibruken til oppvarming.

I Sandberg mfl. (2022) ble resultater fra RE-BUILDS-modellen sammenliknet med faktisk energibruk i den norske bygningsmassen fra 2010 til 2020, som vist i figur 4. Modellresultatene samsvarer veldig godt med faktisk utvikling. Ingen andre modeller som er brukt til å studere utviklingen i energibruk i den norske bygningsmassen, kan vise til tilsvarende validering (Lien mfl., 2022).



Figur 4. Historisk simulert energibruk i bygningsmassen fra RE-BUILDS (kryss) sammenliknet med SSBs energistatistikk (rød trekant) og temperaturkorrigert energistatistikk (søyler og stiple linje). (TWh). Kilde: Sandberg mfl. (2022)

Figur 5 viser detaljert sammenlikning av modellresultatene for 2020 med statistikk på energibruk fordelt på ulike energibærere i 2020¹. Modellen treffer svært godt for alle energibærerne.



Figur 5. Sammenlikning av modellresultater og statistikk fordelt på energibærere i 2019/2020.

2.2 Beregning av energisparepotensialet

I denne studien bruker vi RE-BUILDS-modellen til å estimere hva som er potensialet for energieffektivisering i den norske bygningsmassen mot 2050. Vi ser på to scenarier, der Baseline scenario antar at videre utvikling fortsatt følger dagens trender for energinivå på nye og rehabiliterte bygg og bruk av ulike oppvarmingsteknologier i de forskjellige segmentene av bygningsmassen. Ultra grønn-scenariot ser på hva som er realistisk potensial for energieffektivisering, med svært ambisiøs oppgradering av energinivå ved nybygg og rehabilitering, omlegging til den mest energieffektive oppvarmingsteknologien og bruk av solceller på bygg.

RE-BUILDS-modellen tar utgangspunkt i befolkningsstatistikk og -framskrivninger fra SSB og livsstilsparametre for areal per person i ulike bygningstyper, som beskrevet i Sartori mfl. (2022) (scenario "Petroleum nation"). Et viktig prinsipp i RE-BUILDS-modellen er at den simulerer bygningsmassens naturlige utvikling. Hva er modent for utskifting fordi det når endt levetid eller tas ut av bruk? Hva må bygges for å erstatte areal som ikke lenger brukes, og møte økt behov for bygningsmasse når befolkningen vokser? Og ikke minst – hva er modent for rehabilitering fordi det er behov for vedlikehold? Rehabilitering er en gylden anledning til energioppgradering. Mange tiltak er ikke lønnsomme hvis ikke bygningen likevel skal rehabiliteres. RE-BUILDS bruker sannsynlighetsfordelinger for rehabilitering og riving som gir detaljert informasjon om hvilke segmenter av bygningsmassen som er forventet å rehabiliteres eller tas ut av bruk til ulike tidspunkt. Dette er beskrevet i detalj i Sandberg (2017).

¹ Bygningsmassen er beskrevet gjennom [bygningsskategorier i NS 5437](#). SSB presenterer statistikk for energibruk fordelt på næringsgrupper definert i [næringsgrupperingen NACE Rev 2](#). For å sammenlikne statistikken fra SSBs energibalanse med faktisk utvikling i energibruk i bygningsmassen har vi brukt de detaljerte postene 12.3.3 Privat og offentlig tjenesteyting, inkl. forsvar og 12.3.4 Private husholdninger i [Energibalansen](#) for å beskrive energibruken i alle bygningskategorier unntatt kategori 2 Industri og lagerbygning.

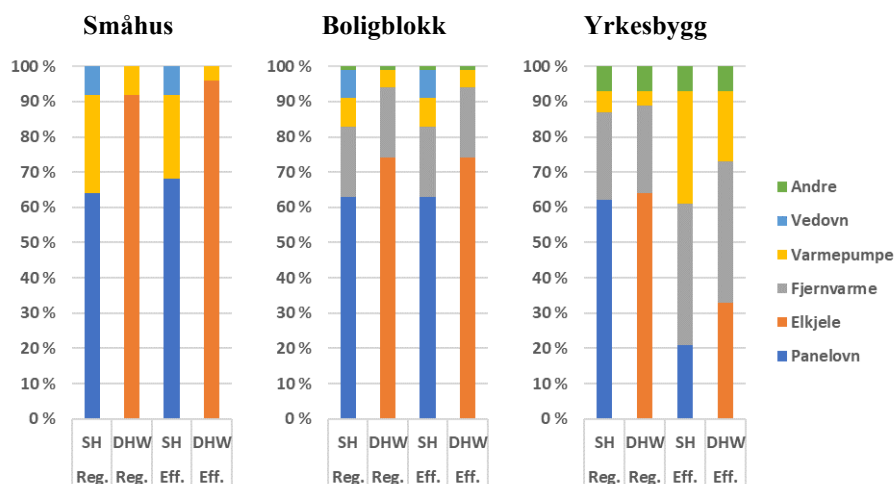
Begge scenarioene i denne studien antar samme omfang av nybygging og rehabilitering, men energinivå etter bygging og rehabilitering er ulikt i de to scenarioene.

2.2.1 Oppvarmingsteknologi

Andelen av ulike teknologier som brukes til romoppvarming og varmtvann i de forskjellige scenarioene, bestemmes av bygningstype, energibehov, om bygningen har vannbårent oppvarmingssystem eller ikke, og om bygningen ligger i et område med tilgang til fjern- eller nærvarme eller ikke. Noen teknologier er bedre egnet, eller mer vanlig for småhus enn for leiligheter, og yrkesbygg har også en tendens til å bruke andre teknologier enn boligbygg. Om bygningen har vannbåret oppvarmingssystem eller ikke, er også avgjørende for valg av teknologi siden teknologier som bergvarmepumper eller fjernvarme trenger vannbåret varmesystem for å fungere. Fordelingen av varmeteknologier i bygningsmassen i 2020 vises i figur 6.

Antakelser om andel varmeteknologier i bruk i 2010 og 2020 er beskrevet i Sartori mfl. (2022) og er basert på best tilgjengelig informasjon. Dette inkluderer statistikk om oppvarmingsteknologier fra energimerkingssystemet (Bøhn, 2020) og rapporter fra SSB (Bøeng mfl., 2014) og Enova (Bøhn mfl., 2012). Andelen bygninger med vannbåren oppvarming er estimert basert på data og forutsetninger fra kildene nevnt ovenfor.

Alt fjernvarmeforbruk som går til husholdninger, er allokert til boligblokker siden småhus ikke er et attraktivt markedssegment for fjernvarmeselskaper. All fyringsved brukes i husholdninger, både småhus og boligblokker, mens yrkesbygg bruker pelletkjeler. Det antas videre at bruk av fyringsved i husholdninger følger et regulært dags- og timemønster, proporsjonalt med det faktiske oppvarmingsbehovet. Dette er beregnet slik at gjenværende varmebelastning stemmer godt overens med timesprofilen fra målinger av over ca. 4 000 husstander, som rapportert av SSB i Ericson og Halvorsen (2008).



Figur 6. Fordeling av oppvarmingsteknologier for romoppvarming og varmtvann i de tre bygningskategoriene.

Årsvarmefaktor eller systemvirkningsgrad for ulike oppvarmingsteknologier som vi har brukt i denne studien, er oppsummert i Tabell 2. *Very efficient* bygninger antas å ha lavtemperatursystemer som øker varmepumpeeffektiviteten, og varmepumpesystemer antas å bli stadig mer effektive mot 2040 på grunn av både bedre teknologi og bedre systemdesign.

Tabell 2. Systemvirkingsgrader for ulike oppvarmingsteknologier for romoppvarming (SH – space heating) og varmtvann (DHW – domestic hot water) i 2020 og 2040, i bygninger med ulike energinivåer.

År	Energinivå	2020				2040			
		R-, R+, Efficient		Very efficient		R-, R+, Efficient		Very efficient	
		SH	DHW	SH	DHW	SH	DHW	SH	DHW
	Bergvarmepumpe	2,7	2,4	3,5	2,4	2,9	2,5	3,8	2,5
	Luft-væske varmepumpe	2	2,3	2,7	2,3	2,2	2,4	3	2,4
	Luft-luft varmepumpe	1,5	2,3	1,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5
	Panelovn	1	1	1	1	1	1	1	1
	Fjernvarme	1	1	1	1	1	1	1	1
	Andre	1	1	1	1	1	1	1	1

2.2.2 Solstrøm på bygg

I denne studien har vi definert en typisk solcellesystemstørrelse for hver bygningskategori, med hensyn til typisk BRA og takareal. Systemorienteringen er ment å fremme egenforbruk av solstrømmen generert på bygget. Hovedaspektene ved solcellesystemet er oppsummert i tabell 3.

Tabell 3. Installert kapasitet av solcelleanlegg i starten av analysen er neglisjerbar og satt til null. I hvilket omfang solstrøm på bygg blir realisert framover, er definert i scenarioene.

Tabell 3. Antakelser om kapasitet, helling og orientering på solcellesystem i de byggene der det antas å være brukt.

	Kapasitet [kWp]	Helling [°]	Orientering [andel]		
			Sør	Øst	Vest
Småhus	5	30	0.5	0.25	0.25
Boligblokk	30	10	0	0.5	0.5
Yrkesbygg	50	10	0	0.5	0.5

2.2.3 El-spesifikt energibehov

Framtidig utvikling i el-spesifikt energibehov er vanskelig å anslå. På den ene siden ser vi for oss en fortsatt økning i mengden utstyr som krever elektrisitet, samtidig som hver installasjon eller hvert apparat kan bli mer energieffektivt. Vi bruker derfor to ulike antakelser. Den ene antakelsen er at gjennomsnittlig el-spesifikt energibehov per kvadratmeter er som i dag, beskrevet i tabell 1. Ved en storstilt satsing på energisparing og energieffektivisering, så antar vi en gjennomsnittlig reduksjon i el-spesifikt energibehov tilsvarende 2 % per år.

2.2.4 Scenarioene

Baseline beskriver utviklingen i bygningsmassens energibruk der dagens trender videreføres. Her antas nye bygninger å ha et energibehov tilsvarende dagens nybygg (TEK17). Det som rehabiliteres av eldre bygninger, antas å være av energinivå R-. Andelen rehabiliterte bygninger som blir energioppgradert til TEK10-nivå (Efficient), antas fortsatt å være på 20 %. Videre vil 40 % ha en mindre energioppgradering som gjør at de flyttes fra R- til R+. Fordelingen av oppvarmingsteknologier i de ulike segmentene av

bygningmassen er den samme i 2050 som i 2020, og utbredelsen av solcelleanlegg er fortsatt neglisjerbar. Det er ingen reduksjon i el-spesifikt energibehov i Baseline scenario.

I **Ultra grønn-scenariot** antar vi svært ambisiøs satsning på energieffektivisering. For oppgradering av bygningskropp betyr dette at alle nye bygg etter 2024 bygges med energinivå tilsvarende passivhus, og at alle bygg som rehabiliteres, samtidig gjennomgår en energioppgradering til TEK10-nivå og flyttes fra R- til Efficient. Fordelingen av oppvarmingsteknologier endres mot 2050 etter følgende regler:

- Alle oppvarmingssystemer skiftes ut innen 2040 og erstattes med mer energieffektiv teknologi der hvor det er mulig.
- Andelen fjernvarme holdes konstant innenfor hvert segment.
- Alle nye og rehabiliterte bygg får vannbåret oppvarmingssystem med varmepumpe eller fjernvarme. Luft-væske varmepumpe installeres i områder med tilgang til fjernvarme, og bergvarmepumpe installeres i områder med tilgang til nærvarme eller der hvor det ikke er tilgjengelig varmenett.

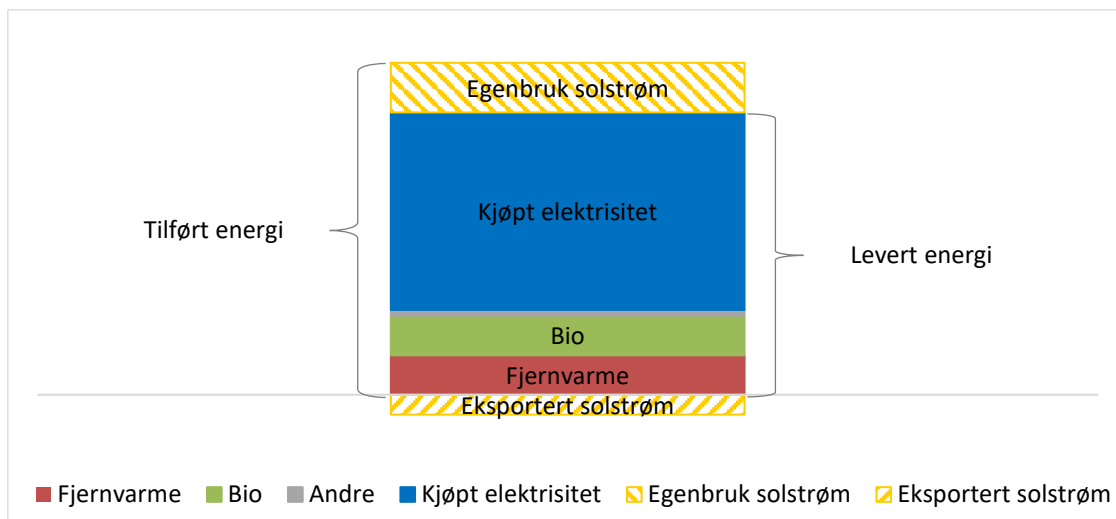
I Ultra grønn-scenariot antar vi at solcelleanlegg fases inn slik at hele bygningsmassen i 2040 har installert solcelleanlegg med total kapasitet på 14,1 GWp. Kapasiteten øker videre til 16,7 GWp i 2050, siden bygningsmassen vokser på grunn av befolkningsvekst. El-spesifikt energibehov per kvadratmeter reduseres med 2 % per år, og når en total reduksjon på 40 % fra 2025 til 2050.

2.2.5 Terminologi

I resultatene for energibruk og potensial for energieffektivisering bruker vi terminologien definert nedenfor. Disse begrepene kan brukes både for enkeltbygg og for bygningsmassen samlet.

- **Tilført energi** er den samlede mengden energi brukt i et bygg, uavhengig av energibærer og av om det er kjøpt eller egenprodusert.
- **Lvert energi** er energi som kjøpes (summen av kjøpt elektrisitet, fjernvarme, bio og andre).
- **Egenbruk solstrøm** er solstrøm produsert fra solceller på bygget og brukt i samme bygg, beregnet på timebasis.
- **Eksportert solstrøm** er solstrøm produsert fra solceller på bygget og eksportert til nettet, beregnet på timebasis. Dette trekkes ikke fra i beregningene for tilført energi, levert energi eller kjøpt elektrisitet.
- **Kjøpt elektrisitet** er elektrisitet som kjøpes fra nettet. Dette tilsvarer behovet for elektrisitet minus egenbruk av solstrøm. Kjøpt elektrisitet omfatter elektrisitet til panelovner, varmepumper og el-spesifikt energibehov.
- **Fjernvarme** er summen av fjern- og nærvarme. Det forutsettes at bare boligblokker og yrkesbygg har tilgang til fjernvarme.
- **Bio** er ved, pellets eller flis som brukes i vedovn eller peis i småhus og boligblokk.
- **Andre** er naturgass, biogass og pellets som brukes i kjeler i boligblokk og yrkesbygg.

Sammenhengen mellom de ulike størrelsene er illustrert i figur 7.



Figur 7. Illustrasjon av terminologien som er brukt for energibruk og sammenhengen mellom ulike størrelser.

2.3 Modeller for tiltakspakker, kostnader og lønnsomhet

I kapittel 5 er det definert tiltakspakker for både nybygg og eksisterende bygg for ulike bygningskategorier. Disse tiltakspakkene er kostnadsestimert og lønnsomhetsvurdert, og basert på dette er det vurdert hvor mye støtte som må til for at tiltakene blir gjennomført.

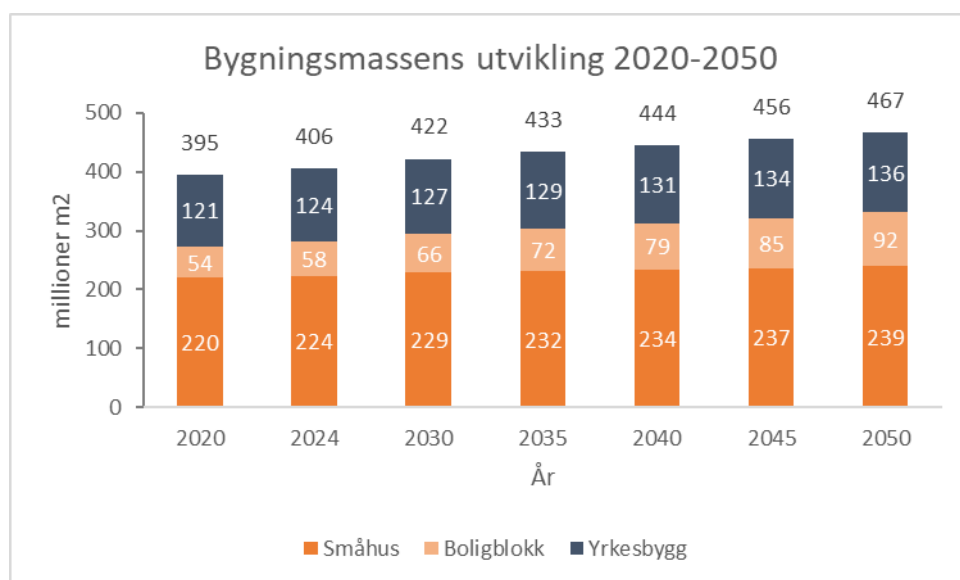
For å kunne beregne tiltakspakker og kostnader er det videreutviklet en modell som ble brukt i forbindelse med utredning av energisparepotensiale i Lavenergiutvalget (2009) og Arnstad-utvalget (2010). Denne modellen er basert på teoretiske modeller simulert i SIMIEN 6.0 (Simenergi, 2023), som igjen er kalibrert mot statistikk fra Enova (2010 og 2017), arealstatistikk fra Prognosesenteret (2022) og energistatistikk fra SSB (2023) og NVE (2023). Estimerte rater for nybygging, sanering, rehabilitering og energioppgradering er brukt for å estimere aggregerte kostnader og nødvendige støttenivåer for hele bygningsmassen. Modellen er beskrevet mer detaljert i vedlegg C.

Årsaken til at vi bruker denne modellen og ikke RE-BUILDS og PROFet-modellene er at vi her har en teoretisk beskrivelse av byggstandard ned på komponentnivå (for eksempel U-verdi vinduer). Det har man ikke i den empirisk baserte PROFet-modellen. Det at vi har en beskrivelse på komponentnivå gjør at det er mulig å estimere kostnader mye mer eksakt for å gå fra et energinivå til et annet. For at det skal være samsvar mellom totalt aggregert energisparepotensial i de to modellene, er det brukt samme inn-data så langt det lar seg gjøre. Det er også gjort en sammenlikning av total energibruk i 2020, 2030 og 2050, og overenstemmelsen er god (Innenfor 2–4 % i tilført og levert energi). Begge modellene havner på ca. 13 TWh spart energibruk i 2030 og ca. 40 TWh spart i 2050.

3 Bygningsmassens utvikling 2020–2050

3.1 Bygningsmassen størrelse og sammensetning 2020–2050

Figur 8 viser RE-BUILDS' resultater for bygningsmassens utvikling fra 2020 til 2050. I 2020, som er startåret for analysen, er samlet areal i bygningsmassen på 395 millioner m², fordelt på 56 % i småhus, 14 % i boligblokk og 31 % i yrkesbygg. På grunn av befolkningsvekst er det ventet en økning i behov for bygninger av alle typer. Samlet vokser bygningsmassen med 18 % til 467 millioner m² i 2050. Sammensetningen i 2050 er endret til 51 % i småhus, 20 % i boligblokk og 29 % i yrkesbygg. Denne utviklingen ligger til grunn for begge scenarioene i analysen.



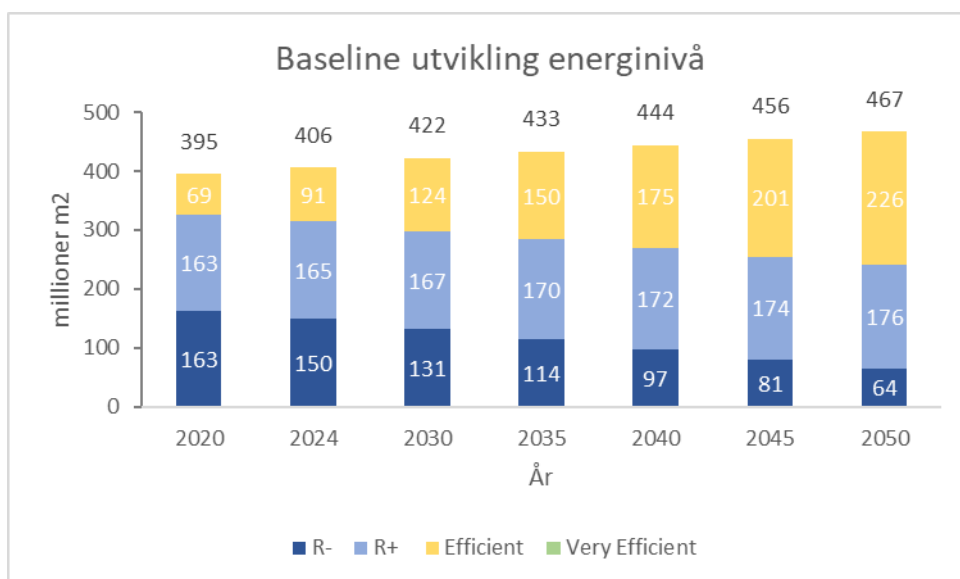
Figur 8. Bygningsmassens utvikling 2020–2050 med fordeling på de tre bygningskategoriene. Gjelder begge scenarioene (millioner m² oppvarmet BRA).

3.2 Bygningsmassens energinivå 2020-2050

Potensialet for bedring av energinivå er i RE-BUILDS begrenset til det simulerte omfanget av rehabilitering og nybygging. Dette omfanget er likt i begge scenarioene.

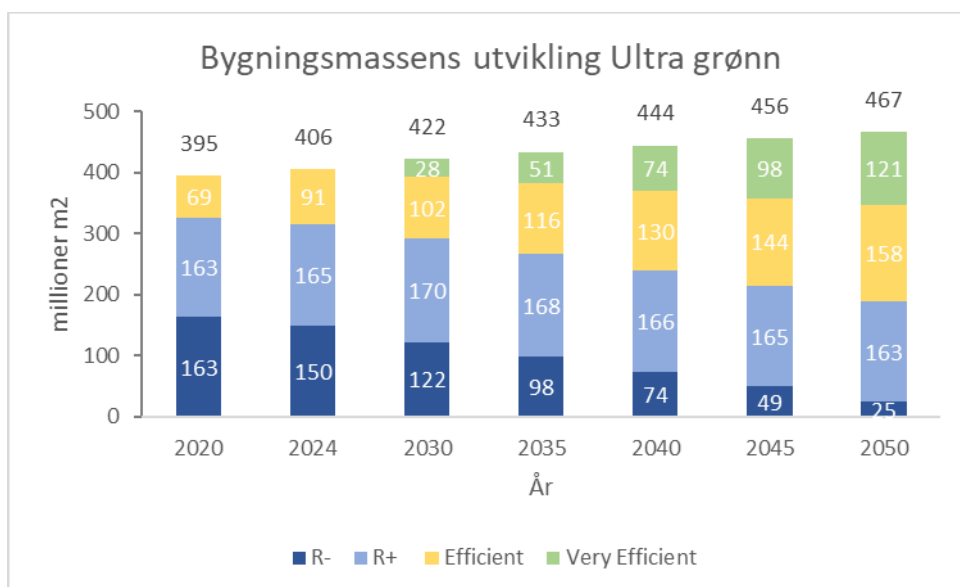
I Baseline scenario antar vi samme energinivå som i dag, der nybygg bygges som TEK17, og rehabilitert areal blir fordelt på 20 % som energioppgraderes til Efficient (TEK10), 40 % har en liten forbedring og flyttes fra R- til R+, mens 40 % fortsatt har energinivå R- etter rehabilitering. Figur 9 viser hvordan bygningsmassen er fordelt på de fire energinivåene i ulike år i Baseline scenario. I startåret 2020 er fordelingen mellom R-, R+ og Efficient på 41 %, 41 % og 18 %. I 2050 har denne fordelingen endret seg til 14 %, 38 % og 49 %. Det er derfor en samlet energioppgradering av bygningsmassen i Baseline scenario som antar en fortsettelse av dagens trender. Dette skyldes at gamle og ineffektive bygninger til en viss grad tas ut av bruk eller energioppgraderes, og at nybygg har bedre energinivå enn de gamle byggene. Reduksjonen i andelen R- skyldes at det er flere bygninger fra dette energinivået som rehabiliteres eller tas ut av bruk, enn det antallet bygninger som får dette energinivået etter rehabilitering. Andelen som er i energinivå R+ er ganske stabil fordi antall bygninger med dette energinivået som tas ut av bruk, er omtrent like stort som bygninger flyttes fra R- til R+ etter rehabilitering. Den store

økningen i Efficient skyldes nye bygg som bygges med dette energinivået, i tillegg til de som energioppgraderes.



Figur 9. Bygningsmassens utvikling 2020-2050 med fordeling på ulike energinivåer. Baseline scenario (millioner m² oppvarmet BRA).

Figur 10 viser tilsvarende arealutvikling i Ultra grønn-scenariot. I dette svært ambisiøse scenariot antar vi at alle nybygg etter 2024 er tilsvarende passivhus (Very efficient) og at alle bygg som rehabiliteres, vil gjennomgå en energioppgradering til Efficient. I dette scenariot reduseres andelen som er av energinivå R- til 5 % i 2050, mens R+, Efficient og Very efficient er på henholdsvis 35 %, 34 % og 26 %. Dette viser at det er et stort potensial for å bedre energinivået i bygningsmassen ved å benytte seg av mulighetsrommet som bygningsmassens naturlige syklus gir; bygge nye bygg av best mulig standard og oppgradere når man likevel skal rehabiliterer.

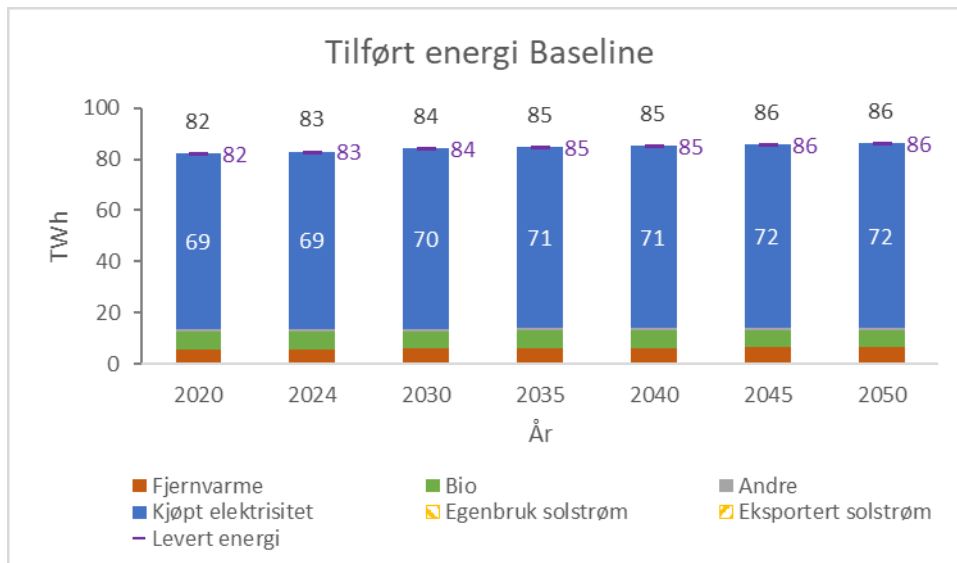


Figur 10. Bygningsmassens utvikling 2020-2050 med fordeling på ulike energinivåer. Ultra Grønn-scenario (millioner m² oppvarmet BRA).

4 Energisparepotensialet

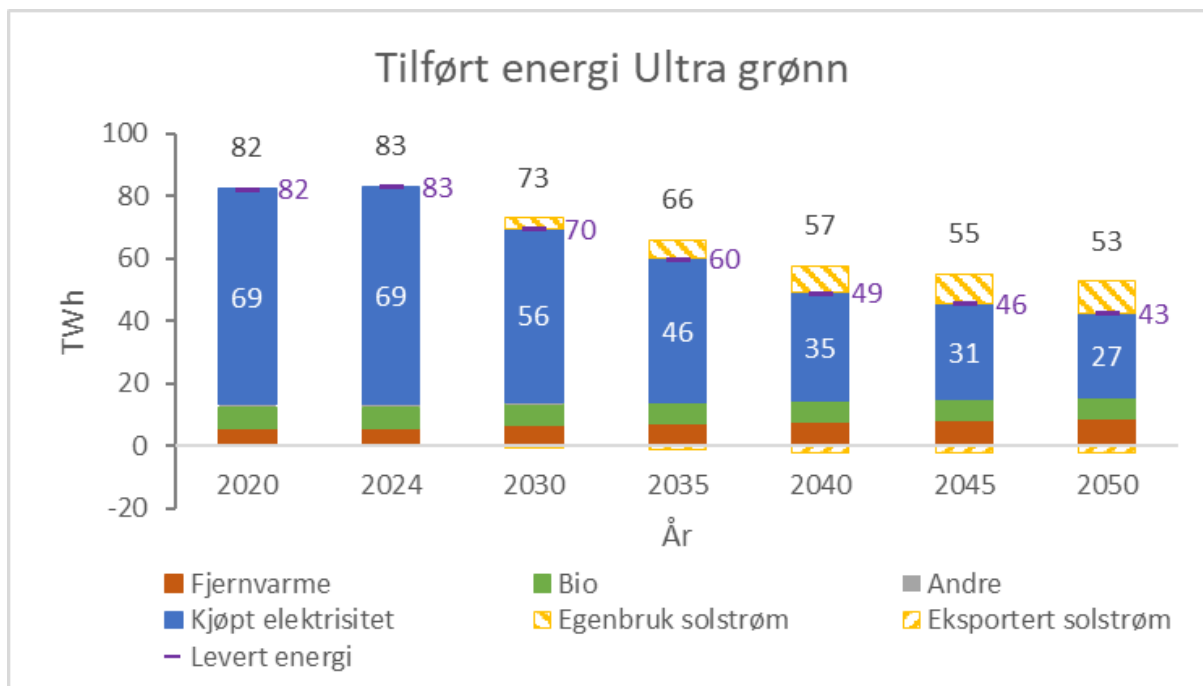
4.1 Energibruk i bygningsmassen mot 2030 og 2050

Figur 11 viser utviklingen i tilført energi til bygningsmassen i Baseline scenario. En fortsettelse av dagens trender fører til at samlet tilført energi **øker** med 2 TWh fra 2020 til 2030 og med 4 TWh fra 2020 til 2050. Økningen skyldes at bygningsmassen vokser, og at bedringen i energinivå ikke fullt ut klarer å kompensere for denne økningen. I dette scenarioet er omfanget av solstrøm neglisjerbar, og tilført energi er derfor lik levert energi. Kjøpt elektrisitet øker med 3 TWh fra 2020 til 2050.



Figur 11. Utviklingen i samlet tilført energi 2020-2050 i Baseline scenario og fordelingen på ulike energibærere og solstrøm (TWh).

Figur 12 viser utviklingen i tilført energi til bygningsmassen i Ultra grønn-scenarioet. Samlet tilført energi til bygningsmassen (levert energi pluss egenbruk solstrøm) reduseres med 29,6 TWh fra 2020 til 2050. Omtrent 20 % av denne reduksjonen skyldes oppgradering av bygningskropp gjennom bedring i energinivå i nye og rehabiliterte bygg. Omtrent 40 % av reduksjonen skyldes overgang til mer energi-effektiv oppvarmingsteknologi samtidig som bygningskroppen er oppgradert, og 40 % av reduksjonen skyldes reduksjon i gjennomsnittlig intensitet for el-spesifikt energibehov (2 % bedring per år). I tillegg kommer produksjonen av solstrøm på 12,5 TWh. Scenarioet antar optimal bruk av smarte styrings-systemer slik at 10 TWh av solstrømmen blir til egenbruk, og bare 2,5 TWh eksporteres til nettet.



Figur 12. Utviklingen i samlet tilført energi 2020-2050 i Ultra grønn-scenariet og fordelingen på ulike energibærere og solstrøm (TWh).

Potensialet for reduksjon i samlet levert energi (tilført energi minus egenbrukt av solstrøm) er på 39,7 TWh fram mot 2050 (48 %), og på 42,2 TWh for netto levert energi (levert energi minus eksportert solstrøm). Siden energibruken er på 82,2 TWh i 2020 (levert lik netto levert energi siden soleksport er ubetydelig), betyr det at det er mulig å halvere energibruken ved gjennomføring av tiltakene foreslått i Ultra grønn-scenariet. Potensialet for reduksjon i kjøpt elektrisitet fra nettet er på 41,6 TWh, det vil si hele 60 % reduksjon.

Fram mot 2030 reduseres samlet levert energi med 12,6 TWh (15 %) og kjøpt elektrisitet med 12,9 TWh (19 %). Reduksjonen er et resultat av svært ambisiøse tiltak som fører til betydelig bedring i gjennomsnittlig energinivå, bruk av best tilgjengelig oppvarmingsteknologi, reduksjon i el-spesifikt energibehov og maksimal bruk av solstrøm. Solstrømproduksjonen i 2030 står for 4 TWh, hvorav 3,2 TWh går til egenbruk.

4.2 Potensialet for energisparing og solstrømsproduksjon i bygningsmassen

Ultra grønn-scenariet viser at det er et stort og viktig potensial for energisparing i bygningsmassen, og bygningsmassen kan spille en sentral rolle for å avlaste energisystemet. Forskjellen mellom de to scenarioene i samlet levert energi i 2050 er på 44 TWh. Dette viser at potensialet ikke vil utløses "av seg selv". Ved en fortsettelse av dagens trender vil energibruken i bygningsmassen **øke**, og bygningsmassen vil kreve mer energi og effekt heller enn å avlaste energisystemet.

Vi har lagt vekt på å definere Ultra grønn-scenariet slik at det gjenspeiler en utvikling som vi mener faktisk er mulig, basert på bygningsmassens dynamikk, kjent teknologi og kjente tiltak. Men vi understreker igjen at Ultra grønn-scenariet er svært ambisiøst og antar best mulig utvikling for både

energinivå, oppvarmingsteknologi, solstrøm og styringssystem i bygninger. Det er mulig, men vil kreve omfattende tiltak for å oppnås.

Tiltak må settes inn raskt for at vi skal klare å utløse potensialet. Bygningsmassen endres svært langsomt, og det er viktig å utnytte anledningen som nybygging eller rehabilitering gir for å gjennomføre energioppgradering. Hvis et bygg er bygget eller rehabilitert uten å bruke de beste løsningene, vil det bruke unødvendig mye energi i 40–50 år til det igjen har behov for omfattende rehabilitering og anledning til energioppgradering av bygningskroppen. For å utløse potensialet for energieffektivisering av bygningsmassen er det behov for å redusere både energibehovet gjennom mer energieffektive nye og rehabiliterte bygg, smartere bruk av energi gjennom mer energieffektive oppvarmingssystemer og lokal produksjon av strøm med solceller på byggene.

Flere sektorer skal elektrifiseres i overgangen til lavutslippssamfunnet, og det fører til økt press på kraftproduksjon og strømmett. Bygningsmassen står i dag for mer enn halvparten av elektrisitetsbruken i Fastlands-Norge og vil spille en sentral rolle også i framtidens kraftsystem (SSB, 2023). Forskjellen mellom scenarioene våre viser at vi med Ultra grønn-scenariot i 2050 trenger 62 % mindre kjøpt elektrisitet enn med Baseline-scenariot i samme år – dette fordi byggene er mer energieffektive og trenger mindre energi, og fordi 10 TWh av elektrisitetsbehovet dekkes av solstrøm produsert på byggene. Det viser hvor viktig det vil være å styre utviklingen av bygningsmassen i riktig retning slik at elektrisitet kan frigjøres til andre sektorer.

Solstrømsproduksjon på bygninger kan bli betydelig selv med de nøkterne forutsetningene om gjennomsnittlig størrelse på installasjoner i enkeltbygg som er gitt i tabell 3 (som derimot er forutsatt for alle bygninger). Merk at for perioden 2025 til 2040 (innen alle eksisterende bygninger som antas å ha installert solceller) utgjør installasjonsraten i Ultra grønn-scenariot 0,9 GWp per år. Det er ambisiøst med tanke på at den totale solenergikapasiteten installert i bygninger per i dag er mindre enn 0,5 GWp, og har vært på 0,15 GWp i 2022². Videre kan det meste av solenergien bli brukt i bygningene der den produseres. Våre beregninger baserer seg på gjennomsnittlige energibehovsprofiler basert på målinger (jf. PROFet-modellen beskrevet i kap. 2.1.2) og utføres med timeoppløsning på enkeltbyggningsnivå (deretter aggregert ved bruk av RE-BUILDS-modellen beskrevet i kap. 2.1.1). Det betyr at egenforbruket estimeres "innenfor måleren" for hvert bygg. Våre beregninger simulerer også en optimal utnyttelse av fleksibiliteten som er tilgjengelig i bygninger med sikte på å minimere elektrisitetsimporten fra nettet, og dermed kostnaden for brukeren. Under slike forutsetninger er den resulterende eksporten av solstrøm til nettet bare ca. 20 %. Dette betyr at også bruk av automatisering og smarte kontroller i bygninger er en viktig teknologi for å utløse det potensialet for energieffektivisering som bygningsmassen har å tilby.

² <https://www.nve.no/energi/energisystem/solkraft/oversikt-over-solkraft-i-norge/>, hentet 07.08.2023.

5 Tiltaksnivåer, energibesparelse, kostnader, støttenivå og lønnsomhet

5.1 Tiltaksnivåer og energibesparelse

For definerte tiltaksnivåer for både nybygg og eksisterende bygg er det forutsatt teknologinøytralitet. Det vil si at nivåene kan nås med ulike kombinasjoner av passive tiltak på bygningskroppen (for eksempel isolasjon), tiltak på tekniske installasjoner (for eksempel ventilasjon), termisk energiforsyning (for eksempel varmepumper) og lokal produsert strømproduksjon på bygget (for eksempel solceller). Basert på erfaringer fra en rekke prosjekter med høye energiambisjoner er dette uten tvil den beste muligheten til å nå et gitt nivå på levert energi på den mest kostnadsoptimale måten, og det vil gi en sunn konkurranse mellom ulike energibesparende tiltak.

Dagens byggeforskrift (TEK17) er basert på beregningspunktet netto energibehov og er derfor ikke teknologinøytral siden verken tiltak på termiske energiforsyning eller lokal strømproduksjon regnes inn i energirammene. Et teknologinøytralt regelverk vil fremme de beste løsningene uavhengig av teknologi, hvor overordnede målsettinger om for eksempel redusert energibruk eller klimagassutslipp er førende, i stedet for teknologien i seg selv. I de videre analysene i denne rapporten er det antatt at også byggeforskriftene etter hvert går over til energirammer på levert energi eller tilsvarende, noe som også er i tråd med gjeldende EU-bygningsenergidirektiv (EPBD).

Som målepunkt har vi i utgangspunktet brukt levert energi, det vil si det som måles av kjøpt energi til bygget (elektrisitet, fjernvarme, biobrensel o.a.). I tilfeller der man har mye strømproduksjon på bygget, for eksempel i form av solceller, og samtidig har et energieffektivt bygg, vil man i perioder kunne ha betydelig eksport av elektrisitet til nettet. I analysene i denne rapporten er det antatt at lokal strømproduksjon er "like mye verdt" om den brukes i bygget den produseres på eller om den sendes ut på nettet. Resultater fra potensialberegningene i kapittel 4 indikerer at det meste av solstrømsproduksjonen brukes i bygget (ca. 80 %). Eksporten til nettet kan da i stor grad brukes av nærliggende bygg eller til andre el-formål og belaster derfor ikke nettet i nevneverdig grad. I tilfeller med signifikant eksport av strøm til nettet regner vi derfor energinivået i netto levert energi som definert i SN-NSPEK 3031 (Standard Norge, 2023), det vil si at eksportert solstrøm likestilles med egenbrukt solstrøm.

I vedlegg D er det gitt konkrete eksempler på tiltakspakker som kan brukes for å nå de ulike nivåene på nye og eksisterende bygg. Disse er ikke fasit på hvordan man skal nå de ulike nivåene, men er basert på erfaring fra relativt mange realiserte prosjekter. I gitte prosjekter der rammebetingelser er gitt og forutsetninger er annerledes, vil man kanskje bruke helt andre tiltakspakker enn foreslått her. De foreslåtte tiltakspakkene i vedlegg D er brukt for å estimere merkostnader for tiltakene. Dette er et estimert kostnadsbilde som forventes å endres over tid.

I analysene er det antatt en flat energipris inkludert alle avgifter og tariffer på 1 kr/kWh for både kjøpt (levert) energi og solgt (eksportert) energi. Dette er selvsagt en forenkling av et komplisert energimarked, tariffsystemene for energi og effekt og avgiftsregimet (inkludert strømstøtte). I et lengre tidsperspektiv på 10-20 år er en "energikostnad" på 1 kr/kWh relativt høyt, men sett i et kortere tidsperspektiv, for eksempel de siste to årene, er dette en lav "energikostnad".

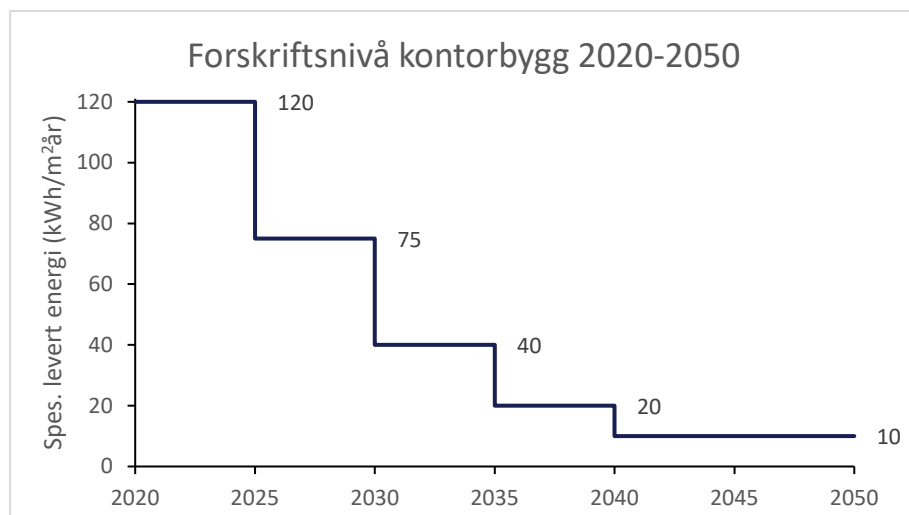
Det er stor variasjon i hvordan energikostnadene varierer over døgn og sesonger, og meget stor usikkerhet i hvordan energiprisene vil utvikle seg i årene framover. Sett ut fra scenarier om strømunderskudd 3, 5 og 10 år fram i tid er 1 kr/kWh et moderat eller lavt estimat for en framtidig energipris.

En høyere energipris enn 1 kr/kWh vil føre til at lønnsomheten til tiltakspakkene presentert nedenfor ville vært bedre og med kortere tilbakebetalingstid. Det ville også ført til et mindre behov for tilskudd enn beregnet nedenfor. Motsatt, med en energipris under 1 kr/kWh, ville lønnsomheten vært dårligere, og det hadde vært større behov for tilskudd for å utløse det beregnede potensialet.

5.1.1 Nybygg

I analysene er det antatt en forskriftsendring med innskjerpelser hvert femte år, i tråd med EU-bygningsenergidirektiv (EPBD), og med første skjerpelse fra 2025. Nivåene fram mot 2040 og 2050 er basert på allerede tilgjengelig teknologi og utprøvde løsninger som fins i dag, men det er forutsatt en utvikling der teknologien og løsningene blir gradvis mer effektive (for eksempel høyere virkningsgrader) og mer kostnadseffektive slik at de suksessive innskjerpelsene er samfunnsmessig lønnsomme. Figur 13 illustrerer tenkt forskriftsnivå for kontorbygg.

Tabell 4–6 viser nivåene for småhus, leilighetsbygg og kontorbygg, der besparelse sammenliknet med TEK17 også er beregnet. Tilsvarende tall for de 10 andre byggkategoriene definert i TEK17 er også brukt, men ikke vist her. TEK17-nivå er gjeldende forskriftsnivå, men der det er tatt hensyn til systemtap i den termiske energiforsyningen. Forskriftsnivå fra 2025 (TEK25) til 2040 (TEK40) er antatt nivå ut fra forventet teknologi- og kostnadsutvikling. For NZEB-nivå (antatt TEK-nivå 2030) og plusshus er FutureBUILTs definisjoner (www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier) lagt til grunn.



Figur 13. Antatt innskjerping i forskriftsnivå for kontorbygg fram mot 2050.

Tabell 4. Spesifikk energibruk, spesifikk energibesparelse og spesifikk energikostnadsbesparelse og ulike tiltaksnivåer for småhus.

Nivåer	Spesifikk levert energi (kWh/m ² år)	Spesifikk energibesparelse (kWh/m ² år)	Spesifikk kostnadsbesparelse* (kr/m ² år)
TEK17	115	-	-
TEK25	75	40	40
TEK30/NZEB-NIVÅ	40	75	75
TEK35	20	95	95
TEK40	10	105	105
Plusshus	-2	117	117

* Beregnet med en energipris på 1 kr/kWh

Tabell 5. Spesifikk energibruk, spesifikk energibesparelse og spesifikk energikostnadsbesparelse og ulike tiltaksnivåer for leilighetsbygg.

Nivåer	Spesifikk levert energi (kWh/m ² år)	Spesifikk energibesparelse (kWh/m ² år)	Spesifikk kostnadsbesparelse* (kr/m ² år)
TEK17	100	-	-
TEK25	70	30	30
TEK30/NZEB-NIVÅ	40	60	60
TEK35	20	80	80
TEK40	10	90	90
Plusshus	-2	102	102

* Beregnet med en energipris på 1 kr/kWh

Tabell 6. Spesifikk energibruk, spesifikk energibesparelse og spesifikk energikostnadsbesparelse og ulike tiltaksnivåer for kontorbygg.

Nivåer	Spesifikk levert energi (kWh/m ² år)	Spesifikk energibesparelse (kWh/m ² år)	Spesifikk kostnadsbesparelse* (kr/m ² år)
TEK17	120	-	-
TEK25	75	45	45
TEK30/NZEB-NIVÅ	40	80	80
TEK35	20	100	100
TEK40	10	110	110
Plusshus	-2	122	122

* Beregnet med en energipris på 1 kr/kWh

5.1.2 Eksisterende bygg

For eksisterende bygg har vi forslått fire nivåer definert ut fra om det er en mindre oppgradering som kan gjennomføres uavhengig av byggets vedlikeholdsbehov, eller om det er tiltak som bare vil være aktuelle å gjennomføre hvis bygget likevel skal gjennomgå en omfattende rehabilitering drevet av betydelig vedlikeholdsbehov. De to første oppgraderingsnivåene er tidsuavhengige og kan utføres med hurtigere rater, mens de to siste rehabiliteringsnivåene er tidsmessig relatert til behovet for hovedrehabilitering som typisk skjer hvert 40–50 år. De fire nivåene forholder seg ikke til gjeldende energimerkeordning som forventes å komme i ny utgave ganske snart, men forholder seg kvalitativt til EUs

definisjoner av light-, medium og deep renovation, som beskrevet under (Europakommisjonen, 2019). Kvalitativ beskrivelse av de fire nivåene:

- **Energioppgradering.** Mindre energiltak som gjøres uavhengig av vedlikeholdsbehov som tilsvarer ca. 20 % energisparing. Tilnærmet det EU kaller light renovation.
- **Ambisiøs energioppgradering.** Tiltak som i hovedsak gjøres uten underliggende vedlikeholdsbehov, som tilsvarer ca. 40 % energisparing. Tilnærmet det EU kaller medium renovation.
- **Energirehabilitering.** Tiltak som gjøres i forbindelse med vedlikeholdsdrivet rehabilitering som gir en besparelse på ca. 60 %. Tilsvare det EU kaller deep renovation.
- **NZEB rehabilitering.** Ambisiøs energirehabilitering initiert av vedlikeholdsbehov som reduserer energibruken til FutureBuilts definisjon av NZEB. EU har ikke definert dette nivået, som kan kalles very deep renovation, der man i tillegg til rehabilitering av bygningskropp og installasjoner ofte også gjør tiltak på termisk energiforsyning og i tillegg har noe solstrømsproduksjon.

Eksempler på tiltak i de ulike nivåene er beskrevet i vedlegg D.

Kvantitativt er nivåene vist i tabell 7–9.

Tabell 7. Spesifikk energibruk, spesifikk energibesparelse og spesifikk energikostnadsbesparelse og ulike tiltaksnivåer for småhus.

Nivåer	Spesifikk levert energi (kWh/m ² år)	Spesifikk energibesparelse (kWh/m ² år)	Spesifikk kostnadsbesparelse* (kr/m ² år)
Snitt bygningsmasse (2020)	178	-	-
Eksisterende bygg (-> 2010)	185	-	-
1. Energioppgradering	148	37	37
2. Ambisiøs oppgradering	112	73	73
3. Energirehabilitering	84	101	101
4. NZEB-rehabilitering	40	145	145

* Beregnet med en energipris på 1 kr/kWh.

Tabell 8. Spesifikk energibruk, spesifikk energibesparelse og spesifikk energikostnadsbesparelse og ulike tiltaksnivåer for leilighetsbygg.

Nivåer	Spesifikk levert energi (kWh/m ² år)	Spesifikk energibesparelse (kWh/m ² år)	Spesifikk kostnadsbesparelse* (kr/m ² år)
Snitt bygningsmasse (2020)	175	-	-
Eksisterende bygg (-> 2010)	190	-	-
1. Energioppgradering	150	40	40
2. Ambisiøs oppgradering	115	75	75
3. Energirehabilitering	83	107	107
4. NZEB-rehabilitering	40	150	150

* Beregnet med en energipris på 1 kr/kWh.

Tabell 9. Spesifikk energibruk, spesifikk energibesparelse og spesifikk energikostnadsbesparelse og ulike tiltaksnivåer for kontorbygg.

Nivåer	Spesifikk levert energi (kWh/m ² år)	Spesifikk energibesparelse (kWh/m ² år)	Spesifikk kostnadsbesparelse* (kr/m ² år)
Snitt bygningsmasse (2020)	210	-	-
Eksisterende bygg (-> 2010)	219	-	-
1. Energioppgradering	174	45	45
2. Ambisiøs oppgradering	130	89	89
3. Energirehabilitering	86	133	133
4. NZEB-rehabilitering	40	179	179

* Beregnet med en energipris på 1 kr/kWh.

5.2 Kostnader, støttenivå og lønnsomhet

Kostnader for tiltak både på nybygg og eksisterende bygg er hovedsakelig estimert ut fra erfaringstall fra Skanska. Skanska har lang erfaring med å bygge energieffektive bygg fra lavenergi- til plussushnivå for både nybygg og ved hovedrehabilitering. Skanska har også erfaring med kostnadsutvikling/-reduksjon over tid for både passivhus og plussushus. I analysene er det forutsatt en moderat kostnadsreduksjon over tid. Det vil si at kostnadsnivået vi har skissert er et forventet kostnadsbilde noen få år fram i tid (2–5 år). For boliger er det brukt tall fra ulike gjennomførte prosjekter, delvis innhentet priser i markedet og også tall fra forskningsprosjektene OPPTRE (Lien mfl., 2020) og EKSBO (2009).

Allerede i dag har vi robust og utprøvd teknologi og løsninger til å bygge plussushus for de aller fleste typer bygg, og for både nybygg og rehabilitering av eksisterende bygg. Plussushus er bedre enn det vi foreslår i denne rapporten for å halvere energibruken innen 2050. Problemet er at utbredelsen av denne typen bygg er for lav til at det har en signifikant påvirkning på energibruken aggregert for bygningsmassen. Det vi trenger, er derfor utløsende tilskudd som gjør at det bygges langt flere av denne typen høytytelsesbygg, slik at de får stor utbredelse og at det er mange aktører (entreprenører og byggefirmaer) som kan bygge dem. Det vil også bidra til at vi får mikroinnovasjoner over tid som stadig gjør teknologi bedre, mer robust og mer kostnadseffektiv. Dette er en forutsetning for at vi over tid kan skjerpe byggeforskriftene og samtidig redusere tilskudd til nye og eksisterende bygg.

For de tiltakene som vi mener bør støttes, det vil si de tre mest ambisiøse nivåene for oppgradering og rehabilitering og NZEB og plussushnivå for nye bygg, foreslår vi et støttenivå på 30–35 prosent av merkostnadene. Dette nivået reduserer tilbakebetalingstiden fra typisk 15–20 år til typisk 7–10 år, som vist i tabellene under. Basert på erfaringer fra blant annet Passivhus og lavenergiprogrammet til Enova mener vi at dette støttenivået er nødvendig for å utløse tiltak i den skala vi foreslår her (Dokka mfl., 2009; Rørvik mfl., 2015). Vi anser at barrierene er større for å gjøre omfattende tiltak på eksisterende bygg, og at man derfor bør ha støttenivåer som fører til noe kortere tilbakebetalingstid enn for nybygg. Det foreslåtte støttenivået mener vi er såpass lavt at det ikke fører til økt prisstigning, men det er likevel så høyt at det vil utvikle markedet og få det opp i en skala som gir god konkurranse og dermed mer kostnadseffektive løsninger.

Lønnsomhet er her kun beregnet med tilbakebetalingstid siden dette gir en enkel og transparent beregning. Tilbakebetalingstiden finnes ved å dele merkostnadene (investeringen) på årlig energikostnadsbesparelse, og tar ikke hensyn til renter og renteutvikling. Dette kan forsvares med at realrenten, hvis man tar hensyn til inflasjon de siste ti årene, generelt har vært negativ eller nær null (Smartepenger,

2023). I lønnsomhetsberegningene er det heller ikke tatt hensyn til at man kan forvente en høyere verdi på bygget med en høy energistandard. Det er å forvente at et nybygg med plussusstandard vil verdsettes høyere enn et TEK17-bygg.

For både nybygg og eksisterende bygg er det beregnet kostnadsnivå og lønnsomhet for tre byggkategorier: småhus, leilighetsbygg og kontorbygg. For de andre 11 yrkesbyggkategoriene er kontorbygg brukt som proxy for alle yrkesbygg. Energistatistikken fra Enova (2017) indikerer at kontorbygg er tilnærmet "tyngdepunkt" for yrkesbygg energimessig. Det er flere byggkategorier som har høyere energibruk (forretningsbygg, sykehus, sykehjem), men det er også byggkategorier som har lavere energibruk (skoler, barnehager mfl.). Ved å bruke kontorbygg som utgangspunkt for tiltakspakker, energibesparelse, kostnadsestimat og lønnsomhet mener vi at det gir et ganske riktig bilde av yrkesbygg som helhet.

5.2.1 Nybygg

For nybygg er det kun sett på merkostnader, støttenivå og lønnsomhet for FutureBuilt-nivåene NZEB³ og plussus, sammenliknet med TEK17. Med forslag til FutureBuilt NZEB-nivå i 2030 og nærme plussusnivå i 2040 er det viktig å få stor utbredelse av disse nivåene for å bygge opp erfaring, kompetanse og utvikle kostnadseffektiv teknologi og løsninger slik at nivåene kan innføres som forskriftskrav uten stor motstand. Denne utviklingen av teknologi og løsninger er også viktig for ROT-markedet (rehabilitering og oppgradering). Estimerte merkostnader for de to nivåene er vist i tabellene 10, 11 og 12 for henholdsvis småhus, leilighetsbygg og kontorbygg. Eksempel på kostnadsbilde for å nå de to nivåene er gitt i vedlegg D. Det er foreslått et støttenivå på henholdsvis 500 og 900 kr/m² for de to nivåene, som ligger på 30–35 % av estimerte merkostnader, og som reduserer tilbakebetalingstid ned mot ca. 10 år.

Tabell 10. Spesifikk merkostnad for tiltak, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte for småhus.

Nivåer	Spesifikk merkostnad (kr/m ²)	Forslag støttenivå (kr/m ²)	Tilbakebetalings- tid uten støtte (år)	Tilbakebetalings- tid med støtte (år)
TEK30/NZEB-NIVÅ*	1 500	500	20	13,3
Plussus*	2 500	900	21,7	12,1

* FutureBuilt-nivå (www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier).

Tabell 11. Spesifikk merkostnad for tiltak, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte for leilighetsbygg.

Nivåer	Spesifikk merkostnad (kr/m ²)	Forslag støttenivå (kr/m ²)	Tilbakebetalingstid uten støtte (år)	Tilbakebetalings- tid med støtte (år)
TEK30/NZEB-NIVÅ*	1 200	500	20	11,7
Plussus*	2 000	900	19,6	10,8

* FutureBuilt-nivå (www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier).

³ Dette nivået må ikke forveksles med NZEB-nivået som ble definert i forbindelse med implementeringen av taksonomien i Norge. Veiledning: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/retteleing-om-utrekning-av-primarenergi-og-energirammer-for-nesten-nullenergibygninger/id2961158/>. FutureBuilds definisjon av NZEB ligger betydelig nærmere null-energi: <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier>.

Tabell 12. Spesifikk merkostnad for tiltak, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte for kontorbygg.

Nivåer	Spesifikk merkostnad (kr/m ²)	Forslag støttenivå (kr/m ²)	Tilbakebetalingstid uten støtte (år)	Tilbakebetalings-tid med støtte (år)
TEK30/NZEB-NIVÅ*	1 200	500	15	8,8
Plusshus*	2 000	900	16,4	9,0

* FutureBuilt-nivå (www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier).

5.2.2 Eksisterende bygg

I tabell 13 til 15 vises merkostnader per kvadratmeter, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte i eksisterende bygg for henholdsvis småhus, leiligheter og kontorbygg. Merkostnadene for de fire nivåene er beregnet i vedlegg D.

Tabell 13. Spesifikk merkostnad for tiltak, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte for småhus.

Nivåer	Spesifikk merkostnad (kr/m ²)	Forslag støttenivå (kr/m ²)	Tilbakebetalingstid uten støtte (år)	Tilbakebetalings-tid med støtte (år)
1. Energioppgradering	200	0	5,4	5,4
2. Ambisjos oppgradering	850	250	11,6	8,2
3. Energirehabilitering	1 500	500	14,9	9,9
4. NZEB-rehabilitering	2 500	1 000	17,2	10,3

Tabell 14. Spesifikk merkostnad for tiltak, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte for leilighetsbygg.

Nivåer	Spesifikk merkostnad (kr/m ²)	Forslag støttenivå (kr/m ²)	Tilbakebetalingstid uten støtte (år)	Tilbakebetalings-tid med støtte (år)
1. Energioppgradering	280	0	7,0	7,0
2. Ambisjos oppgradering	850	250	11,3	8,0
3. Energirehabilitering	1 500	500	14,0	9,3
4. NZEB-rehabilitering	2 500	1 000	16,7	10,7

Tabell 15. Spesifikk merkostnad for tiltak, forslag til støttenivå og tilbakebetalingstid med og uten støtte for kontorbygg.

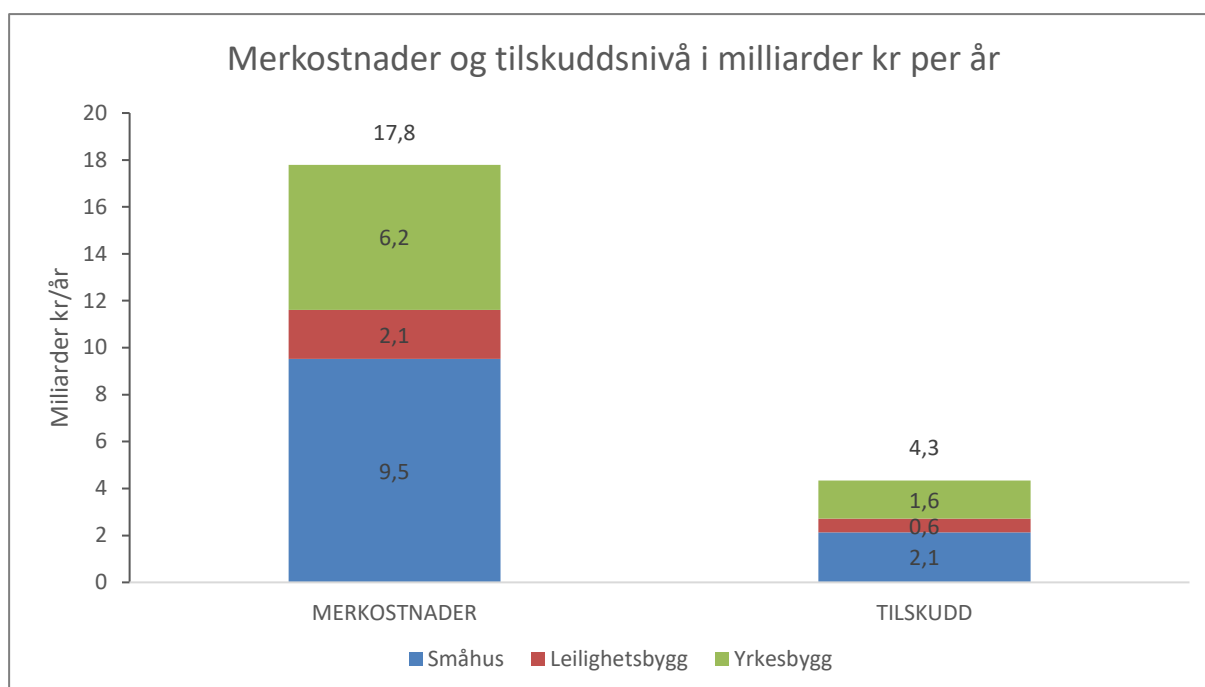
Nivåer	Spesifikk merkostnad (kr/m ²)	Forslag støttenivå (kr/m ²)	Tilbakebetalingstid uten støtte (år)	Tilbakebetalings-tid med støtte (år)
1. Energioppgradering	280	0	6,2	7,0
2. Ambisjos oppgradering	900	250	10,1	7,3
3. Energirehabilitering	1 570	500	11,8	8,0
4. NZEB-rehabilitering	2 400	1 000	13,4	8,4

5.3 Estimerte samfunnskostnader

5.3.1 Aggregerte merkostnader og samfunnskostnader

For å estimere gjennomsnittlig energibruk for ulike bygningskategorier er det i vedlegg C beskrevet en bygningsmassemmodell som er kalibrert mot energistatistikk fra SSB og Enova. I modellene er det også estimert nybyggrater, saneringsrater, oppgraderingsrater og rebrater. Ut fra denne modellen er det beregnet at **totale merkostnader for energiltakene på både nye og eksisterende bygg for alle byggkategorier vil ligge på ca. 18 milliarder kroner per år**. Dette er fordelt med litt over 50 % på småhus og resten på leilighetsbygg og yrkesbygg som vist i figur 14. Dette kan høres mye ut, men bare på boliger er det estimert at det brukes ca. 90 milliarder kroner på oppussing i året (Prognosesenteret, 2023). Hvis 5–10 % av dette ble brukt på energieffektivisering, vil man allerede ha finansiert mye av merkostnadene foreslått her.

Videre er det beregnet at for å få utløst beregnet potensial er det **behov for støtte på 4–5 milliarder NOK per år**, som vist i figur 14. Dette er betydelig høyere enn det som gis i støtte til energieffektivisering i dag, og kan virke som et stort beløp. Men det er viktig å se dette beløpet opp mot alternativene vi har for å løse klimamålsetningene vi har satt og energiunderskuddet vi går mot. Denne frigjøringen av energi vil føre til langt mindre inngrep i naturen, redusere behovet for nettutbygging betydelig og være en tilnærmet konfliktfri løsning sammenliknet med de alternative løsningene. Et tilleggsargument er at dette vil gjøre at den enkelte bolig- og byggherre kan bidra til å løse klima- og energiutfordringen samtidig som de gjør byggene sine mer energirobuste og øker byggenes verdi.

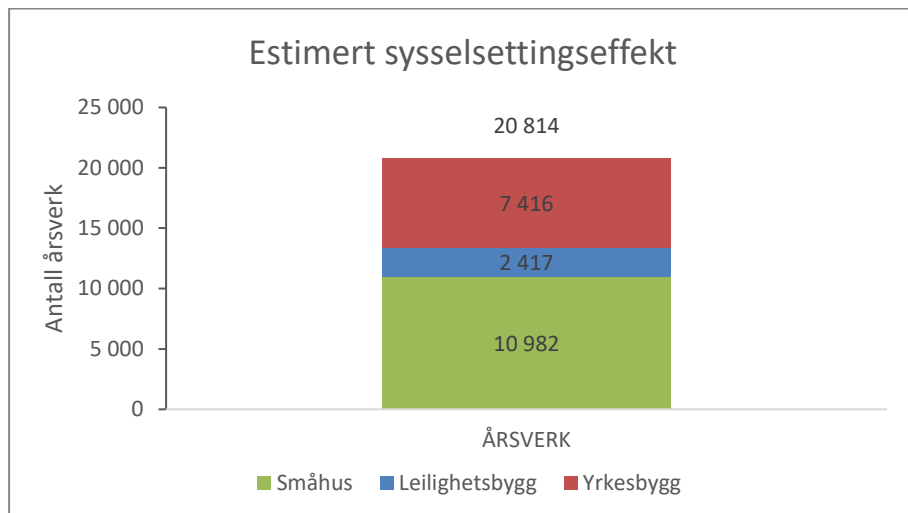


Figur 14. Beregnet aggregerte årlige merkostnader for hele bygningsmassen og estimert nødvendig tilskudd for å utløse potensialet.

I regnestykket over er det ikke tatt hensyn til provenyeffekt for staten. Både økte skatteinntekter (se kap. 6.2.3) og økte avgiftsinntekter (mva) vil dekke en betydelig andel av det foreslåtte tilskuddet. Provenyeffekten er ikke kvantifisert i denne studien.

5.3.2 Estimert sysselsettingseffekt

I rapporten *Mye miljø for pengene* (Dokka mfl., 2009) ble sysselsettingseffekten av stortilt satsing på energieffektivisering estimert. Det ble estimert at 1,0 million i omsetning ga ca. 1,5 årsverk. Justert for inflasjon mellom 2009 og 2020 (ca. 27 %) er sysselsettingseffekten estimert til ca. 21 000 årsverk som vist i figur 15. Det omfatter "grønne" nye arbeidsplasser i både utførende ledd (for eksempel håndverker-tjenester) og arbeidsplasser som krever høyere utdanning.



Figur 15. Estimert sysselsettingseffekt i antall årsverk basert på årlige merkostnader på ca. 18 milliarder kroner i året.

6 Målsettinger og virkemidler

I dette kapitlet gjennomgår vi først EUs målsettinger og virkemidler for energieffektivisering i byggesektoren. Videre ser vi nærmere på hva som foreslås av Energikommisjonen (NOU, 2023:3), og til slutt ser vi på innspillene til OEDs arbeid med handlingsplan for energieffektivisering fra de viktigste virkemiddelaktørene, som i denne sammenheng er Enova, DiBK og NVE (OED 2023). I vedlegg E har vi gjennomgått og vurdert høringsinnspill til arbeidet med handlingsplanen fra sentrale organisasjoner for byggenæringen. Vi har også hatt møter og diskusjoner med mange av disse organisasjonene om hvordan virkemidler bør innrettes for å nå energikommisjonens og EUs målsettinger. Basert på dette foreslår vi i kapittel 6.4 ti tiltak og virkemidler, der de fem første er avgjørende for å nå målsettingene og de resterende er sekundære, men kan bidra til å nå målsettingene raskere og mer kostnadseffektivt.

6.1 EUs målsettinger og virkemidler

I løpet av de siste ti årene har EU forpliktet seg til ambisiøse energi- og klimamål og innført omfattende lovgivning for å oppnå dem. Ettersom bygningsmassen i EU står for omtrent 40 % av energibruken og 36 % av totale klimagassutslipp, spiller energieffektivisering en avgjørende rolle for å oppnå klimanøytralitet innen 2050 og minst 55 % reduksjon av klimagassutslipp innen 2030. For å nå målet om 55 % reduksjon av utslippene innen 2030 har Europakommisjonen anslått at klimagassutslippene fra bygninger må kuttes med 60 %, sluttbruk av energi i bygg må kuttes med 14 % og energibruk til oppvarming og kjøling må kuttes med 18 % sammenliknet med 2015-nivå (Europakommisjonen, 2020). Fra EUs 2030-rammeverk for klima og energi, som har styrket relevant EU-lovgivning (Europakommisjonen, 2014), til de nåværende forslagene under Klar for 55-pakken (Fit for 55), Europeisk rehabiliteringsbølge (European Renovation Wave) og Repower EU-pakken, skjer det framskritt i å akselerere energiomstillingen i Europa, ikke minst for rehabilitering av bygninger (Europakommisjonen, 2020; 2021; 2022).

6.1.1 Målsettinger og virkemidler i EED

Det overordnede målet for energieffektivisering i EU er satt i energieffektiviseringsdirektivet (EED) som først trådte i kraft i 2012. Den nyeste versjonen av EED, framforhandlet i 2023, inneholder et mål om at energibruken i EU skal reduseres med 11,7 % i 2030, målt mot en framskrivning av sluttbruk av energi laget i 2020. Medlemslandene må melde inn sine egne nasjonale bidrag for å nå det samlede målet i sine nasjonale energi- og klimaplaner, som vil bli fulgt opp av kommisjonen (Europakommisjonen, 2023).

I tillegg til nye forpliktende mål og kontinuerlig oppfølging, introduseres en rekke nye bestemmelser:

- Energieffektivisering skal prioriteres og vurderes som første alternativ når større planleggings- og investeringsbeslutninger gjøres i energisystemet. Landene skal utarbeide verktøy for nytte-kostnadsanalyse som verdsetter virkningene av energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet.
- Konkrete energieffektiviseringsforpliktelser økes fra 0,8 til 1,9 % årlig reduksjon i sluttbruk fram mot 2030. Det vil sette et krav til 1,5 % årlig energieffektivisering i snitt de neste årene.
- En andel av energiforpliktelsene skal målrettes for å redusere energifattigdom.
- Medlemslandene skal utvikle regelverk og støtte for at sluttbrukere kan bli aktive kunder i lokale energisamfunn som kan bidra til å løse nettutfordringer og gi sosial aksept til omleggingen av energisystemet.

- Offentlig sektor skal lede an i energieffektiviseringsarbeid og rehabilitering av bygg. Blant annet skal informasjon om energiforbruk og energimerke til offentlige bygg gjøres tilgjengelig.

Det nye direktivet legger også opp til nye krav og energieffektiviseringsmål i offentlig sektor. Energibruken skal reduseres med 1,9 % per år målt mot sluttbruk i offentlig sektor i 2021. I tillegg må medlemslandene hvert år oppgradere minst 3 % av det totale klimatiserte gulvarealet som eies eller disponeres av offentlige myndigheter. Ambisjonsnivået for energirehabiliteringen er økt til NZEB eller nullutslippsnivå eller tilsvarende (Europakommisjonen, 2023).

6.1.2 Den europeiske strategien for rehabilitering og EBPD

For å oppnå målet om klimanøytralitet innen 2050 og klimamålene for 2030 må bygningssektoren øke både takten og omfanget av energirehabiliteringer. Den sentrale målsettingen i den europeiske strategien for rehabilitering av bygg er en årlig reduksjon på minst 2 % av primærenergibruken i den samlede bygningsmassen innen 2030 (Europakommisjonen, 2020). Ifølge rehabiliteringsstrategien skal dette først og fremst oppnås gjennom energieffektivisering ved at volumet i rehabiliteringsmarkedet vris fra oppgraderinger som gir ingen eller små energibesparelser, og mot kostnadseffektive energioppgraderinger (som kan gjennomføres i ett eller flere trinn), i tillegg til å stimulere til at flere bygg energirehabiliteres til et nivå som gir en besparelse på minst 60 % av primærenergibruken (det EU kaller "deep renovation"). Denne typen energirehabilitering av bygningsmassen må opp fra dagens 0,2 % til 3 % årlig ifølge tenketanken Building Performance Institute Europe (BPIE). De anslår at 70 % av energirehabiliteringen bør være "deep" i 2030 (BPIE, 2021).

En ny definisjon av nivåer for "deep renovation", "staged deep renovation" (hvor oppgraderingene gjøres i trinn over en periode) og "zero-emission" er i ferd med å forhandles fram i forslaget til nytt EU-bygningsenergidirektiv (EPBD). Det endelig reviderte direktivet er ennå ikke ferdig, men noen av de sentrale forslagene som deles av Rådet og Europaparlamentet i deres standpunkt for forhandlinger, er:

- Minimumskrav til energiytelse for eksisterende bygninger (MEPS) og harmonisering av energimerkeordningen. Det foreslås at skalaen for energimerking justeres slik at G tilsvarer de dårligste bygningene i landet, og en trinnvis innfasing av krav til at byggene med den dårligste energikarakteren skal forbedre energiytelsen. MEPS kan komme til å sette en nedre grense for energimerke til eksisterende bygg, og kravene kan gjøres gjeldende for hele bygningsmassen (med noen unntak) innen et gitt tidspunkt eller ved salg og utleie.
- Nasjonale handlingsplaner for rehabilitering (NBRP) med resultatmåling, evaluering og justering av virkemidler for å mobilisere investeringer i rehabilitering av bygg. NBRP skal definere nasjonale mål for 2030, 2040 og 2050 for å oppnå en bygningsmasse med null utslipp og høy energieffektivitet innen 2050.
- Introdusere frivillige rehabiliteringspass som et verktøy for stegvis rehabilitering. Passene er digitale dokumenter som skal samle informasjon om bygget og inneholde en frivillig plan for trinnvis energirehabilitering utarbeidet av kvalifiserte eksperter. Rehabiliteringspasset skal gi informasjon om muligheter for finansiering og teknisk veiledning i tillegg til å beskrive energibesparelser, CO₂-reduksjoner og andre forbedringer.

6.2 Mål og virkemidler i Energikommisjonens rapport

I Energikommisjonens rapport (NOU, 2023:3) er det satt et ambisiøst mål om energieffektivisering i byggsektoren i størrelsesorden 15–20 TWh innen 2030 sammenliknet med energibruken i 2015. Det er noe uklart om denne målsettingen inkluderer solstrøm produsert på byggene.

Kommisjonen peker på at det bør lages en konkret plan for ulike bygningskategorier, med økonomiske, regulatoriske og pedagogiske virkemidler, og der det settes spesielt fokus på eksisterende bygninger. Denne planen må følges opp med årlige målinger og justering av virkemidler.

Det foreslås et sett av virkemidler, der noen viktige er:

- Etablering av et informasjons- og kompetanseprogram for byggeiere og byggenæringen
- Gi håndverksbedrifter insentiver for å selge inn energieffektivisering
- Innføre krav om energirevisjon av alle yrkesbygg med høyt energiforbruk
- Endre Enovas mandat slik at det omfatter energieffektivisering, og utvide støtteordningene til å omfatte tilskudd til modne teknologier
- Sette strenge krav til offentlige byggeiere og byggleiere med hensyn til rehabilitering, krav til energikarakter ved leie og mål for å øke den årlige rehabiliteringstakten for offentlige bygg
- Revidere energimerkeordningen slik at den igjen blir et effektivt virkemiddel for redusert energibruk
- Skjerpe energikravene i byggeforskriftene, og gjøre endringer slik at det tas hensyn til varmepumper og andre energieffektive oppvarmingsløsninger og solstrømanlegg

6.3 Innspill til handlingsplanen for energieffektivisering fra Enova, DiBK og NVE

For OEDs arbeid med handlingsplan for energieffektivisering (OED, 2023) er Enova, DiBK og NVE de viktigste virkemiddelaktørene for byggenæringen. I sine innspill har de beskrevet omfattende behov og muligheter for endringer av både juridiske, økonomiske og pedagogiske virkemidler som må til for å oppnå potensialet for energieffektivisering av bygningsmassen. Viktige innspill fra Enova, DiBK og NVE er sammenfattet under og kommentert i forhold til våre beregninger for Ultra grønn-scenarioet.

Enova er det viktigste myndighetsforetaket med ansvar for økonomiske virkemidler for energieffektivisering av bygningsmassen. I oppdragsbrevet for 2023 fikk Enova et særskilt oppdrag om en forsterket satsing innen energi og energieffektivisering. Oppdraget gikk ut på å levere en anbefaling for hvordan de best kan følge opp mandatet og gi innspill til regjeringens arbeid med en handlingsplan for energieffektivisering. I orienteringen vises det til seks dokumenter til saken, der fire er relevante for energieffektivisering av bygningsmassen: 1) Covernotat og oppsummering, 2) Innspill til handlingsplan, 3) Orientering om styrket satsing på energieffektivisering, og 4) Enovas vurdering av romertallsvedtak III og IV (om innretning av Enova-tilskuddet for eneboliger og småhus). Enovas innstilling ble publisert i forkant av OEDs høringsmøte, og mange av de andre innspillene refererer til denne (Enova, 2023).

I covernotatet *Oppdrag energi. En styrket satsing på energieffektivisering* beskrives: "Hvordan utløse ytterligere tiltak knyttet til mer moden og velkjent teknologi, og løsninger som både bidrar til mer effektiv energibruk og et mer fleksibelt energisystem? Målet er at tiltakene skal bidra til varige endringer i markedene, gitt de kriteriene Enova legger til grunn for å sikre varig endring, f.eks. i næringsbygg og boligbygg."

I innspillet til handlingsplan for energieffektivisering foreslår Enova om videre virkemiddelbruk at det gjennomføres en evaluering av eksisterende virkemidler og at eksisterende mål for energieffektivisering

gjennomgås. Videre foreslår Enova om byggteknisk forskrift (TEK), som er innenfor DiBKs ansvarsområde, at kravene bør gjelde ved all renovering, krav til energifleksibilitet bør gjelde alle bygningsstørrelser, og det bør vurderes å sette driftsmessige energikrav til bygningskategorier med høyt energirammekrav. Enova foreslår også at EUs taksonomi for grønne investeringer bør gjennomføres og at støtte til FoU rettet mot hele energisystemet bør holdes på et høyt nivå. For egne ordninger foreslår Enova at energimerket bør endres, støtte til senfase teknologiutvikling bør vurderes økt, støtte til markedsintroduksjon bør tilpasses teknologi- og markedsutviklingen, og støtte til økt markedsopptak av modne teknologier bør være tidsavgrenset. Støtten fra Husbanken for lavinntektsgrupper bør vurderes økt og utvidet til flere grupper enn leietakere i kommunale boliger.

I notatet "Orientering om en styrket satsing på energieffektivisering" foreslår Enova to nye virkemidler for yrkesbygg og flerboligbygg (leilighetsbygg organisert som boligselskap): 1) Støtte til kartlegging av energi- og klimatiltak, og 2) Investeringsstøtte som stimulerer til energimerking, energitjenester og energieffektivisering. For eneboliger og småhus videreføres støtte til energirådgiving og demonstrasjon av helhetlig oppgradering av bolig, støtte til enkeltteknologier og støtte til informasjonsvirkemidler.

Våre kommentarer: Anbefalingene fra Enova er viktige for gjennomføringen av en økt energieffektivisering av bygningsmassen, men ikke tilstrekkelige for å nå potensialet foreslått i denne rapporten. Endring av energimerke og innføring av EU-taksonomi er interessant både i forhold til planlegging av tiltak, gjennomføring og muligheter for oppfølging og måling av resultater. Forslaget om nye støtteordninger for yrkesbygg og flerboligbygg støttes av mange. Flere av aktørene som har gitt innspill til handlingsplanen, har likevel noen kritiske kommentarer. Det gjelder spesielt at Enova ikke anbefaler støtte til trinnvis oppgradering av småhus. Flere er også kritiske til at Enova ikke anbefaler sektorvise mål. Enova anbefaler imidlertid mål for eksisterende bygg og at sektorvise mål eventuelt bør vurderes grundigere.

Enova mener at økonomiske barrierer ikke er viktige for energioppgradering. Vår erfaring er at det er svært viktig og avgjørende å ta hensyn til de økonomiske barrierene for å kunne gjennomføre energioppgradering på et ambisiøst nivå.

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) er vårt viktigste organ for juridiske virkemidler for byggsektoren. I sitt innspill til handlingsplanen for energieffektivisering (OED, 2023) peker DiBK på en rekke muligheter for endringer i byggteknisk forskrift (TEK17) og plan og bygningsloven (pbl). For nye bygg skriver DiBK at skjerping av krav til energieffektivitet må inkludere egenprodusert energi i energirammen (som solceller og varmepumper). DiBK har fått i oppdrag fra Kommunal- og distriktsdepartementet (KDD) å vurdere utvidelse av krav til energifleksibilitet. Videre foreslår DiBK å vurdere krav om individuelle energimålere for varme og tappevann i boligblokker og yrkesbygg, krav om energibudsjett for alle bygg og krav om smart drift av store bygg (energiledelse og energistyring). For eksisterende bygg foreslår DiBK å vurdere om veileder for tiltak på eksisterende bygg skal endres for å bidra til at det kan settes krav til energioppgradering av kommunale bygg. DiBK mener det bør vurderes om det er hensiktsmessig å innføre minimumskrav for enkelte tiltak som vinduer, dører og ventilasjon når tiltaket gjennomføres.

Videre foreslår DiBK å forenkle søknadsprosessen for enkle tiltak som bytte av vinduer, etterisolering av yttertak og installering av solceller, og at det bør vurderes hvordan kommuner kan gi tillatelse til

energieffektiviseringstiltak som utfordrer planbestemmelsene (mønehøyde, gesimshøyde og utnyttelsesgrad).

Våre kommentarer: Innføring av DiBKs foreslåtte skjerpede krav er nødvendig for å utløse energisparepotensialet i vårt Ultra grønn-scenarior. Vi mener forslaget om å inkludere egenprodusert energi i energirammen for nye bygg er spesielt viktig. Dette vil bety at målepunktet endres fra netto energibehov til levert energi. Krav til energifleksibilitet, smart drift og innføring av minimumskrav til enkelte tiltak er også viktige premisser for å nå målene og utløse potensialene. Kravene må skjerpes tilstrekkelig mye, og prosessen må gå raskt.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) foreslår i sitt innspill til handlingsplanen for energieffektivisering å bli den koordinerende myndigheten for energieffektivisering med ansvar for oppfølging og måling av utviklingen. NVE anbefaler nye og skjerpede virkemidler og en bred prosess med aktiv medvirkning fra bransjer, forbrukere og myndigheter fordi kompetanse, nyskaping, folkelig oppslutning og informasjon er viktig.

NVE mener at økonomiske støtteordninger og regulatoriske krav er de sterkeste virkemidlene, og at andre virkemidler skaper oppmerksomhet og derfor også er viktige for gjennomføring av tiltak. Energikravene i TEK er det sterkeste virkemidlet for nybygg og for vesentlig ombygging. Den største utfordringen er energieffektivisering i eksisterende bygg. NVE mener at målet for redusert energibruk i hele bygningsmassen bør gjelde både energieffektivisering, energiomlegging og lokal energiproduksjon på og i bygninger (solstrøm og varmepumper). De foreslår også utredning av strengere krav til energifleksibilitet. Viktige punkter i NVEs innspill er at skjerping av TEK må inkludere endring fra netto energibehov til levert energi og at det må stilles krav til klimagassutslipp fra materialer.

NVE skriver videre at for eksisterende bygg bør Norge ta i bruk ordningen som er foreslått i EUs reviderte bygningsenergidirektiv, der det stilles krav til minstestandard og energikarakter innen et visst år (innen 2030). Det bør gis tilskudd til de som gjennomfører tiltak tidlig. Markedet må utvikles med informasjon og kompetanse for energirådgivere, håndverkere og byggevareforretninger, det må utvikles standardiserte løsninger og energimerkeordningen må revideres. Tilskuddsordninger bør settes i gang raskt, og utvikling av krav vil ta lengre tid. For forbrukere er kompetanse, motivasjon og muligheter viktig. Bevissthet om eget forbruk kan økes ved bruk av sanntidsenergimåling (AMS-målere). NVE foreslår også krav til offentlige virksomheter – både statlig og kommunal forvaltning – om å være i front, blant annet ved å stille krav til årlig kommunal rapportering, kommunale kompetansesentre og krav i innkjøpsregelverket.

Våre kommentarer: Innspillene fra NVE er i tråd med vårt Ultra grønn-scenarior og vil være viktige for å utløse potensialet for energieffektivisering i bygg. Forslaget om aktiv medvirkning fra bransjen som skal gjennomføre tiltakene, er svært viktig, men det kan også føre til bremsing av ambisiøse mål og må gjennomføres på en pragmatisk måte. Vi er enige med NVE om at krav og tilskudd må ses i sammenheng, og at tilskuddsordninger bør innføres raskt.

6.4 Våre forslag til tiltak og virkemidler som må til for å utløse energisparepotensialet

Vi anbefaler å innføre en rekke tiltak og virkemidler for å utløse energisparepotensialet i eksisterende bygg og nybygg. Virkemidlene er basert på ambisjonene og potensialet vi har beregnet i denne rapporten, med ca. 13 TWh spart i 2030 og halvering av energibruken i 2050. Våre forslag til tiltak og virkemidler er påvirket av dialogen med andre organisasjoner og deres høringsinnspill, og mange av virkemidlene vist under er også foreslått av andre.

Vi foreslår ti tiltak og virkemidler, der de fem første vurderes som helt avgjørende for at det beregnede potensialet skal utløses. De fem siste er foreslåtte tiltak som vi anbefaler at myndighetene utreder og vurderer å innføre på lengre sikt. Punkt 7 (Energiforpliktelse) kan på sikt ta over for punkt 2 (Tilskudd).

1. **Klare mål.** Skal man få til reelle besparelser i byggsektoren, må man sette langsiktige, konkrete, forpliktende og etterprøvbare mål. Målene må defineres slik at faktisk utvikling kan måles basert på reell energibruk i henhold til SSBs energivarebalanse.⁴ Målet må derfor omfatte energibruk i hele bygningsmassen, inkludert eksisterende bygg og alle nye bygg. Målet må følges opp med årlig eller kontinuerlig oppfølging og måling slik at tiltak og virkemidler kan justeres ved behov, dette for å sikre at målene oppnås.
2. **Tilskudd.** Det bør gis tilskudd på ca. 30–35 % av beregnet merkostnad for energi-effektiviseringstiltak i eksisterende bygg. Som argumentert for i kapittel 5, er dette nødvendig for at det skal ha utløsende effekt. Tilskuddene må være teknologinøytrale i forhold til passive tiltak på bygningskropp, installasjoner i bygget, termisk energiforsyning (for eksempel varmepumper) og lokal el-produksjon (for eksempel solceller). Dette gjør at man vil velge de mest effektive og lønnsomme tiltakene på et gitt bygg.
3. **Grønne lån.** Det bør innføres gunstige låneordninger som finansierer de siste 65–70 % av investeringene, særlig for de med liten til moderat investeringsevne. Husbanken og Kommunalbanken bør gi grønne lån, i tillegg til at taksonomien kan bidra i det ordinære finansmarkedet. Lån bør være teknologinøytrale for å gi best og mest effekt.
4. **Samordning.** Det må skje en samordning av byggteknisk forskrift (TEK), energimerking (EMS) og Taksonomien. I dag brukes ulike beregningspunkter for disse tre forskriftene, og beregningene er normert på en måte som gjør at de ikke kan sammenliknes med reell (målt) energibruk. Det gjør at mye ressurser blir brukt på dokumentasjon av energibruk som i praksis ikke kan brukes til å beregne utmåling av lån og støtte eller måling av spart energi. Disse forordningene må ha samme beregningspunkt, og de må ta hensyn til lokal fornybar energi-produksjon som varmepumper og solceller. De må forholde seg til virkelig energibruk, og ikke kun teoretisk energibruk som nå. Det må koordineres mot siste bygningsenergidirektiv. Beregningene må være så realistiske at de kan brukes til rettighetsbasert utløsning av tilskudd og grønne lån, og kunne brukes til sammenlikning av aggregert redusert energibruk nasjonalt. Nasjonale standarder og verktøy for dette er allerede tilgjengelig.

⁴ Bygningsmassen er beskrevet gjennom [bygningssklassifiseringen i NS 5437](#). SSB presenterer statistikk for energibruk fordelt på næringsgrupper definert i [næringsgrupperingen NACE Rev 2](#). For å kunne bruke statistikk fra SSBs energibalanse til å følge med på faktisk utvikling i energibruk i bygningsmassen, må man derfor bruke de detaljerte postene 12.3.3 Privat og offentlig tjenesteyting, inkl. forsvar og 12.3.4 Private husholdninger i [Energibalansen](#) for å beskrive energibruken i alle bygningskategorier unntatt kategori 2 Industri og lagerbygning.

5. **Skjerpede nybyggkrav.** Trinnvis skjerping av nybyggkrav i teknisk forskrift (TEK) hvert femte år er et rimelig og effektivt tiltak. Omfattende erfaring fra de siste 20 årene viser at tiltak og løsninger blir billigere over tid, men de bør kombineres med tilskudd til prosjekter som ligger 10–15 år foran dagens krav. Nybyggkrav bør være teknologinøytrale for å gi best og mest effekt.
6. **Rehab-TEK.** Det bør vurderes å innføre en egen forskrift for rehabilitering og oppgradering av bygg. Denne kan være todelt:
 - I. Ved at den stiller komponentkrav ved rehab/oppgradering, det vil si at det settes minstekrav til for eksempel U-verdi ved utskifting av vinduer. For verneverdige bygninger kan det gis dispensasjon fra disse kravene.
 - II. I sitt arbeid med nytt bygningsenergidirektiv har EU foreslått at de energimessig dårligste byggene (med energimerke F og G) skal oppgraderes minst en eller to klasser innen 10 år. Vi slutter oss til dette, men mener at det for eksempel de åtte første årene bør gis støtte for denne oppgraderingen. De som ikke har gjort oppgraderingen etter åtte år, må gjøre det uten støtte.
7. **Energiforpliktelser.** Energiforpliktelser eller hvite sertifikater kan pålegge nettselskaper å gjennomføre energibesparelser. Det kan gjøres ved at nettselskapene kan inngå energispareavtaler med både private husholdninger og offentlige og kommersielle byggherrer. Avtalene må inneholde finansiering/delfinansiering av energisparepakkene. Nettselskapene sitter på lokale/regionale data (el-hub++), så energitiltak kan etterprøves regionalt, lokalt eller for enkelt-husstander. Finansiering av energiforpliktelser kan for eksempel skje på samme måte som nettutbygging finansieres i dag. Det anbefales at myndighetene utreder dette som et alternativ eller supplement til direkte tilskudd (punkt 2).
8. **Netto tariff.** Bygg som produserer egen elektrisk energi, for eksempel med solceller, vil i perioder eksportere energi ut på nettet. Med dagens tariffer får man ofte langt dårligere betalt for det man selger til nettet sammenliknet med det man kjøper fra nettet. Netto avregning månedvis, kvartalsvis eller over året der man kan avregne det man selger mot det man kjøper, vil kunne gi en betydelig bedre lønnsomhet, og gi større sikkerhet for de som investerer i solcelleanlegg. Enkelte kraftleverandører i Norge tilbyr slike tariffer allerede i dag.
9. **Nasjonalt og regionalt måleverktøy.** Som foreslått av energikommisjonen og tidligere av Arnstadutvalget, bør det opprettes et nasjonalt og regionalt måleregime for å etterprøve oppnådde besparelser lokalt, regionalt og nasjonalt. Videre bør det evalueres og måles hvordan ulike virkemidler virker, og virkemidlene bør justeres basert på dette. Vi støtter forslaget om at NVE får et koordinerende ansvar for denne oppfølgingen og målingen. NVE har både godt inngrep med og kompetanse på energibrukssiden, energidistribusjon (el-nettet og fjernvarmenett) samt kraftproduksjonen. Dette er avgjørende fordi forbruk, distribusjon og produksjon må ses i nær sammenheng i framtidens energisystem.
10. **Åpne for nabodeling av elektrisk energi.** Bygg innenfor et energiområde må kunne samkjøres og utveksle energi med hverandre. Med et energiområde menes et begrenset område med bygninger som ut fra tekniske og økonomiske forhold kan og ønsker å utveksle energi – enten termisk eller elektrisk. Det må legges til rette for nabodeling av energi, og dagens regelverk må endres slik at det legges til rette for lagring og bruk av energi på områdenivå. Ved å bygge energinabolag kan det spares effekt og redusere kostnader for lokal energiproduksjon (termisk og elektrisk).

7 Konklusjon og anbefalinger

Denne studien viser at det er et stort potensial for energisparing i bygningsmassen, og bygningsmassen kan spille en sentral rolle for å avlaste framtidens energisystem. Ultra grønn-scenariot fører til en halvering av levert energi til bygningsmassen i 2050 sammenliknet med 2020. Det vil frigjøre 42 TWh elektrisitet til andre sektorer. Energieffektivisering av bygningsmassen vil også føre til betydelig reduksjon i topplast og behov for nettutbygging.

Vi har lagt vekt på å definere Ultra grønn-scenariot slik at det gjenspeiler en utvikling som vi mener faktisk er mulig, basert på bygningsmassens dynamikk, kjent teknologi og kjente tiltak. Men vi understreker igjen at Ultra grønn-scenariot er svært ambisiøst og antar raskest og best mulig utvikling for både energinivå, oppvarmingsteknologi og solstrøm. Det er mulig, men vil kreve omfattende tiltak som settes inn raskt.

Forskjellen mellom de to scenarioene, Baseline og Ultra grønn, i samlet levert energi i 2050 er på hele 44 TWh. Dette viser at potensialet ikke vil utløses "av seg selv". Ved en fortsettelse av dagens trender vil energibruken i bygningsmassen øke, og bygningsmassen vil ikke avlaste energisystemet.

Potensialet for energieffektivisering er beregnet med utgangspunkt i bygningsmassens utvikling og dynamikk. RE-BUILDS-modellen simulerer hva som vil ha behov for å rehabiliteres på ulike tidspunkter. Rehabilitering er en anledning til å gjennomføre energieffektiviseringstiltak. På eksisterende bygg er mange energieffektiviseringstiltak bare aktuelle å gjennomføre når bygget likevel gjennomgår rehabilitering på grunn av behov for vedlikehold. Hvis man uansett skal oppgradere fasaden, vinduer, tak eller dører, eller skifte ventilasjonssystem, er kostnaden ved energieffektivisering lik merkostnaden for de mest energieffektive løsningene sammenliknet med det som vanligvis blir brukt. Og når bygningen likevel går gjennom en totalrehabilitering, har man en mulighet til å legge inn vannbåret oppvarmingssystem, som er en forutsetning for å kunne bruke mest energieffektiv oppvarmingsteknologi. For bygninger som ikke har slikt behov for vedlikehold, vil kostnadene ved energieffektiviseringstiltak som oppgradering av vinduer, etterisolering eller installering av vannbåret oppvarmingssystem være for høye til at dette er aktuelt å gjøre. Hvis man ikke benytter seg av mulighetsvinduet for energieffektivisering når bygget likevel rehabiliteres, vil bygget ha unødvendig høy energibruk i 40–50 år til det neste gang har behov for en omfattende rehabilitering.

Løsninger og teknologier for energieffektivisering av bygninger finnes, men tas i bruk i liten grad. Bare 20 % av bygninger som rehabiliteres, gjennomgår samtidig en energioppgradering. Potensialet for energieffektivisering av bygningsmassen vil ikke utløses dersom ikke langt flere velger å energioppgradere når de rehabiliterer. Det er behov for støtteordninger for å få til dette. Elbil-satsingen er et eksempel på offentlige støtteordninger som har vært utløsende for å få enkeltindivider til å ta viktige valg for å realisere en ønsket samfunnsutvikling med overgang fra fossil til elektrisk bilpark. En tilsvarende satsing er nødvendig for energieffektivisering. Vi er enig med Energikommisjonen som konkluderer med at det er behov for et taktskifte. Nye støtteordninger må innføres raskt.

Vi har beregnet at det trengs offentlig støtte på 4–5 milliarder kroner i året fram mot 2030 for å utløse det meget ambisiøse potensialet på 40 TWh reduksjon i levert energi i 2050 og 13 TWh reduksjon i 2030, sammenliknet med 2020. Støttebeløpet kan trolig reduseres etter hvert som løsninger og teknologi blir bedre og mer kostnadseffektiv. Støtten er lav sammenliknet med strømstøtten som utgjorde hele 32,6 milliarder kroner i 2022, og som i 2023 er anslått å koste om lag 18 milliarder kroner. Støtte til energieffektivisering er en investering som gir varige, årlige reduksjoner i energibruk, og dermed også

reduisert behov for strømstøtte i mange år etter at tiltakene er gjennomført. Vi er enige med Energi-kommisjonen som mener at vi trenger både energieffektivisering og ny produksjon av fornybar energi i framtidens energisystem. Det må likevel gjøres en helhetlig vurdering av hvordan framtidens energisystem skal utvikles, der det tas hensyn til både kostnader og andre konsekvenser. Energieffektivisering og produksjon av energi på bygg er i all hovedsak konfliktfrie tiltak, og innebærer liten ulempe for mennesker, dyreliv eller natur.

Energieffektivisering av bygningsmassen vil i tillegg til å frigjøre energi også redusere behovet for ny utbygging av strømmettet ved at mer energieffektive bygninger gir lavere effekttopper på de kaldeste dagene.

Som et argument mot storstilt innfasing av solceller på bygg blir det ofte nevnt at det kan føre til økt behov for nettkapasitet fordi det blir eksportert mye til nettet og bidrar lite på de kaldeste dagene. Analysene våre viser imidlertid at selv en så stor utbygging av solstrømsproduksjon som 12,5 TWh mot 2050 hovedsakelig vil bli brukt i byggene (80 %), og dermed vil det bare belaste de lokale nettene i begrenset grad. Vårt forslag om å åpne for nabodeling av elektrisk energi vil også føre til at mer av solstrømmen brukes lokalt, og at det i mindre grad fører til ekstra belastning på strømmettet.

Nye bygg må bygges energieffektive med en gang. Det er mye lettere og billigere å gjøre det når bygget bygges nytt, enn å skulle gjøre endringer og forbedringer senere. Vi mener derfor at energikravene til nybygg må skjerpes.

I sine innspill til handlingsplanen for energieffektivisering peker mange organisasjoner på viktigheten av at myndighetene vedtar mål om energieffektivisering. Vi er enige i at målet for energieffektivisering i bygningsmassen må oppdateres. Det er nødvendig for at det faktisk skal skje og for at unødig utbygging av fornybar energi og kostbar utbygging av elektrisitetsnettet kan begrenses.

En omfattende renovering og energioppgradering koster svært mye, og det er mange prioriteringer og valg å ta – spesielt for private boligeiere. Med bakgrunn i våre erfaringer fra forskningsprosjekter i samarbeid med sentrale aktører i byggenæringen (for eksempel SEOPP, OPPTRE, FME ZEB og FME ZEN) mener vi at økonomisk støtte er nødvendig for å nå høye mål. Vi mener også at myndighetene og fellesskapet må bidra i et stort energieffektiviseringsløft som vil redusere presset på utbygging av fornybar energi betydelig. Økonomisk støtte har også en sideeffekt ved at tiltak som støttes, samtidig gir tydelige anbefalinger fra myndighetene og viser at tiltakene er viktige for å nå et nasjonalt mål. Et viktig tilleggsargument er at dette vil gjøre at den enkelte bolig- og byggherre kan bidra til å løse klima- og energiutfordringen samtidig som de gjør byggene sine mer energirobuste og øker byggenes verdi.

8 Referanseliste

- Arnstadutvalget (2010). KRDs arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg, Sluttrapport. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/krd/vedlegg/boby/rapporter/energieffektivisering_av_bygg_rapport_2010.pdf
- BPIE (Buildings Performance Institute Europe) (2021). Deep Renovation: Shifting from exception to standard practice in EU Policy <https://www.bpie.eu/publication/deep-renovation-shifting-from-exception-to-standard-practice-in-eu-policy/>
- Bøeng, B. Halvorsen, and B. M. Larsen (2014) Kartlegging av oppvarmingsutstyr i husholdningene, SSB Notater 2014/45.
- Bøhn, T. I. (2020). Energimerkedatabasen uttrekk, XML-data 07.10.2020.
- Bøhn, T. I. mfl. (2012) 'Potensial- og barrierestudie: Energieffektivisering i norske yrkesbygg. Bakgrunnsrapport utført av Multiconsult AS i samarbeid med Analyse & Strategi på oppdrag for Enova, Enova rapport 2012:01.2.
- Dokka, T. H., Hauge, G., Tyholt, M., Klinski, M., Kirkhus, A. (2009). Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene!, Prosjektrapport 40. Oslo: SINTEF akademisk forlag.
- E24 (2023). Staten betalte nær 33 mrd. i strømstøtte i fjor, E24, April 2023. <https://e24.no/energi-og-klima/i/9zXKmq/staten-betalte-naer-33-mrd-i-stroemstoette-i-fjor>
- EKSBO (2009). EKSBO – Kostnadseffektive energikonsepter for eksisterende boliger, <https://www.sintef.no/projectweb/eksbo/>
- Enova (2010). Enovas byggstatistikk 2010, Enova rapport 2011:8. Trondheim: Enova SF. https://www.enova.no/upload_images/B5E6F577395644C3963362986CE869C5.pdf
- Enova (2017). Enovas byggstatistikk 2017, Rapport. Trondheim: Enova SF. https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/5C6245BC2AD74248BB629BFA95145AA3.pdf&filename=Enovas%20byggstatistikk%202017.pdf
- Enova (2023) Tilleggsavtale - Forsterket satsing innen energi og energieffektivisering. Enova, april 2023. <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/oppdragsbrev-og-avtaler/tilleggsavtale---forsterket-satsing-innen-energi-og-energieffektivisering/>
- Ericson T. & Halvorsen B. (2008) Kortsiktige variasjoner i strømforbruket i alminnelig forsyning – Forbrukskurver basert på timesmålte data fra Skagerak Nett, *Statistisk sentralbyrå (SSB) Rapporter 2008/50*.
- Europakommisjonen (2014). Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy (Rapport COM/2014/520) [EUR-Lex - 52014DC0520 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)
- Europakommisjonen (2019). Commission Recommendation (EU) 2019/786 of 8 8 May 2019 on building renovation (Rapport COM/2019/786) [EUR-Lex - 32019H0786 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)
- Europakommisjonen (2020). A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives (Rapport COM/2020/622) [EUR-Lex - 52020DC0662 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

- Europakommisjonen (2021). 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality (Rapport COM/2021/550) [EUR-Lex - 52021DC0550 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)
- Europakommisjonen (2022). REPowerEU Plan (Rapport COM/2022/230) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:230:FIN>
- Europakommisjonen (2023). European Green Deal: EU agrees stronger rules to boost energy efficiency. (Press release IP/23/1581) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_1581
- Kauko, H., Delgado, B.M., Sartori, I., Backe, S. (2023). Energy efficiency and district heating to reduce future power shortage – potential scenarios for Norwegian building mass towards 2050, ZEN Report No. 47, Oslo: SINTEF Akademiske forlag. <https://hdl.handle.net/11250/3063886>
- Killingland, M., Lånke, A.F., Ragnøy, M.M., Aga, P., Smits, F., Andresen, I. Elvebakk, K. Holthe, F. (2013). Nesten nullenergibygg – forslag til nasjonal definisjon. Rapport utført av Rambøll og LINK på oppdrag fra DiBK. https://dibk.no/globalassets/energi/nesten_nullenergibygg_for_norge_ramboll_og_link_versjon2.pdf
- Lavenergiutvalget (2009) Energieffektivisering. Utredning bestilt av OED mars 2009. Rapport levert av utvalget juni 2009. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/lavenergiutvalget---energieffektiviserin/id570063/>
- Lien, A.G., Brekke, T., Hauge, P. K., Heide, V., Jelstad, E. L., Hagen, K., Sørli, K. H. (2020) Begrenset arkitektkonkurranse «OPPTRE» Kostnadseffektiv energioppgradering av småhus i tre, Norske Arkitektkonkurranser nr. 527 2020, utgitt av Norske arkitekters landsforbund på oppdrag av OPPTRE og Enova. https://www.arkitektforbundet.no/media/leadp13s/nak_527_opptre_050620.pdf
- Lien, S. K., Sandberg, N. H., Lindberg, K. B., Rosenberg, E., Seljom, P., & Sartori, I. (2022). Comparing model projections with reality: Experiences from modelling building stock energy use in Norway. *Energy and Buildings*, 268. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112186>
- NOU 2023: 3 (2023). Mer av alt – raskere, Energikommisjonens rapport. Oslo: Olje- og energidepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-3/>
- NVE (2022). Underlag for langsiktig strategi for energieffektivisering ved renovering av bygninger. NVE & DiBK Juni 2022. Utredning for Kommunal- og distriktsdepartementet og Olje- og energidepartementet.
- OED (Olje- og energidepartementet) (2023). Skriftlige innspill til handlingsplan for energieffektivisering. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/innspill/id2975427/>
- Pronosesenteret (2022). Notat fra prognosesenteret på bygningsmassen fordelt på 13 byggkategorier, på oppdrag fra NVE.
- Røyrvik, J. O. D., Haavik, T. K., Gjosund, G., Lånke, A. F., Berg, H., Andresen, I., & Skeie, K. S. (2015). Evaluering av Enovas passivhusprogram. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning AS.
- Sandberg, N. H. (2017). “Dynamic Modelling of National Dwelling Stocks. Understanding Phenomena of Historical Observed Energy Demand and Future Estimated Energy Savings in

- the Norwegian Dwelling Stock.” Doktoravhandlinger ved NTNU, 2017:36 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Sandberg, N. H., Lien, S. K., Lindberg, K. B., & Sartori, I. (2022). Mål om 10 TWh energisparing i bygningsmassen: Hvordan ligger vi an og hva er potensialet? *Praktisk Økonomi Og Finans*, 38(1). <https://doi.org/10.18261/pof.38.1.2>
- Sandberg, N. H., Næss, J. S., Brattebø, H., Andresen, I., & Gustavsen, A. (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, I., Lindberg, K., Sandberg, N., & Synne Krekling, L. (2022). Flexbuild Annual Report 2 – Technical report with results analysis (No. 87; p. Appendix B: PROFet). Oslo: SINTEF akademisk forlag. https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/_attachment/123053
- Sartori, I., Lindberg, K., Sandberg, N., & Synne Krekling, L. (2022). Flexbuild Annual Report 2 – Technical report with results analysis (No. 87; p. Appendix B: PROFet). Oslo: SINTEF akademisk forlag. https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/_attachment/123053T.
- Simenergi (2023). SIMIEN 6.0. <https://simien.no/simien-6/>
- Smartepenger (2023). Utviklingen i realrenten de siste 35 årene. <https://www.smartepenger.no/lan/299-realrente>
- SSB (2013). Konsekvenser av Energieffektiviseringsdirektivet i Norge - Energieffektiviseringsforpliktelser og kraftbalanse, Rapporter 26/2013. Oslo: Statistisk Sentralbyrå
- SSB (2023). Energibalanse. Tilgang og anvendelse av energiprodukter 1990 - 2022. Statistisk Sentralbyrå. <https://www.ssb.no/statbank/table/11561/>
- Standard Norge (2012). Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger (NS 3701:2012). <https://online.standard.no/ns-3701-2012>
- Standard Norge (2013). Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Boligbygninger (NS 3700:2013). <https://online.standard.no/ns-3700-2013>
- Standard Norge (2023). SN- NSPEK 3031 Bygningers energiytelse – Beregning av energibehov og energiforsyning. <https://online.standard.no/sn-nspek-3031-2023>
- TU (2023). Staten betalte 32,6 milliarder kroner i strømstøtte i 2022. Teknisk Ukeblad, april 2023. <https://www.tu.no/artikler/staten-betalte-32-6-milliarder-kroner-i-stromstotte-i-2022/529105>

9 Vedlegg

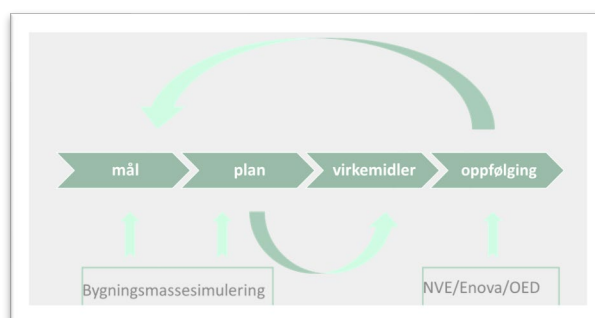
A Innspill til handlingsplan for energieffektivisering – SINTEF Community

Energieffektivisering i bygningsmassen

1 Handlingsplan og mål

Siden 2016 har vi hatt et politisk mål om 10 TWh energisparing i bygningsmassen i 2030 sammenliknet med 2015. I Sandberg mfl. (2022)⁵ har SINTEF sammenliknet resultater fra egen potensialstudie med målet om 10 TWh energisparing i bygningsmassen mot 2030 og finner at vi ikke er i rute til å nå målet. Videre forklarer vi i samme artikkel i detalj hvordan det gjeldende målet er uklart definert, ikke er mulig å etterprøve og ikke har blitt fulgt opp. Det har heller ikke hatt en plan for hvilke tiltak og virkemidler som skal innføres for å nå målet.

Det er et stort potensial for energieffektivisering i bygg som ikke utløses uten en kraftig og målrettet satsning. Det er et tvingende behov for et nytt og bedre definert mål for energieffektivisering i bygg, samt en god oppfølging av dette.



Figur 16 Mål, plan, virkemidler og oppfølging

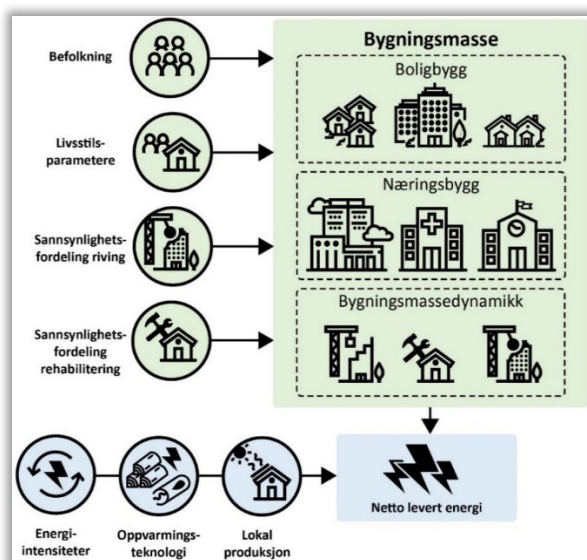
Figur 16 viser skjematisk hvordan SINTEF mener et nytt mål bør defineres og følges opp:

- Mål: Det bør settes et ambisiøst, men realistisk mål for energieffektivisering i bygg mot 2030 og 2050, som omfatter energibruk i hele bygningsmassen, inkludert eksisterende og alle nybygg. Målet må defineres slik at det er etterprøvbart. SINTEF mener det bør settes et mål om 15-20 TWh frigjort elektrisitet fra bygg innen 2030. I tillegg bør det settes mål om 5 TWh solenergi på bygg innen 2030.
- Plan: Sammen med det nye målet må det defineres en konkret handlingsplan for tiltak som skal gjennomføres for at målet nås. Det bør være en kombinasjon av energisparetiltak, varmepumper og overgang til andre energibærere enn elektrisitet som for eksempel fjernvarme.
- Virkemidler: Det må innføres virkemidler som er gode nok til at målene nås.

⁵ Sandberg, N. H., Lien, S. K., Lindberg, K. B., & Sartori, I. (2022). Mål om 10 TWh energisparing i bygningsmassen: Hvordan ligger vi an og hva er potensialet? *Praktisk Økonomi Og Finans*, 38(1).

- Oppfølging: Målet og planen må følges opp årlig ved sammenlikning med temperaturkorrigert statistikk for energibruk i bygningsmassen fra SSB⁶. Dersom man finner at vi ikke er i rute til å nå målene, så må handlingsplanen og virkemidlene justeres. Noen må få et klart definert ansvar for oppfølging av målet. SINTEF foreslår at NVE, Enova eller OED får dette ansvaret.
- Bygningsmassesimulering: En god modell for bygningsmassesimulering brukes for å se sammenhengene mellom mål, plan og virkemidler, slik at man kan se hvilken effekt ulike tiltak vil ha og hvilke virkemidler som bør prioriteres.

SINTEF bruker RE-BUILDS-modellen for simulering av bygningsmassens dynamiske utvikling og energibruk. Modellen er utviklet gjennom mange års forskning, inkludert tre doktorgrader, og beskrevet og anvendt i mer enn 20 tidsskriftsartikler. Som vist i Figur 17, simulerer RE-BUILDS befolkningens behov for bygninger av ulike typer, basert på befolkningsprognoser og livsstilsparametere, og den "naturlige" dynamikken i systemet – hva rives fordi det når endt levetid, hva må bygges for å erstatte det som rives og økt behov, og hva skal rehabiliteres fordi det har behov for vedlikehold? Timesprofiler for energibruk fra PROFet-verktøyet⁷⁸ kobles til modellen for å simulere bygningsmassens samlede energi- og effektbruk og utviklingen i forskjellige scenarier.



Figur 17 Skjematisk framstilling av RE-BUILDS-modellen.

Sandberg mfl. (2022)¹ viser hvordan RE-BUILDS-modellen er validert gjennom sammenlikning med faktisk energibruk fra 2010 til 2020, der modellresultatene samsvarer med faktisk utvikling. Ingen andre modeller kan vise til tilsvarende validering av sine resultater (Lien mfl. 2022)⁹.

⁶ Bygningsmassen er beskrevet gjennom [bygningssklassifiseringen i NS 5437](#). SSB presenterer statistikk for energibruk fordelt på næringsgrupper definert i [næringsgrupperingen NACE Rev 2](#). For å kunne bruke statistikk fra SSBs energibalanse til å følge med på faktisk utvikling i energibruk i bygningsmassen, må man derfor bruke de detaljerte postene 12.3.3 Privat og offentlig tjenesteyting, inkl. forsvar og 12.3.4 Private husholdninger i [Energibalansen](#) for å beskrive energibruken i alle bygningskategorier unntatt kategori 2 Industri og lagerbygning.

⁷ K.B. Lindberg, S.J. Bakker, I. Sartori (2019) Modelling electric and heat load profiles of non-residential buildings for use in long-term aggregate load forecasts, *Utilities Policy*, Vol. 58: 63-88.

⁸ K.H. Andersen, S.K. Lien, H.T. Walnum, K.B. Lindberg and I. Sartori (2021) Further development and validation of the "PROFet" energy demand load profiles estimator, *Building Simulation 2021 Conference*, 1-3 Sep., Bruges, Belgium.

⁹ Lien, S. K., Sandberg, N. H., Lindberg, K. B., Rosenberg, E., Seljom, P., & Sartori, I. (2022). Comparing model projections with reality: Experiences from modelling building stock energy use in Norway. *Energy and Buildings*, 268. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112186>

RE-BUILDS-modellen videreutvikles til å også omfatte kostnader i en pågående case i FME ZEN. Denne casen vil resultere i konkrete forslag til tiltakspakker som bør gjennomføres for å utløse energisparepotensialet i bygningsmassen.

SINTEF mener RE-BUILDS-modellen vil kunne være et godt verktøy til utvikling av og oppfølging av mål og handlingsplan for energieffektivisering i bygg. Vi bidrar gjerne med det.

2 Virkemidler

Virkemidler må rettes mot de identifiserte barrierene ved at juridiske, økonomiske og pedagogiske virkemiddel utfyller hverandre.

Økonomiske **tilskudd** må ha et nivå som utløser energieffektivisering tilsvarende målene som besluttes. Gratispassasjerer og økte priser er motargumenter for økonomisk støtte. Det utløsende støttenivået og innretningen må derfor vurderes og utvikles på en måte som hindrer uheldig utvikling i markedet, men øker konkurransen om å levere de mest lønnsomme/kostnadseffektive løsningene. De høye målene for energieffektivisering i bygningsmassen som er foreslått skaper en forventning om nye virkemidler og økonomisk støtte. Det kan føre til mange tiltak settes på vent for å ikke gå glipp av støtte. For å nå målene innen 2030 er det avgjørende å komme i gang raskt med kraftfulle virkemiddel og så justere støttenivåer, krav og innretninger etter hvert som måling av resultatene blir fulgt opp.

For nye bygg stilles det **energikrav** i byggteknisk forskrift (TEK). For eksisterende bygg gjelder kravene i TEK ved hovedombygging og ved vesentlige endringer. For å oppnå målene om redusert energibruk i bygningsmassen må kravene skjerpes både for nye og eksisterende bygg, og tiltak på energiforsyning må regnes inn (som varmpumper og solceller). For eksisterende bygg må det stilles krav som sikrer at energistandarden oppgraderes når bygningsdeler skiftes ut. Det kan for eksempel være komponentkrav ved utskifting av vinduer selv om utskiftingen ikke er en vesentlig endring.

Pedagogiske virkemidler for **motivasjon og kunnskap** er viktig for å gjøre riktige valg og prioriteringer. Vi mener at positiv og motiverende synlighet i media med gode forbildeeksempler og pedagogisk informasjon kan få viktig betydning (TV, radio, SOME) i tillegg til teknisk informasjon fra nettsidene til Enova, DiBK og SINTEF og andre. Informasjonen må rettes mot alle viktige målgrupper, både byggeiere, entreprenører, håndverkere, rådgivere, boligeiere og unge under utdanning.

Byggebransjen vil dra det store lasset for kunnskapsspredning og utvikling av nye løsninger etter hvert som etterspørselen øker. Innføringen av passivhuskonseptet (NS 3700:2013)¹⁰ og (NS 3701:2012)¹¹ er et godt eksempel på det.

Vi foreslår **EI-bilsatsingen som modell** der flere virkemidler spiller sammen i en pakke som gir nok fordeler til at de ønskede valgene blir gjennomført. På tilsvarende måte må vi kombinere krav til energieffektivisering med tilskudd og grønne lån. Nye komponent-krav i TEK ved oppgradering kan føre til at mange lar være å oppgradere fordi kostnaden blir for høy, og det betyr at støtte vil være nødvendig og utløsende for at energioppgradering blir gjennomført. I tillegg vil grønne lån med fast lav

¹⁰ <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=636902>

¹¹ <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=587802>

rente redusere risiko ved investeringene. En nyttig gulrot kan være gode betingelser for hele lånet ved renovering dersom energieffektivisering gjennomføres.

Virkemidlene må innrettes på en måte som fører til at de mest økonomiske og fordelaktige – **teknologinøytrale**, løsningene kan velges. Oppgradering av bygningskroppen til ambisiøst nivå bør gjennomføres når en bygning er moden for renovering, omtrent hvert 50. år, da er det mest lønnsomt og gir best klimagassregnskap. Tiltak som innstallering av ventilasjon med varmegjenvinning, varmepumpe for oppvarming og solceller for strømproduksjon kan gjennomføres uavhengige av vedlikeholdsbehovet for en bygning.

For effektivisering av tilgjengelig varme foreslår vi en **plusskundeordning for varme**, tilsvarende ordningen for elektrisitet fra solceller, ved at bygninger med overskuddsvarme kan levere energi til varmeledningen som returnerer til fjernvarmenettet. En slik ordning vil være en fordel for sluttbrukere med fjernvarme, og vil åpne for innovative løsninger. Gjennom en pilotering vil vi lære mer om kravene som bør settes til varmeleveransen, og hvilke lokasjoner / varmeløsninger som er egnet for en slik plusskundeordning. Norge kan lære av Sveriges erfaringer med "Öppen fjärrvärme" ¹².

¹² <https://www.oppenfjarrvarme.se/>, https://www.sintefbok.no/book/download/1334/zen_report_no_41pdf

B Innspill til handlingsplan for energieffektivisering - Skanska

Bakgrunn

OED holdt 14 april et innspillsmøte om handlingsplan for energieffektivisering i alle deler av norsk økonomi. Skanska holdt der et kort innlegg om energieffektivisering i byggsektoren. Dette dokumentet er et supplement til presentasjonen.

Samarbeid i ZEN

SINTEF og Skanska er begge partnere i FME forskningssenteret ZEN- Zero Emission Neighbourhoods. Sammen har vi initiert et såkalt ZEN-Case der vi analyserer energisparepotensialet i byggesektoren fram mot 2030 og 2050. Vi ser på hvilke tiltak som er mest lønnsomme, hva de koster og hvilke virkemidler og støtte som kreves for å utløse tiltakene. Denne studien skal munne ut i en rapport som publiseres i juni. Innspill gitt her er foreløpige resultater fra studien.

Sparepotensiale

Foreløpige resultater fra studien viser at det er mulig å redusere energibruken med 13 TWh/år innen 2030. Videre at det er mulig å halvere energibruken innen 2050, dvs. fra ca. 80 til 40 TWh/år. Gradvis innskjerping av nybyggkrav er beregnet å spare 10 TWh/år fram mot 2050, men resten av potensialet (30 TWh/år) må skje i eksisterende bygningsmasse ved oppgradering og rehabilitering. Skal dette sparepotensialet utløses krever det betydelige økonomiske incentiver fra myndighetene samt skjærpede krav, som utdypet under. Potensialet er røft estimert delt i 50 % på småhus og 50 % på leilighetsbygg og yrkesbygg. Fortsetter man med eksisterende virkemidler (f.eks. Enova) og krav (TEK) så viser både studien og målt energibruk (SSBs energivarebalanse) de 10-15 siste årene at energibruken vil ligge flatt på dagens nivå (ca. 80 TWh/år).

Tiltak eksisterende bygg

Det er i studien definert fire tiltaksnivåer for oppgradering og rehabilitering av eksisterende bygg:

- I. Energioppgradering.** Enkle men effektive tiltak som tilsvarer ca. 20 % energisparing. Tilsvarer tilnærmet det som EU kaller light renovation. Kostnader for tiltakene er anslått å ligge i området 150-250 kr/m² og ha en tilbakebetalingstid på under 5 år. Disse tiltakene er vurdert så lønnsomme at de ikke trenger tilskudd eller annen «grønn» finansiering.
- II. Ambisiøs energioppgradering.** Tiltak som tilsvarer ca. 40 % energisparing. Tilsvarer tilnærmet det som EU kaller medium renovation. Kostnader for tiltakene er anslått å ligge i området 600-800 kr/m² og ha en tilbakebetalingstid på over 10 år. Disse tiltakspakkene er vurdert å ikke bli utløst uten tilskudd. Det foreslås tilskudd på ca. 1/3 av merkostnader sammen med grønne lån (se virkemidler) for at tiltakene skal utløses i stort omfang.
- III. Energirehabilitering.** Tiltak som gjøres i forbindelse med vedlikeholdsrevet rehabilitering som gir en besparelse på ca. 60 %. Tilsvarer det EU kaller deep renovation. Kostnader for tiltakene er anslått å ligge i området 1300-1700 kr/m² og ha en tilbakebetalingstid på over 10 år. Det foreslås tilskudd på ca. 1/3 av merkostnader sammen med grønne lån (se virkemidler) for at tiltakene skal utløses i stort omfang.
- IV. NZEB rehabilitering.** Ambisiøs energirehabilitering induisert av vedlikeholdsbehov som reduserer energibruken til FutureBuilt sin definisjon av nesten-nullenergi (NZEB). Kostnader for tiltakene er anslått å ligge i området 2200-2600 kr/m² og ha en

tilbakebetalingstid på over 10 år. Det foreslås tilskudd på ca. 1/3 av merkostnader sammen med grønne lån (se virkemidler) for at tiltakene skal utløses i stort omfang.

De fire tiltaksnivåene bør koordineres mot ny energimerkeordning, taksonomien og krav til energibruk i byggeforskriftene (TEK), se også Samordning under virkemidler.

Nybyggkrav

Gradvis skjerpede energikrav over tid er en av de mest kostnadseffektive måtene å redusere energibruken i byggsektoren. Erfaring fra for eksempel introduksjon av passivhus i Norge viser at det i starten var høye merkostnader for de første byggene, men som etter hvert ble redusert drastisk etter som kompetansen økte og produktene og løsningene ble bedre og billigere. Krav som innskjerpes hvert femte år kan reduseres ned mot plusshus-nivå på mange byggkategorier når man nærmer seg 2040-2050. Første innskjerping bør senest innføres i 2025, og bør da endres til levert energi (eller vektet levert energi) slik at også lokal fornybar energi f.eks. i form av varmepumper og solceller tas hensyn til. For å gjøre gradvis innskjerping av krav så friksjonsløst som mulig bør man gi økonomisk incentiiv/tilskudd til bygg som ligger minst 10-15 år foran gjeldende forskriftskrav.

Kostnader

Nødvendig merkostnader for å energioppgradere og energirehabiliter eksisterende bygg, samt merkostnad for de som bygger bedre enn TEK-krav er beregnet til 16-17 milliarder per år. Her er det bare regnet med merkostnader til rene energitiltak, og ikke f.eks. kostnaden ved å totalrehabiliter et bygg som er mye høyere. Basert på erfaring fra bla. tidligere støtteordninger og diskusjon med viktige bransjeaktører mener vi at ca. 2/3 av denne kan dekkes av huseiere og byggherrer/byggeiere. Skal tiltakene/tiltaksprogrammene være utløsende i stort omfang kreves det at 1/3 dekkes av tilskudd. Dette utgjør 4 - 5 milliarder i året. For de med moderat til lav investeringsevne, er det også avgjørende at resten av investeringskostnaden (utover tilskudd) kan finansieres gjennom gunstige grønne lån (se Virkemidler).

Virkemidler

Det anbefales å innføre følgende ni virkemidler for å utløse energisparepotensialet i byggsektoren:

- 1. Klare mål.** Skal man få til reelle besparelser i byggsektoren må man sette langsiktige, konkrete, forpliktende og etterprøvbare mål. De må baseres på reell energibruk ihht. SSBs energivarebalanse og ikke relativt ihht. energiintensitet som gjort tidligere. Målsettingen må følges opp med nødvendige økonomiske virkemidler og kontinuerlig etterprøving og måling (se 9.).
- 2. Tilskudd.** Vi må ha tilskudd på ca. 30-35 % av beregnet merkostnad for å ha utløsende effekt. Tilskudd må være teknologinøytrale i forhold til passive tiltak på bygningskropp, installasjoner i bygget, termisk energiforsyning (f.eks. varmepumper) og lokal el-produksjon (eks. solceller). Dette gjør at de mest effektive og lønnsomme tiltakene på et gitt bygg vil velges.
- 3. Grønne lån.** Vi bør ha gunstige låneordninger som finansierer de siste 2/3 av investeringene. Særlig for de med liten til moderat investeringsevne. Grønne lån (Taksonomien), Husbanken og Kommunalbanken kan bidra til slike lån. Lån bør være teknologinøytrale for å gi best og mest effekt.
- 4. Samordning.** Vi må få en samordning av byggeforskrifter (TEK), energimerking (EMS) og Taksonomien. De må ha samme beregningspunkt og de må ta hensyn til lokal fornybar energiproduksjon som f.eks. varmepumper og solceller. De må forholde seg til virkelig energibruk, og ikke kun teoretisk energibruk som nå. De må koordineres mot siste bygningsenergidirektiv. Beregningene må være så realistiske at de kan brukes til rettighetsbasert utløsning av tilskudd og grønne lån, og kunne brukes til sammenligning av aggregert redusert energibruk nasjonalt.

5. Skjerpede nybyggkrav. Trinnvis skjærping av nybyggkrav hvert femte år, er et rimelig og meget effektivt tiltak. Massiv erfaring fra de siste 20 årene viser at tiltak og løsninger blir billigere over tid, men bør kombineres med tilskudd til nybygg som minst ligger 10-15 år foran dagens krav. Nybyggkrav bør være teknologinøytrale for å gi best og mest effekt.

6. Energi-«leasing». Det er flere energiselskaper (Lyse, Glitre, med flere) som allerede tilbyr ferdig monterte varmpumper og solcelleanlegg, og med rentefri nedbetaling over energiregningen. Det bør ikke være noe problem å utvide dette til også andre energitiltak. Dette kan gjerne også kobles mot tilskudd (1.) og grønne lån (2.), og også mulig å koble mot energiforpliktelser (se under). Dette vil bidra til å løse problemet med lite investeringsevne i enkelte segmenter.

7. Energiforpliktelser. Energiforpliktelser eller hvite sertifikater kan pålegge nettselskaper å gjennomføre energibesparelser. Nettselskapene sitter på lokale/regionale data (el-hub++) så energitiltak kan etterprøves fra regionalt, lokalt og helt ned til enkelthusstander. Finansiering av energiforpliktelser kan skje på samme måte som nettutbygging finansieres i dag.

8. Netto tariff. Bygg som produserer egen elektrisk energi, f.eks. med solceller, vil i perioder eksportere energi ut på nettet. Med dagens tariffer får man ofte langt dårligere betalt for det man selger til nettet i forhold til det man kjøper fra nettet. Netto avregning månedvis, kvartalsvis eller over året der man kan avregne det man selger mot det man kjøper vil kunne gi en betydelig bedre lønnsomhet, og gi større sikkerhet for de som investerer i solcelleanlegg. Dette er allerede innført i Sverige med stor suksess, og enkelte kraftleverandører i Norge tilbyr det også i dag.

9. Nasjonalt og regionalt måleverktøy. Som foreslått av energikommisjonen og tidligere av Arnstadutvalget, bør det opprettes et nasjonalt og regionalt måleregime for å tett etterprøve oppnådde besparelser lokalt, regionalt og nasjonalt. Det bør også evalueres/måles hvordan ulike virkemidler virker og basert på det justere virkemidlene.

C Grunnlagsmodell for tiltakspakker og kostnader

For å kunne beregne tiltakspakker og kostnader er det videreutviklet en modell som ble tatt fram i forbindelse med utredning av energisparepotensiale i Lavenergiutvalget (2009) og Arnstadutvalget (2010). Årsaken til at vi bruker denne modellen og ikke RE-BUILD og PROFet-modellen er at vi her har en teoretisk beskrivelse av byggstandard ned på komponentnivå (f.eks. U-verdi vinduer). Det har man ikke i den empirisk baserte PROFet-modellen. Det at vi har en beskrivelse på komponentnivå gjør at det er mulig å estimere kostnader mye mer eksakt for å gå fra et energinivå til et annet. For at det skal være samsvar mellom totalt aggregert energisparepotensiale i de to modellene, er det forsøkt å bruke samme inndata så langt det lar seg gjøre, og det er også gjort en sammenligning av total energibruk i 2020, 2030 og 2050 og overenstemmelsen er god (Innenfor 2-4 % i tilført og levert energi). Begge modellene havner på ca. 13 TWh spart i 2030 og 40 TWh spart i 2050.

Oppbyggingen av denne modellen er grovt sett:

1. Bygningsmassen i 2020 (referanseåret) er fordelt på nye tall fra Prognosesenteret som ble laget på oppdrag for NVE for de 13 byggkategoriene definert i TEK17. Det er også splittet opp kategorien forretningsbygg i med og uten matvarer som Enovas energistatistikk viser er veldig forskjellig, og vi havner da på 14 byggkategorier. Tallene til Prognosesenteret er tatt fra Matrikkelen og andre supplerende kilder. Det er ut fra disse tallene fjernet bygg som man tror ikke er i bruk, det gjelder særlig småhus og industribygg. Videre er det antatt faktorer for hvor mye av arealet som er oppvarmet bruksareal, med en faktor på 85-90 %. Resultatet er at estimert oppvarmet bruksareal i 2020 er på ca. 405 mill. m².
2. Det er bygget opp teoretiske modeller i energiberegningsprogrammet Simien 6.0 (SIMIEN, 2023) for å beregne baseline (gjennomsnitt) energibruk for hver byggkategori, se Tabell 16. Disse teoretiske modellene er sammenlignet og samholdt med målte tall fra Enovas energistatistikk i hhv. 2010 og 2017 (Enova, 2010; Enova, 2017). Samtidig er aggregert energibruk beregnet ut fra å gange areal og energiintensitet, og sammenligne dette med energistatistikk fra SSB (SSB, 2023) og NVE (NVE, 2023). Dermed kan man få en kalibrert snitt energibruk for de ulike byggkategoriene.
3. Med et estimert snitt energibruk for hver byggkategori, som beregnet i Tabell 16, kan man sette opp modeller i SIMIEN for å beregne energireduksjoner med ulike tiltakspakker (se vedlegg D).
4. For å se på scenarioer for energisparing fram mot 2030, 2040 og 2050 er det brukt ulike rater for nybygging, sanering, rehabilitering og oppgradering. Ratene er satt ut fra bygningsmassen i 2020 (Tabell 17). Med sanering mener vi her bygg som enten rives eller som tas ut av bruk (og da ikke har noe energibruk). Ratene er satt delvis ut fra de som er brukt i RE-BUILD modellen, men også ut fra rater som er brukt tidligere (NVE (2023), Arnstadutvalget (2010) og Lavenergiutvalget(2009)). Ratene og utvikling i bygningsmassen er videre brukt til å regne på årlige merkostnader og nødvendig støttenivåer som angitt i kapittel 5.

Tabell 16 Kalibrert baseline energibruk (snitt) for ulike byggkategorier, sammenholdt med Enovas energistatistikk og statistikk for aggregert energibruk for hele bygningsmassen fra SSB og NVE.

Byggkategori	Enova 2017 (kWh/m ² år)	Enova 2010 (kWh/m ² år)	Baseline (kWh/m ² år)	Oppvarmet BRA (m ²)	Energibruk (TWh/år)
Småhus	166	154	178	226 000 000	40,2
Boligblokk	143	203	175	48 400 000	8,5
Barnehage	181	175	180	3 045 704	0,5
Skolebygg	140	167	170	13 445 952	2,3
Kontorbygg	179	221	210	25 681 890	5,4
Universitet	261	226	240	2 841 814	0,7
Sykehus	310	380	320	3 095 913	1,0
Sykehjem	224	239	230	6 209 676	1,4
Hotell	272	288	275	6 453 943	1,8
Idrettsbygg	179	250	190	5 822 335	1,1
Forretningsbygg m.matvarer	540	467	540	10 806 370	5,8
Forretningsbygg u.matvarer	235	467	240	25 214 863	6,1
Kulturbygg	190	222	200	5 400 000	1,1
Lett ind/verksted	269	267	180	22 500 000	4,1
SUM				404 918 460	79,9

Tabell 17 Rater for nybygging, sanering, rehabilitering og oppgradering i modellen som er brukt for å beregne tiltakspakker og kostnader.

Rater brukt i scenarier	Prosent av bygningsmassen i 2020
Nybyggrate småhus	1,0 %
Nybyggrate yrkesbygg	1,1 %
Saneringsrate småhus	0,66 %
Saneringsrate leilighetsbygg	0,37 %
Saneringsrate yrkesbygg	0,50 %
Rehabrate* småhus	0,7 %
Rehabrate* leilighetsbygg	0,7 %
Rehabrate* yrkesbygg	0,7 %
Oppgraderingsrate** småhus	3,8 %
Oppgraderingsrate** leilighetsbygg	4,5 %
Oppgraderingsrate** yrkesbygg	5,0 %

* Her regnet bare de byggene som det gjøres signifikante energitiltak på, gjeldende for perioden 2023-2030.

** Her regnet som de byggene som det gjøres energioppgraderingstiltak på, gjeldende for perioden 2023-2030.

D Tiltaksnivåer og merkostnader

I tabellene under er det gitt eksempler på tiltakspakker med estimerte merkostnader for de tre kategoriene småhus, leilighetsbygg og kontorbygg. Tabell 18 til 20 angir tiltak og merkostnader for å gå fra gjeldende byggeforskrifter til NZEB og Plusshus ihht. FutureBuilt definisjonene. Tabell 21 til 23 angir tiltak og merkostnader for de fire tiltaksnivåene definert i kapittel 5. Tallene for merkostnader kr per kvm BRA vist i kapittel 5 er avrundede tall av de beregnet i tabellene under her.

Tabell 18 Tiltakspakke for å oppgradere fra TEK17/22 til hhv. NZEB og plusshus etter FutureBuilt-definisjoner. For småhus på 160 m² BRA.

FutureBuilt NZEB	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
LED belysning	5 000	31,3
Tiltak ventilasjon	8 000	50,0
Energibrønn	90 000	562,5
Geovarmepumpe	105 000	656,3
Solcelleanlegg	30 000	187,5
SUM	238 000	1488
FutureBuilt Plusshus	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Bedre vinduer	15 000	93,8
Ekstra isolert gulv	15 000	93,8
Ekstra isolert tak	18 000	112,5
Bedre ventilasjon	15 000	93,8
Energibrønn	95 000	593,8
Ventilasjonsanlegg	110 000	687,5
PV - 8 kWp anlegg, 20 moduler, 15 kr/Wp	120 000	750,0
Prosjektering/rådgivn.	10 000	62,5
SUM	398 000	2488

Tabell 19 Tiltakspakke for å oppgradere fra TEK17/22 til hhv. NZEB og plusshus etter Futurebuilt-definisjoner. For leilighetsbygg på 900 m² BRA.

Futurebuilt NZEB	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
LED belysning	30 000	33,3
Tiltak ventilasjon	180 000	200,0
Energibrønn	320 000	355,6
Geovarmepumpe	320 000	355,6
Solcelleanlegg, 12 kWp	144 000	160,0
Prosjektering/rådgivn.	50 000	55,6
SUM	1 044 000	1160
Futurebuilt Plusshus	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Bedre vinduer	120 000	133,3
Bedre ventilasjon	250 000	277,8
Energibrønn	350 000	388,9
Geovarmepumpe	350 000	388,9
PV - 48 kWp anlegg	576 000	640,0
Prosjektering/rådgivn.	100 000	111,1
SUM	1 746 000	1940

Tabell 20 Tiltakspakke for å oppgradere fra TEK17/22 til hhv. NZEB og plusshus etter Futurebuilt-definisjoner. For kontorbygg på 3600 m² BRA.

Futurebuilt NZEB	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
LED belysning m. styring	400 000	111,1
Tiltak ventilasjon	1 200 000	333,3
Energibrønn	800 000	222,2
Geovarmepumpe	1 200 000	333,3
Solcelleanlegg, 20 kWp	300 000	83,3
Prosjektering/rådgivn.	350 000	97,2
SUM	4 250 000	1181

Futurebuilt Plusshus	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
LED belysning m. styring	550 000	152,8
Tiltak ventilasjon	1 500 000	416,7
Energibrønn	1 000 000	277,8
Geovarmepumpe	1 500 000	416,7
Solcelleanlegg, 20 kWp	1 920 000	533,3
Prosjektering/rådgivn.	600 000	166,7
SUM	7 070 000	1964

Tabell 21 Tiltaksnivåer/pakker (TTP) for de fire nivåene for eksisterende bygg med estimerte merkostnader for de ulike tiltakene. For småhus på 160 m² BRA.

TTP1: Energioppgradering		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Luft-luft varmpumpe som dekker 55 % av oppvarming	32 000	200
SUM	23 000	200
TTP2. Ambisiøs oppgradering		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Premium L/L VP med to ineenheter,dekker 75 %	45 000	281,25
Bytte vinduer, merkost	45 000	281,25
Redusere luftlekkasjer	5000	31
Etterisolere loft	30 000	188
Prosjektering/rådgivn.	10 400	65
SUM	135 400	846
TTP3: Energirehab		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
L/L/V VP som dekker oppv&VV,dekker 70 %	75 000	468,75
Bytte vinduer, merkost	40 000	250
Redusere luftlekkasjer	5000	31
Etterisolere loft	40 000	250
Balansert ventilasjon	75 000	469
Prosjektering/rådgivn.	8 000	50
SUM	243 000	1519
TTP4: Ambisiøs rehab		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Luft-vann varmpumpe som dekker 95 %	150 000	937,5
Bytte vinduer, merkost	40 000	250
Isolere yttervegg	30 000	187,5
Redusere luftlekkasjer	5 000	31
Etterisolere loft	30 000	188
Ventilasjonsanlegg	60 000	375
PV - 5,5 kWp anlegg, 13 moduler, 15 kr/Wp	82 500	516
Prosjektering/rådgivn.	8 000	50
SUM	405 500	2534

Tabell 22 Tiltaksnivåer/pakker (TTP) for de fire nivåene for eksisterende bygg med estimerte merkostnader for de ulike tiltakene. For leilighetsbygg på 900 m² BRA.

TTP1: Energioppgradering		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Bytte til fra el-kjel til L/V-varmepumpe	250 000	278
SUM	250 000	278
TTP2: Ambisiøs oppgradering		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Premium L/V VP, dekker 80 %	450 000	500
Bytte vinduer, merkost	180 000	200
Redusere luftlekkasjer	30 000	33
Etterisolere loft	65 000	72
Prosjektering/rådgivn.	50 000	56
SUM	775 000	861
TTP3: Energirehab		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Premium L/V VP, dekker 80 %	450 000	500
Bytte vinduer, merkost	180 000	200
Redusere luftlekkasjer	30 000	33
Etterisolere loft	65 000	72
Balansert ventilasjon	600 000	667
Prosjektering/rådgivn.	40 000	44
SUM	1 365 000	1517
TTP4: Ambisiøs rehab		
	Merkost (kr)	Merkost (kr/m ²)
Luft-vann varmepumpe som dekker 95 %	450 000	500
Bytte vinduer, merkost	180 000	200
Isolere yttervegg	350 000	389
Redusere luftlekkasjer	30 000	33
Etterisolere loft	75 000	83
Ventilasjonsanlegg	650 000	722
PV - 42 kWp anlegg, 100 moduler, 12 kr/Wp	500 000	556
Prosjektering/rådgivn.	50 000	56
SUM	2 285 000	2539

Tabell 23 Tiltaksnivåer/pakker (TTP) for de fire nivåene for eksisterende bygg med estimerte merkostnader for de ulike tiltakene. For kontorbygg på 3600 m² BRA.

TTP1: Energioppgradering		
	Merkost(kr)	Merkost (kr/m ²)
Tiltak ventilasjon (behovsstyring, ny gj,vinner)	1 000 000	278
SUM	1 000 000	278
TTP2: Ambisiøs oppgradering		
	Merkost(kr)	Merkost (kr/m ²)
Tiltak ventilasjon	1 000 000	278
Tiltak oppvarming - L/V-VP, utbedr. Varmeanlegg	2 000 000	556
Redusere luftlekkasjer	0	0
Etterisolere loft	0	0
Prosjektering/rådgivn.	240 000	67
SUM	3 240 000	900
TTP3: Energirehab		
	Merkost(kr)	Merkost (kr/m ²)
Tiltak ventilasjon	1 000 000	278
Bytte vinduer, merkost	1 000 000	278
Redusere luftlekkasjer	250 000	69
Etterisolere loft	600 000	167
Luft/vann VP + oppgrad. vannbårent	2 000 000	556
Prosjektering/rådgivn.	800 000	222
SUM	5 650 000	1 569
TTP4: Ambisiøs rehab		
	Merkost(kr)	Merkost (kr/m ²)
Tiltak ventilasjon	1 300 000	361
Bytte vinduer, merkost	1 000 000	278
Isolere yttervegg	1 200 000	333
Redusere luftlekkasjer	250 000	69
Etterisolere loft	600 000	167
L/V-VP + oppgrad. vannbårent	2 100 000	583
PV - 75 kWp anlegg, 175 moduler, 14 kr/Wp	1 200 000	333
Prosjektering/rådgivn.	1 000 000	278
SUM	8 650 000	2 403

E Vurdering av høringsinnspill på energieffektiviseringsplaner fra ulike organisasjoner

Olje- og energidepartementet (OED) inviterte 14. april 2023 til Innspillsmøte om handlingsplan for energieffektivisering i alle deler av norsk økonomi, og til å sende inn skriftlige innspill innen 21. april (OED 2023). Under er en oppsummering og kommentarer til noen av disse innspillene.

Statnett legger vekt på både energienergieffektivitet og fleksibilitet - redusere forbrukstoppene, forbrukerfleksibilitet og; redusere den elektriske energibruken til oppvarming.

Rådgivende ingeniørers forening (RIF) er opptatt av at det er et stort potensial for energieffektivisering i kommunale bygg og at kommuner mangler oversikt over egne bygg, mangler systemer for å ta ut sparepotensialet, mangler krav til måling av varme, kjøling og ventilasjon, og mangler krav til å utnytte lavtemperatur varme.

RIF ønsker krav til primærenergi, energioppgradering, komponentoppgradering, energimåling og energifleksibilitet. Foreslår å øke og utvide støtteordningene for både nybygg og renovering, og gunstige lån, eventuelt kombinere lån og støtte.

Huseierne er kritisk til at Enova ikke anbefaler støtte til trinnvis oppgradering i småhus fordi utfordringen er at kostnaden kommer i forkant, mens gevinsten hentes ut etterpå. De trekker også fram at det må gis støtte til de tiltakene som man ønsker at folk skal gjennomføre og ikke bare de dyreste tiltakene. Et midlertidig momsfritak for isolasjon, vinduer og dører vil være et treffsikkert virkemiddel, sammen med panteordninger for gamle vinduer og skattefradrag for håndverkertjenester til gjennomføring av energieffektivisering.

Huseierne mener at energimerkeordningen må utformes i tråd med EUs rammeverk for å sikre forutsigbarhet. De ønsker ikke en energisystemorientering av energimerke og mener at målet med en revisjon må være å gjøre ordningen mer relevant, mer brukervennlig og mer målrettet som et viktig virkemiddel for energieffektivisering av bygninger. I tillegg peker de på at målverdiene i Elhub må bli enklere tilgjengelige for kunder og tredjeparts tjenestetilbydere enn det er i dag.

Finans Norge beskriver to barrierer for at bankene skal kunne gi grønne lån. Den første barrieren er manglende tilgang på data om energiytelsen i bygg. De etterspør bedre tilgang til gode energiattester som viser estimert energiforbruk. De etterspør også tilgang til målt energibruk fra Elhub ordningen. Den andre barrieren er tekniske avklaringer fra myndighetene for å definere hvilke bygg som samsvarer med EU taksonomi. Dette er nødvendig for å tildele grønne lån og for interessen i kapitalmarkedet.

Byggenæringens landsforbund (BNL) peker på at manglende mål er en viktig barriere. De foreslår økonomiske virkemidler og støtte til modne tiltak som for eksempel ambisiøs etterisolering og nye energieffektive vinduer og dører og trinnvise tiltak som folk flest har mulighet til å ta i bruk. De foreslår også energiomlegging, tilgjengelig rådgivning, bedre regelverk for eksisterende bygg og at energimerkeordningen må revideres.

Grønn byggallianse (GBA) og Norsk Eiendom etterspør støtte til moden teknologi, støtte til energiledelse, energimålere og energikartlegging, samt støtte til kompetanseheving innen drift av bygg. De foreslår som flere andre at Enovas støtteordninger må følge EUs taksonomi og rammeverk for energibruk, i tillegg til årlig resultatmåling, evaluering og justering av virkemidler.

Naturvernforbundet etterspør Enova støtte til yrkesbygg og flerbolighus og til trinnvis oppgradering av småhus og peker på at redusert forbruk må være et underliggende mål. I likhet med Enova mener de at energimerke må etableres som et sentralt kommunikasjonsverktøy, men at løsningen med selvmerking av småhus må endres til en ordning der bygningskyndige personer merker og utarbeider tiltaksliste. Naturvernforbundet foreslår også en ordning der nettselskapene forpliktes til å tilby finansiering av lønnsomme energiltak med nedbetaling over nettleien og viser til at ved å sette den maksimale nedbetalingstiden til teknisk levetid kan de månedlige kostnadene bli mindre enn besparelsen som følge av redusert energibruk. Det påpekes blant annet at ordningen har flere fordeler som at avtalen kan følge anleggsadressen da nye leietakere eller eiere av strømmåleren også vil ha fordel av energiltaket og at det kan hjelpe på eier/leie problematikk.

Norske trevarer etterspør støtte til utskifting av vinduer til de mest energieffektive vinduene og at støtten bør dekke forskjellen på tolags og trelags vindu.

ZERO foreslår å innføre energispareforpliktelser ved å pålegge nettselskapene å redusere energibruken målt i andel av overført energi. De foreslår også støtte i håndverkerne, det utførende leddet, som kan dele støtten med boligeiere som bestillere. De peker på at det er enklere å rette støtten mot 50 000 håndverkere enn 2 million boligeiere.

Norske Boligbyggelags Landsforbund (NBBL) er fornøyd med Enova sitt forslag om støtte til modne teknologier, men de mener en handlingsplan for energieffektivisering må ha et tydeligere sluttbrukerperspektiv. Viktige barrierer er blant annet betalingsevne og mangel på tilgang til kapital og kreditt som gode støtteordninger og gunstige lånebetingelser kan gi. Boligselskapene har en spesiell utfordring ved at det kreves flertall for investeringsbeslutninger.

NBBL mener det må utvikles regelverk og markeds mekanismer for forbrukerfleksibilitet. Mange boligselskaper er pålagt fjernvarme, det fortrenger muligheten for å investere i egenprodusert energi. NBBL mener at forskriftskrav for rehabilitering er dårlig egnet for folk med lav kompetanse og økonomi. De foreslår virkemidler som informasjon, kartleggingsstøtte, nytt energimerke for flerbolighus, investeringsstøtte og delingsordning for solkraft og ny prisregulering av fjernvarme.

NBBL foreslår også utredning av nettselskapenes rolle for å bidra til investeringer, og økt bruk av Husbanken med støtte til lavinntektsfamilier og lån og støtte til boligselskaper i lavinntektsområder og til boligselskaper som ikke kan stille sikkerhet i eiendom.

Kommunesektorens organisasjon (KS) peker på energisparekontrakter (EPC) som en effektiv ordning og foreslår at Enova sin støtte til kartleggingstiltak, rådgivning og tiltaksgjennomføring bør reetableres. KS foreslår også kartlegging av muligheter for mer vannbåren varme i eksisterende bygningsmasse.

Elvia som er et stort nettselskap på Østlandet peker på at nettselskapene kan ta en større rolle i utrulling av energieffektiviseringstiltak, men da må blant annet denne typen veiledning av kunder bli definert som en oppgave for nettselskapene. De mener at rådgivning og støtteordninger bør utvikles på en måte som foruten energieffektivisering sørger for utjevning av strømforbruket over døgnet og redusert press på nettet i perioder der strømmettet er tungt belastet.

Solenergiklyngen, bransjeforeningen for solenergi, peker på det store potensialet for solcelleanlegg på bygg og ønsker en målsetning for solkraft. De foreslår at det legges bedre til rette for områdeløsninger for deling av lokalprodusert strøm og energilagring i energispareforpliktelser og gjennom en egen solkraftstrategi for bygg.

Solenergiklyngen foreslår også at systemer for smart styring av strøm fra solceller og batteriløsninger inkluderes i Enovas støtteordninger både for husholdninger, bedrifter og på områdenivå.

Nelfo, landsforeningen som organiserer elektrobedriftene, anbefaler også at det etableres styrkede støtteordninger og energimål for Enovas støtteprogrammer. Andre virkemidler som foreslås er strengere krav til periodisk energirevisjon, tilrettelegging av energieffektiv drift og energiledelse for yrkesbygg og bedrifter med høyt energiforbruk.

Nelfo ønsker en utredning om hvite sertifikater kan være et langsiktig virkemiddel som sikrer kostnadseffektiv energieffektivisering.

Norges ingeniør- og teknologorganisasjon (NITO) peker på at det er viktig å stimulere til å ta gode valg og tiltak som gjør energieffektivisering og varmeutnyttelse attraktivt. Utover viktigheten av Enova, pekes det på at det er viktig med virkemidler som kan øke investeringsviljen innen energieffektivisering av den betydelige bygningsmassen som er under styring av kommuner og fylkeskommuner.

NITO foreslår at det stilles konkrete krav til energieffektivisering i offentlige bygg og settes delmål for energieffektivisering som må oppfylles av de folkevalgte i kommunene eller fylkeskommunene innenfor aktuelle valgperioder. Oppfølging av delmål for ulike bygningskategorier kan for eksempel måles gjennom søkte Enova-tiltak.

Norsk varmepumpeforening (NOVAP) har en liste med innspill til konkrete mål til energieffektivisering som knyttes opp mot alminnelig forbruk av elektrisitet (dvs. uten kraftkrevende industri, transport, hydrogen og datasentre), og løfter fram en rekke forslag til virkemidler. Blant annet vises det til innretningen av elavgiften i Sverige som ligger på et langt høyere nivå enn i Norge.

Rørentreprenørene Norge foreslår sektormål for energieffektivisering, økt støtte til modne tiltak som innføring av energifleksible oppvarmingsløsninger og til trinnvis oppgradering av eksisterende bygg.



VISION:

**«Sustainable
neighbourhoods
with zero
greenhouse gas
emissions»**



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES



<https://fmezen.no>