

# Potensial- og barrierestudie

Passivhus og nær nullenergibyggninger

3/3

**Bakgrunnsrapport**

Utført av Rambøll AS i samarbeid med Xrgia AS  
på oppdrag for Enova

enova  
rapport

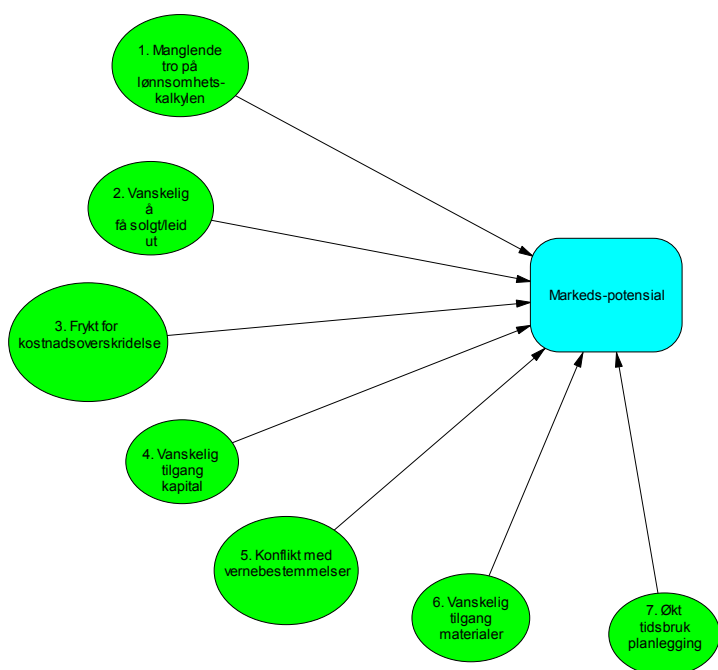
2012:01.3

Oppdragsgiver  
**Enova SF**

Rapporttype  
**Utredning**

**Rapport 2011.11.15**

# POTENSIAL- OG BARRIERESTUDIEN PASSIVHUS OG NÆR NULLENERGIBYGNINGER



## POTENSIAL- OG BARRIERESTUDIEN PASSIVHUS OG NÆR NULLENERGIBYGNINGER

Oppdragsnr.: 1110307  
Oppdragsnavn: SID 11/33 Potensial- og barrierestudien - Passivhus og nær nullenergibygninger  
Dokument nr.:  
Filnavn: 20111115 POBP Rapport

Revisjon				
Dato	2011.11.15			
Utarbeidet av	TAV/KIN/BLA/ENE/ KGA			
Kontrollert av	MOW			
Godkjent av	BIS			
Beskrivelse				

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

## INNHOOLD

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>11</b>
1.1	Problemstilling .....	11
1.2	Løsning, metoder og fremstilling .....	12
1.3	Forutsetninger, definisjoner og forklaringer .....	13
<b>2.</b>	<b>DEL A: TEKNISK OG ØKONOMISK POTENSIAL</b> .....	<b>15</b>
2.1	Innledning.....	15
2.2	Teknisk potensial .....	15
2.2.1	Metodisk tilnærming .....	15
2.2.2	Bygningskategorier .....	15
2.2.3	Energinivåer og tiltak generelt .....	15
2.2.4	Energinivåer og tiltak for nye bygg .....	18
2.2.5	Energinivåer og tiltak ved rehabilitering .....	20
2.2.6	Arealgrunnlag .....	21
2.2.7	Resultater teknisk potensial.....	25
2.3	Økonomisk potensial .....	30
2.3.1	Metodisk tilnærming .....	30
2.3.2	Kostnader og levetider.....	32
2.3.3	Resultater for økonomisk potensial.....	33
2.3.4	Sensitivitet i det økonomiske potensialet.....	43
<b>3.</b>	<b>DEL B: AVDEKKING AV BARRIERER</b> .....	<b>46</b>
3.1	Innledning.....	46
3.2	Casestudier .....	46
3.2.1	Begrunnelse for valg av case og intervjuobjekter .....	46
3.2.2	Beskrivelse av casene.....	47
3.2.3	Oppsummering av dybdeintervjuene .....	48
3.3	Fokusgrupper .....	50
3.3.1	Metodikk.....	50
3.3.2	Sammensetting av fokusgruppene .....	50
3.3.3	Gjennomføring av fokusgrupper .....	51
3.4	Lærdom fra case-studier og fokusgrupper .....	51
3.4.1	Preferanser og skjulte økonomiske barrierer.....	52
3.4.2	Markedsrelaterte barrierer.....	54
3.4.3	Organisatoriske barrierer .....	55
3.4.4	Regulatoriske barrierer .....	56
3.5	Oppsummering .....	57
<b>4.</b>	<b>DEL C: POTENSIAL FORDELT PÅ BARRIERER</b> .....	<b>59</b>
4.1	Metodisk tilnærming .....	59
4.2	Forutsetninger .....	61
4.3	Resultater .....	63
4.4	Sammenheng mellom barrierer og virkemidler.....	74
<b>5.</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>77</b>
<b>6.</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>80</b>
6.1	Arealer .....	93
6.2	Teknisk potensial .....	93
6.3	Økonomisk potensial .....	95
6.4	Egenskaper eksempelbygg og tiltak.....	97



## FIGUROVERSIKT

Figur 1-1 Illustrasjon - sammenhengen mellom teknisk potensial, økonomisk potensial og markedspotensial .....	12
Figur 2-1 Årlig levert energibehov for ulike energinivåer og byggkategorier i kWh/m <sup>2</sup> .....	16
Figur 2-2 Varmebehov i kWh/m <sup>2</sup> for passivhus- og nær nullenergistandard ...	19
Figur 2-3 Samlet areal for boliger og næringsbygg i 2010, 2020 og 2040 .....	23
Figur 2-4 Fordeling av samlet byggareal pr byggtipe i 2040 .....	24
Figur 2-5 Teknisk potensial for passive tiltak i 2040 pr tiltak og byggstatus (GWh) .....	25
Figur 2-6 Teknisk potensial for passive tiltak i 2040 pr status og byggtipe (GWh) .....	26
Figur 2-7 Teknisk potensial passive tiltak pr byggtipe og status (kWh/m <sup>2</sup> pr år) .....	27
Figur 2-8 Teknisk potensial aktive tiltak, pr tiltak og byggstatus (GWh) .....	28
Figur 2-9 Teknisk potensial for aktive tiltak, pr status og byggtipe (GWh) ....	29
Figur 2-10 Teknisk potensial for aktive tiltak pr byggtipe og status. (kWh/m <sup>2</sup> ) .....	30
Figur 2-11 Prinsippskisse – sammenheng mellom prisdifferanse og gjennomføringsgrad av tiltak .....	31
Figur 2-12 Investeringskostnader i kr/m <sup>2</sup> for passivhus og nær nullenergistandard .....	33
Figur 2-13 Gjennomsnittskostnad i forhold til teknisk potensial. Passive og aktive tiltak .....	34
Figur 2-14 Tiltakskostnader for passive tiltak i bolig og næringsbygg. Kr/kWh	35
Figur 2-15 Gjennomsnittskostnad pr tiltakstype og status (kr/kWh/år) .....	35
Figur 2-16 Økonomisk potensial for passive tiltak ved ulike prisnivåer, pr byggstatus. GWh.....	36
Figur 2-17 Økonomisk potensial i nye bygg pr tiltakstype ved ulike energiprisnivåer (GWh).....	37
Figur 2-18 Økonomisk potensial passive tiltak i rehabiliterte bygg pr tiltakstype ved ulike energiprisnivåer (GWh).....	38
Figur 2-19 Økonomisk potensial for aktive tiltak ved ulike prisnivåer, pr byggstatus. GWh.....	39
Figur 2-20 Økonomisk potensial for passive tiltak i nybygg, pr tiltak og byggtipe (GWh) .....	40
Figur 2-21 Økonomisk potensial for passive tiltak i rehabiliterte bygg, pr tiltak og byggtipe (GWh) .....	41
Figur 2-22 Økonomisk potensial aktive tiltak. GWh.....	42
Figur 2-23 Formålsfordeling av økonomisk potensial for passive tiltak. GWh ..	43
Figur 2-24 Sensitivitet i samlet økonomisk potensial for aktive og passive tiltak. GWh.....	44
Figur 4-1 Prinsippskisse for beslutningsprosess om hevet energistandard (passivhus- og nær nullenergistandard) .....	59
Figur 4-2 Teknisk potensial, økonomisk potensial og forventet markedspotensial i 2040 for passive tiltak ved ulike energiprisnivåer. GWh ...	64
Figur 4-3 Teknisk potensial, økonomisk potensial og forventet markedspotensial i 2040 for aktive tiltak ved ulike energiprisnivåer. GWh .....	65
Figur 4-4 Betydning av hver enkelt barriere for passive tiltak i 2040 ved energipris lik 80 øre/kWh. GWh .....	66

Figur 4-5 Betydning av hver enkelt barriere for aktive tiltak i 2040 ved energipris lik 80 øre/kWh. GWh .....	67
Figur 4-6 Utfallsrom markedspotensial i 2040 ved 80 øre/kWh. GWh .....	68
Figur 4-7 Utfallsrom for markedspotensialet av passive tiltak i 2040 ved ulike prisnivåer. GWh.....	69
Figur 4-8 Utfallsrom for markedspotensialet av aktive og passive tiltak i 2040 ved ulike prisnivåer. GWh .....	70
Figur 4-9 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for passive tiltak i bolig og næringsbygg, ved 80 øre/kWh. GWh .....	71
Figur 4-10 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for passive tiltak i nybygg og rehabilitering, ved 80 øre/kWh. GWh .....	72
Figur 4-11 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for aktive og passive tiltak i bolig og næringsbygg, ved 80 øre/kWh.....	73
Figur 4-12 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for aktive og passive tiltak i nybygg og rehabilitering, ved 80 øre/kWh.....	74
Figur 4-13 Utfallsrom for totalt markedspotensial i 2040 for aktive og passive tiltak med/uten 20 % investeringsstøtte og med/uten informasjonstiltak. GWh .....	75
Figur 6-1 Hovedresultater for henholdsvis passive og aktive tiltak ved ulike prisnivåer og 7 % avkastningskrav. GWh .....	80
Figur 6-2 Relativ betydning av de enkeltbarrierer i forhold til passive tiltak ved energipris lik 80 øre/kWh .....	82
Figur 6-3 Eksempel på anvendelse av ROV for å beskrive beslutning om å bygge pelletsanlegg.....	90
Figur 6-4 Eksempel på betingede sannsynligheter og utfall .....	91
Figur 6-5 Modellspeifisering for koblingen mellom potensial og barrierer ..	91

## TABELLOVERSIKT

Tabell 2-1 Referansenivåer for energibehov .....	15
Tabell 2-2 Årlig netto energibehov i kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA for de ulike energiivåene.....	17
Tabell 2-3 Levert årlig energibehov i kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA for de ulike energinivåene .....	17
Tabell 2-4 Definisjon av <i>rehab TEK10</i> og <i>rehab passivhusstandard</i> .....	21
Tabell 2-5 Årlige nybyggings- og rehabiliteringsrater benyttet for perioden 2011-2040 .....	22
Tabell 2-6 Måloppnåelse ved ulike prisnivåer for henholdsvis nybygg og rehabiliterte bygg .....	44
Tabell 2-7 Måloppnåelse ved ulike prisnivåer for henholdsvis nybygg og rehabiliterte bygg .....	45
Tabell 3-1 Case.....	47
Tabell 3-2 Nøkkelinformasjon om casene .....	48
Tabell 4-1 Sannsynlighet og utfallsverdi for barrierer .....	61
Tabell 6-1 Byggareal benyttet i beregningene .....	93
Tabell 6-2 Teknisk potensial for passive tiltak. Pr status og byggtipe (2020 og 2040, GWh).....	93
Tabell 6-3 Teknisk potensial for passive tiltak. Pr tiltak og status (2020 og 2040, GWh).....	94
Tabell 6-4 Spesifikt (relativt) teknisk potensial for passive tiltak. Pr tiltak og byggtipe (kWh/m <sup>2</sup> ) .....	94
6-5 Teknisk potensial for aktive tiltak, pr byggtipe og status. GWh .....	95
Tabell 6-6 Utløst økonomisk potensial pr tiltak, byggstatus og energiprisnivå. Passive tiltak, 2040. GWh .....	95
Tabell 6-7 Utløst økonomisk potensial pr tiltak, byggstatus og energiprisnivå. Aktive tiltak, 2040. GWh .....	95
Tabell 6-8 Utløst økonomisk potensial pr formål og byggtipe. Passive tiltak, 2040, GWh.....	96
Tabell 6-9 <i>Egenskaper eksempelbygg</i> .....	97
Tabell 6-10 <i>Egenskaper eksempelbygg TEK10</i> .....	98
Tabell 6-11 <i>Egenskaper eksempelbygg passivhusstandard</i> .....	99
Tabell 6-12 <i>Egenskaper eksempelbygg nær nullenergistandard</i> .....	99
Tabell 6-13 Egenskaper eksempelbygg rehab TEK10 (kun parametre som er forskjellige fra TEK10 nybygg er vist).....	100
Tabell 6-14 Egenskaper eksempelbygg rehab passivhusstandard (kun parametre som er forskjellige fra TEK10 nybygg er vist).....	100

## VEDLEGG

Vedlegg 1: Egenskaper eksempelbygg og tiltak
Vedlegg 2: Intervjuguide til dybdeintervjuer
Vedlegg 3: Liste med barrierer fra fokusgruppemøter
Vedlegg 4: Metodikk for identifisering av de viktigste barrierene
Vedlegg 5: Kort beskrivelse av ROV-metodikken
Vedlegg 6: Tabeller

## FORORD

Rapporten er et resultat av Potensial og barrierestudien for passivhus og nær nullenergibygninger, som er utført på oppdrag for Enova SF. Oppdraget er utført i samarbeid med Xrgia AS med Rambøll AS som oppdragsleder.

Begge de ordinære oppdragsmedarbeiderne fra Rambøll er en del av Enovas rådgiverteam for passivhus. To andre sentrale medarbeidere i rådgiverteamet har vært med på kvalitetssikring av arbeidet.

Omtrent samtidig med dette oppdraget ble også to andre potensial og barrierestudier gjennomført av to andre rådgivergrupper – en for boliger og en for næringsbygg.



## SAMMENDRAG

Målet med denne studien har vært å kartlegge hva som er reelt energieffektiviseringspotensial knyttet til oppføring av nye bygninger og rehabilitering av den norske bygningsmassen - til passivhusstandard i perioden frem til 2020 og til og nær nullenergistandard i perioden 2020 – 2040. Det er skilt mellom tre ulike potensialer:

- **Teknisk potensial** – det potensialet som er teknisk mulig å oppnå uten å ta hensyn til lønnsomhet, og som bringer bygningsmassen opp til passivhus- og nær nullenergistandard
- **Økonomisk potensial** – det potensialet som er lønnsomt å gjennomføre i et livsløpsperspektiv
- **Markedspotensial** - hvor det tas hensyn til også andre faktorer som spiller inn i vurderingen enn den rene lønnsomhetsvurderingen, videre definert som barrierer

Hovedkonklusjonen fra analysene er at barrierene for å realisere både passivhus og nær-nullenergibygninger er betydelige. I tillegg til at en ren økonomisk vurdering tilsier at 30-70 % av det tekniske potensialet ikke er lønnsomt avhengig av energiprisnivå, reduserer barrierer det økonomiske potensialet med ytterligere ca halvparten som et realistisk markedspotensial.

Studien er oppdelt i tre deler:

1. Del A: Teknisk og økonomisk potensial
2. Del B: Avdekking av barrierer
3. Del C: Forholdet mellom økonomisk potensial og barrierer

I Del A er aktuelle tiltak for å komme fra TEK10-standard til passivhus- og nær nullenergistandard definert, og teknisk potensial pr m<sup>2</sup> er beregnet for ulike byggkategorier. For hvert tiltak er energibesparelse pr m<sup>2</sup> beregnet, og investerings- og driftskostnader pr m<sup>2</sup> og levetider fastsatt. Ved hjelp av opplysninger om arealbeholdning fra 2010 for de ulike byggkategorier, og estimerer av arealer for perioden frem til 2040, er teknisk og økonomisk potensial for hele den norske bygningsmassen beregnet.

Tre tiltak for å nå *passivhusstandard* viser god lønnsomhet: Varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og til en viss grad lufttetthet. Tiltak knyttet til isolasjon fremstår gjennomgående som ulønnsomme. Potensialet for *aktive tiltak* for å nå *nær nullenergistandard* er også begrenset, og i sin helhet konsentrert om varmepumper. Potensialet for aktive tiltak er dog antagelig undervurdert i analysen, fordi lavere gjennomføringsgrad for de passive tiltakene gir et større varmebehov i forhold til om man tar utgangspunkt i passivhusstandard. Det økonomiske potensialet i næringsbygg synes videre å være langt større enn i boliger. Vi finner dessuten at det økonomiske potensialet relativt sett er større for nybygg enn ved rehabilitering.

I Del B har vi avdekket barrierer som kan hindre at økonomisk lønnsomme energieffektiviseringstiltak gjennomføres. Dette er gjort ved hjelp av fokusgruppemøter og case-studier med dybdeintervjuer. Arbeidet resulterte i en liste med syv barrierer som ble vurdert som de viktigste.

I Del C har vi beregnet hvor stor andel av potensialet som påvirkes av de viktigste barrierene. Til dette arbeidet er det blant annet benyttet en realopsjonsmodell (ROV-modell).

De tre klart viktigste barrierene er alle knyttet til manglende tro på at den økonomiske gevinsten vi finner i del A faktisk vil realiseres:

- Frykt for kostnadsoverskridelse og/eller forsinkelser i bygging
- Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme
- Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris

Barrierene synes å virke mye sterkere overfor boliger enn for næringsbygg. Det økonomiske potensialet for rehabilitering ser ut til å bli mindre redusert av barrierene enn potensialet for nybygg. De tiltakene som gjenstår for rehabiliterte bygg – særlig varmegjenvinning – er økonomisk meget robuste og blir dermed i liten grad påvirket av barrierene. Barrierene virker vesentlig sterkere mot de aktive tiltakene enn mot de passive.

Våre resultater indikerer at vernebestemmelser ikke er viktige barrierer mot passivhus. Grunnen til dette er at de i første rekke rammer tiltak som uansett er ulønnsomme, slik som isolasjon.

Når vi ser på forholdet mellom virkemiddelbruk, barrierer og potensial tyder våre resultater på at reduksjon av usikkerhet og styrking av informasjonsarbeidet vil virke like sterkt som en omfattende investeringsstøtte. Kombinasjonen av informasjon og investeringsstøtte er sannsynligvis den virkemiddelutformingen som vil ha mest effekt.

## POTENSIAL- OG BARRIERESTUDIEN PASSIVHUS OG NÆR NULLENERGIBYGNINGER

### 1. INNLEDNING

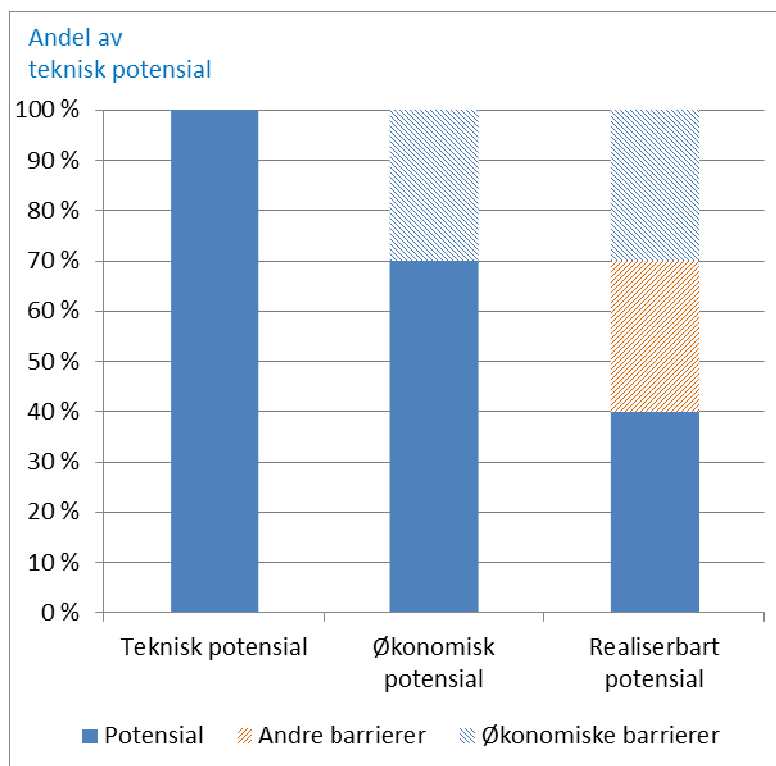
#### 1.1 Problemstilling

Det er i mange sammenhenger uttrykt at det eksisterer et betydelig energieffektiviseringspotensial i den norske bygningsmassen. Samtidig synes reell effektivisering å være mer beskjeden. Målet med denne studien har vært å kartlegge hva som er reelt potensial knyttet til oppføring av nye bygninger og rehabilitering av den norske bygningsmassen - til passivhusstandard i perioden frem til 2020 og til og nær nullenergistandard i perioden 2020 – 2040.

Det er hittil bygget mange passivhus i Europa. De fleste befinner seg i Tyskland og Østerrike, men man kan se en positiv trend også i andre land. I Sverige er det også oppført flere slike bygg enn i Norge. Dette betyr at kunnskap om og erfaring fra bygging av passivhus må sies å være betydelig. Denne kunnskapen er også brukt på hus som er bygget eller er under prosjektering i Norge. Fra nasjonale myndigheter er det signalisert at på sikt skal energikravene i teknisk forskrift være omkring passivhusstandard. Fra EU signaliseres det at nye bygninger skal være omkring nær nullenergistandard senest ved utgangen av 2020.

I dette prosjektet vil det bli skilt mellom tre ulike potensialer, som illustrert i Figur 1-1:

- **Teknisk potensial** – det potensialet som er teknisk mulig å oppnå uten å ta hensyn til lønnsomhet, og som bringer bygningsmassen opp til passivhus- og nær nullenergistandard
- **Økonomisk potensial** – det potensialet som er lønnsomt å gjennomføre i et livsløpsperspektiv
- **Markedspotensial** - hvor det tas hensyn til også andre faktorer som spiller inn i vurderingen enn den rene lønnsomhetsvurderingen, videre definert som barrierer



**Figur 1-1 Illustrasjon - sammenhengen mellom teknisk potensial, økonomisk potensial og markedspotensial**

## 1.2 Løsning, metoder og fremstilling

Studien er oppdelt i tre deler:

4. Del A: Teknisk og økonomisk potensial
5. Del B: Avdekking av barrierer
6. Del C: Forholdet mellom økonomisk potensial og barrierer

I Del A har målet vært å bestemme teknisk og økonomisk energieffektiviseringspotensial for den norske bygningsmassen, ved å gå fra TEK10-nivå til passivhusstandard og nær nullenergistandard. Når det gjelder økonomisk potensial og markedspotensial så er det viktig å være klar over at vi ikke finner potensialet for passivhus- og nær nullenergistandard, men potensialet for å gjennomføre enkelttiltak som gjør at bygget kommer nærmere passivhus- og nær nullenergistandard.

Aktuelle tiltak for å komme fra TEK10-nivå til passivhus- og nær nullenergistandard er definert, og teknisk potensial pr m<sup>2</sup> er beregnet for ulike byggkategorier. Ved hjelp av opplysninger om arealbeholdning fra 2010 for de ulike byggkategorier, og estimater av arealer for perioden frem til 2040, er teknisk potensial for den relevante delen den norske bygningsmassen beregnet. Det relevante arealet omfatter nybygg samt bygg som uansett vil bli rehabilitert. For hvert tiltak er energibesparelse pr m<sup>2</sup> beregnet, og investerings- og driftskostnader pr m<sup>2</sup> og levetider fastsatt. Med utgangspunkt i de nevnte beregningene og antagelsene er det økonomiske potensialet for hele den norske bygningsmassen beregnet. Del A, *Teknisk og økonomisk potensial*, er presentert i Kapittel 2.

I Del B har målet vært å avdekke hvilke forhold som kan hindre at økonomisk lønnsomme energieffektiviseringstiltak gjennomføres. Disse hindringene vil videre bli referert til som barrierer. Til denne delen av studien er det både gjennomført case-studier av relevante

byggeprosjekter, og arrangert fokusgruppemøter med aktører i byggebransjen som har vært involvert i relevante prosjekter. Som en del av case-studiene er det blitt gjennomført dybdeintervjuer med sentrale deltagere i prosjektene. Funnene fra case-studiene og fokusgruppene er koblet sammen med prosjektgruppas kunnskap og relevant litteratur på området. Del B, *Avdekking av barrierer*, er presentert i Kapittel 3.

I Del C har målet vært å beregne hvor stor andel av potensialet som påvirkes av de viktigste barrierene. Dette potensialet vil videre bli definert som markedspotensial. For å finne dette tas det utgangspunkt i det økonomiske potensialet som er beregnet i Del A, og i funn omkring barrierenes styrke (det vil si hvor avgjørende de er for en beslutning) og utbredelse (det vil si hvilket potensiale de påvirker) fra Del B. Energieffektiviseringstiltakene ordnes i forhold til barrierenes styrke og utbredelse, og dette gir et grunnlag for å vurdere den samlede påvirkningen en barriere har på det økonomiske potensialet. Videre gir det et grunnlag for å kvantifisere hvor stort energieffektiviseringspotensiale som kan utløses dersom enkelte barrierer fjernes eller reduseres. Til dette arbeidet benyttes blant annet en modell for realopsjonsvurderinger (ROV-modell). Del C, *Forholdet mellom økonomisk potensial og barrierer*, er presentert i Kapittel 4.

I Kapittel 5 drøftes funnene fra Del A, B og C i sammenheng, mens konklusjonene fra studien presenteres i Kapittel 6. Tabeller med data og annet underlag er presentert i vedlegg.

### 1.3 Forutsetninger, definisjoner og forklaringer

Noen sentrale forutsetninger:

- I denne studien er det i alle sammenhenger den relevante beslutningstagerens perspektiv som er vektlagt.
- I forbindelse med rehabilitering er det kun inkludert prosjekter hvor man er forpliktet til å tilfredsstille TEK10, konsistent med en forutsetning om «vesentlig rehabilitering».
- I energiberegningene har vi lagt til grunn at de aktive tiltakene gjennomføres i bygg som har nådd passivhusstandard.
- Hovedvekten av diskusjonene og presentasjonene er relatert til beregningsresultatene for 2040. Dette er kun en praktisk tilnærming, siden også nær nullenergibygging forutsetter at det er oppført et passivhus først. De forutsetningene som ligger til grunn for analysen – slik som tekniske data, energipriser og kostnadsdata – er uansett like over hele perioden fra 2010-2040, slik at de resonnementene vi gjør relatert til 2040 for passivhus er like gyldige for stauts i 2020, med unntak av selve tallverdien på potensialet.
- I oppdragsbeskrivelsen fra Enova er det forutsatt at økonomisk potensial beregnes med en diskonteringsrente på 7% og energikostnader for tre ulike scenarioer; 80, 110 og 140 øre/kWh.

I det følgende blir noen sentrale begreper som er benyttet i rapporten forklart.

#### Passivhusstandard

Med dette begrepet menes passivhus slik det er definert i NS 3700<sup>4</sup> og i Prosjektrapport 42<sup>2</sup>. I tillegg har vi innenfor rammene av denne studien benyttet begrepet til også å gjelde for bygninger som er rehabilitert med passivhusstandard som mål, men hvor man ikke når helt frem. Dette nivået har vi kalt *rehab passivhus*, og det er grundigere behandlet i Kapittel 2.2.5.

#### Nær nullenergistandard

I KRD-rapporten tolkes begrepet på følgende måte, basert på en grovere definisjon fra EUs reviderte bygningsenergidirektiv: Et bygg på passivhusstandard der tilnærmet 100 % av varmebehovet er dekket av varmepumper, solfangere og lignende. I tillegg har vi innenfor

rammene av denne studien anvendt begrepet også for bygninger som er rehabilitert med nær nullenergistandard som mål, men hvor man ikke når helt frem. Dette nivået har vi kalt *rehab nær null*, og det er grundigere behandlet i Kapittel 2.2.5.

### **Passive tiltak**

Innenfor rammene av denne studien er begrepet benyttet om tiltak som reduserer bygningens energibehov. I andre sammenhenger benyttes begrepet gjerne om tiltak på bygningskroppen i motsetning til tiltak på tekniske installasjoner og i forbindelse med energiforsyning.

### **Aktive tiltak**

Innenfor rammene av denne studien er begrepet benyttet om tiltak knyttet til bygningens energiforsyning. I andre sammenhenger kan begrepet være knyttet til andre typer tiltak. Den energimessige gevinsten for aktive tiltak er gitt ved mengden omgivelsesenergi som tilføres bygget.

### **Passivhuskomponenter**

Ved rehabilitering vil man normalt ikke oppnå passivhusstandard eller nær nullenergistandard fullt ut. Man kan da kalle det en rehabilitering med passivhuskomponenter. Begrepet er nærmere omtalt i Kapittel 2.2.5

### **Energiformål**

De ni energiformålene som er definert i NS 3031<sup>6</sup>: Romoppvarming, ventilasjonsvarme, varmt tappevann, vifter, pumper, belysning, teknisk utstyr, romkjøling og ventilasjonskjøling.



## 2. DEL A: TEKNISK OG ØKONOMISK POTENSIAL

### 2.1 Innledning

I dette kapitlet beskrives teknisk og økonomisk potensial. Først blir det redegjort for hvordan de ulike bygningskategorier er behandlet og hvordan de ulike energinivåene, TEK10, «rehab TEK10», passivhusstandard, «rehab passiv», nær nullenergistandard og «rehab nær null», er definert. Videre beskrives de tiltakene som er lagt til grunn for beregningene, og hvordan energibesparelse for de ulike tiltakene er bestemt. Arealdata for den norske bygningsmassen, som er benyttet for å kunne beregne aggregert potensial, gjennomgås. Totalt teknisk potensial beregnes og presenteres. Til slutt beskrives metode for fastsettelse av merkostnader, levetider og usikkerheter og for beregning av økonomisk potensial, og resultatet presenteres.

### 2.2 Teknisk potensial

#### 2.2.1 Metodisk tilnærming

Med teknisk potensial mener vi omfanget av tiltak som kan gjennomføres rent teknisk, men uten å legge noe krav til at de skal fremstå som lønnsomme. For nybygg er det ingen aktuelle tiltak som faller ut på dette stadiet. For rehabiliterte bygg vil det ligge en viss lønnsomhetsvurdering bak vurderingene, i det 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 mv.

I mandatet for oppdraget er det bedt om beregninger av potensialet for passivhus i 2020 og for nær-nullenergibygninger i 2040. Siden nær nullenergibygning forutsetter et passivhus i utgangspunktet har vi beregnet potensialet for passivhus for både 2020 og 2040, og potensialet for nær nullenergibygninger for 2040.

#### 2.2.2 Bygningskategorier

Studien omfatter hele den norske bygningsmassen. Generelt er de byggkategoriene som utgjør størst totalareal – småhus, boligblokker, kontorbygg og forretningsbygg - også behandlet grundigst i studien. Energidata er beregnet i Simien<sup>1</sup> for alle byggkategorier unntatt universitet/høyskole, hotell og idrettsbygg. Disse tre byggkategoriene har i denne sammenhengen stort sett de samme egenskapene som henholdsvis kontorbygg, sykehjem og kulturbygg. For universitet/høyskole, hotell og idrettsbygg er det derfor benyttet kopi av energidata for henholdsvis kontorbygg, sykehjem og kulturbygg.

#### 2.2.3 Energinivåer og tiltak generelt

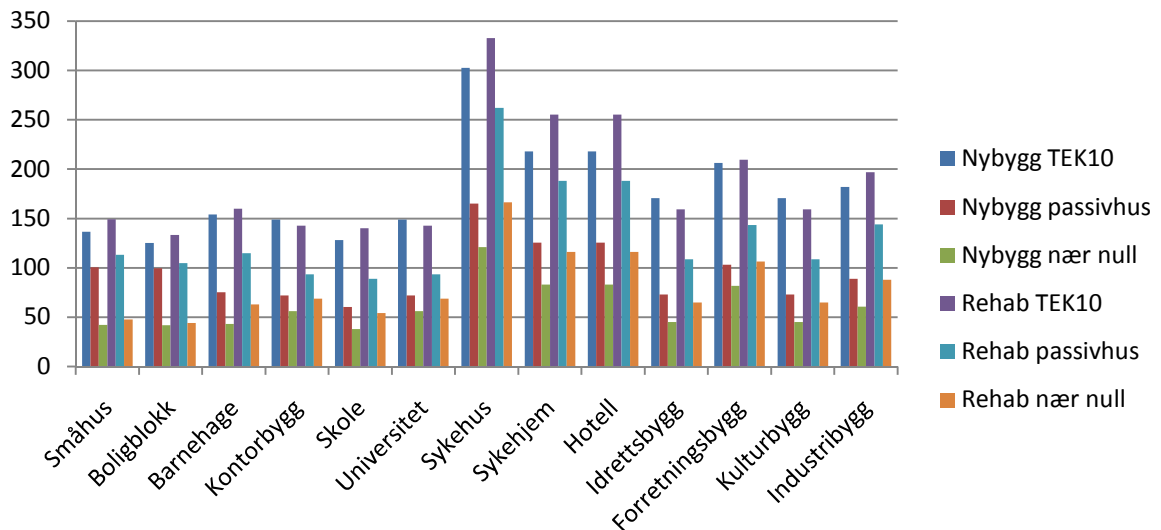
Tabell 2-1 viser de energinivåene som legges til grunn for vurdering av tiltak og for beregning av teknisk potensial i studien.

**Tabell 2-1 Referansenivåer for energibehov**

	-2020		2020-2040	
	Utgangspunkt	Mål	Utgangspunkt	Mål
Nybygg	TEK10	Passivhusstandard	TEK10	Nær nullenergistandard
Rehab	"Rehab TEK10"	"Rehab passiv"	"Rehab TEK10"	"Rehab nær null"

<sup>1</sup> Simien er et beregningsprogram for dynamisk simulering av energibehov og inneklime i bygninger

Tabell 2-2 viser årlig netto energibehov for ulike byggkategorier og energinivå. Tabell 2-3 og Figur 2-1 viser årlig levert energibehov i kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA for de ulike byggkategorier og energinivå. Energitilførsel knyttet til TEK10-nivå er gitt i §14-4 i TEK10. I de følgende kapitler blir det redegjort for hvordan energibehovet knyttet til de ulike nivåene er fremkommet.



Figur 2-1 Årlig levert energibehov for ulike energinivåer og byggkategorier i kWh/m<sup>2</sup>

Som grunnlag for de ulike tiltak og energinivå er det for næringsbyggene tatt utgangspunkt i eksempelbygg med egenskaper som vist i Vedlegg 1. Eksempelbyggene har samme geometri som de som er benyttet som grunnlag for Prosjektrapport 42<sup>2</sup>. For småhus og boligblokk er det tatt utgangspunkt i virkelige bygg med "typiske" egenskaper. Energitilførselregningene er gjort med utgangspunkt i Oslo klima.

Blant de tiltakene som er aktuelle skiller vi mellom passive og aktive tiltak. Innenfor rammene av denne studien er tiltak knyttet til bygningskropp, ventilasjonsanlegg og belysning definert som passive tiltak, mens tiltak knyttet til bygningens energiforsyning er definert som aktive tiltak.

Forbedret netto energibehov pr m<sup>2</sup> for hvert tiltak er beregnet i Simien<sup>3</sup> for alle energiformål. Deretter er dette regnet om til levert energibehov ved å ta hensyn til virkningsgrader for energikilde for oppvarming og kjøling.

<sup>2</sup> SINTEF Byggforsk 2009: Kriterier for passivhus og lavenergibygg – Yrkesbygg. Prosjektrapport 42

<sup>3</sup> Simien ([www.programbyggerne.no](http://www.programbyggerne.no)) er et verktøy for dynamisk beregning av energibehov i bygninger. Det er relativt utbredt i den norske byggebransjen.

Tabell 2-2 Årlig netto energibehov i kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA for de ulike energiivåene

	Energinivå	Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg
	<b>Krav TEK10</b>	<b>125</b>	<b>115</b>	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>120</b>	<b>160</b>	<b>300</b>	<b>215</b>	<b>220</b>	<b>170</b>	<b>210</b>	<b>165</b>	<b>175</b>
Nybygg	TEK10	125	115	141	149	119	149	300	214	214	165	210	165	176
	Passivhus	92	92	70	73	57	73	168	123	123	72	109	72	87
	Nær nullenergi	92,4	91,7	69,7	73,4	56,7	73,4	168,4	123,2	123,2	72,2	109,3	72,2	87,3
Rehab	TEK10	136	122	146	142	130	142	323	245	245	153	210	153	187
	Passivhus	104	96	105	95	83	95	257	182	182	107	149	107	139
	Nær nullenergi	103,7	96,4	105,3	94,8	82,8	94,8	257,1	181,9	181,9	107,1	149,2	107,1	139,4

Tabell 2-3 Levert årlig energibehov i kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA for de ulike energinivåene

	Energinivå	Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg
Nybygg	TEK10	137	125	154	149	128	149	303	218	218	171	206	171	182
	Passivhus	101	100	75	72	60	72	165	125	125	73	103	73	89
	Nær nullenergi	42,2	41,8	43,0	56,1	38,0	56,1	120,9	83,1	83,1	45,1	81,7	45,1	60,7
Rehab	TEK10	149	133	160	143	140	143	333	255	255	159	209	159	197
	Passivhus	113	105	115	93	89	93	262	188	188	109	144	109	144
	Nær nullenergi	47,6	44,2	63,0	68,8	54,1	68,8	166,5	116,2	116,2	64,8	106,4	64,8	87,8

## 2.2.4 Energinivåer og tiltak for nye bygg

### TEK10

TEK10-nivået er definert ved at eksempelbyggene tilfredsstiller energirammen i TEK10 (§14-4). Dette gjelder ikke for småhus og barnehage, hvor energiltaksmetoden (§14-3) er benyttet. Levert energibehov er beregnet med utgangspunkt i at varmebehovet dekkes med fjernvarme. Forutsetninger er vist i Vedlegg 1. Levert energi er vist i Tabell 2-3.

### Passivhus

Passivhuskrav for boliger er definert i NS 3700<sup>4</sup>, og for yrkesbygg i Prosjektrapport 42<sup>2</sup> fra SINTEF Byggforsk. Det er disse kravene som ligger til grunn for er passivhusstandard i denne studien. For å komme fra TEK10 til passivhusstandard er følgende 11 tiltak benyttet med rekkefølge som vist:

1. Vinduer og dører: U-verdi endres fra 1.2 til 0.8 W/m<sup>2</sup>K
2. Isolasjon yttervegger: Isolasjonstykkelse endres
3. Isolasjon gulv: Isolasjonstykkelse endres
4. Isolasjon tak: Isolasjonstykkelse endres
5. Kuldebroer: Isolasjonstykkelse endres
6. Lufttetthet: Skjøter og overganger i damp- og vindsperre teipes grundig
7. Ventilasjonsluftmengde: Turtallsregulering av vifter, VAV-sjeld for individuell behovsstyring i de ulike rom, samt styring
8. Varmegjenvinning: Bedre rotorgjenvinner i ventilasjonsaggregat med blant annet større diameter.
9. Ventilasjon SFP: Større tverrsnitt i kanaler og ventilasjonsaggregat. Kortere kanalføringer med komponenter som gir mindre luftmotstand.
10. Belysning: Dagslysstyring

Rekkefølgen på tiltakene er bestemt med utgangspunkt i *Kyoto-trekanten*<sup>5</sup> hvor man begynner med tiltak for å begrense varmebehovet (Tiltak 1 til og med 8) og deretter iverksetter tiltak for å redusere el-behovet (Tiltak 9 og 10). Tabeller som viser tallverdier for alle parametre som endres med de aktuelle tiltakene er vist i Vedlegg 6. For *Tiltak 11 Utstyr* finner vi det vanskelig å beregne kostnader, da de i stor grad vil være bestemt av preferanser hos de som bruker bygget. Energisparepotensialet er en fast verdi gitt i NS 3031<sup>6</sup>, NS 3700<sup>4</sup> og Prosjektrapport 42<sup>2</sup>. Vi har derfor valgt å holde dette tiltaket utenfor denne studien. Det er imidlertid vanskelig å fjerne tiltaket fra beregningsmodellene, så det forekommer likevel i noen av figurene (det er lagt inn i beregningsmodellene med pris tilnærmet lik null for å unngå modellmessige problemer).

### Nær nullenergibygninger

Som det står i tilbudsgrunnlaget er begrepet "nær nullenergibygninger" definert i EUs reviderte bygningsenergidirektiv:

<sup>4</sup> NS 3700:2010 Kriterier for passivhus og lavenergihus. Boligbygninger

<sup>5</sup> Kyoto-trekanten er en illustrasjon av fornuftig rekkefølge på tiltak i forbindelse med passivhus: 1. Redusere varmebehov; 2. Redusere el-behov; 3. Utnytte solenergi; 4. Kontrollere energibruk; 5. Velge energikilde.

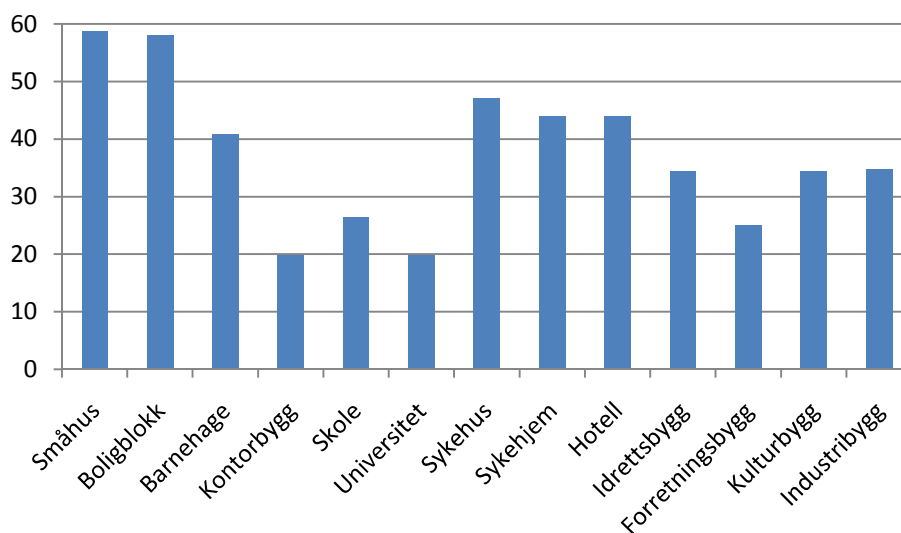
<sup>6</sup> NS 3031:2007 Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data.

*“A “nearly zero energy building” is a building that has a very high energy performance. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby.”*

Denne definisjonen gir ikke noe klart svar på verken hvilket energibehov det er snakk om eller om de lokale fornybare energikildene produserer strøm eller varme. KRDS arbeidsgruppe for energieffektivisering har i sin rapport<sup>7</sup> tolket begrepet “nesten nullenergibygg” til å tilsvare et bygg omkring passivhusstandard der tilnærmet 100 % av varmebehovet er dekket av varmepumper, solfangere og lignende. Vi har valgt å legge denne tolkningen av “nær nullenergibygg” til grunn i videre arbeid.

For å komme ned på nær nullenergistandard har vi tatt utgangspunkt i passivhusstandard, for deretter å legge til de aktive tiltakene. Solfangeren er dimensjonert for å dekke halvparten av tappevannsbehovet, mens varmepumpen dekker resten av varmebehovet (energibehov til romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og tappevann). For småhus er det valgt en luftvann-varmepumpe, mens det for øvrige bygningskategorier er valgt en bergvarmepumpe. Varmebehov for alle bygningskategorier ved passivhusstandard er vist i Figur 2-2.

Man kan også tenke seg at lokal strømproduksjon fra solceller eller vindmøller vil kunne dekke behovet for strøm til varmepumpen, og dermed redusere behovet for kjøpt energi til varme til omkring null. Både solceller og vindmøller er imidlertid lite lønnsomme energikilder, særlig når det er snakk om små anlegg til produksjon lokalt i forbindelse med ett enkelt bygg. Det er trolig mer lønnsomt, både bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk, å produsere strøm i større sentrale anlegg og levere til enkeltbygninger via nettet. Vi velger derfor ikke å se nærmere på disse tiltakene.



**Figur 2-2 Varmebehov i kWh/m<sup>2</sup> for passivhus- og nær nullenergistandard**

<sup>7</sup> KRDS arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg. Rapport 2010.

### 2.2.5 Energinivåer og tiltak ved rehabilitering

I denne studien ser vi kun på rehabiliteringsprosjekter hvor man er forpliktet til å tilfredsstille TEK10. På tross av dette vil mange rehabiliteringsobjekter av ulike grunner likevel ikke nå opp på TEK10-nivå. Det er derfor definert et eget nivå for energibehov knyttet til rehabiliteringsobjekter som vi har kalt *rehab TEK10*, med et litt høyere energibehov enn TEK10. Dette nivået representerer energibehov for et typisk bygg som ikke oppnår TEK10. Følgende forhold kan være eksempler på årsaker til at man ikke når opp på TEK10-nivå:

- Verneverdige fasader tillater ikke utvendig etterisolering. Innvendig etterisolering er ofte vanskelig å få til fordi det gjør fasaden mer utsatt for nedbrytning på grunn av frysing og tining. Dette gjelder særlig bygninger med murfasader. Selv om det foretas innvendig etterisolering vil det være svært vanskelig å redusere kuldebroene og forbedret tettheten.
- Hvis yttersiden av fasaden er lagt helt ut til byggegrensen vil det være vanskelig å etterisolere fasaden utvendig. Dette er mest relevant i byområder.
- Etterisolering av vegger under terreng er ofte dyrt å gjennomføre og blir dermed ofte ikke gjort.
- Etterisolering av gulv på grunn er vanskelig å få til fordi det ikke er tilstrekkelig høyde til det, og blir dermed ofte ikke gjort.
- Etterisolering av tak er vanskelig å få til utvendig på grunn av høydekrav i reguleringsplan. Ved flatt tak vil det også ofte være vanskelig å få til innvendig.
- I bygninger med avtrekksventilasjon kan det i noen tilfeller være vanskelig å finne plass til å etablere balansert ventilasjon, slik at energigevinsten ved dette ikke blir realisert.

Aktuelle strategier for å modellere *rehab TEK10*:

1. Definere et bygg som representerer både gjennomsnittet og andelen av bygg som ikke oppnår TEK10. Problemet med denne strategien er at man vil få et bygg som er "hverken fugl eller fisk", og som det vil være vanskelig å beregne energibehovet til på en fornuftig måte.
2. Velge et bygg som er typisk for den gruppen av bygg som ikke oppnår TEK10. Det vil trolig også være mulig å velge en type bygg slik at byggets energibehov er representativt både for den aktuelle byggtypen og for denne byggtypens andel av bygg som rehabiliteres med TEK10 som mål.
3. Definere flere bygg som er typiske for den gruppen av bygg som ikke oppnår TEK10. Dette er imidlertid noe arbeidskrevende og anses som urealistisk innenfor oppdragets rammer.

Strategi 2 synes dermed å være mest hensiktsmessig i denne sammenhengen, og er derfor benyttet. Det er tatt utgangspunkt i et bygg som er typisk for gruppen av bygg som ikke oppnår TEK10. Det er videre vurdert hvilke parametre som typisk vil være begrensende. Nivået er definert som vist i Tabell 2-4.



Tabell 2-4 Definisjon av rehab TEK10 og rehab passivhusstandard

Parameter	Verdi TEK10	Verdi rehab TEK10	Verdi rehab passivhus-nivå	Beskrivelse av typisk bygg som ikke oppnår TEK10-nivå
U-verdi i W/m <sup>2</sup> K gulv på grunn	0,13-0,18 avh. av bygg-kategori	0,17	0,17	5 cm isopor (U-verdi isolasjonssjikt 0,74 W/m <sup>2</sup> K). Estimat gjort i samråd med RT <sup>8</sup>
Ventilasjons-luftmengde	NS3031 Tab. B1	75% av TEK10	75% av TEK10	Antar at luftmengde ved TEK10 ikke oppnås pga begrenset plass. Estimat gjort i samråd med RT <sup>8</sup>
Varmegjenvinning	70-82% avh. av bygg-kategori	50-82% avh. av bygg-kategori	60-86% avh. av bygg-kategori	Antar dårligere varmegjenvinning pga begrenset plass. Estimat gjort i samråd med RT <sup>8</sup>
SFP i kW/(m <sup>3</sup> /s)	2.5/2.0 bolig/yrkesbygg	3.0/2.4 bolig/yrkesbygg	2.3/1.8 bolig/yrkesbygg	Dårligere SFP pga begrenset plass. Estimat gjort i samråd med RT <sup>8</sup>

På samme måte som ved rehabilitering til TEK10-nivå vil man normalt ikke oppnå passivhusstandard eller nær nullenergistandard fullt ut. Man kan da kalle det en rehabilitering med passivhuskomponenter. Objektet er således forsøkt rehabilitert videre fra rehab TEK10 mot passivhus- og nær nullenergistandard med de samme begrensningene som i forbindelse med TEK10.

### 2.2.6 Arealgrunnlag

Arealgrunnlaget for potensialet i denne studien er knyttet til nybygg og bygg som rehabiliteres i perioden 2011-2040. Nybygg er en enkel kategori å tolke, siden det dreier seg om bygg som ikke finnes i dag. Rehabilitering er et mer uklart begrep, siden omfanget av rehabilitering kan spenne fra mindre tiltak til totalreovering.

I vår tilnærming legger vi til grunn at rehabilitering betyr en omfattende reovering av bygget. Mindre tiltak som også påvirker energibehovet og –bruken i bygget, slik som overgang til sparepærer i stedet for glødelamper, fanges ikke opp fullt ut. Det er dermed en konsistens mellom den rehabiliteringsraten vi bruker og hvor omfattende tiltak vi spesifiserer.

I potensialstudien for passivhus<sup>9</sup> mener vi dette er den mest fruktbare tilnærmingen. Rehabilitering til passivhusstandard (eller nær passivhusstandard) vil normalt kreve relativt omfattende bygningsmessige tiltak, og det gir for vårt formål ikke mening å fokusere på marginale tiltak som utskiftning av lyskilder alene.

En analyse av samlet, aggregert arealutvikling omfatter både nybygging, rehabilitering, riving og eksisterende areal som ikke endrer energibehov. For vårt formål ser vi bort fra samlet aggregering, siden vårt fokus er hvilket tillleggspotensial som kan utløses ved sterkere fokus på tiltak for passivhus. En grunnleggende forutsetning bak dette er vår oppfatning om hvordan beslutninger om nybygging og rehabilitering fattes.

<sup>8</sup> Enovas rådgiverteam for passivhus: En gruppe eksperter fra Rambøll har siden 2009, på oppdrag fra Enova, utført rådgivning til byggherrer og rådgivere som ønsker å bygge passivhus.

<sup>9</sup> Når vi her sier passivhus, omfatter det også våre vurderinger av nær nullenergibygninger

Vi legger til grunn at beslutningen om å bygge nytt eller å rehabiliter et eksisterende bygg drives av helt andre forhold enn hvorvidt byggingen skal skje etter TEK10- eller passivhusstandard. Arealene som bygges og rehabiliteres er dermed upåvirket av hvorvidt man beslutter å gjennomføre tiltaket etter minimumskrav – TEK10 – eller å gjennomføre tiltaket etter bedre energistandard.

Vårt arealgrunnlag består dermed av to hovedkategorier, nybygg og rehabilitert areal i 2010-2040. Hver av gruppene er delt inn i standard byggkategorier i TEK10, selv om vi for beregningsformål for potensialer senere gjør en viss aggregering.

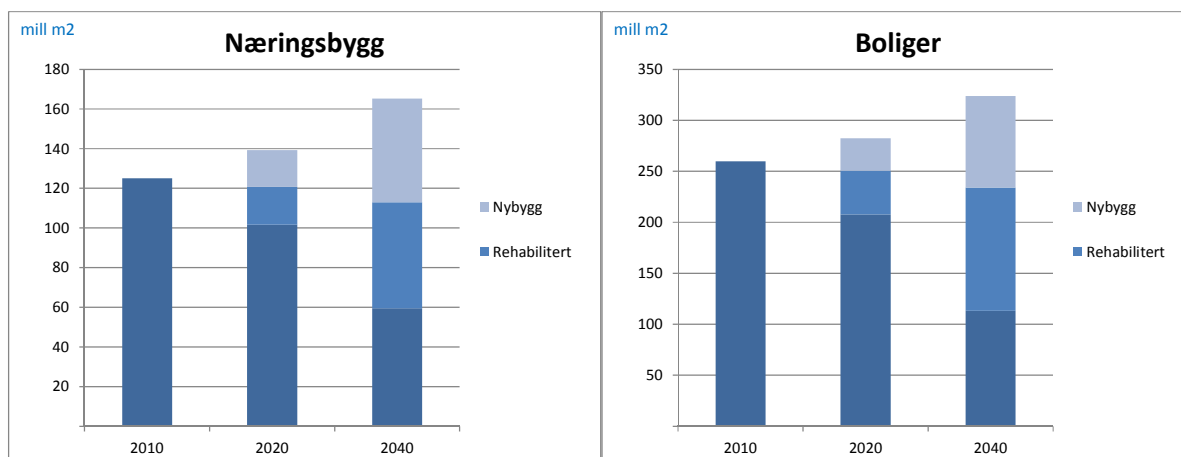
Selve arealgrunnlaget er hentet fra de to øvrige potensial- og barrierestudiene som er gjennomført parallelt med denne studien, for henholdsvis boliger og næringsbygg. Vårt arealgrunnlag er basert på beholdning i 2010 som utgangspunkt, og hvor rehabilitering og nybygg fremskrives basert på faste prosentsetninger av status i 2010. Prosentsetningene er hentet fra de to øvrige studiene, og er ikke ytterligere vurdert i vårt prosjekt.

**Tabell 2-5 Årlige nybyggings- og rehabiliteringsrater benyttet for perioden 2011-2040**

	Nybyggingsrate	Rehabiliteringsrate
Småhus	0,93 %	1,50 %
Boligblokker	2,08 %	1,50 %
Barnehager	1,35 %	1,19 %
Kontorbygg	1,35 %	1,70 %
Skolebygg	1,35 %	1,71 %
Universitets- og høyskolebygg	1,35 %	1,03 %
Sykehus	1,35 %	1,37 %
Sykehjem	1,35 %	1,27 %
Hoteller	1,35 %	1,92 %
Idrettsbygg	1,35 %	0,63 %
Forretningsbygg	1,35 %	1,61 %
Kulturbygg	1,35 %	1,80 %
Lett industri, verksteder	1,35 %	0,66 %

Rivningsratene som er brukt i de to andre prosjektene er fra 0,31 % - 0,33 %, avhengig av byggtipe.

Når vi står i 2040, er det en høy andel av samlet bygningsmasse som enten er bygget nytt siden 2010 eller som har gjennomgått en omfattende rehabilitering. Vårt datagrunnlag gir en utvikling som vist i Figur 2-3.

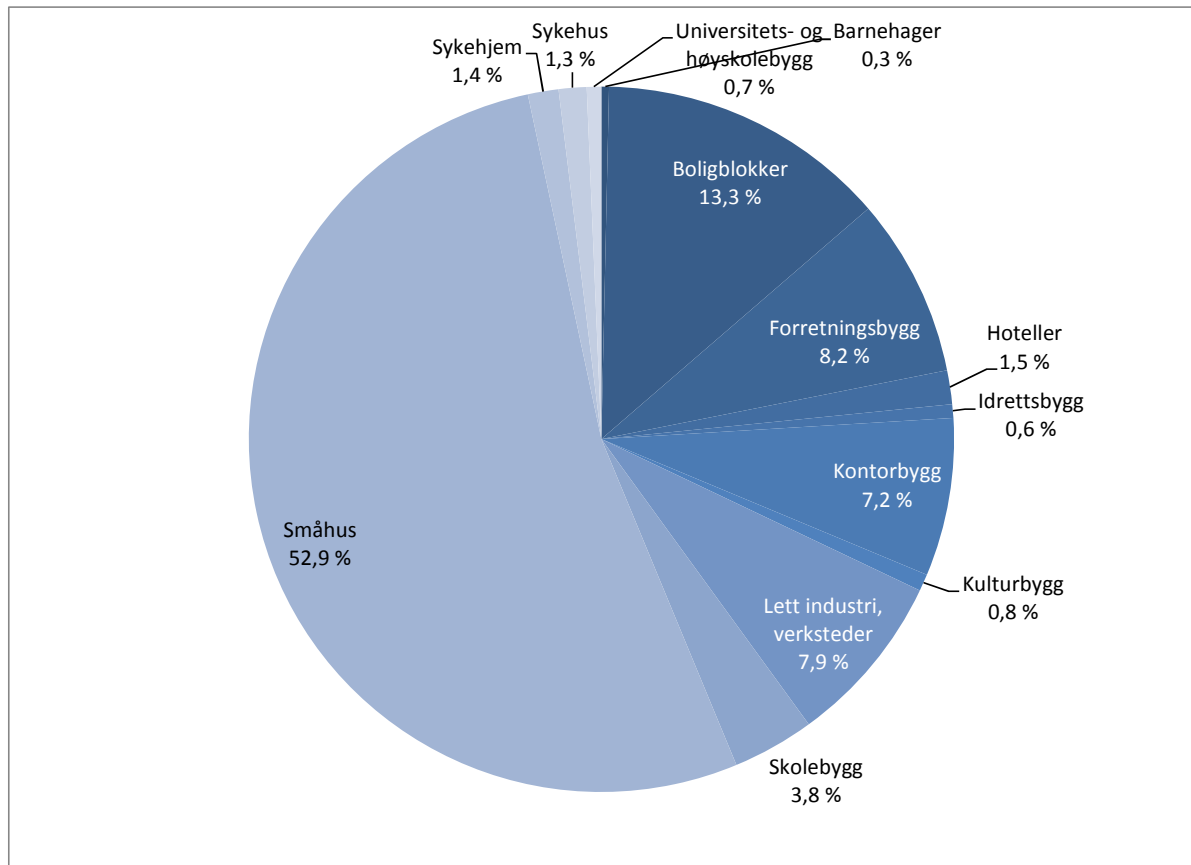


**Figur 2-3 Samlet areal for boliger og næringsbygg i 2010, 2020 og 2040**

For boliger øker samlet areal med om lag 25 % frem til 2040. Av den samlede boligmassen i 2040 er ca 28 % bygget nytt etter 2010, mens ca 37 % av boligmassen er bygg som er rehabilitert siden 2010. Tilsvarende tall for næringsbygg er en økning i areal på ca 32 %, og andeler for nybygg og rehabiliterte bygg på henholdsvis 32 % hver av samlet byggareal. For utviklingen frem til 2020 er tallene ca 1/3 av tallene for 2040.

Samlet sett betyr dette at de tiltakene vi regner på i 2020 gjelder 112 millioner m<sup>2</sup> og ca 315 millioner m<sup>2</sup> i 2040. Til sammenligning er samlet byggareal i Norge i 2010 anslått til ca 385 millioner m<sup>2</sup>. Vi snakker altså om en meget stor andel av bygningsmassen som relevant grunnlag for analysene.

Fordelingen mellom byggtypene i 2040 er vist i Figur 2-4. Fordelingen er praktisk talt lik i 2010 og i 2020.

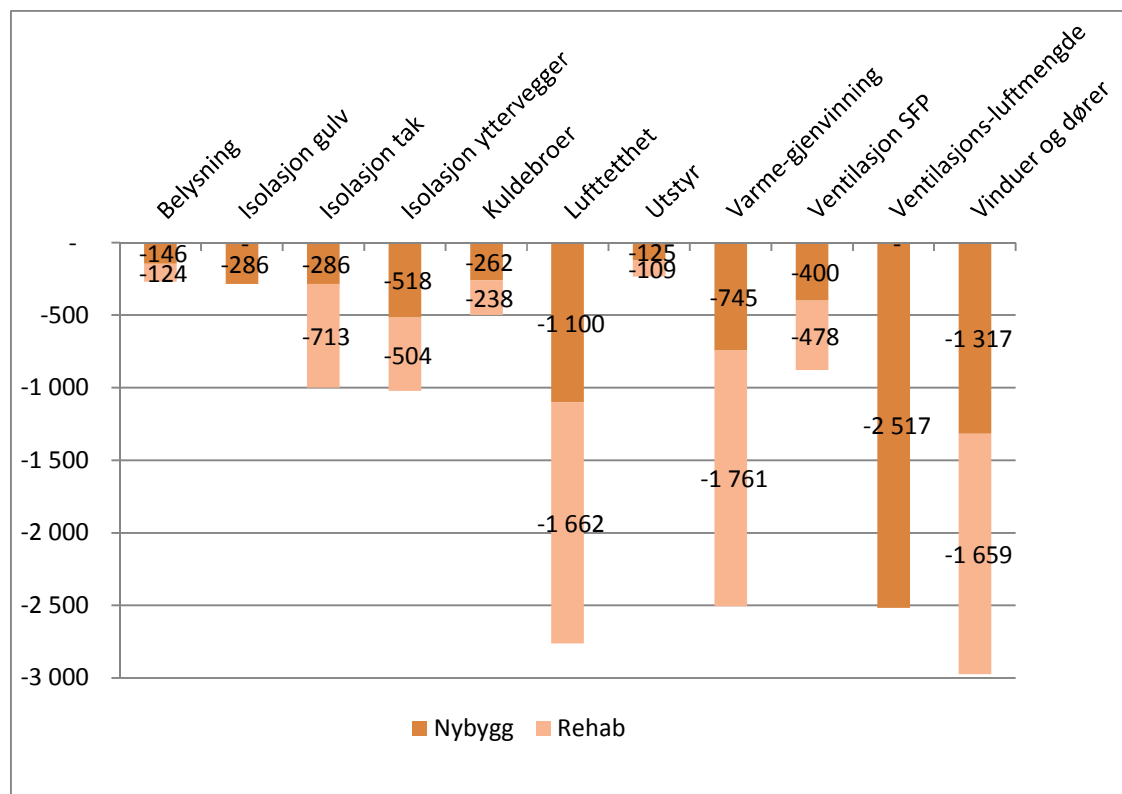


**Figur 2-4 Fordeling av samlet byggareal pr byggtipe i 2040**

Fremskrivingen viser at småhus vil stå for noe over halvparten av byggarealet i 2040, mens boligblokker vil utgjøre ca 13 %. Til sammen utgjør altså boliger ca 2/3 av samlet byggareal. Av de øvrige byggkategoriene er industribygg, forretningsbygg og kontorbygg relativt like i areal med 7-8 % hver. Formålsbygg og omsorgsbygg (typisk skoler, sykehus og sykehjem) står for ca 10 % av samlet byggareal.

## 2.2.7 Resultater teknisk potensial

Resultatet for beregningen av teknisk potensial for passive tiltak viser et samlet potensial på ca 15 TWh<sup>10</sup> i 2040 i forhold til TEK10-nivået. I 2020 er potensialet ca 5 TWh. Fordelingen mellom tiltak og byggstatus (nybygg/rehabiliterert) er vist i Figur 2-5. Redusert energibehov er vist med negativ tallverdi.

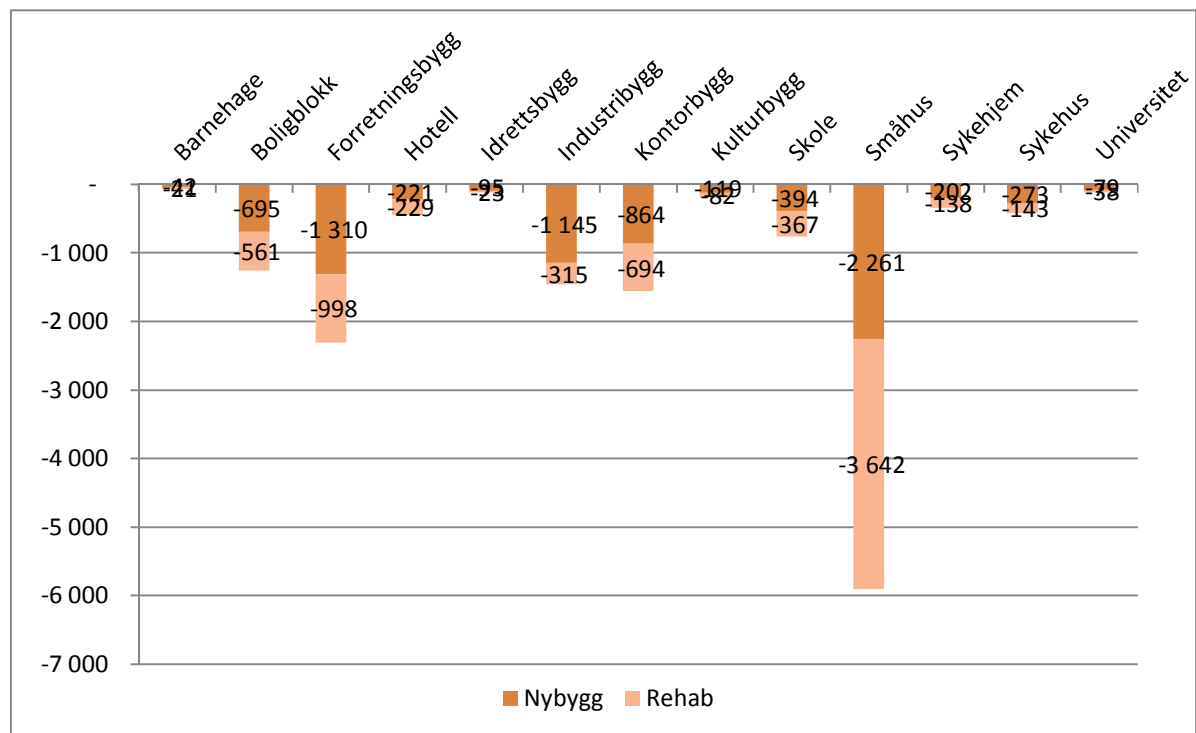


**Figur 2-5 Teknisk potensial for passive tiltak i 2040 pr tiltak og byggstatus (GWh)**

Potensialet i nybygg og i rehabiliterte bygg er ganske likt i volum, med henholdsvis ca 7,7 og 7,3 TWh potensial i 2040. I 2020 er potensialet henholdsvis 2,6 og 2,4 TWh. Vi minner om at potensialet for rehabilitering er relatert til en «rehab TEK10» og ikke det fulle potensialet fra dagens faktiske byggstandard. Det er fire kategorier av tiltak som peker seg ut med høyt teknisk potensial; lufttetthet, varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og vinduer/dører. Med unntak av ventilasjonsluftmengde er disse tiltakene aktuelle i både nybygg og rehabiliterte bygg.

<sup>10</sup> Tabeller med tilverdi for resultatene er vist i Vedlegg 6

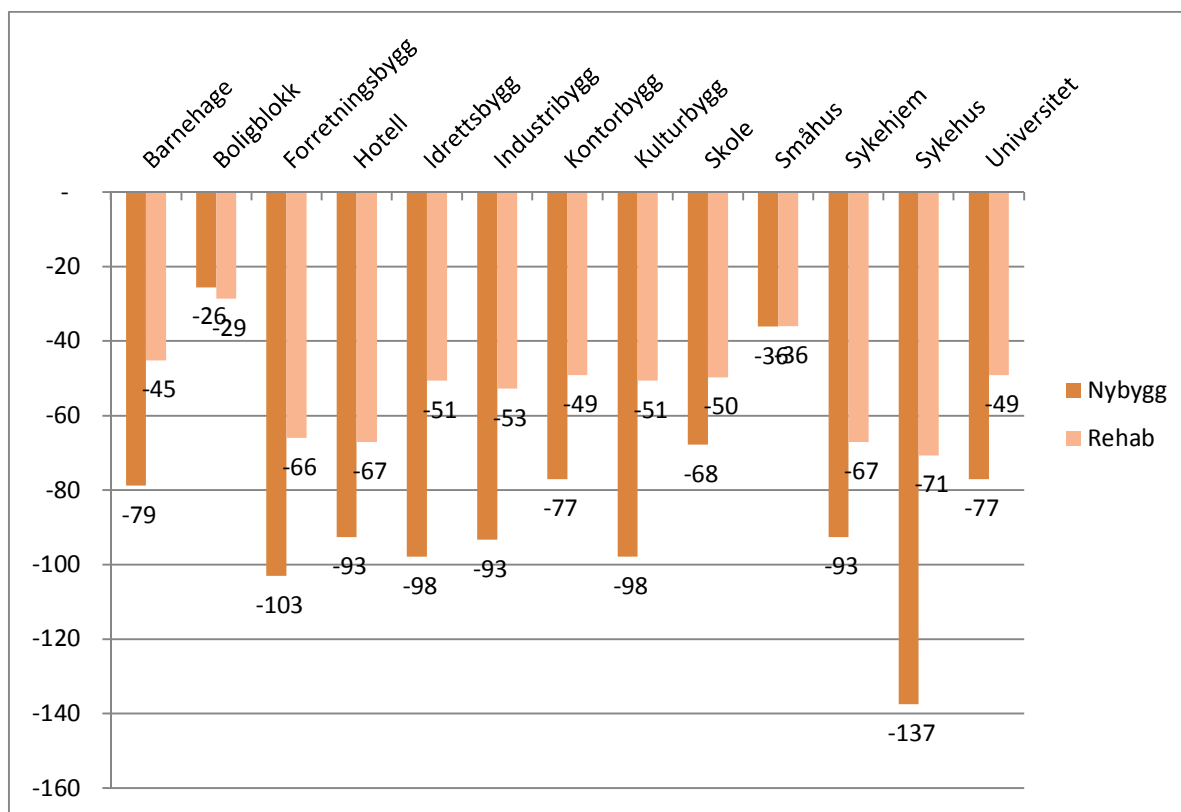
Dersom vi sorterer på byggtipe og tiltak, ser vi at det tekniske potensialet i 2040 i småhus er det klart største, med ca 5,7 TWh eller ca 40 % av det samlede potensialet.



**Figur 2-6 Teknisk potensial for passive tiltak i 2040 pr status og byggtipe (GWh)**

De tre nest største potensialene regnet i GWh finner vi i byggkategoriene forretningsbygg, kontorbygg og industribygg. Nå er disse resultatene selvsagt preget av hvor mye samlet areal det er i hver byggkategori. Ved å regne om teknisk potensial til kWh per m<sup>2</sup>, får vi et bilde av de relative forskjellene mellom ulike bygg, se Figur 2-7.



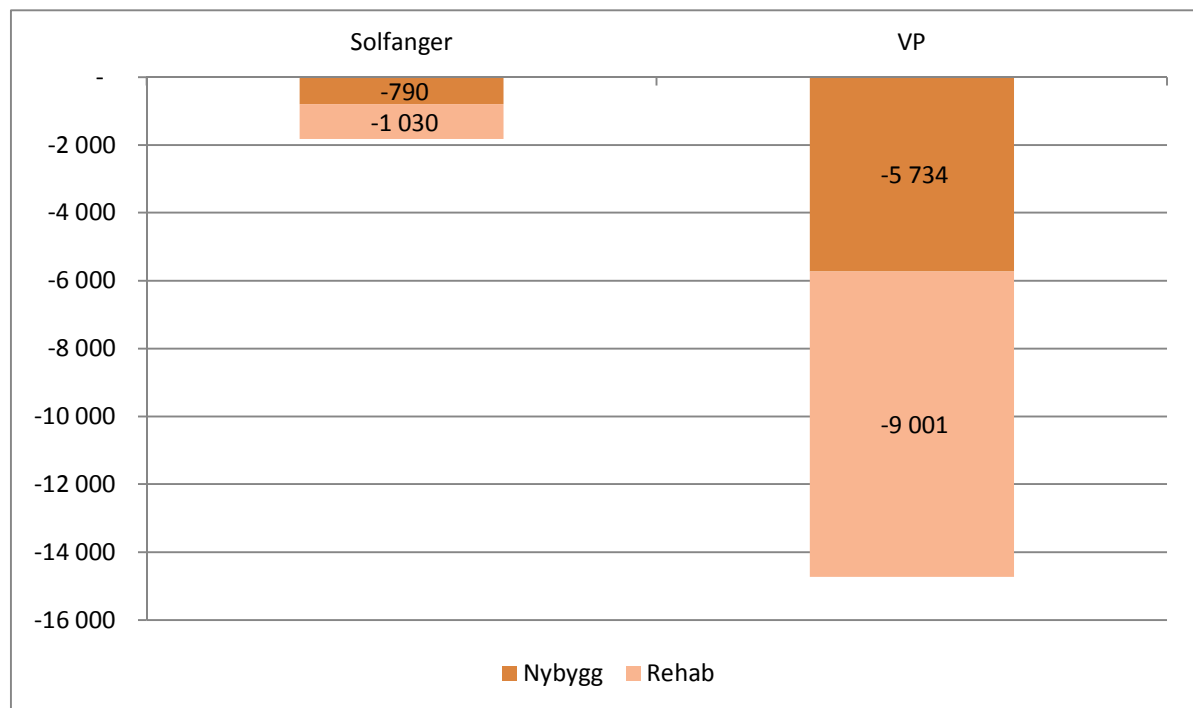


Figur 2-7 Teknisk potensial passive tiltak pr byggtipe og status (kWh/m<sup>2</sup> pr år)

Det relative potensialet i småhus er relativt sett lavt, på samme måte som i boligblokk som fremkommer med det laveste tekniske potensialet. En viktig årsak til dette er at tiltak knyttet til ventilasjonsluftmengde ikke er relevant for boliger, siden verdiene i standardene her er like for TEK10 og passivhus. For næringsbygg finner vi gjennomgående omtrent dobbelt så stort potensial pr m<sup>2</sup> som i boliger. Nybygg sykehus skiller seg ut med det høyeste relative potensialet. Gjennomsnittlig teknisk potensial for boligareal er omtrent halvparten så mye pr kvadratmeter som for næringsbygg sett under ett, og en noe høyere andel for rehabiliterte bygg.

Når det gjelder **aktive tiltak**, omfatter dette i våre beregninger varmepumper og solfangere. Referansepunktet for potensialberegningen er et bygg som allerede er oppgradert til passivhusstandard ved hjelp av passive tiltak.

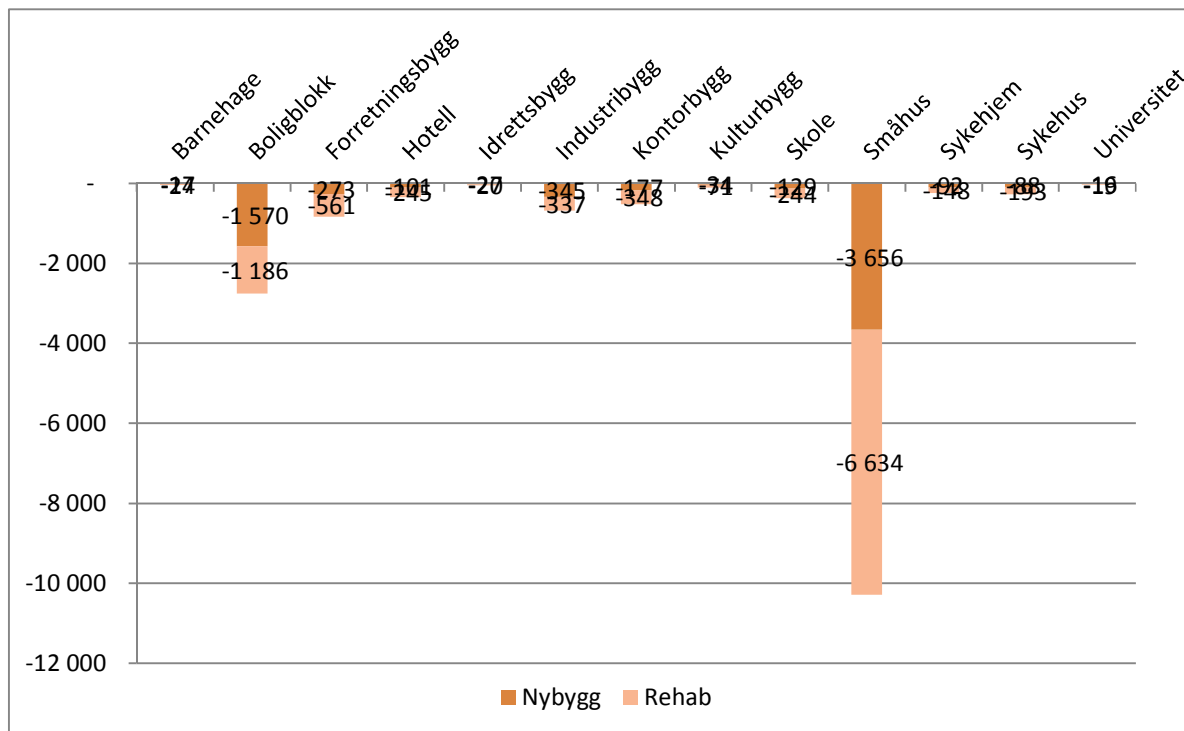
Samlet teknisk potensial for aktive tiltak er beregnet til ca 16,5 TWh, hvor varmepumper står for nesten 90 %.



**Figur 2-8 Teknisk potensial aktive tiltak, pr tiltak og byggstatus (GWh)**

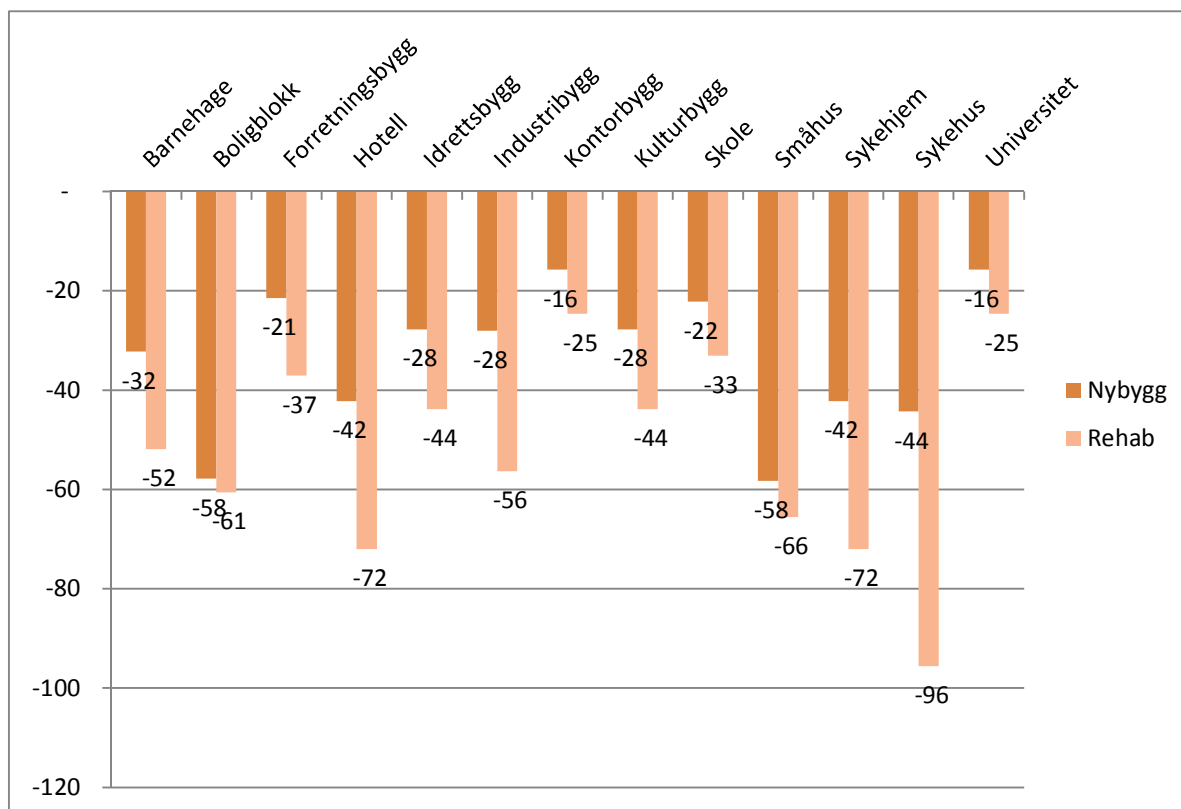
Potensialet for rehabiliterte bygg er betydelig større enn for nybygg. Dette henger sammen med at rehabiliterte bygg ikke oppnår samme energieffektivitet som nybygg, og dermed gir en bedre utnyttelse av investeringen i aktive tiltak.

Vi finner at det tekniske potensialet for aktive tiltak er klart størst i småhus og boligblokk.



**Figur 2-9 Teknisk potensial for aktive tiltak, pr status og byggtipe (GWh)**

Igjen er dette en klar funksjon av underliggende areal, som også er størst for boliger – og særlig småhus. Effekten av dette ser vi i Figur 2-10, hvor vi viser potensial pr kvadratmeter



Figur 2-10 Teknisk potensial for aktive tiltak pr byggtipe og status. (kWh/m<sup>2</sup>)

Forskjellene mellom byggtypene er betydelige hva gjelder potensialet pr m<sup>2</sup>. Gjennomgående er det byggtypene med høy brukstid, dvs boliger og omsorgsbygg samt hoteller, som gir det høyeste relative potensialet.

**Oppsummeringsvis** finner vi følgende karakteristika ved teknisk potensial:

- Potensialet for passive og aktive tiltak er omtrent like store, med 16-17 TWh hver i 2040
- Innen passive tiltak er de store potensialene knyttet til ventilasjon og varmegjenvinning samt dører /vinduer, og i mindre grad til isolasjon
- Småhus står for en stor andel av det samlede potensialet, dog relativt sett lavere enn andelen av byggareal skulle tilsi for passive tiltak.

## 2.3 Økonomisk potensial

### 2.3.1 Metodisk tilnærming

Med økonomisk potensial mener vi omfanget av tiltak som kan forsvares rent økonomisk i en overordnet økonomisk analyse. Det er to viktige forutsetninger som her tas. For det første ser vi på lønnsomheten for tiltaket over hele tiltakets levetid, uten hensyn til at beslutningstaker for tiltaket kan ha en mye kortere tidshorisont for sitt engasjement i bygget. For det annet ser vi på en rent økonomisk vurdering basert på forventede tiltakskostnader og forventet energipris. Vi tar dermed ikke hensyn til andre barrierer som kan gjøre seg gjeldende i en reell beslutningssituasjon.

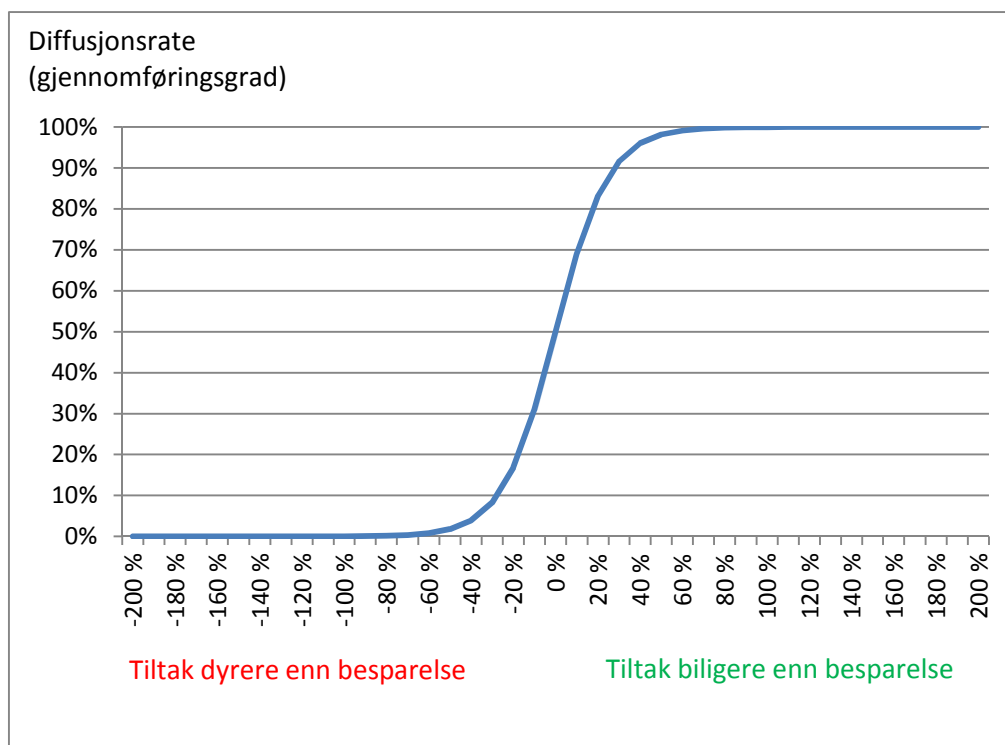
Denne tilnærmingen er bevisst. Vi ønsker først å belyse i hvilken grad tiltak er grunnleggende lønnsomme (eller ulønnsomme) under de gitte forutsetningene, for deretter å adressere betydningen av andre barrierer (dette gjøres i kapittel 4).

Den økonomiske kostnaden ved tiltaket beregnes som annuitet over hele levetiden. Det legges til grunn en diskonteringsrente som representerer alminnelig avkastningskrav. Rentesatsen er bestemt av Enova for analysene i denne rapporten.

Nytteverdien av tiltaket er gitt ved sparte energikostnader. Hvert tiltak er spesifisert med endret energibehov som følge av tiltaket, uttrykt som kWh/m<sup>2</sup>. Den årlige nytteverdien pr m<sup>2</sup> beregnes dermed som redusert energibehov multiplisert med energiprisen. Energiprisen er satt av Enova for denne analysen på tre ulike nivåer, henholdsvis, 80, 110 og 140 øre/kWh.

Vi har vært opptatt av å unngå «1/0-løsninger» i analysen. En beregningsregel der lønnsomme tiltak gjennomføres fullt ut, og ulønnsomme tiltak ikke gjennomføres, vil typisk gi "hjørneløsninger". Realiteten er at anslag på tiltakskostnadene vil være usikre. Dette er ivarettatt i analysen ved å introdusere en sammenheng mellom differansen mellom kostnad og nytte, og tiltakets diffusjon – dvs i hvilken grad tiltaket faktisk fremstår som lønnsomt og gjennomføres under de forutsetningene vi har lagt for den økonomiske analysen.

En enkel figur kan illustrere prinsippet i tilnærmingen. Figur 2-11 viser en logit-funksjon, hvor prisdifferansen mellom tiltakskostnaden og sparte energikostnader ved tiltaket vises i prosent langs x-aksen. Langs y-aksen vises hvilken andel av det relevante arealet (for eksempel i nye kontorbygg) som faktisk gjennomfører tiltaket.



**Figur 2-11 Prinsippskisse – sammenheng mellom prisdifferanse og gjennomføringsgrad av tiltak**

Vi benytter en symmetrisk funksjon, som innebærer at usikkerheten rundt våre kostnadsanslag er normalfordelt. Dersom tiltakskostnaden er eksakt lik spart energikostnad, innebærer dette at tiltaket vil fremstå som lønnsomt i 50 % av tilfellene, og ulønnsomt i de øvrige 50 %. I dette tilfellet legger vi til grunn en diffusjonsrate eller gjennomføringsgrad på 50 % av det relevante arealet, dvs at 50 % av eksempelvis nye kontorbygg vil gjennomføre tiltaket, mens de øvrige ikke gjør det.

Dersom et tiltak i vår beregning fremstår som ulønnsomt, vises dette ved en negativ prisdifferanse. Det betyr imidlertid ikke at dette tiltaket er ulønnsomt i alle situasjoner. Dersom prisdifferansen er for eksempel -30 % i figuren over, vil tiltaket fremdeles være lønnsomt og gjennomføres i om lag 10 % av det relevante arealet. Motsatt – selv om et tiltak fremstår som lønnsomt, vil det ikke nødvendigvis være tilfellet i alle bygg. Med en positiv prisdifferanse på 30 % vil tiltaket fremdeles være ulønnsomt for 10 % av det relevante arealet.

Formen på S-kurven er en av variablene i modellen, og følger av usikkerheten i kostnadsanslaget for hvert tiltak. I figuren over er formen vist for et tiltak hvor standardavviket for tiltakskostnaden er ca 40 % av forventet kostnad.

Det er viktig å understreke at S-kurven kun representerer usikkerhet i kostnadsanslaget, energibesparelsen og levetiden. Usikkerhet i energiprisen ivaretas av sensitivitsanalyser ved ulike energiprisnivåer. Usikkerhet og barrierer knyttet til andre forhold, slik som usikkerhet om holdninger til passivhus, eie/leie-problematikk, markedsforhold osv behandles i del B av prosjektet.

### 2.3.2 Kostnader og levetider

Det er fremskaffet merkostnad (sett i forhold til å bygge TEK10-bygg) i kr/m<sup>2</sup> for hvert enkelt tiltak, både for investering og drift. Alle relevante merkostnader på investeringsiden er tatt med – prosjektering, innkjøp, levering, montering, oppfølging og kontroll. For driftsfasen er alle relevante merkostnader tatt med, unntatt energikostnaden<sup>11</sup>.

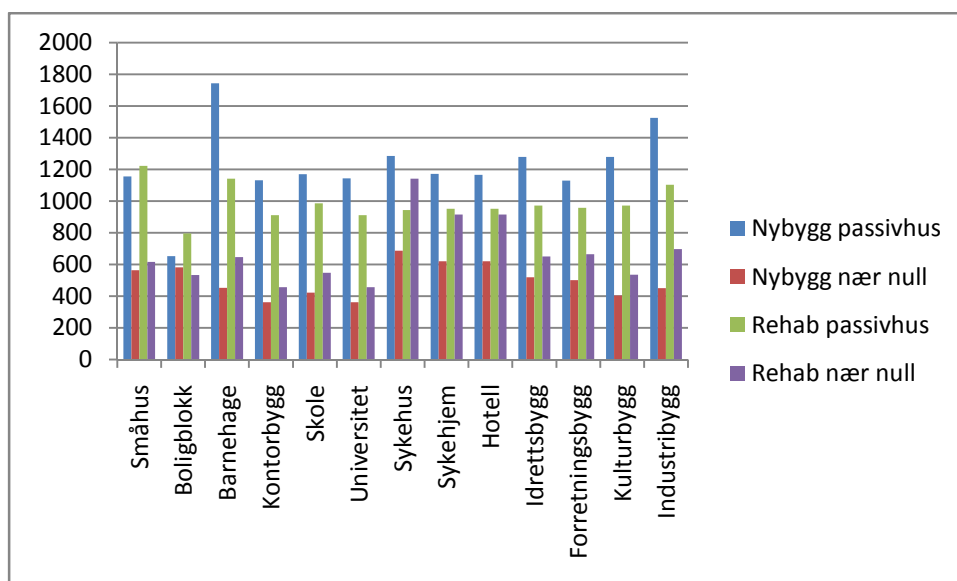
For prosjektering, oppfølging og kontroll er det estimert en samlet merkostnad for alle tiltak for å komme henholdsvis fra TEK10 til passivhusstandard, og fra passivhusstandard til nær nullenergistandard. Dette er så fordelt likt på alle tiltakene. Merkostnaden er estimert med utgangspunkt i Prosjektrapport 40<sup>12</sup> fra Byggforsk.

Tiltak på småhus er generelt dyrere enn tiltak på andre bygningskategorier. Investeringskostnader for tiltak på småhus er derfor økt med en faktor på 1.5. Rehabiliteringstiltak er generelt dyrere enn tiltak i forbindelse med nybygg, så investeringskostnader for rehabiliteringstiltak er også økt med en faktor på 1.5 på alle bygningskategorier. Begge faktorene er estimert ut fra verdier i Prosjektrapport 40<sup>12</sup>. For rehabilitering antyder tallene i Prosjektrapport 40 ca 1.25. Vi har imidlertid økt den noe i forhold til dette, da vi ut fra vår erfaring ser at kostnader ved rehabilitering ofte er høyere.

Gjennomføring av de utvalgte tiltakene medfører et vesentlig lavere varmebehov, og gir dermed behov for et vesentlig mindre varmeanlegg. Besparelsen knyttet til dette er trukket fra merkostnaden på hvert enkelt tiltak etter hvor mye varmebehovet reduseres som følge av det aktuelle tiltaket. Besparelse i driftsfasen på grunn av mindre varmeanlegg er også tatt med og fordelt på samme måte. Levetiden for hvert enkelt tiltak er estimert ut fra erfaring.

<sup>11</sup> I oppdragsbeskrivelsen fra Enova er det forutsatt at økonomisk potensial beregnes med energikostnader for tre scenarier; 0,8, 1,1 og 1,4 kr/kWh.

<sup>12</sup> SINTEF Byggforsk 2009: Prosjektrapport 40 Energieffektivisering i bygninger – mye miljø for pengene



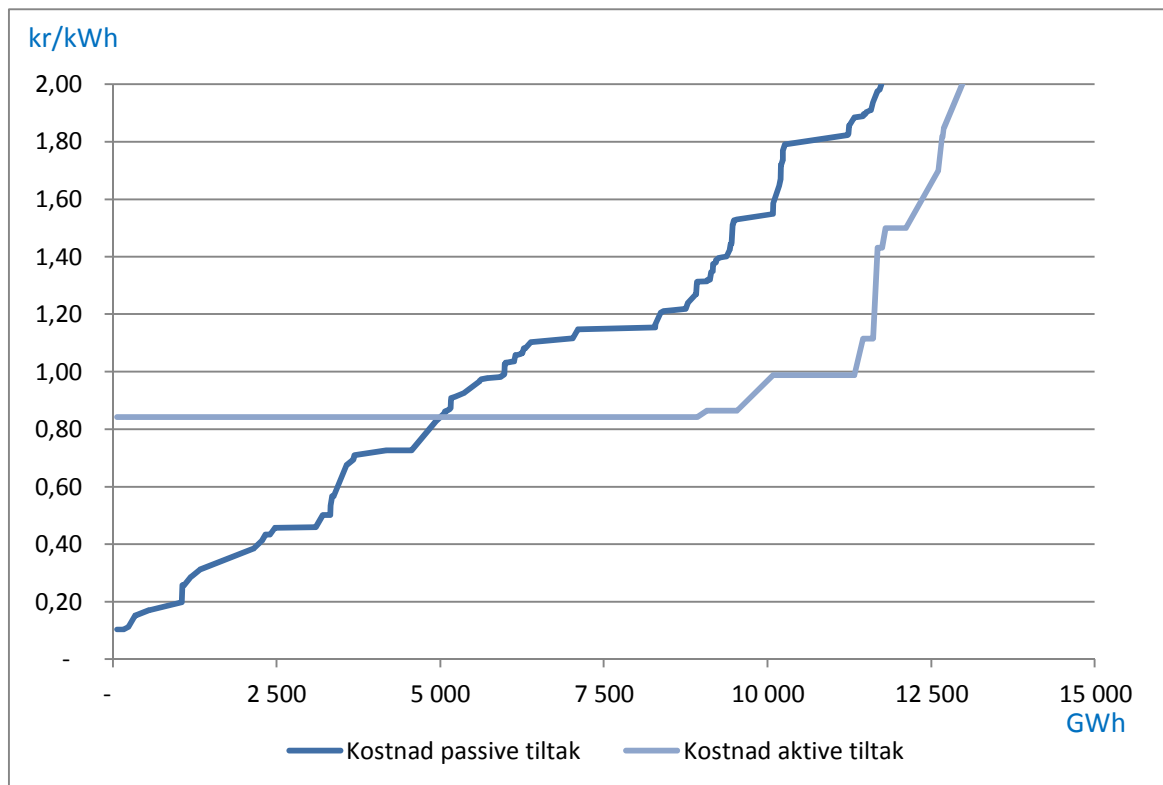
Figur 2-12 Investeringskostnader i kr/m<sup>2</sup> for passivhus og nær nullenergistandard

### 2.3.3 Resultater for økonomisk potensial

#### Overordnet potensial og kostnadskurve

Det økonomiske potensialet er avhengig av hvilken energipris som legges til grunn for beregning av verdien av energibesparelser. I dette prosjektet er de relevante energiprisnivåene bestemt av Enova, til tre nivåer på henholdsvis 80, 110 og 140 øre/kWh.

Med basis i vår metodikk som er beskrevet over, opererer vi ikke med punktestimater for kostnader for hvert tiltak, men en sannsynlighetsdistribuert kostnad. Når vi under viser kostnadskurvene for henholdsvis passive og aktive tiltak, er det gjennomsnittskostnaden pr tiltak vi viser. De aller høyeste kostnadene (tiltak med kostnad over 2 kr/kWh) er tatt ut av figuren.



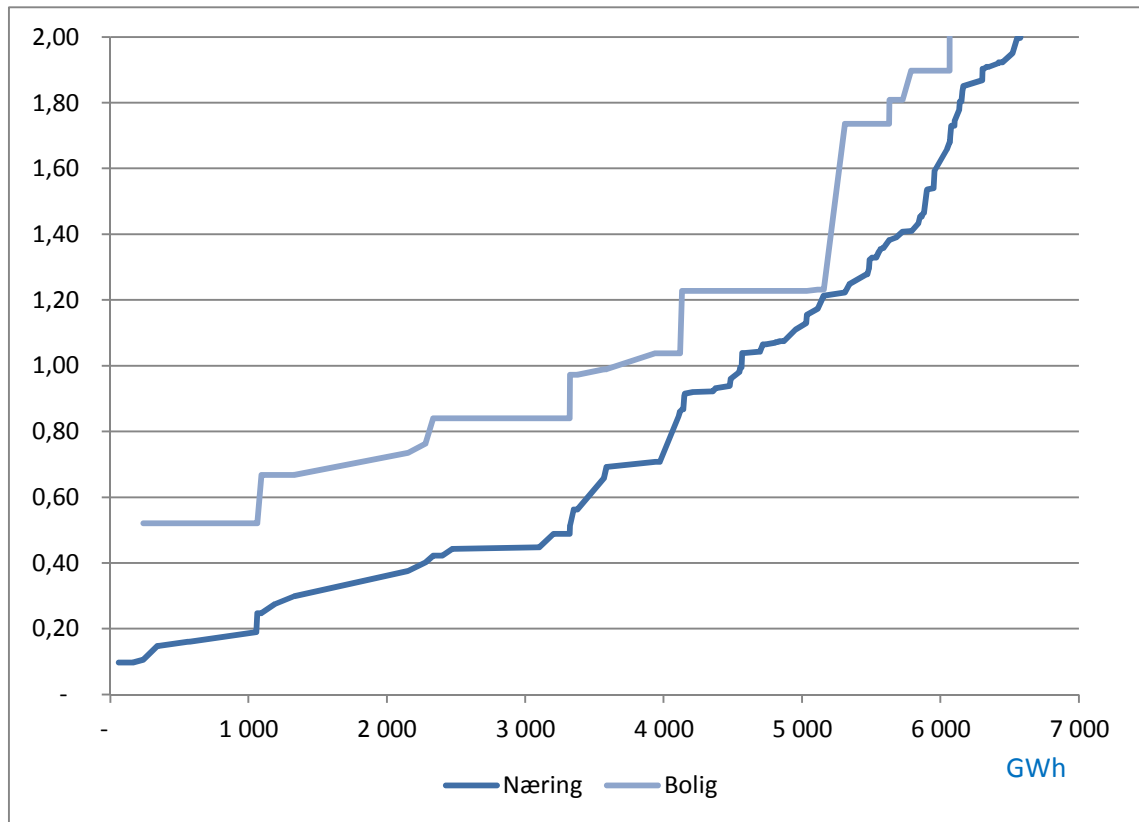
**Figur 2-13 Gjennomsnittskostnad i forhold til teknisk potensial. Passive og aktive tiltak**

Kostnadene ved varmepumper (som står for mesteparten av potensialet for aktive tiltak) er forutsatt å være like store pr kWh i alle bygg av samme type. Kostnadskurven for aktive tiltak blir derfor svært flat for småhus, og ganske lik for nybygg og rehabiliterte bygg. Kostnaden for aktive tiltak omfatter både investering, drift og kjøpt energi (i denne kurven med 80 øre/kWh).

Det er interessant å konstatere at potensialet for tiltak hvor gjennomsnittskostnaden er under 80 øre/kWh er betydelig, og at en signifikant mengde tiltak er lønnsomme på prisnivåer under 50 øre/kWh. Dette indikerer at det lønnsomme potensialet for energieffektivisering er betydelig og at det er grunnleggende god økonomi i å gjennomføre slike tiltak. Under går vi nærmere inn på de enkelte tiltakstypene, og hvordan de slår ut for ulike byggtyper og byggstatus.



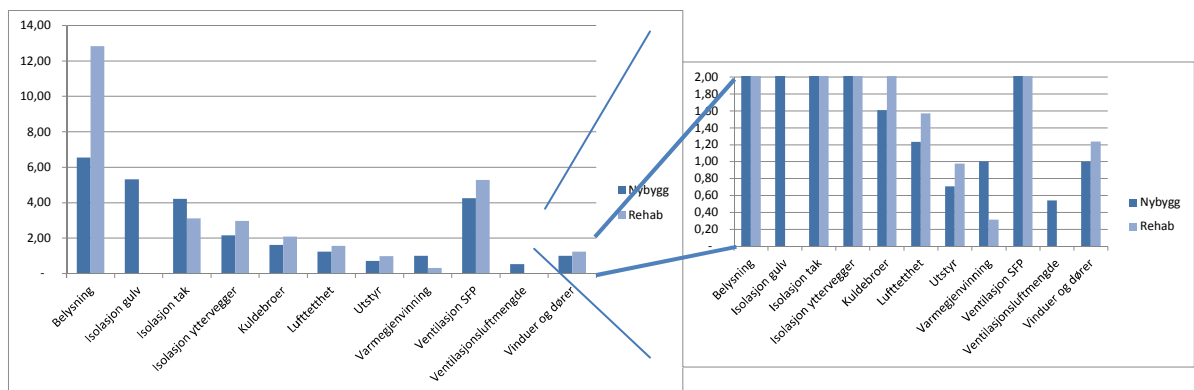
Det er betydelig forskjell i kostnadskurvene for bolig- og næringsbygg, som vist i Figur 2-14.



Figur 2-14 Tiltakskostnader for passive tiltak i bolig og næringsbygg. Kr/kWh

Tiltak i boliger fremstår som vesentlig mer marginale enn i næringsbygg. En viktig årsak til dette er selvsagt at tiltak i bolig er gitt et sjablonmessig kostnadspåslag som beskrevet i avsnitt 2.3.2.

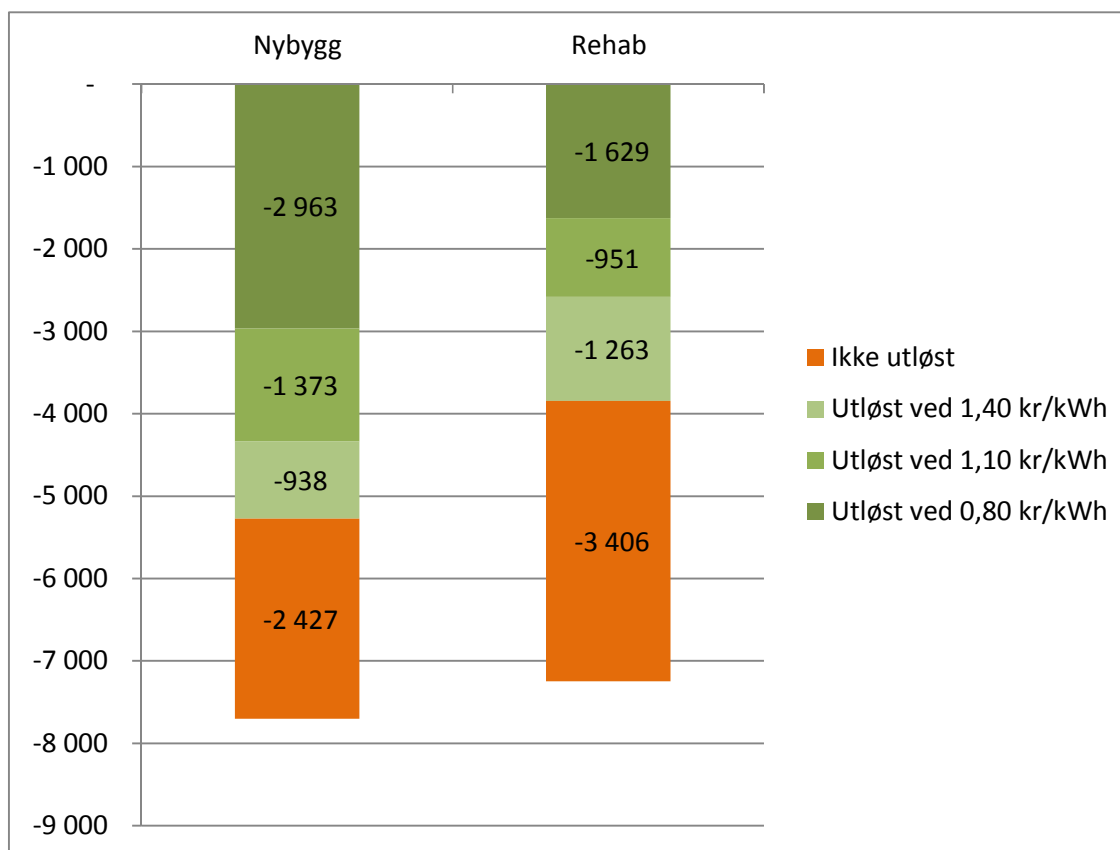
Samlet sett er det noen få tiltak som fremstår som tilstrekkelig billige til at de kan forsvares økonomisk i ut fra energieffektivisering alene.



Figur 2-15 Gjennomsnittskostnad pr tiltakstype og status (kr/kWh/år)

De rimeligste tiltakene på tvers av alle byggtyper er lufttetthet, varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og til en viss grad vinduer og dører. Utstyr fremstår også som billig, men er en type tiltak som ikke kan sies å ha med byggets energieffektivitet å gjøre.

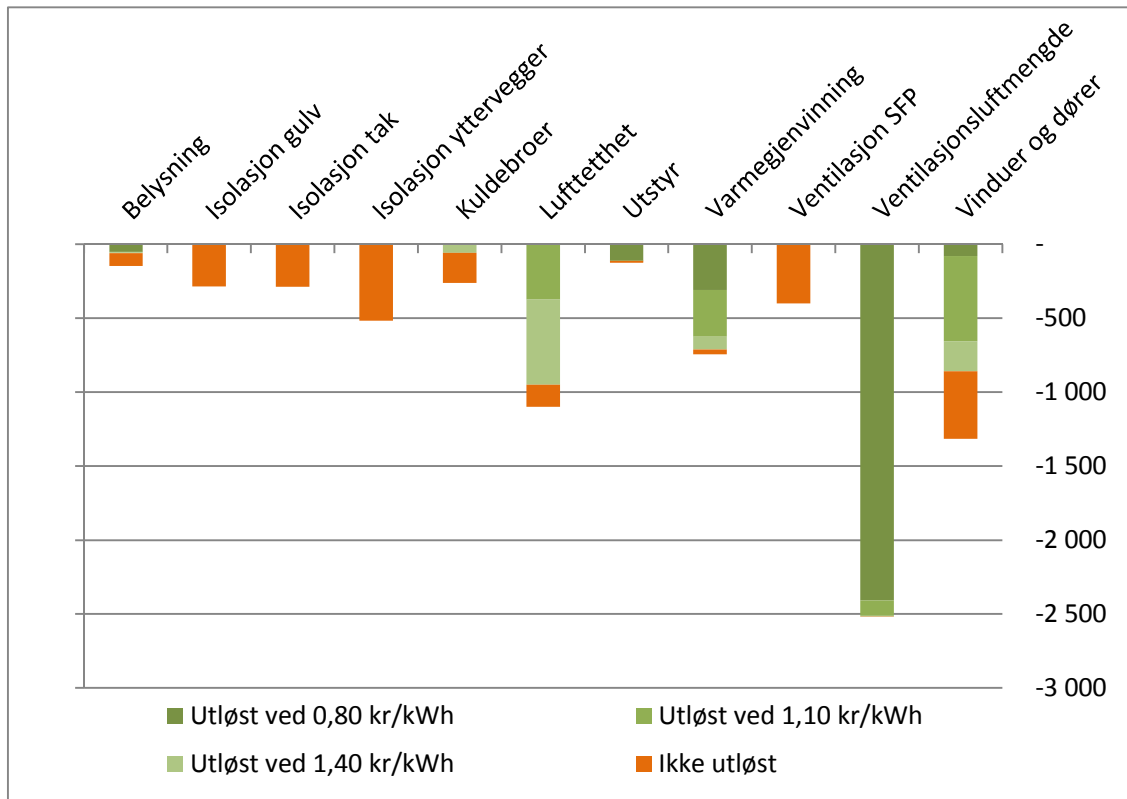
Størrelsen på det økonomiske potensialet er som sagt en direkte funksjon av energiprisen. I Figur 2-16 viser vi dette for passive tiltak fordelt på nybygg og rehabiliterte bygg.



**Figur 2-16 Økonomisk potensial for passive tiltak ved ulike prisnivåer, pr byggstatus. GWh**

Den største delen av det økonomiske potensialet utløses på energiprisnivået lik 80 øre/kWh, mens en forholdsvis betydelig økning i prisen må til for å få en moderat økning i nytt økonomisk potensial. Selv ved energipris lik 140 øre/kWh er det fremdeles ca 30 % av det tekniske potensialet i nybygg og 45 % i rehabiliterte bygg som ikke blir lønnsomt.

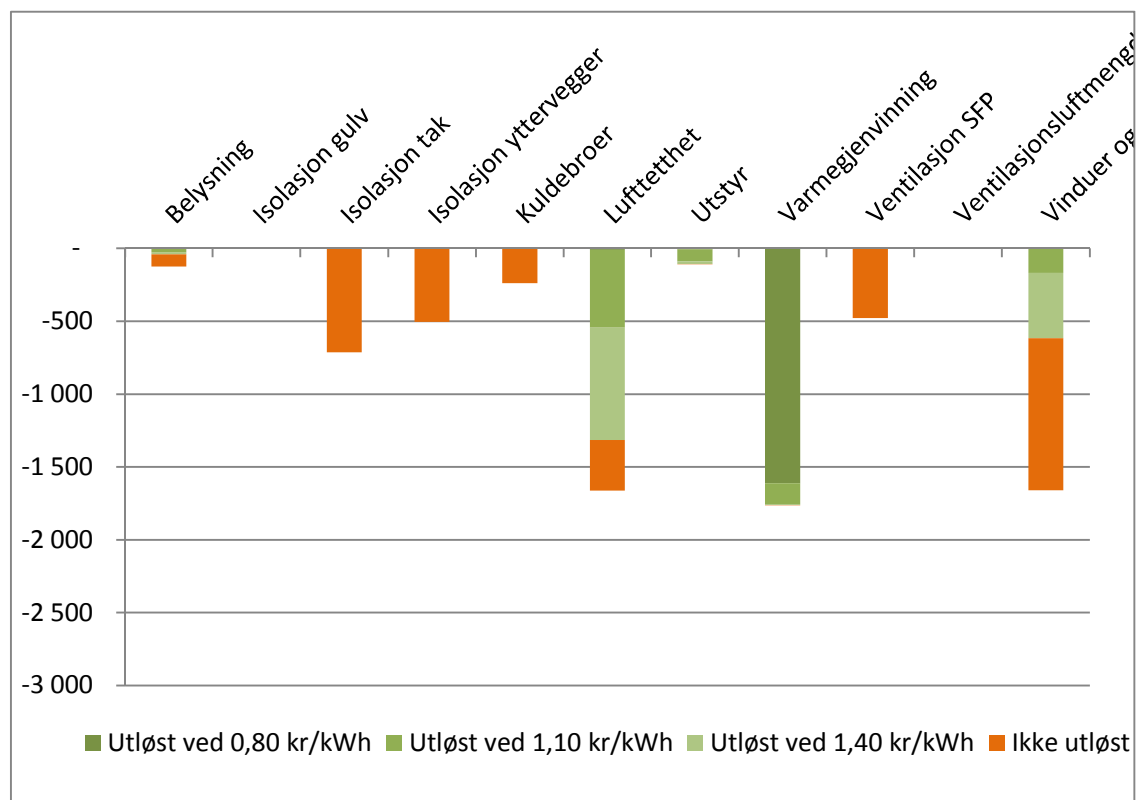
Dersom vi overordnet ser på type passive tiltak (på tvers av byggtypen og byggstatus), finner vi at det er et fåtall tiltak som står for nesten hele potensialet. Disse er lufttetthet, varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og iallfall ved relativt høye energiprisnivåer – vinduer og dører. Øvrige tiltak fremstår gjennomgående som ikke lønnsomme, se Figur 2-17.



**Figur 2-17 Økonomisk potensial i nye bygg pr tiltakstype ved ulike energiprisnivåer (GWh)**

Av de fire passive tiltakene som står for nesten hele det økonomiske potensialet, er vinduer og dører det klart mest prissensitive. Ved et energiprisnivå lik 80 øre/kWh blir det nesten ikke utløst noe volum fra dette tiltaket. Det er også verdt å merke seg at isolasjon ikke kommer inn i det hele tatt.

Potensialet i rehabiliterte bygg er noe annerledes sammensatt, se Figur 2-18.



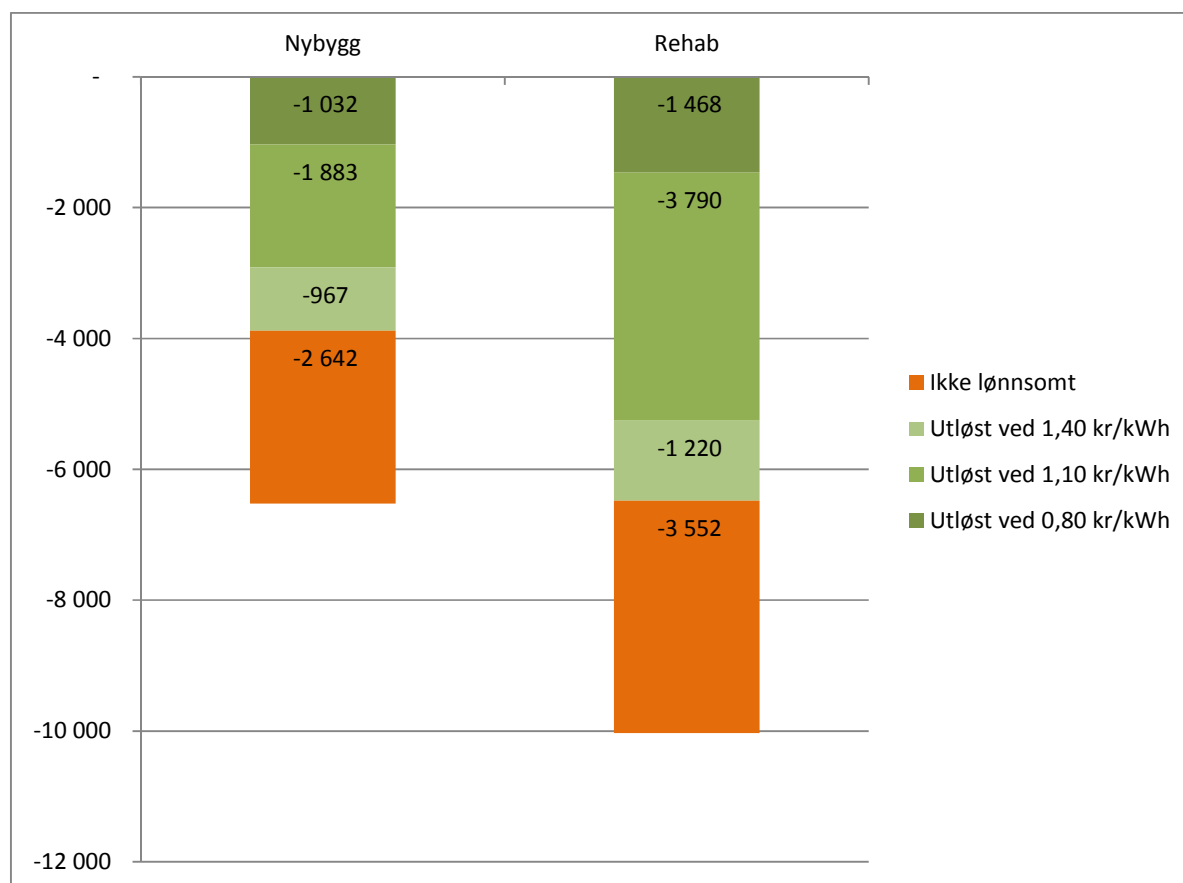
**Figur 2-18 Økonomisk potensial passive tiltak i rehabiliterte bygg pr tiltakstype ved ulike energiprisnivåer (GWh)**

Det er særlig interessant å merke seg at verken isolasjon eller utskifting av vinduer og dører fremstår som lønnsomt ved rehabilitering. Dette kan fremstå som uventet i forhold til alminnelig oppfatning. Imidlertid må vi huske på at vi her tar utgangspunkt i et hus som allerede holder TEK10-standard. Vår konklusjon gjelder dermed ikke rehabiliteringer av eldre bygg generelt, men er gyldig i forhold til *hvor langt det er lønnsomt å gå* i forhold til energieffektivisering ved rehabilitering. Lufttetthet er også for rehabiliterte bygg et viktig tiltak. Varmegjenvinning er det helt dominerende tiltaket på lave energiprisnivåer.

Når det gjelder det økonomiske potensialet for **varmepumper**, må dette beregnes på en noe annen måte enn for passive tiltak og solfangere. Grunnen til dette er at varmepumper må tilføres energi (el) for å virke<sup>13</sup>, som er noe annet enn at man reduserer energibehovet ved passive tiltak. Den samlede kostnaden er således summen av investeringskostnad, driftskostnad og kjøpt energi.

<sup>13</sup> Solfangere trenger også strøm for å virke, men det er svært lite i forhold til varmepumper og kan i denne sammenhengen neglisjeres

For aktive tiltak finner vi et samlet økonomisk potensial ved energipris lik 80 øre/kWh på ca 2,5 TWh. Ved høyere energipris øker det lønnsomme potensialet betydelig, se Figur 2-19.



**Figur 2-19 Økonomisk potensial for aktive tiltak ved ulike prisnivåer, pr byggstatus. GWh**

Prissensitiviteten for aktive tiltak er betydelig, særlig når referansenivået for energiprisen økes til 140 øre/kWh. Det er varmepumper som står for økningen i økonomisk potensial ved høyere energiprisnivåer. Solfangere er for dyre i hele prisintervallet, og kommer ikke inn som lønnsomme i det hele tatt.

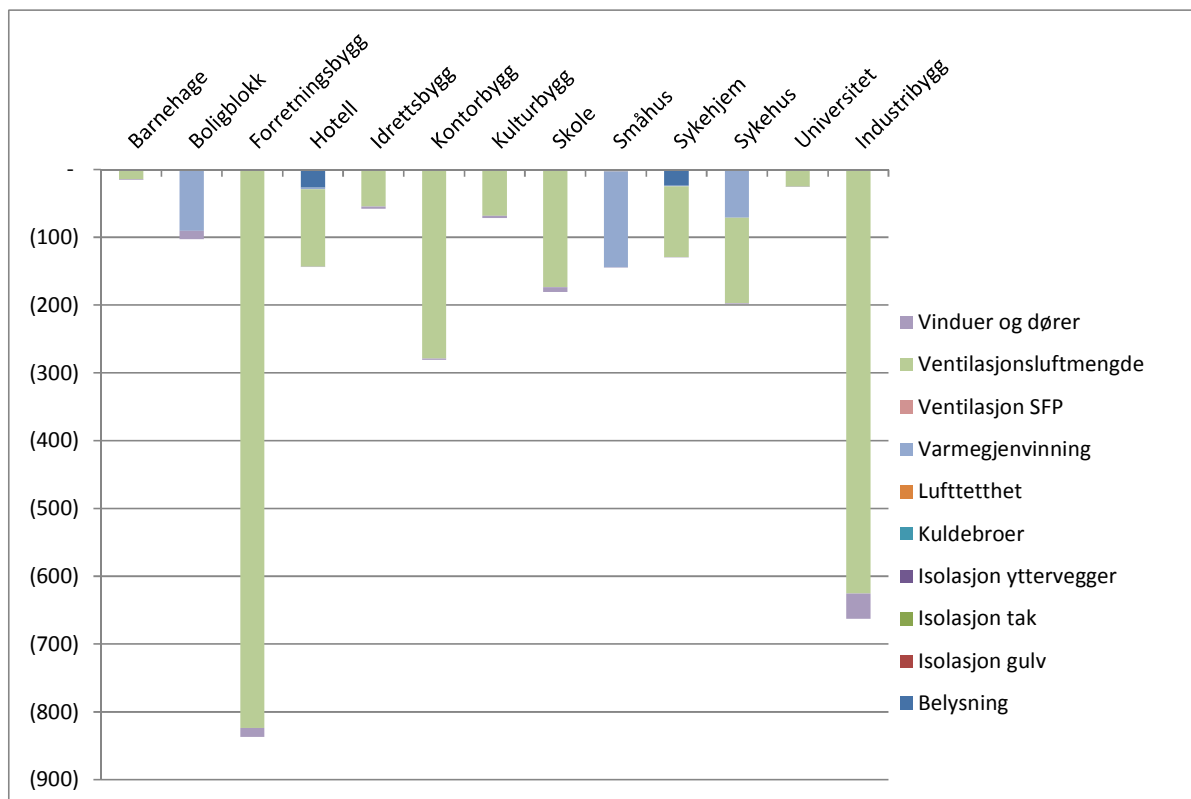
### Segmentering av potensialet

Vi tror det er fire dimensjoner som er interessante for segmentering og analyse av det økonomiske potensialet. Disse er:

- Byggtype – dvs småhus, kontorbygg mv
- Byggstatus – dvs nybygg eller rehabilitering
- Tiltak – dvs de tiltakene som er spesifisert i analysen
- Formål som påvirkes – dvs romoppvarming, vifter mv

I dette avsnittet viser vi krysstabuleringene for disse fire dimensjonene. Alle kjøringene er gjort ved energipris lik 80 øre/kWh, og refererer til potensialet for 2040. Som tidligere sagt er potensialet i 2020 1/3 av potensialet i 2040, og har samme relative fordeling mellom byggtyper, status og formål.

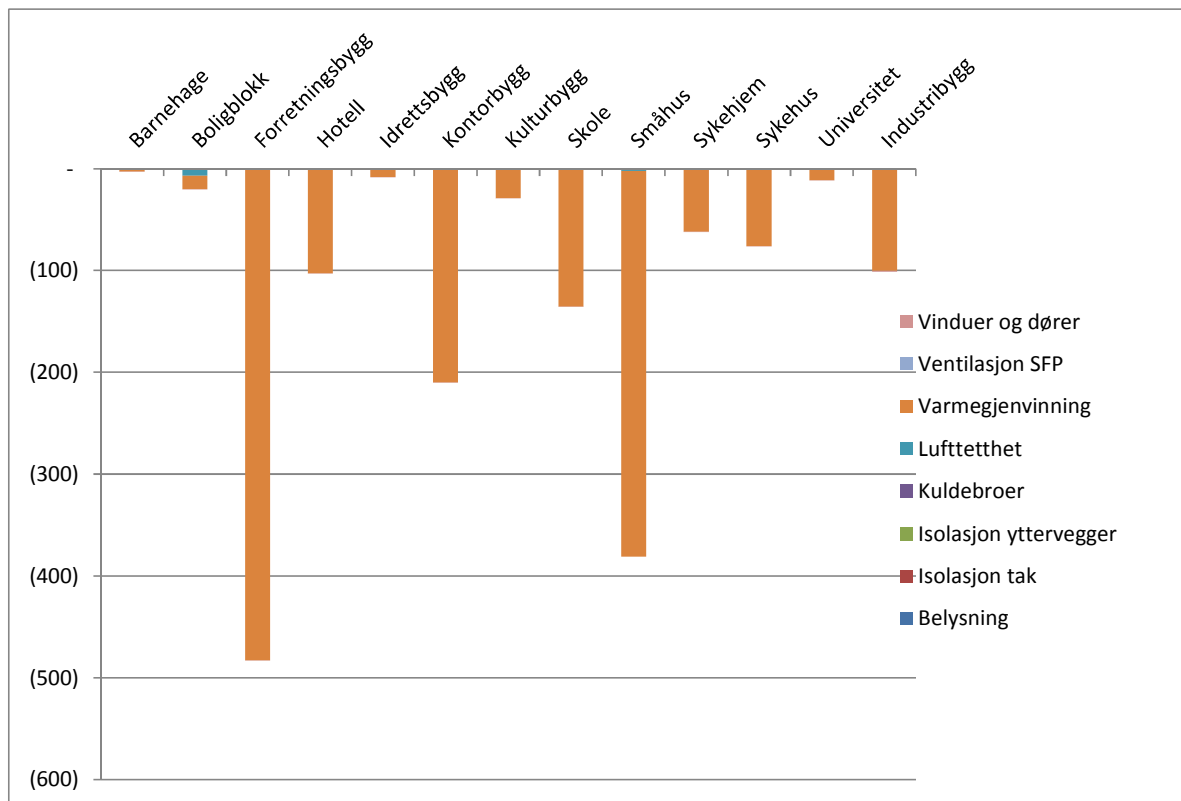
Først ser vi på krysstabulering mellom byggtipe og tiltak, delt etter byggstatus. I Figur 2-20 viser vi økonomisk potensial for nybygg for passive tiltak i 2040.



**Figur 2-20 Økonomisk potensial for passive tiltak i nybygg, pr tiltak og byggtipe (GWh)**

Det er en markant forskjell i type tiltak mellom boliger og næringsbygg. I både boligblokk og småhus domineres potensialet av varmegjenvinning. For næringsbygg er det helt dominerende tiltaket ventilasjonsluftmengde. Andre tiltak fremstår i denne sammenhengen som helt marginale.

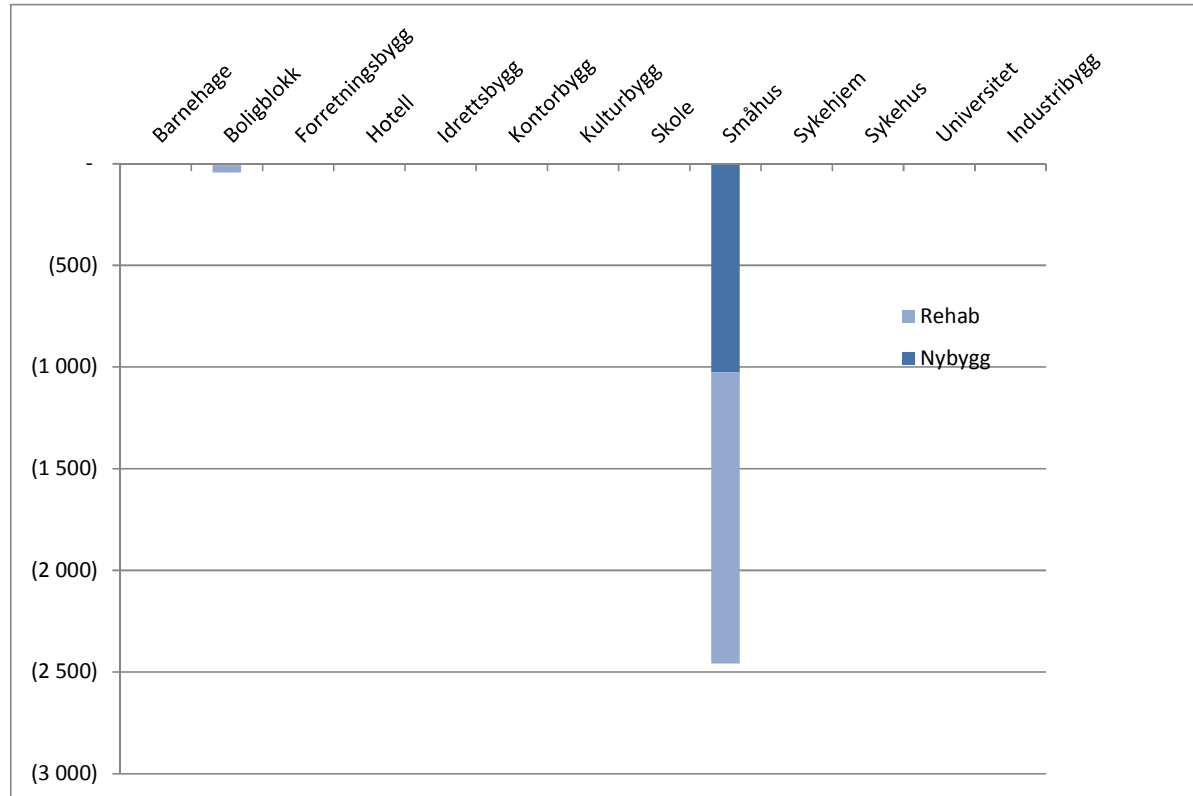
For rehabiliterte bygg er bildet vesentlig forskjellig, se Figur 2-21.



**Figur 2-21 Økonomisk potensial for passive tiltak i rehabiliterte bygg, pr tiltak og byggtipe (GWh)**

Varmegjenvinning er det helt dominerende tiltaket i rehabiliterte bygg. Ventilasjonsluftmengde forsvinner som tiltak, dette er av tekniske og ikke økonomiske årsaker og er begrunnet ved manglende plass til å øke dimensjonen på ventilasjonskanaler i eksisterende bygg.

For aktive tiltak er det kun småhus hvor vi finner et økonomisk potensial ved energipris lik 80 øre/kWh. Solfangere fremkommer ikke som lønnsomt ved noen av de tre prisnivåene, mens varmepumper fremkommer som lønnsomme i både nybygg og rehabiliterte bygg i et betydelig omfang



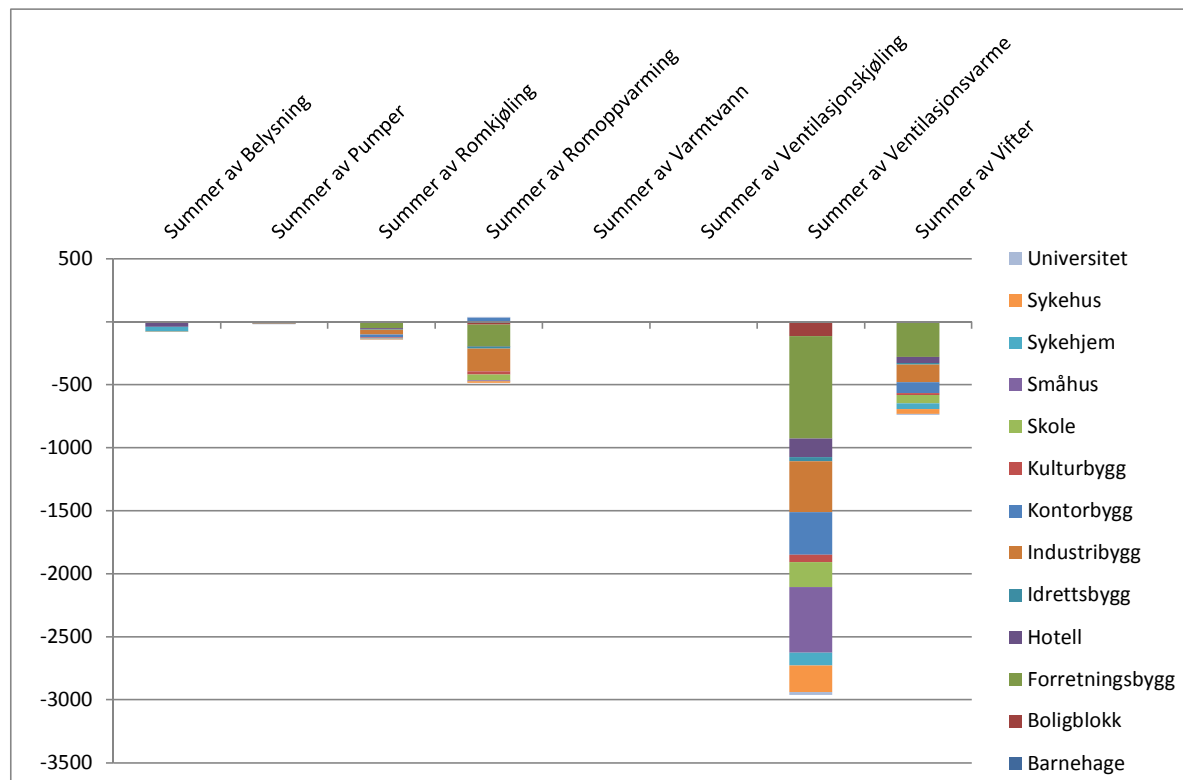
**Figur 2-22 Økonomisk potensial aktive tiltak. GWh**

En viktig begrunnelse for dette resultatet er at energibehovet i de øvrige byggtypene etter at passivhustiltakene er gjennomført, er så lavt at varmepumper kort og godt ikke svarer seg. Det samme gjelder solfangere i alle byggtyper. Varmepumper i småhus er imidlertid stadig et marked med betydelig potensial.

Ved høyere energiprisnivåer øker potensialet betraktelig. Ved en pris lik 140 øre/kWh er potensialet i småhus økt til ca 8,6 TWh, mens boligblokk viser et potensial på ca 1,7 TWh. I øvrige byggtyper er det økonomiske potensialet tilnærmet lik null også ved det høyeste prisnivået. Solfangere kommer ikke inn i det økonomiske potensialet.



Til slutt ser vi på formålsfordelingen av det økonomiske potensialet.



Figur 2-23 Formålsfordeling av økonomisk potensial for passive tiltak. GWh

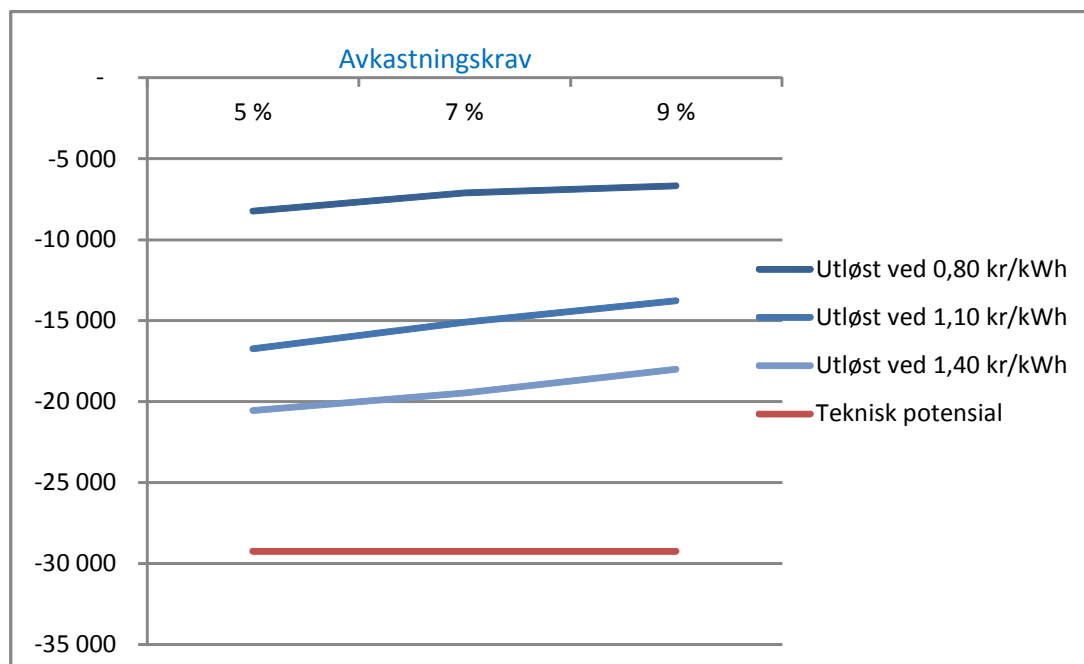
Nesten alt potensial dreier seg om redusert ventilasjonsvarme og til en viss grad romoppvarming. Dette er formål som dekkes enten av el eller andre energibærere. Det er også et forholdsvis betydelig potensial for reduksjon av energibruk i vifter, som er et elspesifikt forbruk. For de øvrige formålene er potensialene små.

Potensialet for redusert romoppvarming ligger først og fremst i industribygg og forretningsbygg, mens potensialet knyttet til ventilasjonsvarme er delt mellom mange byggtyper, dog mest i småhus og forretningsbygg.

#### 2.3.4 Sensitivitet i det økonomiske potensialet

Det samlede tekniske potensialet for passive og aktive tiltak er noe over 29 TWh. Dette er et potensial som er konsistent med at en meget stor andel av bygningsmassen i 2040 er nær nullenergibygg. Det økonomiske potensialet er imidlertid langt lavere, og er i avsnittene over beregnet til om lag 11 TWh ved energipris lik 80 øre/kWh og et avkastningskrav lik 7 %

I Figur 2-24 viser vi sensitiviteten i beregningen med hensyn til energipris og avkastningskrav.



Figur 2-24 Sensitivitet i samlet økonomisk potensial for aktive og passive tiltak. GWh

For basisalternativet med 7 % avkastningskrav, varierer måloppnåelsen mellom 24 %-67 % av det fulle tekniske potensialet. Dersom aktørene har et lavere avkastningskrav, dvs 5 %, varierer måloppnåelsen med 28 %-70 %, mens den med et høyere avkastningskrav varierer mellom 23 %-62 %.

Hvis vi ser på passive tiltak alene, er bildet litt annerledes. Med utgangspunkt i avkastningskrav lik 7 % varierer måloppnåelsen for passivhusstandard mellom 28 %-65 % avhengig av prisnivå.

En konklusjon fra analysene er dermed at det innenfor de gitte analyseforutsetningene ikke er lønnsomt å oppgradere bygningsmassen til full passivhusstandard ut fra energibesparelser alene. Fra Figur 2-16 ser vi at måloppnåelsen er større for nybygg enn for rehabiliterte bygg. I Tabell 2-6 viser vi forskjellen i måloppnåelse (regnet som forholdet mellom økonomisk og teknisk potensial) ved avkastningskrav på 7% for henholdsvis nybygg og rehabiliterte bygg.

Tabell 2-6 Måloppnåelse ved ulike prisnivåer for henholdsvis nybygg og rehabiliterte bygg

Måloppnåelse (økonomisk potensial i % av teknisk potensial)	Nybygg	Rehab
Utløst ved 0,80 kr/kWh	38 %	21 %
Utløst ved 1,10 kr/kWh	56 %	34 %
Utløst ved 1,40 kr/kWh	68 %	50 %

Som det fremgår, er måloppnåelsen vesentlig høyere for nybygg. 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.

Dersom vi ser på sensitiviteten for næringsbygg og boliger, er forskjellene enda større:

**Tabell 2-7 Måloppnåelse ved ulike prisnivåer for henholdsvis nybygg og rehabiliterte bygg**

Måloppnåelse (økonomisk potensial i % av teknisk potensial)	Boliger	Næringsbygg
<b>Utløst ved 0,80 kr/kWh</b>	9 %	51 %
<b>Utløst ved 1,10 kr/kWh</b>	29 %	62 %
<b>Utløst ved 1,40 kr/kWh</b>	49 %	72 %

Ved det laveste energiprisnivået er det økonomiske potensialet i boliger under 10 % av det tekniske potensiale, mens det tilsvarende tallet for næringsbygg er 51 %. Potensialet for boliger er også langt mer sensitivt for energiprisnivået enn potensialet i næringsbygg. Mye av forklaringen på dette finner vi i Figur 2-14, hvor vi ser at formen på kostnadskurven for boliger ligger høyere og er mye flatere enn for næringsbygg.

## 3. DEL B: AVDEKKING AV BARRIERER

### 3.1 Innledning

En viktig del av etterarbeidet med denne rapporten vil være å finne virkemidler som fremmer energieffektive bygninger på enten passiv- eller nær nullenerginivå. De beste virkemidlene vil være de som utløser den største energibesparelsen til en lavest mulig kostnad. For å identifisere disse virkemidlene er det først nødvendig å vite hva som gjør at disse byggene ikke blir bygget i dag, det vil si hva er barrierene. Videre er det nødvendig å identifisere hvilke aktører som møter ulike barrierer, og hvor stort potensial disse blokkerer.

Rapporter gjennomgått i litteraturstudiedelen av dette prosjektet opererer alle med ulik kategorisering av relevante barrierer for energieffektivisering i bygg. Med bakgrunn i formålet med dette prosjektet<sup>14</sup>, litteraturstudien og relevant teori, har vi valgt oss følgende inndeling av barrierer for videre arbeid:

- Preferanser og skjulte økonomiske barrierer
- Markedsrelaterte barrierer
- Organisatoriske barrierer
- Regulatoriske barrierer

Med utgangspunkt i den ovennevnte inndelingen ble det satt opp en liste med antatte barrierer til videre arbeid, se Vedlegg 3. Antatte barrierer baserer seg i hovedsak på prosjektgruppas egen erfaring, litteraturstudien og relevant teori. For å bekrefte eller avkrefte hvorvidt disse barrierene er riktige og viktige, samt få frem om det var andre barrierer som vi hadde utelatt, ble det gjennomført fire casestudier/dybdeintervju og to fokusgruppetudier. Fokusgruppetudiene hadde også som det formål å rangere barrierene, samt si noe om hvor stort potensial de påvirker.

Det ble i oppstarten av prosjektet besluttet at det kun skulle fokuseres på bygging etter passivhusstandard i denne delen. Bakgrunnen for dette var et ønske om, i den grad dette er mulig, å kunne underbygge konklusjoner med faktiske erfaringer. Det er per i dag ikke prosjektert/bygget nok nær nullenergibygninger til at valgte metodikk vil kunne brukes på denne typen bygg. Vi antar imidlertid at mange av de utvalgte barrierene som går på passive tiltak også vil være gjeldene for aktive tiltak.

### 3.2 Casestudier

#### 3.2.1 Begrunnelse for valg av case og intervjuobjekter

I studien er det gjennomført fire case-studier med dybdeintervju. Casene er gjennomført for å få en bedre forståelse av barrierer og beslutningsprosesser i faktiske byggeprosjekter.

Casene er valgt ut for å dekke bredden i studien vår på passivhussiden og fordeler seg på:

- Case 1: Nybygg, passivhus bolig
- Case 2: Nybygg, passivhus næringsbygg
- Case 3: Rehabilitering, passivhuskomponenter bolig
- Case 4: Rehabilitering, passivhuskomponenter næringsbygg

---

<sup>14</sup> Hovedformålet med dette prosjektet er å kunne si noe om innvirkningen de relevante barrierene har for det realisererte energisparepotensialet i byggemassen i Norge.

Når casene var bestemt ble det funnet mest mulig informasjon om casene på forhånd basert på offentlig tilgjengelig informasjon. Deretter ble det utarbeidet en intervjuguide, se Vedlegg 2, og avtalt og gjennomført dybdeintervjuer med en relevant person i prosjektet.

Intervjuobjektet ble valgt ut med bakgrunn i at vi ønsket en person med mest mulig kompetanse om hele prosessen fra oppstart til bruksfase. Prosjektleder eller en med tilsvarende rolle i prosjektet ble derfor valgt ut. Dybdeintervjuene varte mellom 30 minutter og én time. Intervjuguiden var sendt til intervjuobjekt på forhånd, slik at de kunne forberede seg.

### 3.2.2 Beskrivelse av casene

Tabell 3-1 Viser hvilke case som ble valgt, og nøkkelinformasjon om casene er presentert i Tabell 3-2.

**Tabell 3-1 Case**

Prosjektnavn	Type bygg	Antall, stk	Beliggenhet	Adresse	Areal, BRA m2	Etg	Ferdigstillelse
Rudshagen brl	Bolig, enebolig	17	Oslo	Marta Stenviksvei	118 (pr bolig)	2	Sommer 2011
Papirbredden II	Kontor/undervisning	1 *	Drammen	Grønland 52	ca 10 000	8 + 2 uetg	Vår 2012
Myhrerenga brl	Bolig, blokk	7	Skedsmokorset	Åsenhagen 3-15	ca 10000	3	Sommer 2011
Malmskriverveien 4	Kontor, rehab	1	Sandvika	Malmskriverveien 4	4610	6	Høst 2011

\* Hus 2 bygges senere

Tabell 3-2 Nøkkelinformasjon om casene

	Nybygg, passivhus		Rehab, passivhuskomponenter	
	Rudshagen brl	Papirbredden II	Myhrerenga brl	Malmskriverveien 4
Energiniivå	Passivhus, NS 3700	Passivhus, Sintef Prosjektrapport 42	Passivhuskomponenter, NS 3700	Lavenergi med passivhuskomponenter, Sintef prosjektrapport 42
Energimerke	A	A	B	B
Totalt netto energiforbruk [kWh/m <sup>2</sup> ]	83 kWh/m <sup>2</sup> /år	67,6 kWh/m <sup>2</sup> /år	105 kWh/kvm/år	78,5kWh/m <sup>2</sup> /år
Levert energi [kWh/m <sup>2</sup> ]	59 kWh/m <sup>2</sup> /år	56,0 kWh/m <sup>2</sup> /år	80 kWh/m <sup>2</sup> /år	92 kWh/m <sup>2</sup> /år
Energikilde	Varmepumpe, luft til vann	Varmepumpe (grunn), Fjernvarme, direkte el	Varmepumpe, luft til vann, solfanger	Fjernvarme/ fjernkjøling
U-verdier /Isolasjonstykkelser				
Fasade	0,10 (350mm)	0,15	0,12 (langvegg), 015 (Gavlvegg)	0,17
Tak	0,10 (425mm)	0,13	0,11	0,35 (400mm)
Gulv	0,07 (450mm)	0,15	0,23 inkl. varmemotstand i kjeller	0,35
Vinduer/dør	0,79	0,8	0,8 (vinduer og balkongdører) 1,2 (inngangsdører)	0,86
Ventilasjonsanlegg /gjenvinner – felles eller separat	80 %	85 %	79 %	Felles
SFP-faktor[kW/m <sup>3</sup> /s]	1,5	1,50	1,4	1,57
Tetthet	0,6	0,6 (målsetning)	0,6 (ikke bekreftet)	0,6 (målsetning)
Organisering/entreprise	Totalentreprise	Totalentreprise	Totalentreprise	Delte entrepriser
				

### 3.2.3 Oppsummering av dybdeintervjuene

I Intervjuene tok vi for oss de forskjellige fasene av prosjektene:

- Planlegging
- Prosjektering
- Gjennomføring
- Bruksfase

I og med at det er få ferdigstilte passivhusprosjekter i Norge, fikk vi minst informasjon om erfaringer fra bruksfasen.

Videre følger en kort beskrivelse av hva som kom frem i de forskjellige intervjuene. Barrierene blir videre diskutert i de neste kapitlene.

#### Case 1: Nybygg, passivhus bolig: Rudshagen borettslag, Mortensrud

Initiativet til å oppføre passivhus ble tatt av byggherren, og det var et valg de tok før de satte i gang prosjektet. De fikk tidlig med seg en utbygger som hadde kompetanse på passivhus. Både byggherrens og utbyggers motivasjon for prosjektet var egeninteresse og signaler fra

myndighetene om at passivhus kan bli standard i fremtiden, og de derfor ønsket å være tidlig ute. Støtte fra Enova var utløsende for gjennomføringen. Byggherren opplevde noe treghet rundt salgsprosessen, men dette bedret seg med mer informasjon til kjøperne.

Byggene ble tegnet som passivhus fra starten og det var spesialrådgiver på passivhus med i prosjektet. Det ble benyttet mye tid på valg av løsninger i prosjekteringsprosessen, men løsninger ble også vurdert og utviklet i utførelsesfasen. Det ble fokusert på bruk av kjente og velprøvde løsninger. Kurs for håndverkere ble utført og det ble også valgt å bygge under telt for å ha kontroll på fukt i byggeperioden. Det var ikke tillegg på kostnader i utførelse som ikke hadde vært for et vanlig TEK-bygg (etter at kontraktspris var avtalt). To av eneboligene er nyinnflyttet og så langt har det vært fornøyde kunder. To av byggene skal også følges opp videre i bruksfasen.

### **Case 2: Nybygg, passivhus næringsbygg: Papirbredden II, Drammen**

Initiativet til å oppføre bygget som passivhus, kom i skisseprosjektfasen. Det har en ambisiøs byggherre, som ønsket et miljø- og energiriktig bygg. Med bakgrunn i at de ble med i FutureBuilt-programmet, ble det bestemt passivhusutførelse. Prosjektet får støtte fra Enova.

Alle rådgivere (inkl miljørådgiver) ble engasjert i skisseprosjekt og har prosjektert passivhusløsningene uten bruk av spesialrådgiver på passivhus. Det er brukt mye tid på diskusjon av løsninger i prosjekteringsfasen, men det forventes ikke at dette forlenger prosjektet. Det er avtalt samme dato for ferdigstillelse som det ville ha vært dersom dette hadde vært et TEK-bygg. Prosjektet kommer i gang med utførelse av passivhuskonstruksjoner i løpet av høsten 2011. Det har vært fokusert på bruk av kjente løsninger. Kurs for håndverkere skal avholdes. Driftsperson følger prosjektering for å kvalitetssikre løsninger.

### **Case 3: Rehabilitering, passivhuskomponenter bolig: Myhrerenga borettslag, Skedsmokorset**

Prosjektet startet som en tradisjonell fasaderehabilitering, hvor det ble søkt Husbanken om lån. Det var Husbanken som så potensialet i en passivhusrehabilitering og på bakgrunn av dette ble spesialrådgivere på passivhus tilknyttet prosjektet. Prosjektet var avhengig av å få flertall i generalforsamling, men ble nedstemt i første omgang. Det ble gitt ut mer informasjon til beboerne, og avstemningen fikk flertall andre gang. Prosjektet har fått støtte av Enova.

I og med at prosjektet var i gang før avgjørelsen om passivhuset ble tatt, ble det omprosjektert underveis i prosessen. Det ble også kjørt detaljprosjektering med to entreprenører før til slutt den ene ble valgt. Det ble brukt mye tid til valg og vurdering av løsninger og det ble også vurdert noen spesielløsninger i forhold til rehabilitering. Det har vært et mål at beboere ikke skulle flytte ut av leilighetene i byggeperioden. I utførelsesfasen ble kurs for håndverkere avholdt. Det var ikke tillegg på kostnader i utførelse som ikke hadde vært for et vanlig TEK-bygg (etter at kontraktspris var avtalt).

En del leiligheter er ferdigstilt nå, og tilbakemeldinger har vært fornøyde brukere i kuldeperioder, men for varmt om sommeren. Det antas at dette bla skyldes at solavskjerming mangler.

## **Case 4: Rehabilitering, passivhuskomponenter næringsbygg: Malmskriverveien 4, Sandvika**

Prosjektet startet som en vanlig rehabilitering, men byggherren er ambisiøs og ønsket bygget så godt som mulig energimessig. Det var først ambisjoner om lavenergi og energiklasse B-bygg, men er etter hvert i prosjektet ble ambisjonen oppgradert til å nærme seg passivhusstandard. Prosjektet får Enova-støtte og er tilknyttet forskningsprosjektet LECO.

Det vurderes at det er benyttet mer tid til prosjektering enn ved en vanlig rehabilitering og det legges også vekt på at kompetansebehovet flyttes utover i kjeden fra prosjekterende til utførende ved rehabilitering. Det er vurdert å benytte spesielløsninger i prosjektet som for eksempel vakuumpanel, men det ble valgt bort fordi utvalg av produkter ikke er godt nok enda. Kurs for håndverkere er avholdt, og viktigheten av riktig kunnskap hos utførende understrekes.

Prosjektet er utført med delte entrepriser. Det har ikke vært tillegg på kostnader i utførelse som ikke hadde vært for et vanlig TEK-bygg (etter at kontraktspris var avtalt).

### **3.3 Fokusgrupper**

#### **3.3.1 Metodikk**

Fokusgrupper er en samfunnsvitenskapelig metode som brukes blant annet for å avdekke uforutsette forhold og årsakssammenhenger. Metoden er spesielt godt egnet til å gi dybdeinformasjon knyttet til ulike former for evaluering av produkter, kartlegging av målgrupper og ved undersøkelser hvor man ønsker respons og ideer for å gjøre et produkt/prosess best mulig. Dette tilsier at metoden er svært godt egnet for denne delen av prosjektet, hvor hovedformålet er å avdekke de faktorer som virker negativt inn på beslutningen om å velge økonomisk fordelaktige energieffektive tiltak i bygg, dvs. barrierer.

Fokusgruppemøter struktureres som uformelle gruppeintervjuer<sup>15</sup>. Dette medfører en verdifull gruppedynamikk hvor innspill kan bidra til å vekke assosiasjoner og tanker, og stimulerer til kreativitet og tolkninger. Problemstillinger vil kunne belyses fra flere synsvinkler enn ved rene dybdeintervju. En ulempe med fokusgruppemøter er at deltakere lett kan la seg rive med av de andre deltakerne i gruppa, og dermed si ting som er lite gjennomtenkt. Dette gjør at det stilles høye krav til møteleder, til godt planlagte intervjuprosesser og til korrekt tolkning av data.

#### **3.3.2 Sammensetting av fokusgruppene**

I dette prosjektet blir barrierer for valg av passiv- og nær nullenergibygging og passivhuskomponenter avdekket, rangert og til dels kvantifisert. Målgruppen er de aktører i verdikjeden for bygg som ligger til venstre i diffusjonskurven, også definert som innovatører og tidlig brukere<sup>16</sup>. Av hensyn til nytten ved størst mulig grad av homogenitet innad i gruppen har vi valgt å separere deltakerne basert på den underliggende motivasjonen i beslutningspunktet for valg av løsning<sup>17</sup>. Den ene gruppen består av aktører som er med på å planlegge, prosjektere og bygge bygg, og som motiveres av faktorer som kostnader ved utbygging, risiko, markedsverdi

---

15 Det er seks forhold som kjennetegner en fokusgruppe. Disse er: (i) 4-12 deltakere, (ii) møtene gjennomføres i serier, (iii) fokusgrupper er homogene, og deltakerne bør ikke kjenne hverandre, (iv) fokusgruppemøter er en metode for datainnsamling, (v) man henter inn kvalitative data, (vi) samtalerne i fokusgruppene er fokuserte. Vedr. punkt (iii) var dette et kriterie vi ikke greide å overholde i et tilfelle.

16 Etter ønske fra Enova

17 Alternative sammensetninger har blitt diskutert og vurdert innad i prosjektgruppen. Et alternativ er å ha hele verdikjeden inn i samme fokusgruppe, og å separere enten etter inndelingen bolig/yrkesbygg eller nybygg/rehabiliterede bygg. Ulempen med dette er at en mister gruppedynamikken, og det ville vært vanskelig å finne felles diskusjonspunkter for deltakerne. Flere deltakere og en finere inndeling ville kunne økt graden av homogenitet og bidratt til en sterkere gruppedynamikk, men gitte tids- og kostnadsrammer gir ikke rom for dette.



etc. I denne gruppen deltok to arkitekter, en byggherre og en entreprenør<sup>18</sup>. Den andre gruppen består av eiere og brukere av byggene. De motiveres gjerne av faktorer som kostnader ved drift og anskaffelse, kvalitet på bygget, innemiljø, energibesparelser etc. I denne gruppen deltok en bruker og en eier av kommunale bygg, en eier av et yrkesbygg som er under oppføring, en eier av et yrkesbygg som skal rehabiliteres, og en representant for et borettslag<sup>19</sup>.

Det er viktig at alle beslutningspunkter i verdikjeden dekkes. Et viktig ledd i avdekkingen av barrierer er å kartlegge hvilke segmenter barrierene påvirker, det vil si om det er forskjeller mellom offentlige og private anskaffelser, mellom nybygg og rehabilitering, og mellom bolig og næring. Det var derfor viktig at sammensetningen av fokusgruppene representerer også disse skillene. Selv om denne type vurderinger har inngått i del B på kvalitativt grunnlag, har vi valgt å ikke inkludere denne type segmentering i kvantifiseringen av barrierer og koblingen mot potensial i del C.

### 3.3.3 Gjennomføring av fokusgrupper

Fokusgruppene ble gjennomført som en styrt gruppediskusjon. Deltakerne ble henvist til en bestemt plassering rundt bordet, dette for å sikre best mulig deltakelse i diskusjonen. Flere personer var til stede for å dokumentere diskusjonen uten selv å delta, og i tillegg ble diskusjonen filmet. Møtene ble avsluttet med en lunsj hvor diskusjonen fortsatte i mer uformelle former.

Diskusjonen i fokusgruppene ble styrt av en møteleder. Temaene var nøye gjennomtenkt og utvalgt på forhånd, med utgangspunkt i den oppsatte listen med barrierer, se Vedlegg 3. Det var viktig at man fikk diskutert alle temaene i løpet møtet for å kunne koble sammen resultatene fra begge møtene, men at deltakerne likevel skulle oppleve at diskusjonen fløt naturlig.

Da alle temaene var dekket i diskusjonen, fikk deltakerne et skjema til utfylling. Her var alle relevante og diskuterte barrierer satt opp i en liste. Deltakerne skulle vurdere barrierenes hyppighet (i hvor stor andel av relevante prosjekter man møter barrieren) og betydning (hvor stor betydning har barrieren i de tilfeller der den oppstår) ved å krysse av for et av fire alternativer. Til slutt ble deltakerne bedt om å angi de ti viktigste barrierene og rangere dem i forhold til hverandre ut fra viktighet.

## 3.4 Lærdom fra case-studier og fokusgrupper

I de følgende avsnittene er de barrierene som ble vurdert som viktige i case- og fokusgruppestudiene beskrevet nærmere. Barrierene er delt inn etter de fire hovedkategoriene identifisert i avsnitt 3.1. Beskrivelsen av barrierene er basert på informasjon som fremkom under fokusgruppene og case-studiene, i tillegg til litteraturstudien, teori og prosjektgruppas egne vurderinger<sup>20</sup>.

I hvor stor grad en barriere påvirker et faktisk energisparepotensiale avhenger av flere faktorer, blant annet om de påvirker selve beslutningspunktet eller om barrieren bare fordyrer eller forsinker et prosjekt. Noen barrierer vil kun være relevante for enkelte deler av bygningsmassen, mens andre kun vil være relevante for enkelte deler av byggebransjen.

<sup>18</sup> To rådgivende ingeniører møtte ikke som avtalt til denne gruppen

<sup>19</sup> En bruker av et kontorbygg møtte ikke som avtalt til denne gruppen

<sup>20</sup> Det er viktig å merke seg at flere av de aktuelle barrierene vil overlappes hverandre, og det vil også kunne være synergieffekter mellom dem. Dette gjelder både innad i de fire hovedkategoriene og på tvers av dem.

### 3.4.1 Preferanser og skjulte økonomiske barrierer

#### Mangel på interesse, og prioritering av andre egenskaper ved bygget

I kjøp og salg av boliger og næringsbygg er det som mye informasjon som skal kommuniseres. Det var enighet i begge fokusgruppene at faktorer som går på byggets komfort og kvalitet i de aller fleste tilfeller prioriteres foran byggets energiutslipp. Det kommer videre frem at egenskaper ved passivhus som virker begrensende på utforming av bygget, som for eksempel en mindre glassfasade, også oppleves som en «kostnad»<sup>21</sup>.

Per i dag er passivhus for de fleste forbrukere et relativt ukjent begrep, og forbrukere har sjelden hverken forutsetninger eller et ønske om å sette seg inn i hva dette innebærer. Folk flest mangler faglig trygghet, og det er få erfaringseksempler å vise til. Dette gjør at skjulte kostnader, en fellesbetegnelse for kostnader knyttet til for eksempel tidsbruk ved informasjonsinnhenting, vurdering og verifisering av løsninger, vil oppleves som høyere for et passivprosjekt enn for et tilsvarende kjent prosjekt. Dette kan gi seg utslag i en lavere etterspørsel etter denne typen bygg.

#### Negativ holdning til passivhus

Det kom tydelig frem i både fokusgruppe- og case-studiene at oppfatninger som at passivhus « blir for varmt om sommeren og for kaldt om vinteren», «at man ikke kan åpne vinduene», og at «det er hus med rare former» er sterkt til stede i befolkningen. Det samme gjelder en skepsis med tanke på fukt og helseproblematikk. Dette kan tenkes å være et resultat av at forbrukere gjerne har en initial skepsis til det som er ukjente, kombinert med det faktum at mye av den oppmerksomheten passivhus har fått i media frem til nå (2011) har til en viss grad vært negativt ladet.

#### Manglende tro på lønnsomhetskalkylen

At investorer ofte ikke tror på lønnsomhetskalkyler som presenteres blir nevnt som en viktig barriere, både for kortsiktige og langsiktige investorer. Det kan være knyttet til at de enten ikke tror at denne typen bygg er noe markedet etterspør, eller at det er en usikkerhet om hvorvidt den faktiske energibesparelsen vil være like stor som planlagt energistandard tilsier. Drift og vedlikehold er meget viktige momenter her. Det fremkommer i begge fokusgruppene en oppfatning om at kostnader i driftsfasen knyttet til vedlikehold av teknisk utstyr ofte fordyrer et prosjekt betraktelig utover hva initiale lønnsomhetsberegninger viser.

I følge fokusgruppene er dette en barriere som vil være mer fremtreden for et rehabiliteringsprosjekt enn for et tilsvarende nybyggingsprosjekt. Det fremkommer at det pr i dag er en generell oppfatning blant gårdeiere om at rehabilitering til passivhusstandard er altfor dyrt, og at det innebærer å ta større risiko enn hva ville vært tilfelle når det gjelder nybygging. Dette skyldes at man ikke alltid har det klart for seg hvordan konstruksjonene er bygget opp. I tillegg finnes det svært lite erfaring å vise til, og det er også vanskeligere å overføre erfaringer fra et rehabiliteringsprosjekt til et annet.

---

21 Det er et kjent fenomen innenfor adferdsøkonomisk teori at man gjerne vektet de alternativer man kjenner og benytter seg av i dag høyere enn alternativer som innebærer store forandringer, det vil si at å gi opp en glassfasade vektet høyere enn positive egenskaper ved passivhus. Karakteristika ved beslutningstager, og forhold som status og sosiale normer, påvirker en forbrukers verddivurdering.

### **Frykt for kostnadsoverskridelse, forsinkelser og feil i utførelse**

Frykt for kostnadsoverskridelse, forsinkelser og feil i utførelse medfører at passivhus prosjekter har et større behov for samarbeid mellom fagene i prosjekteringsfasen, og en tettere oppfølging av selve byggeprosessen. Deltagerne i begge fokusgruppene forteller at den opprinnelige oppfatningen de hadde av passivhus var at det hørtes komplisert og vrient ut, og som en utbygger sier «Når det gjelder risikobildet er det alltid tryggere å velge det man har gjort før.»

Det var en enighet i begge gruppene at det skulle vise seg og ikke være så vanskelig å bygge etter passivstandard likevel, sett i forhold til TEK 10, og de mente at en her ville komme svært langt med en god oppfølging på byggeplassen. Det er enighet blant fokusgruppene at bildet er noe annerledes for rehabiliteringsprosjekter, hvor risikoen for kostnadsoverskridelser og forsinkelser fortsatt vurderes som høyere. Det er viktig å merke seg at risikoen ved rehabiliteringsprosjekt også er høyere enn ved nybygg når en bygger til TEK 10.

### **Frykt for skader på lang sikt (fukt, mugg mv) i bygget**

Frykt for fukt har vært et tema som ofte har blitt nevnt i forbindelse med passivhus. Dette er i hovedsak en problemstilling i forhold til at dette er tykke konstruksjoner, og eventuell fukt som er kommet inn vil bruke lenger tid på å tørke enn i tynne konstruksjoner. Fokusgruppedeltagerne er enige i at dette er en frykt som er til stede hos enkelte aktører, men mener at når det gjelder nybygg er denne frykten uten hold og skyldes heller manglende kunnskap. Det påpekes imidlertid at når det gjelder rehabilitering til passivhusstandard vil det kunne være en reell økt risiko for fukt. Dette da for mye isolasjon på innsiden av eksisterende vegg vil kunne føre til fuktskader i konstruksjonen, og i mange rehabiliteringsprosjekt har man ikke tillatelse/mulighet til å isolere på utsiden av veggen.

### **For vanskelig å bo i/bruke passivhus**

Ny teknologi og et ansvar for vedlikehold kan for mange virke skremmende, jf tidligere diskusjon om skjulte kostnader. Det fortelles om bygg med mye tekniske problemer som har krevd fagteknisk kompetanse for å løse. Majoriteten av potensielle byggeiere og brukere vil ikke ha god nok kompetanse til å drifte tekniske anlegg, og et inntrykk av at dette er «for teknisk» vil naturligvis virke inn på en beslutning om hvorvidt man ønsker en slik løsning eller ikke. Problemstillingen er mest relevant for boliger og mindre næringsbygg da større næringsbygg gjerne driftes av profesjonelle.

### **Kortsiktig tidshorison/manglende fokus på energikostnad**

Flere studier har avdekket irrasjonell adferd hos forbrukere knyttet til valg av energieffektive løsninger, hvor tendensen er å ikke velge det kostnadseffektive alternativet, men det med lavest initial investeringskostnad. Dette ble bekreftet av diskusjonen innad i fokusgruppene hvor det legges vekt på det faktum at energipriser ikke tas med i de økonomiske analysene. Det er enighet i begge fokusgruppene om at en av de viktigste barrierene for implementering av energieffektive tiltak er at folk har rett og slett ikke har fokus på energibesparelser, og som en boligutbygger sier det «Hvis folk bare hadde visst hvor lønnsomt det er å bygge passivhus, så ville de gjort det.»

Det er rimelig å anta at dette i mindre grad vil gjelde næringsbygg, da profesjonelle aktører har et mer bevisst forhold til internrente og nedbetalingstid.

### 3.4.2 Markedsrelaterte barrierer

#### **Manglende tilgang til arkitekter og rådgivere og med riktig kompetanse om passivhus**

Lite vilje til å lære og et dårlig kompetansenivå hos arkitekter og rådgivere vil kunne velte prosjekter dersom byggherren ikke er sterk og vet hva han vil. Motstridende informasjon vil kunne virke fordyrende på prosjekter ved at man «sikrer» seg, ved for eksempel å investere i kjølealternativ som det i utgangspunktet ikke er behov for fordi man er redd det vil kunne bli for varmt.

I fokusgruppestudiene fremkom det eksempler på at rådgivere og arkitekter ikke hadde hatt god nok kompetanse når det gjaldt passivhus, både innenfor materialvalg og på mer generelle anbefalinger. Resultatet var i et av tilfellene nettopp det at man «sikret» seg. Flere av deltakerne i fokusgruppene og casestudiene har opplevd at dårlig prosjektering har ført til at ikke gjennomtenkte problemstillinger må løses på byggeplass. Dersom dette er viser seg å være mer vanlig på passivhus prosjekter enn for TEK 10 prosjekter vil det nødvendig føre til en høyere risikovurdering.

#### **Manglende tilgang til entreprenører og utførende personell på byggeplass med riktig kompetanse om passivhus**

Som et resultat av manglende tilgang på riktig kompetanse hos entreprenør og utførende personell kan være at passivhus prosjekter velges bort, eller vurderes som mer risikabelt enn et TEK 10 bygg. Som en utbygger sier «*Av kompetansehensyn kontraherer vi kun de store entreprenørene på passivhus, og det optimale er naturligvis å benytte noen som har gjort dette før.*» Dette gjenspeiler et ønske de fleste av oss har om å minimere risiko.

Det er en oppfatning i fokusgruppene at miljøet for småhusbygging besitter mindre kompetanse på området enn miljøet for næringsbygg. Geografi vil også her være en viktig faktor, og fokusgruppa bestående av byggherre, entreprenører og rådgivere mener det, pr i dag, er enklere å finne rett kompetanse i Oslo og større byer enn i små tettsteder. Byggeplassledelse fremheves som svært viktig for å oppnå kvalitet på gjennomført arbeid, og dårlig kompetanse på tekniske installasjoner fremheves som problematisk. Det poengteres i fokusgruppa at ved rehabilitering vil noe av kompetansebehovet bli forskjøvet utover i kjeden fra prosjekterende til utførende. Dette medfører at kompetanse hos utførende ved et rehabiliteringsprosjekt blir enda viktigere.

#### **Vanskelig tilgang på materialer**

Vanskelig tilgang på materialer vil til en viss grad kunne komplisere, fordyre eller forhindre et passivhusprosjekt. Dette gjelder i første rekke rehabiliteringsprosjekter, der man av hensyn til for eksempel byggelinje har større behov for slankere vegger enn man får med mineralull<sup>22</sup>. Det fremkommer eksempler hvor det har vært nødvendig å bestille materialer fra utlandet fordi sortimentet ikke er tilgjengelig i Norge.

I tillegg viser det seg at for noen elementer, som for eksempel garasjeport, finnes det foreløpig ikke produkter som er gode nok på markedet. Det etterspørres også spesialprodukter, som f.eks. teip til hjørner, som ville gjort selve gjennomføringen lettere, men et ønske om forenklede produkter er i seg selv ikke en barriere.

---

<sup>22</sup> Byggelinje angir nøyaktig begrensning for beliggenhet av bygget innenfor tomtegrense, ofte angitt som minste avstand fra vei.

### **Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus**

Finansiering av merkostnadene som passivhus innebærer vil kunne virke begrensende på et prosjekt om denne merkostnaden ikke kan belånes. Dersom aktørene ikke har tilgang på tilstrekkelig egenkapital vil dette være en svært viktig barriere. Deltakerne i fokusgruppene forteller at låneinstitusjoner i dag ikke tar hensyn til verdiøkning på et bygg som følger av en økt standard ved oppgradering til passivnivå. Heller ikke økt betalingsdyktighet på månedlige avdrag som følge av reduserte energitgifter tas inn i bankenes regnestykke, der dette er aktuelt. Som en utbygger sier: «Bankene har ingen tanker om at verdien av bygget er bedre, det at en har reduserte energitgifter er helt irrelevant.»

### **Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris**

Når eiendomsutviklere tar valg om hva de vil bygge, rådfører de seg ofte med meglere om hva som selger, og til hvilken pris. Det er en oppfatning i fokusgruppen bestående av utbyggere, entreprenører og arkitekter om at meglere alltid rapporterer om hva som solgte i går. Da det foreløpig ikke finnes reelle konkurrerende alternativer<sup>23</sup> som gir forbrukere muligheten til å velge de prosjekter med økt energiytelse og dermed utrykke en eventuell preferanse for dette, vil dette heller ikke komme til syne i markedet. I tillegg vil medias rapportering om at passivhus er for varme etc. skape usikkerhet rundt etterspørselen etter disse prosjektene.

Dersom energikostnader ikke tas hensyn til i en verddivurdering ved kjøp og salg av bygg resulterer dette i at utbyggere/byggeiere ikke kan regne med å få dekket inn de fulle merkostnadene ved denne typen bygg, eventuelt vil de kunne ha tjent mer ved å bygge med en lavere energiytelse. Dette fremkommer svært tydelig i et eksempel som ble nevnt i fokusgruppene. Her ble rehabilitering til passivhusstandard nedstemt av 3 beboere som hadde planer om å selge i nær fremtid. Det ble pekt på at kjøper som regel tar høyde for fellesgjeld når man skal bestemme hvor mye man er villig til å betale for en bolig, og økt fellesgjeld vil gi en lavere salgspris på boligen. Når økt energiytelsen ikke tas med i kostnadsvurderingen vil en økt felleskostnad kun medføre tapt potensiell inntekt for de som ønske å selge.

Når det gjelder utleie er oppfatningen i fokusgruppene en litt annen, og deltakerne tror at dokumentasjon på faktiske besparelser vil gjøre det enklere å argumentere for en økt leiekostnad. Per i dag er det svært lite av denne typen dokumentasjon tilgjengelig.

### **3.4.3 Organisatoriske barrierer**

#### **Negativ holdning til passivhus i hele eller deler av prosjektgruppa i planleggingsfasen**

Dersom man opplever at det er negativ holdning til passivhus blant medlemmer i gruppa som skal planlegge prosjektet vil dette kunne virke hemmende i prosessen, og i enkelte tilfeller endre på målsetningen for bygget. En slik negativitet vil kunne være et resultat av flere av barrierene tidligere diskutert. Deltakerne i fokusgruppene forteller at man i slike tilfeller enten ville erstattet negativt innstilte rådgivere eller be dem om å gjøre beregningene sine på nytt dersom de mener passivstandard er utenfor rekkevidde. Begge disse løsningene krever at byggherren er motivert og godt informert om hva som er mulig å få til. Dersom dette ikke er tilfelle kan det tenkes at byggherren tar de negative innspillene til følge og enten firer på standarden eller sikrer seg ved å gjøre nødvendige investeringer som fordyrer prosjektet.

<sup>23</sup> Konkurrerende med tanke på andre faktorer som vurderes som viktige, bla. beliggenhet, tilgang til parkering, nærhet til kollektivtransport, balkong, utsikt etc.

### **Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen**

Erfaring fokusgruppedeltakerne sitter på viser hvor viktig det er at rådgivere kommer inn tidlig i planlegging av bygg, og ikke minst at de snakker sammen og samarbeider. Dette gjelder i utgangspunktet for alle typer bygg, men er spesielt viktig for passivhus, hvor en del løsninger/metoder som tidligere har vært brukt virker begrensende på muligheten til å oppnå passivhusstandard. Og som en av arkitektene sier: «*Det skaper kun merarbeid om konsulentene kommer inn for seint, og en evt. må endre vindusstørrelser, uttrykk av huset etc.*»

### **Ulike interesser og fokus mellom utbygger/kjøper og eier/leietaker**

Aktører i et byggeprosjekt vil alle ha forskjellige målsetninger, og dermed også ulike insentiv i arbeidet med planlegging og oppføring av et bygg. I et kontraktsforhold hvor det er en utbygger og en kjøper, eller en eier og en leietaker, vil de to partene i mange tilfeller ha motstridende interesse av det å investere i tiltak som fører til energibesparelser. I dette tilfelle er den aktøren som står med beslutningsmakt når det gjelder selve investeringen, og som tar risiko ved utbygging (eier/utbygger), ikke den samme som nyter godt av energibesparelsen (leietaker/kjøper). Fokusgruppene forteller at byggherren ønsker lønnsomhet innen kort tid, gjerne innen tre år, og vil at bygget skal oppføres raskt og at avtaler med leietakere bør undertegnes før bygget er ferdigstilt. Ofte selges bygget før det er ferdigstilt til en mer langsiktig byggeier, som gjerne vil ha mer fokus på holdbarheten av bygget og på lave driftskostnader. Leietaker igjen vil være opptatt av driftskostnad, inneklima, funksjonalitet, estetikk osv. Et ønske fra byggherre om å utnytte tilgjengelig tomt maksimalt med tanke på areal som kan leies ut, vil også kunne hindre utbygging av passivhus.

I følge fokusgruppa bestående av aktører som planlegger og bygger byggene, tas beslutninger om rehabilitering av gårder som regel i forbindelse med et salg. Her er det vanlig med spekulanter som rehabiliterer for å selge videre. Dersom markedet ikke etterspør passivstandard, eller er villige til å betale merkostnaden ved dette, er det rimelig å anta at disse ikke vil motiveres til å rehabiliterer til denne standarden. Næringsmeglernes tendens til å formidle etterspørselen etter «gårsdagens bygg» kommer også inn her.

#### **3.4.4 Regulatoriske barrierer**

##### **Økt kompleksitet eller begrensninger i forbindelse med byggesaken**

Kildene forteller at økt kompleksitet eller begrensninger i forbindelse med byggesaken kan være en barriere i forbindelse med rehabilitering. Spesielt er behovet for utvidet aktuelt, i det man ønsker å isolere mange bygg på utsiden av eksisterende vegg for å beholde mest mulig av nettoareal og hindre utvikling av fukt i konstruksjonen. Det er en oppfatning i fokusgruppene at muligheten for dispensasjon for byggelinje varierer kraftig fra kommune til kommune.

##### **Konflikt med vernebestemmelser**

Konflikter med vernebestemmelser er en barriere som kun gjelder ved rehabilitering av bygg. Dersom fasaden er vernet vil man ikke ha tillatelse til å etterisolere på utsiden av veggen, og isolering innover i bygget stjeler en del areal. Ofte må man også beholde karm og ramme på vinduene, noe som kan gjøre det vanskelig å få satt inn vinduer som tilfredsstiller kravene til passivhus. Dette er en problemstilling man først og fremst møter i større byer, og i byer med verneverdig bebyggelse.

## Andre myndighetsforhold og reguleringer<sup>24</sup>

Det er en oppfatning, særlig blant byggeiere blant kildene, at andre myndighetsstyrte tiltak som er iverksatt for å bedre energieffektiviteten i bygg, for eksempel energimerkeordningen, til en viss grad kan undergrave etterspørselen etter passivhus. Det kan for eksempel være vanskelig for forbrukeren å forstå forholdet mellom energimerkeordningen og begrepet passivhus. Energimerkeordningen er trolig mer innarbeidet, og man etterspør dermed heller et visst energimerke enn en spesifikk byggteknisk standard. Utenlandske byggeiere eller leietakere har som regel ikke et forhold til den norske passivhusstandarden, men etterspør bygg som er sertifisert gjennom ordninger som f.eks. BREEAM<sup>25</sup>. Mange ordninger og mange begreper å holde orden på skaper stor mulighet for forvirring.

Kildene forteller at man er helt avhengig av støtte fra Enova for å få lønnsomhet i prosjektene, og at merarbeidet med å oppfylle kravene til støtteordningen kan redusere ambisjonene man har til et bygg. Som en byggeier sier det: «Enova er krevende, og det er en terskel å sette i gang med søknader. Prosessen er et træl, man må leie inn konsulenter for å ta jobben. Vi ser at mange ikke kjører løpet ut.» På den annen side bruker de som har fått Enova-støtte gjerne dette i markedsføringen av bygget, noe som kan tyde på en merverdi hos støttemottaker utover den rene pengeverdien. Et annet aspekt som fremkommer er at støtteordningen oppfattes som rigid og streng. Man opplever at dersom man ikke klarer å møte ett av kravene som stilles, mister man retten til støtte, også dersom man kompenserer med å overoppfylle andre krav. Fokusgruppedeltakerne tror også at Enovas krav om rapportering av energibruk i ti år også virker avskrekkende på noen aktører<sup>26</sup>.

## 3.5 Oppsummering

Erfaringene fra de gjennomførte casestudier og fokusgruppene viser at det er store variasjoner i hvordan aktører 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.

Metodene vi har benyttet for å analysere svarene og for å sile ut de viktigste barrierene er beskrevet nærmere i Vedlegg 4. Denne analysen viser at de viktigste barrierene for passivhus er:

- 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
- Konflikt med vernebestemmelser (gjelder kun rehabilitering)
- Vanskelig tilgang på materialer (gjelder i hovedsak rehabilitering)
- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen

Som vi ser fra punktlisten er det først og fremst en frykt for at det ikke skal lønne seg økonomisk som hindrer både utbygging av passivhus og rehabilitering av eksisterende bygg til passivhusstandard. Denne barrieren viser seg å være gjeldene for alle leddene i byggets verdikjede- fra planlegging og finansiering til bygging og salg. Man tviler på at kalkylene i

<sup>24</sup> Begrensinger knyttet til andre tekniske krav som brannforskrifter mv. oppfattes ikke som en barriere for bygging av passivhus eller rehabilitering til passivhusstandard.

<sup>25</sup> Building Research Establishment – Environmental Assessment Method (BREEAM) er en metode for å vurdere og rangere bygninger med hensyn på miljø. I tillegg til energibruk er aspekter som helse, komfort, materialvalg, avfall osv. inkludert i BREEAM.

<sup>26</sup> Enova har nylig redusert dette til fem år

oppstartsfasen stemmer, man har problemer med å skaffe ekstra kapital til å finansiere merinvesteringen i passivhus. I byggefasen frykter man kostnadsoverskridelser og forsinkelser, og det kan være vanskelig å få solgt eller leid ut et passivhus til «riktig» pris. Disse barrierene gjelder for alle typer bygg, og både rehabiliteringsprosjekter og nybygging.

Konflikt med vernebestemmelser er kun aktuelt i rehabiliteringssaker. Slike bestemmelser kan stoppe forsøk på å rehabilitere bygg til passivhusstandard, for eksempel for bygg med vernet fasade bygd i mur eller teglstein, som ikke kan isoleres på innsiden fordi at dette kan øke faren for fuktskader i konstruksjonen.

Vanskelig tilgang på materialer dreier seg først og fremst om enkelte spesialprodukter som egner seg til passivhus. For enkelte elementer, som garasjeport og vakuumisolasjon, er markedet lite utviklet i Norge. Vanskelig tilgang på materialer er kanskje særlig problematisk for rehabilitering av bygg, hvor regulatoriske krav til byggelinje og vern av fasade krever en tynnere isolasjon enn det som er tilgjengelig på markedet i dag, om en skal nå passivstandard. Spesialprodukter som for eksempel teip til hjørner er også etterspurt, men er ikke på markedet. Dette lar seg imidlertid løse ved mer omhyggelig utførelse og økt tidsbruk, og er ikke å regne som en barriere i seg selv.

Nybygging og rehabilitering til passivhusstandard krever økt samarbeid mellom fagdisiplinene, spesielt i planleggingsfasen. Dette medfører gjerne mer tidsbruk, enten i form av en lengre planleggingsfase eller i form av mer intensivt arbeid.

Deltakerne i de to fokusgruppene tenderer til å legge mer vekt på viktigheten av de barrierer som er utenfor deres egen kontroll, enn de har direkte innvirkning på, noe som er svært interessant, og i tråd med hva vi forventet. 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. Dette kan tyde på mangel på kommunikasjon fra utbyggerne om at dette er noe de faktisk mestrer. Det kan også være et resultat av at vår utbyggergruppe bestod av aktører som har vært tidlig ute med å jobbe med passivhus, og at disse har overvurdert bransjens samlede kompetanse.



## 4. DEL C: POTENSIAL FORDELT PÅ BARRIERER

### 4.1 Metodisk tilnærming

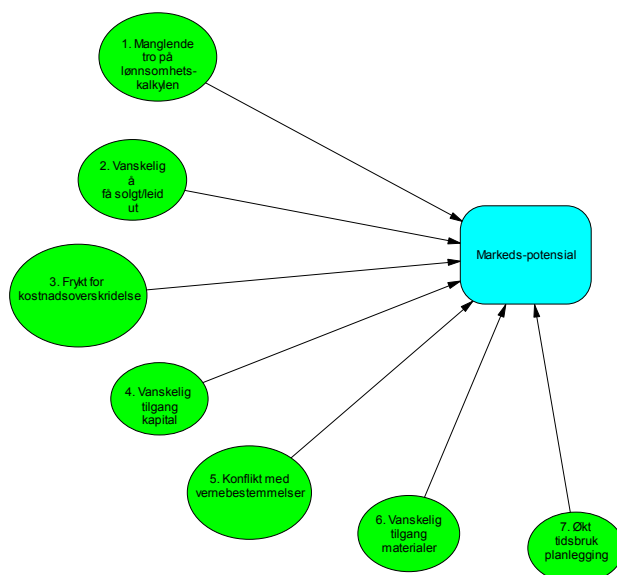
I del B drøftet vi rangering etter betydning av de barrierene som ble avdekket i caseintervjuer og fokusgrupper. I del C av potensialstudien kobler vi sammen barrierer og potensial, for å beskrive hvor viktige enkeltbarrierer er i forhold til utløst potensial. Resultatet av beregningene er anslag på **markeds-potensialet** for passivhus og nær nullenergibygninger, altså den delen av det økonomiske potensialet som vi kan forvente at faktisk realiseres.

Det sier seg selv at kvantifisering av barrierer er en subjektiv øvelse med en betydelig grad av usikkerhet. For det første er barrierene i seg selv vanskelige å kvantifisere, og i tillegg er vårt datagrunnlag basert på et begrenset antall personer og utsagn gjennom caseintervjuer og fokusgrupper. Ikke desto mindre mener vi at denne delen av analysen har betydelig verdi, men at resultatene må tolkes og brukes skjønnsomt.

Formålet med del C er å kvantifisere hvordan barrierer påvirker beslutningen om å bygge eller rehabilitere et bygg til passivhus- og nær nullenergistandard i stedet for TEK10-standard. Vi må derfor starte med å beskrive beslutningsprosessen og hva som påvirker denne.

Fra resultatene i del B av prosjektet vet vi at det er flere ledd i verdikjeden som påvirker og fatter de relevante beslutningene. Når vi i det følgende kobler barrierer med potensialer, tar vi ikke eksplisitt stilling til hvor i beslutningskjeden barrieren ligger, men baserer beregningsforutsetningene på den informasjonen vi har fått gjennom casestudiene og fokusgruppene.

Figur 4-1 er en prinsippskisse over hvordan de sju barrierene som ble trukket frem som de viktigste i del B påvirker potensialet, og hvilke typer usikkerhet som beslutningstaker typisk vil forholde seg til. I figuren representerer de grønne ellipsene usikkerheter (eller barrierer) og den blå firkantet forventet lønnsomhet eller nytte.



**Figur 4-1 Prinsippskisse for beslutningsprosess om hevet energistandard (passivhus- og nær nullenergistandard)**

Barrierene kan gi seg utslag i endring av flere variabler i beregningsgrunnlaget for potensialet i vår analysemodell, slik som

- Investerings- og driftskostnader
- Avkastningskrav i prosjektet
- Andel av arealet som faktisk kan gjennomføre tiltakene

I forhold til aktørens beslutningsadferd kan vi knytte disse variablene både til kunnskaps- og informasjonsnivå, risikoaversjon og til absolutte barrierer som beslutningstager møter (slik som vernebestemmelser).

For hver av barrierene er det gjort en vurdering av hvilken av disse variablene barrieren vil ha innvirkning på. Grunnlaget for vurderingene er i første rekke resultater fra fokusgruppene og casestudiene, supplert med vår egen erfaringsbaserte og subjektive vurdering. Det ble definert to eller tre mulige utfall for hver av barrierene – Basis, Middels og Høy. Erfaring fra fokusgruppene tilsier at ulike beslutningstakere vektlegger forskjellige barrierer, og det vil alltid være en relativt stor gruppe som ikke oppfatter en gitt problemstilling som en barriere.

- **Basis** beskriver tilfeller der barrieren ikke slår inn i det hele tatt, og tilsvarer dermed de forutsetningene som er tatt i beregningen av økonomisk potensial i del A
- **Middels** beskriver tilfeller der barrieren har middels påvirkning på beslutningsgrunnlaget eller -variabelen
- **Høy** beskriver situasjoner der barrieren har høy påvirkning på beslutningsgrunnlaget eller -variabelen

I fokusgruppene ba vi deltagerne klassifisere og rangere barrierene etter denne inndelingen. Utfallene ble tildelt sannsynligheter og utfallsverdi. Utfallsverdien er en faktor som multipliseres med, eller legges til, den opprinnelige verdien på variabelen, og dermed endrer markedspotensialet for å gjennomføre tiltak. Utfallsverdien for Basis er alltid 1, da Basis gjelder de tilfeller der barrieren ikke påvirker potensialet. Sannsynligheten for et gitt utfall kan tolkes som andelen av bygge- eller rehabiliteringsprosjektene der utfallsverdien blir gjeldende.

## 4.2 Forutsetninger

I fokusgruppemøtene ba vi alle deltagere om å angi både hvor ofte en barriere opptrer og hvor storvirkning den har når den opptrer. Selv om svarene selvsagt varierte mellom de ulike deltagerne, gir dette et godt grunnlag for å kvantifisere de verdiene vi legger til grunn i vår analyse. I tillegg er prosjektgruppens egne erfaringer og skjønn lagt til grunn. I Tabell 4-1 oppsummerer disse beregningsforutsetningene.

**Tabell 4-1 Sannsynlighet og utfallsverdi for barrierer**

Barriere	Sannsynlighet			Utfallsverdi			Påvirker variabel
	Basis	Middels	Høy	Basis	Middels	Høy	
Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme	0,5	0,35	0,15	1	1,5	2	Total-kostnader
Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris	0,7	0,25	0,05	1	1,5	2,5	Total-kostnader
Frykt for kostnadsoverskridelse og/eller forsinkelser i bygging	0,7	0,275	0,025	1	1,5	2	Investerings-kostnader
Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus	0,6	0,3	0,1	0	0,005	0,01	Avkastnings-krav
Konflikt med vernebestemmelser (gjelder kun rehabilitering)	0,4	0,6		1	0,3		Areal
Vanskelig tilgang på materialer	0,8	0,2		1	0		Areal
Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen	0,4	0,2	0,4	1	1,05	1,1	Total-kostnader

I det følgende begrunnes sannsynlighetene og utfallsverdiene som er tildelt de aktuelle barrierene.

### **Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme**

Denne barrieren påvirker totale merkostnadene for prosjektet, og det er disse som multipliseres med utfallsverdien. Mange aktører lar seg ikke påvirke av denne barrieren, og sannsynligheten for Basis er derfor satt til 0,5. Videre ser vi at en relativt stor andel lar seg berøre noe av barrieren, utfallet Middels har derfor fått sannsynlighet 0,35 og utfallsverdi 1,5. Det betyr altså at i 35 % av prosjektene vil man tvile på at totalkostnaden er satt høyt nok i forhold til for et tilsvarende TEK 10-bygg, og derfor regne med et påslag på 50 % på merkostnaden. 15 % av prosjektene berøres av barrieren i høy grad og regner med doble totale merkostnader i forhold til opprinnelig kostnadskalkyle.

### **Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris**

Innhentet informasjon viser at en stor andel av aktørene ikke ser på dette som en barriere, og sannsynligheten for Basis er derfor satt til 0,7. I en fjerdedel av tilfellene vil dette være en middels stor barriere som fører til at man i beregningene legger på 50 % på de totale merkostnadene ved å bygge passivhus. En liten del av aktørene ser på dette som en svært stor barriere, og basert på dette har vi satt at i 5 % av tilfellene vil man multiplisere de totale merkostnadene med en faktor på hele 2,5 for å hensynta denne situasjonen.

### **Frykt for kostnadsoverskridelse og/eller forsinkelser i bygging**

Denne barrieren gir seg kun utslag til merkostnadene på investering. En stor del av aktørene er ikke opptatt av denne barrieren, og sannsynligheten for Basis er derfor satt til 0,7. En svært liten andel ser på dette som vanskelig, og vi har derfor forutsatt at i 2,5 % av tilfellene vil man doble anslaget for merkostnad på investering. Resten av aktørene ser problemet, men synes ikke det er viktig, og legger på 50 % på merkostnaden til investering.

### **Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus**

Dersom man har problemer med å få tilgang til kapital til prosjektet, vil man måtte akseptere en høyere lånerente. Denne barrieren påvirker derfor avkastningskravet i prosjektet. For de fleste prosjektene er ikke dette noe problem, sannsynligheten for Basis er satt til 0,6. Videre er det her satt at man i 30 % av tilfellene legger til 0,5 % på avkastningskravet, mens man i 10 % av tilfellene legger til 1 % på kravet.

### **Konflikt med vernebestemmelser**

Denne barrieren gjelder kun for rehabiliteringsprosjekter, men kan også omfatte andre forhold enn de som er rendyrkede vernebestemmelser – for eksempel bestemmelser om byggelinje. Den påvirker andelen areal som blir rehabilitert mot passivhusstandard istedenfor til TEK 10-standard. Her er det bare to mulige utfall – enten rehabiliterer man til passivhusstandard eller så gjør man det ikke. Ikke alle tiltak berøres. I analysene rammer vernebestemmelser isolasjon, lufttetthet og kuldebroer, samt både solfanger og varmepumpe<sup>27</sup>. Vern kan også ramme vinduer og dører, men vi har lagt til grunn at man kan finne tilfredsstillende løsninger på dette. Sannsynligheten for Basis er satt til 0,4, denne andelen av bygningsmassen er altså ikke berørt av vernebestemmelser eller andre direkte reguleringer. For det resterende rehabiliteringsarealet, som faktisk er berørt av vernebestemmelser, er utfallsverdien satt til 0,3, som betyr at man får dispensasjon fra bestemmelsene for 30 % av det berørte arealet, og kan rehabilitere det til passivhusstandard. Det resterende arealet vil også bli rehabilitert, men ikke til passivhusstandard.

### **Vanskelig tilgang på materialer**

Med materialer menes i denne sammenhengen både materialer som vakuumpanel og komponenter som porter og spesialteip til bruk i hjørner. I de aller fleste tilfeller er ikke dette en barriere av betydning, sannsynligheten for Basis er satt til 0,8. Men i de tilfeller der det er et problem vil det være av avgjørende betydning, og bygget vil ikke nå passivhusstandard. Barrieren påvirker kun tiltakene isolasjon yttervegg og kuldebroer.

<sup>27</sup>Det er først og fremst luft-vann varmepumper som rammes (fordi det krever en vifte på taket), dvs småhus. Vann-vann varmepumpe rammes også hvis vernebestemmelser gjør det vanskelig f.eks å bore brønner eller få adgang til sjøvann.

### **Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen**

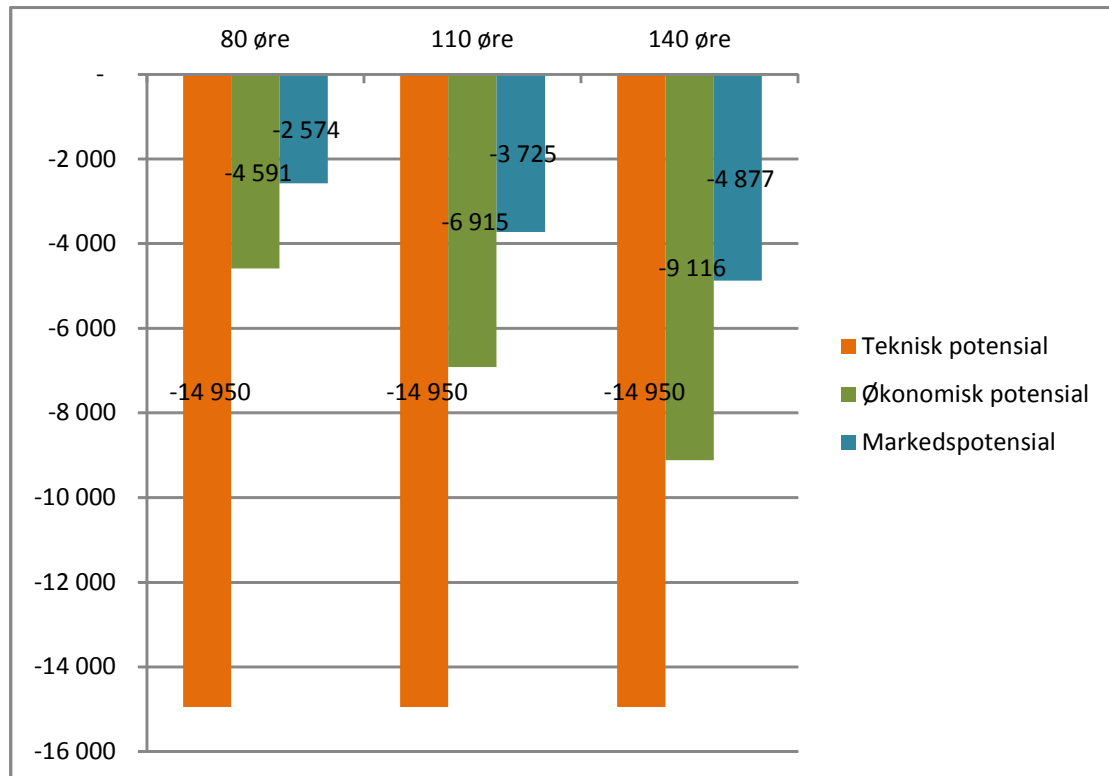
Det er en oppfatning i bransjen om at passivhus trenger mer planlegging og samarbeid mellom fagene, enn TEK 10-bygg. En del av aktørene ser ikke på dette som en barriere, Basis er satt til 0,4. I en relativt liten andel av prosjektene, 20 %, ser man på det som en liten barriere, og legger til 5 % på de totale merkostnadene for å dekke kostnadene ved dette behovet. I en større andel, 40 % av tilfellene, vil dette være en litt større barriere, og man legger til 10 % av merkostnaden. I alle tilfeller gir denne barrieren et svært lite utslag, ettersom utfallsverdien er så liten i forhold til de andre barrierene.

I tilbudsbeskrivelsen for dette prosjektet skilte vi mellom *objektive* og *subjektive* barrierer. Etter arbeidet med fokusgrupper og caseintervjuer finner vi at hovedvekten ligger på subjektive barrierer, dvs barrierer der det er aktørenes subjektive oppfatninger som påvirker størrelsen på markedspotensialet. I listen over barrierer ser vi kun to objektive barrierer, nemlig konflikt med vernebestemmelser og vanskelig tilgang på materialer. De øvrige er subjektive barrierer som har med aktørenes oppfatninger, kunnskapsnivå og risikoaversjon å gjøre.

### **4.3 Resultater**

Resultatene fra analysemodellen gir både en forventet verdi og et utfallsrom for markedspotensialet. Markedspotensialet beregnes for alle mulige kombinasjoner av barrierer, men kan også vurderes én om gangen. Vi er her interessert i å belyse begge deler: For det første ønsker vi å kvantifisere hvor mye av det samlede økonomiske potensialet som kan falle bort på grunn av barrierer, for det andre hvilke barrierer som betyr relativt sett mest.

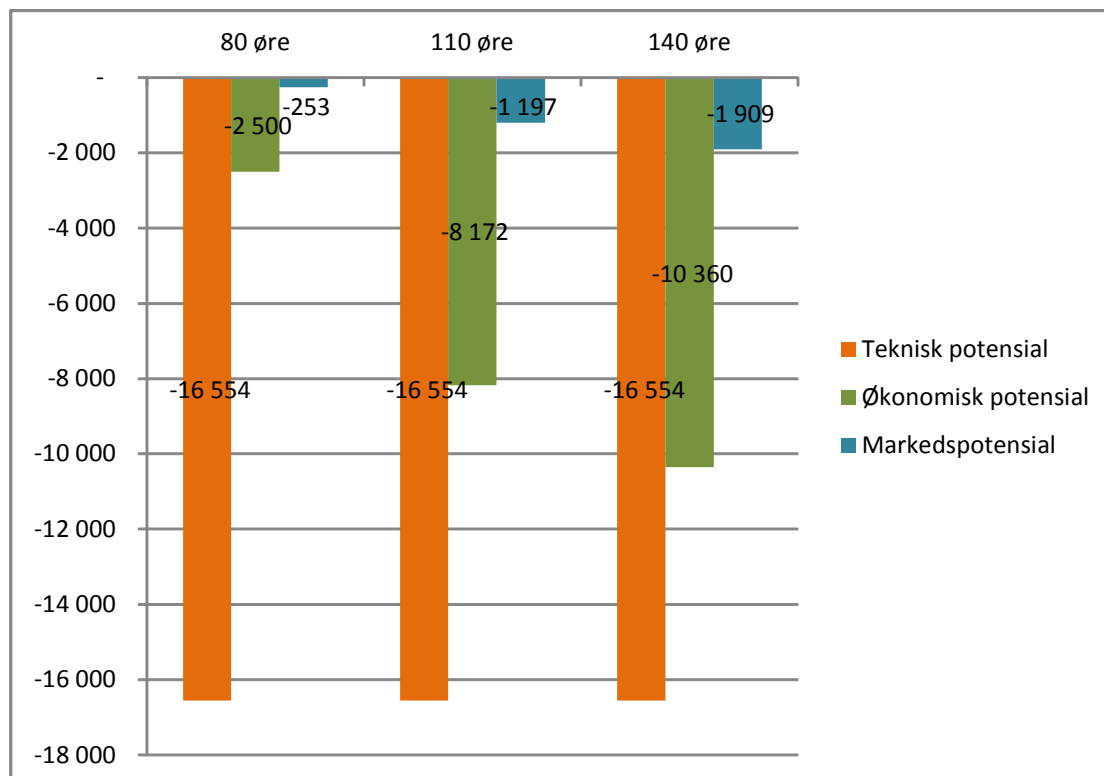
Ved de tre energiprisnivåene som er forutsatt i studien finner vi hovedresultater for passive tiltak i 2040 som vist i Figur 4-2. Ettersom vi regner med lineær utvikling av bygningsmassens areal, vil resultatet for 2020 være 1/3 av resultatene for 2040.



**Figur 4-2 Teknisk potensial, økonomisk potensial og forventet markedspotensial i 2040 for passive tiltak ved ulike energiprisnivåer. GWh**

I forhold til potensialberegningen i del A finner vi at barrierer utover fundamental mangel på lønnsomhet kan forventes å nesten halvere det økonomiske potensialet. Ved en energipris lik 80 øre/kWh snakker vi om en reduksjon i potensialet fra ca 4,5 TWh til ca 2,6 TWh. Andelen av markedspotensial i forhold til økonomisk potensial synker svakt med stigende energipris. Selv om dette intuitivt kan virke overraskende, betyr det kort og godt at barrierene får et større volum å virke på, og at formen på kostnadskurven (se Figur 2-13 og Figur 2-14) i dette intervallet er slik at barrierene virker relativt sett sterkere.

For de aktive tiltakene finner vi at barrierene virker mye sterkere.

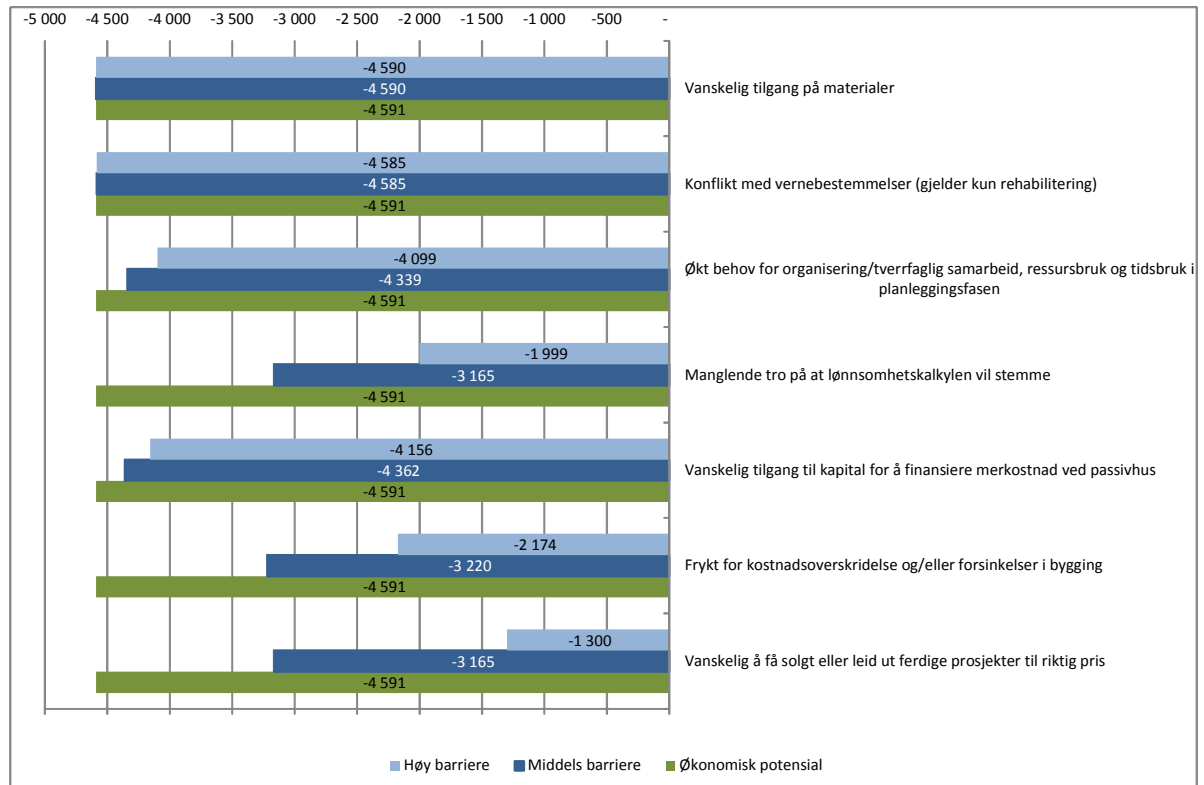


**Figur 4-3 Teknisk potensial, økonomisk potensial og forventet markedspotensial i 2040 for aktive tiltak ved ulike energiprisnivåer. GWh**

Ved det laveste energiprisnivået finner vi at bare 10 % av det økonomiske potensialet vil realiseres etter at øvrige barrierer er satt inn i analysen. For høyere prisnivåer stiger andelen til 15 % og 18 %.

Anslaget på markedspotensial er en forventningsverdi. Utfallsrommet avhenger av omfanget og styrken av de ulike barrierene. Vår beregningsmetodikk gir oss mulighet til å kvantifisere både det samlede utfallsrommet, og betydningen av hver barriere isolert sett. Vi ser først på betydningen av hver enkelt barriere, og deretter samlet utfallsrom.

For passive tiltak viser vi betydning av hver av barrierene for passive tiltak i 2040 ved energipris lik 80 øre/kWh. Endepunktet av de grønne søylene viser det økonomiske potensialet. Endepunktet av den mørkeblå søylen viser markedspotensialet dersom barrieren slår inn med middels verdi for utfallet. Endepunktet for den lyseblå søylen viser markedspotensialet dersom barrieren slår inn med høy utfallsverdi.

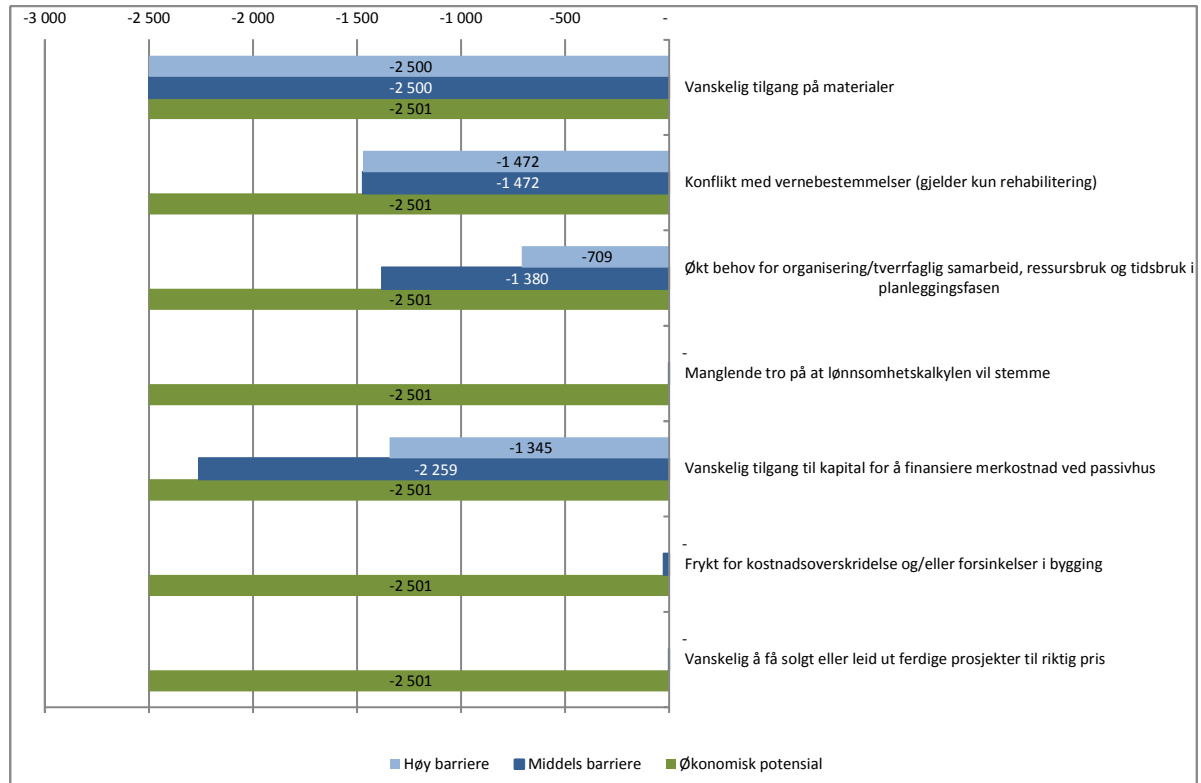


**Figur 4-4 Betydning av hver enkelt barriere for passive tiltak i 2040 ved energipris lik 80 øre/kWh. GWh**

Det er betydelig forskjell på hvor sterkt hver av barrierene påvirker markedspotensialet. Det er tre subjektive barrierer som skiller seg ut, nemlig manglende tro på lønnsomhetskalkylen, frykt for kostnadsoverskridelser i byggefasen og frykt for at det skal bli vanskelig å få solgt eller leid ut prosjektet. De øvrige fire barrierene har liten eller begrenset effekt på markedspotensialet.



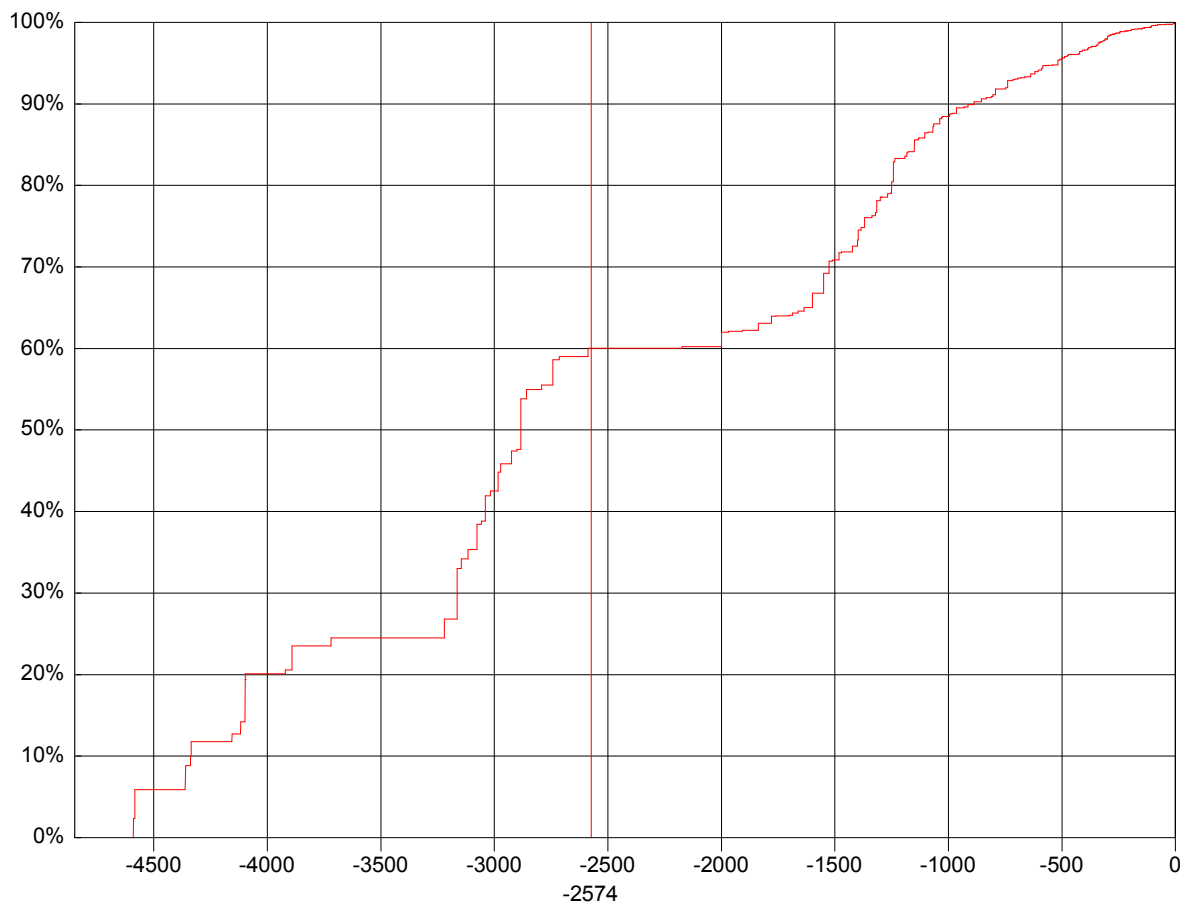
For aktive tiltak har barrierene en helt annen innvirkning, som vist i Figur 4-5.



**Figur 4-5 Betydning av hver enkelt barriere for aktive tiltak i 2040 ved energipris lik 80 øre/kWh. GWh**

Det økonomiske potensialet er langt mer eksponert for barrierer enn passive tiltak. Forklaringen ligger i formen på kostnadskurven (se Figur 2-13) for aktive i forhold til passive tiltak, som vist i del A. Aktive tiltak har en flat kostnadskurve, og ligger nær lønnsomhetsgrensen. Det betyr at ekstra usikkerhet i form av kostnadspåslag får virkning for en meget stor andel av det økonomiske potensialet. I motsetning til for passive tiltak, finner vi her at alle barrierene med unntak av tilgang på materialer har stor eller meget stor innvirkning på markedspotensialet.

Når vi over har vist betydningen av hver barriere, er det viktig å minne om at det beregnede markedspotensialet er en *forventningsverdi*. Selv om beregningene over kan vise den relative styrken for hver barriere, er det ikke slik at en enkelt barriere vil slå inn fullt ut for alle aktuelle tiltak. Den simultane betydningen av barrierene kan vi analysere ved å kjøre en realopsjonsmodell, slik som vist i Figur 4-1. Dette innebærer at vi kjører alle mulige kombinasjoner av utfall og sannsynligheter (ca 1000 til sammen) og plotter utfallsrommet hvor vi viser potensialet langs x-aksen og den akkumulerte sannsynligheten for å oppnå et visst potensial langs y-aksen, slik Figur 4-6 viser. Potensialet langt til høyre er det en høy sannsynlighet for at man når, mens potensialet langt til venstre har man lav sannsynlighet for å nå.

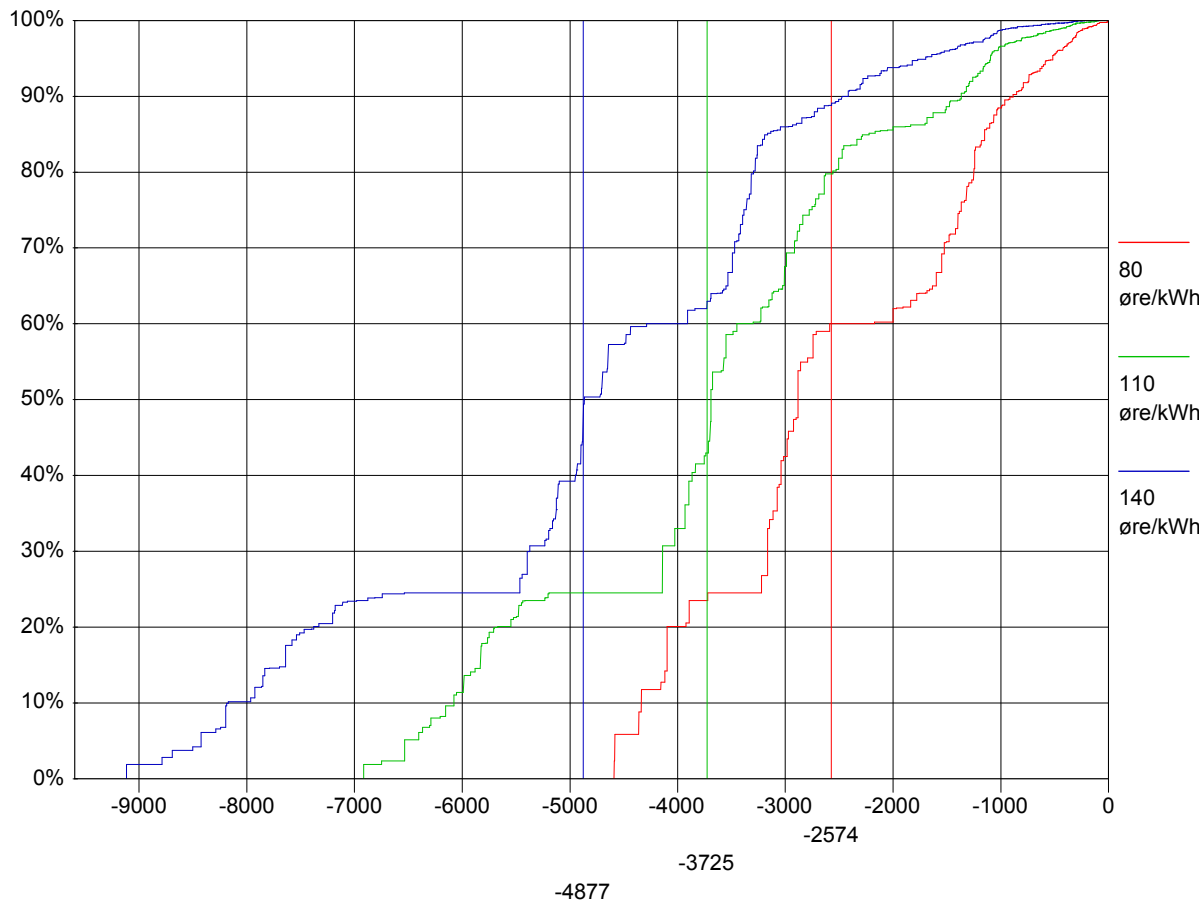


**Figur 4-6 Utfallsrom markedspotensial i 2040 ved 80 øre/kWh. GWh**

Figuren forteller oss at det økonomiske potensialet er 4,6 TWh – venstre endepunkt av linjen – men at sannsynligheten for å oppnå dette er kun ca 5 %. Hvis vi ser på den høyre delen av linjen, kan vi slutte at sannsynligheten for at markedspotensialet er lavere enn ca 1 TWh er ca 10 %. Forventningsnivået er vist ved den vertikale linjen midt i figuren, og er lik 2.574 GWh. Siden sannsynlighetsfordelingen ikke er symmetrisk, er sannsynligheten for å oppnå dette nivået forskjellig fra 50 % (i figuren ca 60 %).

Dersom vi legger høyere energipriser til grunn (110 øre og 140 øre/kWh) øker både det økonomiske potensialet og markedspotensialet regnet i GWh. Forholdet mellom dem er imidlertid nesten konstant, dog svakt stigende i retning av noe høyere andel markedspotensial ved høyere priser.

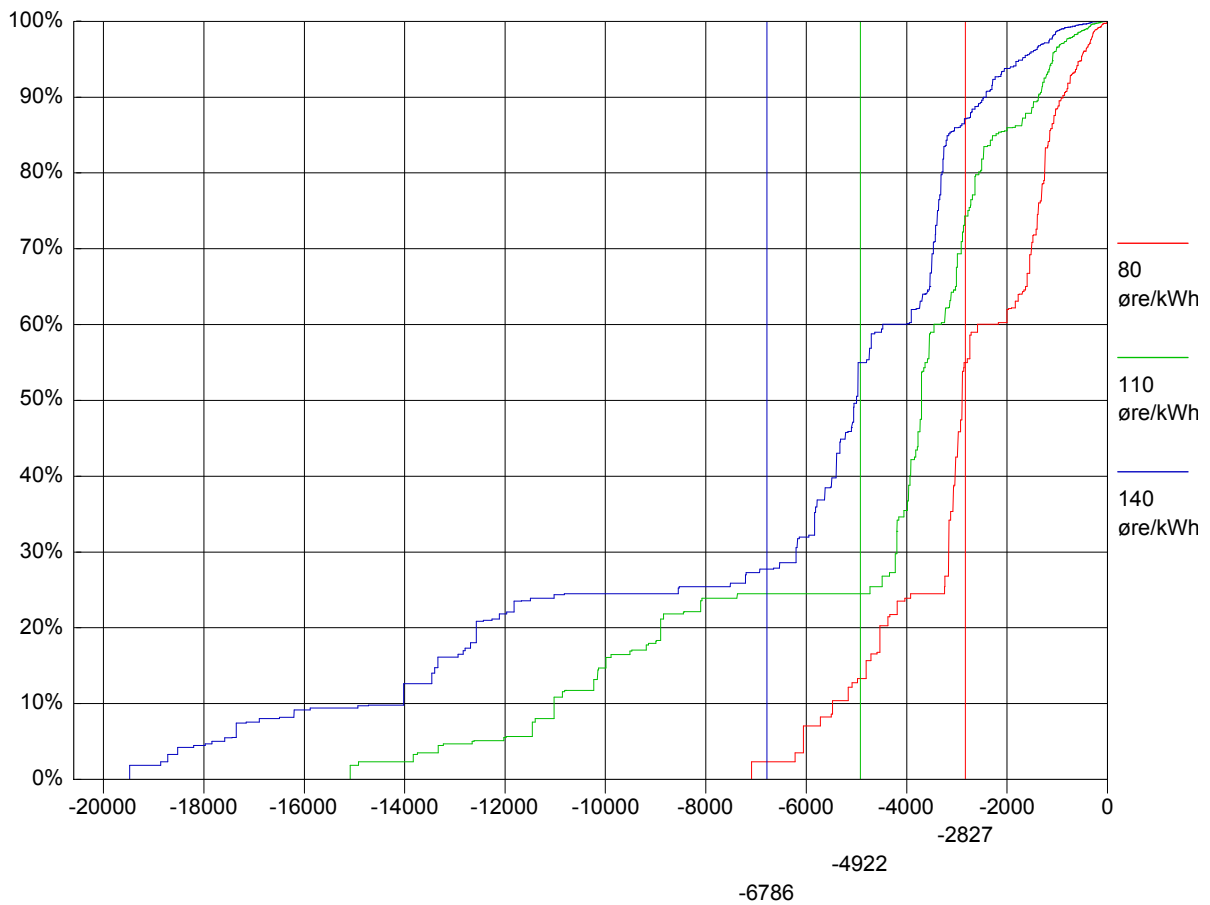
I Figur 4-7 viser vi utfallsrommet for alle tre prisnivåene for den totale bygningsmassen i 2040. Fasongen på kurvene for 2020 vil være lik, men tallverdien for potensialet vil være 1/3 av tallene i figuren.



**Figur 4-7 Utfallsrom for markedspotensialet av passive tiltak i 2040 ved ulike prisnivåer. GWh**

Felles for alle tre kurvene er at det forventede markedspotensialet utgjør ca halvparten av det økonomiske potensialet. Det fremgår klart at kurvene er parallelle. Dette er konsistent med en antagelse om *konstant relativ risikoaversjon* – det vil si at aktørene tenker risiko på samme måte uavhengig av om energiprisen er 80 eller 110 øre/kWh. Dette er en direkte konsekvens av at beregningene er gjort med samme avkastningskrav uavhengig av energiprisnivå. Konklusjonen er altså at effekten av barrierer omtrent halverer det økonomiske potensialet uavhengig av energiprisnivå.

Dersom vi ser på den totale effekten av barrierer for både aktive og passive tiltak, finner vi selvsagt et større utfallsrom i volum men også en sterkere effekt av barrierene.

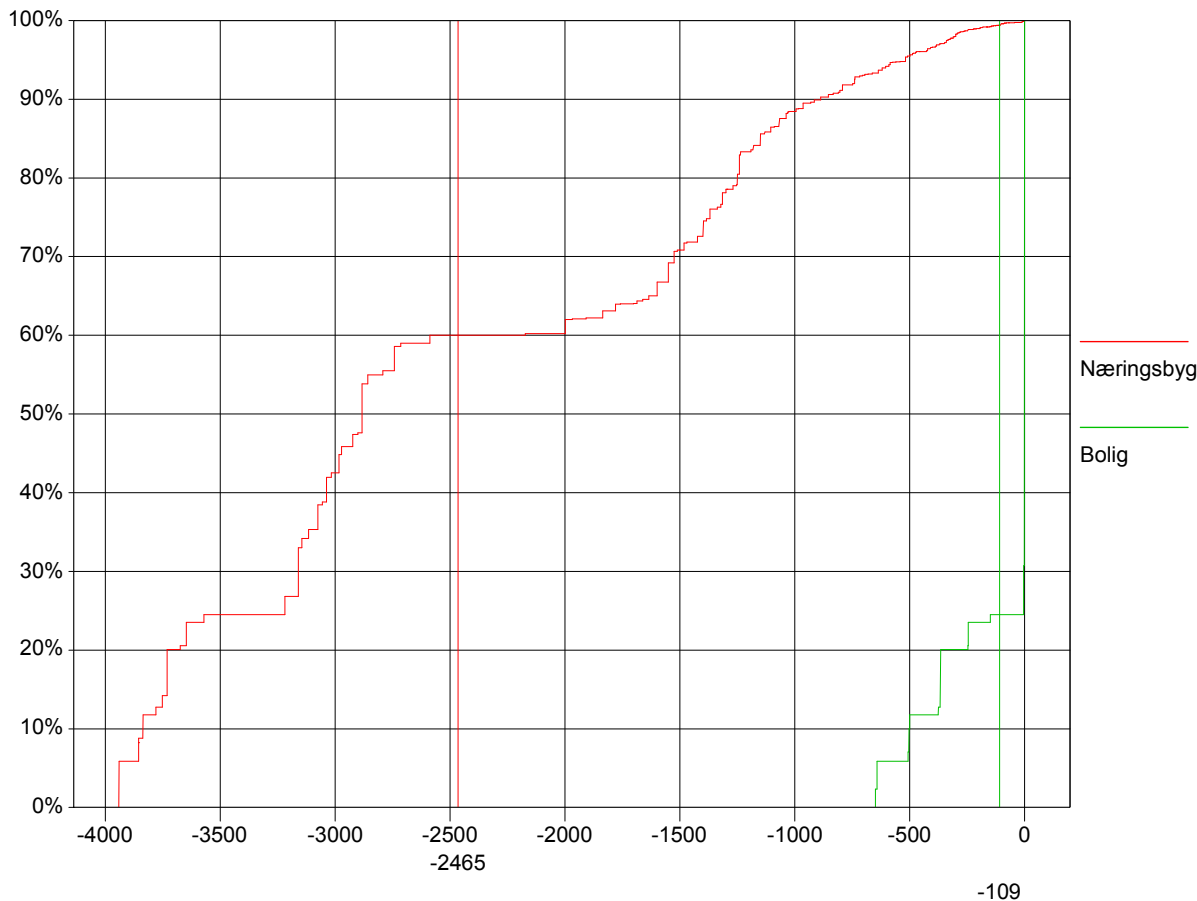


**Figur 4-8 Utfallsrom for markedspotensialet av aktive og passive tiltak i 2040 ved ulike prisnivåer. GWh**

Når vi i tillegg legger inn de aktive tiltakene blir formen på kurvene annerledes, med en langt lengre hale på venstre del av kurven. Dette betyr at vi snakker om et stort potensial som har lav sannsynlighet for å realiseres – eller at de aktive tiltakene i stor grad fremstår som marginale. Ser vi på venstre del av kurven for energipris lik 140 øre/kWh, finner vi for eksempel at det er under 10 % sannsynlighet for at de siste 5 TWh av det økonomiske potensialet realiseres.

En klar konklusjon fra dette resultatet er at tersklene for å oppnå nær nullenergistandard er betydelig høyere enn for å oppnå passivhusstandard. Dette kommer i tillegg til at de rene økonomiske (kostnadsbaserte) tersklene er høye, og at det dermed uansett er langt frem til å realisere full standard. Vi vil dog peke på at beregningsgrunnlaget for aktive tiltak er basert på en forutsetning om at de gjennomføres i et bygg med passivhusstandard. Når vi finner at bygg *ikke* vil nå full passivhusstandard, betyr det også at vi undervurderer nytten ved aktive tiltak, og dermed overvurderer kostnaden pr kWh. Resultatet vi finner for aktive tiltak kan derfor i praksis være for strengt.

Det er også interessant å se hvordan barrierene påvirker henholdsvis nybygg/rehabilitering og næring/bolig. Her finner vi meget store forskjeller i eksponering for andre barrierer. Vi ser først på forholdet mellom boliger og næringsbygg.

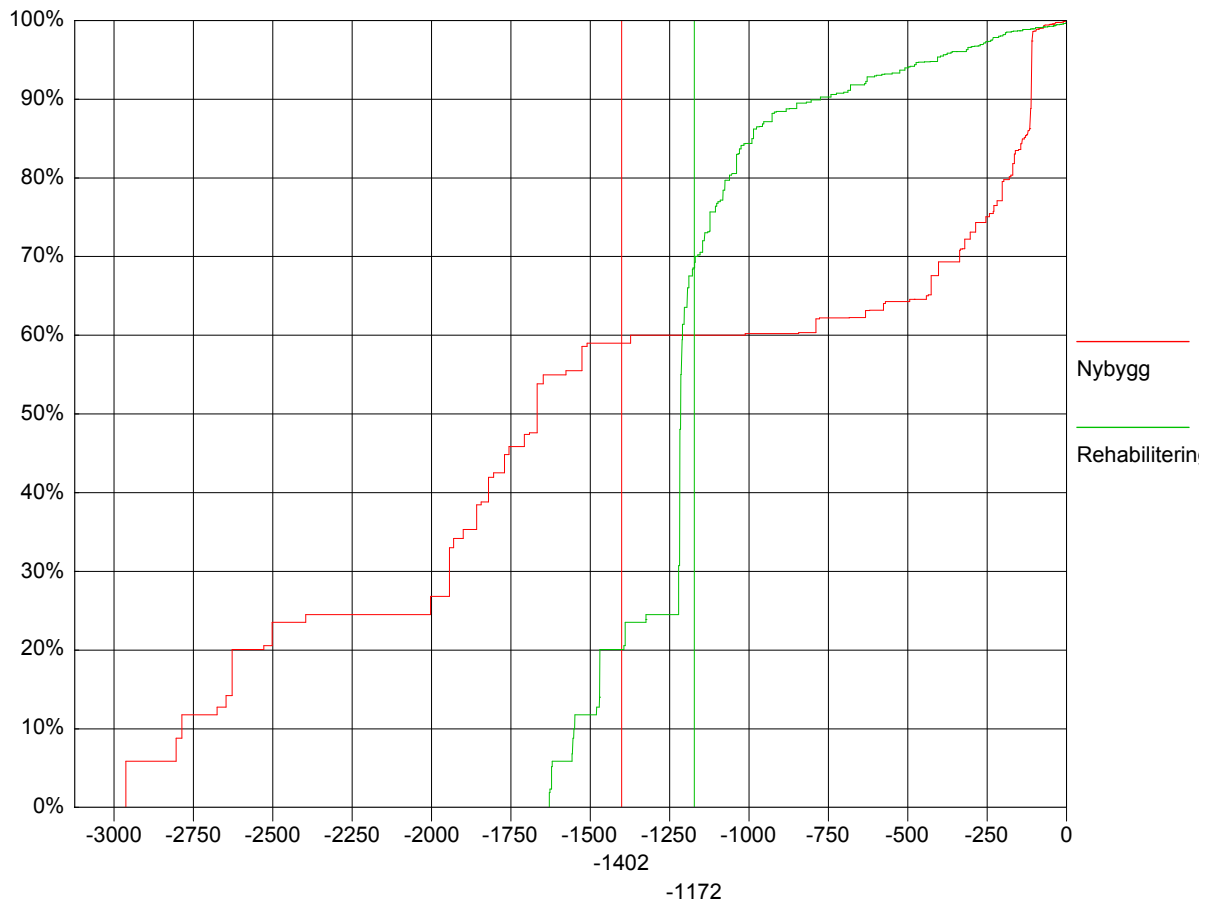


**Figur 4-9 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for passive tiltak i bolig og næringsbygg, ved 80 øre/kWh. GWh**

Vi fant allerede i del A at det økonomiske potensialet i boliger er langt lavere og mer eksponert enn i næringsbygg. En viktig del av forklaringen for dette er formen på kostnadskurven, samt at boliger i kostnadsgrunnlaget er belastet med en høyere spesifikk tiltakskostnad enn næringsbygg for tilsvarende tiltak. I Figur 4-9 ser vi at sannsynligheten for å oppnå et markedspotensial i det hele tatt i boligsektoren er så lav som 30 %. For næringsbygg er profilen langt flatere, og sannsynligheten for å realisere minst halvparten av det økonomiske potensialet er ca 60 %.

Konklusjonen fra analysen er dermed at potensialet i boligsektoren er langt mer eksponert for barrierer enn næringsbyggsektoren.

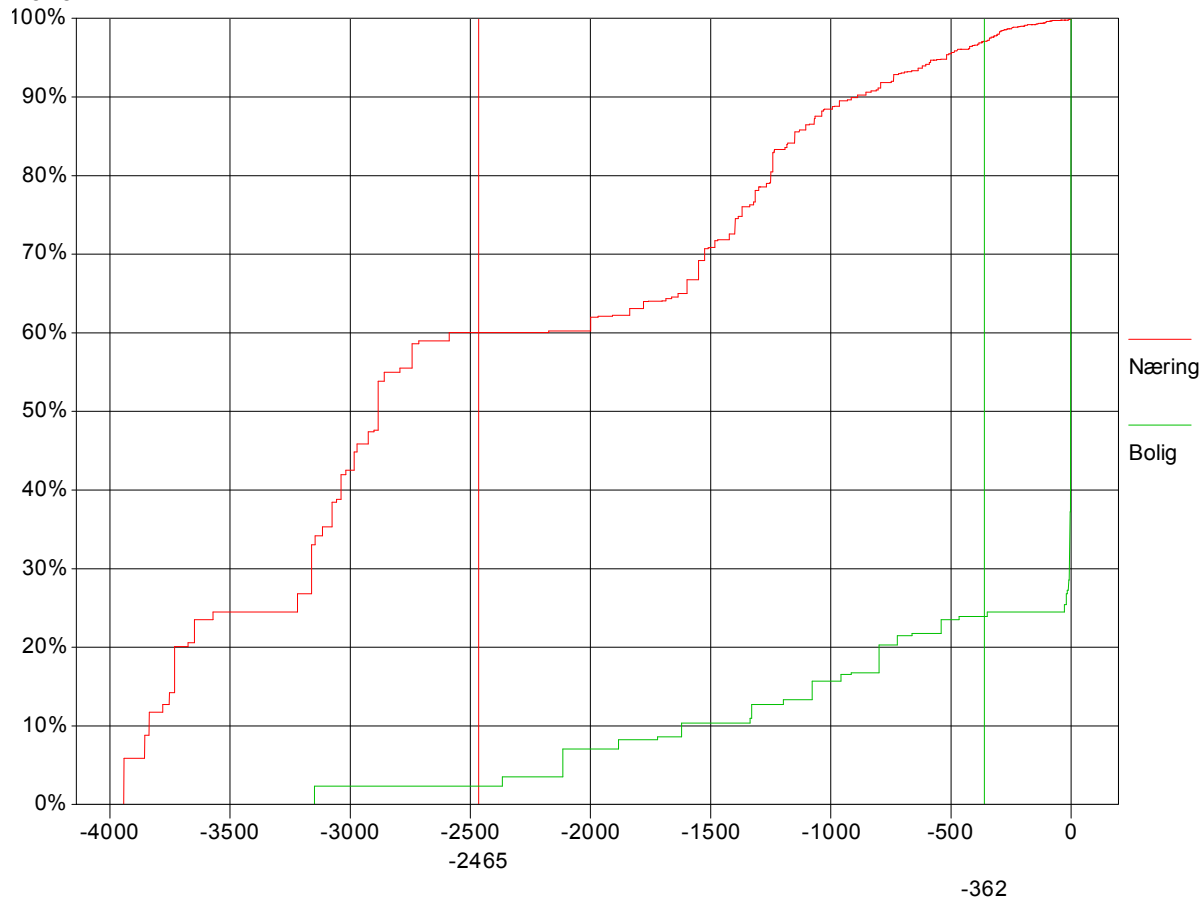
Videre ser vi på risikoprofilene for henholdsvis nybygg og rehabilitering.



**Figur 4-10 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for passive tiltak i nybygg og rehabilitering, ved 80 øre/kWh. GWh**

I Del A fant vi at potensialet for nybygg er større enn for rehabiliteringer. Det økonomiske potensialet er gitt ved de venstre sluttpunktene på hver av kurvene i Figur 4-10. Det økonomiske potensialet i nybygg er ca dobbelt så stort som for rehabiliteringer. Når vi analyserer markedspotensialet, finner vi at barrierene rammer potensialet i nybygg mye sterkere enn potensialet i rehabiliterte bygg, slik at markedspotensialet er ganske likt for de to segmentene. En måte å tolke dette på er at det er betydelig større oppside i å redusere barrierer i forhold til nybygg enn for rehabiliteringer.

Vi har her kun sett på de passive tiltakene. Dersom vi i tillegg tar inn de aktive tiltakene, finner vi svært små endringer i forventningsverdiene og i de relative forskjellene mellom segmenter. Først ser vi på risikoprofilene for summen av aktive og passive tiltak mellom næringsbygg og bolig i 2040.

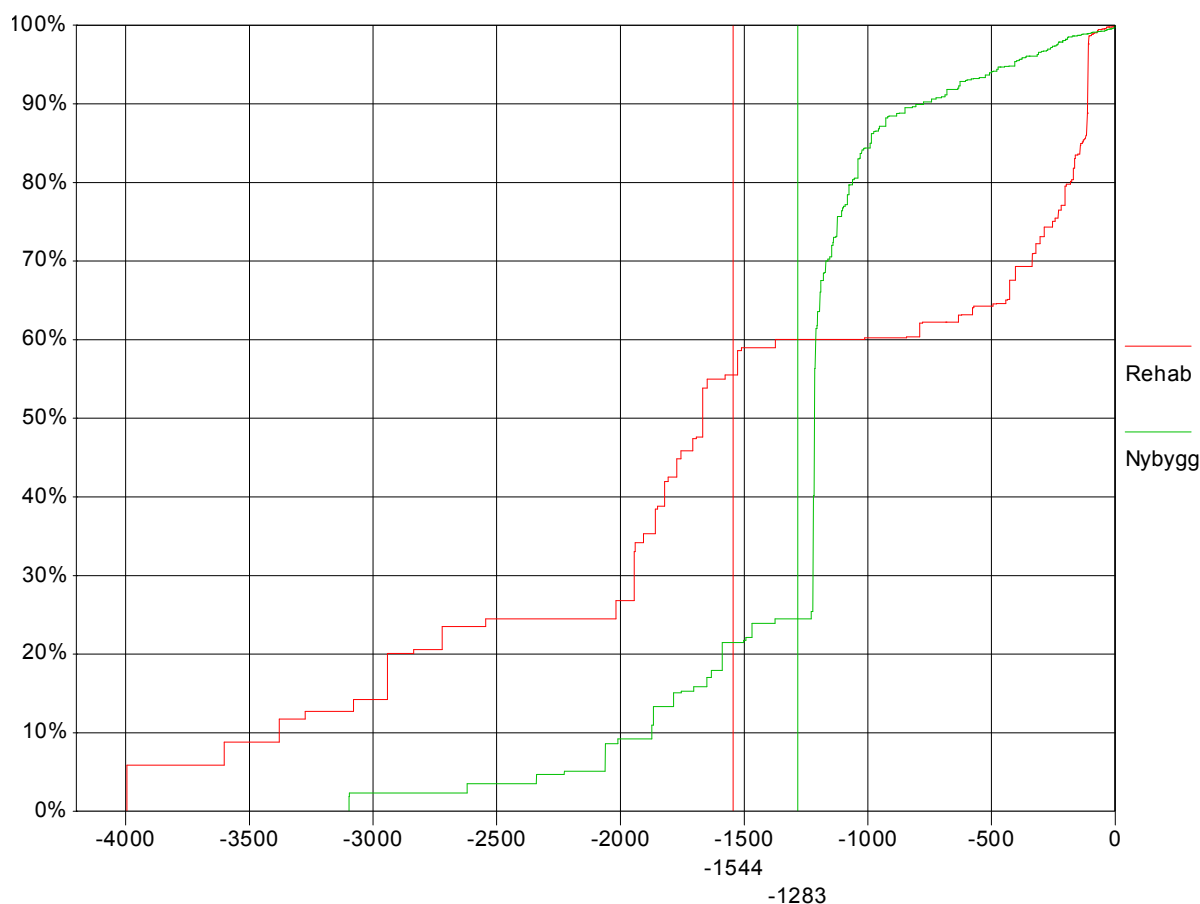


**Figur 4-11 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for aktive og passive tiltak i bolig og næringsbygg, ved 80 øre/kWh. GWh**

For næringsbygg gjør introduksjonen av aktive tiltak ingen forskjell, mens det er et lite ekstra markedspotensial i boliger – ca 250 GWh. Årsaken til dette resultatet er at oppvarmingsbehovet vi står igjen med i næringsbygg etter innfasing av passive tiltak er så lavt at aktive tiltak ikke lønner seg.

Det er på sin plass å minne om at beregningsgrunnlaget er statisk i den forstand at energigevinsten ved aktive tiltak er beregnet ut fra at tiltaket gjennomføres i et bygg med passivhusstandard. Basert på analysene av passive tiltak er dette neppe realistisk, dermed blir også den potensielle gevinsten ved å gjennomføre aktive tiltak noe større.

Hvis vi ser på summen av aktive og passive tiltak for henholdsvis nybygg og rehabiliteringer, finner vi også bare meget små endringer.



**Figur 4-12 Utfallsrom for markedspotensialet i 2040 for aktive og passive tiltak i nybygg og rehabilitering, ved 80 øre/kWh. GWh**

Samlet økning i forventet markedspotensial er selvsagt det samme som i forrige figur (bolig/næring), men er ganske jevnt fordelt på henholdsvis nybygg og rehabiliteringer. Vi vet fra analysen i Del A at det kun er varmepumper som realiseres i beregningene.

Oppsummeringsvis finner vi at barrierene rammer ulike hovedsegmenter svært ulikt. Spesielt er boligsegmentet utsatt, mens også nybygg er mer utsatt enn rehabiliteringer – dog fra et høyere nivå. Resultatene vi finner for markedspotensial er mest sensitive for barrierene for nybygg og for næringsbygg. Dette er dermed de segmentene hvor det kan være mest effekt av å bygge ned barrierer. Dette analyseres videre i neste avsnitt.

#### 4.4 Sammenheng mellom barrierer og virkemidler

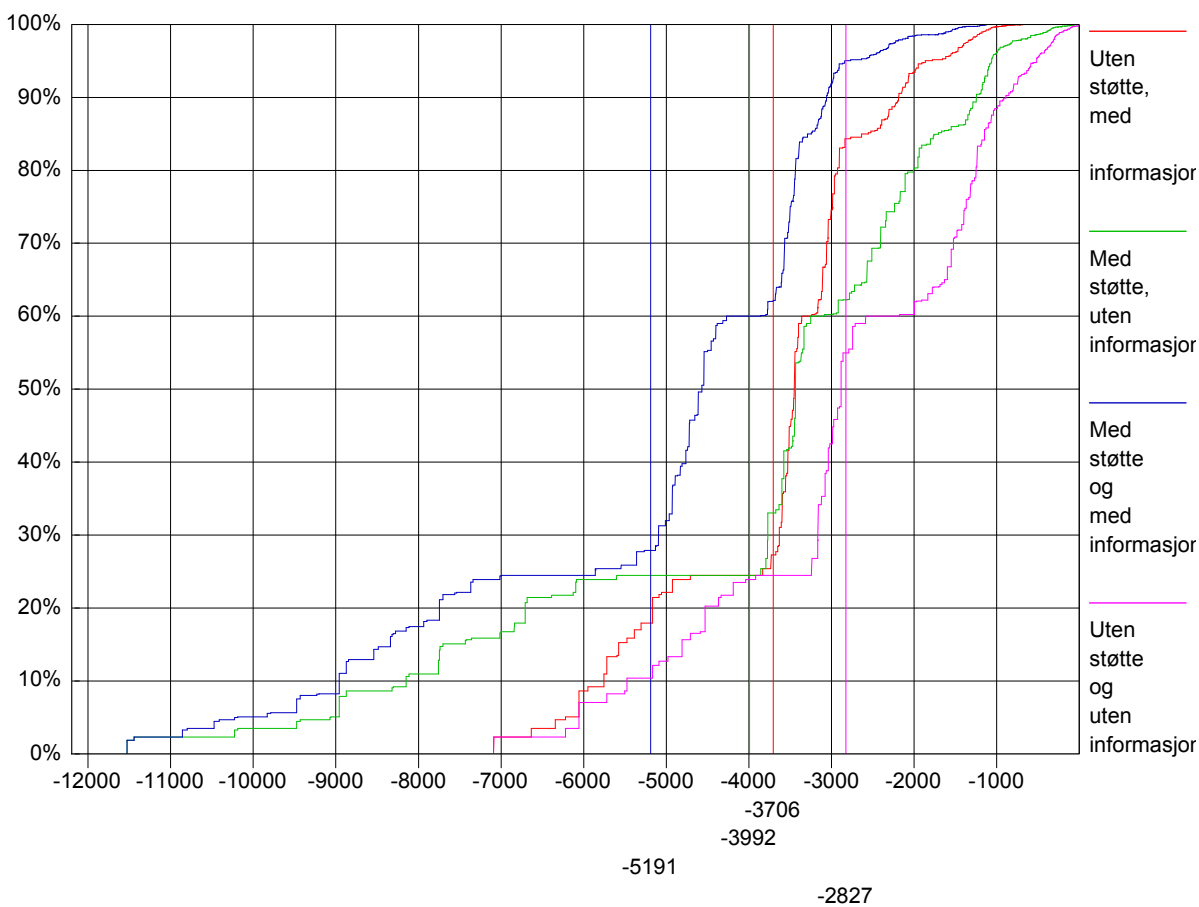
Det ligger utenfor mandatet for dette prosjektet å foreta noen omfattende evaluering av virkemiddelbruk. I dette avsnittet ser vi overordnet på noen mulige koblinger. Videre peker vi på at ROV er et meget velegnet verktøy for å kvantifisere forventet effekt av virkemiddelbruk, koblet mot enkeltbarrierer eller grupper av barrierer.

Enova forvalter i hovedsak tre virkemidler; økonomisk støtte, informasjon og nettverksbygging. *Økonomisk støtte* vil selvsagt forbedre lønnsomheten i alle tiltak. *Informasjon* kan være egnet for å redusere usikkerheten hos beslutningstagere, slik at risikopåslaget blir mindre.



Nettverksbygging er også et aktuelt tiltak, men er ikke relatert til noen av de barrierene som vi har benyttet i analysen her.

Som et eksempel på kobling viser vi hvordan investeringsstøtte (som reduserer kostnaden) og informasjon (som reduserer beslutningstakernes oppfatning av risiko) påvirker utfallsrommet. I Figur 4-13 viser vi effekten av to justeringer i datasettet. For det første introduserer vi 20 % investeringsstøtte på alle tiltak. For det andre reduserer vi risikopåslaget i barrierene til det halve av hva som er brukt over. Energiprisnivået er lik 80 øre/kWh i alle tilfellene. De fire kurvene viser henholdsvis uten noe endring, med kun investeringsstøtte, kun informasjonstiltak og begge deler. Alle kurvene beregnes med både aktive og passive tiltak inne.



**Figur 4-13 Utfallsrom for totalt markedspotensial i 2040 for aktive og passive tiltak med/uten 20 % investeringsstøtte og med/uten informasjonstiltak. GWh**

Det økonomiske potensialet uten støtte og uten informasjon er ca 7,2 TWh. Markedspotensialet for basiscaset er gitt ved den lilla kurven. Dersom vi setter inn informasjonstiltak som representert ved den røde kurven, vil ikke dette øke det økonomiske potensialet. Formen på kurven endres imidlertid betydelig, og forventet markedspotensial øker med ca 900 GWh. Dette kan tolkes som energiutbyttet ved å innføre informasjonstiltak som reduserer usikkerheten hos aktørene.

Dersom vi kun innfører en 20 % investeringsstøtte, øker rimeligvis det økonomiske potensialet betydelig – i dette tilfellet med nesten 4,5 TWh. Økningen i forventet markedspotensial er imidlertid langt lavere, ca 1,1 TWh. Dette indikerer at en omfattende og massiv støtteordning ikke har vesentlig mer effekt i markedet enn et målrettet informasjonsarbeid.

Dersom vi introduserer både informasjon og investeringsstøtte, blir den samlede effekten noe høyere enn summen av støtte og informasjon alene.

Vi er nøye på å understreke at disse tallene er illustrasjoner, og ikke resultatet av noen grundig analyse, særlig med hensyn til hva informasjonstiltak kan bidra med av redusert risikoaversjon hos aktørene. Poenget er imidlertid at koblingen mellom barrierer og virkemidler er flerdimensjonal, og betydningen for aktørenes adferd og særlig risikoaversjon må regnes med.

Ikke minst illustrerer eksempelet hvor viktig det er å *kombinere* virkemidler. Samlet effekt av samtidig investeringsstøtte og informasjonsarbeid er høyere enn summen av informasjon og investeringsstøtte hver for seg. Selv om vi her snakker om et forenklet modellresultat, er det helt parallelt med hva som fremkom i Potensialstudien for pelletsmarkedet i Midt-Norge (Xrgia 2010).

Et vesentlig poeng i forhold til koblingen mellom barrierer og virkemidler er dermed at virkemidlene må fokusere på å redusere usikkerhet blant aktørene. En klar konklusjon fra dette prosjektet er at reduksjon av usikkerhet gjennom informasjonsarbeid sannsynligvis er det enkelttiltaket som best kan bidra til reduserte barrierer.

## 5. DISKUSJON

Utgangspunktet for prosjektet er å analysere barrierer mot passivhus og nær nullenergibygging. Siden denne type bygg er satt sammen av mange ulike tiltak, er det ikke en «enten-eller» beslutning å bygge et slikt hus i stedet for et hus basert på bestemte minstekrav, i vår analyse relatert til TEK10. En naturlig konsekvens av dette er at barrierene virker på *elementer av passivhus* og nær nullenergibygging. Når vi i denne rapporten snakker om passivhus og nær nullenergibygging, kan det derfor ikke forstås som en fullstendig oppfyllelse av en standard, men at man gjennomfører tiltak som også tilfredsstiller kravene til energibehov i byggene.

For eksempel vil et tiltak være å redusere U-verdien i veggene fra nivået i TEK10 til nivået i passivhus, ved å øke isolasjonsmengden. Et annet tiltak er å bytte vinduer og dører. Overgangen fra TEK10-bygg til passivhus er dermed delt opp i flere steg, og vi legger til grunn at en rasjonell beslutningstager vurderer hvert av tiltakene individuelt. Beslutningen er altså hvorvidt man skal gjennomføre ett eller flere tiltak, ikke om man skal bygge passivhus eller TEK10-bygg. Denne tilnærmingen fører til at vi her finner at flere enkelttiltak er lønnsomme å gjennomføre, men vi finner det ikke økonomisk lønnsomt å gjennomføre overgangen fra TEK10-bygg til passivhus fullt ut.

De samlede analysene i Del A, B og C over er et godt grunnlag for å ta opp de sentrale diskusjonene i oppdraget under ett. Med utgangspunkt i en teknisk vurdering av hva som skal til for å oppgradere bygningsmassen fra TEK10-nivå til henholdsvis passivhus i 2020 og nær nullenergibygging (inkludert passivhus) i 2040, har vi gått gjennom både økonomiske barrierer, andre objektive barrierer og subjektive barrierer som begrenser måloppnåelsen.

Vi vil peke på den logiske gangen i vår analyse:

- Det *tekniske potensialet* omfatter tiltak som til sammen er nok til å løfte bygningsmassen til *passivhusstandard*
- Det *økonomiske potensialet* er det meste som kan realiseres med lønnsomhet over hele tiltakets levetid, uten hensyn til andre barrierer enn tiltakskostnad og energipris
- *Markedspotensialet* er det omfanget vi kan forvente at realiseres når barrierer også virker inn på beslutningene, men før myndighetene eventuelt setter inn virkemidler som økonomisk støtte

Enhver analyse er beheftet med usikkerhet og svakheter knyttet blant annet til de forutsetningene som tas. Dette betyr ikke at analyser er uten verdi, men at resultatene må tolkes i lys av en forståelse av usikkerhet og svakheter. Graden av usikkerhet og svakheter betyr noe for hvor sterke konklusjoner vi kan trekke, men forhindrer ikke at vi opparbeider oss ny kunnskap om området.

Det **tekniske potensialet** er beregnet ut fra to hovedstørrelser; utvikling i relevant areal og omfanget av tekniske tiltak som skal bringe den relevante bygningsmassen fra TEK10-nivå til passivhus- og nær nullenergistandard. Tiltakene er spesifisert over et antall fysiske tiltak, slik som isolasjon, varmegjenvinning mv, og viser endring i energibehov fra TEK10-nivå til passivhusstandard pr formål.

Beregningene tar utgangspunkt i typiske bygg. Det er selvsagt at ikke alle bygg som vil bygges eller rehabiliteres tilsvarer eksempelbyggene i beregningsgrunnlaget. Så lenge disse er representative gjennomsnittsbygg blir de totale estimatene korrekte. Det er selvsagt en viss usikkerhet på dette punktet, men neppe stor. Det er heller ikke grunnlag for å tro at dette gir

systematiske vridninger i resultatene av analysen. Den viktigste feilkilden ville være om vi har utelatt viktige tiltak, særlig de med relativt lav kostnad i forhold til energiutbyttet.

Den viktigste latente kilden til usikkerhet er etter vår mening estimatene på energiutbytte av et tiltak. Dette er beregnet både pr formål og som total. Så lenge vi tolker tallene kun i forhold til eksempelbygget er usikkerheten ikke større enn i en forprosjekteringsfase for et konkret bygg. Når vi aggregerer opp resultatene til å gjelde hele byggkategorier øker rimeligvis usikkerheten, men det er stadig ingen grunn til å forvente at anslagene gir systematiske vridninger. Derimot står vi overfor en utfordring i forhold til samspillet mellom tiltak. I beregningene av energiutbytte er det lagt til grunn en statisk kombinasjon av tiltak. I realiteten kan energiutbyttet for ett tiltak kan være avhengig av om et annet tiltak gjennomføres eller ikke. Dette er ikke noe vesentlig problem i forhold til beregningen av det tekniske potensialet, men kan bli et viktig tema når vi beregner økonomisk potensial og markedspotensial hvor enkelte tiltak realiseres og ikke andre. Vi tror problemstillingen har mest betydning i vurderingen mellom aktive og passive tiltak. Denne utfordringen ble diskutert med Enova i forbindelse med oppstart av prosjektet, og det var enighet om ikke å forsøke å estimere denne type kryssvirkninger, siden det ville sprengte enhver rimelig ressursramme.

Det relevante arealet er basert på informasjon fra de to andre barrierestudiene som er gjennomført samtidig med dette prosjektet, for henholdsvis boliger og næringsbygg. Vi har dermed ikke noe direkte forhold til de forutsetningene som er tatt i de andre prosjektene, men legger til grunn at dette er et robust grunnlag for arealutviklingen. Arealutviklingen er en åpenbar usikkerhet i beregningene, men er egentlig ikke særlig relevant for våre analyser som har hovedfokus på å forstå *barrierene* mot passivhus og nær nullenergibygninger. Usikkerhet i arealet påvirker vårt estimat for potensialet i GWh, men ikke vår analyse og forståelse av barrierene som sådan.

Når vi beregner det **økonomiske potensialet** introduserer vi tre nye usikkerhetsfaktorer. Den første er *tiltaks kostnader*. Hvert tiltak er kostnadssatt i form av endring i investeringskostnad og driftskostnad. Dette er punktestimater som åpenbart er usikre. I våre beregninger kompenserer vi for denne usikkerheten ved å innføre diffusjonskurver for beregningene – i tillegg til å gi uttrykk for den faktiske spredningen i tiltakskostnader, vil den også redusere effekten av skjeve punktestimater.

Formen på diffusjonskurven er estimert ut fra antagelser om standardavviket i kostnadsanslagene. Endringer i estimatet for standardavviket påvirker størrelsen på det økonomiske potensialet i en viss grad, men ikke dramatisk. Derimot påvirker den sammensetningen av tiltakene – et stort standardavvik i estimatet vil gi høyere gjennomføringsgrad for tiltak som er marginale vurdert ut fra gjennomsnittskostnaden, siden det da vil være en større andel av tiltaket som i beregningene ansees som vesentlig billigere enn punktestimatet for tiltaket.

De neste usikkerhetsfaktorene er *energipris* og *avkastningskrav*. Begge disse faktorene er bestemt av Enova i oppdragsbeskrivelsen, og fremstår i våre analyser som rene forutsetninger hvor det foretas rene sensitivitetsberegninger.

De viktigste vurderingene og usikkerhetsmomentene finner vi i analysen av **barrierer** i Del B. Her introduserer vi en rekke barrierer, av både subjektiv og objektiv natur. Grunnlaget for å identifisere barrierer er flerdelt, dels har vi benyttet caseintervjuer, dels fokusgrupper, dels prosjektgruppens (og Rådgiverteamet for Enova) sine egne erfaringer, og dels referanser til andre arbeider på området. Vi står overfor flere utfordringer i dette arbeidet.

Den første er utvalgsskjevhet. Når vi skal studere barrierer mot passivhus og nær nullenergibygg er det naturlig å snakke med både aktører som har gjort tiltak, og de som har vurdert men forkastet tiltak. Det viste seg vanskeligere å få tak i aktører i den siste gruppen enn i den første, likeledes som det var lettere å finne aktører for næringsbygg enn for boliger. Den andre utfordringen er å identifisere og klassifisere barrierer i en metodisk struktur, siden ulike aktører vi snakker med kan velge å sette ulike ord på beskrivelsen av den samme barrieren. Dette har vært en metodisk utfordring, og som vi i stor grad adresserte ved å etablere et bredt spekter av relevante barrierer som deltagerne i fokusgruppene ble bedt om å ta eksplisitt stilling til. Den tredje utfordringen er å kvantifisere barrierer. Vi løste dette blant annet ved å be deltagerne i fokusgruppene til å ta stilling til i) hvor viktig en barriere er når den inntreffer, ii) hvor ofte den inntreffer, og iii) rangere de 10 viktigste barrierene innbyrdes.

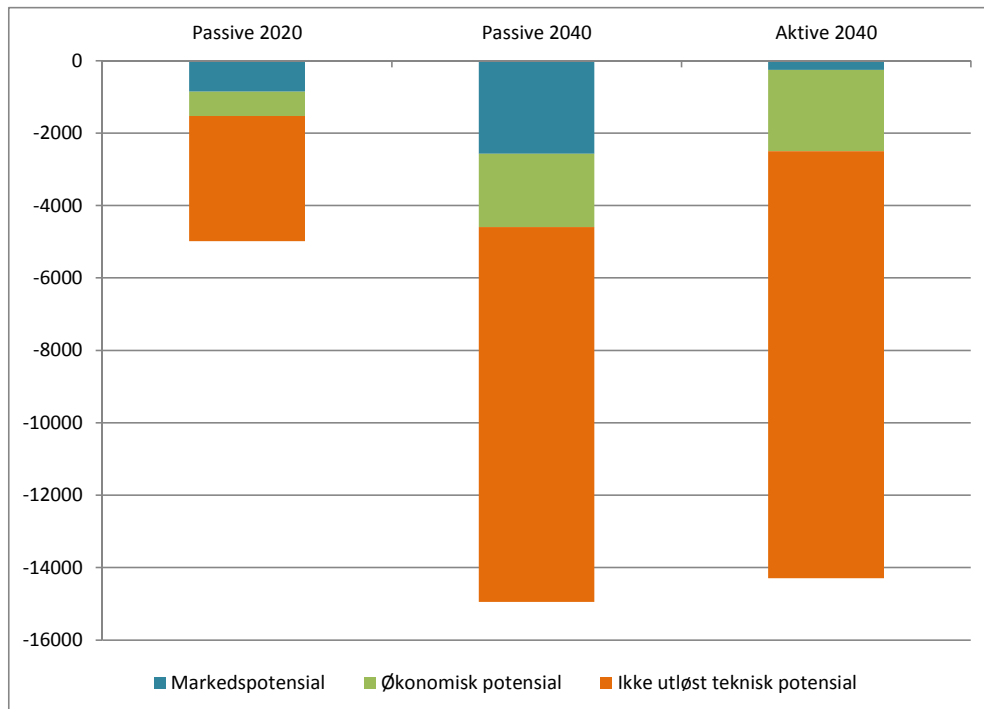
Alt dette resulterer i at den samlede informasjon vi baserer analysene på, har en betydelig grad av usikkerhet. Informasjonen er imidlertid svært mye bedre enn ingen informasjon og har en vesentlig styrke ved at de er basert på innspill fra aktører som faktisk tar de relevante beslutningene, og ikke skrivebordvurderinger.

Den kvantitative bruken av funnene i Del B gjør vi i Del C, hvor vi **kobler barrierer med potensialet**. Dette er en beregningsmessig øvelse som både gir oss et forventet **markedspotensial**, og gir oss mer kunnskap om hvilke barrierer som betyr mest for realisering av potensialet. Godheten av resultatene fra Del C hviler i stor grad på at den informasjonen vi har opparbeidet i Del B er utsagnskraftig. Videre har vi vurdert hvordan en barriere påvirker beslutningstaker – dvs i form av risikoaversjon eller i form av eksterne absolutte hendelser.

Vår vurdering er at selve punkttestimatet for markedspotensialet har begrenset verdi – gitt summen av alle usikkerheter som ligger bak dette tallet (inkludert usikkerhet i teknisk og økonomisk potensial) må dette tallet tas som uttrykk for en *relativ* størrelse og ikke en *absolutt* forventningsverdi. Dette betyr at vi mener resultatene er utsagnskraftige med tanke på hvor mye av det grunnleggende økonomiske potensialet som påvirkes av andre barrierer og hvilke barrierer som er viktigst, men mindre utsagnskraftig for hvor mange GWh potensialet faktisk er. Generelt sett betyr dette at vi har større tillit til analyseresultatene hva gjelder *endring* enn hva gjelder *nivå*.

## 6. KONKLUSJON

Hovedkonklusjonen fra analysene er at barrierene for å realisere både passivhus og nær nullenergibygninger er meget betydelige. I tillegg til at en ren økonomisk vurdering tilsier at mer enn halvparten av det tekniske potensialet ikke er lønnsomt, reduserer barrierer det økonomiske potensialet til ca halvparten som et realistisk markedspotensial. I ser vi beregnet markedspotensial og økonomisk potensial ved 80 øre/kWh energipris og 7 % avkastningskrav for passive tiltak (passivhus) i 2020, tilsvarende for passive tiltak i 2040 og for aktive tiltak (ekstra tiltak for å komme til nær nullenergibygg) i 2040.



**Figur 6-1 Hovedresultater for henholdsvis passive og aktive tiltak ved ulike prisnivåer og 7 % avkastningskrav. GWh**

Ved høyere energipriser øker både det økonomiske potensialet og markedspotensialet i volum.

Det **tekniske potensialet** tilsvarer at alle relevante bygg oppnår passivhus- eller nær nullenergistandard. Når vi finner at en meget stor andel av potensialet fra er objektivt sett ulønnsomt, er det til dels betydelige forskjeller mellom ulike typer tiltak, byggtypen og hvorvidt det dreier seg om nybygg eller rehabiliteringer.

Det **økonomiske potensialet** er beregnet ut fra en ren økonomisk vurdering, hvor vi ser på total lønnsomhet for tiltakene over hele tiltakets levetid, og uavhengig av hvilke aktører som bygger, eier eller bruker bygget.

**Markedspotensialet** er beregnet ut fra informasjon om barrierer som påvirker potensialet utover en ren lønnsomhetsvurdering basert på objektive forventningsverdier.

En direkte konklusjon av analysene er at det ikke vil være lønnsomhet for aktørene i å bygge passivhus eller nær nullenergibygninger. Derimot vil enkelte typer tiltak som reduserer energibehovet være lønnsomme. Vi ser dermed drivkrefter i retning av bygg som er mer energieffektive enn TEK10, men som ikke når opp til det som ligger i en passivhusstandard.

Når det gjelder **type tiltak**, domineres bildet av tre tiltak som viser god lønnsomhet for *passivhus*: varmegjenvinning, ventilasjonsluftmengde og til en viss grad lufttetthet. Tiltak knyttet til isolasjon fremstår gjennomgående som ulønnsomme. Dette indikerer at gevinsten ved å øke kravene til isolasjonstykkelsen fra TEK10-nivå er meget begrenset og neppe kan forsvares ut fra et økonomisk synspunkt. Det samme gjelder til dels for vinduer og dører, som viser lavere kostnader enn isolasjon, men er avhengig av svært mye høyere energipriser enn dagens nivå for å være lønnsomme. For *aktive tiltak i nær nullenergibyg* er potensialet også begrenset, og i sin helhet konsentrert om varmepumper og ikke solfangere. Vi vil dog peke på at potensialet vi finner for varmepumper antagelig er undervurdert i analysen, fordi lavere gjennomføringsgrad av de passive tiltakene øker energibehovet i forhold til om man tar utgangspunkt i passivhus, og dermed styrker lønnsomheten for investeringer i varmepumper.

Når det gjelder **type bygg**, er det økonomiske potensialet i næringsbygg langt større enn i boliger, til tross for at boliger står for godt to tredjedeler av det relevante byggarealet. Vi finner mye av forklaringen i hvordan tiltakene er kostnadssatt i småhus, som står for noe over halvparten av det relevante byggarealet. Kostnadene pr kvadratmeter for småhus er gjennomgående satt 50 % høyere enn tilsvarende tiltak i næringsbygg og i boligblokker. Et resultat er dermed at mens vi finner en samlet måloppnåelse for næringsbygg i området 50-70 % av teknisk potensial avhengig av energiprisnivå, er måloppnåelsen for boliger bare i området 10-50 %. Det er med andre ord langt større økonomiske barrierer for realisering av passivhus og nær nullenergibyg for boliger enn for næringsbygg.

Når det gjelder forskjellen mellom **nybygg og rehabiliterte bygg**, finner vi at det økonomiske potensialet relativt sett er størst for nybygg, selv om rehabiliterte bygg utgjør en noe større andel av det relevante arealet. For rehabiliterte bygg finner vi en forventet gjennomføringsgrad på 22-53 % avhengig av energiprisnivå, mens det tilsvarende intervallet for nybygg er 38-68 %. Det er i tråd med hva vi intuitivt ville forventet, nemlig at de økonomiske barrierene er større for tiltak i eksisterende bygg (rehabiliteringer) enn i nybygg.

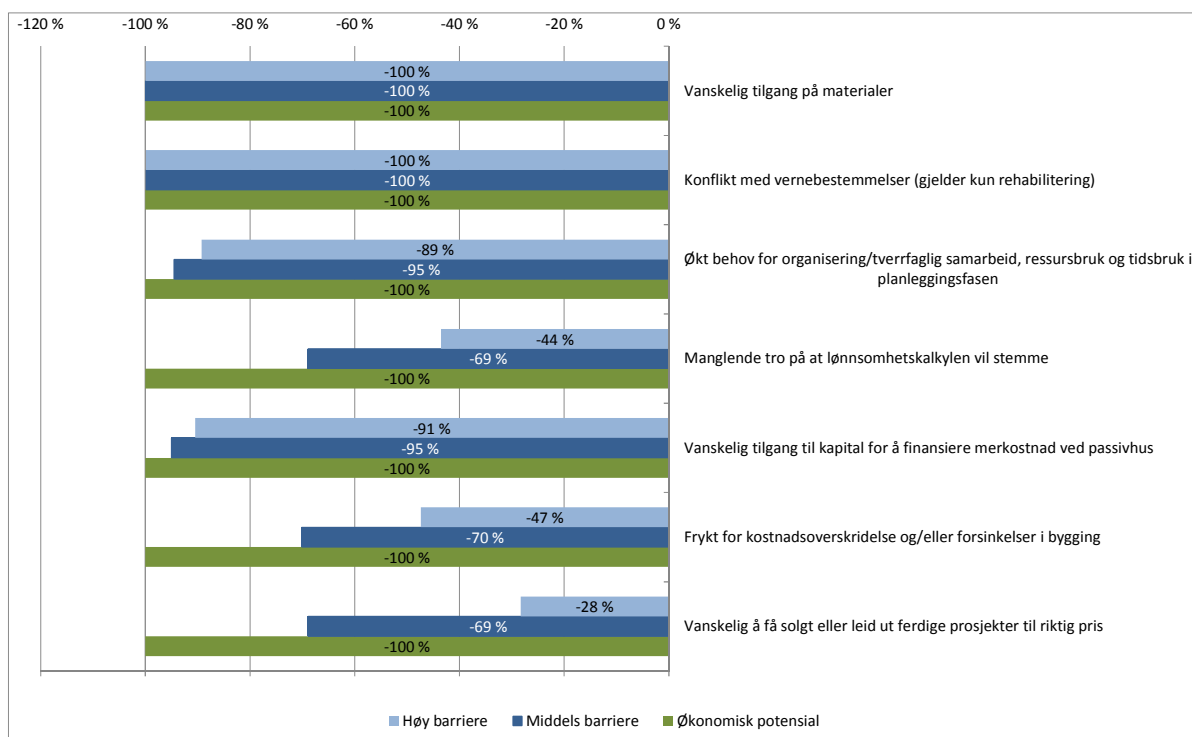
Det økonomiske potensialet er beregnet under forutsetning av full økonomisk rasjonalitet hos beslutningstagerne, og uten hensyn til at det er ulike aktører som bygger, eier og bruker bygget over tiltakets levetid. Vi finner imidlertid at barrierene mot å oppnå et økonomisk rasjonelt nivå for passivhus og nær nullenergibyg også er betydelige. De viktigste barrierene er knyttet til adferd og holdninger hos beslutningstagerne, og i mindre grad til eksterne forhold som offentlig regelverk. I prosjektets Del B analyserte vi slike barrierer på kvalitativt grunnlag, mens vi i Del C foretok en kvantifisering og kobling mot det økonomiske potensialet.

I Del B utarbeidet vi, basert på caseintervjuer og egne erfaringer, et sett med 21 relevante barrierer for bygging av passivhus. Disse barrierene ble diskutert både i dybdeintervjuer i forbindelse med case og i fokusgruppene. En interessant observasjon er at aktørene ser på barrierer som forekommer utenfor deres eget påvirkningsområde, som viktigst. For eksempel ser entreprenørene det som en barriere at det er vanskelig å få leid ut eller solgt passivhusene, mens byggeierne ikke er bekymret for dette. Byggeierne er derimot usikre på om kompetansen hos rådgiverne og entreprenørene er god nok. Vi tolker dette som et tegn på at usikkerheten knyttet til passivhus er betydelig.

Det var ikke enighet blant deltagerne i fokusgruppene om ett sett med barrierer som er viktigere enn de andre. Gjennom en grundig og systematisk analyse av deltakerne på fokusgruppene sine svar på spørreskjemaet trakk vi ut følgende viktigste syv 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
- Konflikt med vernebestemmelser (gjelder kun rehabilitering)
- Vanskelig tilgang på materialer (gjelder i hovedsak rehabilitering)
- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen

Når vi har kvantifisert hvilken betydning barrierene har i forhold til realisering av det økonomiske potensialet, er det gjort bare for disse barrierene som samlet sett ble ansett som viktigst av deltagerne i fokusgruppene. Av disse syv barrierene er det tre-fire som skiller seg ut som særlig viktige. Den relative og absolutte viktigheten av hver av de syv barrierene for passive tiltak er vist i Figur 6-2. De grønne søylene viser det økonomiske potensialet, de mørkeblå hvor stor andel som realiseres ved middels styrke på barrierene, og de lyseblå tilsvarende ved sterke barrierer. Figuren gjelder passive tiltak, og er representativ for situasjonen både i 2020 og i 2040 ved energipris lik 80 øre/kWh. Den relative betydningen av *hver barriere* er beregnet slik at alle barrierer bortsett fra den vi ser på settes til null, dvs ingen barriere.



**Figur 6-2 Relativ betydning av de enkeltbarrierer i forhold til passive tiltak ved energipris lik 80 øre/kWh**

De tre klart viktigste barrierene har alle med manglende tro på at den økonomiske gevinsten vi finner i Del A faktisk vil realiseres. Dette peker i retning av at risikoaversjon og manglende kunnskap om passivhus er den dominerende barrieren. Dette gir seg utslag i to relevante tolkninger:



- Beslutningstagerne tror ikke at regnestykket rent faktisk holder mål, enten fordi merkostnadene er undervurdert eller energigevinsten er overvurdert
- De som bygger ut prosjekter tror ikke at kjøperne av ferdige prosjekter er villige til å betale for merkostnaden som passivhus og nær nullenergibygg innebærer

Det har ofte vært tale om at vernebestemmelser er viktige barrierer mot passivhus. Våre resultater indikerer at dette ikke er tilfellet. Grunnen til at vernebestemmelser ikke fremkommer som faktiske barrierer, er at de i første rekke rammer tiltak som uansett er ulønnsomme, slik som isolasjon.

Når vi bryter barrierene ned på hovedsegmenter, finner vi igjen betydelige forskjeller.

For **type bygg** finner vi at barrierene virker mye sterkere overfor boliger enn for næringsbygg. Mens vi finner at barrierene omtrent halverer potensialet for næringsbygg fra økonomisk potensial til markedspotensial, forsvinner nesten hele det økonomiske potensialet for boliger. Årsaken til dette finner vi i forskjeller i kostnadskurven, og ikke forskjeller i adferd og risikoaversjon.

For **nybygg og rehabiliterte** bygg finner vi at det økonomiske potensialet for rehabilitering reduseres mindre av andre barrierer enn for nybygg. Dette er et resultat av kostnadskurven for de aktuelle tiltakene. Mange tiltak som er aktuelle for nybygg fant vi i beregningen av det økonomiske potensialet at faller bort for rehabiliterte bygg. De tiltakene som gjenstår for rehabiliterte bygg – særlig varmegjenvinning – er økonomisk meget robust og blir dermed i liten grad påvirket av de andre barrierene. Selv om vi finner at det økonomiske potensialet er nesten dobbelt så stort i nybygg som i rehabiliterte bygg, finner vi at markedspotensialet er omtrent det samme.

Når det gjelder forholdet mellom **passive og aktive** tiltak, finner vi at barrierene er vesentlig sterkere mot de aktive tiltakene. Dette indikerer at overgangen fra passivhus til nær nullenergibygg har begrenset attraktivitet sett fra aktørens side. Dette er et interessant resultat sett i forhold til prioritering mellom energieffektivisering (som passivhus vil gi) og omlegging (som aktive tiltak vil gi). Våre resultater tyder på at det kan være vanskelig å få gjennomført begge deler ved hjelp av markedsbaserte beslutninger. Sett fra Enovas side er det dermed en potensiell målkonflikt å samtidig stimulere til både effektivisering og omlegging. En nærliggende konsekvens er dermed at det kan ha lite for seg å gi støtte til eller forvente en videreutvikling mot nærnulleggibygg dersom man først innfører krav om passivhusstandard.

Ved en lavere gjennomføringsgrad av passive tiltak enn full passivhusstandard, vil en større andel av de aktive tiltakene også fremstå som lønnsomme. Siden vi finner en forholdsvis lav gjennomføringsgrad for passive tiltak, innebærer dette at potensialet for aktive tiltak sannsynligvis er undervurdert. Selv om det ligger utenfor mandatet for dette oppdraget, vil det være interessant å gjennomføre en analyse der bare en del av de passive tiltakene gjennomføres, og hvor energigevinsten ved aktive tiltak økes betydelig.

Vi har til slutt sett på forholdet mellom virkemiddelbruk, barrierer og potensial. Våre resultater tyder på at reduksjon av usikkerhet og styrking av informasjonsarbeidet vil virke like sterkt som en omfattende investeringsstøtte. Kombinasjonen av informasjon og investeringsstøtte er sannsynligvis den virkemiddelutformingen som vil ha mest effekt.

## VEDLEGG 1: EGENSKAPER EKSEMPELBYGG OG TILTAK

I forbindelse med *Tiltak 1 vinduer og dører* er det kun U-verdien som er endret, selv om glassets g-verdi normalt også vil endres noe i virkeligheten. For *Tiltak 7 Ventilasjonsluftmengde* er det for TEK10-tilstand tatt utgangspunkt i verdiene i Tabell B1 i NS 3031<sup>6</sup>. Det er antatt at det er lite omfang av behovsstyrt ventilasjon, så tabellverdiene er ikke redusert med 20% slik NS3031 gir adgang til. Verdier for *Tiltak 10 Belysning* og *Tiltak 11 Utstyr* er hentet fra henholdsvis Tabell A1 og A2 i NS3031 før tiltak og i Tabell A2 i NS3700<sup>4</sup> og Tabell 3 i Prosjektrapport 42<sup>2</sup> etter tiltak. Eksempelbyggene er beregnet med kun en sone. En oversikt over de viktigste egenskapene ved eksempelbyggene er gitt i Vedlegg 6.

## VEDLEGG 2: INTERVJUGUIDE TIL DYBDEINTERVJUER

### Planlegging

- Hva gjorde at man ønsket å bygge passivhus?
  - Var tomten regulert til passivhus?
  - Andre årsaker?
- Var det enighet blant alle involverte om at man ville bygge passivhus?
  - Var alle leddene i verdikjeden for bygget involvert, fra byggherre til bruker?
- Hvilken kunnskap hadde du fra tidligere?
  - Har du eller noen du kjenner bygget passivhus tidligere?
- Måtte man ta opp mer lån enn ved bygging av TEK 10-bygg?
  - Var dette i så fall problematisk?
- Er det gjort beregninger av forventet energibehov for bygget?
  - Er det gjort sammenligninger med TEK 10-bygg?
  - Livstidskostnader?
  - Lønnsomhet?
- Har prosjektet fått støtte fra Enova?
  - Rådgivingstjenesten?
- Var planleggingsfasen mer tidkrevende og komplisert enn for et tek 10-bygg?
  - Anslag på mertid?
- Vurderer man det som en risiko å bygge passivhus?
- Avsettes det mer tid til bygging av passivhus enn av TEK 10-bygg?

### Tegning

- Hadde arkitekten nok kunnskap til å tegne passivhus?
  - Har arkitekten/arkitektkontoret tegnet passivhus tidligere?
- Møtte arkitekten noen utfordringer i utformingen av bygget, hvilke?
  - La betingelsene for passivhus begrenset ramme for arkitektonisk utforming eller plassering på tomten??
  - Ble huset utformet på en annen måte enn man i utgangspunktet hadde tenkt seg?
- Måtte man ta hensyn som gjorde at romløsningen ikke ble som forventet/ønsket i utgangspunktet, hvilke?
- Måtte man ta andre spesielle hensyn under tegningen av huset som gjorde at bygget ikke ble slik man hadde forventet, hvilke?
- Var andre rådgivere inkludert i tegningen av bygget? Hvilke? (VVS, elektro++)
- Hadde andre rådgivere god nok kompetanse innen passivhus?
  - VVS, elektro osv
- Andre barrierer?

### Gjennomføring

#### Forberede byggefasen

- Hvordan var prosessen med å finne fagfolk med kompetanse innen bygging av passivhus?
  - Hadde man flere fagfolk med passivhuskompetanse å velge mellom?
  - Hva slags kompetanse hadde fagfolkene?
    - Kurset innen bygging av passivhus?
    - Bygget passivhus tidligere?
    - Ingen tidligere erfaring – lærer underveis?
  - Koster fagfolk med kompetanse innen passivhus mer enn andre fagfolk? Anslag på merkostnad?
- Brukte man andre materialer enn man vanligvis gjør?
  - Vinduer med gode nok U-verdier osv

- Anslag på merkostnad for materialer?
- Var det vanskelig/tidkrevende å finne disse materialene?
  - Er det flere tilbydere av slike materialer?
  - Godt nok utvalg?

### **Byggefasen**

- Hvordan løste man problemet med fukt under bygging? Telt?
- God nok kompetanse om oppbyggingen av passivhus?
  - For eksempel oppbyggingen av veggen, plassering av vindsperre, dampsperre osv
- God nok kompetanse på nye produkter ifht for eksempel tetting?
- Hvordan ble økonomien i forhold til et TEK 10-bygg?

### **Bruk**

- Hvordan er brukeropplevelsen av bygget?
  - Forskjeller fra andre bygg?
  - Opplever man at huset har begrensninger?
    - Må man tilpasse adferden til huset?
    - Hvordan oppleves dette?
  - Noe som oppleves som positivt?
- Hvordan er luftkvaliteten?
- Hvor ofte må man vedlikeholde ventilasjonsanlegget?
  - Opplever dette som problematisk?
- Er det nok dagslys i oppholdsrommene?
- Hvordan er innetemperaturen i bygget?
  - Varmt nok om vinteren?
  - For varmt om sommeren?
- Hvordan er energibruken i forhold til beregnet energibehov?
- Hvordan er energibruken i forhold til forventet nivå?
  - Er besparelsen på energikostnaden som forventet?
  - Oppfatter man at det lønner seg økonomisk å bygge passivhus?

### VEDLEGG 3: LISTE MED BARRIERER FRA FOKUSGRUPPEMØTER

- Negativ holdning til egenskapene til et passivhus (utseende, lys, komfort..)
- Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme
- Frykt for helseproblemer
- Frykt for kostnadsoverskridelse og / eller forsinkelser i bygging
- Frykt for kompetansesvikt i utførelse
- Frykt for skader på lang sikt (fukt, råte mv) i bygget
- For vanskelig å bo i / bruke passivhus
- Kort tidshorisont (for lønnsomhetskalkylen)
- Manglende tilgang til rådgivere med riktig kompetanse for passivhus
- Manglende tilgang til utførende personell på byggeplass med riktig kompetanse for passivhus
- Vanskelig tilgang på materialer (finnes i markedet, leveringstid)
- Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus
- Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris (lav interesse/ lav betalingsvillighet for gevinster ved passivhus)
- Negativ holdning til passivhus i hele eller deler av prosjektgruppa i planleggingsfasen
- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen
- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i byggefasen
- Ulike interesser og fokus mellom eier og leietaker/bruker (kompleksitet i leieforhold mv)
- Økt kompleksitet eller begrensninger i forbindelse med byggesaken
- Konflikt med vernebestemmelser, fredede bygg mv
- Begrensinger knyttet til andre tekniske krav som brannforskrifter mv
- Andre myndighetsforhold og reguleringer

## VEDLEGG 4: METODIKK FOR IDENTIFISERING AV DE VIKTIGSTE BARRIERENE

Deltakerne i fokusgruppene ble bedt om å vurdere de 21 barrierene omtalt i kapittel 3.4 etter hyppighet (i hvor stor andel av relevante prosjekter man møter barrieren) og betydning (hvor stor betydning har barrieren for beslutningen, i de tilfellene der den oppstår). I tillegg skulle deltakerne rangere de 10 viktigste barrierene fra 1 til 10 (de andre barrierene skulle ikke rangeres). Denne informasjonen, i tillegg til informasjon fra casene og diskusjonen i fokusgruppene, danner bakgrunnen for dette arbeidet.

Ingen av barrierene peker seg ut som klart mer viktig enn andre ved første øyekast. Det er stor spredning i svarene, den barrieren som er aller viktigst for én aktør har ingen betydning for en annen. Dette er gjennomgående for alle barrierene. Vi har derfor benyttet flere metoder for å avdekke de viktigste barrierene.

1. **Gjennomsnittlig rangering:** Her ser vi på hvilken plass barrierene har fått på rangeringslistene og tar gjennomsnittet av denne. Barrierene med høyest gjennomsnittlig plassering ble plukket ut. Svakheten med denne metoden er at topprangeringer jevnes ut av deltakere som ikke har rangert barrieren, så man mister informasjon om at noen mener at barrieren er svært viktig.
2. **Plassering:** Her plukker vi ut alle barrierene som er plassert på første- eller andreplass på rangeringslisten. Ulempen med denne metoden er at dette gjelder hele 11 av de 21 barrierene.
3. **Frekvens:** Vi plukker ut de barrierene som er vurdert til å opptre oftest. Her ser vi på svarene fra alle deltakerne (ikke en gjennomsnittsbetraktning).
4. **Viktighet:** Vi plukker ut de barrierene som er vurdert til å ha størst betydning, gitt at de inntre. Her ser vi på svarene fra alle deltakerne (ikke en gjennomsnittsbetraktning).
5. **Frekvens og viktighet:** Her plukker vi ut de barrierene som er vurdert som viktigst ut fra vurderinger av både frekvens og betydning. Dette er en gjennomsnittsbetraktning.

Samlet gir disse metoden hele 13 utvalgte viktige barrierer. Vi ønsker å komme ut med i størrelsesorden fem til åtte prioriterte barrierer, og velger derfor de barrierene som blir valgt ut fem, fire eller tre ganger gjennom de fem metodene beskrevet over. Dette er følgende barrierer:

- Manglende tro på at lønnsomhetskalkylen vil stemme
- Vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris (lav interesse/ lav betalingsvillighet for gevinster ved passivhus)
- Frykt for kostnadsoverskridelse og / eller forsinkelser i bygging
- Konflikt med vernebestemmelser, fredede bygg mv
- Vanskelig tilgang til kapital for å finansiere merkostnad ved passivhus
- Vanskelig tilgang på materialer (finnes i markedet, leveringstid)
- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen

I tillegg ønsker vi å se på barrierene som er rangert forskjellig i de to fokusgruppene. Her er det interessant å se at begge gruppene vektlegger barrierer som involverer den andre gruppen. Gruppen av aktører som er med på å planlegge, prosjektere og bygge bygg er mer opptatt enn gruppen bestående av eiere og brukere av at

- Det kan oppfattes som for vanskelig å bo i eller bruke passivhus
- Det kan være vanskelig å få solgt eller leid ut ferdige prosjekter til riktig pris

Tilsvarende var eiere og brukere av bygg mer opptatt av

- Frykt for kompetansesvikt i utførelse
- Manglende tilgang til rådgivere med riktig kompetanse

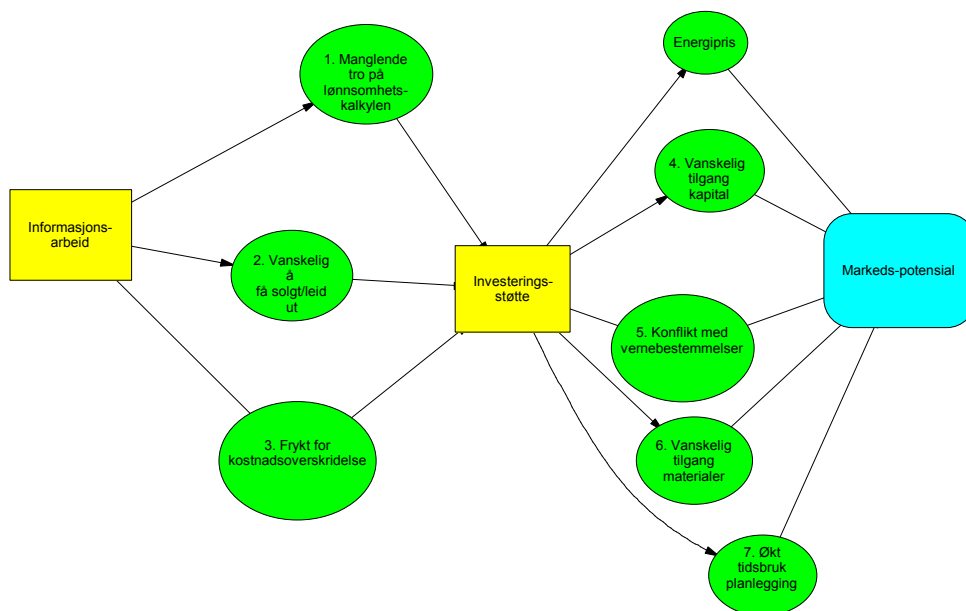
- Økt behov for organisering/tverrfaglig samarbeid, ressursbruk og tidsbruk i planleggingsfasen  
enn de som planlegger, prosjekterer og bygger.

## VEDLEGG 5: KORT BESKRIVELSE AV ROV-METODIKKEN

Realopsjonsvurderinger (ROV) er en metodikk som benyttes for å verdsette realopsjoner. En realopsjon er verdien av å ha mulighet, men ikke plikt, til å foreta en beslutning om et prosjekt – eller i vår sammenheng – investeringer i tiltak for bedre energiytelse. Realopsjonen kan også kobles til utforming av virkemidler – hvor beslutningen om å innføre et virkemiddel kan evalueres i forhold til forventet måloppnåelse

Vanligvis benyttes ROV (realopsjonsvurdering) som beslutningstøtte for en investeringsbeslutning. I vår sammenheng er dette mindre relevant direkte, både fordi Enova ikke skal foreta investeringer selv, og fordi mandatet for dette oppdraget ikke i vesentlig grad berører utforming av virkemidler.

ROV er en modelleringsteknikk som er bygget opp rundt tre typer noder: Beslutninger (gule firkanter), usikkerheter (grønne ellipser) og forventede verdier (blå firkanter). Et enkelt eksempel (relatert til virkemiddelutforming i Enova) er vist i Figur 6-3.



**Figur 6-3 Eksempel på anvendelse av ROV for å beskrive beslutning om å bygge pelletsanlegg**

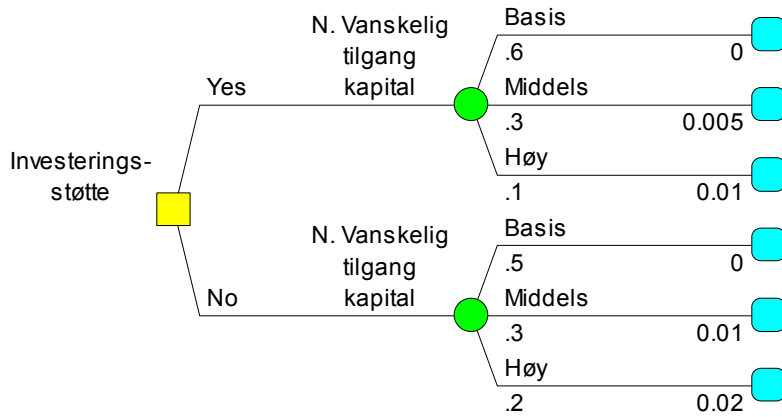
Enovas beslutninger om virkemidler er henholdsvis økt informasjonsarbeid og innføring av investeringsstøtte. Man kan velge å innføre begge virkemidlene, ingen eller bare ett av dem. Effekten av virkemidlene er usikkert. I figuren over indikerer vi at Enova har muligheten til å redusere usikkerheten blant aktørene hva risikooversjon gjelder før man eventuelt innfører investeringsstøtte. Kunnskap om hvorvidt informasjonen faktisk virker eller ikke, vil dermed være relevant informasjon og gi en realopsjon i forhold til beslutningen om å innføre investeringsstøtte.

ROV hjelper oss dermed å forstå hva som er den optimale beslutningen, gitt de utfallsrommene vi setter for usikkerheter. Gitt det vi vet i dag, vil det være optimalt å øke informasjonen, eller å gi investeringsstøtte?

En styrke ved denne modelleringsteknikken er at vi kan gjøre et utfall betinget av et annet. Et enkelt eksempel under, hvor barriere 4: Vanskelig tilgang på kapital gjøres avhengig av om det



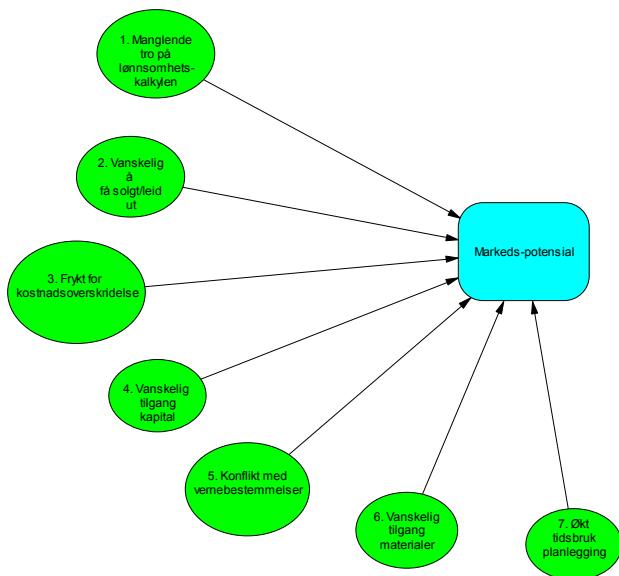
innføres investeringsstøtte eller ikke. Desimaltallene er sannsynligheter for hvert utfall, og heltallene er økt risikopremie /finansieringskostnad) i %.



**Figur 6-4** Eksempel på betingede sannsynligheter og utfall

I dette eksempelet er risikopremien uten investeringsstøtte høyere enn dersom det gis investeringsstøtte, samtidig som at sannsynligheten for at finansieringen blir vanskeligere også øker uten støtte.

Denne type modellering er relevant i en videreføring av prosjektet, der virkemiddelutformingen står i fokus. I dette prosjektet har vi benyttet en forenklet modell, der beslutningene ikke inngår. Som tidligere vist i Figur 4-1 bruker vi her en enkel modell med syv barrierer i form av usikkerheter:



**Figur 6-5** Modellspekifikasjon for koblingen mellom potensial og barrierer

Her inngår barrierene som usikkerheter som påvirker utfallet for markedspotensialet, men utfallsrommene påvirkes ikke verken av virkemiddelbruk eller av hverandre. Styrken ved denne tilnærmingen er at vi kan analysere samtidige kombinasjoner av utfall fullt ut, og dermed foreta en beregning av forventet markedspotensial – hvilket i praksis ikke er mulig uten at man bruker et beslutningstre eller tilsvarende simuleringsteknikker.

## VEDLEGG 6: TABELLER

### 6.1 Arealer

Tabell 6-1 Byggareal benyttet i beregningene

Fremskrivning av byggareal									
Byggtype	Eksisterende areal 2010		Nybygg	Rehab	Revet	Sum areal 2040	Næringbygg		
							2010	2020	2040
Barnehager	1 275 239	533 687	470 846	122 550	1 686 376	Uendret siden 2010	124 982 660	101 753 197	59 517 810
Boligblokker	42 126 802	27 163 362	19 588 963	4 178 979	65 111 185	Rehabilitert	-	18 943 508	53 386 250
Forretningsbygg	30 378 558	12 713 426	15 130 585	2 919 379	40 172 605	Nybygg	-	18 559 925	52 305 243
Hoteller	5 714 518	2 391 526	3 408 669	584 595	7 521 449	Revet	-	-4 285 955	-12 078 600
Idrettsbygg	2 323 323	972 311	451 957	223 271	3 072 362	Sum	124 982 660	139 256 630	165 209 303
Kontorbygg	26 769 695	11 203 117	14 108 477	2 572 568	35 400 245	Boliger			
Kulturbygg	2 899 338	1 213 373	1 615 650	278 626	3 834 085	2010	2020	2040	
Lett industri, verksteder	29 328 483	12 273 970	5 980 244	2 818 467	38 783 986	Uendret siden 2010	259 735 476	207 736 434	113 192 720
Skolebygg	13 884 665	5 810 733	7 367 791	1 334 316	18 361 082	Rehabilitert	-	42 856 354	120 776 996
Småhus	217 608 674	62 736 581	101 188 033	21 586 780	258 758 474	Nybygg	-	31 899 980	89 899 943
Sykehjem	5 215 597	2 182 727	2 054 365	533 556	6 864 769	Revet	-	-9 142 689	-25 765 759
Sykehus	4 753 000	1 989 131	2 020 920	456 763	6 285 367	Sum	259 735 476	282 492 767	323 869 659
Universitets- og høyskoleby	2 440 244	1 021 242	776 746	234 507	3 226 978				
<b>Totalsum</b>	<b>384 718 136</b>	<b>142 205 186</b>	<b>174 163 246</b>	<b>37 844 360</b>	<b>489 078 963</b>	<b>Sum alle bygg</b>	<b>384 718 136</b>	<b>421 749 397</b>	<b>489 078 963</b>

### 6.2 Teknisk potensial

Tabell 6-2 Teknisk potensial for passive tiltak. Pr status og byggtipe (2020 og 2040, GWh)

Tiltakstype	Passive tiltak	GWh			GWh		
		2040	2040	2040	2020	2020	2020
Summer av Sum teknisk   Kolonneetiketter							
Radetiketter	Nybygg	Rehab	Totalsum	Nybygg	Rehab	Totalsum	
Barnehage		-42	-21	-63	-14	-7	-21
Boligblokk		-695	-561	-1 256	-232	-187	-419
Forretningsbygg		-1 310	-998	-2 308	-437	-333	-769
Hotell		-221	-229	-450	-74	-76	-150
Idrettsbygg		-95	-23	-118	-32	-8	-39
Industribygg		-1 145	-315	-1 460	-382	-105	-487
Kontorbygg		-864	-694	-1 557	-288	-231	-519
Kulturbygg		-119	-82	-200	-40	-27	-67
Skole		-394	-367	-760	-131	-122	-253
Småhus		-2 261	-3 642	-5 903	-754	-1 214	-1 968
Sykehjem		-202	-138	-340	-67	-46	-113
Sykehus		-273	-143	-416	-91	-48	-139
Universitet		-79	-38	-117	-26	-13	-39
<b>Totalsum</b>		<b>-7 701</b>	<b>-7 249</b>	<b>-14 950</b>	<b>-2 567</b>	<b>-2 416</b>	<b>-4 983</b>

Tabell 6-3 Teknisk potensial for passive tiltak. Pr tiltak og status (2020 og 2040, GWh)

Teknisk potensial passive	2040		2020	
	Nybygg	Rehab	Nybygg	Rehab
Belysning	-146	-124	-49	-41
Isolasjon gulv	-286	-	-95	-
Isolasjon tak	-286	-713	-95	-238
Isolasjon yttervegger	-518	-504	-173	-168
Kuldebroer	-262	-238	-87	-79
Lufttetthet	-1 100	-1 662	-367	-554
Utstyr	-125	-109	-42	-36
Varme-gjenvinning	-745	-1 761	-248	-587
Ventilasjon SFP	-400	-478	-133	-159
Ventilasjons-luftmengde	-2 517	-	-839	-
Vinduer og dører	-1 317	-1 659	-439	-553
<b>Sum</b>	<b>-7 701</b>	<b>-7 249</b>	<b>-2 567</b>	<b>-2 416</b>

Tabell 6-4 Spesifikt (relativt) teknisk potensial for passive tiltak. Pr tiltak og byggtipe (kWh/m<sup>2</sup>)

Tiltakstype	1	
<b>Summer av Sum teknisk potensial 2040</b>		
<b>Radetiketter</b>	<b>Nybygg</b>	<b>Rehab</b>
Barnehage	-42	-21
Boligblokk	-695	-561
Forretningsbygg	-1 310	-998
Hotell	-221	-229
Idrettsbygg	-95	-23
Industribygg	-1 145	-315
Kontorbygg	-864	-694
Kulturbygg	-119	-82
Skole	-394	-367
Småhus	-2 261	-3 642
Sykehjem	-202	-138
Sykehus	-273	-143
Universitet	-79	-38

## 6-5 Teknisk potensial for aktive tiltak, pr byggtipe og status. GWh

Tiltakstype	2		
Summer av Sum teknisk potensial 2040 Kolonneetiketter			
Radetiketter	Nybygg	Rehab	Totalsum
Barnehage	-17	-24	-42
Boligblokk	-1 570	-1 186	-2 756
Forretningsbygg	-273	-561	-834
Hotell	-101	-245	-346
Idrettsbygg	-27	-20	-47
Industribygg	-345	-337	-681
Kontorbygg	-177	-348	-524
Kulturbygg	-34	-71	-105
Skole	-129	-244	-372
Småhus	-3 656	-6 634	-10 290
Sykehjem	-92	-148	-240
Sykehus	-88	-193	-281
Universitet	-16	-19	-35
<b>Totalsum</b>	<b>-6 524</b>	<b>-10 030</b>	<b>-16 554</b>

## 6.3 Økonomisk potensial

Tabell 6-6 Utløst økonomisk potensial pr tiltak, byggstatus og energiprisnivå. Passive tiltak, 2040. GWh

Passive tiltak		Belysning	Isolasjon gulv	Isolasjon tak	Isolasjon yttervegger	Kuldebroer	Lufttetthet	Utstyr	Varme-gjenvinning	Ventilasjon SFP	Ventilasjons-luftmengde	Vinduer og dører	Sum
Nybygg	Utløst ved 0,80 kr/kWh	-51	-0	-0	-0	-0	-4	-112	-309	-0	-2 408	-80	-2 963
	Utløst ved 1,10 kr/kWh	-2	-0	-0	-0	-2	-371	-0	-317	-0	-105	-576	-1 373
	Utløst ved 1,40 kr/kWh	-7	-0	-0	-2	-56	-576	-0	-85	-4	-4	-204	-938
	Ikke utløst	-87	-286	-286	-516	-203	-149	-13	-34	-396	-1	-457	-2 427
Rehab	Utløst ved 0,80 kr/kWh	-0	-	-0	-0	-0	-10	-5	-1 613	-0	-	-	-1 629
	Utløst ved 1,10 kr/kWh	-24	-	-0	-0	-0	-534	-85	-142	-0	-	-166	-951
	Utløst ved 1,40 kr/kWh	-18	-	-0	-0	-1	-772	-17	-6	-1	-	-447	-1 263
	Ikke utløst	-82	-	-713	-504	-237	-347	-2	-1	-477	-	-1 044	-3 406
Nybygg	Teknisk potensial	-146	-286	-286	-518	-262	-1 100	-125	-745	-400	-2 517	-1 317	-7 701
Rehab	Teknisk potensial	-124	-	-713	-504	-238	-1 662	-109	-1 761	-478	-	-1 659	-7 249

Tabell 6-7 Utløst økonomisk potensial pr tiltak, byggstatus og energiprisnivå. Aktive tiltak, 2040. GWh

Aktive tiltak 2040		
	Nybygg	Rehab
Utløst ved 0,80 kr/kWh	-1 032	-1 468
Utløst ved 1,10 kr/kWh	-1 883	-3 790
Utløst ved 1,40 kr/kWh	-967	-1 220
Ikke lønnsomt	-2 642	-3 552

**Tabell 6-8 Utløst økonomisk potensial pr formål og byggtipe. Passive tiltak, 2040, GWh**

Status	(Alle)													
Alle tiltak	Kolonnetter													
	Forretnings			Industribyg				Skole			Sykehjem			
Verdier	Barnehage	Boligblokk	bygg	Hotell	Idrettsbygg	g	Kontorbygg	Kulturbygg	Skole	Småhus	Sykehjem	Sykehus	Universitet	Totalsum
Summer av Belysning	-0	-	-0	-42	-0	-0	-0	-0	-0	-	-38	-0	-0	-79
Summer av Pumper	-0	-0	-7	-0	-0	-4	-1	-1	-2	-0	-0	-2	-0	-18
Summer av Romkjøling	-	-	-51	-7	-3	-38	-24	-4	-	-	-6	-8	-2	-144
Summer av Romoppvarming	-5	-19	-173	-1	-18	-180	35	-22	-49	-5	-1	-13	3	-446
Summer av Varmtvann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summer av Ventilasjonkjøling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Summer av Ventilasjonsvarme	-8	-105	-816	-147	-33	-402	-337	-59	-198	-521	-101	-213	-23	-2 963
Summer av Vifter	-5	-0	-273	-50	-12	-140	-85	-15	-67	-0	-45	-39	-8	-739

## 6.4 Egenskaper eksempelbygg og tiltak

Tabell 6-9 Egenskaper eksempelbygg

		Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg	Henvisninger
BRA oppv. m <sup>2</sup>		321	1626	300	3600	2400	3600	3600	2400	2400	2400	3600	2400	1200	
Volum oppv. m <sup>3</sup>		751	4227	770	8748	5832	8748	8748	5832	5832	5832	8748	5832	2916	
Vindus- og dørarealer m <sup>2</sup>	N	0,9	139	18	216	144	216	216	144	144	144	216	144	72	
	S	19,7	68	18	216	144	216	216	144	144	144	216	144	72	
	Ø	15	52,2	12	144	96	144	144	96	96	96	144	96	48	
	V	25,8	61	12	144	96	144	144	96	96	96	144	96	48	
Yttervegger totalt ekskl vinduer m <sup>2</sup>		302	753	174	796	532	796	796	532	532	532	796	532	266	
Gulvareal m <sup>2</sup>		116	450	300	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
Takareal m <sup>2</sup>		116	450	300	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
Solavskj.faktor	Ikke aktivisert	0,51	0,51	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	Aktivisert	0,38	0,38	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	

Tabell 6-10 Egenskaper eksempelbygg TEK10

		Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg	Henvisninger
U-verdier W/m <sup>2</sup> K	Yttervegg o. terr.	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	Gulv	0,15	0,15	0,15	0,18	0,13	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,15	0,13	
	Tak	0,18	0,18	0,18	0,22	0,18	0,22	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	
	Glass/vindu/ dør	0,13	0,13	0,13	0,18	0,13	0,18	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
Norm. kuldebrov. W/m <sup>2</sup> K		0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
Lufttetthet h <sup>-1</sup>		2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Luftmengder m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	I driftstiden	1,2	1,2	12	10	16	13	16	13	10	12	20	12	12	NS3031 Tab. B1
	Utenf. driftstiden	1,2	1,2	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	NS3031 Tab. B1
Varmegjenv. %		70	70	82	77	82	77	70	80	80	74	80	74	74	
SFP kW/(m <sup>3</sup> /s)		2,5	2,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Virkn.grader	Fjernvarme	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	NS3031 Tab. B9
	COP kjøleanlegg	-	-	-	2,2	-	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	NS3031 Tab. B11



Tabell 6-11 Egenskaper eksempelbygg passivhusstandard

		Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg	Henvisninger
U-verdier W/m <sup>2</sup> K	Yttervegg o. terr.	0,12	0,15	0,12	0,15	0,1	0,15	0,12	0,15	0,15	0,12	0,1	0,12	0,1	
	Gulv	0,1	0,13	0,08	0,1	0,08	0,1	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	
	Tak	0,09	0,10	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	
	Glass/vindu/ dør	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	PR 42
Norm. kuldebrov. W/m <sup>2</sup> K		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	PR 42
Lufttetthet h <sup>-1</sup>		0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	PR 42
Luftmengder m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	I driftstiden	1,2	1,2	6	6	8	6	10	7	7	7	12	7	7	PR 42
	Utenf. driftstiden	1,2	1,2	1	1	1	1	3	1	1	0	1	0	0	PR 42
Varmegjenv. %		86	80	86	84	82	84	83	83	83	82	82	82	80	
SFP kW/(m <sup>3</sup> /s)		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	PR 42
Virkn.grader	Fjernvarme	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	NS3031 Tab. B9
	COP kjøleanlegg	-	-	-	2,2	-	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	NS3031 Tab. B11

Tabell 6-12 Egenskaper eksempelbygg nær nullenergistandard

		Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg	Henvisninger
Virkn.grader	COP VP	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	NS3031 Tab B9
	Solfanger	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	NS3031 Tab B9

Tabell 6-13 Egenskaper eksempelbygg rehab TEK10 (kun parametre som er forskjellige fra TEK10 nybygg er vist)

		Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg	Henvisninger
U-verdi W/m <sup>2</sup> K	Gulv på grunn	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	
Luftmengder m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	I driftstiden	0,9	0,9	9	7,5	12	7,5	12	9,75	9,75	9	15	9	9	
	Utenf. driftstiden	0,9	0,9	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	3,75	2,25	2,25	
Varmegjenv. %		70	70	82	70	70	70	50	60	60	70	70	70	60	
SFP kW/(m <sup>3</sup> /s)		3	3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	

Tabell 6-14 Egenskaper eksempelbygg rehab passivhusstandard (kun parametre som er forskjellige fra TEK10 nybygg er vist)

		Små- hus	Bolig- blokk	Barne- hage	Kontor- bygg	Skole	Uni- versi- tet	Syke- hus	Syke- hjem	Hotell	Idretts- bygg	For- ret- ning	Kultur- bygg	Indu- stri- bygg	Henvisninger
U-verdi W/m <sup>2</sup> K	Gulv på grunn	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	
Luftmengder m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	I driftstiden	0,9	0,9	9,0	7,5	12,0	7,5	12,0	9,8	9,75	9	15,0	9,0	9,0	
	Utenf. driftstiden	0,9	0,9	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	3,75	2,25	2,25	
Varmegjenv. %		86	80	86	80	80	80	60	70	70	80	80	80	70	
SFP kW/(m <sup>3</sup> /s)		2,3	2,3	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	



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 2012:1.3

ISBN 978-82-92502-55-6

Enova

Professor Brochsgt. 2

NO-7030 Trondheim

