

# Potensial- og barrierestudie

Energieffektivisering i norske bygg

enova  
rapport

2012:01

» Rapporten bringer frem ny kunnskap om hvilke muligheter som finnes for å redusere energibruken i norske bygninger.

## Innhold

<b>Oppsummering</b>	<b>4</b>	<b>Del 3: Hovedfunn – potensial, barrierer og muligheter</b>	<b>28</b>
• <i>Enovas potensial og barrierestudie – ny kunnskap om energibruk i bygninger</i>	4	• <i>Hovedfunn fra boliger</i>	28
- Hovedfunn	6	- Teknisk og økonomisk potensial	28
- Boliger 2010–2020	6	- Barrierer	30
- Yrkesbygg 2010–2020	6	- Muligheter	32
- Passivhus og nær nullenergibygninger 2010–2020	6	• <i>Hovedfunn fra yrkesbygg</i>	35
<b>Del 1: Innledning</b>	<b>8</b>	- Teknisk potensial	39
• <i>Bakgrunn – og hva rapporten bidrar med</i>	11	- Økonomisk potensial	40
• <i>Hva må til for at bygningsmassen skal bli energieffektiv?</i>	15	- Barrierer	42
<b>Del 2: Om potensial- og barriereteori</b>	<b>18</b>	- Muligheter	44
		• <i>Hovedfunn fra passivhus og nær nullenergibygninger</i>	50
		- Teknisk potensial	50
		- Økonomisk potensial	52
		- Barrierer	55
		- Muligheter	57

## Oppsummering

# Enovas potensial og barrierestudie – ny kunnskap om energibruk i bygninger

Enova har kartlagt potensialer og barrierer for energieffektivisering i den norske bygningsmassen. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra dette arbeidet.

Effektiv energibruk i bygninger er viktig for å sikre at fremtidig økonomisk aktivitet og vekst kan skje på en måte som ikke reduserer mulighetene for en miljømessig og økonomisk forsvarlig utvikling. Stikkordene for dette er først og fremst tilstrekkelig grad av forsyningssikkerhet, reduserte klimagassutslipp og god konkurransekraft.

Det vil ikke være samfunnsøkonomisk forsvarlig å sette i verk tiltak for å bringe hele bygningsmassen opp på dagens forskriftsnivå på kort sikt. Dette vil ikke bare være for kostnadskrevende, men vi ville også sett at byggenæringen ikke har kapasitet til å gjennomføre dette. De viktige grepene knyttet til energieffektivisering må skje i forhold til nybyggingen og rehabiliteringen som skjer hvert år. Når vi vet at større vedlikehold og rehabilitering skjer i sykluser på 30 til 40 år vil det være viktig å bidra til at når man først er i gang med denne type arbeid, reduseres energibruken i betydelig grad. Det er også viktig å adressere antallet bygninger som gjennomgår en slik oppgradering utover det som skjer i dag. Det vil være mulig å øke omfanget av denne type arbeid fordi mange tiltak er lønnsomme i seg selv og det er et stort vedlikeholdsetterslep, spesielt innen offentlig sektor.

Denne rapporten baserer seg på tre separate studier som har avdekket barrierer og potensial i forhold til energiytelsesnivå opp til ulike nivå for boliger, yrkesbygg og passivhus og nær nullenergibygninger. Studiene er gjennomført på oppdrag fra Enova av følgende konsulentselskaper<sup>1</sup>:

- **Boliger:** Prognosesenteret AS i samarbeid med Entelligens AS.
- **Yrkesbygg:** Multiconsult AS i samarbeid med Analyse & Strategi AS.
- **Passivhus og nær nullenergibygninger:** Rambøll AS i samarbeid med Xrgia AS.

Vår rapport bidrar til at Enova – og samfunnet for øvrig – bedre kan nå målsettingene om varige endringer i tilbudet og etterspørselen etter effektive og fornybare energiløsninger.

Rapporten bringer frem ny kunnskap om hvilke muligheter som finnes for å redusere energibruken i norske bygninger. Dette gjelder både fakta omkring bygningsmassens tilstand og hvilke tiltak som er aktuelle å sette i verk, samt kostnader og besparelser

<sup>1</sup> I rapportene skilles det mellom boliger og næringsbygg. Med næringsbygg menes offentlig og privat eide yrkesbygg.

som kan oppnås. Rapporten presenterer også ny kunnskap om hvordan barrierer for energieffektivisering skal forstås, hvordan de virker hver for seg – og samspillet mellom dem.

De sentrale premissene for rapportene har vært å legge til grunn en nedenfra-og-opp-analyse. Det betyr at rapporten tar utgangspunkt i bygningsmassens faktiske tilstand, hvor det skilles mellom ulike bygningstyper og byggeår, og ikke et gjennomsnitt. Det som skiller analysen av potensialer og barrierer som presenteres i denne rapporten fra tidligere rapporter er i hovedsak fire elementer:

1. **Bygningsmassens faktiske tilstand er kartlagt.**
2. **Ulike potensialer – det er vesentlig forskjell på de teoretiske, tekniske, økonomiske og reelle mulighetene for energieffektivisering.**
3. **Beslutningstakernes ståsted – analysene er basert på de faktiske beslutningene som markedsaktørene står overfor, og tiltakene er koblet til konkrete bygningsmodeller.**
4. **Rammeverk for å forstå barrierene - det presenteres et teoretisk rammeverk for å forstå barrierer. Dette gjelder barrierene hver for seg, hvordan de påvirker hverandre og hvilken kontekst de skal forstås i.**

Rapporten identifiserer et betydelig potensial for å redusere mengden levert energi som kreves til norske bygninger i dag. Det skilles mellom det som er teknisk mulig og hvor mye av dette som kan utløses og samtidig gi en positiv økonomisk avkastning. Det analyseres også hvor stor reduksjon i energibruken som følger av påvirke det som gjøres av rehabilitering og vedlikehold hvert år.

Hvor mye av potensialet som kan utløses er avhengig av hvordan virkemidler utformes, hvordan de virker sammen og hvilket ambisjonsnivå som ligger til grunn for satsingen. Generelt er det slik at vår evne til å utløse potensialet er større jo mer treffsikkert og effektivt man kan adressere bredden i barrierene som står i veien for økt energieffektivisering.

Enovas arbeid er tuftet på denne tilnærmingen. Vi vil søke å nå flest mulig av de som bygger, rehabiliterer og vedlikeholder sine bygninger for å få dem til å redusere energibruken mest mulig. Det er også viktig å bidra til en større rehabiliteringstakt slik at gapet mellom det som rehabiliteres og det som burde blitt rehabilitert, minker. Vår tilnærming til dette baseres på en god forståelse av hindrene som står i veien slik at vi kan velge og utforme virkemidler som gir størst mulig varig endring i markedet.

# Hovedfunn

I arbeidet med å identifisere potensialene for energieffektivisering i bygningsmassen har Enova fått utarbeidet tre underlagsrapporter. To av dem har analysert potensialene i boliger og yrkesbygg for perioden 2010 til 2020, og den tredje har sett på potensialene for passivhus og nær nullenergibygninger fra 2010 til 2040. Nedenfor oppsummeres resultatene som bygger på disse underlagsrapportene og Enovas egne analyser.

## Boliger 2010–2020

Norske husholdninger utgjør en betydelig energibrukssektor med sine 2,2 millioner bebodde enheter. Disse står for en årlig stasjonær energibruk på om lag 45 TWh, tilsvarende nær 27 prosent av den totale stasjonære energibruken.

Det tekniske potensialet, som innebærer en total teknisk oppgradering av alle eksisterende bolig-enheter til TEK 10-nivå<sup>1</sup> i 2020 og at all nybygging i perioden 2010-2020 skjer på lavenerginivå, utgjør en årlig energisparing på 13,4 TWh.

## Yrkesbygg 2010–2020

Beregnet energibruk i norske yrkesbygninger i 2010 var på 35,4 TWh, som utgjør om lag 21 prosent av total stasjonær energibruk. Dette fordeler seg på om lag 105 millioner kvadratmeter, fratrukket arealer som inngår i prosessindustrien hvor det meste av energien går til prosess- og ikke bygningsrelatert virksomhet. Det tekniske potensialet i yrkesbygg utgjør en årlig energisparing på 19,5 TWh. Det største potensialet ligger i forretningsbygningene, etterfulgt av kontorbygninger, lett industri/verksted og skolebygninger.

## Realistisk potensial bolig og yrkesbygg

For både boliger og yrkesbygg er den mest kostnadseffektive og realistiske måten å utløse potensialet på, å påvirke de som allerede har planer om å bygge nytt eller rehabiliterer.

Legger man til grunn den tidligere antatte rehabiliteringsstakten har Enova beregnet at man

kan utløse 1,4 - 3 TWh av det tekniske potensialet i boligmassen og 3 - 4,5 TWh av det tekniske potensialet i yrkesbygg. Dette tallet er imidlertid usikkert, da man har dårlige grunnlagsdata for hvor mye som rehabiliteres årlig og effekten på energibruken av denne rehabiliteringen.

## Passivhus og nær nullenergibygninger 2010–2040

Det tekniske potensialet for å heve hele bygningsmassen fra TEK 10 til passivhusnivå i 2020 er 5 TWh. Det tekniske potensialet for å heve hele bygningsmassen opp til nær nullenergibygninger i 2040 er beregnet til 31,5 TWh. Det tekniske potensialet for passive og aktive tiltak er omtrent like store, henholdsvis 15,0 og 16,5 TWh i 2040. Innen passive tiltak er de store potensialene knyttet til ventilasjon og varmegjenvinning samt dører og vinduer, og i mindre grad til isolasjon. Aktive tiltak er i hovedsak knyttet til installasjon av varmepumper. Det tekniske potensialet for aktive tiltak er klart størst i småhus og boligblokk.

Dersom markedet framskrives som det er i dag, med dagens byggestandard og kostnadsnivå, fram til 2040, vil kun ca. 3 TWh av det tekniske potensialet realiseres. Hvor mye av det tekniske potensialet som realiseres innen 2040 kommer an på en rekke faktorer som for eksempel kostnads- og kompetanseutvikling, innovasjonstakt, virkemiddelbruk, forskriftsskjerping og en generell markedsutvikling for passivhus og nær nullenergibygg i næringen.

## Barrierer

For å kunne forbedre energiytelsen til både eksisterende og fremtidig bygningsmasse på en effektiv måte, er det helt avgjørende at man kjenner barrierene; mekanismene som hindrer utviklingen i ønsket retning. Dette er faktorene som hindrer at tiltak som er samfunnsøkonomisk lønnsomme blir gjennomført.

På grunn av kompleksiteten i hvordan barrierene

virker hver for seg og i samspill med hverandre, er en analyse av barrierene enkeltvis ikke en tilnærming som gir et godt grunnlag for å si noe om det reelle potensialet som det er mulig å hente ut gjennom iverksetting av ulike typer virkemidler.

## Mangel på lønnsomhet er den viktigste barrieren, men ikke den eneste

Vår studie viser at det reelle potensialet først og fremst er avhengig av om eierne av bygningene og boligene anser tiltakene for å være økonomisk lønnsomme. En annen viktig faktor som er viktig for å utløse det reelle potensialet er om eierne er i modus for å rehabiliterer eller gjøre oppgraderinger på byggene sine. Myndighetene må først og fremst adressere boligeierne eller eieren av et yrkesbygg som er mottakelig for påvirkning til å sette i verk tiltak som kan redusere energibruken. For alle typer boliger og bygninger er sannsynligvis den viktigste barrieren sett fra samfunnets side, en generelt lav, delvis fraværende, oppmerksomhet omkring energibruk og energirelaterte tiltak. En generelt lav energipris bidrar til å opprettholde denne barrieren. Det medfører at ikke alle potensielt samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak blir gjennomført.

## Virkemidler

For å realisere mest mulig av potensialet er det viktig å se barrierene i sammenheng. Ikke bare må man sikre at virkemidlene spiller sammen på en måte som gjør at de forsterker hverandre, det er også viktig å adressere riktige deler av markedet til riktig tid. Ved å sikre at de mest innovative aktørene tar i bruk nye løsninger, og deretter iverksette virkemidler som fører til at løsningene også blir attraktive i massemarkedet kan man skape en varig markedsendring. For å bidra til en form for markedsendring som endrer praksis knyttet til nybygging og vedlikehold og hva som leveres av standardløsninger i markedet er det vesentlig at satsingen er tilstrekkelig stor. Sagt med andre ord – mange nok må gjøre de riktige tingene for at det på sikt skal påvirke det vi kan kalle massemarkedet.

Vår studie viser også at barrierer opptrer i en sekvensiell struktur, det vil si at rekkefølgen de oppstår i er vesentlig kunnskap for en effektiv virkemiddelutforming. I tillegg er styrken ved barrierene avhengig av hverandre. Eksempelvis vil manglende kompetanse og erfaring påvirke kostnadsnivået i næringen og dermed lønnsomhet som økonomisk barriere. Ved at enkeltaktører eller hele bransjer er med i stadig flere energi-effektiviseringsprosjekter gjentar de beslutninger som er relatert til energieffektivisering, og vil ta ut gevinster i form av at barrierer bygges ned i hver runde som gås. I denne sammenhengen er det viktig å adressere aktørene som er de mest positive til å gå opp løypa. Andre typer virkemidler vil være aktuelle for å bidra til at massemarkedet tar i bruk erfaringer og høster gevinsten av at noen har gjennomført ambisiøse energieffektiviseringsprosjekter før dem.

## Hvor kan potensialet tas ut?

Det er tre hovedområder hvor potensialene kan tas ut:

1. Energibruken kan senkes betydelig ved å ha best mulig bygningsmessig standard.
2. Energibruken kan reduseres gjennom forbedret ytelse i tekniske installasjoner.
3. Fokus på bruks- og driftsrelaterte elementer – for eksempel energiledelse og kompetanse, og hvordan vi bruker energi i boligen.

Og helt til slutt gjentar vi at markedet må segmenteres slik at vi når innovatørene slik at de kan få snøballen til å rulle som i neste omgang fører til at majoriteten av markedet finner det attraktivt å ta i bruk de beste tilgjengelige løsningene. Først da vil man oppnå en målrettet og kostnadseffektiv markedsendring som varer!

<sup>1</sup> TEK viser til ulike versjoner av byggt teknisk forskrift. TEK 07 er for eksempel forskriftsnivået som var gjeldende fra 2007.

## Del 1

# Innledning

Den økonomiske aktiviteten som er nødvendig for å sikre vår velferd må skje innenfor økologiske og økonomiske rammer. Utfordres dette i for stor grad vil vi oppleve negative hendelser i form av økt hyppighet og større omfang av naturkatastrofer og uønskede svingninger i sysselsetting og produktivitet. Disse to systemene henger sammen ved at produksjonen av varer og tjenester ikke må medføre miljømessige ulemper som overstiger nytten av vårt konsum.

En stor del av produksjonen av varer og tjenester foregår i en bygning eller i form av vedlikehold eller oppføring av bygninger. Effektiv energibruk i bygninger er dermed viktig for å sikre at fremtidig økonomisk aktivitet og vekst kan skje på en måte som ikke reduserer mulighetene for en miljømessig og økonomisk forsvarlig utvikling. Stikkordene som oftest nevnes i den sammenheng er tilstrekkelig grad av forsyningssikkerhet, reduserte klimagassutslipp og god konkurransekraft.

I 2010 utgjør norske boliger til sammen 2,2 millioner boenheter og 260 millioner kvadratmeter. Boligmassens energibruk samme år er beregnet til 45 TWh. Yrkesbyggene utgjør totalt sett om lag 128 millioner kvadratmeter om vi ser bort fra industribygninger hvor det meste av energibruken er relatert til produksjonsprosessen. Av dette er en tredjedel offentlig eid og to tredjedeler er eid av private.

Total energibruk i disse yrkesbygningene i 2010 er estimert til i overkant av 35 TWh.

Det vil ikke være samfunnsøkonomisk forsvarlig å sette i verk tiltak for å bringe hele bygningsmassen opp på dagens forskriftsnivå på kort sikt. Dette vil ikke bare være for kostnadskrevende, men vi ville også sett at byggenæringen ikke har kapasitet til å gjennomføre dette. De viktige grepene må for det første skje i forhold til nybyggingen og rehabiliteringen som skjer hvert år. Når vi vet at større vedlikehold og rehabilitering skjer i sykluser på 30 til 40 år vil det være viktig å bidra til at når man først er i gang med slike tiltak, reduserer energibruken i betydelig grad. Det er for det andre viktig å stimulere til at antallet bygninger som gjennomgår en slik oppgradering øker. Dette vil være mulig fordi mange tiltak er lønnsomme i seg selv og det er et stort vedlikeholdsetterslep, spesielt innen offentlig sektor. Dette er blant annet dokumentert i rapporten "State of the nation" utarbeidet av Rådgivende ingeniørers forening.

Varig markedsendring er nødvendig for å redusere klimautslippene og sikre forsyningssikkerheten for energi her i landet på en effektiv måte. Enova skal bidra til varige endringer i tilbudet og etterspørselen etter effektive og fornybare energiløsninger, der nye miljøvennlige energiløsninger blir konkurransedyktige og kan stå på egne ben.

Innsatsområder må prioriteres ut fra hvilke langsiktige og varige effekter støtten vil ha på markedet. Skal virkemiddelbruken være effektiv må den ikke bare treffe de reelle barrierene for ønsket utvikling i markedet, den må også ha et omfang og en innretning som kan skape varige endringer. Virkemidlene må også utvikles og fornyes i takt med at markedet er i stadig endring.

For å bringe frem mer kunnskap om hvilke muligheter som finnes for å redusere energibruken i norske bygninger, har Enova i løpet av 2011 gjennomført en potensial- og barrierestudie.

De sentrale premissene for rapportene har vært en nedenfra-og-opp-tilnærming med utgangspunkt i bygningsmassen faktiske tilstand og konkrete bygningsmodeller, og ikke et gjennomsnitt av bygningsmassen. Rapporten skiller videre mellom det teoretiske, tekniske, økonomiske og reelle potensialet for energieffektivisering. Siste premiss er at analysene tar utgangspunkt i beslutningstakers situasjon og vurderer hva som er mulig sett fra dette perspektivet uten å forskuttere teknologisk utvikling, politiske mål eller næringsinteresser. Det er verdt å merke seg at det ikke er netto energibehov, men mengden levert energi som ligger til grunn for potensialene som avdekkes. På grunn av dette er det mengden levert energi som ligger til grunn for potensialene, og man har også tatt hensyn til oppvarmingssystemenes

virkningsgrad. Dette er så benyttet i konkrete bygningsmodeller. Rapportens analyse av barrierer er basert på surveys, casestudier og fokusgrupper.

Rapporten baserer seg på tre separate studier som har avdekket barrierer og potensial i forhold til energiytelsesnivå opp til ulike nivå for boliger, yrkesbygg og passivhus og nær nullenergibygninger. Studiene er gjennomført på oppdrag fra Enova av følgende konsulentselskaper<sup>2</sup>:

- **Boliger:** Prognosesenteret AS i samarbeid med Entelligens AS.
- **Yrkesbygg:** Multiconsult AS i samarbeid med Analyse & Strategi AS.
- **Passivhus og nær nullenergibygninger:** Rambøll AS i samarbeid med Xrgia AS.

Det er verdt å merke seg at det i de tre studiene er lagt noe ulike forutsetninger til grunn i beregningene av de ulike potensialene. Dette medfører at tallene ikke uten videre kan sammenlignes eller benyttes for å summere det totale potensialet for hele bygningsmassen. I denne rapporten oppsummeres resultatene, og analysene brukes for å belyse mulighetene for å realisere mest mulig av det tekniske potensialet. For å få detaljert innsikt i hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for analysene henviser vi til delrapportene.

<sup>2</sup>I rapportene skiller det mellom boliger og næringsbygg. Med næringsbygg menes offentlig og privat eide yrkesbygg.



## Bakgrunn – og hva rapporten bidrar med

Det har lenge vært enighet om at energieffektivisering av bygningsmassen er et viktig grep for å styrke forsyningssikkerhet og bidra til reduserte klimagassutslipp. Nasjonalt har dette kommet til uttrykk gjennom klimaforliket som ble inngått av et flertall av de politiske partiene på Stortinget. Dette har blant annet resultert i en miljøhandlingsplan for bolig- og byggesektoren for perioden 2009–2012. Der sies det at energikravene i teknisk forskrift skal skjerpes hvert femte år, og at målet er at kravene skal ligge på passivhusnivå.

Ambisjonene utenfor landets grenser er ikke mindre. På EU-nivå er det uttalt at nye bygninger skal ha en energiytelse på nullenerginivå innen 2020. Norge har vedtatt en rekke EU-direktiver som har konsekvenser for energibruk i bygninger, som for eksempel Bygningsenergidirektivet (92/75/EØF), Fornybardirektivet (09/28/EC), Øko-designdirektivet (2005/35/EC) og Energitjenestedirektivet (2006/32/EC).

De senere år har det kommet ulike rapporter som sier noe om hva det er mulig å få til av energieffektivisering i norske bygninger.

Som en oppfølging til Stortingsmelding nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk* ble det nedsatt en faggruppe ledet av Statens forurensingstilsyn. Faggruppens mandat var å utarbeide underlagsmateriale for vurdering av behovet for nye virkemidler

i klimapolitikken. Denne utredningen er bedre kjent som Klimakur 2020. Bakgrunnen for arbeidet var målsettingen om at innen 2020 skal de norske utslippene av klimagasser reduseres med 15 til 17 millioner tonn. Oppdraget var å få frem de ulike alternativene statlige myndigheter har for å nå målet om nasjonale utslippsreduksjoner i 2020. Faggruppen skulle definere konsekvensene av disse uten å gi anbefalinger om hvordan utslippskuttene skulle gjøres.

Parallelt med dette arbeidet utarbeidet Lavenergiutvalget i 2009 sin rapport *Energieffektivisering* på mandat fra Olje- og energidepartementet. Det var betydelig kontakt mellom Klimakur 2020 og Lavenergiutvalget, samtidig som det ble gjort ulike valg blant annet i ulike antagelser om fremtidig energibruk. Lavenergiutvalget vurderte det som mulig å halvere byggsektorens samlede energibruk på 30 år. Utvalget mente at dette kunne bli realisert gjennom strengere krav til nybygg, betydelig satsing på energieffektivisering ved større rehabiliteringer og enøk tiltak i øvrig bygningsmasse.

Den 23. august 2010 fikk Kommunal- og regionaldepartementet (KRD 2010) overlevert en rapport fra en egenutnevnt arbeidsgruppe som konkluderte med at det er realistisk å redusere energibruken til drift av bygg med 10 TWh per år innen 2020. Frem til 2040 sies det at det er mulig å halvere energibruken, tilsvarende en reduksjon på 40 TWh per år.

Mandatet til arbeidsgruppen var å gi konkrete innspill til en handlingsplan for energieffektivisering i bolig- og byggsektoren. Gruppen ble bedt om å legge fram forslag til mål og nødvendige virkemidler for å nå målene, både for nye og eksisterende bygg. Det lå inne som premis at energikravene i teknisk forskrift skulle skjerpes og ligge på passivhusnivå innen 2020. Gruppen skulle ta utgangspunkt i eksisterende materiale, hvor Lavenergiutvalgets rapport og Klimakur 2020 ble nevnt spesielt.

Både Lavenergiutvalget og KRDs arbeidsgruppe baserer sine analyser på gjennomsnittsbetraktninger av bygningsmassen. Når det gjelder analysen av barrierer og virkemidler pekes det i rapportene på at virkemidlene må sees i sammenheng med hverandre for å få utløst potensialet – det vil si at man må utforme og iverksette virkemidlene med mulige synergieffekter i tankene. Det pekes imidlertid på at det er behov for en grundig potensialstudie for energieffektivisering. Dette har vært Enovas mål med denne rapporten.

Det som skiller analysen av potensialer og barrierer som presenteres i denne rapporten fra tidligere rapporter er i hovedsak fire elementer:

### 1. Bygningsmassens faktiske tilstand

Det er valgt en såkalt *nedenfra-og-opp-tilnærming* – det vil si at man har tatt utgangspunkt i bygningsmassens faktiske tilstand. Bygningsmassen er kartlagt i detalj – helt ned til bygningstype og alder, og det er benyttet representative bygningsmodeller for beregning av potensialene. Rapporten viser at ulike bygninger har ulike potensial og barrierer for energieffektivisering.

### 2. Ulike potensialer

Det er lagt vekt på å definere ulike typer potensial. Det er vesentlig forskjell på det teoretiske, tekniske,

økonomiske og reelle potensialet for energieffektivisering. Dette krever at analysen bygger på både tekniske, økonomiske og atferdsmessige modeller.

### 3. Beslutningstagernes ståsted

Analysene er basert på de faktiske beslutningene som markedsaktørene står overfor. Rapporten beskriver altså potensialene og barrierene ut fra beslutningstakernes ståsted i henhold til mest mulig reelle situasjoner - og uten å ta hensyn til politiske mål eller næringsinteresser. Det er derfor beregnet potensialer med utgangspunkt i konkrete, representative bygningsmodeller. Det er ikke lagt inn fremskrivninger av teknologiske fremskritt, energiprisbaner eller antagelser om fremtidig politiske virkemidler. Det er også gjennomført casestudier, dybdeintervjuer og en survey for å avdekke aktørenes oppfatning av hvilke barrierer som er de viktigste.

### 4. Rammeverk for å forstå barrierene

Rapporten presenterer et teoretisk rammeverk for å forstå barrierer. Dette gjelder barrierene hver for seg, hvordan de påvirker hverandre og hvilken kontekst de skal forstås i. Det er for eksempel viktig å erkjenne at ulike barrierer opptrer i ulik grad for ulike grupper av aktører. Videre er det fornuftig å skille mellom barrierer for enkeltbedrifter og de som gjelder for utviklingen av byggnæringen. Det er videre forskjell på hva som oppfattes som en barriere sett fra myndighetenes og den enkelte bygningseiers synspunkt.





# Hva må til for at bygningsmassen skal bli energieffektiv?

Det identifiseres et betydelig teknisk potensial for å redusere mengden levert energi som kreves til norske bygninger i dag. En analyse av den økonomiske gevinsten ved energieffektiviseringstiltak sammenlignet med hva det koster å implementere disse tiltakene, har også avdekket et betydelig økonomisk potensial. Det vil si et potensial for å gjennomføre tiltakene samtidig som man sitter igjen med et økonomisk overskudd.

## Hvilke faktorer hindrer energieffektivisering?

Beslutninger om å iverksette energieffektiviserings-tiltak påvirkes også av andre faktorer enn økonomi. I denne rapporten er derfor også atferdsmessige barrierer identifisert.

For å kunne forbedre energiytelsen til både den eksisterende og den fremtidige bygningsmassen, er det helt avgjørende at man kjenner barrierene; mekanismene som hindrer eller driver utviklingen i ønsket retning.

## Økonomisk lønnsomhet er førsteprioritet for målgruppen

Hva er så den viktigste barrieren? Hvilke virkemidler vil best kunne bidra til at man fjerner barrierene for redusert energibruk?

Det ville selvsagt være svært interessant å tallfeste det reelle potensialet for de forskjellige barrierene.

Men på grunn av kompleksiteten i hvordan barrierene virker hver for seg og i samspill med hverandre, er det vanskelig å tallfeste det reelle potensialet eksakt for hver enkelt barriere.

Allikevel kan vi konkludere med at vår studie viser at det reelle potensialet først og fremst er avhengig av om eierne av bygningene og boligene anser tiltakene for å være økonomisk lønnsomme.

## Virkemidlene må treffe riktige markedssegmenter

En annen viktig faktor som er viktig for å utløse det reelle potensialet er om eierne er innstilt på – eller i modus for – å rehabilitere eller gjøre oppgraderinger på byggene sine.

For myndighetene handler det derfor også om å vite om hvilket tidspunkt den enkelte boligeier eller eieren av et yrkesbygg er mottakelig for påvirkning til å sette i verk tiltak som kan redusere energibruken. Eksempelvis vil det være lettere å påvirke en som allerede har konkrete planer om å rehabilitere bygningen, til å velge produkter eller løsninger som reduserer bygningens energibehov. Eierne av byggene velger altså oftest å gjøre slike oppgraderinger av andre grunner enn muligheten for energibesparelser.

Det er også viktig å utforme virkemidlene i forhold til at ulike markedssegmenter er mer eller mindre



interessert i å ta i bruk ny teknologi og nye løsninger. Ulike virkemidler må rettes både mot de mest innovative aktørene og de som er mindre villige til å ta i bruk beste tilgjengelige teknologi.

Det er videre slik at hvor mye av potensialet som kan hentes ut er avhengig av hvordan virkemidler utformes, hvordan de virker sammen og hvilket ambisjonsnivå som ligger til grunn for satsingen.

*Generelt er det slik at hvor mye av det tekniske potensialet som kan utløses er større jo bedre man kjenner barrierene og mekanismene som virker i markedet. Og med dypere kunnskap kan man med bedre treffsikkerhet adressere bredden i barrierene som står i veien for økt energieffektivisering.*

Denne rapporten bidrar til ny kunnskap om disse elementene.

### Hvordan definere – og utvide – det realistiske potensialet

Det tekniske potensialet handler om hva som er teknisk og praktisk mulig. Det økonomiske potensialet handler om hva tiltakene faktisk koster. Det realistiske eller mulige potensialet må ta hensyn til for eksempel strukturelle forhold som eie-leie problematikken og individuelle aspekter som kjennskap, kunnskap og holdninger. Det er også nødvendig å se på hva som gjøres av rehabilitering og mindre oppgraderinger av bygningsmassen da det er dette som i utgangspunktet viser mulighetene for å komme i inngrep med bygnings- og boligeierne.

For å gjøre det tekniske potensialet større er det nødvendig med teknologiutvikling og innovasjon. For å gjøre det økonomiske potensialet større, og mer lønnsomt, må man også satse på å støtte markedsintroduksjon for nye teknologiske løsninger og tiltak.

Gjennom større omsetning, økt erfaring og kompetanse vil de nye løsningene over tid bli konkurransedyktige i forhold til dagens praksis.

Som regel er det slik at tilbuds- og etterspørselsiden må gå i takt for at det skal finne sted en *markedsendring* med hensyn til redusert energibruk. Det betyr at det er først når teknologien er utprøvd, og den er konkurransedyktig med hensyn til pris, at den kan gå fra å være et nisjeprodukt til å bli hyllevare. Skal dette skje, må også byggenæringen og kunden ha kunnskap og kompetanse knyttet til den nye teknologien.

Samtidig finnes det aktører som går foran ved å ta i bruk nye løsninger. Enten fordi de ser at det å være med på å løse klima- og energiforsyningsproblematikken gir dem et konkurransefortrinn i markedet, eller fordi de rett og slett synes det er spennende med ny teknologi. For majoriteten av aktørene er det imidlertid viktig at teknologien er konkurransedyktig i forhold til pris og ytelse, og at den ikke medfører plunder og heft eller andre ulemper. Det er også svært viktig at teknologi som medfører et lavt energibehov ikke fører til dårligere inneklime eller fare for fuktrelaterte skader.

### Hvor kan potensialet tas ut?

Om vi snakker om teknisk, økonomisk eller realistisk potensial, er det tre hovedområder hvor potensialet kan tas ut. Energiforbruket kan senkes betydelig ved å ha best mulig bygningsmessig standard, og kan reduseres ytterligere ved installering av energi-effektive tekniske installasjoner (lys, ventilasjon, styringssystemer, etc.) av beste kvalitet. I tillegg er det mye å hente ved å ha fokus på bruks- og driftsrelaterte elementer. I yrkesbygg er det for eksempel viktig at organisasjonen har implementert energiledelse, at den har et energioppfølgingsystem og at det finnes kompetente medarbeidere som kan bruke de tekniske styringssystemene på en hensiktsmessig måte.

På samme måte ligger det et potensial hos boligeierne, både når det gjelder investeringsatferd og hvordan boligen og utstyret brukes. Ved å være en bevisst kunde er det mulig å gjøre investeringer som gir robuste energieffektiviseringsgevinster på lang sikt. Så etter først å ha gjort tiltak på selve bygningskroppen, boligen, vil det være enda mer å hente ved å installere tekniske løsninger - eksempelvis effektiv belysning, hvitevarer og styringssystemer. Til sist er det viktig å ta hensyn til den menneskelige faktoren. Dette innebærer at det er viktig å innarbeide gode vaner, og lære seg å bruke energi kun når man har behov for den.

### Viktigheten av kompetanse og energiledelse for å bryte ned barrierer

Forstår man hvordan barrierene virker hver for seg og påvirker hverandre, innser man at dynamikken finner sted ikke bare langs verdikjeden, men også ved at aktørene i verdikjeden møter den samme utfordringen flere ganger. Det vi mener med dette er at økt kompetanse og erfaring skapes først ved at man gjør den samme handlingen flere ganger. Hvordan barrierene påvirker muligheten for å ta ut et stort mulig potensial kan derfor ses innenfor en tenkt kontinuerlig beslutningsprosess som har en definert tidsmessig begynnelse og slutt.

I en slik beslutningsprosess er det positive at barrierene kan snus til muligheter! Hva mener vi med dette? For eksempel dersom driftsteknikeren får gjennomføre kurs for å heve sin kompetanse på bygningsdrift, vil denne kunne bli den som realiserer energieffektiviseringspotensialet i bygningen. Den videre effekten vil være at byggets eiere ser at tiltakene man hadde investert i var lønnsomme. Dette vil i neste omgang føre til økt motivasjon for å investere mer i samme bygning, eller investere i samme tiltak i andre

bygninger. Dette tenkte eksempelet viser at investeringene i fysiske tiltak må følges opp med tiltak som rettes mot energiledelse i organisasjonen og kompetanseheving hos enkeltmedarbeidere.

Ser man dette i et større perspektiv er det interessant å se på hvordan beslutningene hos den enkelte bygningseier kan påvirkes av samspillet mellom markedsmekanismer og offentlige virkemidler.

- Noen aktører må ønske å gå i front og være de første som bygger eller rehabiliterer bygninger til en standard utover gjeldende praksis.
- Et tilstrekkelig antall bygningseiere og eiendomsutviklere må involveres til at både leietagere, bygningseiere og leverandørbransjen oppfatter at markedet etterspør og kan levere bedre bygninger.
- Det må bygges og rehabiliteres et stort nok antall bygninger for at det skal skapes en tilstrekkelig stor forskjell mellom bygninger med god og dårlig energiytelse. Kun gjennom dette vil forskjeller i bygningenes energiytelse påvirke verdsettingen av bygningene.

## DEL 2

# Om potensial- og barriereteori

I denne delen vil vi beskrive det metodiske grunnlaget som Enova legger til grunn for sin utforming av virkemidler mot barrierer.

Når man arbeider for reduksjon av energibruken er det nødvendig å forstå både barrierer og hva som er potensialet for energieffektivisering. På den ene siden må man derfor tydelig identifisere barrierer for energieffektivisering. På den andre siden må man beskrive ulike typer potensial som relaterer seg til det samlede bildet av barrierene.

Beslutninger som påvirker energibruk i bygninger er tett sammenvevd med beslutninger som handler om svært mange ting. Generelt er det slik at jo bedre man kjenner barrierene og mekanismene som virker i markedet, jo større er det faktiske potensialet som kan utløses. Og jo bedre kjennskap man har til barrierene og mekanismene, jo mer treffsikkert kan man angripe hele bredden av hindre som står i veien for økt energieffektivisering.

## Potensial og barrierer i det store bildet

Hvorfor er det viktig å forstå potensial og barrierer? Reduserte klimagassutslipp og økt forsyningsikkerhet er de to mest opplagte argumentene for energieffektivisering og produksjon av mer fornybar energi.

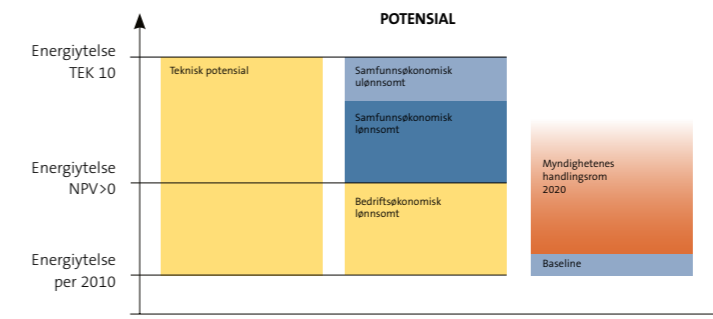
Det finnes et teoretisk optimalt nivå som definerer hvor mye ressurser som skal settes inn på disse

tiltakene, før de medfører en større kostnad enn gevinst, når man også tar hensyn til verdiskaping, sysselsetting og andre produkter og tjenester vi ønsker oss.

Nettogevinsten fra både produksjon og energi- og miljøtiltak er da på et riktig nivå i forhold til miljømessige skader, graden av forsyningsikkerhet og andre samfunnsøkonomiske elementer. Dette er det vi kan kalle det samfunnsøkonomisk optimale nivået.

Det neste skrittet vil være å se på fordelingen av ressurser mellom arbeidet med å redusere behovet for energi, og arbeidet med å produsere mer fornybar energi. Sagt med andre ord: Hvor mye ressurser det er fornuftig å bruke på å produsere fornybar energi må ses i forhold til mulighetene for å redusere behovet for energi, og vice versa. Etter at man først har benyttet seg av de rimeligste alternativene, vil nettogevinsten for hver nye enhet blir mindre for hver ekstra enhet.

Situasjonen i dag er at det er mange energieffektiviseringstiltak som er lønnsomme, også dersom man kun ser på det bedriftsøkonomiske eller for den enkelte husholdning. Det finnes også tiltak som ikke er lønnsomme for den enkelte, men som for samfunnet som helhet vil bidra til en velferdsøkning ved at kostnadene er lavere enn den samlede gevinsten.



**Figur 1: Sammenligning av potensial for energieffektivisering:** teknisk, bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk - samt myndighetenes handlingsrom: Teknisk potensial er begrenset av tekniske og bygningsfysiske begrensninger, samt vernehensyn. Bedriftsøkonomisk potensial er begrenset av minimumskrav til lønnsomhet (NPV: netto nåverdi). Samfunnsøkonomisk potensial er begrenset av at samfunnsmessige gevinster må forsvare nødvendig ressursbruk. Myndighetenes handlingsrom er en funksjon av virkemiddelbruk og total satsing på området. Baseline angir energiytelsesforbedringer som skjer uansett som følge av nødvendig vedlikehold og rehabilitering.

## Hva er en barriere? Og bør man fjerne alle barrierer?

Barrierer er begrepet som ofte brukes på faktorer som hindrer at tiltak som er samfunnsøkonomisk lønnsomme blir iverksatt.

Å bryte ned barrierer krever ressurser, og kostnaden knyttet til å eliminere dem avhenger av typen barriere. I denne sammenhengen er det viktig å være klar over at det i et rent samfunnsøkonomisk perspektiv finnes barrierer som det ikke er fornuftig å fjerne, da det krever mer ressurser enn det som kan forsvares ut fra den potensielle gevinsten.

Det er derfor generelt slik at det er forskjell på det som er teoretisk mulig å hente ut av effektiviseringspotensial og det som er teknisk mulig og økonomisk forsvarlig å realisere.

Dessuten er det ikke slik at alle beslutninger kan baseres på en kvantitativ økonomisk analyse. Det kan være andre drivere som påvirker beslutningen om å iverksette tiltak – for eksempel nødvendig vedlikehold, estetikk osv. Dette kan eksempelvis føre til at man bytter til vinduer med bedre energiytelse selv om tiltaket isolert sett er ulønnsomt når man sammenligner kostnaden for tiltaket med pengene man sparer på lavere energibruk. I en slik situasjon – der tiltak kommer som en følgeeffekt av eksempelvis nødvendig vedlikehold – vil brukeren allikevel oppleve en effektiviseringsgevinst.

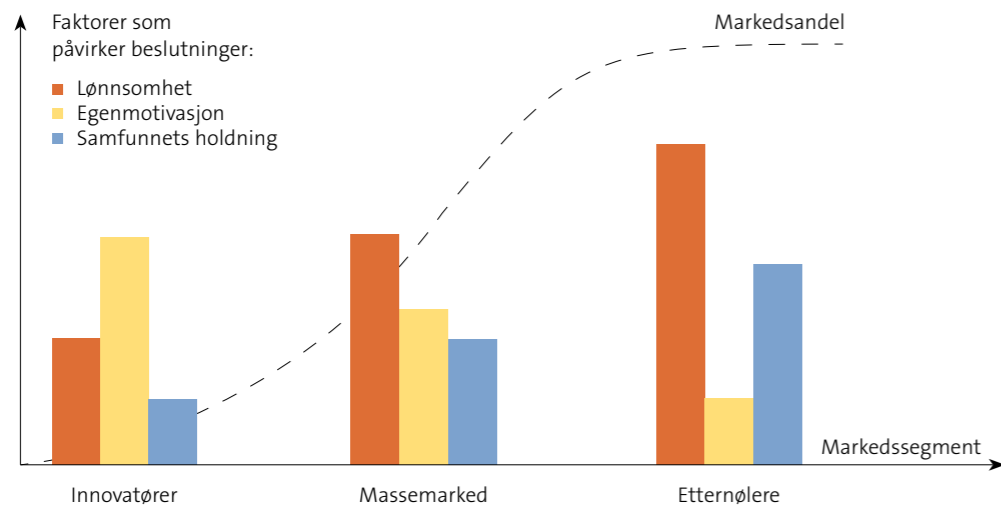
Denne effekten – følgeeffekten av faktorer som eksempelvis påkrevd vedlikehold – omtales som baseline. Baseline kan defineres som det som skjer uten at myndighetene griper aktivt inn i markedet for å redusere energibruken. Figur 1 illustrerer forskjellen mellom potensialer og hvilket handlingsrom som Enova og andre myndighetsorgan kan operere i.

En analyse av hvordan energieffektiviseringspotensial skal realiseres må inkludere en god forståelse av atferd på individ- og bedriftsnivå, strukturelle forhold i bygg- og eiendomsnæringen, rammebetingelser og koblinger på tvers i forhold til ulike offentlige virkemidler.

## Barrierens styrke avhenger av aktørens prioriteringer

En nyttig referanseramme er den velkjente diffusjonskurven for teknologi (Rogers, 1962). Kort oppsummert kan den brukes til å vise at en segmentering av aktørene i forhold til evnen og viljen til å ta i bruk nye løsninger, også viser i hvilken grad ulike barrierer opptrer med ulik styrke.

For et segment er det for eksempel ikke nødvendig at den nye løsningen er konkurransedyktig i økonomisk forstand, men den velges på grunn av preferanser for andre egenskaper. Dette kan være basert på miljø- og energipolitiske hensyn, status eller at man generelt er interessert i ny teknologi. I arbeidet med å utvikle



**Figur 2: Sammenhengen mellom noen faktorer som påvirker beslutninger om energieffektivisering og ulike markedssegment:** Markedssegmentene er plassert langs en kurve for markedsandel som illustrerer markedsutviklingen for nye teknologier eller løsninger. Den ulike betydningen enkeltfaktorer har for ulike markedssegment tilsier at virkemiddelbruken må være dynamisk i forhold til utviklingen i markedet.

virkemidler er denne modellen nyttig fordi det er viktig å vite hvilke barrierer som er de sterkeste for ulike segment. Den mest effektive strategien er å treffe de sterkeste barrierene for markedet som gjelder for den fasen markedet er i på veien mot målet.

Figur 2 illustrerer hvordan tre faktorer har ulik relativ styrke for ulike markedssegment langs en teknologi-diffusjonskurve.

### Hvordan næringsklynger i byggenæringen kan bidra til innovasjon

I tillegg til at enkeltindivider og enkeltbedrifter kan plasseres langs en diffusjonskurve er det nødvendig å se på markedene mer overordnet. Det som kjenner seg utstrakte behovet for tverrfaglig samarbeid som i seg selv er en utfordring.

Når man i tillegg skal utløse et størst mulig energieffektiviseringspotensial innebærer dette at alle ledd i verdikjeden i større eller mindre grad må gjennom en form for innovasjonsprosess. I denne sammenhengen blir derfor gjennomsnittssaktøren en dårlig målestokk for hva som må til for å endre markedet. Nettopp fordi det er noen som velger å ta i bruk nye løsninger før de er akseptert i massemarkedet, er et viktig å segmentere markedet.

Rettes fokus over fra individnivå til bransjenivå kan

det være nyttig å betrakte potensialene i lys av Porters teori om næringsdynamikk og næringsklynger. Denne teorien baserer seg på store internasjonale forskningsprosjekter fra 1990-tallet, som tok sikte på å forklare hvorfor suksessraten til næringer var ulik innen ulike geografisk avgrensede områder, til tross for at ressursgrunnlaget var tilnærmet likt. Hovedpoenget i modellen er at suksessrike næringer kjennetegnes ved en selvforsterkende vekst som drives frem av konkurranse, samarbeid, innovasjonspress og kunnskapsutvikling.

Hvorfor er det interessant å se på byggenæringen i et klyngeperspektiv? I vår sammenheng er det nyttig å analysere dynamikken i næringen ved å identifisere følgende viktige forhold<sup>1</sup>:

- **Konkurransforhold**  
Konkurranse er viktig for at bedriftene hele tiden skal utvikle og forbedre seg for å kapre en større markedsandel, eller posisjonere seg som den foretrukne leverandør i markedet. Denne mekanismen sikrer at de mest konkurransedyktige løsningene og bedriftene overlever.
- **Markedsforhold**  
Egenskaper ved markedet, som størrelse og vekst, har stor betydning for en nærings utviklingsmuligheter. Det må for det første finnes en tro på at en ny løsning vil bli

konkurransedyktig. Større volum er nødvendig for å realisere stordriftsmuligheter og kapitalisere på konkurransefortrinnet. Veksten i et marked er helt nødvendig for å stimulere til den ønskede utviklingen.

- **Faktorforhold**  
Faktorforhold er tilgangen på produksjonsfaktorer og inkluderer alt fra tilgangen til menneskelige ressurser til kapital. Prosjektering og bygging av boliger og næringsbygg krever kompetente medarbeidere og dyktige leverandører. Drift av bygninger er blitt mer krevende enn før fordi systemene er blitt mer avanserte.
- **Koblinger og nettverk**  
Både formelle og uformelle kontakter som aktørene i næringen har med hverandre og andre er viktige fordi kunnskap og nye ideer oppstår når man møtes og utveksler ideer, problemstillinger og erfaringer. Jo mer varierte koblingene er gjennom antall, variasjon i hvem man har kontakt med og antall andre aktører som involveres, desto større blir nettverket. Desto større blir da også kunnskapsspredningen om de ideene, problemstillingene og erfaringene aktørene har. Viktige koblinger skjer i kunde/leverandørforhold i næringen. En særlig viktig rolle spilles av utviklings- og rådgivningsleddet i næringen, som i vårt tilfelle utgjøres av arkitekter og rådgivende ingeniører.

Faktorene over er viktige hver for seg, men like viktig er et tett samspill mellom alle disse faktorene. En av byggenæringens utfordringer er at den omfatter mange bransjer, og at ringvirkningene kan bli betydelige dersom en utløser utvikling i alle fire faktorer.

### Energieffektivisering: Mekanismer for å oppnå markedsendring

I analysen av muligheter for å realisere effektiviseringspotensialet gjennom langsiktig markedsendring er det nyttig å referere til tre oppgraderingsmekanismer som er nødvendige. Disse omfatter innovasjonspress, komplementaritet og kunnskapsspredning.

<sup>1</sup> Denne beskrivelsen er basert på en rapport om byggenæringens evne til fremtidig verdiskaping, se Espelien og Reve (2007).

- **Innovasjonspress**  
I noen næringer er innovasjonstakten langt høyere enn i andre næringer. Den viktigste forklaringen på dette er at næringer i ulik grad opplever press fra omverdenen til å innovere. Innovasjon vil oppstå i større grad der kundene etterspør og stiller krav til innovative løsninger, der det er stor grad av samspill mellom kunder og leverandører, og der kundene kan velge mellom flere alternative leverandører.
- **Komplementaritet**  
For at en næring kan oppnå selvforsterkende vekst og en markedsendring, må ressursene (varene, tjenestene og menneskene) være komplementære (eller utfyllende) i markedet eller som innsatsfaktorer for bedriftene. Når ressursene er innsatsfaktor for bedriftene vil det si at ressursene kan brukes i hele næringen. Dette betyr at ressurser som kompetente arkitekter, ingeniører og energirådgivere er felles ressurser for næringen, og er nødvendige for utvikling av næringen. Produktene må ha et potensial for kostnadsreduksjon slik at etterspørselen øker som følge av bedre lønnsomhet.
- **Kunnskapsspredning**  
Utvikling og spredning av kunnskap er en viktig mekanisme for markedsendring. Kunnskapsutvekslingen kan være planlagt, slik som da Norge opparbeidet seg kunnskap om oljeutvinning på 1970-tallet. For det meste er slik kunnskapsspredning i næringslivet en sideeffekt av økonomiske transaksjoner. Utgangspunktet er at kunnskapen må etableres et sted før den bidrar til kunnskapsspredningen gjennom at fagfolk jobber på stadig flere prosjekter, med stadig nye kunder og leverandører. Dette påvirker innovasjon og verdiskaping i næringen.

### En definisjon av potensialbegrepene: Hva betyr teoretisk, teknisk, økonomisk og realistisk potensial?

Potensial for energieffektivisering i bygningsmassen er et dynamisk begrep som ikke er lett å definere på en entydig måte. Det er mange måter å omtale et potensial for energieffektivisering. I denne rapporten opererer vi med følgende typer potensial:

- Teoretisk
- Teknisk
- Økonomisk
- Realistisk

#### Teoretisk potensial

Teoretisk potensial er differansen mellom den faktiske energibruken på et gitt tidspunkt og den man definerer som et referansenivå for framtidig energibruk. I denne rapporten relateres det teoretiske nivået til TEK 10-nivå (Forskrift om tekniske krav til byggverk – energimerke C) for eksisterende bygningsmasse og lavenergi/energimerke B for nye bygninger. For den delen av rapporten som ser på passivhus og nær null-energibygninger, er det disse to nivåene som gjelder for både nye og eksisterende bygninger frem mot henholdsvis 2020 (nivå tilsvarende passivhus) og 2040 (nivå tilsvarende nullenergibygninger).

#### Teknisk potensial

Det tekniske potensialet fremkommer ved å korrigere det teoretiske potensialet med begrensninger som følger av tekniske og bygningsfysiske forhold.

For å få et korrekt bilde av potensialet som finnes i bygningsmassen er det viktig å ta hensyn til at en andel av eksisterende bygningsmasse i hver årsklasse ikke kan nå TEK 10-nivå, men et dårligere nivå. I tillegg er det estimert hvor stor andel av næringsbyggmassen som er underlagt begrensninger av verne- og bevaringshensyn. Det skiller mellom fredede, vernede og bevaringsverdige bygninger

– avhengig av om byggverket har henholdsvis nasjonal og regional-, regional og lokal- eller kun lokal arkitektonisk og/eller kulturhistorisk verneverdi.

#### Økonomisk potensial

Ved å tallfeste energipriser, tiltakskostnader, tiltakenes levetid og kalkulasjonsrente, er man i stand til å beregne lønnsomheten knyttet til reduksjonen i energibruk som følger av tiltakene.

En lønnsomhetsvurdering i form av en nåverdi-betraktning benyttes for å vurdere hvilke tiltak eller pakker av tiltak som gir en avkastning over det som er satt som minimumskrav. Utfordringen med denne type beregninger er hovedsakelig at tiltakskostnader varierer mellom regioner, sesong og konjunkturer. Det er også viktig å være tydelig på om kostnaden er relatert kun til å heve energiytelsen, eller om den også er relatert til nødvendig vedlikehold eller påkrevet rehabilitering.

#### Realistisk potensial

Det realistiske potensialet er det som er vanskeligst å tallfeste. Dette skyldes at man ikke har et tilstrekkelig godt grunnlag for å tallfeste rehabiliteringstakten. Denne faktoren er den som alene betyr mest for muligheten til å kunne påvirke energiytelsen i bygningsmassen på en effektiv måte. Videre er det realistiske potensialet avhengig av faktorer på individ eller bedriftsnivå og rammebetingelser i form av reguleringer og andre virkemidler som myndighetene iverksetter. Her må man modellere atferdselementer på både tilbuds- og etterspørselssiden i markedet. Dette må deretter ses i lys av organisatoriske forhold i private bedrifter og offentlige enheter, strukturelle forhold i markedet langs verdikjeden og samspill mellom ulike identifiserbare mekanismer.

#### Hvordan en barriere representerer en mulighet

Det som definerer et potensial er at det er én eller flere barrierer som hindrer en ønsket utvikling. Sett

i lys av dette representerer en barriere derfor en mulighet for å realisere hele eller deler av potensialet.

#### Utfordrende å tallfeste potensialet for hver enkelt barriere hver for seg

Det er imidlertid slik at nedbygging av en barriere påvirker styrken til en annen barriere. Det er derfor svært utfordrende å beregne energieffektiviseringspotensialet knyttet til hver enkelt barriere. Å analysere barrierene enkeltvis er derfor ikke en tilnærming som gir et godt grunnlag for å si noe om det reelle potensialet som det er mulig å hente ut gjennom iverksetting av ulike typer virkemidler.

Videre vil effekten av å vurdere hver enkelt barriere enkeltvis være forskjellig fra om en analyserer alle mekanismer – eller barrierer – som forhindrer energieffektivisering. Dette skyldes at barrierene finnes på ulike nivå; fra holdninger hos den enkelte til næringsstruktur, hvordan utdanningssystemet er innrettet og hvordan offentlige virkemidler er utformet.

At mekanismene som forhindrer energieffektivisering er sammensatte kan illustreres med følgende enkle eksempel hentet fra en av fokusgruppene: *Lav kunnskap hos driftstekniker gjorde at vedkommende ikke driftet bygget på en god måte selv om anleggene var nye. Beslutningstakerne i bedriften hadde investert en stor sum penger, men så ikke resultatene av investeringene sine og ble følgelig skeptiske til å gjennomføre nye energieffektiviseringstiltak.*

Dette betyr at potensialene knyttet til enkeltbarrierer ikke kan ses på hver for seg. Kompetanseheving er helt nødvendig for å ta ut potensialet knyttet til investeringer i tiltak som legger til rette for redusert energibruk. Man må med andre ord adressere flere barrierer samtidig for å utløse den ønskede effekten.

Barrierene kan snus til muligheter når man har tilstrekkelig innsikt i mekanismene som påvirker

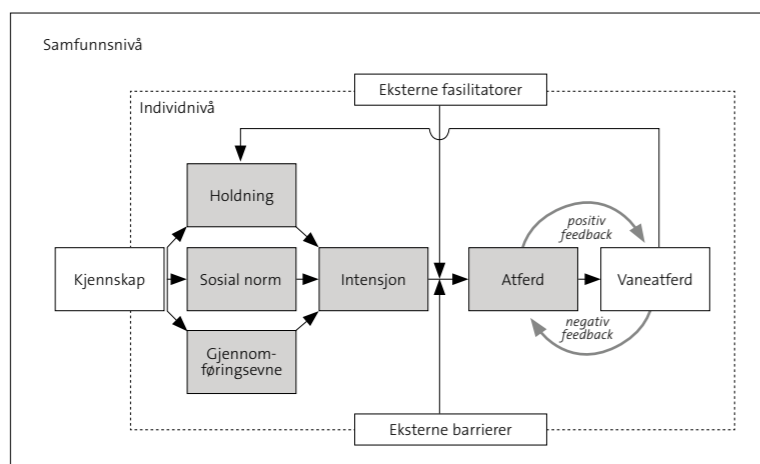
energibruk i bygninger. Dersom driftsteknikeren hadde fått tilbud om og gjennomført kurs for å heve sin kompetanse på bygningsdrift, ville vedkommende i tillegg til å oppleve større trivsel i sin jobb, også være den som realiserte energieffektiviseringspotensialet i bygningen. Den videre effekten ville vært at byggets eiere hadde sett at tiltakene det var investert i var lønnsomme. Dette hadde i neste omgang ført til økt motivasjon for å investere mer i samme bygning eller investere i samme tiltak i andre bygninger. Dette viser at investeringene i fysiske tiltak må følges opp med tiltak som rettes mot energiledelse i organisasjonen og kompetanseheving hos enkeltmedarbeidere.

#### Enova ønsker å påvirke energiatferd

Utgangspunktet og hovedbegrunnelsen for Enovas innsats mot byggområdet, er at det eksisterer ulike spesifikke typer energiatferd knyttet til bygninger og boliger som det er samfunnsøkonomisk ønskelig å få realisert. Med *energiatferd* mener vi her ulike beslutninger (investering, innkjøp, drift- og vedlikeholdsvalg, endringer i brukervaner, etc.) som påvirker energibruken i bygningen. Beslutningstakerne kan være ulike typer byggeiere (private, offentlige) eller husholdninger (boligeiere).

#### Hva er definisjonen på en barriere? Og hvilke typer barrierer har vi?

Det er vanskelig å finne en entydig og omforent definisjon av begrepet «barriere». Begrepet ser også ut til å mangle en klar typologi – eller klassifikasjon. Barrierebegrepet er imidlertid inngående drøftet i en implisitt forstand i mange arbeider, og den vanlige tolkingen av begrepet er at en barriere er *et forhold ved eller rundt en beslutningstaker som hindrer gjennomføring av en ønsket type atferd*. For å presisere begrepet tar vi utgangspunkt i Webers (1997) tilnærming til barrieremodeller hvor en barriere rent metodologisk avdekkes ved hjelp av tre elementer i følgende spørsmålsformulering:



Figur 3: Teoretisk modell for energiatferd.

**Hvilken faktor er til hinder for hvilken aktør i å gjennomføre hvilken atferd?**

En *barriere* er dermed en «faktor som er til hinder for en handling». Faktoren (altså barrieren) gir ikke mening isolert sett, den må knyttes til en klart definert *atferd* eller handling (eks: investering i nytt passivbygg, etterisolering av alle vegger og loft i en enebolig, investering i pelletskamin, senking av inne-temperatur til 19 °C, etc.). Det er også helt nødvendig å definere hvem som skal ta en beslutning om å gjennomføre tiltak eller endre sin atferd.

På samme måte som at en barriere hindrer en atferd, finnes det også faktorer som hjelper fram eller stimulerer en gitt atferd. Slike faktorer refererer vi til som fasilitatorer. En *fasilitator* kan være et speilbilde av en barriere, slik at en barriere som bygges ned går over til å bli en fasilitator. Eksempelvis vil for lav lønnsomhet i utgangspunktet være en barriere. Kostnadsreduksjon vil imidlertid øke lønnsomheten og dermed fasilitere flere investeringer i energi-effektiviseringstiltak. Den teoretiske tilnærmingen til begrepet fasilitatorer henger nøye sammen med barrierebegrepet, slik at den videre diskusjonen fokuserer på barrierer.

La oss se på aktørbildet. Den primære aktøren i denne problemstillingen er det norske samfunnet, som ser at ulike typer energiatferd knyttet til bygg- og bolig-massen er ønskelig ut fra energipolitiske mål og

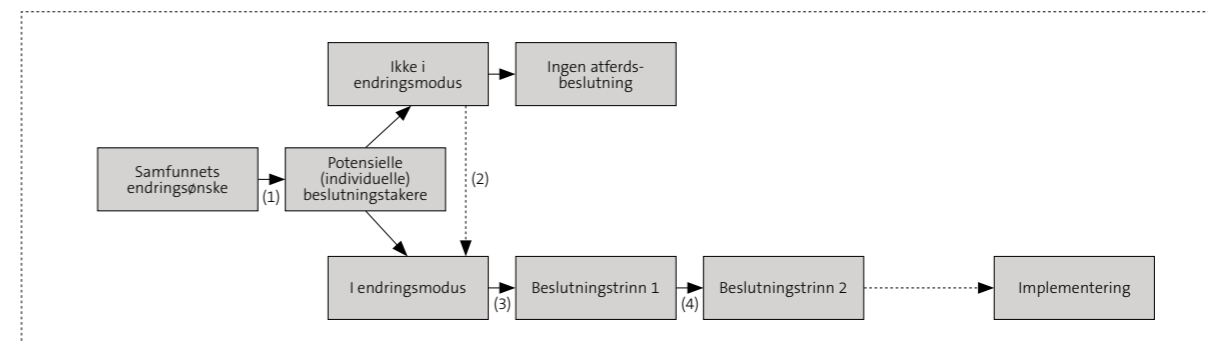
samfunnsøkonomiske kriterier. Ved å ta utgangspunkt i prinsippal/agent-teorien kan da samfunnet forstås som prinsippal i denne problemstillingen. Agenten, den utførende beslutningstaker, blir da byggeieren. Denne tenkingen kan tas ett skritt videre, ved å se på relasjonen mellom byggeier (boligeier) og leietaker. Eie/leie-problematikken er således samme type problemstilling. Vi ser her at vi altså kan identifisere (minst) tre hovedtyper aktører: samfunnet, byggeier og leietaker. Et viktig poeng er da at oppfattelsen av barrierer vil avhenge av hvilket aktørperspektiv en velger, med andre ord: de ulike aktørene kan oppleve sammensetningen av barrierer til en og samme gitte energiatferd svært ulikt. Vi vil utdype dette nedenfor.

**Atferdsteori knyttet til potensialer og barrierer**

Barriere-definisjonen ovenfor krever en kobling til en klart definert atferd. For at begrepet barriere skal ha noen mening, må barrieren knyttes til en teoretisk forståelse av den gitte atferden.

En teoretisk atferdsmodell beskriver hvilke faktorer som er av betydning når en beslutningstaker (aktør) skal beslutte iverksettelse av den gitte atferden. Det synes derfor åpenbart at en teoretisk diskusjon av barrierer blir meningsløs uten kobling til en atferdsmodell.

Empiriske analyser av barrierer uten forankring i en



Figur 4: Sekvensiell dimensjon i barrierestrukturen.

godt etablert teoretisk modell får lett et usystematisk, tilfeldig preg. Dette er også noe av kritikken mot forskningen innen energiatferd fra et myndighets-perspektiv. Mangelen på et veletablert teoretisk fundament, sammen med stor variasjon i metodiske og empiriske tilnærminger, gjør denne forskningen sprikende. Det gjør det også krevende å trekke robuste og entydige slutninger fra denne forskningen. Som en første tilnærming til å løse dette problemet, velger Enova å legge modellen for energiatferd vist i figur 3 til grunn i våre resonnementer.

Denne modellen er en syntese av ulike teoretiske perspektiver knyttet til atferd. Kjernen i modellen er de grå rutene, som er basert på Theory of Reasoned Action (TRA), også kjent som Theory of Planned Behaviour (se Fishbein og Ajzen, 2010). Modellen er så utvidet for å inkludere vaneatferd (se boks til høyre med tilhørende piler) og mekanismer som skiller endring i vaneatferd fra det man kan kalle nye, «jomfruelige» atferdsbeslutninger. (Egmond og Bruel, 2007) Modellen illustrerer at beslutninger må forstås, ikke bare som kjennetegn ved selve beslutningstakeren (individnivå, stiplet boks), men også ut fra kjennetegn ved konteksten eller rammevilkårene beslutningen fattes innenfor (samfunnsnivå, ytre boks).

Vi foreslår på bakgrunn av denne modellen følgende klassifisering av barrierer knyttet til energiatferd:

I) Individuelle barrierer	II) Strukturelle/institusjonelle barrierer
<ul style="list-style-type: none"> <li>• holdninger</li> <li>• sosiale normer</li> <li>• gjennomføringsevne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kjennskap</li> <li>• demografiske</li> <li>• fysiske</li> <li>• regulatoriske</li> <li>• markedsmessige</li> <li>• kulturelle</li> <li>• politiske</li> </ul>

Konkrete barrierer relevante for den gitte atferden spesifiseres så innenfor denne typologien.

Et ytterligere kompliserende element, som ikke fanges opp eksplisitt av atferdsmodellen over, er den dynamiske dimensjonen, eller det sekvensielle elementet (at ting skjer i en viss rekkefølge) ved en beslutningsprosess. Særlig gjelder dette «store» atferdsbeslutninger, som for eksempel investeringer i en ny bygning eller en omfattende energirehabilitering. Dette kan illustreres ved figur 4.

I tillegg til det sekvensielle i barrierestrukturen, illustrerer denne modellen også aktørperspektivet. Samfunnsnivået i atferdsmodellen ovenfor (figur 3), eller boksen lengst til venstre (samfunnets endringsønske) i figur 4, definerer (implisitt) den samfunnsøkonomisk ønskede atferden. «Samfunnet» kan forstås som én type aktør her (prinsippal). Disse ønskede atferdstypene realiseres gjennom beslutninger hos de individuelle beslutningstakerne (agentene).

### En barriere kan oppleves ulikt fra forskjellige perspektiver

Det er imidlertid ikke gitt at barrierer til de gitte atferdstypene oppleves på samme måte fra samfunnets perspektiv som fra individnivået.

For eksempel kan vi ha mange boliger eller andre bygninger hvor det ville vært fornuftig å energi-rehabiliterer rent samfunnsøkonomisk, men hvor eierne slett ikke har noen planer eller intensjon om slike tiltak, eller i det hele tatt har vært inne på tanken om slike tiltak. Dersom en aktør ikke har noen bevissthet om en atferd, eller ikke har vært eksponert for muligheten til å gjennomføre en atferd, kan vi heller ikke si at vedkommende opplever noen barrierer mot atferden. På den bakgrunn setter vi derfor fram følgende påstand:

*En barriere materialiserer seg først når beslutningstakeren er kommet i en modus hvor den spesifikke atferden er et mulig utfall av en beslutningsprosess.*

Derfor er det slik at en boligeier som ikke har noen som helst bevissthet rundt muligheten for å energi-rehabiliterer sitt uisolerte og trekkfulle hus, ikke står overfor noen barrierer for denne atferden. For samfunnet derimot, er denne boligeierens mangel på kjennskap til og kunnskap om energibruk og isolering av boliger en betydelig barriere mot viktige energi-politiske mål.

Denne problemstillingen ligger i pilen merket (1) i figur 4. Vi bruker begrepet «endringsmodus» for å illustrere om en beslutningstaker er i en tilstand hvor den ønskede energi-atferden er en del av beslutningstakerens utfallsrom.

De atferds- og barrieremodellene vi diskuterer på mikronivå her, gjelder derfor primært den andelen av

beslutningstakere som er i «endringsmodus». En kan selvfølgelig se for seg ulike mekanismer som kan bringe beslutningstakere over i endringsmodus, se stiplede pil merket (2).

### Hvordan opplevde barrierer endres over tid

Videre peker modellen på det sekvensielle aspektet. Barrierestrukturen endrer karakter langs beslutningsprosessen.

For å illustrere dette kan vi tenke oss en boligeier som vil energi-rehabiliterer boligen sin. I en tidlig fase kan mangel på informasjon oppleves som den viktigste barrieren.

Straks denne barrieren er brutt ned, vil en i neste fase kanskje oppleve at markedsfragmentering er den viktigste barrieren da det for eksempel oppleves som vanskelig å finne aktører på tilbudssiden som kan gi helhetlige tilbud og sammenlignbare priser på tiltaket.

Kanskje blir totalkostnaden for tiltakspakken en barriere i neste omgang. For selve gjennomføringsfasen vil kanskje «plunder og heft», altså alle mulige og umulige transaksjonskostnader knyttet til byggeprosessen, bli den viktigste barrieren. Denne sekvensielle forståelsen av barrierestrukturer er illustrert ved pilene (3) og (4) i figuren.

Beslutningstakerens opplevelse av barrierer endres således gjennom beslutningsprosessen, og en analyse av barrierer bør ideelt sett ta hensyn til dette dynamiske elementet.



## DEL 3: HOVEDFUNN – POTENSIAL, BARRIERER OG MULIGHETER

# Hovedfunn fra boliger

I dette kapittelet presenteres det tekniske og økonomiske potensialet for boliger og yrkesbygg frem til 2020, og for passivhus og nær nullenergibygninger frem til 2040. Kapittelet beskriver også mulighetene for å realisere potensialene i lys av andre forhold enn tekniske og økonomiske.

For å kunne håndtere de mange elementer og aspekter ved en så krevende problemstilling som denne rapporten omhandler, er det nødvendig at det gjøres avgrensninger og legges ulike forutsetninger til grunn. Av de viktige føringene som er lagt på analysene som denne rapporten bygger på, nevner vi følgende:

- Kun teknologi som er tilgjengelig i dag skal vurderes.
- Det skal ikke gjøres egne fremskrivninger av energipriser, men håndteres gjennom følsomhetsanalyser.
- Det er dagens energiytelse og dagens energikrav i teknisk forskrift som utgjør referansen for energiytelsesnivå.

Alle disse elementene vil påvirke hvor mye av det tekniske potensialet som kan tas ut. For eksempel vil økt erfaring og kompetanse medføre kostnadsreduksjoner over tid, og nye løsninger vil gå over til å

bli standardløsninger. Effektene av slike mekanismer er ikke kvantifisert i rapporten.

I tillegg er det gjort noe ulike forutsetninger i analysen av de ulike potensialene. Dette gjør at tallene ikke nødvendigvis kan sammenlignes eller legges sammen for å finne det totale potensialet. Vi henviser til delrapportene for detaljer omkring forutsetninger og mer utfyllende beskrivelser av analysene.

### Teknisk og økonomisk potensial

På oppdrag for Enova SF har Prognosesenteret AS i samarbeid med Entelligens AS gjennomført en analyse for å avdekke potensial og barrierer knyttet til boligens energiytelse. I denne delen oppsummeres det tekniske og økonomiske potensialet som ble avdekket.

Fra samfunnets side er det ønskelig at samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak for energieffektivisering i boligsektoren blir gjennomført.

Den sannsynligvis viktigste barrieren sett fra samfunnets side, er en generelt lav, delvis fraværende, oppmerksomhet omkring energibruk og energi-relaterte tiltak på egen bolig.

Det kan illustreres ved at energitgifter til bolig utgjør i størrelsesordenen 4–5 prosent av husholdningenes årlige forbruksutgift. En generelt lav energipris bidrar til å vedlikeholde denne barrieren.

	Energibruk før tiltak, kWh/kvadratmeter per år	Sparing per bolig, kWh/år	Totalt potensial, TWh/år
<b>Eneboliger</b>			
Før 1956	257	20 548	5,60
1956-1970	180	8 381	1,78
1971-1980	147	3 584	0,76
1981-1990	140	3 150	0,62
1991-2000	131	995	0,11
2001-2010	126	1 535	0,12
<b>Leiligheter</b>			
Før 1956	218	7 491	1,21
1956-1970	198	5 602	0,60
1971-1980	114	112	0,01
1981-1990	108	-468	-0,03
1991-2000	110	-768	-0,05
2001-2010	120	110	0,01
<b>Småhus</b>			
Før 1956	248	14 100	1,50
1956-1970	176	6 558	0,50
1971-1980	153	3 797	0,30
1981-1990	143	2 489	0,20
1991-2000	131	588	0,00
2001-2010	130	1 103	0,10
<b>Alle boliger</b>		<b>6 304</b>	<b>13,40</b>

**Tabell 1:** Teknisk potensial for energisparing i boliger ved rehabilitering til TEK 10.  
Kilde: Enovas Potensial- og barrierestudie Bolig (2011)

Det medfører at ikke alle potensielt samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter blir gjennomført.

### Private boligeiere er de viktigste beslutningstakerne

I Norge eier 90 prosent av alle husholdninger egen bolig. De enkelte private boligeiere blir derfor de viktigste beslutningstakerne i denne problemstillingen. I energibrukssammenheng er det fornuftig å dele boligsektoren i to: nye boliger og eksisterende boliger.

Med tanke på energiytelse, det vil si graden av energieffektivitet, er nye boliger de minst problematiske. Avstanden fra kravene i dagens byggetekniske forskrift

opp til lavenergi er ikke veldig stor, og det er fra myndighetshold signalisert at energikravene i 2020 vil være på passivhusnivå.

Segmentet eksisterende boligmasse er mer utfordrende. Dette består av boliger med svært varierende, og delvis svært dårlig, energiytelse. I tillegg er dette den store majoriteten av boligmassen, og flertallet av disse boligene vil være i bruk i mange tiår framover. Å få utløst potensialer i eksisterende boliger er derfor avgjørende for å nå målet om en energieffektiv boligmasse i Norge. Hva kan vi så realistisk forvente å oppnå i dette segmentet?

Som vi ser i tabell 1, viser analysen fra

Prognosesenteret at det tekniske potensialet for energisparing i eksisterende norske boliger per 2010 beregnes til 13,4 TWh. Det forutsetter at hele boligmassen oppgraderes til TEK 10-nivå. Sammenligner man kostnadene ved en slik oppgradering med gevinstene i form av redusert energitilgift, er potensialet lik null. Det vil si at de sparte energitilgiftene ikke er tilstrekkelig store til å finansiere investeringen. Luft-luft varmepumpe er det enkelttiltaket som oftest viser privatøkonomisk lønnsomhet. Det potensialet er beregnet til 2,4 TWh, eller 5 prosent. 2,0 TWh av dette potensialet er knyttet til eldre eneboliger, de resterende 0,5 TWh er knyttet til eldre småhus.

Potensialberegningene er basert på boligmodeller som er typiske for de ulike boligtypene og aldersgruppene. I praksis vil enkeltboliger avvike fra disse typiske modellene. Dette betyr at andre enkelttiltak enn varmepumper, f.eks. etterisolering av loft, er lønnsomme for en andel av boligmassen. Videre kan variasjon i bruksmønster hos enkelte husholdninger medføre lønnsomhet for tiltak som ikke er lønnsomme for gjennomsnittsboligen.

Generelt har vi tidligere bemerket, og gjentar her, at tiltakenes kostnad reduseres dersom disse gjennomføres i forbindelse med andre relaterte rehabiliteringsarbeider. For eksempel vil investering i etterisolering av yttervegger kunne fremstå som mer lønnsomt om dette tiltaket gjennomføres sammen med nødvendig skifte av panel. Arbeidet som kreves for å gjennomføre denne jobben er ofte overlappende med energieffektiviseringen: rigging, verktøy, anskaffe arbeidskraft, etc. Energiltaket blir i så tilfelle kun en merkostnad. Besparelsen blir den samme som om tiltaket ble gjennomført alene.

En lønnsomhetsberegning basert på en slik marginalkostnadstilnærming gir, naturlig nok, en bedret lønnsomhet for tiltakene. En illustrerende beregning utført for Enova av Prognosesenteret viser at for eldre boliger gir etterisolering med 5 eller 10 cm mineralull positiv privatøkonomisk lønnsomhet. Marginale vindusforbedringer og etterisolering av nyere boliger er imidlertid ikke generelt lønnsomme tiltak ved denne tilnærmingen heller.

Det er verd å merke seg at lønnsomhetsvurderingen som er gjort for boliger er en vurdering av

gjennomsnittsnivåer og ikke fullt ut reflekterer at det vil være store individuelle forskjeller både når det gjelder energibesparelsen og kostnadsforskjeller mellom regioner og økonomiske konjunkturer. Videre er tiltakene vurdert ut fra at de til sammen skal tilfredsstillende energitilførsel som følger av TEK 10. Dette betyr at tiltak som er mindre omfattende ikke er vurdert. Samlet sett betyr dette at det økonomiske potensialet kan være noe underestimert.

Merk at vi her har fokus på rene klassiske lønnsomhetsberegninger. Andre privatøkonomiske gevinster av energieffektiviseringstiltakene må også tas inn i husholdningens beslutninger knyttet til energiatferd. En generell forbedring i varmekomfort og inneklimateffekter forbindes ofte med slike tiltak vi snakker om her. Mindre eksponering mot varierende energipriser og en mer forutsigbar energiregning er mulige effekter. Verdiøkning på boligen er en annen potensiell effekt. Verdier for samfunnet forøvrig, som reduserte klimautslipp, redusert nettbetlastning, bedret forsyningssikkerhet osv. må også telle med i et samfunnsøkonomisk perspektiv på lønnsomheten.

## Barrierer

I den teoretiske drøftingen av barrierer understreket vi behovet for å utvikle gode og realistiske barrieremodeller som tar hensyn til problemstillinger som:

- **aktørdefinisjoner, relasjoner mellom aktører**
- **klart definerte typer energiatferd**
- **energiatferdsmodeller som ivaretar både individ- og systemnivå**
- **den sekvensielle dimensjonen i barrierestrukturen.**

Dette er sammensatte problemstillinger som det jobbes kontinuerlig med å videreutvikle. I leveransene til potensial- og barrierestudien ble det gjort en studie av styrken på barrierer mot energirehabilitering av boliger. Ikke alle de ideelle kravene til en barrierestudie nevnt ovenfor ble tilfredsstillende i den studien. Likevel representerer dette arbeidet et skritt på veien mot en forbedret forståelse av barrierer blant husholdninger. Hovedfunnene i analysen er oppsummert i tabell 2.

Den tekniske/økonomiske analysen viser at lønnsomheten er generelt lav (negativ) for større energirehabiliteringstiltak. En kobling mot andre

Barriere	Vekt
For dyrt: dvs. kostnaden er for stor og/eller gevinstene for små.	19,72
Mangel på offentlige anbefalinger og støtte: dvs. utilstrekkelig støtte fra offentlige myndigheter.	14,05
For vanskelig og/eller krevende: dvs. det kreves for mye tid og/eller krefter av meg for å komme i gang med og/eller gjennomføre en endring på boligen.	10,92
Komfort: for lite fordeler mht. komfort, velvære og inneklimate.	8,02
Usikker på om det vil fungere: dvs. jeg er redd for feil og/eller mangler ved nye løsninger.	7,22
Planlegger å flytte: dvs. jeg skal bo for kort tid i boligen til at det lønner seg å gjennomføre tiltak.	6,95
Mangel på informasjon: dvs. jeg finner ikke informasjon om produkter og/eller tjenester som er pålitelig, kundevennlig og/eller relevant.	6,73
Mangel på eget engasjement: dvs. jeg synes dette området er lite viktig for meg.	6,16
Liten oversikt over oppvarmingskostnader: dvs. jeg har ikke full oversikt over hvor mye det koster å varme opp boligen.	6,14
For liten egenkunnskap: dvs. jeg har ikke oversikt over hva jeg bør gjøre med boligen min.	5,93
Skjemmer boligen: dvs. om jeg gjør endringer på boligen vil det virke skjemmende.	4,23
Mangel på håndverkere: dvs. det er vanskelig å få tak i personer som kan utføre jobben for meg.	3,92

Tabell 2: Relativ styrke mellom barrierer mot ulike typer energirehabilitering av boliger.

planlagte rehabiliteringstiltak og en tydeliggjøring av slike synergier, vil kunne redusere denne barrieren. En tilleggsanalyse på marginalkostnader ved energirehabilitering viser at etterisolering i mange tilfeller kan være en lønnsom marginalinvestering. Ifølge de empiriske analysene som er gjennomført i potensial- og barrierestudien er det uansett kostnadene, eller mangelen på lønnsomhet, som framstår som den viktigste barrieren mot større energirehabiliteringer.

Den nest sterkeste barrieren er mangel på «offentlige anbefalinger og støtte», som kan tolkes langs dimensjonen «kommunikasjon», til tross for at begrepet «støtte» også er en del av beskrivelsen av barrieren. Dette siste forbindes lett med økonomisk støtte (tilskudd). I så fall understreker dette den første barrieren.

«Plunder og heft» eller høye transaksjonskostnader kommer som den tredje barrieren. Informasjonsinnhenting, organisering, ubehag og forstyrrelser i hverdagen er konkrete og viktige

ulempen knytta til rehabiliteringsprosjekter. Dette utgjør for mange en betydelig barriere. Usikkerhet med tanke på komfortforbedring listes som den fjerde viktigste barrieren. Sammen med den femte barrieren, usikkerhet om tiltakene vil fungere, illustrerer dette at tvil om de ikke-økonomiske gevinstene ved tiltaket kan være så betydelige at de blir en barriere.

Kort botid (skal snart flytte), mangel på viktighet, mangel på kunnskap/informasjon er andre barrierer. Vi legger merke til at utfordringer på tilbudssiden (mangel på håndverkere) ikke kommer fram som en viktig barriere. Dette er delvis i strid med Enovas oppfatninger, da mangel på helhetlige tilbud ofte trekkes fram som en betydelig barriere. Dette kan reflektere studiens forskningsdesign, da mangel på håndverkere gjerne vil være en barriere som dukker opp først når en har brutt gjennom første linjen av barrierer og har etablert en intensjon om å gjennomføre tiltaket.



## Muligheter

På den ene siden er det påvist at en teknisk oppgradering av den eksisterende boligmassen til TEK 10-nivå innen 2020 innebærer en potensiell reduksjon i energibruken på om lag 13 TWh. Det er imidlertid viktig å ha kunnskap om hvorvidt boligeierne faktisk vurderer å gjøre noe med boligen sin, og i tilfelle hva.

Dette innebærer at det både privat- og samfunnsøkonomisk er fornuftig å se på energiltak på boliger i forbindelse med andre nødvendige eller ønskede arbeider på boligmassen. Det er da naturlig å koble større energiltak på boliger mot aktiviteten innen rehabilitering, ombygging og tilbygg (ROT) i boligsektoren. Denne såkalte autonome ROT-aktiviteten, altså de tiltakene som boligeieren likevel gjennomfører, har typisk et bredere motivasjonsgrunnlag enn bare energisparing. Nødvendig vedlikehold og reparasjoner, arealutvidelse (påbygg), modernisering/endret arkitektonisk uttrykk - motivene kan være mange. Med mange motivasjoner har vi også mange nytteeffekter å fordele tiltakskostnadene på, slik at energieffektiviseringsgevinstene ikke trenger å bære hele kostnaden. Å stimulere til at ROT-arbeider på boliger som uansett vil bli gjennomført også inkluderer relevante energirelaterte tiltak, vil være et samfunnsøkonomisk fornuftig utgangspunkt for utfordringen med å energieffektivisere eksisterende boligmasse i Norge.

Hva vet vi så om ROT? Omsetningen i ROT-markedet ligger i størrelsesordenen 50 milliarder kroner per år. Viktige drivere for etterspørselen etter ROT kan sammenfattes slik:

- **Generelle konjunkturer:** Perioder med vekst i disponibel inntekt, privat konsum og investeringer, viser også høy ROT-aktivitet. Gode konjunkturer kjennetegnes ved lav arbeidsledighet, positiv framtidstro/forventninger, inntektsvekst, lav(ere) sparing, utlånsvillighet etc. Høy rente hemmer ROT.

- **Omsetning av bruktboliger:** ROT gjennomføres ofte i forbindelse med skifte av bolig. Høyt volum i bruktboligomsetningen forbindes derfor gjerne med høy ROT-aktivitet.
- **Demografiske forhold:** økt befolkning og/eller økt antall husholdninger, flytting, endringer i livssituasjon (småbarn, paretablering eller brudd, endringer i helsetilstand, osv.) er eksempler på forhold som kan utløse ROT.
- **Boligens kvalitet:** opplevd vedlikeholdsbehov, opplevd lav bo-/varmekomfort, høye energikostnader kan medføre ROT-tiltak.
- **Endringer i preferanser:** verden går videre, også «boteknologien». Nye boligrelaterte løsninger som gir økt bokomfort, lettvinnt dagligliv, moderne design, status etc. kan for enkelte være utløsende for ROT-prosjekter.
- **Offentlige prioriteringer og reguleringer:** nye tekniske krav gjeldende ved ROT, og en generell politisk debatt rundt energibruk, klima etc. kan påvirke boligeieres ROT-valg.

I tillegg vil også tilbudssideforhold påvirke omfanget av ROT. Ressurstilgangen (håndverkere, materialer, utstyr) sammen med den generelle produktiviteten og kostnadsnivået i bransjen er særlig viktige faktorer. For ambisiøse energiltak innen ROT kan mangel på relevant kompetanse i utførende ledd, og lite tilbud av gode helhetlige energimotiverte tiltakspakker, være elementer som påvirker tilbudet.

Vi merker oss at disse driverne gjelder ROT generelt, ikke spesifikt for energirelaterte ROT-aktiviteter. Noen tiltak innen ROT vil føre til endringer i boligens energiytelse. Disse tiltakene kan vi kalle for energirehabilitering. Også innen energirehabilitering

har vi ulike grader, og vi foreslår følgende kategorisering:

- Lett energirehabilitering:** Dette er mindre tiltak på boligen som fører til en mindre endring av energiytelsen sammenlignet med original tilstand. Skifte av ett eller et mindre antall vinduer, f. eks. etter punktering, og innsetting av energimessig bedre vindu enn originalen er et eksempel. Tetting og/eller etterisolering av deler av eller enkelt vegg på boligen, utrulling av isolasjon på loft, etc. er andre eksempler. Reparasjoner med formål å bringe boligen tilbake til original tilstand regnes ikke som energirehabilitering i denne forstand.
- Dyp energirehabilitering:** dette er tiltak som karakteriseres som omfattende og ambisiøse, ved at store deler av boligen berøres, og ved at forbedret energiytelse er et av formålene med rehabiliteringen.

Disse energirehabiliteringsbegrepene er konsepter som foreløpig ikke har noen entydig operasjonell definisjon. Det knytter seg en betydelig usikkerhet til hvordan produktene som inngår i omsetningen på ROT-markedet faktisk brukes. Det er for eksempel vanskelig å vite, med bakgrunn i eksisterende markedsstatistikk, om solgte vinduer inngår i en lett eller dyp energirehabilitering.

Det antas at 19 prosent av denne omsetningen (10 mrd. kroner per år) er knyttet til energirehabilitering. Prognosesenteret rapporterer at 31 prosent av husholdningene oppgir at de har planer om energireducerende tiltak de neste to årene. Tiltakene rangerer imidlertid fra planer om å kjøpe sparepærer, sparesusj og tetningslister, til investering i varmepumpe og isolering av vegg. Videre finner studien at:

- De siste to årene har ca. 5 prosent av landets husstander skiftet vinduer. Vindusmarkedet i

ROT-boligmarkedet var i 2009 ca. 600 000 vinduer, og i 2010 ca. 640 000 vinduer. Dette gir et gjennomsnitt på ca. 6 skiftede vinduer per husstand.

- Gjennomsnittsalder på de skiftede vinduene er i overkant av 30 år.
- Like mange husstander som skiftet vinduer foretok en eller annen form for isolering av boligen i den samme perioden. Yttervegg er klart størst og har en logisk sammenheng med antallet som skifter vinduer. Vi har ikke tilsvarende tallgrunnlag på volum skiftet isolasjon som vi har for vinduer.
- I tillegg til isolasjon og vindusutskifting vil tilkomme utskifting av dører, tetting av eksisterende vinduer og dører, samt ulike passive tiltak.

Bytte av vinduer og isolering er to helt sentrale tiltak innen energirehabilitering. Som motivasjon for bytte av vinduer oppgir husholdningene følgende tre hovedårsaker: nødvendig skifte/vedlikehold (61 prosent), del av annen oppussing (36 prosent) og energisparing (31 prosent). Tilsvarende begrunnes motivasjon for etterisolering slik: energisparing (58 prosent), del av annen oppussing (57 prosent), økt komfort (28 prosent) og utbygging (24 prosent). Vi ser altså at det uansett foregår en ikke ubetydelig energirehabilitering i boligsektoren, og vi ser at det er flere beslutningskriterier enn bare økonomisk lønnsomhet som er relevante. Men hvor stor del av disse tiltakene knyttes så til den omfattende dype energirehabiliteringen?

Markedstall innsamlet for Enova knyttet til markedet for lavenergivinduer indikerer at 65 prosent av husholdningene som skifter vinduer, skifter fire eller færre vinduer. 11 prosent av de som skifter vinduer, skifter 10 eller flere vinduer. Brukes dette som en indikasjon på «dyp rehabilitering» og skaleres opp til hele populasjonen, indikerer dette at ca. 1,5 prosent av

År	Bedret energiytelse, kWh/kvm		Netto andel ambisiøs		Enovaresultat, GWh					
	Dyp rehab., 1000 kvm	Lett rehab., 1000 kvm	Dyp rehab.	Lett rehab.	Dyp rehab.	Lett rehab.	Dyp rehab.	Lett rehab.	Sum	Akk.
2012	3 960	31 684	72	10	10 %	10 %	29	32	60	60
2013	3 993	31 942	72	10	13 %	13 %	37	42	79	139
2014	4 025	32 200	82	10	13 %	18 %	43	58	101	240
2015	4 057	32 458	82	10	16 %	21 %	53	68	121	361
2016	4 089	32 715	74	10	22 %	22 %	67	72	139	500
2017	4 122	32 973	74	10	23 %	28 %	70	92	162	662
2018	4 154	33 231	84	10	20 %	40 %	70	133	203	865
2019	4 186	33 489	76	10	28 %	48 %	89	161	250	1 115
2020	4 218	33 747	76	10	35 %	55 %	112	186	298	1 413

Tabell 3: Energipotensial ved energirehabilitering av eksisterende boliger utover baseline.

boligene gjennomgår en dyp energirehabilitering per år. Dette tallet er det samme som er brukt i utredningen Klimakur 2020. Vi antar derfor at 1,5 prosent av boligmassen gjennomgår en dyp autonom rehabilitering hvert år. Tilsvarende estimerer vi andelen boliger som gjennomgår en lettere energirehabilitering til 12 prosent per år. Dette er usikre estimater, og det bør gjøres grundigere analyser av både omfang og innhold i (energi)rehabilitering av boliger.

For å supplere lønnsomhetsanalysene til Prognosesenteret, presenterer vi her en alternativ tilnærming. Vi antar at 12 prosent av boligmassen (etter areal) gjennomgår en lett energirehabilitering, mens 1,5 prosent gjennomgår en dyp energirehabilitering per år. I begge tilfeller definerer vi et baseline-nivå på rehabiliteringen, dvs. den energiytelsen et slikt tiltak vanligvis ville ha fått. Videre definerer vi i begge tilfeller et ambisiøst nivå på energiytelsen. Enovas mål, gitt rehabiliteringsratene, er å bidra til å bringe energiytelsen fra baseline og opp til dette ambisiøse nivået for flest mulig av de husholdningene som

rehabiliterer. I tillegg definerer vi baseline og andelen som gjennomfører den ambisiøse rehabiliteringen. Disse beregningene er summert i tabell 3.

Det gjøres oppmerksom på at resultatet beregnet i denne tabellen ikke er direkte sammenlignbart med de potensialene som Prognosesenteret opererer med i sin rapport. Forskjellen ligger i at forbedringen i energiytelse her ikke regnes fra boligens eksisterende nivå, men fra et forbedret energiytelsesnivå som følge av rehabilitering som uansett vil finne sted som følge av nødvendig vedlikehold og lignende, såkalt baseline. I tillegg er det korrigert for at en liten andel av husholdningene vil oppgradere til et ambisiøst energiytelsesnivå uten at myndighetene er direkte involvert. Fram mot 2020 viser denne beregningen, med de forutsetningene som er lagt til grunn, et akkumulert potensial på 1,4 TWh. Dette tilsvarer en brutto energisparing inkludert baseline på om lag 2,9 TWh.

## Hovedfunn fra yrkesbygg

*På oppdrag for Enova SF har Multiconsult AS og Analyse & Strategi AS gjennomført en analyse for å avdekke potensial og barrierer knyttet til yrkesbyggs energiytelse. I dette kapittelet oppsummeres det tekniske og økonomiske potensialet som ble avdekket.*

### Yrkesbyggmassen i Norge i 2020

For å kunne kvantifisere ulike typer potensial som vil variere med type bygningskategori og for senere å kunne summere potensialet opp til den totale yrkesbyggmassen, deles den norske yrkesbyggmassen inn i de 11 bygningskategoriene som teknisk forskrift (TEK) og NS3031 opererer med. Inndelingen skjer ved at bygningsmassens totale antall kvadratmeter fordeles på ulike byggeperioder med inndeling basert på historiske endringer i tekniske forskrifter. Resultatene er fremkommet ved både bearbeiding av statistikk og kvalitative vurderinger.

For å kunne si noe om standarden på yrkesbyggmassen per 2010 og 2020, må bygningsmassen justeres for rehabilitering, ombygging og tilbygg som påvirker energibehovet. En stor andel av bygningene som eksisterer i dag har gjennomgått omfattende rehabilitering, og kommet opp både ett, to eller flere energinivåer. Det finnes ingen oversikt over hvor mye areal som er rehabilitert i dag, eller hvor stor energiforbedringen er. Det er derfor foretatt en egen analyse av hvor stor andel av dagens bygningsmasse som har gjennomgått rehabilitering, og som har kommet opp

ett eller flere energinivåer. I stedet for å benytte en fast rehabiliteringsrate for alle bygningskategorier, er hver bygningskategori vurdert for seg, og det er anslått en prosentvis andel som har blitt rehabilitert innenfor hver aldersgruppe (for detaljer se Multiconsult 2011).

Oppgradering av bygninger til bedre energieffektivitet startet med enøkvirksomheten på slutten av 1970-tallet og begynnelsen av 1980-tallet. Dette skjedde som følge av energikrisen på begynnelsen av 1970-tallet, samt krav til e-verkene om å levere energi til bygninger i kommunen. Følgen av dette ble et større fokus på å spare energi heller enn bare å fokusere på å øke produksjonen av energi. Det er derfor antatt at alle rehabiliterte bygninger som er eldre enn 1969, har kommet opp til minimum TEK 69-nivå.

Det er antatt at hoveddelen av bygninger som er oppført før 1949 er rehabilitert til en bedre TEK-standard. Forskjellen mellom at 60 prosent av kulturbygg er rehabilitert og tilsvarende 90 prosent av sykehusene, skyldes de ulike reformene som er iverksatt. Arbeidsmiljøloven kom på 70-tallet og satte krav til arbeidstakeres arbeidsmiljø. Det igjen ga de ulike etater et pålegg om forbedringer som så førte til mer oppgradering for sykehus, skoler og barnehager, i forhold til kulturbygg og kontor. Lettindustri/verksteder og industribygninger har ikke gjennomgått rehabilitering av stort omfang.

Årsklasser	2010–2020	2007–2010	1997–2006	1987–1996	1969–1986	1949–1968	–1949	SUM i 2020
Aktuell TEK	Nybygg	TEK07	TEK97	TEK87	TEK69	TEK49	Eldre	
Barnehage	182 800	85 900	306 000	337 700	418 000	47 200	16 600	1 394 200
Kontorbygning	3 837 000	762 700	3 718 600	6 742 000	8 717 000	4 258 400	1 232 400	29 268 100
Skolebygning	1 990 100	676 600	2 720 400	3 285 800	4 290 300	2 069 200	148 300	15 180 700
Universitet/høgskole	349 800	95 200	351 700	451 500	955 400	426 200	38 300	2 668 100
Sykehus	681 300	275 800	1 041 000	1 104 500	1 260 200	700 200	133 500	5 196 500
Sykehjem	747 600	614 400	1 614 700	1 261 500	1 213 900	241 200	9 300	5 702 600
Hotellbygning	819 100	303 500	1 097 100	1 483 900	1 839 000	667 100	38 200	6 247 900
Idrettsbygning	333 000	93 900	321 000	429 400	1 059 800	298 800	4 300	2 540 200
Forretningsbygning	4 354 300	1 453 000	5 112 500	7 181 400	11 189 600	3 681 100	242 200	33 214 100
Kulturbygning	415 600	64 300	392 900	699 200	733 000	350 300	514 800	3 170 100
Lettindustri/verksted	1 391 400	191 400	958 300	2 024 300	3 947 000	1 523 600	577 500	10 613 500
SUM	15 102 000	4 616 700	17 634 200	25 001 200	35 623 200	14 263 300	2 955 400	115 196 000

Tabell 4: Totalt areal i 2020 inkludert riving, rehabilitering, nybygging. Kvadratmeter.

Når det gjelder fremskriving av yrkesbyggarealene vil en andel av bygningsmassen som eksisterte i 2010 bli revet, samtidig som det vil bli bygd nye yrkesbygg hvert år frem til 2020. KRDs arbeidsgruppe benytter en rehabiliteringsrate på 1,5 prosent per år. Denne raten er også benyttet i analysene som er utført for Enova.

I rapporten fra KRDs arbeidsgruppe ble det benyttet en riverate identisk med den som ble benyttet i Lavenergiutvalget (2009), på 1,2 prosent per år. Arbeidsgruppen stiller selv spørsmål om riveraten i virkeligheten er så høy. Basert på vurderinger gjort i «Bygg for fremtiden - miljøhandlingsplan 2009-2012» (KRD 2009) antas en rivetakt på 0,5 prosent per år. Det forutsettes at ingen bygninger som er oppført etter TEK 97 eller TEK07 er revet. Hovedvekten av bygninger som blir revet er fra TEK 69-perioden. Bygninger som ble oppført i denne perioden har størst vedlikeholdsetterslep, og er vanskeligere å forbedre til høyere TEK-nivåer.

I Lavenergiutvalgets rapport benyttes en årlig nybyggrate for yrkesbygg på 1,94 prosent. Raten er

basert på tall fra Prognosesenteret som tar utgangspunkt i historiske tall fra 1993-2007. På grunnlag av fremskrivninger utført av Statistisk sentralbyrå om at befolkningen vil utgjøre 5,4 millioner mennesker i år 2020 vil bygningsmassen være på ca. 115 millioner kvadratmeter i 2020. For å kompensere for bygninger som er revet, og økt behov for bygninger grunnet befolkningsvekst, vil det i perioden 2010 til 2020 være en økning av nybygg på 15 prosent - ca. 1,5 prosent per år.

På grunnlag av antatt rehabiliterings- og nybyggingsrate frem mot 2020 viser tabell 4 fordelingen av det samlede arealet på bygningskategorier og aldersgrupper.

En andel av arealet som rehabiliteres når imidlertid ikke TEK 10. Det anslås at 15 prosent av total bygningsmasse ikke vil kunne energioptimaliseres til mer enn TEK 87 uten tyngre ombygging og tilsvarende. Dette inkluderer bevaringsverdig bebyggelse og bygninger hvor det finnes tekniske eller bygningsfysiske begrensninger. Hoveddelen av bygningene som kun når TEK 87-nivå tenkes at ligger innenfor kategoriene «eldre» og TEK 49. Denne gruppen har en

Aktuell TEK	LAVENERGI	TEK 10	TEK 07	TEK 97	TEK 87	TEK 69	TEK 49	Eldre
Barnehage	90	131	160	206	263	370	395	437
Kontorbygning	101	136	167	204	250	287	271	276
Skolebygning	77	111	143	192	240	284	273	292
Universitet/høgskole	105	144	181	224	273	309	255	270
Sykehus	218	255	334	401	465	418	300	315
Sykehjem	145	189	248	317	387	354	312	331
Hotellbygning	142	195	248	307	365	371	312	331
Idrettsbygning	127	163	192	253	306	429	388	418
Forretningsbygning	132	210	281	343	407	299	263	278
Kulturbygning	88	150	185	233	279	302	289	310
Lettindustri/verksted	112	164	195	241	297	437	374	403

Tabell 5: Samlet spesifikt netto energibehov per bygningskategori for ulike aldersgrupper. kWh per kvadratmeter.

liten arealandel av totalarealet, men det antas at 80 prosent av «eldre» og 70 prosent av TEK 49-bygningene ikke når TEK 10.

### Energibehov og levert energi

For å finne et representativt spesifikt energibehov for de ulike bygningskategoriene og årsklassene, defineres de fysiske egenskaper som påvirker bygningenes energiytelse. Dette vil variere for hver årsklasse med energikrav fra historiske forskriftskrav, samt hva som var vanlige løsninger og kvalitet på tekniske anlegg på det aktuelle tidspunktet for ulike bygningskategorier. For nybygg benyttes definerte kriterier for lavenergibygg beskrevet i Sintef Byggforsk prosjektrapport 42 (2009). For hver bygningskategori benyttes en representativ bygningsform og størrelse. Det er gjort egne beregninger for bruks- og driftsmessige forhold, og for hver årsklasse benyttes representative systemvirkningsgrader for å få beregnet levert energi.

Det er tatt hensyn til naturlige utskiftninger og små oppgraderinger underveis. Det vil si at for de eldste byggene er det eksempelvis et fåtall som fortsatt har belyningsutstyr fra byggeåret, de fleste har skiftet

dette i løpet av årene frem til i dag.

Bygningsmodellene vi benytter er de som ligger til grunn for energirammekravene i nyeste TEK, hvor det er laget en representativ bygningsgeometri for hver bygningskategori. I modellene benyttes normalisert klima (Oslo-klima) som representativt for Norges bygningsmasse, slik som i TEK. Det tas hensyn til variasjoner i klima og bygningsform gjennom sannsynlighetsfordelinger. Bygningsmodellene har i utgangspunktet innlagt direkte elektrisk oppvarming. Det er imidlertid lagt inn egenskaper for vannbåren varme, slik at analysene blir mest mulig representative for bygningsmassen.

Simuleringsresultatene fra beregningsprogrammet Simien er angitt som netto energibehov fordelt på energiposter. Tabell 5 viser samlet spesifikt netto energibehov for ulike bygningskategorier og aldersgrupper, basert på analyser av de representative bygningsmodellene.

For å beregne et mest mulig reelt potensial er det tatt hensyn til at bygningsmassen generelt ikke

Aktuell TEK	TEK 10	TEK 07	TEK 97	TEK 87	TEK 69	TEK 49	Eldre
Barnehage	104	146	209	318	395	426	431
Kontorbygning	114	157	218	295	308	304	311
Skolebygning	93	135	198	289	304	293	314
Universitet/høgskole	119	169	239	320	330	286	304
Sykehus	209	309	426	546	446	335	352
Sykehjem	162	239	331	463	381	335	355
Hotellbygning	154	224	323	436	402	353	374
Idrettsbygning	126	170	253	372	464	420	453
Forretningsbygning	165	252	363	477	318	290	306
Kulturbygning	114	162	240	331	323	321	344
Lettindustri/verksted	128	176	253	357	475	425	458

**Tabell 6:** Beregnet spesifikk levert energi per bygningskategori for ulike aldersgrupper for eksisterende bygg. kWh per kvadratmeter.

Aktuell TEK	Lavenergi	TEK 10
Barnehage	69	120
Kontorbygning	86	130
Skolebygning	63	106
Universitet/høgskole	90	136
Sykehus	176	239
Sykehjem	121	184
Hotellbygning	109	177
Idrettsbygning	92	144
Forretningsbygning	107	190
Kulturbygning	67	131
Lettindustri/verksted	88	148

**Tabell 7:** Beregnet spesifikk levert energi per bygningskategori for ulike aldersgrupper, nybygg. kWh per kvadratmeter.

driftes optimalt. Dette er et viktig poeng med hensyn til at potensialet skal inkludere mulighetene som finnes for effektivisering innenfor områder som tappevannsanlegg, sentralvarmeanlegg og kjøleanlegg. Tiltak som er knyttet til drifts- og bruksmessige forhold vil ikke på samme måte kunne fastsettes ut fra energiberegninger av bygningsmodellene i Simien. Dette er tiltak som går på optimal regulering, styring, drift (EOS, SD-anlegg, systemoptimalisering og optimal driftstid) og optimal bruk (brukerinformasjon, temperaturkrav-/justering). Det er derfor gjort egne vurderinger knyttet til energibesparelse og representativitet, i tillegg til beregninger basert på de teoretiske modellene. På samme måte er det gjort vurderinger av tiltak relatert til tappevannsanlegg, sentralvarmeanlegg og kjøleanlegg.

For nybygg er potensialet utledet av tiltak som løfter energiytelsen fra TEK 10 til lavenerginivå. Her ser vi ikke på enkelttiltak, men på tiltakspakken som helhet.

Det er imidlertid ingen selvfølge at nyoppførte bygg driftes og brukes optimalt, slik at det også her vil være et potensial i drifts- og bruksmessige tiltak. Eksempelvis blir de tekniske systemene stadig mer kompliserte og krever grundig oppfølging i driftsfasen.

En omregning fra netto energibehov til levert energi, krever fastsetting av både andeler av oppvarmings-teknologier og tilhørende systemvirkningsgrader for hvert TEK-nivå. Når det gjelder andeler av oppvarmingsteknologier er dette gjort med utgangspunkt i informasjon hentet fra sektorrapporten om energibruk i Klimakur v/NVE, samt rapporten «Konsekvensanalyse av å innføre nye forskriftskrav til energieffektivisering av bygg». I stedet for å operere med ett tall samlet for eksisterende bygg slik det gjøres i nevnte rapporter, er det utarbeidet spesifikke tall for ulike historiske TEK-nivå. Andeler med lokal-kjøling er også vurdert. Når det gjelder systemvirkningsgrader for de ulike oppvarmingsteknologier

er veiledende verdier fra NS3031 benyttet.

Nivåene for levert energi per kvadratmeter med tilleggene for nevnte drifts- og bruksmessige tiltak, samt tiltakene på tappevannsanlegg, sentralvarmeanlegg og kjøleanlegg, er vist i tabellene 6 og 7.

Basert på analysen over utgjør beregnet energibruk i yrkesbygg 35,4 TWh. En indikasjon på om analysen er god er å sammenligne resultatet med statistikk for faktisk energibruk. En beregning av virkelig energibruk i norske yrkesbygg basert på Statistisk sentralbyrås statistikk Energibalansen, samt NVE sin rapport Energibruk i Fastlands-Norge (2011), som grad-dagskorrigeres, gir en sum på 34,8 TWh. Avviket mellom disse er kun 0,6 TWh.

### Teknisk potensial

Teknisk potensial er andelen av det teoretiske potensialet som er teknisk gjennomførbart. Det må

tas hensyn til at en gitt andel av eksisterende bygningsmasse i hver årsklasse ikke kan nå TEK 10-nivå, men et lavere nivå, pga. tekniske og bygningsfysiske begrensninger samt begrensninger i forhold til verne- og bevaringsstatus.

Bevaringsverdige byggverk kan være underlagt ulike former for vern. Det skilles mellom fredede, vernede og bevaringsverdige bygninger, avhengig av om byggverket har henholdsvis nasjonal og regional-, regional og lokal- eller kun lokal arkitektonisk og/eller kulturhistorisk verneverdi. Det finnes ikke eksakte tall på hvor mange bygg som ikke lar seg energioptimalisere, eller til hvilket nivå byggene i sum lar seg energioptimalisere. I analysene som ligger til grunn for denne rapporten er det anslått at 15 prosent av total bygningsmasse ikke vil kunne energioptimaliseres til mer enn et gjennomsnittlig nivå som tilsvarer TEK 87-nivå uten tyngre ombygging og tilsvarende. Det er grunn til å anta at hoveddelen av bygningene

Aktuell TEK	TEK 07	TEK 97	TEK 87	TEK 69	TEK 49	Eldre	Nybygg	SUM
Barnehage	3	29	71	118	11	4	9	246
Kontorbygning	32	381	1 267	1 625	578	165	169	4 218
Skolebygning	28	262	625	861	281	22	85	2 164
Universitet/høgskole	5	42	94	192	49	5	16	403
Sykehus	27	220	377	279	54	12	43	1 011
Sykehjem	46	249	361	248	27	1	47	978
Hotellbygning	21	180	429	429	85	5	56	1 205
Idrettsbygning	4	37	104	342	61	1	17	566
Forretningsbygning	124	996	2 301	1 607	298	22	358	5 705
Kulturbygning	3	48	158	148	49	78	26	510
Lettindustri/verksted	9	115	486	1 327	316	131	84	2 468
SUM	301	2 558	6 275	7 176	1 809	445	911	19 475

Tabell 8: Teknisk potensial for energieffektivisering i 2020. GWh per år.

som kun når TEK 87-nivå ligger innenfor kategoriene «eldre» og TEK 49. Denne gruppen utgjør en liten andel av totalarealet, men det antas at 80 prosent av «eldre» og 70 prosent av TEK 49-bygningene ikke når TEK 10 rehabilitering. Arealet som gjenstår som ikke når TEK 10-rehabilitering kommer fra kategorien TEK 69.

I tillegg til dette sier vi at resterende bygningsmasse også har en teknisk begrensning. Det er to forhold som gjør at eldre bygningsmasse ikke kommer helt opp til TEK 10-nivå men til en standard like i underkant som vi kaller «rehab TEK 10»:

- Etterisolering av gulv er i mange tilfeller ikke mulig å gjøre med like stor isolasjonstykkelse som det er for TEK 10, spesielt i forhold til at etasjehøyden ikke kan bli for lav av praktiske grunner. Som gjennomsnitt antas 10 cm tilleggs-isolasjon som en begrensning, slik at man ikke når samme gode U-verdi som for TEK 10.
- For TEK97 og TEK87 vil man med tiltak på ventilasjonsanlegget som utskifting av vifter, varme-gjenvinner eller hele aggregat, ikke komme ned på samme gode SFP-faktor som energitiltaket i TEK 10 tilsier. Dette skyldes at eksisterende kanalnett beholdes, med de begrensninger og ikke-optimale løsninger dette gir.

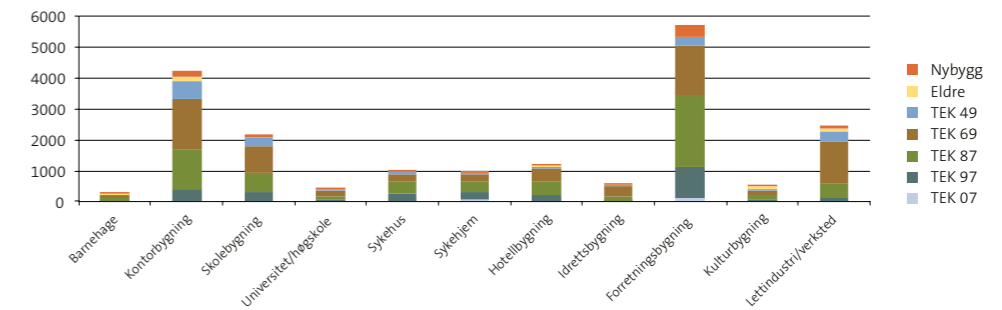
Tabell 8 over viser at det største potensialet finnes i forretningsbygningene, etterfulgt av kontorbygninger, lett industri/verksted og skolebygninger. Dette skyldes først og fremst at det samlede arealet for disse bygningskategoriene er de største, ikke nødvendigvis at sparepotensialet i hvert enkelt bygg er størst i denne byggkategorien. Ser man kun på spesifikt sparepotensial [kWh/kvadratmeter] er det eksempelvis lett industri/verksted, idrettsbygg og barnehage, som har størst sparepotensial i årsklassen «eldre». Det er viktig å påpeke at et vil være avvik fra disse tallene og mulighetene i den konkrete bygningen.

Tiltak på energiforsyningssystemet som forbedrer systemvirkningsgraden for de respektive årsklasser opp til den standard og med de andeler oppvarmings-teknologier som er vanlig for nybygg i dag, utgjør et teoretisk potensial på 1,6 TWh når det gjøres som et supplement til de øvrige tiltak på bygningskropp og tekniske anlegg. Dersom varmepumpe brukes som eneste oppvarmingsteknologi, øker det teoretiske potensialet til 2,8 TWh.

Beregnet teknisk potensial er vist per bygningskategori og TEK-nivå i figur 5. Totalt utgjør dette 19,4 TWh.

### Økonomisk potensial

Det økonomiske potensialet er andelen av det tekniske potensialet som er økonomisk lønnsomt å gjennomføre. I analysen av lønnsomhet inngår tiltakets energi-



Figur 5: Teknisk potensial for energieffektivisering i 2020, vist per bygningskategori. GWh per år.

besparelse, investeringskostnad, energipris, tiltakets økonomiske levetid, samt kalkulasjonsrente. I analysen av det økonomiske potensialet betyr en positiv nåverdi at tiltaket er lønnsomt.

**Energibesparelse:** Beregningsprogrammet Simien benyttes for å beregne energibesparelsen for hvert enkelt tiltak på bygningskroppen og tekniske anlegg. For drifts- og bruksmessige tiltak er det gjort separate vurderinger, som beskrevet tidligere. Tiltaksbesparelsen vil variere avhengig av førtilstanden representert ved de ulike forskriftsnivåene og med bygningskategorien. Derfor gjøres det beregninger per tiltak per forskriftsnivå og per bygningskategori.

**Investeringskostnad:** Det er satt en sannsynlig investeringskostnad for hvert tiltak. Tiltakskostnader er hentet fra Kalkulasjonsnøkkel (fra Holte Byggsafe) der dette har vært mulig. Ellers er de estimert på grunnlag av erfaringstall som blant annet er basert på innhentede anbud i rehabiliterings- og nybyggprosjekter og utførte enøkanalyser. Avhengig av type tiltak, årsklasse og bygningskategori, er det variasjoner i den spesifikke investeringskostnaden. For nybygg finnes det flere studier og rapporter, samt Enovas portefølje av forbildeporsjekt, som er brukt som kostnadsreferanser.

**Energipris:** Det legges til grunn tre alternative energipriser: 0,8 NOK/kWh, 1,1 NOK/kWh og 1,4 NOK/kWh. Dette gir tre sett med lønnsomhetsberegninger.

**Økonomisk levetid:** Det benyttes økonomiske levetider som tilsvarer de som benyttes i enøkanalyser, for eksempel i Oslo kommunes enøkfondsortning.

**Kalkylerente:** Beregningene gjøres med sensitivitets-analyser omkring en kalkylerente lik 7 prosent.

**Beregning av nåverdi og lønnsomhet:** Inputverdiene for energibesparelse og investeringskostnad er beskrevet ved hjelp av sannsynlighetsfordelinger. Forventningsverdiene i investeringskostnadens og energibesparelsens sannsynlighetsfordeling benyttes til å beregne nåverdiens forventningsverdi. Ut fra denne, samt høyeste og laveste verdi i sannsynlighetsfordelingen, finner vi deretter andelen med positiv nåverdi. Denne andelen representerer altså en arealandel hvor tiltaket er økonomisk lønnsomt, og hvor den tilhørende energibesparelsen dermed inkluderes i det økonomiske potensialet.

Det økonomiske potensialet vil variere med de ulike energiprisene. Legges det til grunn en energipris på 0,8 kr per kWh, eksklusiv merverdiavgift, er det samlede økonomiske potensialet på om lag 9 TWh. Dette fordeler seg ulikt på bygningskategorier og aldersgrupper. Fortsatt er det slik at det største potensialet finner man innen forretningsbygningene, etterfulgt av kontorbygninger, lett industri/verksted og skolebygninger.

I tillegg til energiprisen vil kalkulasjonsrenten påvirke størrelsen på det økonomiske potensialet.

Aktuell TEK	TEK 07	TEK 97	TEK 87	TEK 69	TEK 49	Eldre	Nybygg	SUM
Barnehage	2	16	35	34	5	2	1	93
Kontorbygning	17	186	571	407	218	73	27	1 498
Skolebygning	15	145	317	195	112	10	8	801
Universitet/høgskole	2	21	45	47	20	2	3	141
Sykehus	16	149	240	78	33	7	15	538
Sykehjem	27	156	211	53	12	1	11	470
Hotellbygning	11	94	221	112	40	3	15	497
Idrettsbygning	2	19	50	110	27	0	3	212
Forretningsbygning	96	774	1570	690	179	13	172	3 494
Kulturbygning	2	22	74	42	22	40	5	207
Lettingindustri/verksted	5	54	224	489	157	71	17	1 016
SUM	195	1 635	3 560	2 257	825	221	275	8 967

Tabell 9: Økonomisk potensial gitt energipris 0,8 kr per kWh (eksklusiv merverdiavgift). GWh per år.

Kalkulasjonsrenten reflekterer at fremtidig nytte og kostnader ikke verdsettes like høyt som nytte og kostnader i dag. Sagt med andre ord er kalkulasjonsrenten alternativkostnaden ved å binde kapital til et tiltak, og skal være et uttrykk for kapitalens avkastning i beste alternative anvendelse. Kalkulasjonsrenten blir på denne måten avkastningskravet til tiltaket. Dette innebærer at jo høyere kalkulasjonsrenten settes, desto høyere blir avkastningskravet til tiltaket. Valg av nivået på kalkulasjonsrenten har betydning for hvilke tiltak som får positiv netto nåverdi. Hvilket avkastningskrav ulike aktører krever vil variere, og det vil i tillegg være usikkerhet knyttet til fremtidige energipriser.

Hvis man kalkulerer med et spenn i energiprisen på 0,8 kr/kWh til 1,4 kr/kWh varierer det økonomiske potensialet i størrelsesorden 2–3 TWh. Tilsvarende vil potensialet variere i samme størrelsesorden for et spenn i kalkulasjonsrenten på 4 til 10 prosent.

En oversikt over fordelingen av det økonomiske potensialet over år og bygningskategori er vist i tabell 9 og figur 6.

I figur 6, presenteres potensialet summert per tiltakskategori, og hvor økonomisk potensial for de ulike energiprisene er vist som sammenligning med teknisk potensial. Største tekniske potensial ligger i bygningsmessige tiltak, men som forventet er det

økonomiske potensialet for denne tiltaksgruppen sterkt redusert grunnet høye investeringskostnader som gir lavere lønnsomhet. Størst økonomisk potensial ligger i tiltak på luftbehandlingsanlegg, fulgt av driftsmessige tiltak og bygningsmessige tiltak.

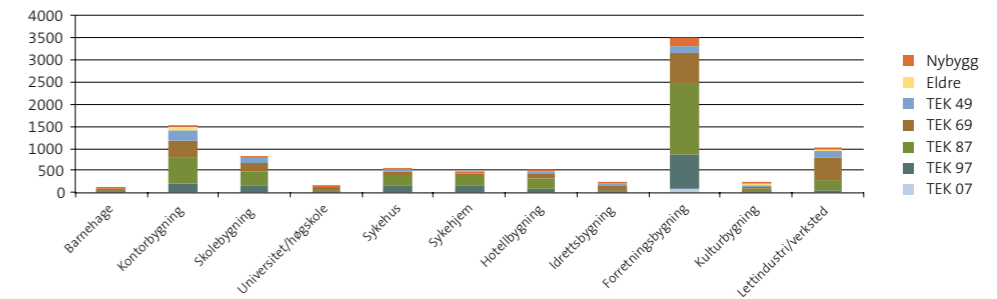
### Barrierer

I oppdraget som Multiconsult utførte på vegne av Enova, ble det gjennomført casestudier og fokusgrupper for å avdekke de viktigste barrierene som står i veien for økt energieffektivisering i bygningsmassen.

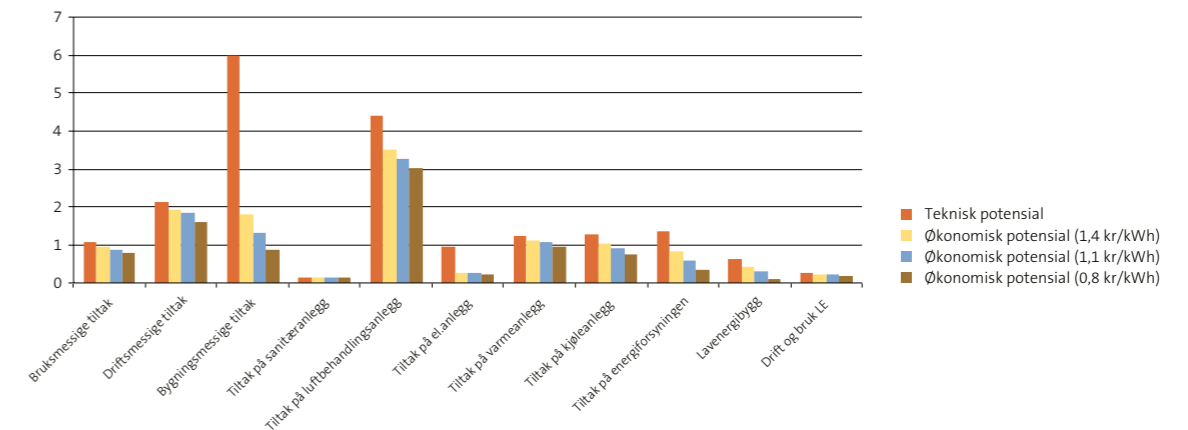
Ulike typer barrierer vil ofte være gjensidig avhengige. Kostnadsnivået som til enhver tid gjelder i markedet er for eksempel bestemt av prisen på ulike typer teknologier, men også av kompetansenivået og erfaringsgrunnlaget innenfor de ulike fagområdene. Det er avdekket et stort antall barrierer, og det er nødvendig å redusere antallet ved å samle dem i ulike kategorier. I tillegg til tekniske begrensninger og manglende lønnsomhet er det avdekket betydelige barrierer innenfor kategoriene praktiske, kunnskapsmessige og holdningsmessige.

Inntrykket fra fokusgruppene og casestudiene, er at det særlig er de økonomiske barrierene som fremstår som viktige og store hindre.

Videre kan det virke som det er enkelte forskjeller mellom private og offentlige aktører i den forstand at



Figur 6: Økonomisk potensial fordelt på bygningskategorier, gitt energipris 0,8 kr per kWh eks. mva. GWh per år.



Figur 7: Potensial per tiltakskategori. TWh per år.

de offentlige har et mer rigid system å forholde seg til. Det kan medføre at det er noe vanskeligere både å synliggjøre, og få gjennomslag for at en rekke tiltak er lønnsomme. Dette gjelder både for tiltak på eksisterende bygg og for nybyggprosjekter.

Det er flere som gir uttrykk for at det er for lite kompetanse og kunnskap knyttet til hvordan energieffektive bygg skal driftes, og hva som er gevinstene ved energisparing. Mange mener det er kunnskapsmangel hos driftspersonell, og at det er utfordrende å omskolere vaktmestere til også å kunne jobbe med relativt avanserte systemer for energisparing. Videre ble det påpekt utfordringer om å forholde seg til motstridene

myndighetskrav knyttet til energi, vern og innneklima. Barrierer knyttet til myter og forutinntatte holdninger knyttet til energisparing er en barriere som mange mener henger sammen med mangel på kunnskap, og som kan være årsaken til andre typer barrierer, som for eksempel økonomiske.

Respondentene i fokusgruppene og caseintervjuene har også blitt bedt om å si noe om når i beslutningsprosessen de ulike barrierene oppstår. Det generelle inntrykket er at det er de økonomiske barrierene som dominerer i den tidlige fasen. I prosjekteringsfasen er det de praktiske og tekniske som dominerer, og i utførelsesfasen kan det virke som om det er mangel på kunnskap om tilstrekkelig kompetanse som er de største barrierene.

Gjennom hele beslutningsprosessen er det barrierer knyttet til holdninger og kultur. Det er ikke påfallende stor forskjell mellom nybyggprosjekt eller prosjekt på eksisterende bygg. På samme måte eksisterer det ikke en oppfatning av at det er markante forskjeller mellom private og offentlige aktører. Imidlertid framgikk det av fokusgruppene at barrierer sent i en beslutningsprosess kan være avgjørende for at energieffektiviseringstiltak ikke igangsettes.

Deltakerne i fokusgruppene mente det ligger et betydelig potensial i barrierer som bedriftene selv kan påvirke. Slike barrierer er for eksempel mangel på fokus og bevissthet internt i bedriften, kompetanse og kunnskap hos driftspersonell og kunnskap om energibruk i byggene.

Tabellene 10 og 11 viser hvilke barrierer som er fremkommet gjennom studien både for eksisterende og nye bygg.

### Muligheter

Å analysere barrierene enkeltvis er ikke en tilnærming som gir et godt grunnlag for å si noe om det reelle potensialet som det er mulig å hente ut gjennom iverksetting av ulike typer virkemidler. Videre vil effekten av å vurdere hver enkelt barriere enkeltvis være forskjellig fra om en analyserer alle mekanismer som forhindrer energieffektivisering. Dette skyldes at barrierene finnes på ulike nivåer; fra holdninger hos den enkelte til næringsstruktur, hvordan utdannings-systemet er innrettet og hvordan offentlige virkemidler er utformet.

I figur 7 viste vi at det er tre hovedgrupper av tiltak hvor energieffektiviseringspotensialet ligger. Tiltakene må settes inn mot forbedring av bygnings-kroppen, tekniske installasjoner og bruk- og drifts-relaterte systemer. Videre så vi at det var tydelige forskjeller mellom det

tekniske og økonomiske potensialet knyttet til hovedgruppene av tiltak. I tillegg kommer barrierer som handler om kompetanse, organisatoriske aspekter og så videre. Dette betyr at mekanismene som forhindrer energieffektivisering er sammensatte – dette ble eksemplifisert i kapittel 2, ved hjelp av sitatet fra en av fokusgruppene hvor manglende kompetanse påvirket lønnsomheten i energieffektiviserings-potensialet.

Ser man dette i et større perspektiv, er det interessant å se på hvordan beslutningene hos den enkelte bygningseier kan påvirkes av samspelet mellom markedsmekanismer og offentlige virkemidler. Et eksempel på dette er følgende situasjon: På grunn av den velkjente eie-leie problematikken er det ikke den som eier og investerer i bygningen som får gevinsten i form av reduserte energiutgifter, men leietager. Samtidig vet vi at eiere av yrkesbygg er opp-tatt av verdien av bygningene. Verdien er en funksjon av bygningens attraktivitet i markedet, noe som gjenspeiler seg i leieprisene, og som i neste omgang påvirker verdsettingen av bygningen i eiendoms-markedet. Energiytelsen kobles til verdsettingen av bygningen via villigheten til å betale mer i leiepris enn normalt prisnivå for en bygning med lavere drifts-utgifter. Betalingsvilligheten for dette er avhengig av og utløses ved at lave driftsutgifter kan dokumenteres. I tillegg vil det også kunne gi et positivt bidrag til leietagers omdømme å være lokalisert i en bygning med en miljøvennlig profil.

Det finnes ulike måter å dokumentere god energi- og miljøytelse på. Energimerkeordningen er et eksempel på en ordning som sikrer at energiytelsen dokumenteres. Det finnes også miljøklassifiseringssystem som dokumenterer miljøytelse utover den som er knyttet kun til energiytelsen, som for eksempel BREEAM-NOR. Slike ordninger vil imidlertid ikke i seg selv utløse en vesentlig grad av markedsendring.

Kategorier av barrierer	Konkrete barrierer for energieffektivisering i eksisterende bygg
Praktiske barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forankring i egen organisasjon</li> <li>Motstridende myndighetskrav</li> <li>Utforming av kontrakter mellom eier og leietaker som gir de riktige insentivene</li> </ul>
Økonomiske barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rigid rammeverk for offentlige aktører</li> <li>Offentlige virksomheter får ikke låne penger</li> <li>Høye investeringskostnader</li> </ul>
Holdningsbarrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lav bevissthet knyttet til energibruk / myter</li> <li>Bedriftskultur/Skepsis til energieffektivisering</li> </ul>
Kunnskapsbarrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generelt manglende kunnskap om fordeler og lønnsomhet ved energieffektivisering</li> <li>Manglende kompetanse knyttet til drift av bygg</li> </ul>

Tabell 10: Barrierer for eksisterende bygg.

Note: Grunnen til at tekniske barrierer ikke er omtalt i tabellen over er at det i beregningen av potensialene er tatt høyde for de tekniske begrensningene som ligger i eksisterende bygningsmasse.

Kategorier av barrierer	Konkrete barrierer for nybygging av lavenergibygg
Praktiske barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forankring i egen organisasjon/helhetlig tankegang</li> <li>Motstridende myndighetskrav</li> </ul>
Tekniske barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kompliserte beregningsmetoder</li> </ul>
Økonomiske barrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>For høye investeringskostnader</li> <li>Fordeling av kostnadene på eier eller leietaker</li> </ul>
Holdningsbarrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brukere foretrekker komfort framfor energieffektive bygg</li> <li>Myter tilknyttet lønnsomhetsspørsmålet</li> </ul>
Kunnskapsbarrierer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generelt manglende kunnskap om fordeler og lønnsomhet ved energieffektivisering</li> <li>Manglende kompetanse knyttet til drift av bygg</li> </ul>

Tabell 11: Barrierer for nybygg.

Utfordringen til denne type system er at dersom en stor majoritet av bygningene i markedet ligger på omtrent samme nivå i et klassifiseringssystem, vil ikke dette ha tilstrekkelig grad av dynamikk for å vise forskjellen mellom bygninger. Det er først når kunden kan velge mellom bygninger med tilstrekkelig ulik energiytelse at dette vil påvirke verdsettingen av bygningene. Eie-leie problematikken krever at investeringskostnader og driftsgevinster fordeles på en forutsigbar og akseptert måte. Dette krever nye leiekontrakter, eller tillegg til de som gjelder i

markedet i dag, også omtalt som grønne leiekontrakter.

Det er ikke nok i seg selv at det finnes muligheter for å dokumentere at forskjellige bygninger har ulik energiytelse. Det er heller ikke nok at det finnes maler for å regulere kostnader og gevinster som følger av dette, såkalte grønne leiekontrakter. For at det faktisk skal bygges og rehabiliteres bygg med energiytelse med høye ambisjoner, må det både finnes betalings-vilje, og byggenæringen må være i stand til å levere bygg med vesentlig bedre energiytelse enn det som

har vært standarden i markedet. For at eksempelvis energimerkeordningen og grønne leiekontrakter skal få den ønskede effekten, må følgende mekanismer tre i kraft:

- Noen aktører må ønske å gå i front og være de første som bygger eller rehabiliterer bygninger til en standard utover gjeldende praksis.
- Et tilstrekkelig antall bygningseiere og eiendomsutviklere må involveres til at både leietagere, bygningseiere og leverandørbransjen oppfatter at markedet etterspør og kan levere bedre bygninger.
- Det må bygges og rehabiliteres et stort nok antall bygninger slik at det skapes en tilstrekkelig stor forskjell mellom bygninger med god og dårlig energiytelse, for at energiytelsesforskjellen gjenspeiles i verdsettingen av bygningene.

Går vi fra denne betraktningen som gjelder på sektor-nivå og over til det individuelle planet, blir spørsmålet hva det er som gjør at enkeltaktører velger å investere i bygninger med energiytelse utover det som er standard? Fra kapittel 2 ser vi at de tilhører et segment som ligger i forkant av utviklingen og at de i større grad er positive til nye løsninger og mulighetene som følger av dette. På den ene siden kan man tenke seg at de vektlegger sikker økonomisk avkastning lavere enn majoriteten. På den andre siden antyder klyngeteorien at det er muligheten for å skaffe seg høyere fremtidig økonomisk avkastning, gjennom større konkurransekraft, som kan være motivasjonen. Kaster vi et blikk på den atferdsteoretiske modellen som ble presentert i kapittel 2, kan det også ha noe å gjøre med gjennomføringsevne og om man faktisk er i endringsmodus.

Mulighetene for energieffektivisering i yrkesbyggmassen for den enkelte eiendomsutvikler eller byggeier er derfor knyttet til følgende elementer:

- Innovative aktører som våger å satse på nye løsninger.
- Tro på at å ta i bruk og utvikle nye løsninger gir konkurransekraft gjennom kompetanseheving og kostnadseffektivisering.
- At markedet for de nye løsningene vil vokse.

Når det gjelder bransjen vil det reelle energi-effektiviseringspotensialet i tillegg være knyttet til:

- Økt kjennskap og oppmerksomhet om energi-effektivisering.
- Nødvendige verktøy for dokumentasjon av energiytelse.
- Leiekontrakter som regulerer forholdet mellom utleier og leietager.
- Innovasjonspress som følge av krevende kunder.
- Utvikling av kompetanse som er komplementær, dvs. at den kan benyttes av en stor andel av virksomhetene i bransje.n
- Kunnskapsspredning ved at ulike aktører langs verdikjeden tar med seg erfaring og kunnskap til stadig nye prosjekt og kunder og setter krav til underleverandører.

I tillegg til dette kommer samvirke mellom myndighetenes bygnings- og energipolitikk, utformingen av virkemidlene og trender og sosiale normer. Ikke bare må virkemidlene spille sammen på en måte som gjør at det oppstår synergieffekter, det er også viktig at de porsjoneres ut i tid på en effektiv måte ved å påvirke eller spille sammen med trender som påvirker holdninger og preferanser over tid.

Virkemidler har generelt direkte effekter og indirekte effekter. Reguleringer og støtteordninger påvirker åpenbart den som er direkte berørt. Dersom mange nok omfattes av det samlede virkemiddelapparatet, kan man realisere en form for indirekte effekt gjennom markedsendringer som varer lenge, og

som endrer praksis og hva som leveres av standard-løsninger i markedet.

### Mulighetene i eksisterende yrkesbygninger

For å illustrere at det reelle potensialet for energi-effektivisering i eksisterende bygningsmasse er en kombinasjon av tekniske, økonomiske og atferdsmessige faktorer, tar vi utgangspunkt i det som er sagt i kapittel 2. Nemlig at man først må nå de som er i endringsmodus.

Det første poenget er at det reelle potensialet ikke kan sammenlignes direkte med økonomisk potensial av to grunner. For det første vil iverksetting av økonomisk lønnsomme enkelttiltak ikke skje på grunn av at man ikke er i endringsmodus, det vil si at man ikke en gang har vurdert muligheten for å iverksette tiltak. Videre vil det i noen tilfeller være slik at gevinstene knyttet til enkelttiltak i praksis ikke nødvendigvis veier opp for belastningen som oppstår i form av plunder og heft. For det andre vil vi kunne se en effekt av at en rehabilitering ikke består bare av økonomisk lønnsomme tiltak, men også ulønnsomme tiltak som samtidig gjøres for eksempel for å tilfredsstille nye energikrav ved en hovedombygning. Følgelig vil vi se at effektiviseringstiltak iverksettes uten at lønnsomheten er vurdert.

For å illustrere betydningen av rehabiliteringsomfanget tar vi derfor utgangspunkt i arealtall, historiske energirammer for de ulike bygningskategoriene og årsklassen og rehabiliteringsrater, og holder dette opp mot ulike ambisjonsnivåer for forbedringer i bygningenes energiytelse definert i rapporten utarbeidet på vegne av Enova (Multiconsult 2011). Fra 2010 til 2020 vil et stort areal rehabiliteres hvert år. Analysen viser at dette over perioden utgjør om lag 37 millioner kvadratmeter. I gjennomsnitt gjøres det årlig lettere eller omfattende rehabilitering i 3,7 millioner kvadratmeter.

I tillegg til mer omfattende rehabilitering gjennomgår en andel av bygningsmassen mindre rehabilitering som også har betydning for energiytelsen. Det legges til grunn samme rate som i rapporten til KRDs arbeidsgruppe; at 2 prosent av bygningsmassen gjør energi-forbedrende tiltak hvert år. Som tidligere nevnt anslås det at 15 prosent av total bygningsmasse ikke vil kunne energioptimaliseres til bedre energiytelse enn det som tilsvarende nivået i TEK 87 uten tyngre ombygging og tilsvarende. Når det gjelder det reelle potensialet, er det verd å merke seg at rehabilitering av arealet som er begrenset teknisk eller på grunn av vernehensyn til en øvre energiytelse til TEK87, medfører økt mengde levert energi i en vesentlig andel av arealet. Dette skjer som følge av at kravene til for eksempel inneklime, blant annet kan medføre økte luftmengder.

Det mulige potensialet som er beregnet med utgangspunkt i mengden arealer som rehabiliteres utgjør i perioden 2010–2020 i overkant av 3 TWh. Tabell 12 viser fordelingen mellom bygningskategorier og aldersgrupper.

Resultatet bygger på følgende forutsetninger:

- Det gjennomføres energitiltak opp til TEK87-nivå i bygningsmassen hvor det foreligger begrensninger knyttet til tekniske forhold og vernehensyn, og kun dersom det gir lavere mengde levert energi. Kvantitativt utgjør dette 2,4 prosent av det totale påviste potensialet.
- For arealene som gjennomfører en omfattende rehabilitering heves nivået til TEK 10. Kvantitativt utgjør dette 51,3 prosent av det totale påviste potensialet.
- For arealene hvor det gjennomføres mindre enøktiltak reduseres differansen mellom gjeldende nivå for levert energi og til TEK 10 med 50 prosent. Kvantitativt utgjør dette 46,3 prosent av det totale påviste potensialet.



Årsklasser	2007–2010	1997–2006	1987–1996	1969–1986	1949–1968	–1949	SUM i 2020
Aktuell TEK	TEK'07	TEK'97	TEK'87	TEK'69	TEK'49	Eldre	
Barnehage	0	2	9	18	5	2	37
Kontorbygning	2	32	204	324	90	18	672
Skolebygning	2	26	118	184	54	13	397
Universitet/høgskole	0	3	14	27	6	1	51
Sykehus	2	18	62	69	8	1	160
Sykehjem	4	23	60	65	12	1	163
Hotellbygning	2	15	72	95	19	1	203
Idrettsbygning	0	3	12	37	9	0	61
Forretningsbygning	10	84	388	409	43	2	937
Kulturbygning	0	4	25	33	8	3	74
Lettindustri/verksted	1	10	80	204	63	15	373
SUM	24	219	1 045	1 464	319	57	3 128

**Tabell 12:** Reelt potensial i eksisterende bygningsmasse fordelt på bygningskategorier og aldersgrupper. GWh per år.

I tillegg til å anslå den eksakte reduksjonen i energibruk per kvadratmeter er den største usikkerheten i dette anslaget knyttet til mengden areal hvor det blir gjennomført mindre omfattende rehabilitering. På grunnlag av Enovas prosjektportefølje er det grunn til å anta at aktiviteten som inneholder tiltak som forbedrer energiytelsen er større enn det som er lagt til grunn for tallene over. Dersom rehabiliterings-takten hadde vært høyere, ville det reelle potensialet bli betydelig større.

Siden det er mindre krevende å gjennomføre enkelttiltak enn mer omfattende rehabiliteringer, finnes det sannsynligvis et rom for økt potensial knyttet til dette. Man unngår da begrensninger i forhold til leietagere som ikke ønsker større inngrep, det er ikke krav til byggesaksbehandling osv. Det er videre en kjent sak at det i offentlig sektor er et betydelig etterslep på vedlikehold av bygningsmassen, noe som ble dokumentert i rapporten fra Rådgivende ingeniørers forening (RIF, 2009). Dette impliserer at behovet for rehabilitering er betydelig større enn det som faktisk gjennomføres. Mulighetene for å øke det reelle potensialet ligger derfor sannsynligvis i skjæringspunktet mellom økt kjennskap til gevinstene fra energieffektivisering og økt takt i vedlikeholds- og rehabiliteringsarbeidet. Dette kan føre til at antallet bygninger og kvadratmeter som rehabiliteres, eller gjør mindre tiltak, øker fra det nivået vi ser i dag. Dette kan slik sett representere en tilleggseffekt av å

utforme virkemidler som i første omgang virker mer direkte på det som gjøres per i dag ved økt kjennskap og større tjenestetilbud rettet mot denne type rehabilitering.

Det er heller ikke uvesentlig hvilke løsninger som velges dersom det gjennomføres tiltak. En målrettet satsing, med kriterier om ytelsesnivå på produktene og løsningene som velges, vil kunne bidra til at det over tid endrer leverandørbransjens tilbud. Større grad av varmegjenvinning og lavere u-verdier i vindu er eksempler på dette. Dette vil være en form for indirekte effekt som følger av den direkte effekten i hvert enkelt prosjekt.

Det reelle potensialet er sannsynligvis større enn 3 TWh dersom virkemidlene utformes på best mulig måte – med mål om å utløse både direkte og indirekte markedsendringer.

# Hovedfunn fra passivhus og nær nullenergibygninger

På oppdrag for Enova SF har Rambøll AS i samarbeid med Xrgia AS gjennomført en analyse av teknisk og økonomisk potensial for passivhus og nullenergibygninger. Her presenteres et sammendrag av det tekniske og økonomiske potensialet som ble avdekket.

Analysen har avdekket det tekniske potensialet for energieffektivisering knyttet til oppføring av nye bygninger og rehabilitering av den norske bygningsmassen til passivhusstandard. Man har også identifisert faktorene som i dagens situasjon påvirker hvor mye av det tekniske potensialet som kan utløses. Beregningspunkt er satt til 2020. Tilsvarende analyse er gjennomført for nybygg og rehabilitering nær nullenerginivå – med beregningspunkt i 2040. Man har kommet frem til potensialet ved å etablere en referanse med en tenkt energiytelse tilsvarende TEK 10 for hele bygningsmassen (13 bygningskategorier) i 2010. Deretter er det beregnet et teknisk potensial på bakgrunn av forventet arealutvikling for bygningsmassen fram til henholdsvis 2020 og 2040. Dette tekniske potensialet justeres via økonomiske parametre til økonomisk potensial.

## Teknisk potensial

Med teknisk potensial menes omfanget av tiltak som kan gjennomføres rent teknisk, uten å legge noe krav til at de skal fremstå som lønnsomme. For nybygg er det ingen aktuelle tiltak eller areal som faller ut på dette stadiet.

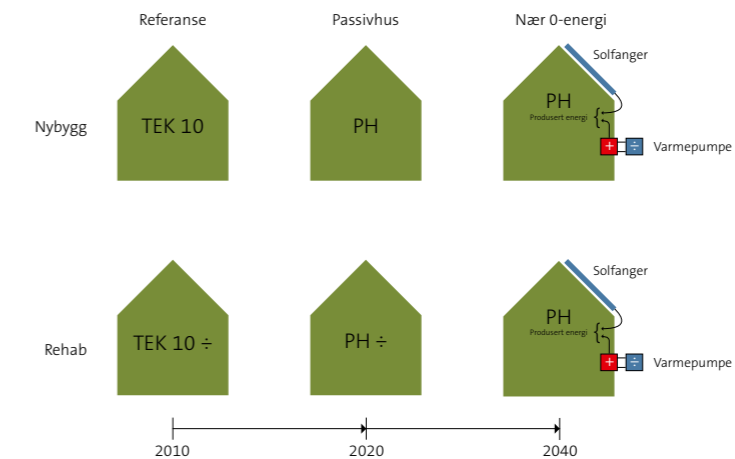
For rehabiliterte bygg vil det ligge en viss lønnsomhetsvurdering bak utvalget. Tiltak som kan gjennomføres med urimelig høye kostnader er tatt ut – dette gjelder blant annet tiltak der man må endre bærende konstruksjoner, grave ut grunn under eksisterende bygg og lignende.

Det er etablert tre ulike nivå for energiytelse for i alt 13 ulike bygningstyper. Disse nivåene gjelder både for nybygg og rehabilitering.

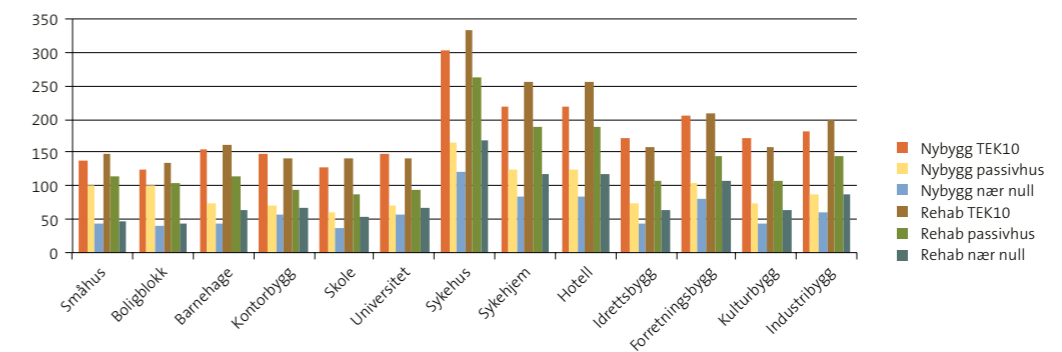
- **Referanseåret 2010:** I utgangspunktet er det her forutsatt TEK 10. For rehabiliteringsandelen er det imidlertid angitt en noe dårligere energiytelse.
- **Passivhus 2010:** Nybygg er beregnet i henhold til dagens passivhuskrav. Bygninger som rehabiliteres opp til dette nivået er beregnet å ha en litt redusert energiytelse i forhold til passivhuskravet. Beregnes for år 2020.
- **Nær nullenergi 2040:** Tilsvarende som for passivhus, med unntak av at bygningene er forsynt med et aktivt energiforsyningsystem (solfanger og varmepumpe i kombinasjon). Beregnes for år 2040.

## Spesifikt levert energi for referanse og beregningsalternativ

Spesifikk levert energi for de to referansene, og de to tilhørende alternativene, er beregnet for i alt 13



Figur 8: Illustrasjon som viser ulike energiytelser og tekniske løsninger for hhv. nybygg og rehabilitering ved år 2010, 2020 og 2040.



Figur 9: Spesifikk levert energi for de 13 ulike bygningstypene og for nivåene TEK 10, passivhus og nær nullenergi. Verdiene er splittet opp i hhv. nybygg og rehabilitering. kWh per kvadratmeter per år.

bygningstyper. Det er benyttet de samme kategoriene som for TEK 10. For å danne disse energitalene har man hovedsaklig benyttet beregningsprogrammet Simien. Disse er komplettert med erfaringsverdier for energiforsyningsystemer. Dette danner så grunnlag for å beregne et samlet energipotensial.

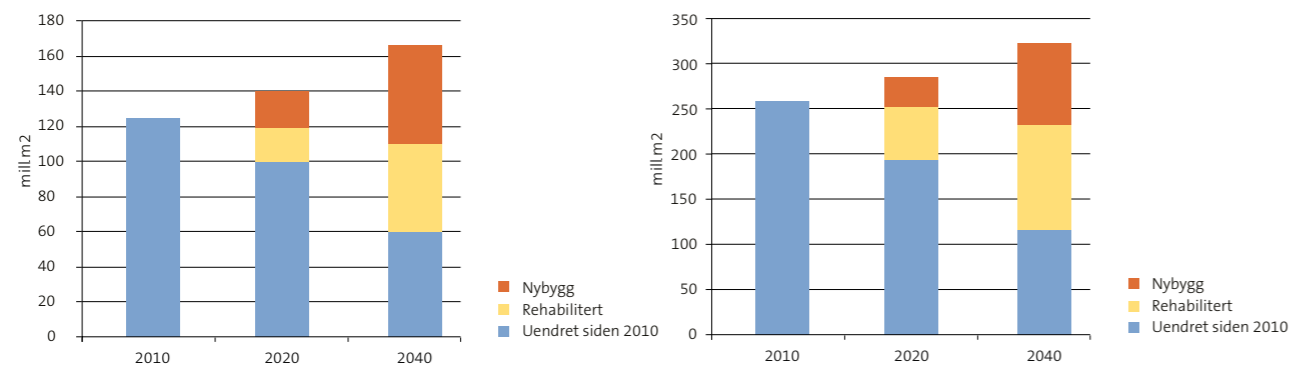
## Arealer i 2020/2040

Nybyggraten ligger årlig på ca. 1,35 prosent og er hentet fra delrapportene fra Multiconsult og Prognosesenteret utarbeidet for Enova i 2011. Rehabiliteringsraten er vurdert til å ligge i området 1,5 prosent, mens rivningsratene er fra 0,31–0,33 prosent, avhengig av bygningstype.

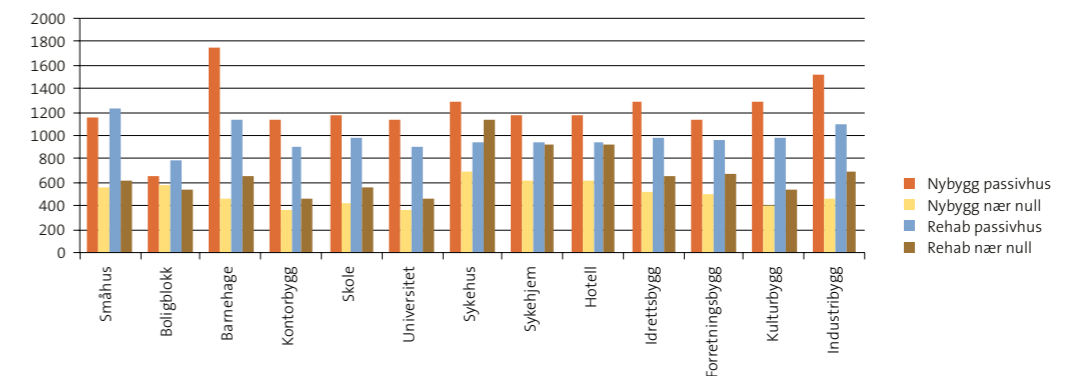
Når areal i referanseåret 2010 er fastsatt, kan nytt og rehabilitert areal for henholdsvis 2020 og 2040 estimeres.

Arealer som består uforandret (angitt i figuren som blå søyler) inngår ikke i de videre beregningene, da det kun er potensialet for det arealet hvor det gjennomføres tiltak som beregnes.

Når arealer og spesifikk energibruk ved 2010-nivå, 2020-nivå og 2040-nivå er bestemt, kan det tekniske potensialet enkelt beregnes:



Figur 10: Diagram som viser utviklingen av nybygd og rehabiliterte arealer i 2020 og 2040. Fordelt på yrkesbygg og boliger. Referanse i 2010. Millioner kvadratmeter.



Figur 11: Investeringskostnader for passivhus og nær nullenerginivå. Kroner per kvadratmeter.

	År:2020		År: 2040 (nær nullenergi)	
	passive tiltak	passive tiltak	aktive tiltak	passive og aktive tiltak
Nybygg	2,6	7,7	6,5	14,2
Rehab.	2,4	7,3	10,0	17,3
Sum	5,0	15,0	16,5	31,5

Tabell 13: Teknisk potensial. Alle tall i TWh.

Som det framgår av tabellen over, ser vi at for 2020 er potensialet for nybygg og rehabilitering omtrent like store og utgjør i sum ca. 5 TWh. Dette forholdet er det samme i 2040 når vi ser på nær nullenerginivå, med en liten overvekt på rehabilitering. Fordelingen mellom passive og aktive tiltak er også tilnærmet like store.

I underlagsrapporten fra Rambøll fremgår det at forskjellene mellom byggtypene er betydelige hva gjelder potensialet per kvadratmeter. Gjennomgående er det byggtypene med høy brukstid, det vil si boliger, omsorgsbygg og hoteller, som gir det høyeste relative potensialet.

### Økonomisk potensial

Med økonomisk potensial menes omfanget av tiltak

som kan forsvares rent økonomisk basert på en overordnet økonomisk analyse. Det er her regnet med en økonomisk levetid for tiltaket lik teknisk levetid. Dette betyr at det ikke er tatt hensyn til at beslutningstaker for tiltaket eventuelt kan ha en mye kortere tidshorison for sitt engasjement i bygget. Videre er det foretatt en rent økonomisk vurdering basert på dagens tiltakskostnader og antatt energipris. Øvrige økonomiske beslutningsparametere er vurdert i kapittelet om barrierer.

### Investeringskostnader

Kostnader er basert på Prosjektrapport 40-2009 fra Sintef Byggforsk. Dette tallunderlaget omhandler imidlertid kun merkostnad for nye yrkesbygg. Tiltak på småhus er generelt dyrere, og investeringskostnader for disse er derfor økt med en faktor på 1.5. Rehabiliteringstiltak er generelt dyrere enn tiltak i forbindelse med nybygg, slik at investeringskostnader for rehabiliteringstiltak også er økt med en faktor på 1.5 for alle bygningskategorier. Basert på dette vil kostnadene fordelt på bygningskategorier være som angitt i figur 11.

Figur 11 viser en oversikt over antatte merkostnader for tiltak for å komme opp på passivhusnivå i 2020, og

nær nullenergi i 2040. Det er verd å merke seg at i figuren er kostnadstall for nær null alternativet å forstå som kostnader til aktive tiltak. Dette skyldes forutsetningen om at en først reduserer energibehovet ned til passivhusnivå før man innfører aktive tiltak.

### Økonomisk nytteverdi

Nytteverdien av tiltaket er gitt ved sparte energikostnader. Hvert tiltak er spesifisert med endret energibruk som følge av tiltaket, uttrykt som kWh/kvadratmeter. Den årlige nytteverdien pr. kvadratmeter beregnes dermed som redusert energibruk multiplisert med energiprisen. Energiprisen er satt på tre ulike nivåer; 80, 110 og 140 øre/kWh.

### Øvrige økonomiske betingelser

Kalkulasjonsrente: 7 prosent.

Levetid for tiltaket: Varierende, basert på erfaring.

Aktive tiltak vil ha kortere levetid enn passive.

### Beslutning om investering

Kostnaden ved tiltaket beregnes som annuitet over hele levetiden til bygningen.

Dersom nytteverdien er høyere enn kostnaden, er det

sannsynlig at tiltaket gjennomføres. I motsatt tilfelle, dersom nytteverdien er lavere enn kostnaden, er det ikke sannsynlig at tiltaket gjennomføres. Jo større forskjellen er, desto mindre sannsynlig er det at investering i tiltak gjennomføres. Med gitt kostnadsnivå vil disse barrierene inntreffe ved forskjellig energipris.

### Måloppnåelse

På bakgrunn av sannsynlighetsvektet beslutning om investering, kan resultatet av dette settes opp for henholdsvis 2020 og 2040. I tillegg kan konsekvensen av de tre nivåene for energipris beregnes.

	Teknisk potensial	Økonomisk potensial		
		0,8 kr/kWh	1,10 kr/kWh	1,40 kr/kWh
Nybygg	2,6	1,0	1,5	1,8
Rehab.	2,4	0,5	0,9	1,3
Sum	5,0	1,5	2,4	3,8

Tabell 14: Økonomisk potensial. År 2020. Passivhus. Alle tall i TWh.

Når det gjelder passivhus i 2020, ser vi at graden av måloppnåelse i forhold til teknisk potensial er større

Passive tiltak	Teknisk potensial	Økonomisk potensial		
		0,8 kr/kWh	1,10 kr/kWh	1,40 kr/kWh
Nybygg	7,7	3,0	4,4	5,3
Rehab.	7,3	1,6	2,6	3,9
Sum	15,0	4,6	7,0	9,2

**Tabell 15:** Økonomisk potensial. År 2040. Nær nullenergibygg. Passive tiltak. Alle tall i TWh.

Aktive tiltak	Teknisk potensial	Økonomisk potensial		
		0,8 kr/kWh	1,10 kr/kWh	1,40 kr/kWh
Nybygg	6,5	1,0	2,9	3,9
Rehab.	10,0	1,5	5,3	6,5
Sum	16,5	2,5	8,2	10,4

**Tabell 16:** Økonomisk potensial. År 2040. Nær nullenergibygg. Aktive tiltak. Alle tall i TWh.

for nybygg enn for rehabiliterte bygg. Dette gjelder særlig ved den laveste energiprisen som er lagt til grunn (0,8 kr/kWh).

For passive tiltak frem til 2040, ser vi at graden av måloppnåelse i forhold til teknisk potensial er klart større for nybygg enn for rehabiliterte. Som for passive tiltak, er måloppnåelsen for aktive tiltak frem mot 2040 større for nybygg enn for rehabiliterte. Av aktive tiltak er det kun installasjon av varmepumpe som kan regnes som lønnsomt. For å komme nær null i energiytelse installeres i tillegg termisk solfanger. Sammenligner vi tabellene 15 og 16, ser vi at følsomheten for energiprisen er betydelig

Passive og aktive tiltak	Teknisk potensial	Økonomisk potensial		
		0,8 kr/kWh	1,10 kr/kWh	1,40 kr/kWh
Nybygg	14,2	4,0	7,3	9,2
Rehab.	17,3	3,1	7,9	10,4
Sum	31,5	7,1	15,2	19,6

**Tabell 17:** Økonomisk potensial. År 2040. Nær nullenergibygg. Passive og aktive tiltak. Alle tall i TWh.

større for de aktive tiltakene i forhold til passive tiltak. Som det fremgår, er graden av måloppnåelse i forhold til teknisk potensial vesentlig høyere for nybygg enn for rehabiliterte bygg. Dette er i samsvar med en intuitiv vurdering i og med at tiltak i rehabiliterte bygg gjerne er mer komplekse å realisere, rent fysisk, enn i nybygg. Som det fremgår av tabell 17 er det økonomiske potensialet for en energipris på 80 øre/kWh beregnet til ca. 23 prosent av det tekniske potensialet.

Økonomi viser seg å utgjøre en vesentlig barriere. Innenfor rehabilitering vil en viktig årsak være at referansen er TEK 10. Relativt høye kostnader for ytterligere investeringer (marginalkostnader) skal tjenes inn på relativt lite redusert energibruk, hvilket gjør at mange tiltak blir ulønnsomme – og derfor en barriere. Dette resonnermentet kan også benyttes for nybygg. Relativ høy merinvestering kombinert med relativ liten energi-reduksjon gjør den økonomiske barrieren betydelig.

## Barrierer

Erfaringene fra gjennomførte casestudier og fokusgrupper viser at det er store variasjoner i hvordan aktørene vurderer de ulike barrierene. En barriere som én aktør oppfatter som viktig kan være helt uten betydning for en annen aktør. Dette er som forventet, og det er gjennomgående for alle barrierene.

Innenfor fire forhåndsdefinerte områder har undersøkelsen avdekket følgende barrierene som de viktigste for passivhus/nær nullenergi:

- **Preferanser og skjulte økonomiske barrierer**
  - Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme.
  - Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris.
  - Frykt for kostnadsoverskridelse og/eller forsinkelser i bygging.
  - Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus.
- **Regulatoriske barrierer**
  - Konflikt med vernebestemmelser (gjelder kun rehabilitering).
- **Markedsrelaterte barrierer**
  - Vanskelig tilgang på materialer (gjelder i hovedsak rehabilitering).

- **Organisatoriske barrierer**

- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen.

I tillegg tenderer deltakerne i de to fokusgruppene til å legge mer vekt på viktigheten av de barrierer som er utenfor deres egen kontroll, enn de en har direkte innvirkning på. Aktører som er med på å planlegge, prosjektere og bygge bygg er mer opptatt av at det kan oppfattes som for vanskelig å bo i eller bruke passivhus, og at det kan være vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris, enn gruppen bestående av eiere og brukere av byggene. Dette er en naturlig konsekvens av at disse barrierene er utenfor denne gruppen av deltakere sin kontroll.

Tilsvarende er eiere og brukere av bygg mer opptatt av frykt for kompetansesvikt i utførelsen, manglende tilgang til rådgivere med riktig kompetanse og økt behov for organisering, tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen enn de som planlegger, prosjekterer og bygger.

## Vekting av barrierer

Med barrierene etablert, gjenstår det å kvantifisere hvordan disse påvirker beslutningen om å bygge eller rehabilitere et bygg til passivhus- og nær nullenergi-standard, i stedet for minimumsstandard (TEK). Over et stort spekter av aktører vil ikke alle barrierer

Delbarriere	Sannsynlig "hvor ofte inntreffer del-barriere?"	Konsekvens "virkning ved innslag"	Påvirker variabel
Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme	0,5	Høy	Totalkostnader
Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris	0,3	Høy	Totalkostnader
Frykt for kostnadsoverskridelse og/eller forsinkelser i bygging	0,3	Høy	Investeringskostnader
Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus	0,4	Lav	Avkastningskrav
Konflikt med vernebestemmelser (rehabilitering)	0,6	Middels	Areal (=kostnader)
Vanskelig tilgang på materialer (gjelder i hovedsak rehabilitering)	0,2	Lav	Areal (=kostnader)
Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen	0,6	Middels	Totalkostnader

**Tabell 18:** Barriere med angitt sannsynlighet for innslag og vurdering av konsekvens.

Passive og aktive tiltak	Teknisk potensial	0,8 kr/kWh		1,10 kr/kWh		1,40 kr/kWh	
		Økonomisk	Realistisk	Økonomisk	Realistisk	Økonomisk	Realistisk
Nybygg	14,2	4,0		7,3		9,2	
Rehab.	17,3	3,1		7,9		10,4	
Sum	31,5	7,1	2,9	15,2	5,0	19,6	6,5

**Tabell 19:** Teknisk, økonomisk, realistisk potensial. År 2040. Nær nullenergi bygninger. Aktive og passive tiltak. TWh.

bli vurdert som like sannsynlige, og utfallet vil også være forskjellig fordi ulike aktører veier konsekvensen av de ulike barrierene forskjellig.

Gjennom å kombinere sannsynlighet med konsekvensen, det vil si hvilken virkning barrieren medfører, beregnes et kvantitativt uttrykk for i hvilken grad barrieren påvirker beslutning, og gjennom simulering av hendelser, hva denne beslutningen medfører i sannsynlig utløsning av økonomisk potensial. Dette virker ved at kombinasjonen av mer enn 50 prosent sannsynlighet for innslag av barriere, kombinert med «høy» konsekvens, vil gi en overvekt av at delbarrieren slår inn og vil påvirke potensialet. Barrierer som erfaringsmessig kan knyttes til økonomisk usikkerhet ble av utvalgsgruppen vektet høyest. Med utgangspunkt i økonomisk potensial er resultatet av alle delbarrierene i samvirke benevnt som et realistisk potensial.

### Virkning av barrierer

Basert på metodikken og vurderingene oppsummert i tabell 18 har Rambøll i sin rapport beregnet virkningene av dagens barrierer på potensial som det er realistisk å tro kan utløses. Ser vi først på passivhus frem til 2020, viser analysene at det realistiske potensialet er beregnet å utgjøre ca. 50 prosent av det beregnede økonomiske potensialet.

Frem mot 2040 vil potensialet for aktive tiltak i nær nullenergibygninger utgjøre mellom 10–20 prosent av beregnet økonomisk potensial.

Når både aktive og passive tiltak er utført, det vil si at bygningen er på nær nullenerginivå, utgjør et realistisk potensial 30-40 prosent av det økonomiske potensialet. Dette gjelder for alle tre alternative energipriser. Dette fremkommer i tabell 19.

Av tabellen over ser vi at barrierene beregnes å ha

stor innvirkning for uløsning av det økonomiske potensialet. Dette er selvsagt som en funksjon av sannsynlighet for at barrieren slår inn, og at konsekvensen er satt tilstrekkelig høyt. Verdien av disse to parametrene er subjektivt vurdert gjennom arbeid i fokusgruppene, men må nok sies å være relevante for rådende holdning blant utbyggere i dag.

### Muligheter

Fra et samlet teknisk potensial på ca. 31,5 TWh, viser underlagsrapporten et samlet økonomisk potensial for nær nullenergibygninger, det vil si både aktive og passive tiltak, på ca. 7,1 TWh (med energipris lik 80 øre/kWh).

Dette potensialet reduseres videre via ikke-tekniske barrierer til ca. 2,9 TWh. Virkningen av disse barrierene representerer altså i størrelsesorden 4 TWh.

### Mulighetsrom

Generelt representerer reduksjon av en barriere en mulighet. I den etterfølgende delen er enkelte muligheter gjennomgått. I hvilken grad hver av disse mulighetene bidrar til å redusere/lukke barrierer er imidlertid ikke kvantifisert.

### Fokus på verdi

*Kostnadsbesparelse via redusert energibruk.*

Simuleringer viser at passivhus og nær nullenergibygg bruker mindre energi. Verdien av dette inngår i beregning av økonomisk barriere, men vil kunne være et selvstendig argument når verdiargumentet skal løftes fram. Blant annet som attraktivitet i forhold til gjensalg (bolig), og attraktive leiekontrakter.

*Bedre bygningsmessig kvalitet og færre reklamasjoner*

Blant annet grunnet egen norsk standard (NS) innehar passivhus/nær nullenergi-konseptet enkelte sjekkpunkter som gjør at de må planlegges og bygges med strengere kvalitetskrav enn hva som er vanlig etter teknisk forskrift. Et bygg som kvalitetssjekkes under bygging vil antageligvis også ha færre feil, som vil resultere i færre reklamasjoner. Over tid vil dette forholdet kunne dokumenteres. Dette vil kunne bety at markedet i større grad har tiltro til, og verdsetter kvalitetsnivået gjennom økt tilfredshet.

*Passivhus/nær nullenergibygg som viktig premis for godt energimerke og god BREEAM-rating*

Etablering av disse to klassifiseringssystemene vil med tilstrekkelig markedsgjennombrudd kunne være med å øke etterspørselen etter bygninger med ambisiøst energiytelsesnivå. Dette fordi energiytelsen inngår som en viktig parameter ved fastsettelse av henholdsvis merkenivå og rating.

*Bedre inneklima*

Godt inneklima oppgis generelt som en svært viktig faktor når teknisk kvalitet for en bygning skal vurderes. Et viktig kjennetegn ved passivhus/nullenergi-konseptet, er fravær av kalde innvendige flater og trekk. Godt luftskifte sikres via et ventilasjonsanlegg. I sum: egenskaper som er en forutsetning for et godt inneklima. Konseptet vil således være et godt utgangspunkt for å møte oppmerksomheten omkring, og økende forventning om et godt inneklima.

### Kundebevissthet

*Grønne leiekontrakter*

Lavt energibruk og godt inneklima vil være én av flere faktorer som inngår i avtaleverket rundt grønne leiekontrakter.

### Erfaringsoverføring fra andre prosjekter

*Database over kostnader*

Etter hvert som stadig flere passivhus/nullenergi-prosjekter blir bygget vil det dannes erfaringsverdier for kostnadsnivå for disse byggene. Dette vil bidra til å redusere usikkerhet.

*Priskompetanse i bransjen*

Forskjellige bransjeaktører vil på samme måte samle erfaring og priskonsekvens for ulike løsninger. Bransjen vil således på sikt være i stand til å tilby et bredere spekter av løsninger, og skape trygghet for tilhørende kostnadstall.

*Kunnskap i planleggingsprofesjonen*

Pr. dato mangler planleggingsbransjen et bredt spekter av gjennomarbeidede løsninger for konsepter. På sikt vil dette bedres, blant annet som en følge av flere gjennomførte prosjekter, større utvalg av detaljløsninger utarbeidet av bransjen/forskningsinstitusjoner, og større fokus på lavenergitemaet i utdanningsinstitusjonene.

*Kunnskap i gjennomføringsfasen*

En økning i antall gjennomførte prosjekter bygger



Enova skal drive fram en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge.

Vårt oppdrag er å skape varige endringer i tilbud og etterspørsel etter effektive og fornybare energiløsninger.

Vi vil inspirere til å gjøre det enklere å velge fremtidsrettede energiløsninger for både private og profesjonelle aktører.

Alle Enovas rapporter finnes på **[www.enova.no](http://www.enova.no)** under publikasjoner.

Ønsker du mer informasjon om rapportene, kontakt

**Enova Svarer tlf. 08049 | [svarer@enova.no](mailto:svarer@enova.no)**

Enovareport 2012:1

ISBN 978-82-92502-55-6

Enova

Professor Brochsgt. 2

NO-7030 Trondheim

