

Ikke offentlig

ISBN nr. 978-82-93150-05-3



THEMA Rapport 2011-11

## **Itjnå som kjæm tå sæ sjøl?**

**Hvorfor utløses ikke de lønnsomme klimatiltakene i Klimakur?**

Utarbeidet for  
Finansdepartementet og Miljøverndepartementet  
**Oktober 2011**



## Om prosjektet

|                    |                                                                                                 |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prosjektnummer:    | FIN-2011-1                                                                                      |
| Prosjektnavn:      | Markedssvikt eller ikke-kvantifiserte kostnader                                                 |
| Oppdragsgiver:     | Finansdepartementet og Miljøverdepartementet                                                    |
| Prosjektleder:     | Berit Tennbakk                                                                                  |
| Prosjektdeltakere: | Karin Ibenholt og Annegrete Bruvoll (Vista Analyse)<br>Kristine Fiksen (THEMA Consulting Group) |

## Om rapporten:

|                  |                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Rapportnavn:     | Itjnå som kjæm tå sæ sjøl? Hvorfor utløses ikke lønnsomme klimatiltak? |
| Rapportnummer:   | THEMA rapport 2011-11                                                  |
| ISBN-nummer      | 978-82-93150-05-3                                                      |
| Tilgjengelighet: | Ikke-offentlig                                                         |
| Ferdigstilt:     | 7. oktober 2011                                                        |

**Brief summary in English**

*Several studies indicate that various measures to reduce greenhouse gas emissions are profitable in themselves, i.e. without carbon pricing. The Norwegian Klimakur project has identified more than 30 such measures in Norway, adding up to 3 about mill.tons of CO<sub>2e</sub> reductions. This report investigates why profitable measures are not carried out, specifically whether it is due to unquantified cost elements or to market failures or barriers. We conclude that some of the measures are indeed likely to be carried out before 2020 with current policies and prices. For most measures we find that relevant costs are not quantified to varying degrees. We find few examples of market failure, but external effects are currently not fully internalized and taxes and levies vary between different sources of emissions. We do not recommend new policy means without a more detailed assessment of costs and barriers for specific means.*

Rapporten er utarbeidet på oppdrag av Finansdepartementet og Miljøverndepartementet. Prosjektgruppen står imidlertid fullt ut ansvarlig for de vurderinger, synspunkter og konklusjoner som fremkommer i rapporten.

Oslo, 7. oktober 2011

På vegne av prosjektteamet

Berit Tennbakk, Prosjektleder

---

Om THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6

0158 Oslo

Foretaksnummer: NO 895 144 932

[www.t-cg.no](http://www.t-cg.no)

THEMA Consulting Group tilbyr spesialistkompetanse innenfor markedsanalyser, markedsdesign og strategirådgivning for energi- og kraftbransjen.

---

Om Vista Analyse

Meltzersgate 4

0257 Oslo

Foretaksnummer: NO 968 236 342

[www.vista-analyse.no](http://www.vista-analyse.no)

Vista Analyse AS tilbyr samfunnsfaglig forskning, utredning og rådgiving innen bl.a. klima, miljø, energi, samferdsel, næringspolitikk og offentlig virksomhet.

# INNHold

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER .....                                            | 7  |
| 1. INNLEDNING .....                                                         | 13 |
| 1.1 Problemstilling .....                                                   | 13 |
| 1.2 Om Klimakur .....                                                       | 13 |
| 1.3 Metode og avgrensninger .....                                           | 14 |
| 1.4 Leseveiledning .....                                                    | 15 |
| 2. TEORETISK UTGANGSPUNKT .....                                             | 17 |
| 2.1 Markedssvikt .....                                                      | 17 |
| 2.2 Samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvurderinger .....                         | 20 |
| 2.3 Referansebanen .....                                                    | 23 |
| 3. TILTAK I BYGG .....                                                      | 25 |
| 3.1 Energieffektivisering .....                                             | 26 |
| 3.2 Konvertering fra fossile energikilder i næringsbygg .....               | 33 |
| 3.3 Konvertering fra fossile energikilder i boliger .....                   | 41 |
| 3.4 Samlede vurderinger .....                                               | 45 |
| 4. TILTAK I INDUSTRIEN .....                                                | 49 |
| 4.1 Energieffektivisering .....                                             | 49 |
| 4.2 Konverteringstiltak .....                                               | 53 |
| 4.3 Andre tiltak i prosessindustrien .....                                  | 58 |
| 5. TILTAK I TRANSPORTSEKTOREN .....                                         | 59 |
| 5.1 Reduserte utslipp fra transportmidler .....                             | 59 |
| 5.2 Endret transportmiddelfordeling og/eller redusert transportmengde ..... | 64 |
| 5.3 Transportmodellberegninger .....                                        | 71 |
| 5.4 Vurdering .....                                                         | 72 |
| 6. HVA HINDRER GJENNOMFØRING? .....                                         | 75 |
| 6.1 Utelatte kostnader .....                                                | 75 |
| 6.2 Markedssvikt og inngrep i markedet .....                                | 75 |
| 6.3 Avkastningskrav og sensitivitetsberegninger .....                       | 77 |
| 6.4 Andre kostnader .....                                                   | 78 |
| REFERANSER .....                                                            | 79 |



## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Flere nasjonale og internasjonale studier antyder at det finnes flere tiltak for å redusere utslippene av klimagasser som kan være samfunnsøkonomisk lønnsomme, uten at disse nødvendigvis blir gjennomført. Av alle tiltak som ble vurdert i forbindelse med Klimakur, er det anslått at 30 ikke-overlappende tiltak, tilsvarende rundt 3 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (CO<sub>2e</sub>)<sup>1</sup>, kan gjennomføres til null eller negativ kostnad i Norge. I tillegg finnes det, ifølge Klimakurs beregninger, en del tiltak som er lønnsomme med dagens virkemidler.

At et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt, er ikke en tilstrekkelig betingelse for at tiltaket utløses av seg selv, dvs. uten virkemidler. Om tiltaket realiseres uten inngrep avgjøres av privatøkonomiske kostnader og vurderinger, og disse kan avvike fra de samfunnsøkonomiske vurderingene. I dette prosjektet har vi gått gjennom Klimakurs beregninger relatert til bygg, industrien og transportsektoren og analysert årsakene til at de samfunnsøkonomisk lønnsomme utslippsreducerende tiltakene som Klimakur har identifisert, ikke utløses. Videre er analysene avgrenset til identifiserte tiltak med tiltakskostnad opp til 240 NOK/tonn, som er den CO<sub>2</sub>-kostnaden Klimakur la til grunn.

Det er to hovedgrunner til at tiltak som vurderes som samfunnsøkonomisk lønnsomme ikke settes ut i livet. Den ene er at *anslagene er feil*, nærmere bestemt at kostnadsanslagene er for lave eller nytteanslagene for høye. Den andre er at det eksisterer *markedssvikt* som skaper avvik mellom samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske kostnader og/eller gevinster. Det gjelder for eksempel dersom private aktører ikke stilles overfor miljøkostnader gjennom avgifter. I de tilfellene der markedssvikt kan være årsaken, drøfter vi mulige virkemidler som kan korrigere markedet på en god måte. I den grad vi vurderer virkemiddelbruken, ser vi først og fremst på om det er behov for justeringer i virkemiddelbruken. Dersom det ikke eksisterer markedssvikt, og tiltak som er lønnsomme likevel ikke realiseres verken av enkeltaktører eller av kommersielle aktører på vegne av andre, drøfter vi om kostnadene ved tiltaket er undervurdert og/eller gevinstene overvurdert.

For de fleste tiltakene som diskuteres i denne rapporten, er anslåtte privatøkonomiske tiltakskostnader høyere enn de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene. I mange tilfeller skyldes det ikke-kvantiserte kostnader. Analysen har vist at det er vanskelig å finne belegg for at markedssvikt eksisterer i særlig omfang, men vi finner en del tilfeller der eksterne virkninger ikke er fullt ut internalisert gjennom virkemiddelbruken.

### En del av de lønnsomme tiltakene vil bli gjennomført

Vår analyse viser at en del av de identifiserte lønnsomme tiltakene er gjennomført allerede. I tillegg finner vi det sannsynlig at en del av tiltakene vil bli gjennomført til 2020 med dagens virkemidler. Det er flere gode grunner til at lønnsomme tiltak ikke gjennomføres umiddelbart:

- Det tar tid å planlegge å sette tiltak ut i live
- Tiltakene gjennomføres samtidig som man gjør andre investeringer/endringer, og det er naturlig å innpasse tiltaket i en "naturlig" investerings- eller vedlikeholdssyklus
- Det kan være usikkerhetsmomenter som gjør det fornuftig å vente på mer informasjon før tiltaket settes ut i livet

Det er dermed i flere tilfeller grunn til å tro at tiltak som har negative tiltakskostnader, gradvis vil bli gjennomført med dagens virkemiddelapparat og -rammebetingelser.

---

<sup>1</sup> I denne rapporten bruker vi CO<sub>2</sub> som ekvivalent med CO<sub>2e</sub>.

## Vurdering av ulike årsaker til avvik

Vår vurdering av de forholdene som kan være årsaker til at lønnsomme tiltak i Klimakur *ikke* realiseres, er følgende:

### *Ikke-kvantifiserte kostnader*

Vi finner at en rekke kostnader ikke er kvantifisert i tiltaksanalysene i Klimakur. De ikke-kvantifiserte kostnadselementene er i første rekke knyttet til *tidsbruk*, *informasjonsinnhenting*, *reduert komfort* og *usikkerhet*. For noen tiltak mangler også blant annet *utbyggings-*, *transport-* og *skattekostnader*. Dermed framstår de samfunnsøkonomiske beregningene som mer gunstige enn hva de reelle kostnadene tilsier.

Informasjonsinnhenting krever tid og det er vanskelig å holde full oversikt over sparemuligheten til enhver tid. Når det gjelder konverteringsløsninger finnes det dels motstridende oppfatninger om hva som er de beste løsningene på lengre sikt og i det enkelte tilfelle, og dels endrer forventninger om relative energipriser seg stadig. Oppmerksomhet om mulige økonomiske besparelser knyttet til energibruk konkurrerer med oppmerksomhet om sparepotensialer knyttet til kjøp av andre varer og tjenester. Tilrettelegging av informasjon og rådgivning fra myndighetenes side reduserer disse kostnadene, men fjerner dem ikke. Usikkerhet og tidsbruk er reelle kostnader både for private og for samfunnet.

I næringslivet vil det påløpe konkrete utgifter knyttet til å prioritere og vedlikeholde kompetanse om mulighetene for energisparing til enhver tid. I noen tilfeller er effekten usikker og kostnadene under en eventuell omlegging kan bli store. Videre kan energieffektivisering i bygg medføre store transaksjonskostnader og komfortkostnader i byggeperiodene, både for husholdninger og næringsliv.

I beregningene av gevinster ved samordning av godstransport har man i Klimakur ikke tatt hensyn til nytten aktørene kan ha av selv å ha kontroll på hele distribusjonen. Det betyr at kostnadene ved tiltaket mest sannsynlig er undervurdert.

### *Feil i antatte avkastningskrav?*

I beregningene av samfunnsøkonomisk lønnsomhet har Klimakur som en *forenkling* brukt en kalkulasjonsrente på 5 prosent, uten at dette er begrunnet nærmere.<sup>2</sup> I de privatøkonomiske beregningene har Klimakur lagt til grunn et avkastningskrav på 7 prosent for tiltak i byggsektoren og transportsektoren, mens avkastningskravet i industrien er satt til 20 prosent. Dersom dette stemmer med realitetene, vil spesielt tiltak som innebærer investeringer i industrien være privatøkonomisk betydelig mindre lønnsomme enn den samfunnsøkonomiske analysen skulle tilsi. Avvik mellom avkastningskravene kan begrunnes dersom private aktører stilles overfor høyere renter eller høyere risiko enn samfunnet for øvrig, finansiell risiko, begrensninger i kapitaltilgangen i markedene eller andre typer markedssvikt, som for eksempel at bedriftsledelsen eierne tar hensyn til systematisk risiko.<sup>3</sup> Vi har ikke funnet holdepunkt for at markedssvikt i kapitalmarkedene hindrer gjennomføring av tiltak eller tilsier et spesielt høyt privatøkonomisk avkastningskrav for utslippsreducerende tiltak. Dette begrunner derfor neppe avvik mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk avkastningskrav.

Regulatorisk risiko som bare private stilles overfor, f.eks. systematisk usikkerhet om rammene for industrien fremover (ikke bare knyttet til klimapolitikken) kan tilsi et høyere privatøkonomisk avkastningskrav enn det samfunnsøkonomiske. Imidlertid er denne usikkerheten i stor grad styrt av utviklingen i internasjonal klimapolitikk og energimarkeder. Denne usikkerheten er dermed

<sup>2</sup> Klif (2010a), s. 57.

<sup>3</sup> Jamfør omtalen av Principal-agent-problemet foran. Bedriftsledelsen kan ha incentiver til å ta hensyn til systematisk risiko av hensyn til å opprettholde driften, uten at dette optimerer eiernes overskudd.

også relevant for norske myndigheters utforming av en optimal norsk klimapolitikk. Det taler for å benytte et samfunnsøkonomisk avkastningskrav som er høyere enn 5 prosent. I så fall er tiltakene mindre samfunnsøkonomisk lønnsomme enn beregningene i Klimakur tilsier. Et avkastningskrav på 20 prosent (reelt før skatt) er likevel svært høyt, selv i privatøkonomisk sammenheng. Aktører vi har intervjuet stiller seg også tvilende til at det generelt opereres med et så høyt avkastningskrav. Årsaker til de store forskjellene i kalkulasjonsrenter bør avklares nærmere, og det bør også vurderes om det skal benyttes ulike avkastningskrav for ulike typer tiltak, jf. Finansdepartementets veileder.

#### *Markedssvikt: Mangelfull informasjon*

I noen tilfeller kan det tenkes at det er *mangelfull informasjon* om muligheter for å redusere energibruken eller konvertere til mindre karbonintensive energikilder. Direkte kampanjer rettet mot enkelttiltak der man eventuelt har identifisert manglende informasjon, kan rette opp slik markedssvikt. Samtidig er det sterkt mediefokus på energi- og drivstoffutgifter, og det er allerede en rekke ordninger for spredning av informasjon om gevinster ved energi- og klimarelaterte tiltak og ulike støtteordninger både i kommunene og gjennom Enova og Transnova. Det er også innført energimerkeordninger på hvitevarer, og ved omsetning av boliger og næringsbygg etc. Det er derfor vanskelig å se at mangelfull informasjon kan utgjøre en betydelig markedssvikt i forhold til energitiltak.

Det er viktig å skille mellom *mangelfull informasjon* som markedssvikt og *manglende bruk av eksisterende informasjon*. At aktørene velger å ikke innhente eller benytte den informasjonen som allerede finnes, henger sammen med at selve informasjonsinnhentingene innebærer reelle privatøkonomiske kostnader, se diskusjonen ovenfor.

#### *Markedssvikt: Eksterne kostnader*

I de samfunnsøkonomiske beregningene skal det tas hensyn til alle eksterne kostnader, mens det i de privatøkonomiske beregningene er tatt hensyn til de avgiftene aktørene faktisk betaler. Dersom eksterne kostnader ikke er innbakt i prisene gjennom avgifter, vil det gi avvik mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk lønnsomhet. Dette gjelder for eksempel utslipp av partikler ved overgang fra olje til biobrensel i bygg, siden det ikke er noen avgift knyttet til denne type utslipp.

For godstransport viser tidligere beregninger at ikke alle eksterne kostnader, for eksempel knyttet til støy, slitasje og ulykker, er internalisert. Dette skaper avvik mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk lønnsomhet, og omfanget av godstrafikk blir for stort. Blant annet kan dette medvirke til at insentivene for bedriftene til å samordne godstrafikken er for små. Ufullstendig prising av eksterne kostnader kan bidra til at samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter ikke utløses.

#### *Offentlige inngrep som forstyrrer markedet*

Støtte til fornybar kraft kan gi kraftpriser som er lavere enn marginal produksjonskostnad. Dette bidrar til å redusere lønnsomheten blant annet for energisparing og investeringer i andre energiformer enn de som er subsidiert. Dette trekker i retning av at energisparingen kan bli lavere enn samfunnsøkonomisk optimalt. Spesielt påpeker vi at lave strømkostnader på grunn av utbygging av fornybar energi kan motvirke utbygging av fjernvarme og energieffektivisering. Elavgiften og sertifikatplikten bidrar til å motvirke denne effekten for forbrukere innen alminnelig forsyning.

På den annen side er Norge gjennom EØS-avtalen og EUs fornybardirektiv forpliktet til å øke produksjonen av fornybar energi. Avtalen om et felles marked for elsertifikater med Sverige forplikter oss også til å bidra til utbygging av økt kraftproduksjon basert på fornybare energikilder i markedsområdet. Dette vil høyst sannsynlig gi lavere kraftpriser i både Norge og Sverige. Siden det ikke, gitt disse rammebetingelsene, er et alternativ å ikke bygge ut fornybar kraftproduksjon,

reflekterer kraftprisen den reelle markedsverdien av kraft i en uunngåelig overskuddssituasjon. Og da er både konvertering til fjernvarme og energisparing mindre samfunnsøkonomisk lønnsomt enn det ellers ville vært.

### *Egne beslutningsutfordringer for tiltak i offentlig sektor*

Investeringer i kollektivtransport inkludert jernbane og sykkelveinett skiller seg fra de andre tiltakene i Klimakur ved at det er offentlige investeringer, og ved at klimaeffektene er små. De store negative kostnadene for utslippsreduksjoner knyttet til disse tiltakene kommer av at de gir andre, store samfunnsøkonomiske gevinster. Det tyder på at det kan være momenter knyttet til de politiske beslutningsprosessene som hindrer gjennomføring, for eksempel at de budsjettene som belastes kostnadene ikke er de samme budsjettene som nyter godt av gevinstene. Når nytteverdien av offentlige tiltak er svært høy, bør det uansett være interessant å vurdere tiltakene nærmere.

### *Usikkerhet om framtidige priser*

Endringer i forutsetningene og forventningene om fremtidige energi- og kvotepriser endrer både de samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske lønnsomhetsberegningene.

Prosjektet skulle i utgangspunktet vurdere tiltak som er lønnsomme både uten CO<sub>2</sub>-pris og med dagens "implisitte CO<sub>2</sub>-pris". CO<sub>2</sub>-prisen fremover er usikker, noe som gjør det vanskelig å vurdere hva som er "implisitt" CO<sub>2</sub>-pris. Dagens kvotepris er f.eks. betydelig lavere enn den CO<sub>2</sub>-prisen Klimakur har lagt til grunn. Tiltak med en viss tidshorisont som ikke utløses med basis i dagens kvotepris må være robuste i forhold til mange ulike klimapolitiske scenarier knyttet bl.a. til utviklingen i EUs kvotemarked og de globale klimaforhandlingene. Det kan derfor være privat- og samfunnsøkonomisk gunstig å vente på bedre informasjon, også for investeringer som fremstår som samfunnsøkonomisk lønnsomme med dagens priser.

### **Vurdering av noen enkelttiltak**

Tabellen under gir en oversikt over våre vurderinger av noen viktige tiltak som er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomme i Klimakur, og som representerer et betydelig potensial for utslippsreduksjoner. Med unntak av tiltakene i skogs- og jordbrukssektorene gjennomgår vi de tiltakene som Klimakur har vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomme med dagens virkemidler. Tabellen oppsummerer også hvorvidt vi mener at disse tiltakene vil bli realisert innen 2020, og om vi mener at det er grunnlag for å vurdere nye virkemidler. Spesielle forhold er også kommentert.

**Tabell 1: Oversikt over noen samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak som er drøftet i rapporten**

|                                                  | Potensial for utslippskutt (Klimakur) mill.tonn CO <sub>2e</sub> | Utløses tiltak med dagens virkemidler?                                                                     | Barrierer som gir grunn til justert virkemiddel-bruk?                                        | Kommentarer                                                                                                               |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energi-effektivisering i bygg                    | 252.000                                                          | Delvis, bl.a. pga. strengere TEK                                                                           | Sannsynligvis ikke                                                                           | Flere kostnadselementer undervurdert/ikke-kvantifisert                                                                    |
| Konvertering av fossil energi i bygg             | 950.000                                                          | En betydelig andel konverteres trolig innen 2020                                                           | Nei, men avgjørende at det etableres et marked for bioenergi                                 | Avhenger av relative energipriser og tilgang på fjernvarme                                                                |
| Energi-effektivisering i industrien              | 500.000                                                          | Gradvis: Energiledelse innføres, effektivisering skjer i hovedsak ved ombygginger                          | Ikke mulig å konkludere på basis av foreliggende data                                        | Stor usikkerhet<br>Mange beslutnings-takere                                                                               |
| Konvertering av fossil energi i industrien       | 266.000                                                          | Delvis – ytterligere 390.000 tonn mulig                                                                    | Ikke mulig å konkludere på basis av foreliggende data                                        | Konvertering til fjernvarme er vurdert som ikke lønnsomt og er ikke inkludert i potensialet                               |
| Andre tiltak i industrien                        | 40.000                                                           | Ja                                                                                                         |                                                                                              |                                                                                                                           |
| Transport: reduserte utslipp fra transportmidler | 525.000                                                          | Usikkert, avhenger bl.a. av internasjonale sertifiseringsordninger for skip og utvikling av bilteknologier | Nei                                                                                          | Kontraktstruktur for godstransport på skip kan resultere i høyere CO <sub>2</sub> -utslipp enn optimalt.                  |
| Transport: endret mønster, persontransport       | 167.000 – 220.000                                                | Svært usikkert                                                                                             | Ikke markedsvikt, men eventuelt svakheter i styring/finansiering av offentlige investeringer | Manglende kostnader, herunder redusert konsument-overskudd. Mulig lokale myndigheter ikke tar hensyn til alle –gevinster? |
| Transport: endret mønster, godstransport         | 5.000-23.000                                                     | Usikkert                                                                                                   | Eksterne kostnader for godstransport på vei ikke helt internalisert.                         | Kostnadene ved samordning undervurdert?                                                                                   |

## Anbefalinger

I de tilfellene markedssvikt er identifisert, som for eksterne kostnader knyttet til godstransport og unntak fra klimaavgifter, anbefaler vi at det innføres virkemidler som internaliserer disse. I andre tilfeller har vi kun en mistanke om at markedssvikt hindrer gjennomføring av samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak, og anbefaler nærmere analyser av både eksistensen og eventuelle konsekvenser av disse.

I videre utredninger anbefaler vi at eksistensen og omfanget av ikke-kvantifiserte kostnader, som kostnader knyttet til tidsbruk, informasjonsinnhenting, komfort og usikkerhet, utredes og inkluderes, jamfør anbefalinger om verdsetting i Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomiske analyser. Godt grep om de privatøkonomiske kostnadene er særlig viktig for å estimere realistiske potensialer for utslippskutt.

Videre anbefaler vi nærmere avklaringer av størrelsen på samfunnsøkonomiske avkastningskrav ved denne type tiltak, og om det er grunn til avvik mellom privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk avkastningskrav, og eventuelt størrelsen på slike avvik.

For mange av tiltakene har det vært vanskelig å frambringe dokumentasjon om forutsetningene bak kostnadsanslagene. Når det gjelder tiltak som omfatter mange og ulike aktører, er beregningene basert på gjennomsnittsbetraktninger og typiske case, og det er vanskelig å vurdere hvor stor del av det identifiserte potensialet som kan realiseres i praksis. Det er også generelt en svakhet i beregningene at det ikke er gjort sensitivitetsberegninger av de samfunnsøkonomiske kalkylene. Klimakur-beregningene er ikke i seg selv tilstrekkelige til å anbefale at det settes i verk konkrete, nye virkemidler. I de tilfellene der dette kan være aktuelt, er det behov for ytterligere utredninger, gjerne der flere tiltak og sektorer ses i sammenheng.

## 1. INNLEDNING

Flere studier antyder at tiltak for å redusere utslippene av klimagasser kan være samfunnsøkonomisk lønnsomme, uten at disse dermed blir gjennomført. Av alle tiltak som ble vurdert i forbindelse med Klimakur er det 30 ikke-overlappende tiltak, tilsvarende rundt 3 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, som iflg. Klimakur kan gjennomføres til null eller negativ kostnad i Norge. Andre anslag som peker i samme retning er for eksempel Vattenfall/McKinsey som i 2007 anslo at opptil 7 mrd. tonn av verdens utslipp av klimagasser kan reduseres med til dels betydelig netto økonomisk gevinst (McKinsey, 2007). Også Lavenergiutvalget (OED, 2009) antyder betydelige potensialer for energieffektivisering som kan bidra til reduserte klimagassutslipp.

Hovedformålet med dette prosjektet er å undersøke årsakene til at tiltak som er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomme ikke utløses.

### 1.1 Problemstilling

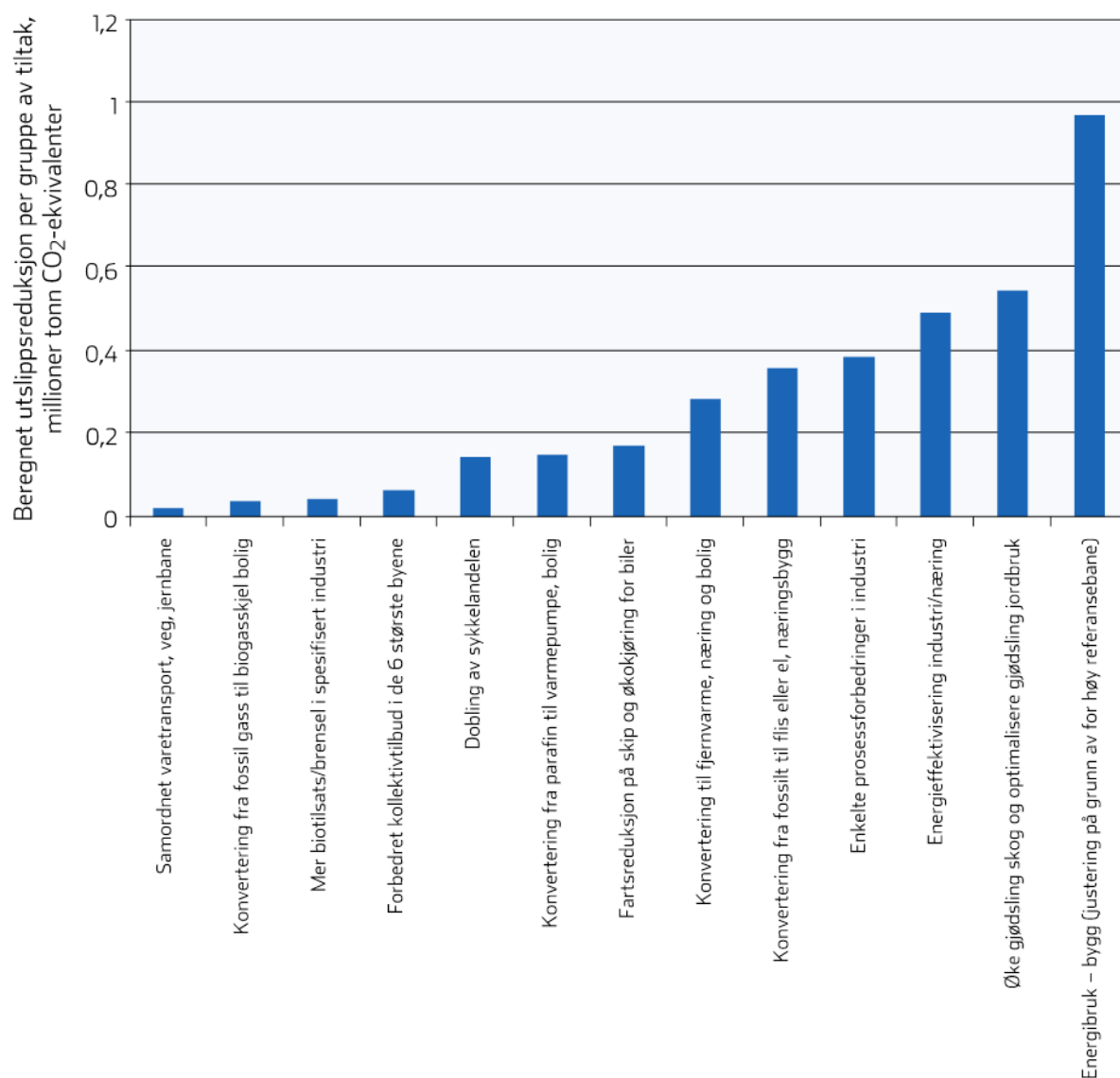
De overgripende problemstillingene som blir drøftet i denne rapporten er:

- Hvilke typer markedssvikt hindrer at samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak utløses?
- Er det kostnader ved implementering av tiltak som ikke er tatt hensyn til i tidligere lønnsomhetsberegninger, slik at netto nytte er overvurdert?
- Er det reguleringer eller politiske rammebetingelser som utgjør barrierer for at lønnsomme tiltak blir gjennomført?
- Hvis markedssvikt eller reguleringer er en viktig forklaring til manglende gjennomføring, er det da behov for endringer i virkemiddelbruken?

### 1.2 Om Klimakur

I forbindelse med behandlingen av St.meld. nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk* inngikk et bredt flertall på Stortinget et klimaforlik der det ble anslått at det var realistisk å redusere utslippene av klimagasser med 15–17 millioner tonn innenlands innen 2020. I 2008 ga Miljøverndepartementet Klima- og forurensningsdirektoratet i oppdrag å lede en etatsgruppe som fikk navnet Klimakur 2020. I tillegg til Klima- og forurensningsdirektoratet besto etatsgruppen av Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens vegvesen, Statistisk sentralbyrå og Oljedirektoratet. Etatsgruppen, i samarbeid med andre sentrale aktører og relevante fagmiljøer, vurderte en lang rekke virkemidler og tiltak for å oppfylle det norske klimamålet. Utredningen ble lagt fram i februar 2010 (Klif, 2010a). Utredningen danner grunnlag for regjeringens vurdering av klimapolitikken, klimameldingen, som skal legges fram for Stortinget i 2011.

Ifølge beregningene i Klimakur er det en rekke tiltak som er samfunnsøkonomisk lønnsomme, se Figur 1.1. Disse tiltakene har et samlet potensial på 3 millioner tonn CO<sub>2</sub>.

**Figur 1.1: Samfunnsøkonomiske lønnsomme tiltak identifisert i Klimakur**

Kilde: Klif (2010a)

### 1.3 Metode og avgrensninger

Fokus for analysen er tiltak som kan gjennomføres til 2020. Tiltakene gjelder reduksjoner i utslippene ut over det som ligger i referansebanen, dvs. som utslippsreduksjoner i forhold til de utslippene vi ville hatt i 2020 uten tiltak. Klimakur har i tillegg identifisert tiltak som egentlig burde vært inkludert i referansebanen fordi de ifølge Klimakur er lønnsomme uten nye klimapolitiske virkemidler. Noen av tiltakene som i beregningene er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomme viser seg å ikke være privatøkonomisk lønnsomme. I dette prosjektet tar vi utgangspunkt i de samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltakene og drøfter:

- Er det sannsynlig at tiltakene vil bli gjennomført til 2020 gitt dagens virkemidler?
- Skyldes manglende gjennomføring at samfunnsøkonomisk lønnsomhet er overvurdert?
- Skyldes manglende gjennomføring markedssvikt eller inngrep i markedet som reduserer den privatøkonomiske lønnsomheten?

Med unntak av tiltakene i skogs- og jordbrukssektorene gjennomgår vi de tiltakene som er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomme, både tiltak med en negativ tiltakskostnad og tiltak med en kostnad lavere enn 240 kr/tonn CO<sub>2</sub>, som er den CO<sub>2</sub>-kostnaden Klimakur la til grunn. Sistnevnte tilsvarer en implisitt kvotepris på ca. 30 €/tonn. Dagens kvotepris er betydelig lavere enn dette: Per ultimo august 2011 er kvoteprisen i EU ETS vel 13 €/tonn, tilsvarende vel 100 kr/tonn CO<sub>2</sub>. Kvoteprisen svinger og utviklingen fremover er usikker. I et 2020-perspektiv er det derfor rimelig å vurdere tiltak som har en kvotekostnad opp til 240 kr/tonn CO<sub>2</sub>.

I denne analysen fokuserer vi på tiltak innen kategoriene:

- Energieffektivisering og konvertering til fornybar energi i bygninger
- Energieffektivisering og konvertering til fornybar energi i industrien
- Transportmidler og transportmønstre

Innenfor hver av kategoriene har vi gjort et utvalg som er nærmere begrunnet for hver kategori.

For å besvare de aktuelle problemstillingene har vi tatt utgangspunkt i de mest oppdaterte tiltaksanalysene, og da spesielt analysene gjennomført i forbindelse med *Klimakur*. Analysene i Klimakur er komplettert med andre analyser og vurderinger, enten gjennomført rett i forkant av Klimakur eller senere analyser. I tillegg har vi gjennomført intervjuer/samtaler med et utvalg private og offentlige organisasjoner, herunder Norsk Industri, BNL, NOBIO, Klif og Enova.

## 1.4 Leseveiledning

Rapporten starter med en teoretisk drøfting av ulike typer markedssvikt som kan hindre at samfunnsøkonomisk lønnsomme klimatiltak utløses i markedet og hvilke nytte- og kostnadselementer som bør inngå i vurderinger av lønnsomheten av ulike tiltak. I kapittel 3-5 presenterer vi og drøfter de tiltak som i Klimakur antas å være lønnsomme, men som likevel ikke blir gjennomført. I det avsluttende kapitlet (6) presenterer vi vår vurdering av hvordan dagens virkemidler kan korrigere for den identifiserte markedssvikten, alternativt hvordan beregningsgrunnlaget kan bedres for bedre å ta hensyn utelatte eller undervurderte kostnadselementer eller overvurderte nytteelementer.

Vurderingene i hvert delkapittel er oppsummert i en tabell. Den første delen av tabellen gir en oversikt over hvert tiltak slik det er beskrevet i Klimakur: potensialet for utslippsreduksjoner, hvilke nytte- og kostnadselementer som er inkludert, den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden og hvorvidt tiltaket er privatøkonomisk lønnsomt. Den andre delen av tabellen oppsummerer vår vurdering av tiltaket og Klimakurs beregninger:

- Hva er sannsynligheten for at tiltaket gjennomføres før 2020 med dagens virkemidler?
- Er det kostnader som ikke er kvantifisert i beregningene i Klimakur?
- Er det avvik mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk lønnsomhet som skyldes markedssvikt?
- Samlet vurdering av tiltakene.



## 2. TEORETISK UTGANGSPUNKT

I dette kapitlet går vi kort gjennom teorien knyttet til markedssvikt og beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Et viktig utgangspunkt for beregning av tiltakskostnader er hva man antar om utviklingen i klimagassutslipp uten at det gjennomføres noen endringer i klimapolitikken, dvs. hva som er referansebanen. Prinsipielle forhold ved referansebanen drøftes også.

### 2.1 Markedssvikt

Virkemidler for å fremme samfunnsøkonomisk effektive tiltak kan være begrunnet i flere typer markedssvikt.<sup>4</sup> I denne sammenhengen, dvs. vurdering av tiltakene i Klimakur, fokuserer vi på utslipp av klimagasser som gir eksterne virkninger i form av klimaendringer. I tillegg kan det være andre typer markedssvikt som begrunner politiske tiltak.

#### *Negative eksterne virkninger - miljøskader*

Utslipp av klimagasser er negative eksternaliteter, dvs. kostnader ved produksjon eller konsum som enkeltaktørene ikke blir belastet for i markedet, og derfor ikke tar hensyn til (Pigou 1920). Dersom produsenten eller konsumenten ikke blir stilt overfor den samfunnsøkonomiske kostnaden ved utslipp av klimagasser, er markedsprisen på varer som genererer utslipp for lav, noe som gir for høy produksjon og etterspørsel forhold til hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Avgifter på klimagasser eller et kvotesystem kan rette opp slike eksternaliteter, dersom avgiftene/kvoteprisen tilsvarende marginal skade.

#### *Positive eksterne virkninger – kunnskap og teknologispredning*

Investeringer i forskning og utvikling (FoU) genererer ny kunnskap. Den samfunnsøkonomiske avkastningen av FoU er generelt høyere enn den privatøkonomiske, se for eksempel Griliches (1995). Kunnskapen kommer generelt andre til gode, i tillegg til den aktøren som utfører FoUen. Med andre ord genereres det en positiv eksternalitet som markedsaktøren ikke tar hensyn til og nivået på næringslivets FoU-innsats vil være for lavt sett fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Det tilsier offentlig støtte til FoU tilsvarende den positive eksterne virkningen. Subsidier til FoU kan bidra til å internalisere eksternaliteten.

Økt FoU-innsats kan også stimuleres gjennom andre typer virkemidler. Åndsverksloven, patentinstituttet og lignende ordninger sørger for at den som utvikler en ny løsning beskyttes fra kopiering og at andre skor seg på deres ideer. Ulempen er at dette hindrer spredning av teknologiene, og prisene blir høyere enn det på marginen koster å fremskaffe teknologivarene.

En annen type positive eksternaliteter kan oppstå etter at teknologiene er utviklet, dersom selve implementeringen lærer markedet om hvordan teknologien best kan utnyttes. På den måten kan en teknologi bli mer produktiv ettersom den blir tatt i bruk. Denne kunnskapen vil være et fellesgode på samme måten som FoU, og begrunner subsidier til implementering av ny teknologi.

Det skjer kunnskapsspredning mellom land på samme måte som mellom bedrifter innen et land. Hvis nasjonale myndigheter ikke tar hensyn til denne kunnskapsoverføringen mellom land ved utforming, eksisterer en global markedssvikt (se Golombek og Hoel, 2009).

---

<sup>4</sup> En effektiv allokering oppnås når det finnes markeder for alle typer goder, eierrettigheter er veldefinerte, det er fravær av eksternaliteter, det er fri konkurranse, det er perfekt og symmetrisk informasjon, og det er fravær av kollektive goder.

### Nettverkseksternaliteter

I noen tilfeller har en aktør nytte av at andre aktører bruker samme type teknologi. Dette kalles nettverkseksternaliteter. For eksempel vil antallet ladestasjoner øke jo flere som kjører med plug-in hybridbiler og elbiler, noe som igjen gjør det mer attraktivt for andre å kjøpe slike biler. Da oppstår igjen positive verdier utover det den enkelte aktør tar hensyn til, noe som kan begrunne subsidier. Samtidig kan nettverkseksternaliteter gi såkalte innlåsingeffekter. Da kan det finnes en eller flere likevekter i markedet som innebærer høyere velferd enn den realiserte, samtidig som aktørene ikke vil skifte over til en ny likevekt uten offentlig inngrep. Dersom det er samfunnsøkonomisk mer lønnsomt med elbiler, tilsier det at det offentlige i en overgangsperiode kan sikre at etablering av tilstrekkelig mange ladestasjoner slik at man vipper over i den nye likevekten.<sup>5</sup>

### Psykologiske barrierer

I utgangspunktet antar en at aktørene gjør rasjonelle valg, og at prosjekter som er privatøkonomisk lønnsomme gjennomføres (når det også er tatt hensyn til alle kostnader ved nødvendig låneopptak, sparte energiutgifter, estetiske faktorer etc.). Men flere studier antyder at klimavennlige tiltak, som for eksempel energieffektivisering, kan være privatøkonomisk lønnsomme, uten at disse blir gjennomført. Det kan skyldes fremtidige konsekvenser av dagens handlinger som individet ønsker, men ikke selv evner å ta hensyn til. Det er to forhold som kan ligge bak denne formen for markedssvikt.

Det ene er at vektingen av perioder endres systematisk ettersom tiden går (hyperbolsk tidsdiskontering). Et eksempel er at en foretrekker ett eple i dag fremfor to i morgen, men likevel foretrekker en to epler om 51 dager fremfor ett eple om 50 dager. Det betyr at en vil legge spare- og investeringsplaner som er dynamisk inkonsistente. En plan som gir absolutt prioritet til konsum her og nå mens fremtiden blir mer jevnt diskontert, vil ikke være mulig å holde. Rent konkret kan det føre til at investeringer i for eksempel energieffektivisering blir for lave, eller ikke blir gjennomført selv om de er privatøkonomisk lønnsomme.

Det andre forholdet er ustabile preferanser/valgevrne: Aktøren er ute av stand til å forutse de preferansene hun eller han vil bruke til å vurdere alternativer med i fremtiden, eller aktøren er uenig med disse fremtidige preferansene. Dette kan også gi for lave investeringer. For eksempel kan aktøren i fremtiden "angre" på at investeringer i energisparing ikke ble gjort på et tidligere tidspunkt.

Slike brudd på rasjonell planlegging kan begrunne offentlige inngrep som støtte til effektivisering, informasjonskampanjer eller andre tiltak som kan bidra å korrigere for markedssvikten.

### Asymmetrisk informasjon

Asymmetrisk informasjon oppstår når informasjonsfordelingen mellom kjøper og selger er skjev. Vanligvis sitter selger med mer informasjon om varen enn kjøper. Når en aktør skal gjøre nyinvesteringer, kan det oppleves som kostnadskrevenende å innhente all informasjon om alle alternativer i markedet. Tilbyderne kan være selektive i informasjonsdelingen for å gjøre produktene mer attraktive.

For noen typer varer og tjenester er det pålegg om at selger må spesifisere gitt informasjon, for eksempel finansielle produkter, bl.a. for å redusere den asymmetriske informasjonen.

<sup>5</sup> Greaker og Heggedal (2007) viser at det på forhånd er vanskelig å påvise og sammenligne ikke-realiserde likevekter. Myndighetene risikerer å skape teknologisk innlåsing med støtte til enkeltteknologier.

### *Principal-agent-problemer*

Principal-agent problemet refererer til situasjoner der en aktør (agenten) opptrer på vegne av en annen (prinsipalen), og der disse aktørene har ulike mål og ulik grad av informasjon. I stedet for at agenten er en nøytral videreformidler av interessene som skal representeres, er det en grunnleggende interessekonflikt mellom agenten og prinsipalen. Dette er en variant av asymmetrisk informasjon og problemet er ansett å være en viktig barriere for diffusjon av nye og mer effektive teknologier (se for eksempel OECD/IEA 2007). For byggsektoren peker OECD/IEA på informasjonsforskjeller mellom utbygger og kjøper eller leietaker som en årsak til at samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter ikke gjennomføres i Norge. Ifølge OECD/IEA er energibruken per kvadratmeter i Norge 20 prosent høyere i leide kontorlokaler enn når brukeren selv eier lokalene. Den gruppen som leier lokaler utgjør ca. 80 prosent av totale kontorlokaler og OECD/IEA anslår at tiltak for å redusere denne markedssvikten kan gi besparelser på opp mot 15 prosent av total energibruk i tjenesteytende næringer. Denne markedsimperfeksjonen kan adresseres ved kontrakter som sikrer at begge parter nyter godt av effektiviseringen.

### *Moralsk risiko*

En lignende type markedssvikt oppstår når en aktør som er beskyttet fra risiko ikke tar fullt ansvar for egne handlinger og opptrer mer risikofylt enn han ville gjort uten beskyttelsen. Eksempelvis kan en øke risiko-adferden når en er forsikret, eller når en vet at det offentlige trer inn og bærer kostnadene. Dette er også en variant av asymmetrisk informasjon.

### *Mangelfull informasjon*

Ovenfor har vi nevnt noen former for skjev informasjon. I tillegg kan markedet mangle informasjon generelt, både om eksterne kostnader og om lønnsomheten av ulike typer av tiltak/investeringer. Dersom forbrukerne ikke får tilgang til kunnskap om hvor mye energi som kan spares med de ulike tiltakene, eller kostnadene ved tiltakene, kan det hindre lønnsomme prosjekter i å gjennomføres. Slik markedssvikt begrunner offentlig støttede informasjonskampanjer og andre former for spredning av informasjon.

Det er *ikke* markedssvikt dersom en aktør er kjent med at informasjonen finnes, men ikke vurderer det som lønnsomt å innhente denne informasjonen og/eller inneha nødvendig kompetanse for å vurdere informasjonen.

### *Imperfekte kapitalmarkeder*

Manglende informasjon om lønnsomheten i prosjekter kan også føre til at långiver ikke stiller tilstrekkelig kapital til rådighet. I kapitalmarkedet vil långiver som regel ha mindre informasjon om lønnsomhetsforhold og kredittverdighet enn låntaker. Da kan investor eller kredittgiver vurdere risikoen som høyere enn den faktisk er, noe som gir seg utslag i høye renter eller at man avstår fra å gi lån. Som oftest vil kreditttyter kreve sikkerhet i form av pant i eiendeler. Dette kan imidlertid være vanskelig når investeringen er i kapital som ikke kan pantsettes, som når aktiva består av utstyr med minimal annenhåndsverdi. Slike problemer er trolig mest aktuelle for selve FoU-virksomheten og i svært tidlig sprednings/utprøvningsfase for nye teknologier. Det er mindre rimelig å anta at slike imperfeksjoner er fremtredende ved investeringer i allerede kjente teknologier.

### *Usikkerhet som følge av politisk endrede rammebetingelser*

De politiske rammebetingelsene kan endre seg som følge av ny informasjon om klimavirkninger eller effektiviteten i virkemiddelbruken eller endrede internasjonale rammebetingelser. Dette er en usikkerhet som ikke kan korrigeres og som aktørene må ta som gitt. I tillegg kan det oppstå en egen usikkerhet om stabiliteten i langsiktige politiske rammebetingelser som følge av at politikerne på ulike måter signaliserer at de vil kunne skifte standpunkt for eksempel som følge av politisk posisjonering. Dette kan innebære et ekstra risikomoment som reduserer den samfunnsøkonomiske effektiviteten.

### Offentlige inngrep

Markedsprisene kan være feil som følge av at offentlige inngrep. For eksempel vil energipriser som er lavere enn marginal produksjonskostnad redusere lønnsomheten for energisparing og innføring av nye energisparende teknologier. I kommuner som selger kommunalt eid kraftproduksjon eller konsesjonskraft til egne innbyggere til "selvkost" svekkes incentivene til energieffektivisering. Subsidiert energiproduksjon, som for eksempel vindkraft, vil trekke i samme retning, mens fiskale avgifter vil trekke i retning av for høye priser, som for eksempel elavgiften.<sup>6</sup>

En annen type effektivitetstap kan være knyttet til manglende eller ikke-konsistente avgifter, se også punktet om negative eksterne virkninger. Avgifter som innføres for å korrigere eksterne virkninger er ikke nødvendigvis effektive – det fordrer at de er riktig satt, og i prinsippet at alle eksterne virkninger er priset inn og prisen satt lik marginal skadekostnad. Et eksempel på ikke-konsistente avgifter er at utslipp av CO<sub>2</sub> fra ulike kilder ikke stilles overfor samme CO<sub>2</sub>-kostnad. De sektorene som omfattes av kvotehandelen i EU stilles overfor kvoteprisen, mens CO<sub>2</sub>-utslipp fra andre sektorer stilles overfor avgifter som avviker fra kvoteprisen, med ulike satser og delvis med avgiftsfritak. Petroleumsvirksomhet offshore betaler både kvoter og en egen CO<sub>2</sub>-avgift.

## 2.2 Samfunnsøkonomiske lønnsomhetsvurderinger

Privatøkonomiske lønnsomhetsberegninger baseres på markedspriser, mens samfunnsøkonomiske lønnsomhetsberegninger skal baseres på priser som reflekterer de samfunnsøkonomiske kostnadene og avkastningene ved å benytte ressurser i prosjektet. Utgangspunktet er at alle ressurser har en alternativ anvendelse. Kalkulasjonsprisene i en samfunnsøkonomisk analyse skal reflektere alternativverdien, det vil si verdien i beste alternative anvendelse av de ressursene som brukes.

Regelen om å verdsette på grunnlag av alternativverdier gjelder også miljøvirkninger og andre eksterne effekter. Korrekte kalkulasjonspriser for miljøskader er lik marginalverdien av ren luft, rent vann og liknende. Miljøgoder omsettes normalt ikke i markedet og har dermed heller ikke noen markedspris som kan brukes i en samfunnsøkonomisk analyse. Man må da *anslå* verdien av miljøgodene. Ideelt sett skal verdien uttrykke samfunnets (dvs. alle berørte individer) betalingsvillighet for (nytte av) det aktuelle godet. Det man prøver å måle er individenes maksimale betalingsvillighet for en miljøforbedring eller minimale kompensasjonskrav for å akseptere en miljøforringelse.

I Klimakur er det i stort sett bare tatt hensyn til endringer i utslippene av NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> og klimagasser. NO<sub>x</sub> er verdsatt til 50 kr/kg, og PM<sub>10</sub> til 1.050 kr/kg, uten at det er dokumentert hvor disse verdsettingsanslagene stammer fra. I noen av transportberegningene er også kostnader knyttet til støy tatt med.

### Nytte- og kostnadskomponenter

Virkningene av et tiltak kan deles inn i fire hovedgrupper:

- Endringer i konsumentoverskuddet (*B*).
- Endringer i produsentoverskuddet (*P*).
- Økonomiske virkninger for offentlig sektor (*S*).
- Endringer i netto nytte for "tredjepart", her inngår negative eksternaliteter som forurensning, støy og ulykker, og positive eksternaliteter, som læring og nettverkseffekter (*M*). Normalt inkluderer *M* også verdien av endringer i klimagassutslipp (*R*).

<sup>6</sup> Elavgiften er først og fremst fiskalt begrunnet, jfr Bruvoll og Dalen (2008).

Samlede netto nytte av tiltaket ( $K$ ) i periode  $t$  uttrykkes som:

$$(i) K_t = B_t + P_t + S_t + M_t$$

Hvis hensikten er å beregne tiltakskostnader for reduserte utslipp av klimagasser, kan kostnadseffektiviteten måles som endringer i netto nytte utenom verdien av endringer i klimagassutslipp per tonn endring i klimagassutslipp:

$$(ii) k_t = (K_t - R_t) / R_t$$

### *Konsumentoverskudd*

Konsumentoverskuddet viser den samlede differansen mellom konsumentenes betalingsvilje og den pris konsumentene betaler for et gode for hele konsumvolumet. Konsumentoverskuddet angir dermed det samlede nytteoverskuddet av at konsumentenes betalingsvillighet *ikke* utnyttes fullt ut.

Hvis vi bruker bilreiser som eksempel, uttrykker konsumentoverskuddet trafikantenes nytte av reisen fratrukket kostnadene for reisen (kjørekostnader, tidskostnader og andre oppofrelser ved reisen). Konsumentoverskuddet kan påvirkes av tiltak for å redusere klimagassutslippene, for eksempel en økning av avgiften på bilbruk. Trafikanter som opplever at kostnadene etter den økte avgiften overstiger nytten vil la være å kjøre bil (bytte til et transportmiddel som de betrakter som dårligere med hensyn til reisetid, komfort, tilgjengelighet, frekvens, praktiske hensyn mv., eller la være å reise). Disse vil oppleve et individuelt nyttetap.

Trafikanter som fortsetter å kjøre like mye bil etter den økte avgiften vil ikke oppleve nyttetap knyttet til selve transporten, men de vil få økte kostnader fra avgiftsøkningen. Denne kostnaden vil ha sin motsats i økte avgiftsinntekter for staten, slik at den samfunnsøkonomiske nytten blir uendret. Avgiften representerer kun en overføring fra de private aktørene til fellesbudsjettet<sup>7</sup>.

Netto nyttetap for samfunnet blir dermed lik nyttetapet for de trafikantene som skifter til annet transportmiddel eller lar være å reise.

### *Produsentoverskudd*

Produsentoverskuddet tilsvarer differansen mellom pris og marginal produksjonskostnad for hele produksjonsvolumet. Ved en gitt markedspris vil alle produsenter med en reservasjonspris (dvs. laveste pris de er villig til å akseptere) som er lavere enn markedsprisen få solgt godet til en høyere pris enn de ville vært villige til å akseptere. Ved en avgift på produksjonen vil noen produsenter falle ut og oppleve et tilsvarende nyttetap som konsumenter som trer ut av markedet.

### *Skattekostnad*

Offentlige tiltak som finansieres gjennom skatter medfører vridningseffekter (effektivitetstap). Vridningseffektene tilsvarer den økte differanse mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk lønnsomhet og at samfunnets ressurser styres bort fra den samfunnsøkonomisk optimale tilpasningen. De samlede skattefinansieringskostnadene inkluderer innkrevingskostnader og vridningseffekter. Finansdepartementet (2005) anslår skattekostnaden i norsk økonomi til 20 prosent. Med dette anslaget skal det legges et påslag på 20 prosent på alle utgifter som finansieres gjennom skatter.

<sup>7</sup> Forutsatt at skattefinansieringskostnadene ikke påvirkes.

### *Diskontering av fremtidige inntekter og kostnader*

Nytte- og kostnadsvirkningene av et tiltak inntreffer sjelden på samme tidspunkt. For å kunne sammenlikne og aggregere nytte- og kostnadsvirkninger over tid, neddiskonteres fremtidige kostnader og gevinster ved en kalkulasjonsrente til et uttrykk i dagens verdi (nåverdien).

Samtidig endres verdsetting og priser (dvs.  $B$ ,  $P$ ,  $S$  og  $M$  i ligningen over) over tid. For eksempel kan det argumenteres for at miljøkostnadene (verdsettingen av miljø) vil øke over tid, både som følge av at vi blir rikere og dermed etterspør mer rent miljø, og som følge av at rent miljø kan bli et knappere gode. Konsument- og produsentoverskuddene kan bli både lavere og høyere. Teknologilæring vil for eksempel bidra til at enhetskostnaden for en gitt teknologi går ned, og marginalkostnadene for tiltak vil dermed reduseres. Det betyr at lønnsomheten øker som følge av at teknologiene tas i bruk. Det er derfor et spørsmål om man skal bruke konstante realpriser eller la disse variere over tid. Så lenge man ikke godt kan argumentere for sannsynlige prisendringer i fremtiden bør konstante priser brukes.

### *Usikkerhet*

Samfunnet står overfor en rekke prosjekter med ulike risikoprofiler, noe som gjør at virkningen av risikoen ved flere prosjekter vil jevnnes ut når en betrakter hele økonomien. Den delen av risikoen som samvarierer mellom prosjektene, såkalt systematisk risiko, må imidlertid tas hensyn til i den samfunnsøkonomiske kalkylen. Samfunnsøkonomisk relevant risiko for et prosjekt avhenger dermed av graden av samvariasjon mellom prosjektavkastningen og avkastningen på den norske nasjonalformuen, f.eks. målt ved nasjonalinntekten.

Finansdepartementets veileder i samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet, 2005) omhandler hvordan risiko skal behandles i samfunnsøkonomiske analyser. Der framgår det at systematisk risiko kan bli ivaretatt på to ulike måter i en samfunnsøkonomisk lønnsomhetsanalyse. Den ene varianten innebærer å erstatte usikre, framtidige prosjektoverskudd med såkalte sikkerhetsekvivalenter og deretter neddiskontere de sikkerhetsekvivalente størrelsene med den risikofrie alternativavkastningen. Den alternative måten å korrigere for risiko på er å justere kalkulasjonsrenten med et risikotillegg og deretter neddiskontere de usikre, framtidige prosjektoverskudd med denne risikojusterte kalkulasjonsrenten.

### *Dynamiske effekter og avhengighet*

Lønnsomheten for et tiltak eller en teknologi avhenger også av hvor tiltaket befinner seg i rekken av tiltak som gjennomføres. Prinsipielt vil det økonomiske potensialet for et gitt tiltak reduseres med antallet andre tiltak som reduserer utslippene av klimagasser som gjennomføres før dette tiltaket. Hvis man allerede har investert i et avansert energistyringssystem vil ikke nye vinduer gi like stor gevinst. Lønnsomheten av ytterligere investeringer vil derfor bli dårligere.

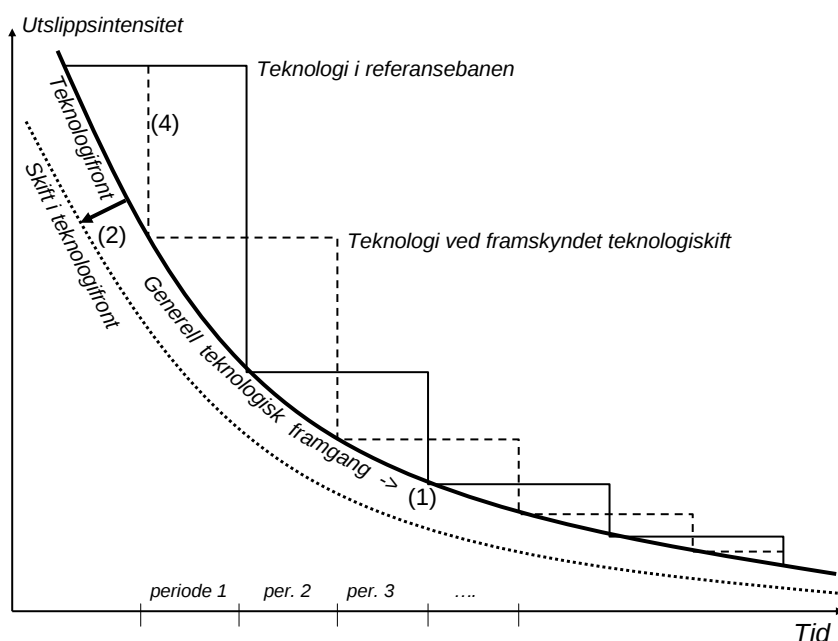
## 2.3 Referansebanen

Når en vurderer utslippsvirkningen av et tiltak, må en ta utgangspunkt i hva utslippene ville vært uten virkemidlet (referansebanen). Denne kan være vanskelig å anslå når en vurderer effekter av tiltak i etterkant. Den historiske utviklingen vil være preget av de virkemidlene som har vært innført, og det vil være vanskelig å kontrollere for hvilke forhold som er påvirket av det aktuelle virkemidlet/ene og hva som er mer uavhengig av denne. Det samme gjelder for vurderinger av framtidige tiltak. Spesielt vil det være vanskelig å skille generell teknologisk framgang som er uavhengig av politikkendringene og teknologiendringer som følger av virkemidlene.

*Generell teknologisk framgang* er uavhengig av endringer i klimapolitikken, og reflekterer at det hele tiden foregår en kontinuerlig teknologiutvikling og -utskiftning. Dette reflekterer bevegelse av frontteknologien. Referansebanen tilsvarer altså bevegelsen langs (1) i Figur 2.1. Alt annet likt, vil utslippene per produsert eller konsumert enhet gå ned over tid.

Virkemidler som påvirker teknologien kan være rettet direkte mot *skift i teknologifronten*, for eksempel støtte til FoU. Da vil frontteknologien bli mer effektiv enn det som implisitt følger av den generelle fremgangen, se (2), og utslippene vil bli varig lavere sammenlignet med referansebanen.

**Figur 2.1: Referansebanene og former for teknologiendring**



Andre virkemidler kan være rettet mot å *framskynde utskifting av teknologi/kapitalutstyr* til de nyeste teknologiene (3). Effekten av slike virkemidler er spesielt vanskelige å evaluere. Den generelle teknologiske framgangen innebærer at effekten på utslippene av slike virkemidler vil kunne bli helt eller delvis spist opp over tid. La oss ta som eksempel et tiltak som medfører teknologiutskiftning i *periode 1*. Tiltaket gir en umiddelbar reduksjon i utslippsintensiteten. Men alt kapitalutstyr har en viss levetid. Uten dette tiltaket ville utstyret blitt skiftet ut i *periode 2*, og til en enda mer effektiv teknologi enn den framskyndede utskiftningen i forrige periode. I *periode 2* blir utslippene høyere med tiltaket som ble gjennomført i *periode 1* enn om ikke tiltaket ble gjennomført. I *periode 3* vil det være omvendt, da levetiden til utstyret som ble framskyndet utskiftet i *periode 1* er ute og ny teknologi utføres. I *periode 4* vil utslippet være lavest i referansebanen etc. Hva som blir den aggregerte effekten av tiltaket over tid er uvisst.

En fjerde type teknologiskift er om utskiftingstakten øker, dvs. at periodelengdene i figuren reduseres.<sup>8</sup>

Teknologivirkemidlene vil altså ha fundamentalt forskjellige effekter på utslippsintensiteten. Dersom utskiftingstakten øker eller teknologifronten flyttes innover (2), vil reduksjonen i utslippsintensiteten være entydig og vedvarende.

Når man skal definere referansebanen, kan det også være vanskelig å skille ut tiltakseffekter som virker gjennom andre markeder. For eksempel kan tiltakene påvirke oljeprisene og prisene i kraftmarkedet, men det vil være vanskelig å skille størrelsesorden på disse effektene fra andre drivkrefter i energimarkedene.

---

<sup>8</sup> Økt utskiftingstakt (dvs. kortere levetid for de enkelte teknologiene) kan imidlertid føre til økte miljøkostnader andre steder som følge av økt produksjon.

### 3. TILTAK I BYGG

Bygg står ifølge Klimakur for 26 prosent av energiforbruket i Norge, og ca. 3 prosent av klimagassutslippene. Ifølge NVE (2010a) kan utslippsreduksjoner i bygg bidra med 10-15 prosent av ambisjonen om utslippsreduksjoner på 12 millioner tonn CO<sub>2</sub>.

For eksisterende bygg har Klimakur vurdert tiltak innen energieffektivisering og konvertering fra fossile brensler til fornybare energikilder. For nybygg, er det kun energieffektiviseringstiltak som er aktuelle ettersom det siden 2010 i prinsippet er forbudt å installere oljekjeler i nye bygg.

For byggsektoren har Klimakur brukt følgende formler for å beregne hhv. samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk lønnsomhet:

Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad:

- Investeringskostnad, inkl. installasjon, beregnet med 5 prosent annuitet
- Netto spart energi (energikostnad før tiltaket – energikostnad etter tiltaket)
- Reduserte eksterne kostnader knyttet til NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub> (NO<sub>x</sub> er verdsatt til 50 kr/kg og PM<sub>10</sub> til 1.050 kr/kg).

Privatøkonomisk tiltakskostnad:

- Investeringskostnad, inkl. installasjon, beregnet med 7 prosent annuitet. For boliger inkluderer dette også mva.
- Netto spart energi (energikostnad før tiltaket – energikostnad etter tiltaket)

Investeringskostnadene består av kjøp og installering av fysisk utstyr. Drifts- og vedlikeholdskostnader ved konvertering er inkludert i energikostnadene. Drift og vedlikehold av olje-, gass-, og biokjeler er anslått til 5 øre/kWh. Fjernvarmeprisen reflekterer total kostnad for fjernvarme for forbruker. Levetiden for investeringene varierer fra 10 år for de enkleste effektiviseringstiltakene og noen konverteringstiltak til 30 år for isoleringstiltak.

Investeringskostnaden består av merkostnaden ved å velge en mer energieffektiv løsning enn kravet i TEK07, som var den bygningstekniske forskriften som var gjeldende da Klimakur ble utarbeidet. Kostnadsberegningene gjelder videre de tiltakene som "flest" velger, dvs. ikke gjennomsnittet av høyeste og laveste kostnader, men det vanligste eller forventede tiltaket. I noen tilfeller vil tiltaket være billigere og i noen tilfeller dyrere. Dersom tiltaket er vurdert som lønnsomt, vil det dermed ikke nødvendigvis gjelde hele det identifiserte potensialet.

Utvikling i totalt byggareal er den viktigste forutsetningen for beregningene av *potensialet* for reduserte klimagassutslipp i Klimakur. Det er knyttet stor usikkerhet til samlet byggareal og sammensetningen av dette arealet. Ifølge NVE er det store svakheter i historisk arealstatistikk og det der finnes ikke god historikk for arealutvikling. Det er dermed også en metodisk utfordring å gjøre framskrivninger i byggarealet. NVE (2010a) benytter en "bottom-up"-tilnærming for å beregne byggarealet i Norge. Rater for nybygging, rehabilitering og rivning av bygg er også usikre. For nybygging har NVE (2010a) brukt historisk snitt til grunn for framskrivningene. Tilsvarende finnes lite statistikk på rehabilitering og sanering av bygg, og ratene som er brukt i beregningene er derfor basert på skjønn og diskusjoner med SSB, Prognosesenteret og Lavenergiutvalget. På grunn av svakehetene i bakgrunnstallene for byggareal er det stor usikkerhet knyttet til estimer for energiforbruk i bygg fram mot 2020.

Det finnes imidlertid gode forbrukstall for de fleste energikilder. Unntaket er bioenergi der det finnes lite statistikk. Endringer i bruk av bioenergi er derfor vanskelig å fange opp.

NVE (2010a) sin referansebane for energibruk i bygg er basert på gitte forutsetninger om mer energieffektive nybygg (TEK07) og rehabiliterte areal, samt økt elspesifikt forbruk til diverse utstyr. Samlet gir dette en moderat vekst i elektrisitetsforbruket på 0,3 prosent i boliger (mot en vekst på

0,7 prosent per år siden 1996), og 0,1 prosent i næringsbygg (noe som trolig tilsvarer omtrent historisk vekst). Energiforbruket antas dermed å øke betydelig mindre enn arealveksten fram mot 2020 som er på henholdsvis 11 og 9 prosent for boliger og næringsbygg.

Referansebanen for utslipp i NVE (2010a) er vesentlig lavere enn referansebanen for bygg som benyttes i Klimakur. For år 2020 anslår NVE (2010a) at klimagassutslippene fra byggsektoren vil være 1,7 mill. tonn CO<sub>2</sub>, mens Klimakurs anslag er 2,6 mill. tonn. Det er dette store potensialet for samfunnsøkonomisk lønnsomme utslippsreduksjoner i byggsektoren er vist i figur 1.1 med søylen "Energibruk – bygg (justering på grunn av høy referansebane)".

### 3.1 Energieffektivisering

Energieffektiviseringstiltak som Klimakur anslår å være samfunnsøkonomisk lønnsomme er:

- Energioppfølging
- Isolering og tetting
- Lavenergiløsninger for nye bygg

Tabell 3.1 oppsummerer energieffektiviseringstiltakene i byggsektoren som er beregnet som samfunnsøkonomisk lønnsomme i Klimakur, samt vår vurdering av om tiltakene er lønnsomme, og i tilfelle hvor sannsynlig det er at tiltakene gjennomføres med eksisterende virkemidler, og hvilken markedssvikt som eventuelt hindrer at tiltakene utløses.

Energieffektiviseringstiltakene er ikke med i figur 1.1. En viktig grunn til dette er at potensialet for utslippsreduksjoner er små for disse tiltakene. De bidrar først og fremst til redusert elektrisitetsforbruk, men siden den norske elektrisitetsproduksjonen hovedsakelig er basert på fornybar energi, er reduksjonen i norske CO<sub>2</sub>-utslipp marginal. Ifølge Klimakur bør disse tiltakene heller vurderes som energitiltak enn som klimatiltak, hvilket også gjenspeiles i at tiltakskostnaden er uttrykt i kr/kWh spart istedenfor kr/tonn CO<sub>2</sub>. I NVE (2010a) er det imidlertid gjort beregninger av potensielle utslippsreduksjoner og tiltakskostnader, basert på utslippskoeffisienter som oppgitt i Tabell 3.2. Her er det antatt at elektrisitet og fjernvarme ikke har noen CO<sub>2</sub>-utslipp, slik at CO<sub>2</sub>-utslippene (inkludert metan og lystgass) kun stammer fra bruk av energivarene olje, naturgass og pellets. Grunnet en forholdsvis høy beregnet privatøkonomisk nytte, men få tonn CO<sub>2</sub> spart blir tiltakskostnadene i størrelsesorden -5.000 - -100.000 kr/tonn.

**Tabell 3.1: Oppsummering energieffektivisering i bygg**

| Tiltak                                                 | Energioppfølging (EOS)                                                                                                                                                                                         | Isolering og tetting                                                                                                                                                                                                      | Lavenergistandard                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beskrivelse av tiltaket                                | Web-løsning med eksisterende målere                                                                                                                                                                            | Isolering av yttervegg (bolig), tetting av luftlekkasje (næringsbygg)                                                                                                                                                     | EOS, isolering/tetting, energistyring og beste tilgjengelige teknologi                                                |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2e</sub> /år) | Bolig: 8.600<br>Næring: 5.300                                                                                                                                                                                  | Bolig: 42,400<br>Næring: 7.800                                                                                                                                                                                            | Bolig: 80.600<br>Næring: 107.000                                                                                      |
| Privatøkonomisk lønnsomt                               | Ja                                                                                                                                                                                                             | Ja                                                                                                                                                                                                                        | Ikke for eksisterende boliger, marginalt for næringsbygg                                                              |
| Inkluderte nytte- og kostnadselement                   | Investeringskostnad 6,4 kr/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                      | Investeringskostnad 175 kr/m <sup>2</sup> (bolig), 4 kr/m <sup>2</sup> (næringsbygg)<br>Rente: 7 %                                                                                                                        | Investeringskostnad 6,4 kr/m <sup>2</sup><br>Rente 7 %                                                                |
| Samfunnsøkonomisk tiltaks-kostnad (kr/kWh)             | -0,68 kr/kWh for bolig<br>-0,45 kr/kWh for næringsbygg                                                                                                                                                         | -0,34 kr/kWh for bolig<br>-0,48 kr/kWh for næringsbygg                                                                                                                                                                    | 0,05 kr/kWh for bolig<br>-0,11 kr/kWh for næringsbygg                                                                 |
| <i>Kilde: Klimakur</i>                                 |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                       |
| Vår vurdering                                          | Energioppfølging (EOS)                                                                                                                                                                                         | Isolering og tetting                                                                                                                                                                                                      | Lavenergistandard                                                                                                     |
| Gjennomførings-sannsynlighet med dagens rammer         | Økte energipriser øker sannsynligheten.                                                                                                                                                                        | Gradvis og delvis ved rehabilitering. Økte energipriser øker sannsynligheten. Energimerkeordningen kan gi effekt.                                                                                                         | Lite sannsynlig. Innskjerpning av TEK reduserer energibruken i nye og rehabiliterte bygg, reduserer lønnsomheten      |
| Ikke-kvantifiserte kostnader                           | Tids- og transaksjons-kostnader for løpende oppfølging.<br>Levetiden kan være overvurdert – <i>vedvarende</i> fokus på energi koster.                                                                          | Tidskostnader ved installasjonen for brukeren<br>Transaksjons- og komfortkostnader<br>Eventuelle rebound-effekter<br>7 % rente er sannsynligvis for lav, i hvert fall for boligeiere<br>Skattekostnad for offentlige bygg |                                                                                                                       |
| Markedssvikt/Inngrep i markedet                        |                                                                                                                                                                                                                | Støtte til fornybar kraft kan gi for lave kraftpriser                                                                                                                                                                     | Umodent marked - mulige positive eksternaliteter ved FoU<br><br>Støtte til fornybar kraft kan gi for lave kraftpriser |
| Samlet vurdering                                       | Usikkert potensial pga.usikre forutsetninger om areal og rehabiliteringstakt<br>Skattekilø pga moms gir avvik fra samfunnsøkonomisk lønnsomhet<br>Behov for nøyere vurderinger av ikke-kvantifiserte kostnader |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                       |

**Tabell 3.2** Utslippskoeffisienter for CO<sub>2</sub> brukt for bygg. CO<sub>2</sub>e/kWh

|                  | Boliger      |       | Næringsbygg  |       |
|------------------|--------------|-------|--------------|-------|
|                  | Eksisterende | Nye   | Eksisterende | Nye   |
| Total energimiks | 0,015        | 0,003 | 0,026        | 0,003 |
| Oppvarmingsmiks  | 0,021        | 0,005 | 0,040        | 0,007 |

Kilde: Multiconsult/NVE

Nedenfor beskriver vi nærmere de lønnsomme energieffektiviseringstiltakene og de kostnadene som inngikk i Klimakurs beregninger.

### Energioppfølging

Energioppfølging innebærer etablering av et energioppfølgningssystem (EOS). Tre nivåer er inkludert i Klimakurs:

- Lav: Manuell avlesning ved bruk av eksisterende målere
- Snitt (det vanligste eller forventede tiltaket): web-løsning med bruk av eksisterende målere (aktuelt for boligblokker, ikke eneboliger og småhus)
- Høy: web-løsning og installasjon av nye og flere målere, herunder individuell varmemåling i boligblokker.

Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for rehabilitering av boliger og næringsbygg er oppsummert i Tabell 3.3. Selv med bruk av 7 prosent rente er de privatøkonomiske kostnadene noe lavere både for boliger og næringsbygg (hhv. -0,75 og -0,65 kr/kWh i forventet kostnad). Dette skyldes først og fremst at energiprisene som private aktører betaler er høyere enn de samfunnsøkonomiske – pga. fiskale avgifter - og at besparelsen derfor blir større i en privatøkonomisk betraktning.

**Tabell 3.3: Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for energioppfølging i eksisterende bygninger**

| Nivå       | Inv. kost, kr/m <sup>2</sup> | Besparelse, kWh/m <sup>2</sup> |        | Tiltakskostnad, kr/kWh |        |
|------------|------------------------------|--------------------------------|--------|------------------------|--------|
|            |                              | Bolig                          | næring | bolig                  | næring |
| Lav        | 0,05                         | 4                              | 5      | -0,82                  | -0,58  |
| For-ventet | 6,4                          | 6                              | 6      | -0,68                  | -0,45  |
| Høy        | 20                           | 10                             | 20     | -0,56                  | -0,39  |

Kilde: Multiconsult/NVE

For nybygg har Klimakurs basert beregningene på forventede kostnader (dvs. en form for gjennomsnitt), grunnet manglende erfaringstall. Dette gjelder for alle effektiviseringstiltak. I beregningen av tiltakskostnader har man basert seg på en moderat forbedring i forhold til kravene i TEK07. For energioppfølging er den samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene beregnet til -0,36 kr/kWh (og de privatøkonomiske til -0,40 kr/kWh) spart i nye boliger, dvs. at dette er omtrent halvparten så lønnsomt i nye bygg som for eksisterende boliger. Dette kommer av at nye boliger har lavere energiforbruk enn eldre boliger, og dermed mindre energisparingspotensial. For næringsbygg er estimert tiltakskostnad -0,20 kr/kWh spart.

Det er vanlig å forutsette at man kan spare opp mot 10 prosent av energiforbruket ved å øke oppmerksomheten om det. Muligheten for å oppdage feil i systemet øker og man får etter hvert kunnskap om hva som øker eller reduserer forbruket. En årsak til at boligeiere og brukere av næringsbygg ikke følger med på faktisk energiforbruket, kan være at man fokuserer på energikostnadene. Varierende kostnader kan skyldes både endret energibruk og endrede energipriser.

Så vidt vi har forstått inngår ikke driftskostnadene for EOS i beregningene i NVE (2010a). Disse kan variere fra tidsbruk på omtrent 1 time/mnd. (for månedlig avlesning av måler i bolig og registrering av forbruket i regneark el.lign.) til bruk av konsulenter som løpende leser av forbruk og loggfører dette i avanserte web-løsninger. Det er uansett grunn til å tro at disse kostnadene er marginale sammenlignet med sparte energikostnader.

Samtidig stilles det krav til personlig oppfølging: man skal huske på å lese av måleren med jevne mellomrom og registrere dette i et eget system. Vedvarende bevissthet kan ses på som en transaksjonskostnad for tiltakshaver. For boligblokker og næringsbygg vil oppfølgingen også være sterkt avhengig av driftspersonalets kompetanse og interesse. Evaluering av Enovas program for energiledelse i bygg (Econ, 2004) viser en gjennomsnittlig levetid på 4 år for denne type tiltak. I Klimakur har man utgått fra en levetid på 10 år for denne type tiltak, noe som i så fall undervurderer kostnadene.

### Isolering og tetting

Innenfor gruppen isolering og tetting består de vurderte tiltakene av etterisolering av fasade (vegg, tak, gulv), vindsperre, tettelister for vinduer og dører. Skifte av vinduer inngår ikke ettersom det ble vurdert som et svært dyrt tiltak.

Tettelister er den rimeligste løsningen både for boliger og næringsbygg. Etterisolering av yttervegger er som regel et dyrt tiltak, men kan være lønnsomt for boliger avhengig av valgt isoleringsteknologi/-metode, og ved nybygg av både boliger og næringsbygg. Tabell 3.4 oppsummerer de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene for isolering og tetting for boliger, og tabell 3.5 tiltakskostnadene for næringsbygg. For nybygg er det for boliger beregnet en samfunnsøkonomisk tiltakskostnad på -0,30 kr/kWh spart, og for næringsbygg -0,13 kr/kWh. De privatøkonomiske tiltakskostnadene er en del høyere for boliger (-0,03 for rehabilitering og -0,02 for nybygg), og marginalt lavere for nye næringsbygg (-0,19 kr/kWh). At de privatøkonomiske kostnadene for boliger er høyere enn de samfunnsøkonomiske beror på at det her er forholdsvis store investeringer og at husholdningenes investeringskostnader inkluderer moms.

**Tabell 3.4: Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for isolering og tetting i eksisterende boliger**

| Nivå       | Beskrivelse                                 | Inv. kost, kr/m <sup>2</sup> | Besparelse, kWh/m <sup>2</sup> | Tiltakskostnad, kr/kWh |
|------------|---------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Lav        | Tetting av luftlekkasjer med tettelister    | 10                           | 7                              | -0,81                  |
| For-ventet | Etterisolering yttervegg m innblåsing       | 175                          | 20                             | -0,34                  |
| Høy        | Etterisolering yttervegg m isolasjonsmatter | 1000                         | 40                             | 0,72                   |

Kilde: Multiconsult/NVE

**Tabell 3.5: Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for isolering og tetting i eksisterende næringsbygg**

| Nivå       | Beskrivelse                                      | Inv. kost, kr/m <sup>2</sup> | Besparelse, kWh/m <sup>2</sup> | Tiltakskostnad, kr/kWh |
|------------|--------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Lav        | Tetting av luftlekkasjer med tettelisten         | 4                            | 3                              | -0,48                  |
| For-ventet | Tetting av luftlekkasje, etterisolering yttertak | 62                           | 5                              | 0,29                   |
| Høy        | Etterisolering yttervegg m isolasjonsmatter      | 40                           | 10                             | 2,03                   |

Kilde: Multiconsult/NVE

#### Lavenergiløsninger

I Klimakur har man samlet fem enkelttiltak (EOS, isolering/tetting, energistyring og teknisk utstyr) i en pakke som man kaller for lavenergibygg, og som vil gi et energibehov på ned mot 100 kWh/m<sup>2</sup>.

Merkostnadene brukt i Klimakur for tiltak som gir lavenergistandard i eksisterende boliger er oppsummert i Tabell 3.6. Besparelsen ved å bygge nye boliger med 25 prosent lavere energiforbruk i forhold til TEK07 er beregnet til -0,16 kr/kWh (basert på investeringskostnader på ca. 250 kr/m<sup>2</sup>).

**Tabell 3.6: Samfunnsøkonomisk tiltakskostnader for lavenergiløsning i eksisterende boliger**

| Nivå       | Beskrivelse                      | Inv. kost, kr/m <sup>2</sup> | Besparelse, kWh/m <sup>2</sup> | Tiltakskostnad, kr/kWh |
|------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Lav        | Kostnader for boligblokker       | 490                          |                                |                        |
| For-ventet | Snitt for boligblokker og småhus | 578                          | 53                             | 0,05                   |
| Høy        | Kostnader for småhus             | 703                          |                                |                        |

Kilde: Multiconsult/NVE

Merkostnadene for tiltak som gir lavenergistandard i eksisterende næringsbygg er oppsummert i tabell 3.7. Merkostnadene for å bygge nye næringsbygg med en 25 prosent energibesparelse i forhold til TEK07 er beregnet til -0,10 kr/kWh spart (basert på investeringskostnader på ca. 250 kr/m<sup>2</sup>).

**Tabell 3.7: Samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for lavenergiløsning i eksisterende boliger**

| Nivå      | Beskrivelse                              | Inv. kost, kr/m <sup>2</sup> | Besparelse, kWh/m <sup>2</sup> | Tiltakskostnad, kr/kWh |
|-----------|------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Lav       | Kostnader for diverse bygningskategorier | 417                          |                                |                        |
| Forventet | Snitt for alle typer yrkesbygg           | 706                          | 121                            | -0,11                  |
| Høy       | Kostnader for barnehager                 | 1486                         |                                |                        |

Kilde: Multiconsult/NVE

I vurderingen av dette tiltaket er det mest interessant å fokusere på rehabilitering av bygninger til lavenergistandard. For det første er det her det store potensialet finnes (med en nybyggssrate på under 2 prosent vil det ta meget lang tid før nybygg samlet sett utgjør mer enn et marginalt potensial). Videre vil strengere forskrifter (TEK) over tid redusere energiforbruket i nye bygg.<sup>9</sup> De nyeste byggeforskriftene (TEK10, gjeldende fra 1.7.2011) stiller bl.a. strengere krav til årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad, bruk av glassareal og forbud mot å installere oljekjel. I og for seg vil større rehabiliteringer (dvs. rehabilitering av mer enn 25 prosent av bygget) også omfattes av TEK, men slik vi har oppfattet det er det ikke helt klart hvordan 25 prosent-regelen håndheves.

Det finnes ikke noen helt klar definisjon av hva som er et lavenergibygg, slik at det kan være vanskelig å sammenligne merkostnadene i Klimakur med andre beregninger. Anbefalte kriterier for lavenergi- og passivhusstandard for næringsbygg er gitt i Prosjektrapport 42 fra SINTEF Byggforsk og tilsvarende krav for boliger er gitt i NS 3700. Begge dokumentene stiller minstekrav til enkeltkomponenter og krav til netto oppvarmingsbehov, kjølebehov og CO<sub>2</sub>-utslipp, sistnevnte gjør at valg av energikilde også spiller inn. Bygninger med lavt energibruk kan deles inn i flere grupper, avhengig av ytelsesnivået:

- Passivhusstandard (nye og eksisterende bygg)
- Lavenergistandard (eksisterende bygg)
- Energikarakter A (nye og eksisterende bygg)<sup>10</sup>
- Nær nullenergibygninger (nye og eksisterende bygg)<sup>11</sup>

Generelt krever lavenergistandard en kompakt og godt isolert klimaskjerm, minimalt kjølebehov, energigjerrige tekniske systemer og en smart styring som gjør at de ulike energiformål i energibudsjettet kan behovsstyres. Tabell 3.8 viser energirammer for lavenergistandard i boliger (småhus). Lavenergibygg brukt i Klimakur tilsvarer omtrent klasse 1 og ligger ca. 30 prosent

<sup>9</sup> Erfaringene med tidligere TEK viser at det har vært vanskelig å overholde kravene til energibruk, for eksempel hadde mange av kontorsbyggene som overholdt de teoretiske kravene i TEK97 et vesentlig høyere energibruk i praksis, se for eksempel Econ Pöyry (2007). Men ifølge BNL har det vært en endring i bransjen, bl.a. har bevisstheten og kompetanse hos større entreprenører økt, slik at det er større sannsynlighet for at nye (kontor)bygg faktisk vil oppfylle kravene i gjeldende og kommende TEK.

<sup>10</sup> *Energikarakter A* ifølge Energimerkeforskriften, hvor kravene er basert på levert energi, og ikke stiller krav til netto energibehov eller parametere for enkeltkomponenter. Valg av energibærer og distribusjonssystem for energien spiller derfor en større rolle i forbindelse med energikarakterer enn for lavenergi-/ passivhusvurdering.

<sup>11</sup> (Nær) nullenergibygging må ha en svært kompakt og godt isolert klimaskjerm og et minimalt netto energibehov. Det beskjedne behovet for oppvarming og eventuelt kjøling, samt for direkte elektrisitet må dekkes av lokal energiproduksjon. Betrachtingene med hensyn til nær nullenergistandard baseres derfor både på netto energibehov og på levert energi (valg av type energibærer), hvor lokal energiproduksjon, termisk og elektrisk, spiller mer inn enn for passivhus og energikarakter A.

lavere enn kravene i TEK07. Til sammenligning er kravene for småhus i TEK10 120 kWh/m<sup>2</sup>, dvs. ca. 10 prosent lavere enn i TEK07. For næringsbygg legger Sintef til grunn et krav på energiforbruk fra 46 kWh/m<sup>2</sup> i kulturbygg opp til 122 kWh/m<sup>2</sup> for sykehus.

**Tabell 3.8: Eksempel på energigrammer for netto energibehov i småhus på 250 m<sup>2</sup>, ved 6,3°C.**

|                                           | Passivhus | Lavenergihus |          | TEK07  |
|-------------------------------------------|-----------|--------------|----------|--------|
|                                           |           | Klasse 1     | Klasse 2 |        |
| Oppvarming                                | 15,0      | 30,0         | 45,0     | 53,3   |
| Vannoppvarming                            | 29,8      | 29,8         | 29,8     | 29,8   |
| Vifte/pumpe                               | 5,1       | 6,5          | 8,0      | 8,0    |
| Belysning                                 | 11,4      | 11,4         | 11,4     | 16,9   |
| Utstyr                                    | 17,5      | 17,5         | 17,5     | 23,4   |
| Totalt spesifikt, kWh/(m <sup>2</sup> år) | 79        | 95           | 112      | 131    |
| Totalt, kWh/år                            | 19 693    | 23 808       | 27 923   | 32 850 |

Kilde: NVE

Analyse & Strategi (2011) beregner merkostnad for rehabilitering til lavenerginivå, og for boliger ligger denne kostnaden vesentlig høyere enn i Klimakur (hhv. 1.200 kr/m<sup>2</sup> og 490-709 kr/m<sup>2</sup>), mens kostnaden for næringsbygg ligger omtrent midt i intervallet oppgitt i Klimakur (hhv. 1.100 kr/m<sup>2</sup> og 417-1.486 kr/m<sup>2</sup>). For nybygg ligger kostnadsanslagene både for boliger og næringsbygg vesentlig høyere i Analyse & Strategi (2011) enn i Klimakur, se Tabell 3.9.

**Tabell 3.9 Anslåtte merkostnader for nybygg til lavenerginivå, kr/m<sup>2</sup>**

| Beregning          | Bolig   | Næringsbygg |
|--------------------|---------|-------------|
| Klimakur           | 142-359 | 248-268     |
| Analyse & Strategi | 800     | 600         |

Kilde: Multiconsult/NVE og Analyse & Strategi

Xrgia (2011) har sett på faktisk energibruk i 64 lavenergi- eller passivhus, og de konkluderer med at målt energiforbruk er høyere enn forventet energibruk totalt sett. Det er imidlertid store variasjoner mellom byggene, hvor noen bruker mindre, noen akkurat som forventet og noen mer energi. Noe av avvikene skyldes feil i bygningskroppen, tekniske anlegg eller design, dvs. feil som det er mulig å utbedre både i eksisterende hus og i nybygg. De største avvikene skyldes imidlertid høyere innetemperatur (dvs. at den del av gevinsten tas ut i form av varme) og bruken av byggene. De to sistnevnte kan ses som uttrykk for ikke-quantifiserte kostnader og rebound-effekter.

Strengere byggekrav vil alltid medføre økt behov for kursing og kompetanseheving. Ifølge KRD (2010) mener BNL at mange av deres medlemsbedrifter kan levere passivhus allerede i dag eller i de nærmeste årene, men at dette ikke gjelder hovedgruppen av utførende bedrifter i Norge. BNL estimerer at over 100.000 personer i byggenæringen må delta på kortere eller lengre opplæringsprogrammer for å klare å etterleve nye byggekrav. Dersom bransjen skal være "ferdig

opplært” innen 2016, må 20.000 personer hvert år gjennomgå en form for opplæring. Svært mye av kunnskapsspredningen er antatt for å være konkurransedrevet, dvs. at det ikke vil kreve spesielle tiltak fra myndighetenes side. Kostnadene knyttet til kompetansehevingen vil legges inn i den totale byggekostnaden og dermed komme til syne i høyere priser over tid. I Analyse & Strategi (2011) er det antatt at disse utgiftene for bransjen er tatt med i den beregnede merkostnaden for passiv- og lavenergibbygg. Disse kostnadene er mest sannsynlig ikke med i beregningene til Klimakur, og kan dermed forklare noe av kostnadsforskjellene.

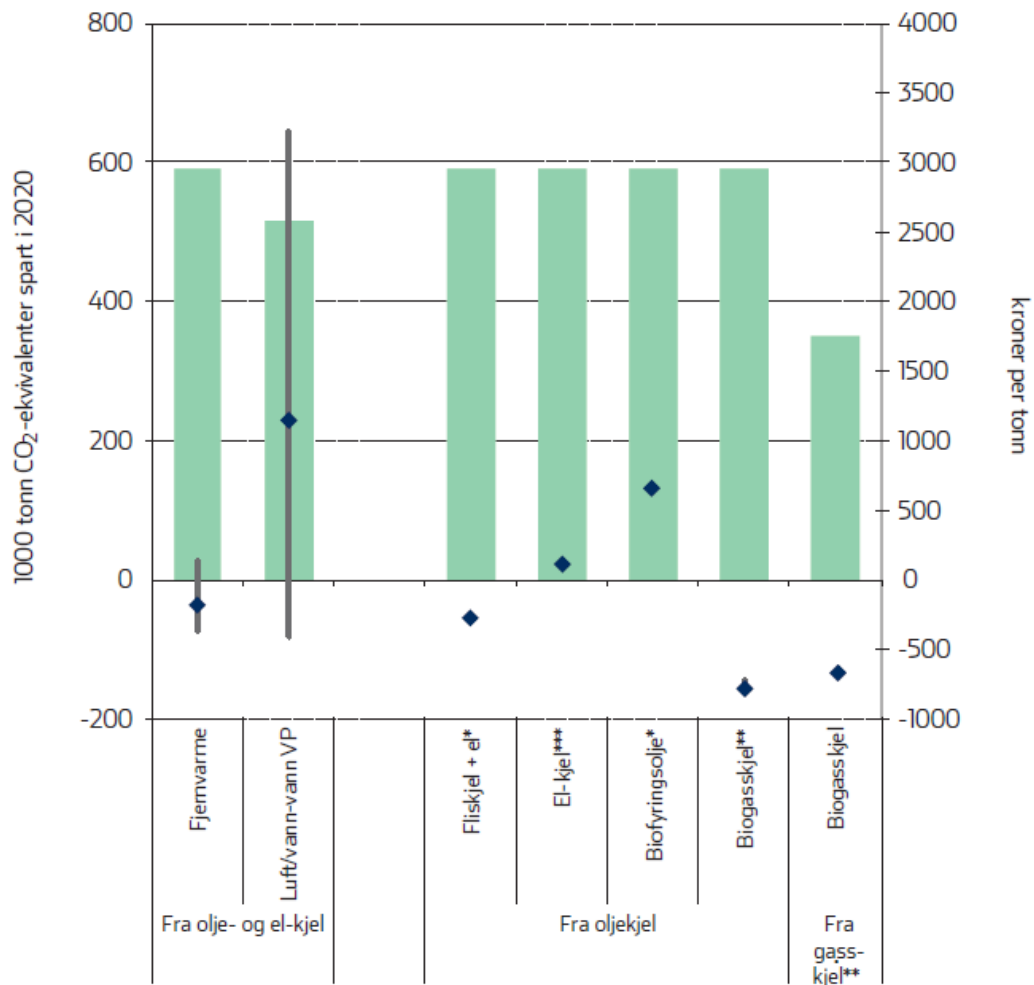
Enova (2011a) anslår at det vil koste 315 mill. kr å øke kompetansen om passivhus hos utbyggere, bl.a. i form av standardløsninger dokumentert i Byggforsks anvisninger, evaluering av pilotprosjekter og nye FoU-prosjekter. Det er også sannsynlig at bygging av lavenergibbygninger vil kreve et kompetanseløft i næringen, som det ikke (nødvendigvis) er tatt høyde for i beregningen av verken de samfunnsøkonomiske eller de privatøkonomiske kostnadene.

### 3.2 Konvertering fra fossile energikilder i næringsbygg

Figur 3.1 viser aktuelle konverteringstiltak som er vurdert i Klimakur. For alle tiltakene er energivolumet som potensielt kan konverteres basert på hele forbruket av fyringsolje, parafin og gass. Når det er forskjeller i hvor mye CO<sub>2</sub> som spares ved de ulike alternativene, er det fordi det vil være noe utslipp av klimagasser også etter konvertering. Hvor mye avhenger av hva man konverterer til.

De forventede tiltakskostnadene er markert med en diamant i figuren under. Den grå linjen markerer variasjoner i kostnadsnivåer for tiltaket. Med store variasjoner og usikkerhet i tiltakskostnaden, vil det trolig være et stort sprik mellom det rimeligste og det dyreste tiltaket i en kategori. Dermed er det lite sannsynlig at hele volumet er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Samtidig kan noen tiltak være samfunnsøkonomisk lønnsomme selv om de ligger i en kategori over, dvs. i en kategori som i snitt ikke er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsom. Noen tiltak kan også være privatøkonomisk lønnsomme selv om de ikke er samfunnsøkonomiske lønnsomme.

**Figur 3.1: Konverteringstiltak i næringsbygg. Samfunnsøkonomiske kostnader (kr/tonn CO<sub>2</sub>) og reduksjon av klimagassutslipp i 2020 (1000 tonnår)**



Kilde: NVE (2010a)

Som figuren over viser, identifiserer Klimakur disse tiltakene som samfunnsøkonomisk lønnsomme konverteringstiltak i næringsbygg:

- Konvertering fra olje- og elkjeler til fjernvarme
- Konvertering fra oljekjeler til fliskjeler (med elkjele som spisslast)
- Konvertering fra oljekjeler til elkjeler
- Konvertering fra oljekjel eller gasskjel til biogass

Alle de aktuelle tiltakene gjelder konvertering fra oljekjeler. Klimakur antar at hele forbruket av olje til oppvarming i næringsbygg kan konverteres til ett av disse alternativene. Industribygg er ikke inkludert i disse tallene, men vurdert under tiltak i industrien.

**Tabell 3.10: Oppsummering av konvertering i næringsbygg**

| Tiltak                                                                                                                                                                | Konvertering fra olje/elkjel til fjernvarme                                                                     | Konvertering fra oljekjel til fliskjel + elkjel                                  | Konvertering fra oljekjel til elkjel                                                   | Konvertering fra oljekjel eller gasskjel til biogass                                                      |                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                       |                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                        | Konvertering fra oljekjel til gasskjel                                                                    | Konvertering fra gasskjel til biogass                                                   |
| Beskrivelse av tiltaket                                                                                                                                               | Utfasing av fyringsolje. Tilknytning til fjernvarme                                                             | Omlegging fr oljekjel til bioenergi i lokal fliskjele                            | Utfasing av fyringsolje. Ta i bruk elkjel i stedet                                     | Erstatte oljekjel. Med gasskjel/-brenner, ta i bruk biogass                                               | Erstatte naturgass med biogass i gasskjeler                                             |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2e</sub> /år)                                                                                                                | Samlet potensial 592 000                                                                                        |                                                                                  |                                                                                        |                                                                                                           | 77 500                                                                                  |
| Privatøkonomisk lønnsomt                                                                                                                                              | Ja                                                                                                              | Ja                                                                               | Ja*                                                                                    | Ja                                                                                                        | Ja                                                                                      |
| Inkluderte nytte- og kostnads-element                                                                                                                                 | Ombygging internt i bygget. Varmesentral antatt dekket av leverandør. Reduksjon av NO <sub>x</sub> og partikler | Investering: 6000 kr/kW inkl. spisslast. Utslipp av NO <sub>x</sub> og partikler | Investeringsansl ag basert på 1,5 MW elkjel. Reduksjon av NO <sub>x</sub> og partikler | Investering: installasjon av gassbrenner i eksisterende oljekjel. Utslipp av NO <sub>x</sub> og partikler | Ingen investeringskostnad, benytter samme kjel. Utslipp av NO <sub>x</sub> og partikler |
| Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> )                                                                                                           | -182                                                                                                            | -253                                                                             | -2                                                                                     | - 774                                                                                                     | - 670                                                                                   |
| <p>Kilde: Klimakur</p> <p>*I møte med NVE kom det fram at nye opplysninger om dette tiltaket innebærer at det ikke lenger vurderes som bedriftsøkonomisk lønnsomt</p> |                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                        |                                                                                                           |                                                                                         |

| Våre vurderinger                               | Konvertering fra olje/elkjeler til fjernvarme                                                                                                     | Konvertering fra oljekjel til fliskjel + elkjel                                                                                                                                                                                | Konvertering fra oljekjel til elkjel                                                                                                          | Konvertering fra oljekjel til biogass                                                                                                                                                   | Konvertering fra gasskjel til biogass |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Gjennomførings-sannsynlighet med dagens rammer | Stor der det finnes fjernvarme.<br><br>Lave strømpriser reduserer sannsynligheten                                                                 | Delvis – til bioenergi generelt. Avhengig av fortsatt Enova-støtte                                                                                                                                                             | Lav<br><br>Økt sannsynlighet ved lave elpriser                                                                                                | Lav<br><br>Begrenset tilgang på biogass, manglende distribusjons-system                                                                                                                 |                                       |
| Ikke-kvantifiserte kostnader                   | Ombygging i fyrrom.<br><br>Tidsbruk for byggeier.<br><br>Usikkerhet om relative brenselspriser.<br><br>Skattekostnad for offentlige bygg.         | Effektledet i nettleien (elkjel).<br><br>Transportkostnader.<br><br>Umodne markeder.<br><br>Arealkostnader.<br><br>Byggeiers tidsbruk.<br><br>Usikkerhet om relative brenselspriser.<br><br>Skattekostnad for offentlige bygg. | Effektledet i nettleien.<br><br>Skattekostnader for offentlige bygg.<br><br>Byggeiers tidsbruk.<br><br>Usikkerhet om relative brenselspriser. | Transportkostnader (rørsystem eller tankbil).<br><br>Skattekostnader for offentlige bygg.<br><br>Byggeiers tidsbruk.<br><br>Umodent marked.<br><br>Endringer i relative brenselspriser. |                                       |
| Markedssvikt/ Inngrep i markedet               | Støtte til ny fornybar kraftproduksjon kan gi lavere strømpriser enn man ellers ville hatt                                                        |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |                                       |
| Samlet vurdering                               | Samfunnsøkonomiske kostnader trolig undervurdert.<br><br>Usikkerhet knyttet til at brenselspriser, og dermed kostnadsbildet, kan endres over tid. |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |                                       |

*Konvertering fra oljekjeler til fjernvarme* er aktuelt for bygg som allerede har installert vannbåren varme. Dette er tilfelle for de fleste bygg som har oljekjel som oppvarmingskilde, og kostnader for et internt vannbåret anlegg vil dermed ikke utgjøre en ekstra kostnad i eksisterende bygg. En forutsetning for beregningene i Klimakur er at fjernvarme er tilgjengelig i nærheten av bygget. En vurdering av samfunnsøkonomi ved utbygging av nye fjernvarmeanlegg var ikke en del av sektorrapporten for bygg i Klimakur, og er indirekte inkludert gjennom fjernvarmeprisen.<sup>12</sup> Vi merker oss imidlertid at det er mer lønnsomt å konvertere til elkjel eller fliskjel enn å knytte seg til fjernvarmenettet. Dersom støtte til elkjel/fliskjel ble gitt også i områder med tilgang på fjernvarme, ville det altså være mer lønnsomt å konvertere til el/fliskjel enn til fjernvarme.

Utslipp fra den andelen av fjernvarmeproduksjonen som er fossil (olje til spisslast og en gitt andel av avfallsforbrenning) er ikke tatt med i beregningene. NVE (2010a) opplyser at den totale samfunnsøkonomiske kostnaden derfor er noe høyere enn det som er oppgitt i figuren over. I NVE (2010a) er det gjort beregninger også av privatøkonomisk lønnsomhet for de identifiserte tiltakene. Disse viser at den privatøkonomiske lønnsomheten ved konvertering til fjernvarme er høyere enn den samfunnsøkonomiske. Dette skyldes at prisforskjellen på energibærerne er

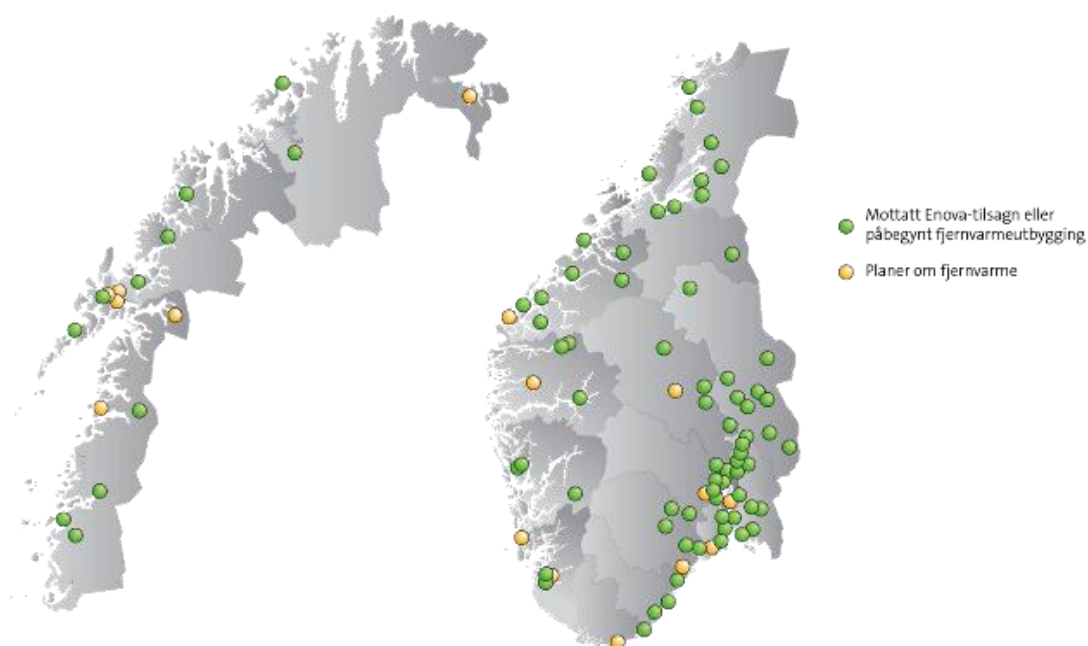
<sup>12</sup> Fjernvarmeprisene settes generelt ut fra alternativet til kunden og slik at det ikke (der det er tilknytningsplikt) skal bli dyrere enn kundens alternative oppvarmingsløsning. Vi regner med at dette i sum dekker kostnadene ved utbygging og produksjon av fjernvarme.

lavere i den samfunnsøkonomiske beregningen enn i den privatøkonomiske. I tillegg er ikke utslippskostnader for NO<sub>x</sub> og partikler inkludert i den privatøkonomiske beregningen.

Basert på eksisterende fjernvarmenett og nye støttetildelinger, forventer Enova en økning i fjernvarmeleveranser på 3 TWh innen 2016, og Enova vil med det ha overoppfylt sin målsetting på fjernvarmeområdet. Det er ikke satt noe måltall for 2020, og det er uvisst hva som vil skje med støtteordningen etter at målsetningen for 2016 er oppnådd.

Olje til oppvarming i næringsbygg utgjør ifølge NVE (2010a) 2,2 TWh. 68 prosent av fjernvarmeleveransene var i 2009 til tjenesteytende sektor (SSB Fjernvarmestatistikk). Om man antar at en tilsvarende andel av økningen i fjernvarme benyttes i næringsbygg, vil en stor andel av dagens oljeforbruk kunne dekkes av fjernvarme i 2020. Fjernvarme er nå tilgjengelig i 19 av de 20 største byene i landet, i tillegg til en rekke tettsteder. Figuren under viser utbredelsen av fjernvarme i Norge. Næringsbygg utenfor disse stedene vil ikke kunne konvertere til fjernvarme. I de byene der fjernvarme er utbygd, er det heller ikke tilgjengelig i hele byen. Vi har ikke oversikt over hvor stor andel av næringsbygg som ligger innenfor et konsesjonsområde for fjernvarme, men det vil være et betydelig antall næringsbygg som ikke har mulighet til å konvertere fra oljekjeler til fjernvarme. Potensialet for konvertering til fjernvarme er dermed usikkert.

**Figur 3.2: Oversikt over hvor det finnes fjernvarmeanlegg eller planer om fjernvarme**



Kilde: Enova

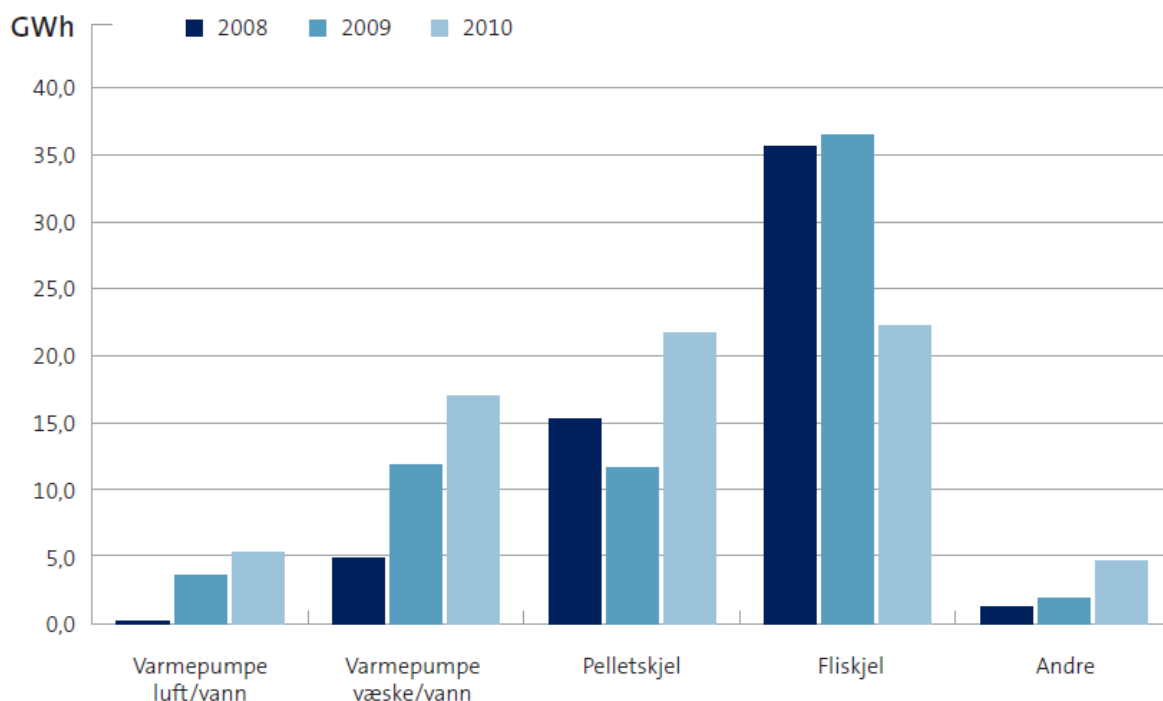
Ved konvertering fra oljekjeler til flis kjeler er kostnadene beregnet basert på en flis kjel på 1,5 MW. De fleste næringsbygg vil ha en grunnlasteffekt som er lavere enn dette. Økonomien i flisfyringsanlegg er kjennetegnet ved høye investeringskostnader og lave driftskostnader. Investeringen er høyere per kW for små kjeler enn for større (Enova). Kostnadsberegninger som er basert på kjeler som er større enn det normale behovet i næringsbygg, vil dermed være underestimert for flis kjeler i de fleste næringsbygg. I forbindelse med vårt prosjekt har NVE gjort nye beregninger for bruk av flis- eller pellets kjel i næringsbygg med lavere installert effekt (400 kW og 800 kW) basert på erfaringstall vi har fått fra Enova. Disse beregningene viser at både pellets- og flis kjeler i de ulike størrelsene er samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Forbrenning av flis krever en mer spesifikk kompetanse enn bruk av oljekjeler. Dette kan være en begrensning for realisering av prosjekter. Etablering av et marked for aktører innen ferdig varme vil kunne redusere denne begrensningen. Enova har registrert en økning i søknader om

støtte fra aktører som leverer ferdig varme til byggeiere basert på biobrensel. Prosjekter med ferdig varme er generelt større enn prosjekter der byggeier selv søker, og offentlige bygg dominerer (Enova 2011b).

En generell utfordring når det gjelder bruk av biobrensel utenom fjernvarme, er at statistikkgrunnlaget er svært mangelfullt. Dette gjør det vanskelig å følge utviklingen av overgang til biobrensel fram mot 2020. Søknader til og tildelinger av støtte fra Enova kan imidlertid gi en pekepinn på utviklingen. Figuren under viser energikonvertering i prosjekter som har fått tilsagn om støtte fra Enova. Prosjekter med konvertering til fliskjeler utgjorde det største energivolumet i 2008 og 2009, men i 2010 var volumet like stort for flis og pellets-kjeler. Offentlig sektor utgjør ca. 23 prosent av volumet. I 2008 og 2009 var energivolumet i lokale energisentraler med Enovastøtte betydelig høyere for flis enn for pellets. I 2010 var volumet for flis og pellets omtrent det samme. Det samlede volumet var rundt regnet 50 GWh per år. I tillegg kommer installasjon av varmepumper fra luft/vann til vann som har hatt en økning i søknader til Enova de siste tre årene. Dersom konvertering fra oljekjeler skjer i tilsvarende takt fram mot 2020, vil en betydelig andel av oljeforbruket i næringsbygg være fjernet.

**Figur 3.3: Enovas energiresultat fra lokale energisentraler fordelt på ulike teknologier**



**Figur 6: Energiresultat (GWh) fordelt på ulike teknologier**

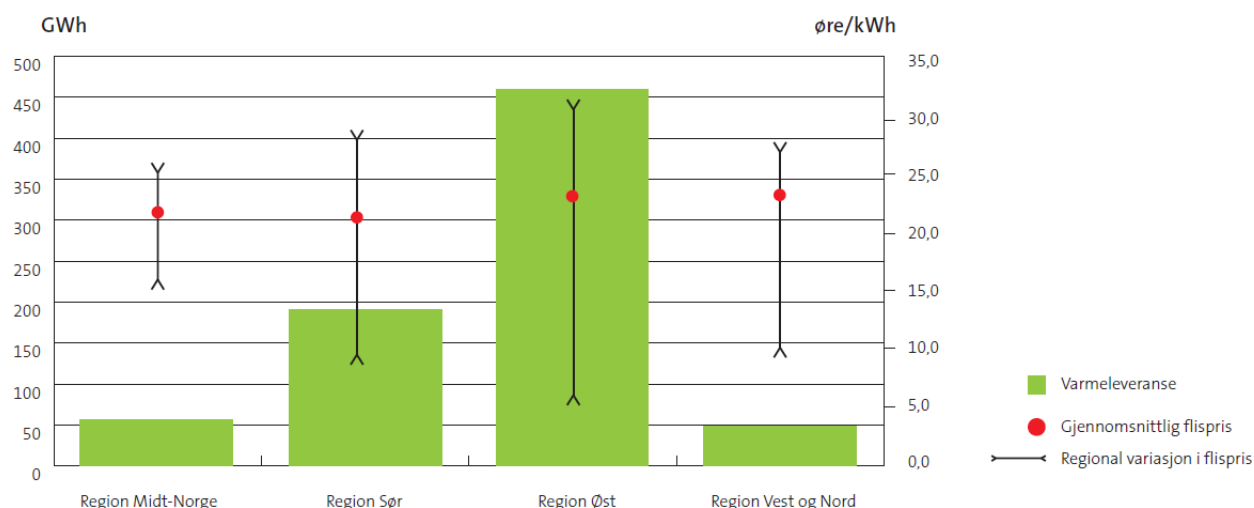
Kilde: Enova (2011b)

På landsbasis er markedet for biobrensel (pellets og flis) umodent. Ifølge Xrgia (2010) må pelletsmarkedet i en region utgjøre rundt 20.000 tonn årlig (tilsvarende ca. 100 GWh) for at markedet skal fungere. Kun Østlandsområdet har ifølge Enova et marked for pellets som er tilstrekkelig stort for at det skal kunne være velfungerende per i dag. Bruk av pellets i fjernvarme og i industrien er ofte det som skal til for å skape et tilstrekkelig marked flere steder ved at de representerer et stort volum for leveranser. Etablering av pelletsfabrikken på Averøya kan bidra til å skape et marked på Nord-Vestlandet og i Trøndelag, men dette er ennå uvisst.

Markedet for flis består av flere lokale markeder på grunn av transportkostnader. På grunn av bruk av flis i flere fjernvarmesentraler og i industrien, er det også for flis et etablert marked på

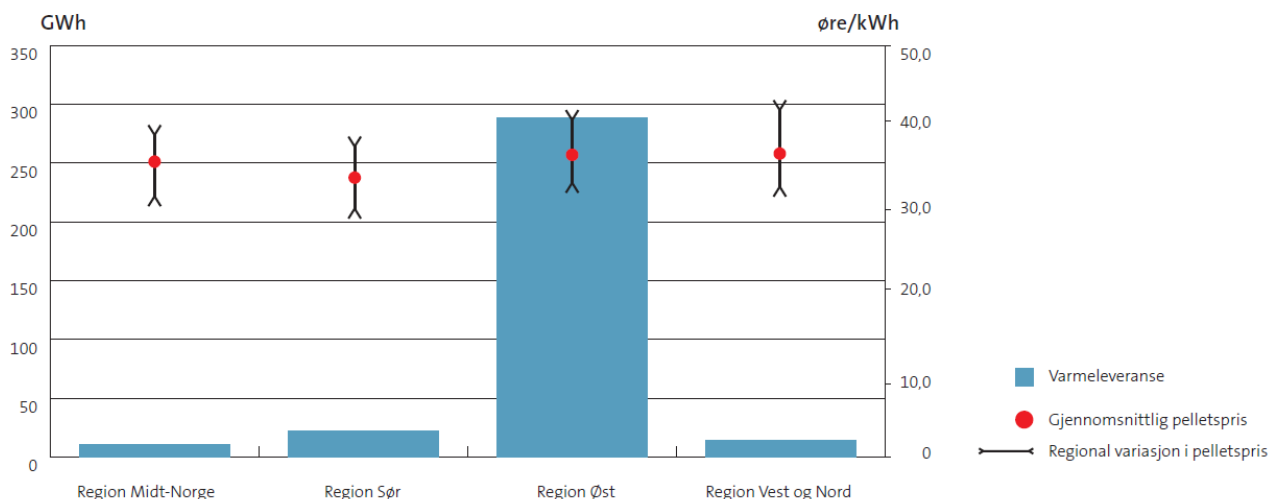
Østlandet. Leveranser av flis til fjernvarme eller lokale varmesentraler skjer også andre steder i landet, for eksempel ved at man utvikler en flisleverandør samtidig som man bygger en energisentral med en fliskjel. Innovasjon Norge har hatt støtteordninger for å stimulere til produksjon av biobrensel. Figuren under viser volum og priser for flis og pellets i ulike regioner. Prisforskjeller innad i regioner forklares i stor grad av transportkostnader. For flis reflekterer også prisforskjellene at det er ulike kvaliteter på brenselet.

**Figur 3.4: Regionale flispriser og volumer til varmeleveranse**



Kilde: Enova (2011b)

**Figur 3.5: Regionale pelletspriser og volumer til varmeleveranse**



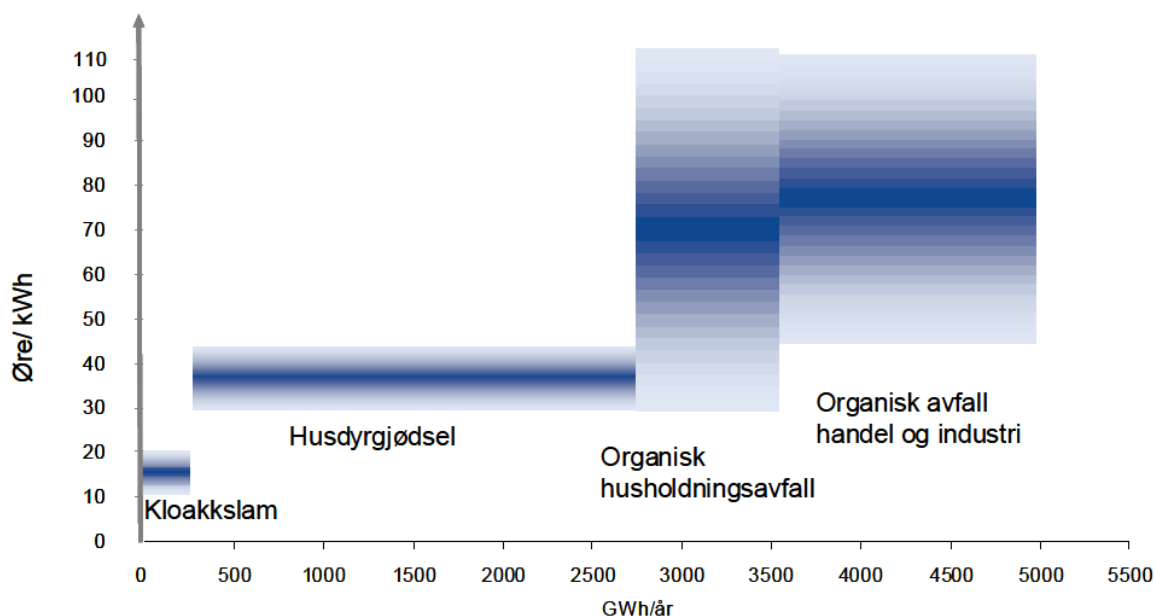
Kilde: Enova (2011)

Konvertering fra oljekjeler til elkjeler er samfunnsøkonomisk lønnsomt med de forutsetninger for strøm- og nettleiekostnader som ligger til grunn i Klimakur. Privatøkonomiske kostnader for elkjeler kan imidlertid se ganske annerledes ut enn dette. Sammensetningen av nettleien varierer mellom ulike nettselskaper, men de aller fleste operer med en fast avgift, energiledd og effektledd til større bygninger. Energileddet kan variere over året, men er ofte 5 øre/kWh på vinterstid. I tillegg kommer effektleddet som ofte ligger i intervallet 10-30 øre/kWh (Econ Pöyry, 2010). Sammenlignet med 8 øre/ kWh i nettleie som ligger til grunn i Klimakur, vil reell nettleie minst

være det dobbelte. Bruksprofilen ved bruk av strøm til oppvarming vil være ugunstig ved at det største forbruket oftest er i høylasstimer eller kuldeperioder når strømprisen er ekstra høy. Strømkostnaden til oppvarming vil dermed ligge over gjennomsnittprisene. Ifølge Econ Pöyry (2010) vil dette være i størrelsesorden 3 øre/ kWh. Med disse ekstrakostnadene vil konvertering fra olje- til elkjeler ikke være et privatøkonomisk lønnsomt tiltak. Disse tallene gjelder fastkraft. Elkjeler som kan kobles ut av nettselskapet (såkalt uprioritert leveranse), vil ha lavere nettleie enn det som er oppgitt her. Tariffkostnaden reflekterer sannsynligvis også en samfunnsøkonomisk kostnad ved at leveransen ikke lenger kan kobles ut når forholdene i nettet krever det. Nettkostnaden er dermed undervurdert også i den samfunnsøkonomiske kalkylen. Bygg som benytter utkoblbare elkjeler, må imidlertid ha olje eller andre alternativer klare til bruk dersom elkjelen kobles ut. En utkoblbar elkjel kan installeres i tillegg til en eksisterende elkjel. I så fall kan fastkraft benyttes (dersom nettselskapet tilbyr dette), og man kan oppnå en delvis konvertering fra bruk av oljekjel til elkjel. I så fall blir utslippsreduksjonen lavere.

*Konvertering fra oljekjel til biogasskjel* har lav samfunnsøkonomisk tiltakskostnad, delvis på grunn av at utslipp av partikler og NO<sub>x</sub> reduseres ved overgang til biogasskjel. I beregningene har man antatt en pris på biogass på 40 øre/kWh, men tiltaket er ifølge NVE (2010a) lønnsomt ved dobbelt så høy pris på biogassen. Begrensninger i lokal tilgang på biogass vil begrense potensialet som kan konverteres i boliger. Ifølge Østfoldforskning og UMB (2008), er det vanskelig å ta i bruk biogass der det ikke finnes et distribusjonsnett for naturgass. Det er heller ikke etablert en infrastruktur for fyllestasjoner for biogass. Biogass er tatt i bruk i transport (særlig i busser) flere steder i landet. Konkurransen om biogass mot transportsektoren vil bidra til å begrense volumet som er tilgjengelig for oppvarming. Det finnes færre fossilfrie alternativer for transport enn for varme. Ved knapphet kan betalingsviljen for biogass dermed være høyere i transport enn i varmesektoren.

**Figur 3.6: Tilgang på biogass fra ulike kilder**



Kilde: NVE (2010b)

*Konvertering fra gasskjel til biogasskjel* utgjør et begrenset potensial for klimagass-reduksjoner i og med at gasskjeler ikke er veldig utbredt i bygg per i dag. Tiltaket er oppgitt som lønnsomt hovedsakelig på grunn av lave brenselkostnader til biogass (40 øre/ kWh) relativt til naturgass (50 øre/ kWh). I tillegg er ikke transportkostnader lagt inn i de samfunnsøkonomiske beregningene. Økonomien i tiltaket er svært følsomt for prisen på biogass. Ekstra kostnader knyttet til komprimering og transport av gass vil i mange tilfeller føre til at tiltaket blir ulønnsomt.

En viktig forutsetning for at dette tiltaket skal utløses, er dermed at biogass er tilgjengelig lokalt eller at det allerede finnes et distribusjonsnett for gass. Lagring kan også være en utfordring, i og med at biogass i de fleste tilfeller produseres jevnt over året, mens forbruket av gass til oppvarming vil være størst i vintermånedene.

Figur 3.6 viser kostnadsintervaller ved produksjon av biogass fra ulike kilder av biomasse. Ifølge Østfoldforskning og UMB (2008) er potensialet for biogassproduksjon fra kloakkslam og organisk husholdningsavfall størst i Oslo og Akershus der det er høy befolkningstetthet. Potensialet for biogass produsert fra husdyrgjødsel er imidlertid størst i Rogaland. I Stavangerområdet finnes det også et distribusjonsnett for gass, der biogass fra avfallshåndtering blandes med naturgass i distribusjonsnettet. Til tross for at potensialet for biogass fra husdyrgjødsel er stort, kan ressurstilgangen være spredt og derfor logistikkmessig krevende å ta i bruk (Østfoldforskning og UMB, 2008). Produksjon av biogass fra organisk avfall har et svært stort kostnadsspenn avhengig av størrelse og typer av anlegg, fra ca.30 øre/kWh til over 100 øre/kWh, se Figur 3.6.

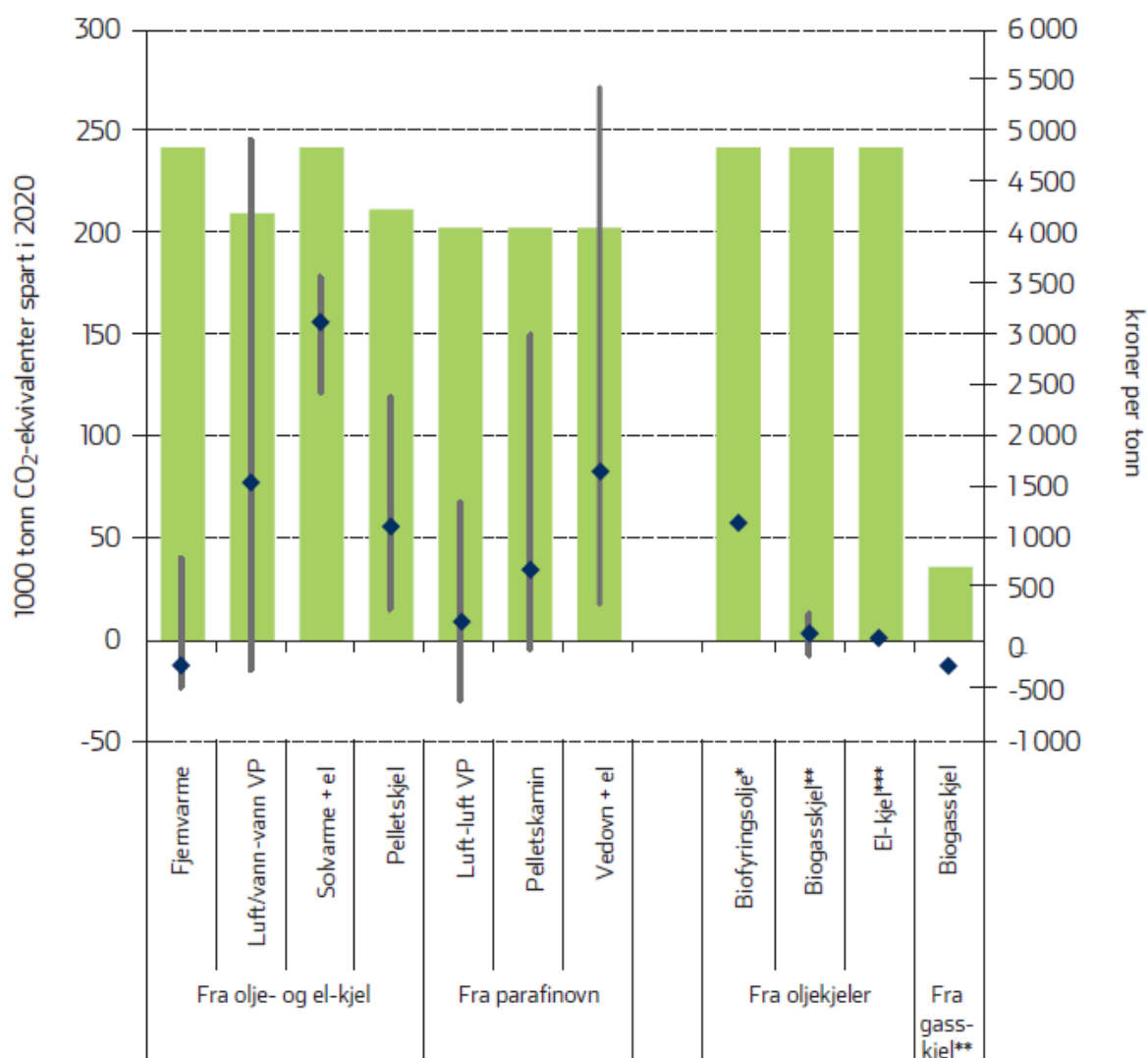
### 3.3 Konvertering fra fossile energikilder i boliger

Klimakur identifiserer følgende tiltak som samfunnsøkonomisk lønnsomme konverterings-tiltak i boligbygg:

- Konvertering fra olje- og elkjel til fjernvarme
- Konvertering fra gasskjel til biogasskjel

I tillegg er den samfunnsøkonomiske kostnaden ved konvertering fra parafinkamin til luft-luft varmepumper oppgitt til å være lav (143 kr per tonn CO<sub>2</sub> spart i 2020).

**Figur 3.7: Konverteringstiltak i boliger. Samfunnsøkonomiske kostnader (kr/tonn CO<sub>2</sub>) og reduksjon av klimagassutslipp i 2020 (1000 tonn/år)**



Kilde: NVE (2010a)

Konvertering fra oljekjeler til fjernvarme i boliger følger samme resonnementsrekke som for næringsbygg. I dag leveres 21 prosent av energien fra fjernvarmeanlegg til boliger. Ved tilsvarende fordeling av den forventede økningen i fjernvarmeleveranser (3 TWh innen 2016), vil 0,6 TWh av oljeforbruket<sup>13</sup> på 0,9 TWh kunne dekkes fra fjernvarme. Konvertering til fjernvarme fordrer at fjernvarme er tilgjengelig ved bygget, noe som innebærer at en lavere andel av oljeforbruket enn det figuren over tilsier, kan konverteres til fjernvarme. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved konvertering til fjernvarme er avhengige av størrelsen på bygget. For eneboliger er kostnader til stikkledninger og varmeveksler betydelig høyere enn for større boligkomplekser. NVE (2010a) oppgir at større borettslag har kostnader som i stor grad tilsvarer næringsbygg. Gjennomsnittlig areal for boliger er brukt i beregningene i Klimakur, og kostnadene ved de ulike tiltakene er ikke vurdert for ulike byggstørrelser.

<sup>13</sup> I tillegg vil trolig noe av parafinforbruket være i bygg med vannbåren varme - i så fall vil også det kunne konverteres til fjernvarme

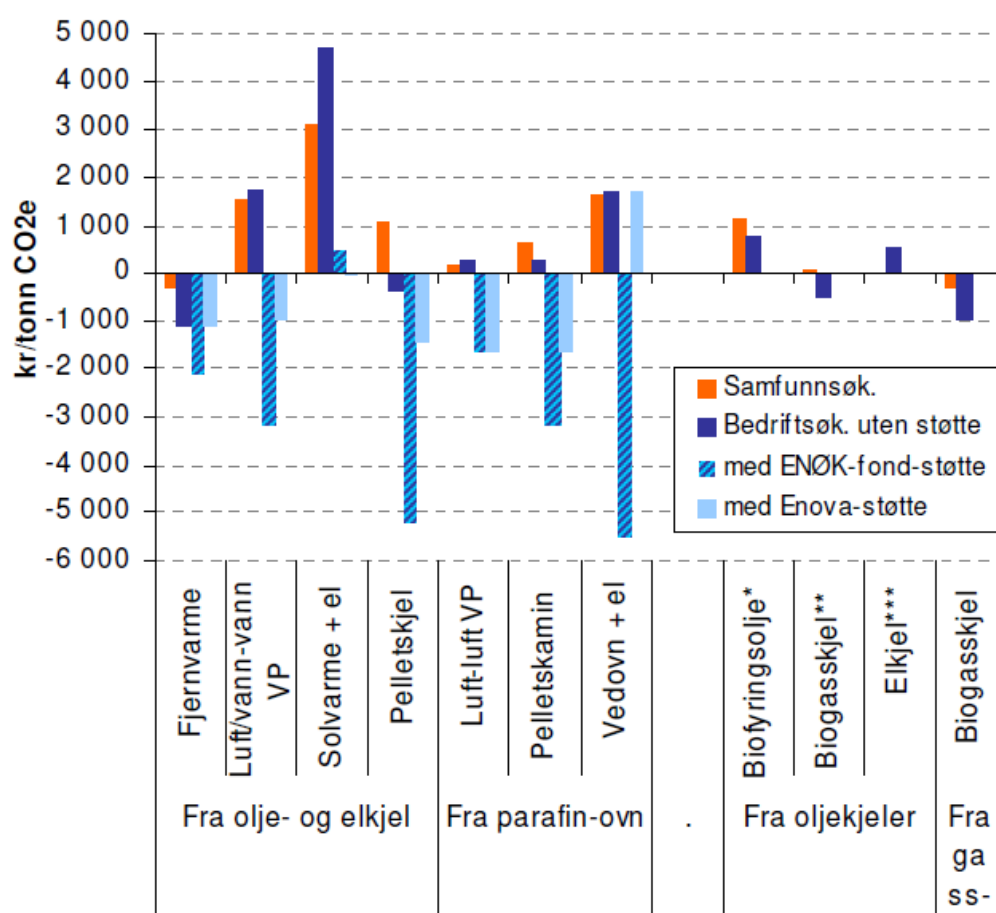
**Tabell 3.11: Oppsummering konvertering i boliger**

| Tiltak                                                       | Konvertering fra olje/ elkjeler til fjernvarme                                                                                                                               | Konvertering fra gasskjel til biogass                    |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Beskrivelse av tiltaket                                      | Utfasing av fyringsolje. Tilknytning til fjernvarme                                                                                                                          | Erstatte naturgass med biogass i eksisterende gasskjeler |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2e</sub> /år)       | 242 000                                                                                                                                                                      | 36 000                                                   |
| Privatøkonomisk lønnsomt                                     | Ja                                                                                                                                                                           | Ja                                                       |
| Inkluderte nytte- og kostnadselement                         | Ombygging og rør som er nødvendig internt i bygget for å koble på fjernvarme (varmesentral er antatt dekket av FV-leverandøren)<br>Reduksjon av NO <sub>x</sub> og partikler | Ingen investeringskostnad, kan benytte samme kjel        |
| Samfunnsøkonomisk tiltaks-kostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> ) | -278                                                                                                                                                                         | - 278                                                    |
| Kilde: Klimakur                                              |                                                                                                                                                                              |                                                          |

| Våre vurderinger                               | Konvertering fra olje/ elkjeler til fjernvarme                                                                                                            | Konvertering fra gasskjel til biogass                                                     |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gjennomførings-sannsynlighet med dagens rammer | Stor der det etableres fjernvarme<br>Lav sannsynlighet for konvertering eneboliger/mindre bygg pga. høyere kostnader                                      | Lav sannsynlighet pga. begrenset tilgang på biogass                                       |
| Ikke-kvantifiserte kostnader                   | Høyere tilknytningskostnad for mindre bygg/eneboliger<br>Endringer i fyrrom<br>Tidsbruk for byggeier<br>Endringer i relative brenselpriser                | Tidsbruk hos byggeier<br>Umodent marked for biogass<br>Endringer i relative brenselpriser |
| Markedssvikt/Inngrep i markedet                | Støtte til ny fornybar kraftproduksjon kan gi lave strømpriser og redusert utbygging av fjernvarme<br>Manglende infrastruktur for distribusjon av biogass |                                                                                           |
| Samlet vurdering                               | Samfunnsøkonomiske kostnadselementer ikke kvantifisert<br>Endringer i relative brenselpriser kan endre kostnadsbildet                                     |                                                                                           |

NVE (2010a) viser beregninger som sammenligner samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske tiltakskostnader for konvertering i boliger. Dette er vist i Figur 3.8. Den privatøkonomiske investeringen øker på grunn av at merverdiavgiften legges til. I tillegg benytter man en høyere rente (7 prosent) enn i den samfunnsøkonomiske beregningen. Den privatøkonomiske lønnsomheten uten støtte er derfor lavere enn den samfunnsøkonomiske ved konvertering til varmepumper, solvarme, vedovn og elkjel. Ved konvertering til fjernvarme, pellets, biofyringsolje og biogasskjel er den privatøkonomiske lønnsomheten høyere enn den samfunnsøkonomiske. Årsaken til dette er at samfunnets kostnader knyttet til eksterne utslipp som NO<sub>x</sub> og partikler ikke kommer til syne i de privatøkonomiske kostnadene. Flere av tiltakene får imidlertid støtte fra Enova eller lokale ENØK-fond (Oslo), noe som øker den privatøkonomiske lønnsomheten for tiltak betydelig.

**Figur 3.8: Privatøkonomisk vs samfunnsøkonomiske tiltakskostnader for konvertering i boliger. Med og uten støtte fra ENØK-fondet i Oslo og Enova.**



Kilde: NVE (2010a)

Flere av tiltakene som ikke er funnet samfunnsøkonomisk lønnsomme i Klimakur, er privatøkonomisk lønnsomme. Dette gjelder konvertering fra oljekjel til pellettskjel og biogass. På grunn av at flere av tiltakene får støtte fra Enova eller lokale støtteordninger for energikonvertering, vil ytterligere tiltak være privatøkonomisk lønnsomme. Dette gjelder konvertering fra oljekjeler og parafinkaminer til varmepumper og fra parafinkamin til ved. Når man uansett skal bytte ut olje eller parafinkamin, er det derfor relativt stor sannsynlighet for at byggeiere vil velge en annen løsning enn fossil energi. Så lenge dagens løsning fungerer tilfredsstillende, kan imidlertid barrierer som tidsforbruk, tilgang på kapital, plunder og heft etc, føre til at tiltakene ikke blir realisert. Vi anser det som lite trolig at all fossil energi er konvertert innen 2020.

### 3.4 Samlede vurderinger

#### Usikkerhet

I vurderingen av tiltakene og kostnadene er det viktig å være klar over at det er stor *usikkerhet* knyttet til tallene som er brukt i beregningene. Usikkerheten gjelder dels det statistiske grunnlaget for bygningsmasse (areal) og energibruk. Sistnevnte har man gode totaltall for inkludert fordelingen mellom industri og boliger, men energibruken i tjenesteytende næringer blir beregnet som en "restpost". Formålsfordelingen av energibruken er også usikker, dvs. anslagene på hvor mye av energibruken som går til hhv. oppvarming og annet, gjerne kalt elspesifikt forbruk. Hvis feilaktig formålsfordeling er lagt til grunn i vurderingen av sparepotensial vil dette potensialet også bli feil (hvis mer energi brukes til oppvarming enn antatt er potensialet undervurdert, og motsatt hvis mindre brukes til oppvarming er potensialet overvurdert). I tillegg er de kostnadstall man har basert beregningene på usikre, og dette gjelder spesielt for nybygg hvor man har begrenset med erfaringstall å støtte seg på.

#### Er det sannsynlig at tiltakene blir gjennomført i markedet?

Dersom det er samsvar mellom privatøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet, vil aktørene i markedet gjennomføre tiltakene, hensyn tatt til at begge lønnsomhetsbegrepene inkluderer også ikke-kvantifiserte kostnader og nytte. For tiltak som energioppfølging og isolering/tetting finnes det ikke noen tall som viser om man faktisk gjennomfører denne typen tiltak eller ikke. Heidenstrøm (2010) drøfter den utflatning og mulige reduksjon av husholdningenes energibruk som er observert de siste 10 årene. Noen årsaker til dette er strengere regler til isolering av boliger, type bolig vi bor i (flere bor i blokkleiligheter) og økte strømpriser. Klimaendringer kan også være en mulig årsak. Andre forklaringsfaktorer er effektivere elektriske apparater (teknologisk fremgang), og økt bruk av varmepumper. Samtidig kan ulike former av "rebound-effekter" bidra til at energibesparelsen blir spist opp av økt forbruk. Rebound-effekter oppstår når effektivisering bidrar til at energiregningen blir lavere (man trenger mindre energi for en og samme tjeneste), hvilket gir en inntektseffekt (mer penger kan brukes på andre goder, inkludert energi). Størrelsen på rebound-effekten avhenger delvis av hvilken type virkemiddel som utløser energieffektiviseringen, og er forventningsmessig lavere ved avgifter (for eksempel på fossil energi) enn ved subsidier, se for eksempel Ibenholt og Liljefors (2009).

Inntektselastisiteten for elektrisitet (og andre energibærere) er generelt vesentlig lavere enn 1 (Halvorsen og Larsen, 2001). Det betyr at en gitt inntektsøkning gir en relativt mindre økning i energiforbruket. Videre blir det meste av energibrukende utstyr mer effektivt over tid, dvs. at en normal utskifting til nytt utstyr over tid vil medføre redusert energibruk. Men som beskrevet ovenfor betyr ikke mer effektiv oppvarming eller isolering nødvendigvis at energiforbruket går ned så mye som tiltaket isolert sett skulle tilsi. Lavere strømutgifter vil øke annet konsum, deriblant konsum av energi. For eksempel kan det slå ut i økt innetemperatur, oppvarming av flere rom eller energiavkjøling om sommeren. Kjøling er trolig mest aktuelt for nyere næringsbygg med store glassflater. Varmepumper antas å redusere energiforbruket, men disse kan også brukes til kjøling, hvilket bidrar til å motvirke reduksjonen i elforbruk til oppvarming.

Inntektsvekst kan også øke etterspørselen etter elektrisk utstyr. For eksempel økte andelen norske husholdninger med minst én PC fra 50 prosent i 1997 til 87 prosent i 2007 (Statistisk sentralbyrå, 2008). Deler av inntektsveksten vil også tas ut i form av økt konsum av tjenester og aktiviteter utenfor boligen, som økt antall restaurantbesøk. Da flyttes en del av husholdningenes energibruk fra boligen til næringslivet, og først og fremst tjenesteytende næringer. En analyse av tiltak for å øke energieffektiviteten i svenske husholdninger konkluderer med at disse kan ha bidratt til å øke utslippene av klimagasser grunnet vridninger i konsumet (Brännlund m.fl., 2007).

Dagens virkemidler som kan bidra til at de aktuelle tiltakene blir gjennomført i større omfatning enn ellers (dvs. enn referansebanen) er for eksempel ulike former for enøk-støtte og energimerking av bygninger. For effektivisering og konvertering i næringsbygg og større

boligblokker/småhusområder kan man få støtte gjennom Enova, mens det ikke finnes noe tilsvarende tilbud for enkelte boligeiere. Sistnevnte kan i noen tilfeller få lokal støtte (Oslo) for gjennomføring av effektivisering og konverteringstiltak. Evalueringer av støtten fra Enova viser som regel av støtten er utløsende, dvs. at den utløser tiltak som ellers ikke ville blitt gjennomført

Energimerking av bygg kan ventes å ha en viss effekt og gi insentiver til å energieffektivisere og/eller konvertere energibruken, men dette forutsetter samtidig at energiprisene er tilstrekkelig høye.

Referansebanen er basert på TEK07, mens det allerede er nå er innført en ny bygningsforskrift (TEK10) med noe innskjerpede krav til energibruk. Videre er det sannsynlig med ytterligere innskjerping i byggeforskriften innen 2020. Ettersom dette kun påvirker nybygg og omfattende rehabiliteringer, er det usikkert hvor stor betydning det har for totalt energibruk i bygningsmassen, men gitt at kravene overholdes er det sannsynlig at noe av det identifiserte potensialet vil bli utløst med eksisterende virkemidler.

### Årsaker til at tiltakene ikke gjennomføres: Ikke-kvantifiserte kostnader?

Ikke-kvantifiserte kostnader kan medføre at tilsynelatende samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak ikke blir gjennomført. Klimakur nevner en del kostnader uten å kvantifisere dem, mens noen relevante kostnader ikke er nevnt.

Ikke-kvantifiserte kostnader omfatter:<sup>14</sup>

- Manglende *kompetanse* hos aktørene om energibruk, klima, bocomfort, passivhus, etc. Ifølge Enova er energibevissstheten i norske husholdninger antatt å være generelt lav, det er ikke god kunnskap om sammenhengen mellom dagligdagse gjøremål i boligen og strøm/energiregningen.
- Energiutgifter kan ha lav prioritet fordi det er vanskelig å forholde seg til mye informasjon og mange valg. Tilgjengelig informasjon som ikke benyttes av aktørene, skiller seg fra manglende informasjon. *Manglende informasjon* er en form for markedssvikt. Dersom aktørene velger å ikke benytte tilgjengelig informasjon, tyder det derimot på at det er kostnader knyttet til informasjonsinnhenting, herunder orientering i fragmenterte og delvis ikke-eksisterende markeder, som er høyere enn den forventede nytteverdien av informasjonen. Dette gjelder for informasjonsinnhenting generelt, uten at det representerer en markedssvikt. Private aktører vil også ha incentiver til å informere om (markedsføre) mulighetene for å spare energi, for eksempel forhandlere av varmepumper og energikonsulenter.
- Å gjennomføre tiltakene kan medføre *transaksjonskostnader* som ikke er lette å kvantifisere. Rehabilitering kan ha komfortkostnader ved at det forstyrrer boligsituasjonen, eiere eller leietakere kan måtte relokaliseres for en periode. Gjennomføring av tiltak i næringsbygg kan lede til midlertidig driftsstans og problematiske arbeidsforhold (støy, etc.). Oppfølging av håndverkere under selve rehabiliteringen er også en form for transaksjonskostnad.
- Reduksjon i selve energibruken vil også medføre *komfortkostnader*. Oppvarming av flere rom i boliger, høyere innetemperatur, terrassevarmere eller flere energikrevende installasjoner, avspeiler økende komfortkrav som igjen kan knyttes til et velferdsnivå som reflekterer brukernes preferanser. Å redusere denne energibruken kan gi et velferdstap, dvs. representer en kostnad for brukeren.

<sup>14</sup> Se også Econ (2007), Emtairah m.fl. (2008), Bellona og Siemens (2007) og Ibenholt og Liljefors (2009).

- Etterisolering kan redusere boarealet, hvilket kan påvirke verdien av bygget. I noen tilfeller vil det ikke være plass til ekstra isolasjon dersom et rom skal kunne opprettholde sin funksjon.<sup>15</sup> I slike tilfeller vil opplevd kostnad være enda høyere enn selve reduksjon av gulvflaten.
- En annen type barriere som nevnes spesielt for boligsektoren er mangel på tjenestetilbydere med helhetlige tilbud innen rehabilitering som knyttes til energimerkesystemene. Mangel på marked for tilgjengelige løsninger tyder på at det (foreløpig) ikke lønner seg å tilby denne typen tjenester. Det kan argumenteres for at man her er i en markedsintroduksjonsfase hvor læringseffekter kan begrunne offentlige virkemidler, men det er i tilfelle et argument som gjelder alle type teknologier, og ikke bare energieffektivisering.
- En rekke forhold knyttet til usikkerhet bidrar til å øke kostnadene i byggebransjen. Det kan være usikkert hvor lenge man kommer til å eie bygningen og om man får igjen investeringen når man selger<sup>16</sup>, og usikkerhet knyttet til teknologien og om den vil levere de forventede besparelsene og fungere tilfredsstillende. Slike usikkerhetsmoment bidrar til at man krever en kort inntjeningsstid for investeringene, og høy avkastning (dvs. høy kalkulasjons- eller internrente<sup>17</sup>). Byggebransjen er konjunkturfølsom, med store variasjoner i aktivitetsnivå avhengig av den økonomiske utviklingen. Dette er også en type risiko som kan bidra til mindre fokus på langsiktighet og mindre ressursbruk på FoU.<sup>18</sup> Bransjen er åpen og arbeidsintensiv, med stor mobilitet i arbeidsstokken, spesielt for ulike typer av spisskompetanse. Mindre lokale aktører kan ha problemer med å få tilgang til og å holde på kvalifisert personell, noe som innebærer økte kostnader. Produktene er kostbare og har lang levetid, hvilket betyr at utbygger kan ønske å redusere risikoen og sikre økonomien i prosjektet gjennom bruk av standardløsninger som man har gode erfaringer med. Et byggeprosjekt involverer mange aktører med ulike prioriteringer og interesser. I tillegg er mange av aktørene små eller mellomstore bedrifter, spesielt på lokalt og regionalt plan. Disse usikkerhets- og kostnadselementene er ikke spesielle for investeringer i klimateknologier, men kan betraktes som en del av den risikoen markedet bærer i større eller mindre grad i ulike investeringsprosjekter.
- Videre vil tiltakene møte alternativer som er mer kostnadseffektive. For eksempel vil oppvarming med elektrisitet i mange tilfeller være mer energieffektivt enn oppvarming med alternative energikilder og bruk av vannbåren varme. Erfaringer fra bygg med vannbåren varme viser at det kan være et fall i energieffektivitet på 10-20 prosent ved vannbårne systemer kontra tradisjonell punktoppvarming med elektrisitet. Sammenliknet med tradisjonell punktoppvarming basert på elektrisitet, vil de fleste alternative løsninger være beheftet med høyere investeringskostnader som eventuelt kan spares inn over tid.

Flere av de ovenfor nevnte kostnadselementene er ikke inkludert i Klimakurs beregninger.

- Dette gjelder spesielt *tids-, komfort- og transaksjonskostnader* som er knyttet både til å finne informasjon, bygge kompetanse, gjennomføre tiltakene og velferdstap som følge av

<sup>15</sup> Etterisolering skjer som regel i ytre fasade eller gjennom å tette eksisterende hulrom i veggene, men disse tiltakene er forholdvis dyre og lar seg ikke alltid gjennomføre i praksis.

<sup>16</sup> Behovene til den som bygger eller renoverer vil ikke nødvendigvis være de samme som behovene til neste beboer. Dersom en kjeller eller et loft er tenkt bruk som kalde rom (soverom, oppbevaring) av den som bygger eller renoverer, vil det ikke lønne seg med ekstra isolasjon. Dersom neste beboer endrer bruken av disse rommene, vil imidlertid kostnaden ved etterisolering kunne bli høyere enn om det ble gjennomført samtidig som huset ble bygget eller renovert ved en tidligere anledning.

<sup>17</sup> I evalueringen av Enovas program for Bygg, Bolig og Anlegg fra 2007 vises det til at Enova regner med at bransjen har en krav om en gjennomsnittlig internrente på 10 %, mens støttede prosjekter har en internrente varierende fra 7 til 27 % (Econ., 2007).

<sup>18</sup> Bygge- og anleggssektoren hadde den nest laveste andelen av innovative selskaper i 2008 (Statistisk sentralbyrå, 2010)

lavere komfort i byggeperioden, produksjonstap og ved lavere energibruk etterpå. Disse kostnadene er drøftet i Klimakur, men det gjøres ikke noe forsøk på å kvantifisere disse.

- Det er uklart om den privatøkonomiske renten som er brukt i Klimakur er tilstrekkelig for å ta høyde for *usikkerhet* i forhold til tiltakets lønnsomhet og teknologi. Det kan være riktig som påpekt i Klimakur at 7 prosent er tilstrekkelig for profesjonelle byggherre/-eiere, men det er mest sannsynlig for lavt for boligsektoren.<sup>19</sup> Det finnes eksempler på analyser som viser krav om en avkastning på over 20 prosent på denne type investeringer (viser seg bl.a. i krav om svært kort tilbakebetalingstid), se for eksempel Gillingham m.fl. (2009) og Econ Pöyry (2007). Som påpekt over er det flere usikkerhetsmomenter som kan bidra til å øke avkastningskravet, og det kan heller ikke utelukkes at kravet også gjenspeiler en del av komfort- og transaksjonskostnadene. For å vurdere betydningen av valg av kalkulasjonsrente har NVE beregnet tiltakskostnader med bruk av 14 prosent rente. Ved denne renten er det kun energioppfølging som fortsatt er lønnsomt. Dette gjelder både for boliger og næringsbygg og for rehabilitering og nye bygg.
- Beregningene i NVE (2010a) inkluderer ikke *skattekostnader* for rehabilitering og bygging av offentlige bygg. Grunnen til dette er at man i tiltaksanalysen ikke skiller mellom private og offentlige bygg. I Analyse & Strategi (2011) anslås den totale bygningsmassen i Norge å være på 385 mill. m<sup>2</sup>, hvorav 129 mill. m<sup>2</sup> næringsbygg og 256 mill. m<sup>2</sup> boliger. Av næringsbyggene utgjør offentlig eide bygninger (inkl. offentlige boliger) omtrent 1/3. Dette betyr at de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene kan være undervurdert for omtrent 11 prosent av den totale bygningsmassen, gitt at det offentlige rehabiliterer og bygger nytt med samme rater som øvrige byggeiere.

### Årsaker til at tiltakene ikke gjennomføres: markedssvikt?

Er det manglende informasjon om mulighetene for å redusere energibruken eller konvertere til fornybare energikilder? Det er allerede opprettet gode ordninger for informasjonsspredning om gevinster ved energi- og klimarelaterte tiltak gjennom informasjonskampanjer og støttetiltak i Enova og kommunale enøktiltak. Det er derfor høyst tvilsomt om mangelfull informasjon eksisterer som markedssvikt i forhold til energitiltak i byggsektoren.

Principal/agent-problematikken er en spesiell form for manglende informasjon, siden det i prinsippet dreier seg om at den som gjennomfører investeringen sitter på mer informasjon enn den som høster fordelene. Med energimerking av bygg og det relativt sterke fokus som er på energiutgifter, virker det rimelig at leietaker også har tilgang til informasjon om energibruk og de økonomiske fordelene med lavere energiutgifter. Hvor stor betydning dette har i forhold til andre faktorer som påvirker valg av leieobjekt er usikkert, men det må forventes at leietaker gjør en (for ham) rasjonell vurdering og prioritering av disse faktorene.

Vanskeligheter med å få finansiert investeringene blir ofte trukket fram som en type markedssvikt. Dette gjelder dersom det er imperfeksjoner i kapitalmarkedene generelt, og spesielt om risikoviljen hos långiver er for lav i forhold til faktisk risiko. (Det vil i så fall gjelde alle investeringer, og ikke byggebransjen eller klimatiltak spesielt.) Lånebetingelsene bestemmes av långivers risikovurderinger og rammebetingelser gitt av myndighetene. Det er vanskelig å se at rammebetingelsene er satt for stramt, eller at risikovurderingen er overvurdert spesielt for investeringer i bygg. Vi drøfter dette nærmere – og på generelt grunnlag – i avsnitt 6.4.

<sup>19</sup> Dette bygger på intervju med BNL.

## 4. TILTAK I INDUSTRIEN

Klimakur oppgir at utslipp av klimagasser fra industrien utgjorde 14,6 mill. tonn CO<sub>2</sub> i 2007. Det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner i den landbaserte industrien er beregnet til 4,35 mill. tonn CO<sub>2</sub> i forhold til referansebanen. Da er potensialet knyttet til CCS (karbonfangst og -lagring) ikke inkludert. Nesten halvparten av dette potensialet kan realiseres ved overgang til biokarbon som reduksjonsmiddel i ferrolegeringsindustrien og andre tiltak i prosessindustrien. Det øvrige potensialet er knyttet til energieffektivisering og konvertering til fornybare energibærere.

Det er videre beregnet at vel halvparten av det identifiserte potensialet er samfunnsøkonomisk lønnsomt til en kvotepris på 350 kr/tonn (40 €/tonn). Men det erkjennes at utslippsreduksjonene sannsynligvis vil bli lavere enn dette pga. betydelig lavere kvotepris i markedet, usikkerhet om fremtidig kvotepris og fordi flere av tiltakene ikke vil fremstå som privatøkonomisk lønnsomme for den aktuelle bedriften.

I tillegg til beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet er det gjort forenklede beregninger av privatøkonomisk lønnsomhet der eksterne kostnader er erstattet med relevante avgifter, og internrenten er satt til 20 prosent. Under disse forutsetningene tilsier en kvotepris på 350 kr/tonn at det er lønnsomt å redusere utslippene med 1,5 mill. tonn CO<sub>2</sub>.

I dette kapitlet drøfter vi nærmere de tiltakene som er funnet samfunnsøkonomisk lønnsomme med negativ eller lav tiltakskostnad.

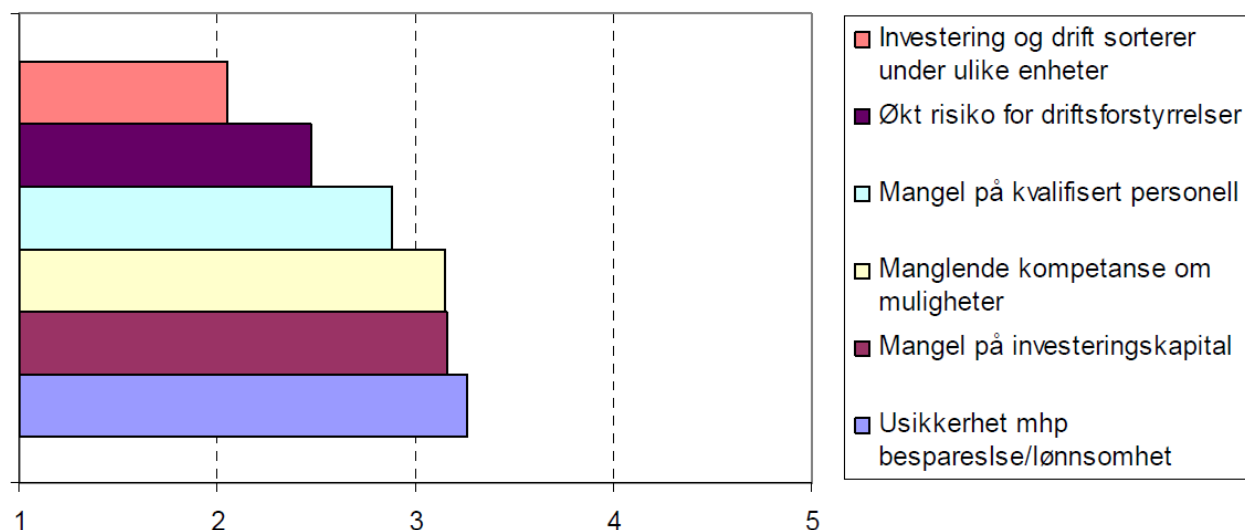
### 4.1 Energieffektivisering

Energieffektivisering utgjør 12 prosent av det potensialet for utslippsreduksjoner i industri som er identifisert i Klimakur. I referansebanen er det antatt 1 prosent energieffektivisering per år fram til 2020. Potensialet som er identifisert i Klimakur kommer på toppen av dette.

*Energiledelse* som et tiltak på tvers av alle industrier, utgjør et potensiale på 0,24 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette tiltaket er beskrevet som "en systematisk og strukturert metode for å kunne utnytte energien bedre (..) og kan bidra til å spare betydelige kostnader til innkjøp av elektrisitet, olje, gass og andre energivarer. Bedre utnyttelse av produksjonskapasitet vil kunne defineres som et resultat av energiledelse." Energiledelse vil gi økt oversikt og bevissthet over energibruk i virksomheten, noe som kan gi grunnlag for å sette i verk enkle tiltak for å spare energi. Det kan også være en drivkraft til kontinuerlig forbedring og kan lede til organisatoriske tiltak som bedrer energibruken (Klif, 2010b). Det er utarbeidet en standard for energiledelse (NS-EN 16001), og denne vil trolig erstattes av en europeisk standard i løpet av 2011. Arbeidet med disse standardene er knyttet til intensjonene i EUs Direktiv for effektiv sluttbruk av energi og energitjenester (2006/32/EC) og EU Kommisjonens handlingsplan for å realisere potensialet for energieffektivitet med 20 prosent innen 2020. Klima- og forurensningsdirektoratet stiller krav til etablering av energiledelse i forbindelse med nye utslippstillatelser som en følge av krav fra EU (Standard Norge, 2011).

Det er identifisert et potensial for *energieffektivisering innenfor næringsmiddelindustri og annen industri*. Redusert utslipp av klimagasser ved realisering av disse tiltakene er i hovedsak et resultat av redusert bruk av fossilt brensel som følge av redusert energibruk. Tiltakene er også fordelt på et stort antall tiltak i mange av mindre virksomheter, og det er ikke gjort spesifikke vurderinger av hvert enkelt tiltak. Dermed er det usikkerhet knyttet til både potensialet og kostnadstallene. Særlige forhold ved de enkelte anleggene kan være undervurdert kostnadmessig.

NEPAS gjennomførte på oppdrag fra Enova i 2007 en studie av potensialet for energieffektivisering innen næringsmiddelindustrien. Figur 4.1 viser barrierer som ble identifisert gjennom intervjuer i studien.

**Figur 4.1: Barrierer mot å innføre tiltak for energieffektivisering i næringsmiddel-industrien**

Kilde: NEPAS (2007)

Det kom fram i studien at de bedriftene med lavt energiforbruk som sterkest opplever disse barrierene og som dermed har flere urealiserte energisparetiltak. Bedrifter som bruker mer energi enn 50 GWh per år, mener selv at de har gjennomført 60-80 prosent av mulige energisparetiltak. Det ble også identifisert en sammenheng mellom energiledelse og realisering av energisparetiltak.

**Tabell 4.1: Potensialet for energieffektivisering i industrien**

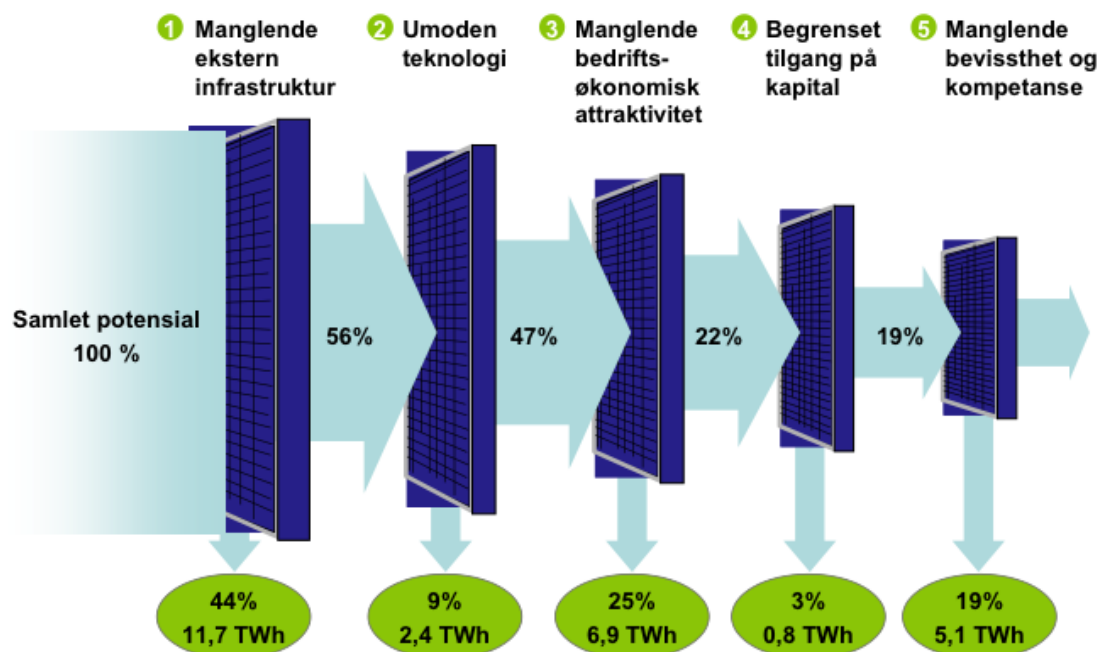
| Tiltak                                                      | All industri: Energiledelse                                                                             | Næringsmidler: Energi-effektivisering                                             | Annen industri: Energieffektivisering                                             |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Beskrivelse av tiltaket                                     | Systematisk metode for å utnytte energien bedre og redusere bruken av fossil energi                     | Redusere energiforbruket per produserte enhet og redusere bruken av fossil energi | Redusere energiforbruket per produserte enhet og redusere bruken av fossil energi |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2</sub> /år)       | 240 000                                                                                                 | 108 000                                                                           | 148 000                                                                           |
| Privatøkonomisk lønnsomt                                    | Ja                                                                                                      | Nei                                                                               | Nei                                                                               |
| Inkluderte nytte- og kostnadselement                        | Interne investeringer og kostnader i bedriften og eksterne effekter. Besparelser ift referansebane (1%) | Interne investeringer og kostnader i bedriften og eksterne effekter               | Interne investeringer og kostnader i bedriften og eksterne virkninger             |
| Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> ) | -771                                                                                                    | -384                                                                              | -339                                                                              |

Kilde: Klimakur

| Våre vurderinger                 | All industri: Energiledelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Næringsmidler: Energi-effektivisering                                                                                                                                                                                               | Annen industri: Energieffektivisering                                                                            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gjennomførings-sannsynlighet     | Energiledelse innføres gradvis, særlig i større virksomheter.                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Energieffektivisering vil trolig gradvis innføres når det gjøres endringer eller investeringer av andre årsaker.                                                                                                                    | Energieffektivisering vil trolig gradvis innføres når det gjøres endringer eller investeringer av andre årsaker. |
| Ikke-kvantifiserte kostnader     | Bevissthet og kompetanse er tiltak med begrenset varighet<br><br>Usikkerhet om lønnsomhet                                                                                                                                                                                                                                                            | Bevissthet og kompetanse er tiltak med begrenset varighet<br><br>Samfunnsøkonomisk avkastningskrav for lavt.<br><br>Risiko knyttet produksjonsprosesser.<br><br>Usikkerhet om brenselpriser og generelle rammevilkår for industrien |                                                                                                                  |
| Markedssvikt/ Inngrep i markedet |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Støtte til fornybar kraft kan gi lavere strømpriser<br><br>Generelt uforutsigbare rammebetingelser for industrien svekker investeringsincentivene                                                                                   |                                                                                                                  |
| Samlet vurdering                 | Uvisst hvor mange virksomheter som må innføre energiledelse og gjennomføre energieffektivisering for at det totale potensialet skal utløses<br><br>Potensialet består av svært mange ulike tiltak i mange ulike bedrifter: Kostnader og realiserbart potensial basert på gjennomsnittsbetraktninger<br><br>Beregningsmåte er ikke oppgitt i Klimakur |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                  |

I 2009 utarbeidet McKinsey en studie av potensialet for energieffektivisering i norsk landbasert industri på oppdrag fra Enova. Denne studien oppgir at 19 prosent av energieffektiviseringspotensialet begrenses av manglende bevissthet og kompetanse. Ytterligere 3 prosent begrenses av begrenset tilgang på kapital. Dette utgjør et energisparepotensial på 5,9 TWh (summen av 4 og 5 i Figur 4.2) som er privatøkonomisk lønnsomt. 25 prosent av energieffektiviseringspotensialet er begrenset av manglende privatøkonomisk lønnsomhet, og 9 prosent av umoden teknologi. I tillegg finnes det et betydelig potensial for bruk av spillvarme fra norsk industri. Dette kan imidlertid ikke tas i bruk uten ekstern infrastruktur og avtagere for varmeenergien lokalt. Vi fokuserer i den videre diskusjonen på privatøkonomisk lønnsomme tiltak og årsaker til at samfunnsøkonomiske tilsynelatende lønnsomme tiltak ikke alltid er privatøkonomisk lønnsomme. Utnyttelse av spillvarme er ikke inkludert i tiltakslisten i Klimakur, og ligger dermed utenfor fokus for denne rapporten.

Figur 4.2: Stegvis fjerning av barrierer for energieffektivisering



Kilde: McKinsey (2009)

*Manglende bevissthet og kompetanse* er kjennetegnet ved at mulige tiltak enten ikke er kjent for ledelsen eller at det ikke finnes eller er begrensninger i kompetansen som må til for å kunne gjennomføre tiltaket. I intervjuer vi har gjennomført har det også kommet fram at bevissthet og kompetanse om energi har begrenset varighet. Det vil si at det kreves en viss kontinuitet i ledelsesfokus og ansatte i nøkkelstillinger for at man får gjennomført energisparetiltak. Også kompetanse på dette området vil forvitte over tid, og det vil være avgjørende at ansatte med et energifokus får faglig påfyll om energieffektivisering med jevne mellomrom.

*Begrenset tilgang til kapital* er i McKinsey-studien definert til å gjelde "kapitalintensive tiltak med lange tilbakebetalingstider som nedprioriteres ved allokering av begrensede kapitalbudsjetter". I intervjuet har Enova pekt på industriens generelle usikkerhet om framtiden som en begrensende faktor når det gjelder allokering av kapital. Investeringer i energieffektivisering vil fortrinnsvis bli gjort i sammenheng med større investeringer i produksjons-anlegget for øvrig. Da har man tatt en beslutning om å fortsette driften ved anlegget over en lengre periode, og energieffektivisering blir dermed mer aktuelt. Mange industribedrifter er en del av større konsern og må forholde seg til interne kapitalmarkeder. Lønnsomme, mindre investeringer får ikke alltid oppmerksomhet i konkurranse med større investeringsbeslutninger, for eksempel i nye produksjonsanlegg. Usikkerhet knyttet til videre eierskap for et anlegg, kan også føre til at man ikke ønsker å investere i anlegget. I forkant av et virksomhetssalg kan det være viktig å redusere gjeldsgraden, noe som kan hindre opptak av lån til lønnsomme prosjekter. Eiere med langsiktige planer for et anlegg, vil være mer interessert i energieffektiviseringsprosjekter enn andre eiere.

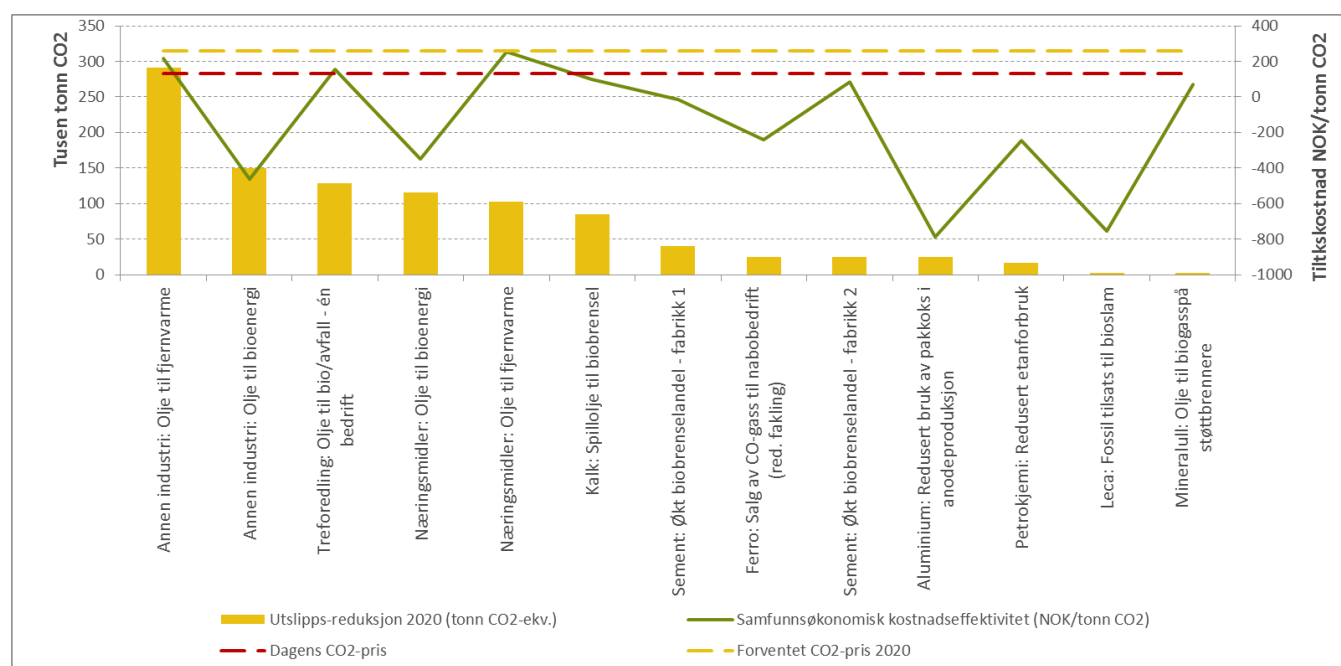
*Den privatøkonomiske attraktiviteten* for energieffektiviseringsprosjekter kan bli begrenset av ulike former for risiko. Produksjonsprosesser kan være komplekse, og endringer som blir gjort for å spare energi, kan påvirke disse prosessene. Stans eller avvik i produksjonen kan utgjøre store kostnader, og mulig energieffektiviseringstiltak kan forhindres av risiko for at kostnader overstiger det man sparer ved å gjennomføre tiltaket. Tiltak for å redusere energiforbruket blir dermed mest relevant ved periodiske revisjoner av produksjonsutstyret, noe som skjer for eksempel hvert tredje år. Videre er det usikkerhet knyttet til energipriser, renter og andre parametre som kan redusere lønnsomheten i prosjekter.

## 4.2 Konverteringstiltak

Av alle tiltak som er identifisert i industrien, utgjør konvertering til fornybar energi, enten som energibærer eller som råvare, 67 prosent av utslippsreduksjonene.

Tar vi utgangspunkt i en tiltakskostnad på 240 kr/tonn, identifiserer Klimakur et samlet potensial for samfunnsøkonomisk lønnsomme utslippsreduksjoner knyttet til konvertering til fornybar energi i industrien på vel 1,0 mill. tonn CO<sub>2</sub>. Disse tiltakene er vist i Figur 4.3, sortert etter potensial. Figuren viser at det er en rekke tiltak som har negativ tiltakskostnad (sort kurve), men at mange av dem gir relativt små utslippsreduksjoner.

**Figur 4.3: Identifiserte konverteringstiltak i industrien med tiltakskostnad under 260 kr/tonn**



Kilde: Klif (2010b)

I denne sammenhengen avgrenser vi den nærmere analysen til tiltak som har tiltakskostnader under dagens kvotepris på 130 kr/tonn og et potensial på minst 40.000 tonn utslippsreduksjon. Disse tiltakene er nærmere beskrevet i Tabell 4.2, og sortert i forhold til tiltakskostnad, fra lavest til høyest. Første del av tabellen oppsummerer resultatene fra Klimakur og forutsetningene som ligger til grunn for beregning av tiltakskostnad. Andre del oppsummerer vår vurdering av gjennomføringssannsynlighet og barrierer for gjennomføring.

**Tabell 4.2: Konverteringstiltak i industrien med negative/lave tiltakskostnader og reduksjonspotensial på minst 40.000 tonn CO<sub>2</sub>.**

| Tiltak                                                        | Annen industri:<br>Olje til bioenergi                                                                                                           | Næringsmidler:<br>Olje til bioenergi                                                                                                                                             | Sement: Økt<br>biobrenselandel                                                | Kalk: Spillolje til<br>biobrensel                                  |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Beskrivelse av tiltaket                                       | Omlagging fra fyringsolje til bioenergi i lokal energisentral.                                                                                  | Omlagging fra fyringsolje til bioenergi i lokal energisentral.                                                                                                                   | Overgang fra fossile brensler til avfall med høy bioandel.<br><br>En bedrift. | Erstatte spillolje med biobrensel på kalkovn. Gjelder to kalkverk. |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2e</sub> /år)        | 150 000                                                                                                                                         | 116 000                                                                                                                                                                          | 40 000                                                                        | 85 000                                                             |
| Privatøkonomisk lønnsomt                                      | Nei                                                                                                                                             | Nei                                                                                                                                                                              | Ja                                                                            | Nei                                                                |
| Inkluderte nytte- og kostnadselement                          | Investering:<br>Snitt: 1587 Mkr (Fra 933 til 2240)<br><br>Forutsetning 8,5 Mkr/MW, 4000 driftstimer pr år.<br><br>Endrede driftskost: 182,6 Mkr | Investering:<br>Snitt: 1081 Mkr (Fra 635 til 1526)<br><br>Forutsetning 8,5 Mkr/MW, 4000 driftstimer pr år.<br><br>Endrede driftskost: - 130 Mkr (energi) + 25 (økt tilsynsbehov) |                                                                               |                                                                    |
| Samfunns-økonomisk tiltaks-kostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> ) | -462                                                                                                                                            | -348                                                                                                                                                                             | -13                                                                           | 99                                                                 |
| Kilde: Klimakur                                               |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  |                                                                               |                                                                    |

| Våre vurderinger                                      | Annen industri og Næringsmidler:<br>Olje til bioenergi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sement: Økt<br>biobrenselandel               | Kalk: Spillolje til<br>biobrensel                                                                     |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gjennomførings-<br>sannsynlighet med<br>dagens rammer | Mindre enn 100 %.<br><br>Ikke kartlagt enkelttiltak. Mulig noe av fjernvarmepotensialet kan realiseres ved omlegging til bioenergisentral.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Er ifølge Norsk Industri gjennomført i 2010. | Relativt høy. Små investeringer. Lønnsomhet lite avhengig av relative brenselpriser.                  |
| Ikke-kvantifiserte<br>kostnader                       | Usikkerhet om relative energipriser tilsier høyere samf.øk. avkastningskrav.<br><br>Gjennomsnittstall med stor intern variasjon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Ikke grunnlag for vurdering.                                                                          |
| Markedssvikt/Inngrep i markedet                       | Lokalt manglende/mangelfullt utbygde markeder for levering av bioenergi og tjenester knyttet til bioenergisentraler (terskelutfordring), kan skyldes markedssvikt.<br><br>Usikkerhet om framtidig klimapolitikk og kvotepris, samt avgiftspolitikken for bio.                                                                                                                                                                                                        |                                              | Usikkerhet om framtidig klimapolitikk og kvotepris. Trolig ulønnsomt med dagens CO <sub>2</sub> -pris |
| Samlet vurdering                                      | <p>Nettverksekskternaliteter kan realiseres i noen områder gjennom støtte til energisentraler. Må eventuelt vurderes nærmere om og hvor det kan være lønnsomt.</p> <p>Dagens støtte til bioenergisentraler (gitt dagens oljepris) synes å være utløsende. Konvertering til bioenergisentral kan være lønnsomt også der det finnes fjernvarme. Tilknytningsplikt mulig hinder.</p> <p>Generell usikkerhet om rammebetingelser bremser investeringer i industrien.</p> |                                              |                                                                                                       |

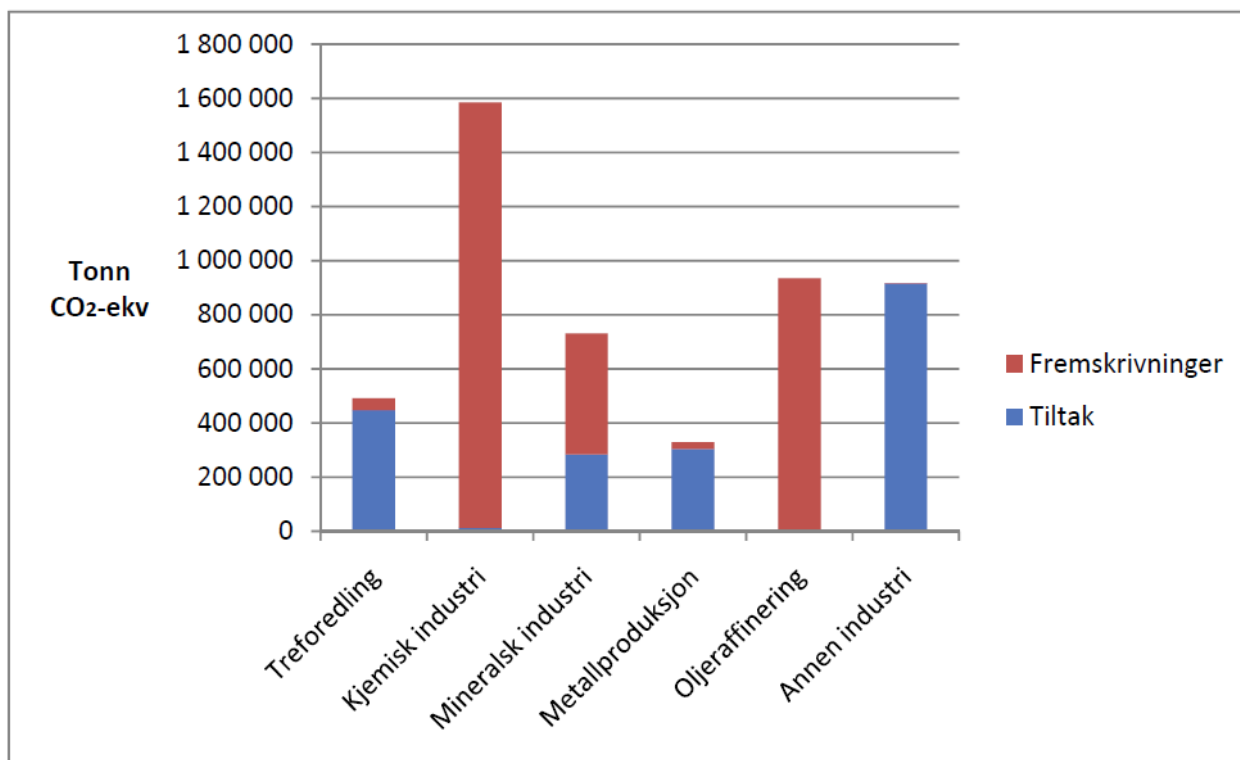
I de følgende avsnittene drøfter vi de utvalgte tiltakene nærmere.

#### *Konvertering fra olje til bioenergi i annen industri og næringsmiddelindustri*

Potensialet for konvertering fra olje til bioenergi i annen industri og næringsmiddelindustri tar utgangspunkt i det samlede forbruket av olje i de bedriftene som tilhører næringskodene næringsmiddelindustri og annen industri. Klimakur har ikke gjort prosjektspesifikke anslag. Det er tatt utgangspunkt i termisk energibehov i 2007, som er korrigert for energieffektivisering.

Som Figur 4.4 viser, utgjør konvertering i annen industri (inkludert næringsmiddelindustri) om lag halvparten av de utredete tiltakene innen stasjonær forbrenning i industrien.

**Figur 4.4: Klimagassutslipp fra stasjonær forbrenning i industrien. Fremskrevne utslipp 2020 i rødt, utslippsreduksjoner utredet i Klimakur i blått.**



Kilde: Klif (2010b)

I *næringsmiddelindustrien* forutsettes det at 80 prosent av det termiske energibehovet i næringsmiddelindustrien kan erstattes med fjernvarme eller bioenergi med en temperatur på minst 110 °C. Beregnet termisk energibehov i næringsmiddelindustrien i 2020 er 954 GWh. Av dette er det antatt at ca. 50 prosent ikke kan tilknyttes fjernvarme pga. lokalisering, og konvertering og utslippsreduksjoner er fordelt slik at 53 prosent oppnås ved konvertering til fjernvarme og 47 prosent ved konvertering til bioenergisentral.

I *annen industri* antar man at halvparten av det termiske energibehovet kan dekkes gjennom tilkobling til fjernvarme og resten ved eget flisfyrt energianlegg. Det er tatt utgangspunkt i et termisk energibehov i 2020 (korrigert for energieffektivisering i referansebanen) på 3011 GWh og antatt en fordeling med 40 prosent fjernvarme (som gir 66 prosent endring i varmebehov), 40 prosent bioenergisentral (gir 34 prosent endring i varmebehov), 10 prosent gass og 10 prosent elektrisitet. Tiltakene innebærer at all bruk av fyringsolje og 40 prosent av gassbruken legges om til bio i 2020.<sup>20</sup>

Videre er det forutsatt at bedriftene konverterer til fjernvarme der fjernvarme er tilgjengelig. Potensialene for reduksjoner er dermed fordelt mellom tiltak slik:

- Antatt lønnsom energieffektivisering gjennomføres
- Halvparten av gjenværende termisk energibehov konverterer til fjernvarme
- Resterende termisk energibehov legges om til bioenergisentral

<sup>20</sup> Vi har ikke lyktes med å komme helt til bunns i hva ulikhetene i endring i varmebehov mellom energisentral og fjernvarme kommer av.

Med dette utgangspunktet, som implisitt forutsetter at konvertering til fjernvarme er mer lønnsomt enn konvertering til bioenergisentral, fremstår det noe underlig at omlegging til fjernvarme i henhold til Klimakur har en estimert *positiv* tiltakskostnad på 257 kr/tonn i næringsmiddelindustri og 217 kr/tonn i annen industri, mens omlegging til bioenergisentral har en betydelig *negativ* tiltakskostnad for begge industrikategoriene.<sup>21</sup>

Av alle tiltak som gjelder stasjonær forbrenning i annen industri, utgjør tiltakene med negative samfunnsøkonomiske tiltakskostnader, dvs. konvertering til bioenergisentral 266 000 tonn, jf. tabell 4.2. Disse tiltakene er vurdert til å være svært samfunnsøkonomisk lønnsomme, men de er ikke privatøkonomisk lønnsomme. Det skyldes ifølge Klimakur at investeringskostnadene er relativt høye og at det i den privatøkonomiske kalkylen regnes med et avkastningskrav på 20 prosent, mot 5 prosent i den samfunnsøkonomiske kalkylen.

Så vidt vi har klart å bringe på det rene, har man gjort en sjablongmessig vurdering av kostnadene ved de ulike løsningene. Det er for eksempel ikke gjort noen nærmere vurdering av hvor stor del av potensialet som finnes i bedrifter som ligger i nærhet til et fjernvarmeanlegg. Videre heter det: *“Det er blant annet knyttet usikkerhet til om lokalisering av virksomhetene muliggjør overgang til fornybare energikilder, for eksempel fjernvarme. Dessuten om kvaliteten på varmeleveranse oppfyller de behov den enkelte har, og om virksomheter kan være for små til å bære kostnaden med å etablere egne energisentraler. Det kan også være spesielle bruksområder som kan være vanskelig å konvertere, men som vi ikke har nærmere kjennskap til.”*

Klif oppgir at vurderingen også bygger på Enovas satsing på lokale energisentraler. Det er ikke gjort anleggsspesifikke vurderinger av tiltakene i Klimakur. Når det gjelder fjernvarme, er bygging av store infrastrukturanlegg ikke tatt med i kostnadene, kun tilknytningskostnader for fjernvarmeanlegg. Tilknytningskostnadene er anslått til 1 kr/kWh basert på erfaringstall. Vi antar at fjernvarmekostnaden er reflektert i den energiprisen som er lagt til grunn etter at tiltaket er gjennomført.

Når det gjelder energisentraler er det også store kostnadsforskjeller mellom anlegg, bl.a. knyttet til skala, og det er mange alternativer når det gjelder teknologi og brensel.

Tallgrunnlaget og forutsetningene som ligger til grunn for vurderingen av potensialet for omlegging til bioenergisentraler er (foreløpig) noe forvirrende. Dersom de rapporterte tiltakskostnadene er riktige, er det grunn til å tro at det kan være lønnsomt å realisere noe av det potensialet som er henført til fjernvarme, ved omlegging til bioenergisentral. På den annen side er det store variasjoner innenfor hver av kategoriene, og sånn sett lite trolig at hele potensialet vil bli realisert

Det skyldes også at tiltakene ikke er privatøkonomisk lønnsomme. Følsomhetsanalysen for endringer i energiprisene viser at de privatøkonomiske kostnadene ved tiltakene er svært usikre. Det er en svakhet ved analysen at det ikke er gjort tilsvarende følsomhetsanalyser for den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av tiltakene. I den grad det høyere privatøkonomiske avkastningskrav er knyttet til usikkerhet om fremtidige brenselpriser og tilgang på bioenergi, samt optimal fremtidig teknologi, burde det også reflekteres i den samfunnsøkonomiske lønnsomhetskalkylen. Også samfunnsøkonomisk er det i lys av disse usikkerhetene fare for å velge ikke-optimale løsninger. Det betyr at de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene er undervurdert. Høyere oljepris trekker imidlertid i motsatt retning.

Et privatøkonomisk avkastningskrav på 20 prosent virker på den annen side svært høyt. I de intervjuene vi har hatt i forbindelse med prosjektet har vi ikke funnet støtte for at private aktører opererer med et så høyt avkastningskrav (reelt før skatt).

<sup>21</sup> Energieffektivisering har også en høyere (om enn negativ) tiltakskostnad enn omlegging til bioenergisentral i annen industri.

Når det gjelder Energisentraler, oppgir Enova i intervju at det er i ferd med å skje en endring i markedet, dels ved at det er/blir etablert "hubs" for levering av biobrensel, og dels ved en profesjonalisering av leverandørindustrien i varmemarkedet. Det betyr at bedrifter i større grad kan outsource sin varmforsyning til private leverandører som kan realisere samordnings- og stordriftsfordeler ved å forsyne flere bedrifter i samme område. Det er derfor grunn til å tro at en god del av det lønnsomme potensialet knyttet til energisentraler vil bli realisert til 2020 uten at det settes i verk ytterligere tiltak. Også gjennom andre intervjuer gjennomført i prosjektet har vi også fått inntrykk av at markedsaktørene har positive forventninger når det gjelder utbygging av bioenergisentraler fremover. Det skyldes dels at støtten fra Enova oppleves som generøs, og antagelig også at oljeprisen er vesentlig høyere enn det som legges til grunn i Perspektivmeldingen (400 kr/fat, mens markedet i dag forventer en oljepris på rundt 580 kr/fat i 2017/2018).

#### *Økt biobrenselandel i sementindustri*

Tiltaket er identifisert som både samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk lønnsomt, og er i følge Norsk Industris kartlegging gjennomført i 2010. Også i en annen sementfabrikk, der tiltaket ikke er vurdert som privatøkonomisk lønnsomt, har gjennomført tiltaket i 2010 og redusert utslippene med 25 000 tonn.

#### *Spillolje til biobrensel i kalkproduksjon*

Dette tiltaket har vi ingen nærmere opplysninger om enn det vi kan lese ut av Klimakur-rapporten. Her opplyses det at tiltaket gjelder to kalkverk som benytter fyringsolje som energitilførsel til ovnene. Tiltaket er rangert som nummer 16 etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet og som nummer 8 etter privatøkonomisk lønnsomhet. Tiltaket er heller ikke spesielt følsomt for endringer i energipriser i forhold til andre tiltak.

### 4.3 Andre tiltak i prosessindustrien

De to tiltakene som har størst potensial for utslippsreduksjoner, og som ikke er knyttet til energieffektivisering eller konvertering av oljeforbruk, er reduserte PFK-utslipp i aluminiumsindustrien, ved reduksjon av blussfrekvens og blusstid i elektrolysen, og reduserte lystgassutslipp i gjødselindustrien, ved å innføre ny katalysatorteknologi. Disse tiltakene er samtidig privatøkonomisk lønnsomme, og vil til sammen redusere utslippene tilsvarende 790 000 tonn CO<sub>2</sub>. Den samfunnsøkonomiske tiltakskostnaden er beregnet til henholdsvis 0 og 14 kr/tonn CO<sub>2</sub>.

Ifølge en kartlegging gjennomført av Norsk Industri ble tiltaket i gjødselindustrien gjennomført i 2010, mens tiltak i aluminiumsindustrien i stor grad vil bli gjennomført før 2013.<sup>22</sup> Disse tiltakene er også identifisert som privatøkonomisk lønnsomme i Klimakur.

<sup>22</sup> Notat fra Norsk Industri til Miljøverndepartementet 14. januar 2011 om saker i klimapolitikken.

## 5. TILTAK I TRANSPORTSEKTOREN

Klimakur anslår at det er mulig å oppnå en reduksjon i utslippene av klimagasser fra transport i størrelsesorden 3-4,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2020, tilsvarende omtrent 20 prosent av forventede utslipp i referansebanen.

Tiltakskostnadene for transport er beregnet ved bruk av flere forskjellige metoder og modeller, og er derfor ikke helt sammenlignbare, verken seg imellom eller i forholdt til andre tiltak. De aller fleste tiltakene som er gjennomgått i Klimakur har høye enhetskostnader, og det vil kreves sterke virkemidler for å oppnå de nevnte reduksjonene på 3-4,5 mill. tonn CO<sub>2</sub>. Tiltakene er delt inn i to hovedgrupper; reduserte utslipp fra transportmidler og redusert/endret transportmiddelfordeling.

I hovedsak er kostnadene beregnet ved bruk av tre forskjellige fremgangsmåter/metoder:

1. Vurdering av enkelttiltak ved bruk av partielle modeller (for eksempel Urbanets modell for veitrafikk)
2. Vurdering av pakker av tiltak ved bruk av den nasjonale (NTM5) og de regionale (RTM) persontransportmodellene (TØI, 2010)
3. Med excelark ("manuelle beregninger")

Nedenfor går vi først gjennom de enkelttiltak som er beregnet å ha en negativ tiltakskostnad eller en positiv kostnad lavere enn 240 kr/tonn CO<sub>2</sub>, deretter ser vi på vurderingen av tiltakspakkene ved bruk av transportmodeller.

Enkelttiltakene som er vurdert er delt inn i tiltak som reduserer utslippene fra de enkelte transportmidlene og tiltak som endrer transportomfanget og fordelingen på ulike typer transport.

### 5.1 Reduserte utslipp fra transportmidler

Klimakur inkluderer en rekke tiltak for å redusere utslippene fra transportmidlene, hvor de største utslippsreduksjonene stammer fra økt bruk av biodrivstoff. Grunnet høye enhetskostnader (800-1.300 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2020) for disse tiltakene omtaler vi ikke disse. Av tiltakene som reduserer utslippene fra transportmidler er det kun fartsoptimalisering for skip som har en negativ tiltakskostnad både i 2020 og 2030. I tillegg er økokjøring anslått å være samfunnsøkonomisk lønnsomt i 2020, men ikke i 2030. Tiltak som har kostnader under dagens kvotepris for CO<sub>2</sub>, dvs. ca. 240 kr/tonn, er effektivisering av personbiler og gjennomføring av Avansert sektoriserings- og automatiseringsprosjekt (ASAP) i luftfarten.

Nedenfor ser vi nærmere på de to lønnsomme tiltakene, samt effektivisering av personbiler. ASAP er under implementering på Oslo lufthavn Gardermoen, og tiltaket havner derfor utenfor den type tiltak vi ser på i denne rapporten. Tabell 5.1 oppsummerer funnene i gjennomgangen, og viser bl.a. at det ikke er grunnlag for å hevde at det eksisterer markedssvikt som hindrer at disse tiltakene utløses.

**Tabell 5.1 Oppsummering reduserte utslipp fra transportmidler**

| Tiltak                                                       | Økokjøring                                         | Mer effektive personbiler                                                                                   | Fartsreduksjon skip                                       |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Beskrivelse av tiltaket                                      | Kurser for kjøring som reduserer drivstofforbruket | Implementering av EUs forordning om CO <sub>2</sub> -utslipp                                                | Optimal kombinasjon av drivstofforbruk og maskinerieffekt |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2e</sub> /år)       | 32.000                                             | 397.000                                                                                                     | 97.400                                                    |
| Privatøkonomisk lønnsomt                                     | Ikke beregnet, men sannsynligvis ja                | Ikke beregnet, men sannsynligvis ja                                                                         | Ikke beregnet, men sannsynligvis ikke lønnsomt            |
| Inkluderte nytte- og kostnadselement                         | Kostnader for kursvirksomhet                       | Merkostnad for effektivere biler<br><br>Redusert engangsavgift som følge av lavere CO <sub>2</sub> -utslipp |                                                           |
| Samfunns økonomisk tiltakskostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> ) | -200 (2020)<br>400 (2030)                          | 185 (2020)<br>490 (2030)                                                                                    | -2.800                                                    |
| Kilde: Klimakur                                              |                                                    |                                                                                                             |                                                           |

| Våre vurderinger                               | Økokjøring                                                                                    | Mer effektive personbiler                                                                                                                           | Fartsreduksjon skip                                                                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gjennomførings-sannsynlighet med dagens rammer | Middels - krever at det arrangeres økokjøringskurs                                            | Høy. Klimakurs referansebane for høy - en god del av utslipps-reduksjonene er allerede tatt ut.<br><br>Internasjonal teknologiutvikling avgjørende. | Lav gitt dagens rammevilkår. Innføring av EEDI på nye skip vil øke sannsynligheten              |
| Ikke-kvantifiserte kostnader                   | Ingen                                                                                         | Kan ha store rebound-effekter                                                                                                                       | Transaksjonskostnader (kontroll mv)<br><br>Kostnader for transportørene pga. redusert hastighet |
| Markedssvikt/Inngrep i markedet                | -                                                                                             | -                                                                                                                                                   | Principal-agent-problematikk?                                                                   |
| Samlet vurdering                               | Begrensede potensialer<br><br>Marginal lønnsomhet som kan bli "spist opp" av rebound-effekter |                                                                                                                                                     |                                                                                                 |

## Økokjøring

For biler med forbrenningsmotor er drivstofforbruket avhengig av hvordan bilen kjøres. Ved bruk av så kalt økokjøring kan drivstofforbruket reduseres med opp til 10 prosent (Statens Vegvesen m.fl., 2010). Drivstoffeffektiv kjøring innebærer:

- At motoren opererer i de mest effektive driftspunktene, hvor riktig kombinasjon av motorhastighet og kraftmoment oppnås med lavest mulig drivstofforbruk. Omfatter f.eks. rask akselerasjon til ønsket hastighet og valg av optimalt gir. Generelt gir lavere motorhastigheter lavere drivstofforbruk for et gitt ønsket kraftmoment
- Reduksjon av bortkastet bremseenergi
- Utnyttelse av at drivstofftilførselen kuttes når foten løftes av gasspedalen, for eksempel ved kjøring inn mot et lyskryss eller i nedoverbakker
- Å unngå for kraftige akselerasjoner og høye hastigheter
- Redusert bruk av ekstraustyr som klimaanlegg (øker drivstofforbruket)
- Minimert kjøremotstanden: riktig dekktrykk, ta av takboks/takstativ når det ikke er i bruk

Potensialet for utslippsreduksjon påvirkes av kjørestil i utgangspunktet, størrelsen på bilen, trafikkforhold og værforhold. Potensialet reduseres ved tett trafikk, og med en forventet økt tetthet av biler på vegene hele døgnet i framtiden vil potensialet reduseres. Ny teknologi vil også redusere potensialet for reduksjoner, ved at for eksempel bremseenergien utnyttes i hybridbiler til ny akselerasjon av bilen eller til kjøring i tett køtrafikk bare med energi fra batteriet. Biler som anvender elektrisitet til framdrift er i utgangspunktet betydelig mer effektive enn biler med forbrenningsmotor, og potensialet er derfor lite for disse.

TNO m.fl. (2006) anslår et teoretisk potensial på 10 prosent reduksjon for en gjennomsnittssjåfør i Europa som praktiserer økokjøring i en gjennomsnittsbil. Bare 35 prosent av de som gjennomfører økokjøringskurs anvender det i praksis, og de klarer å opprettholde 90 prosent av effekten over tid. Dette gir et gjennomsnittspotensial på 3 prosent reduksjon for gjennomsnittseuropeeren som gjennomfører økokjøringskurs. Basert på disse tallene har man i Klimakur antatt at 1,5 prosent av alle førerkortinnehaverne vil delta på økokjøringskurs pr. år, at 35 prosent av disse (nærmere 16.000 bilister årlig) vil anvende økokjøring i praksis, med 90 prosent av effekten over tid og at utslippsreduksjonen for disse er 10 prosent. Med disse forutsetningene vil totalt 450.000 bilister ha gjennomført kurset i perioden 2010-2020, med en gjennomsnittlig effektivisering på 3 prosent (Statens vegvesen m.fl., 2010). I 2020 vil det praktiseres økokjøring for 15 prosent, tilsvarende en utslippsreduksjon på ca. 32.400 tonn.

Kostnadsanslag for kursene er i Klimakur anslått til 1.000 kr/person. I tillegg kommer kostnader for offentlige kampanjer for å markedsføre kursene til en årlig kostnad på 20 mill. kr. Sparte drivstoffkostnader utgjør 53 mill. kr/år. Med disse forutsetningene blir tiltakskostnaden -215 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2020. Total investering i 2030 er beregnet til 1.300 millioner kr., mens sparte drivstoffkostnader vil utgjøre ca.74 millioner kr, hvilket betyr at tiltakskostnaden øker til ca. 400 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2030.

Ulempe- og tidskostnader er i stor grad tatt hensyn til i beregningen av effekten av tiltaket. Grunnen til at mange faller fra og kun benytter økokjøring i begrenset grad skyldes nettopp at dette oppleves som brysomt eller at det krever mer tid, for eksempel å montere av og på takstativ. At 1/3 anslås å praktisere økokjøring etter avsluttet kurs, med 90 prosent effekt, kan derfor antas å være realistisk.

For at tiltaket skal utløses kreves det at Statens vegvesen, eller noen annen aktør for eksempel NAF<sup>23</sup>, etablerer og tilbyr økokjørings-kurser. At det foreløpig ikke er noen (private) aktører som tilbyr slik kurs skyldes sannsynligvis begrenset etterspørsel. Vi kan imidlertid ikke se at det er noen form for markedssvikt knyttet til dette tiltaket som kan begrunne ytterligere virkemidler for å stimulere til økt økokjøring.

### *Mer effektive personbiler*

Klimakur har med et tiltak som innebærer en økt effektivisering av personbiler med forbrenningsmotor, utover det som allerede ligger inne i referansebanen. Dette er imidlertid ikke et tiltak på lik linje med øvrige tiltak i Klimakur. Økt effektivisering følger EUs forordning om CO<sub>2</sub>-utslipp fra personbiler som er rettet mot bilprodusentene, og som innebærer at gjennomsnittlige utslipp fra nye biler skal reduseres fra ca.160 g/km i 2008 til 130 g/km fra 2012-2015, og videre til 95 g/km i 2020. Deler av utslippskravet vil bli oppnådd med elbiler og hydrogenbiler (disse er gjennomgått i egne tiltaksbeskrivelser, men siden tiltakskostnadene for disse er høyere enn 240 kr/tonn CO<sub>2</sub> inngår de ikke i vår vurdering). Resten må oppnås med effektivisering av forbrenningsmotorbilene, og såkalte økoinnovasjoner<sup>24</sup>. Grunnet manglende estimat for kostnadene ved økoinnovasjoner har man i beregningene utgått fra at hele forpliktelsen skjer med endret motorteknologi. I tillegg inneholder tiltaket små tekniske effektiviseringskrav som innføres gjennom flere EU-direktiver og forordninger (mer energieffektive klimaanlegg, utstyr for automatisk dekktrykksmåling, girskiftindikasjons-display i alle nye biler).

De forventede ekstrakostnadene for forbrukeren som innføringen av forordningen innebærer for gjennomsnittsbilen med forbrenningsmotor er hentet fra AEA (2009). Tiltakets kostnader er beregnet som ekstrakostnadene utover det som allerede ligger i referansebanen. Ekstrakostnadene for småtiltakene nevnt ovenfor er estimert til 55 €. Økte teknologikostnader er antatt å bli oppveiet av redusert engangsavgift grunnet lavere CO<sub>2</sub>-utslipp. Tiltaket er i Statens vegvesen m.fl. (2010) anslått til å gi en utslippsreduksjon på rundt 0,40 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2020 og 1,17 millioner tonn i 2030, og har en tiltakskostnad på 185 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2020 og 490 kr/tonn i 2030.

Det kan stilles spørsmål ved hva tiltakskostnaden for effektivere personbiler egentlig uttrykker. Det skjer en kontinuerlig utvikling av bilparken, basert på endrede rammebetingelser og etterspørsel. Til tross for denne utviklingen, som må antas ha resultert i effektivere og sikrere biler, så har realprisen for en "normal familiebil" vært mer eller mindre uforandret de siste 20 årene (Vista Analyse, 2011a), dvs. at effektiviseringen ikke har resultert i økte bilpriser. Istedenfor å forsøke å isolere kostnadene for teknologiutvikling knyttet til lavere utslipp er det sannsynligvis mer hensiktsmessig å beregne kostnadene for å få bileierne til å velge beste tilgjengelige klimaalternativ innenfor hvert segment. En viktig grunn til dette er at Norge ikke har noen egen bilindustri og at den norske etterspørselen (og følgelig virkemiddelbruken) er alt for liten for å påvirke bilprodusentene. Så vidt vi kan bedømme er det i Klimakur heller ikke beregnet kostnader knyttet til virkemidler eller tiltak for å få bilkjøperne til å velge biler med lavere utslipp og høyere pris. Det blir dermed uklart hva tiltaket egentlig består av utover produsentens generelle utviklingskostnader for å tilpasse seg regler og markedet.

Effektivere biler betyr at drivstofforbruket pr. km blir redusert, dvs. at bilkjøring blir billigere gitt uendrede drivstoffkostnader. Statens vegvesen m.fl. (2010) peker på at dette kan gi rebound-effekter på 10-20 prosent. Beregningene av kostnadene ved kjøp og bruk av bil i Statens vegvesen m.fl. (2010) viser at disse faller i hele perioden fra 2010 til 2030 hvilket betyr at tiltaket

<sup>23</sup> NAF tilbyr kurs i økonomisk kjøring, hvor redusert drivstofforbruk står sentralt, for bedrifter, og informerer også sine øvrige medlemmer om slik kjøring ([www.naf.no](http://www.naf.no)).

<sup>24</sup> Dette er innovasjoner som reduserer utslippene i reell trafikk, men som vanskelig lar seg måle og synliggjøre i offisiell utslippsstatistikk. Ifølge Statens vegvesen m.fl (2010) kan opp til 7 g/km oppnås med slike innovasjoner.

vil være lønnsomt for bileierne. De fallende kostnadene vil føre til at flere kjøper bil, og det blir en tendens i retning av å kjøpe større biler og/eller kjøre flere km. Det betyr at hvis tiltakets fulle effekt skal oppnås, må avgiftene på bilene og drivstoffet øke i perioden for å hindre at bilkjøring blir billigere.

Vista Analyse (2011b) viser at endringene i CO<sub>2</sub>-komponenten i kjøpsavgiften de siste årene har hatt effekt på valg av bil, og at bilkjøpere også tar hensyn til langsiktige driftskostnader når de kjøper bil. Solgte biler har et gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp som er lavere enn gjennomsnittet av modelltilbudet, dvs. at mange velger biler med lavt CO<sub>2</sub>-utslipp hvis det er mulig. Den norske bilparken har en svært høy dieselandel, og med lav motoreffekt og volum i forhold til bilens størrelse, hvilket betyr lavere CO<sub>2</sub>-utslipp. Samtidig er grunnen til at ikke flere velger biler med lave CO<sub>2</sub>-utslipp at dette kun er et av flere momenter som har betydning ved valg av bil. For eksempel er størrelse, motorkraft og sikkerhet vel så viktige egenskaper, og foreløpig er det få biler med lave CO<sub>2</sub>-utslipp som tilfredsstiller disse kravene. Hvis man har behov for en terrengbil, stor bil, eller mellomklassebil vil man få et nyttetap hvis en liten bil er det eneste man har råd til.

Referansebanen som er brukt i Klimakur har et gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp på 132 g/km i 2020, mens faktiske tall for biler med forbrenningsmotor i 2011 (30. april) er på knappe 140 g/km. Referansebanen brukt i Vista Analyse (2011b) gir et utslipp på 114 g/km i 2020 for denne type biler. Dette tilsier at referansebanen i Klimakur ligger alt for høyt og at en god del av potensialet i dette "tiltaket" allerede er tatt ut og vil fortsettes å tas ut frem mot 2020 med dagens virkemidler. Men for å ta ut den siste delen (dvs. ned mot 95 g/km) vil det kreves kraftige virkemidler. Samtidig er det ikke noen markedssvikt som begrunner ytterligere virkemidler for å øke insentivene til kjøp av mer drivstoffeffektive biler.

### *Fartsoptimalisering for skip*

Beregninger fra DNV (2009) viser at det er et potensial for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene med nærmere 100.000 tonn ved å innføre fartsbegrensninger på skip. Slike tiltak vil imidlertid være vanskelig å utforme og håndheve siden det i praksis vil være umulig å kontrollere hvert enkelt skips utgangspunkt for hastighetsreduksjon. DNV anbefaler at individuelle fartsgrenser sees i sammenheng med etableringen av "Energy Efficiency Design Index" (EEDI) og "Energy Efficiency Operational Indicator" (EEOI), i regi av den internasjonale maritime organisasjon (IMO). Ved hjelp av disse indeksene kan det settes rammer for energibruk om bord i skip.

Hvordan tiltakskostnadene er beregnet i Klimakur, og hvilke kostnader som inngår er det ikke mulig å finne ut av i grunnlagsmaterialet (Statens vegvesen m.fl., 2010). Det er derfor ikke mulig å vurdere om tiltaket er lønnsomt eller ikke. En form for principal-agent problematikken blir nevnt i Statens vegvesen m.fl. (2010) som en årsak til at farten ikke optimaliseres i forhold til drivstofforbruk, dvs. at det er befrakteren som betaler for bunkers (drivstoffet) og at skipet dermed ikke har insentiver til å redusere farten for å spare på bunkers. Det må imidlertid antas at både skip og befrakter har insentiv til å ta hensyn til både tids- og bunkerskostnad og at de optimaliserer forholdet mellom disse kostnadene.

Så lenge det ikke er kjent hvordan kostnadene er beregnet er det ikke mulig å vurdere om det er ikke-kvantifiserte kostnader som det ikke er tatt hensyn til. Samtidig kan vurderingen i DNV (2009) tolkes slik at det er flere kostnadsmoment som ikke er inkludert og at tiltakskostnadene dermed er undervurdert. Bortsett fra en mulig principal-agent problematikk kan vi ikke se at det er noen form for markedssvikt som hindrer gjennomføring av tiltaket. Hvorvidt det faktisk er en slik markedssvikt og i tilfelle hvor stor den er er ikke mulig å anslå basert på tilgjengelig informasjon.

## 5.2 Endret transportmiddelfordeling og/eller redusert transportmengde

Klimakur har vurdert i alt 11 tiltak eller tiltakspakker som endrer sammensetningen av transportmidler og eventuelt leder til redusert transportmengde. Hele 8 av disse er beregnet å ha en negativ tiltakskostnad. Disse er godsstrategi for jernbanen, doblet sykkelandel, utbedret kollektivtilbud i 6 byer (4 ulike tiltak), samordnet varetransport på vei og samordnet varetransport mellom vei, bane og sjø. Når det gjelder godsstrategi for jernbanen er beregningene av nytte knyttet til år 2030, ettersom utbyggingen av jernbanekapasiteten frem til 2020 allerede ligger inne i referansebanen, hvilket betyr at dette tiltaket faller utenfor vår analyse. Tabell 5.2 oppsummerer funnene i gjennomgangen. Doblet sykkelandel og bedret kollektivtilbud framstår som svært lønnsomt, men siden flere kostnader er utelatt er det svært usikkert om de faktisk er så lønnsomme. Beslutningsprosessene knyttet til infrastrukturinvesteringer er sannsynligvis en grunn til at tiltakene ikke utløses på kort sikt.

**Tabell 5.2: Oppsummering endret transportmønster**

| Tiltak                                                       | Doblet sykkelandel                                                                                                     | Bedre kollektivtilbud                                 | Samordnet godstransport                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beskrivelse av tiltaket                                      | Sammenhengende sykkelveier                                                                                             | Økt frekvens, redusert takst og vognstørrelse         | Samordnet lastebiltransport, ev. med skip og jernbane, i 34 bygdebyer                                                    |
| Potensial for utslippskutt (tonn CO <sub>2e</sub> /år)       | 143.000                                                                                                                | 24.000-77.000                                         | 5.000-23.000                                                                                                             |
| Privatøkonomisk lønnsomt                                     | Ikke beregnet                                                                                                          | Ikke beregnet                                         | Ja                                                                                                                       |
| Inkluderte nytte- og kostnadselement                         | Investerings- og driftskostnader med skattekostnad. Usikre tidskostnader og overføringspotensial. Store helsegevinster | Skattekostnad inkludert. Generaliserte reisekostnader | Eksterne kostnader i form av ulykkes- og slitasjekostnader. Privatøkonomiske kostnader korrigert for skatter og avgifter |
| Samfunns økonomisk tiltakskostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> ) | -3.000 - -12.600                                                                                                       | -25.000 - -52.000                                     | -20.000                                                                                                                  |
| Kilde: Klimakur                                              |                                                                                                                        |                                                       |                                                                                                                          |

| Våre vurderinger                               | Doblet sykkelandel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Bedre kollektivtilbud                                                                                                                                                                                  | Samordnet godstransport                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gjennomførings-sannsynlighet med dagens rammer | Sannsynligvis lav til 2020, bl.a. pga. offentlige budsjettrestriksjoner og lange planprosesser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Sannsynligvis lav til 2020, bl.a. pga. offentlige budsjettrestriksjoner og lange planprosesser                                                                                                         | Lav                                                                                                                                             |
| Ikke-kvantifiserte kostnader                   | Tap av konsumentoverskudd grunnet sterke restriksjoner på biltrafikk.<br><br>Overvurdert overføringspotensial fra bil?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Usikkert hvordan konsumentoverskuddet fra bilister som fortsetter å kjøre bil er håndtert ved sterke restriksjoner på biltrafikken<br><br>Investeringskostnader som kreves for å øke kollektivtilbudet | Transaksjonskostnader (utvikling av felles systemer)<br><br>Bedriftsinterne vurderinger knyttet til ønske om kontroll med hele leveringskjeden. |
| Markedssvikt/Inngrep i markedet                | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -                                                                                                                                                                                                      | Mulig at eksterne kostnader for godstrafikk på vei ikke er fullstendig internalisert                                                            |
| Samlet vurdering                               | Primæreffekten av tiltakene er ikke knyttet til klima: den største gevinsten av økt sykkelandel er knyttet til helse, men det er usikkert om det tas hensyn til dette i beslutningsprosessene.<br><br>Klimaeffekten avhenger av usikre forutsetninger om atferdsendringer<br><br>Behov for sterke virkemidler tilsier at kostnadene for private er undervurdert<br><br>Store aktører har sannsynligvis høy betalingsvilje for eget transportsystem, men økte transportkostnader vil styrke incentivene til å effektivisere godstransporten |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                 |

### Doblet sykkelandel

Tiltakskostnader for økt sykkelbruk er basert på Urbanet (2010) og beregninger av kostnader og utslippsreduksjon gjennomført av Statens vegvesen (Statens vegvesen m.fl., 2010).

Urbanet (2009) har vurdert tiltak som kan bidra til å øke sykkelandelen til 8 eller 12 prosent på landsbasis, dvs. henholdsvis en dobling og tredobling av sykkelbruken. Egenskaper ved transporttilbudet i 44 europeiske byer (UITP-databasen) er benyttet for å belyse hvilke faktorer som har størst betydning for befolkningens bruk av sykkel og å evaluere effekten av endrede rammebetingelser. Videre er det gjennomført analyser av hvilke tiltak som skal til for å fordoble antall sykkelturet i de største byområdene.

Urbanet (2009) finner at et sammenhengende nett, sykkelfelt og det å slippe å sykle i blandet trafikk er viktigst for å få flere til å sykle. Vær og topografi, dusj- og garderobefasiliteter på arbeidsplass og trygg sykkelparkering er også av en viss betydning.

Tiltaket som er beregnet i Klimakur omfatter:

- Utbygging av sammenhengende hovednett for sykkel i byer og tettsteder med mer enn 5.000 innbyggere
- Drift og vedlikehold av sykkelstiene
- Informasjon og kampanjer

Det er bare den sykkeltrafikken som overføres fra motoriserte kjøretøyer som bidrar til reduserte klimagassutslipp, men i beregningene av kostnader pr. tonn redusert utslipp inngår alle kostnader/nytte ved tiltaket (unntatt CO<sub>2</sub>), også nytten ved at flere kommer i fysisk aktivitet.

Følgende forutsetninger ble gjort ved beregninger av kostnader:

- Investeringskostnader basert på planer for sammenhengende sykkelnett i de sørlige fylkene. Kostnadene ved utvikling av sykkelnett er på i underkant av 10 mill. kr pr. km<sup>2</sup> areal, eller omtrent 6.000 kr pr. innbygger. Regnet som nåverdi for 2008 utgjør dette 19,2 mrd. kr. Levetiden er 40 år, og med en rente på 5 prosent og investeringsperiode 2010-2020 blir annuiteten av dette 1,11 mrd. kr pr. år. Investeringskostnadene er inklusive skattekostnad på 20 prosent.
- Drifts- og vedlikeholdskostnader hvor standarden for Oslo er lagt til grunn, dvs. ca 44.500 kr/km/år. Drift- og vedlikeholdskostnadene utgjør om lag 0,9 mrd. kr pr. år inkludert informasjon og skilting.
- Med bakgrunn i rapporter fra Sverige og Danmark er det beregnet et overføringspotensial på 0,8 km pr. innbygger pr. dag fra bil til sykkel. Dette vil gi en sykkelandel på 11 prosent av reisene i byene og 8,5 prosent på landsbasis, og en overføring fra bil til sykkel på 1,1 mrd. personkilometer pr. år på landsbasis. Med et passasjerbelegg på 1,13 utgjør dette 0,97 mrd. kjøretøykilometer. Tallene fra Sverige og Danmark skal være justert for ulik topografi og vær.
- Overføringen fra bil avhenger av restriksjoner på biltrafikken. Kostnadene/nytte ved dette er ikke beregnet, og kan endre nettoytten vesentlig ettersom dette vil gi et vesentlig tap av konsumentoverskudd.
- Tidskostnader er hentet fra Statens vegvesens Håndbok 140 Konsekvensanalyser. Det er antatt en gjennomsnittlig lengde på overførte reiser på 3 km, og en gjennomsnittlig reisetid for disse reisene på 5-7 min for bil, inkludert gangtid, og på 10-12 min for sykkel. Disse antakelsene er svært usikre. Tidskostnadene utgjør mellom 1,9 og 3,3 mrd. kr/år.
- Sparte kjøretøykostnader er anslått til 1,35 mrd. kr pr. år, basert på gjennomsnittstall pr. km.
- Ulykkeskostnadene er antatt lik 0. Dette er en usikkerhetsfaktor som kan ha stor betydning for resultatet. Med separate sykkelveier er det sannsynlig at bil/sykkelulykkene reduseres, men økt antall syklistene kan samtidig resultere i flere sykkelulykker.
- NO<sub>x</sub>-kostnadene er beregnet til -5 mill. kr/år og PM<sub>10</sub>-kostnadene til -6 mill. kr/år, beregnet med Klimakurs anslag for disse kostnader.
- Støykostnadene er beregnet ut fra gjennomsnittstall pr. kjøretøy-km til -76 mill. kr/år.
- Vegslitasjekostnadene endres ikke merkbart.
- Sparte helsekostnader pga. økt fysisk aktivitet. I Håndbok 140 brukes 4,10 kr/km for syklistene som verdsetting av de positive helseeffektene av fysisk aktivitet, basert på reduserte sykdomskostnader for noen sykdomsgrupper.<sup>25</sup> Tallene innbefatter både kortsiktig og langsiktig sykdom og sykefravær. Ut fra dette er gevinsten av en dobling av sykkelandelen beregnet til 4,5 mrd. kr pr. år i 2020.

En oppsummering av kostnadene over, delt på 143.000 tonn, gir en samfunnsøkonomisk gevinst pr. tonn reduserte utslipp i 2020 på 3.000-12.600 kr, avhengig av verdien på tidskostnadene.

<sup>25</sup> Helsedirektoratet mener at de positive helseeffektene av fysisk aktivitet i realiteten er vesentlig høyere enn det som benyttes av blant andre Statens vegvesen i dag. Direktoratet gir et nytt "konservativt besteanslag" på nåverdien av de positive helseeffektene av fysisk aktivitet på i størrelsesorden 3 mill. kr pr. person som går fra å være fysisk inaktiv til å bli moderat fysisk aktiv.

Usikkerheten ved anslagene er høy, og Urbanet (2009) understryker at dette tallet kun kan brukes som et regneeksempel. Antakelsene om helsegevinsten er avgjørende for resultatet, ettersom det er denne som gjør at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt.<sup>26</sup>

En grunn til at disse tiltakene ikke gjennomføres kan være konkurranse om offentlige investeringsmidler. Det kan også være en form for styringssvikt hvis man på kommunalt/lokalt plan ikke vektlegger de positive helseeffektene. Det er usikkert om denne gevinsten kommer kommunen til gode direkte og i tillegg vil denne gevinsten realiseres langt frem i tid.

Det vil sannsynligvis også være en høy komfortkostnad for bilistene (dvs. et tap av konsumentoverskudd) pga. av at det kreves sterke restriksjoner på bilbruk. Videre kan det ikke utelukkes at overføringspotensialet er overvurdert, dvs. at investeringene i sykkelbaner ikke utløser så stor overføring fra bil til sykkel. TØI (2010a) viser for eksempel at også med meget optimistiske forutsetninger om overføring fra bil til sykkel vil dette kun gi marginale effekter på rushtidstrafikk. TØI (2010b) viser at sykkeltiltakene i de såkalte sykkelbyene i Region Sør i perioden 2006-2010 sannsynligvis ikke har hatt noen effekt på sykkelbruken.

Ved vurdering av dette tiltaket er det viktig å være klar over at det er stor usikkerhet i de presenterte tallene. Den samfunnsøkonomiske gevinsten består av den store helsegevinsten. Som nevnt ovenfor er det stor usikkerhet knyttet til verdien av denne gevinsten. I arbeidet med forberedelsene til NTP 2014-2023 har transportetatene samarbeidet om å utvikle nye og konsistente enhetspriser, og hva gjelder helsegevinsten ved sykling falt man ned på å bruke nye beregninger fra Helsedirektoratet som er drøye tre ganger høyere enn de tallene som er brukt i Klimakur (Jernbaneverket, 2011). TØI gikk også gjennom anslagene for helsegevinsten og anbefalte at de isteden ble redusert med omtrent halvparten. TØIs begrunnelse var bl.a. at ikke alle som begynner å sykle som følge av et tiltak vil få helsegevinster ettersom noen av dem allerede er aktive og at økt sykling eventuelt bare vil redusere omfanget av annen aktivitet.

Det kan være flere grunner til at investeringer i sammenhengende sykkelveier ikke gjennomføres, bl.a. måten slike offentlige investeringer finansieres (som regel oppstykket, og sjelden fullstendig prosjektfinansiering), politiske prioriteringer eller manglende koordinering på tvers av ulike sektorer. Det er for eksempel usikkert om lokale/regionale transportplanleggere tar tilstrekkelig hensyn til helsegevinster – som kommer langt frem i tid og ikke nødvendigvis tilfaller (fylkes)kommunen.

Uansett er bedret sykkeltilbud først og fremst å betrakte som et helsetiltak og eventuelt et tiltak som bedrer lokal luftkvalitet, men klimagevinsten er som regel marginal.

### Utbedret kollektivtilbud

Dette tiltaket omfatter forbedring av kollektivtilbudet i de 6 største byene ved hjelp av økt frekvens, redusert takst og vognstørrelse. Investeringer i infrastruktur inngår ikke. Urbanet (2009) har vurdert hvilke tiltak/virkemidler som kan bidra til å øke kollektivandelen med 30 til 50 prosent i de største byområdene, dvs. at kollektivandelen samlet for disse byene økes fra dagens 10 prosent til mellom 13 og 15 prosent. Egenskaper ved transporttilbudet i 44 europeiske byer (UITP-databasen) er benyttet for å belyse hvilke faktorer som har størst betydning for befolkningens bruk av kollektivtransport. Det er vurdert virkninger av pakker tiltak/virkemidler for bil- og kollektivtransport, og virkning av enkelttiltak for kollektivtransporten.

Hvis kollektivtransporten klarer å håndtere all økt transportetterspørsel i de aktuelle byene, er det anslått å kunne redusere klimagassutslippene med 73.000 tonn CO<sub>2</sub> pr. år, tilsvarende 11 prosent av forventet klimagassutslipp fra persontrafikken i disse byene i 2020. Dette vil imidlertid kreve omfattende tiltak, både i form av restriksjoner på biltrafikken og forbedringer av kollektivtilbudet. Urbanet (2009) beregnet effekten av bedret kollektivtilbud alene og som en kombinasjon av

<sup>26</sup> Hvis man utelater helsegevinsten vil tiltakskostnaden bli et sted mellom 15.000 og 28.000 kr/tonn CO<sub>2</sub>.

forbedret kollektivtilbud og restriksjoner på biltrafikken (20 prosent lavere parkeringsdekning i sentrum og 50 prosent høyere bilkostnader).

Resultatene viser at kostnadseffektiviteten av de ulike transportpakkene i stor grad avhenger av hvor mye kollektivtrafikanter må betale for å reise, og hvor store de offentlige tilskuddene er. Urbanet (2009) konkluderer med at en optimalisering av kollektivtilbudet er klart samfunnsøkonomisk lønnsomt, men kostnadseffektiviteten avtar etter hvert som tilskuddene øker. Tiltakskostnad pr. tonn redusert CO<sub>2</sub> vil være størst for små tilskuddsendringer.

I beregningen av samfunnsøkonomisk lønnsomhet består kostnaden av det økte tilskuddet, inkludert en skattekostnad på 20 prosent. Nytteten består av kollektivtrafikanterens nytte av bedre tilbud og reduserte køkostnader pga. mindre biler på veiene.

Utelatte kostnader inkluderer eventuelle investeringer som et økt kollektivtilbud sannsynligvis vil kreve, endringer i utslipp av NO<sub>x</sub> og partikler (nettoeffekten er usikker, men uansett liten) og tap i konsumentoverskudd for bilistene i de to alternativene hvor det forutsettes at kollektivsatsingen kombineres med sterke restriksjoner på biltrafikken (redusert parkeringsdekning og økte drivstoffpriser). Hvorvidt disse kostnadene er større enn den gevinsten som er beregnet er meget usikkert.

At det må veldig sterke virkemidler til for å utløse en merkbar overgang fra bil til kollektivtrafikk er en tydelig indikasjon på at det er store kostnader for bilistene forbundet med disse tiltakene.

Hvis tiltaket også med hensyn til disse kostnadene fortsatt er lønnsomme, er det sannsynligvis svakheter i den offentlige styringen som forklarer hvorfor tiltakene ikke utløses. Dette kan for eksempel være budsjettrestriksjoner i offentlige budsjetter, og fordelingen av ressurser mellom offentlige innkjøp (finansiering av driften gjennom tilskudd) og investeringer. Kollektivtrafikken styres av fylkeskommunene, og fordeling av midler til denne trafikken gjøres innenfor fylkeskommunenes budsjetter. Vi har imidlertid ikke noe belegg for å hevde at fylkeskommunene systematisk nedprioriterer kollektivtransport til fordel for andre fylkeskommunale oppgaver (videregående opplæring, kultur og kulturminnevern, tannhelse og regional utvikling). Hvorvidt måten kollektivtransport finansieres på er en reell restriksjon for denne type tiltak, og om tiltakene faktisk er lønnsomme, bør eventuelt undersøkes nærmere.

### **Samordnet varetransport**

Utslipp fra lastebiler utgjør ca. 40 prosent av de samlede utslippene fra veitrafikken i Norge, hvilket tilsvarer 4 mill. tonn CO<sub>2</sub> per år. Lastebilundersøkelsen (SSB) viser at det ble kjørt nærmere 16.000 mill. tonnkilometer i Norge i 2007, hvilket er en økning med drøye 16 prosent fra 2003. De to største hovedvaregruppene er næringsmidler og fôr (27 prosent av transportarbeidet) og stykkgoods, metallprodukter og bearbeidede varer (36 prosent). I de aller fleste tilfeller transporteres disse varegruppene fra et nasjonalt distribusjonssenter i Osloregionen eller i Sør-Skandinavia og direkte til kundene. Hvis avstanden er mer enn ca. 250 km til mottakerne utføres vanligvis mellomtransporter, dvs. at varene leveres til en godsterminal for omlasting til en annen lastebil i lokal distribusjon alternativt at en container fremføres til et avtalt droppunkt, og der overtas av en ny sjåfør. Mellomtransportene kan foretas med både bil, båt og bane, avhengig av kravene til fremføringen (dvs. tid, kvalitet, kostnader).

Antall terminaler og distribusjonsruter fastsettes primært av antall kunder og deres behov. Som regel gjelder at jo flere kunder i et distribusjonsområde dess kortere er avstanden mellom godsterminalene og dess flere ruter brukes. De fleste godsterminaler er omlastingssentre av emballert stykkgoods, som paller og kartonger. Pakking av individuelle kundeordrer skjer i økende grad i de store logistikkentrene i Osloregionen eller der varen produseres.

Tilbyderne av transporttjenester optimaliserer lastutnyttelsen til egne kunder, og samarbeider med andre først når lastebilen ikke er full med gods fra egne kunder innenfor en ordinær arbeidsdag.

For å vurdere endringen i CO<sub>2</sub>-utslipp og kostnader har Berg og Grønland (2009) brukt en logistikkmodell for følgende scenarier:

- Referanse: transport som i dag (as-is).
- Scenario 1: samordning av lastebiltrafikken til/fra 34 bygdebyer som forutsettes å betjene geografiske områder med et beskjedent godsgrunnlag (lav sentralitet). Reduserer den lokale distribusjonen.
- Scenario 2: som foregående alternativ, men slik at en gitt andel av lastebiltrafikken til/fra 26 av de 34 bygdebyene kan overføres til båt eller bane i 2020 og. Gir en gevinst i form av miljøvennligere transportmåter.

De to hovedvaregruppene stykkgoods og næringsmidler representerer 63 prosent av antall tonnkilometer. Disse hovedvaregruppene inneholder også transport av industriprodukter, avfallsprodukter og andre ferdigvarer med liten mulighet for samlast med andre varegrupper. Varegrupper som egner seg for samlast antas å representere halvparten av godsvolumet i de to hovedvaregruppene, dvs. 30 prosent av totalt antall tonnkilometer med lastebil.

Distribusjonen via de 34 terminalene forutsettes å betjene ca. 20 prosent av godsgrunnlaget for lastebiltransport. Terminalene ivaretar 15 prosent av befolkningen som bor i kommuner med lav sentralitet, samt noen kommuner med sentralitet 2. For kommuner med et høyere næringsgrunnlag er det et begrenset grunnlag for samtransport på kort sikt, da hver transportkjøper kan fylle bilen med varer til/fra egne kunder med relativt korte kjøreavstander. Kommuner med lav sentralitet har et lavere godsgrunnlag per innbygger enn kommuner med høy sentralitet, men transportavstandene er lenger.

Berg og Grønland (2009) antar at distribusjonen til/fra terminalene i bygdebyene representerer 20 prosent av befolkningen og 25 prosent av antall kjøretøykilometer. Videre antar man, basert på Lastebilundersøkelsen for 2007, at en lastebil i distrikts-Norge som frakter stykkgoods og næringsmidler kjører 300 km per dag, med en gjennomsnittlig lastemengde på 2,5 tonn. Til sammen gir dette 312 mill kjøretøykilometer i basis-scenariet.

I scenario 1 ligger samordningsgevinsten primært i avstandene som kjøres fra den lokale omlastingsterminalen og til kundene i kjørerutens distribusjonsområde. Simuleringen av samordnet lastebiltrafikk til/fra 34 bygdebyer og omkringliggende distrikter viser at ca. 7 mill. kjøretøykilometer kan spares i scenario 1, tilsvarende ca. 5.000 tonn CO<sub>2</sub>. Siden Logistikkmodellen er basert på optimalisering av privatøkonomisk lønnsomhet vil logistikkostnadene også gå ned. I scenario 2, hvor noe av godset overføres til sjø bane (gitt at dette er mer kostnadseffektivt) er beregnet besparelse i 2020 drøye 35 mill. kjøretøykilometer og 23.000 tonn CO<sub>2</sub>. Nytteverdien, eksklusive miljøgevinstene, for begge scenariene er summert i Tabell 5.3.

**Tabell 5.3: Nytteeffekter ved samordnet godstransport, kun lastebil (scenario 1)**

|                                          | Scenario 1     | Scenario 2  |
|------------------------------------------|----------------|-------------|
|                                          | 2020 (og 2030) | 2020*       |
| Reduserte kjøretøy km, lastebil          | 7.415.718      | 35.499.283  |
| Redusert ulykkeskostnader, kr            | 2.150.558      | 10.294.792  |
| Reduserte slitasjekostnader, kr          | 9.788.748      | 46.859.054  |
| Reduserte støykostnader, kr              | -              | 20.944.577  |
| Reduserte privatøkonomiske kostnader, kr | 118.651.488    | 443.678.530 |
| Total nytte (ekskl. miljøgevinster), kr  | 130.590.794    | 521.776.952 |

\* Tallene for 2030 er marginalt lavere

Kilde: Berg og Grønland (2009)

De privatøkonomiske kostnadene er korrigert for skatter og avgifter og inkluderer tidskostnader.

Basert på Berg og Grønland (2009) har Klimakur beregnet tiltakskostnadene til -20.000 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2020 både for scenario 1 og 2 (scenario 2 gir vesentlig større CO<sub>2</sub>-besparelse, men kostnadene er tilsvarende større). I 2030 er tiltakskostnaden i begge scenariene -30.000 kr.

I Klimakur vurderes også samordnet godstransport i bysentra, men det er ikke gjort noen egne beregninger av lønnsomheten. Basert på utenlandske studier konkluderer man med at det er lite sannsynlig å få til varige samordninger av gods gjennom cityterminaler og liknende tiltak, uten noen form for offentlig støtte eller tilrettelegging. Videre heter det at det er vanskelig å beregne totaleffekten av samordnet varetransport, fordi mange konsepter påvirker transportører/leveranser som ikke er med i samordningen. Men basert på at samordnet varetransport i by også vil redusere lokal luftforurensning og støy samt redusere arealbeslaget i bygatene regner man i Klimakur med at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten sannsynligvis er god.

Grunnen til at samordningen av godstrafikk fortsatt er forholdsvis lav er ifølge Klimakur først og fremst manglende system for mer eller mindre kontinuerlig sammenstilling av de ulike aktørenes fremføringsbehov i et felles bestillingssystem. Det mangler både IT-løsninger og standardisering av kollistørrelser, varemerking, dokumenter etc. Men det finnes eksempler på fungerende samdistribusjon og for medieprodukter fra trykking til levering er det utviklet moderne IT løsninger med offentlig støtte. Innenfor transportnæringen er det imidlertid fokus på proprietære løsninger, og ikke samhandling med konkurrerende og/eller supplerende transportnettverk. Samarbeid mellom transportørene kan også potensielt komme i konflikt med konkurranselovgivningen, men Berg og Grønland (2009) konkluderer med at samarbeid om varefremføring i distrikts-Norge i de fleste tilfeller vil ligge innenfor lovens krav. Kostnader som ikke er inkludert i Klimakur er produsentens nytte av "just-in-time"-leveranser, og å ha full kontroll og endringsfleksibilitet i forhold til egne varer og leveranser. Andre viktige servicekrav kan også hindre samordning.

For godstransport på vei er det også usikkert om alle eksterne kostnader er fullt ut internalisert. Beregningene i Econ (2003) viser at for godstransport på vei med dieseldrevne biler var avgiftene i 2003 i gjennomsnitt lavere enn de eksterne kostnadene. Hvorvidt dette fortsatt gjelder, med dagens sammensetning av bilparken, og eventuelle endringer i avgifter og verdsetting av de eksterne effektene er imidlertid usikkert. Men hvis det er tilfelle kan vi snakke om en markedssvikt på dette området. En fullstendig internalisering ville da bety økte kjørekostnader som i sin tur ville gi økte insentiver til samordning. Men hvorvidt det vil være tilstrekkelig for å utløse den type samordning som er utredet i Klimakur er imidlertid svært usikkert.

### 5.3 Transportmodellberegninger

Som et komplement til beregningene av enkelttiltak ble det også gjennomført beregning av tiltakskostnader for forskjellige pakker av tiltak. For disse beregningene ble det brukt nasjonal modell for personreiser (NTM5), regionale transportmodeller (RTM) og nasjonal modell for godstransport (PINGO) og i alt omfatter dette 18 modellberegninger for persontransport og fire for godstransport, i tillegg til referansebaner for hhv. 2020 og 2030 for begge transportslagene (TØI, 2010c). For godstransport er det kun beregnet potensial for utslippsreduksjoner, men ikke samfunnsøkonomiske kostnader for tiltakene. Grunnen til at man har med disse modellberegningene er at transportsektoren er kompleks og at effekten av mange tiltak er avhengig av hvordan andre tiltak og virkemidler utformes. Denne kompleksiteten og avhengigheten fanges ikke opp i de oven gjennomgåtte enkelttiltakene.

I beregningen av samfunnsøkonomiske kostnader for de ulike alternativene er følgende inkludert:

- Offentlige investeringskostnader og drift- og vedlikeholdskostnader med en skattekostnad på 20 prosent,
- Endringer i skatteinntekter og overføringer
- Endringer i konsumentoverskudd for trafikanter og transportbrukere
- Endringer i eksterne kostnader som utslipp av NO<sub>x</sub> og PM<sub>10</sub>, støy og ulykker
- Endrede inntekter og kostnader drift/vedlikehold for kollektivselskapene og andre operatører i markedet.

Når det gjelder tiltak som forutsetter vesentlig økning i drivstoffavgifter, bompenger og parkeringsavgifter er det antatt at disse inntektene kan finansiere en reduksjon i inntektsskatten. Analogt med antakelsen at økte skatter (som ikke er internaliserende) gir en skatteile på 20 prosent, bør ifølge (TØI, 2010c) en reduksjon i de samme skattene gi en tilsvarende effektivisering/gevinst. I Klimakur er det imidlertid lagt til grunn at disse avgiftene etablerer en ny vridning gjennom økte transportkostnader og man har derfor, skjønnsmessig, valgt å bruke en skattekostnad på 10 prosent for denne type tiltak. Det finnes imidlertid ikke noe empirisk belegg for at vridningseffektene ved brukerfinansiering (som bompenger og parkeringsavgifter) alltid er lavere enn for generelle skatter, se for eksempel Kostnadsberegningsutvalget (1997) og Econ (2003).

Kun en av modellberegningene har en negativ tiltakskostnad i 2020, mens øvrige alternativer har en kostnad fra 2.450 til 261.000 kr/tonn CO<sub>2</sub>. Det alternativet med negativ tiltakskostnad (-600 kr/tonn) er bedret kollektivtilbud (ferdigstillelse av indre Intercity område for jernbanen og økt frekvens for langrutebusser) kombinert med dobbel takst i bomringene i Oslo, Bergen, Stavanger og Kristiansand.

Til tross for at det kun er et alternativ som strengt tatt passer inn blant den type tiltak vi vurderer er det interessant å omtale transportmodellberegningene generelt, ettersom de kan ses på som et korrektiv til vurderingen av enkelttiltak. En mulig svakhet ved modellberegningene er at de inkluderer infrastrukturtiltak med høye kostnader. Vista Analyse gjennomførte en kvalitetssikring av modellberegningene hvor man istedenfor disse pakkene beregnet kostnadene knyttet til enkelttiltak som økte drivstoffavgifter, dyrere bomringer og parkering (Vista Analyse, 2010). Men samtidig er det usannsynlig at de nevnte tiltakene ikke ville bli komplettert med økte investeringer i for eksempel kollektivtrafikken. Generelt sett er kostnadsanslagene i Vista Analyse (2010) noe lavere enn i TØI (2010c), i den grad kostnadsanslagene kan sammenlignes.

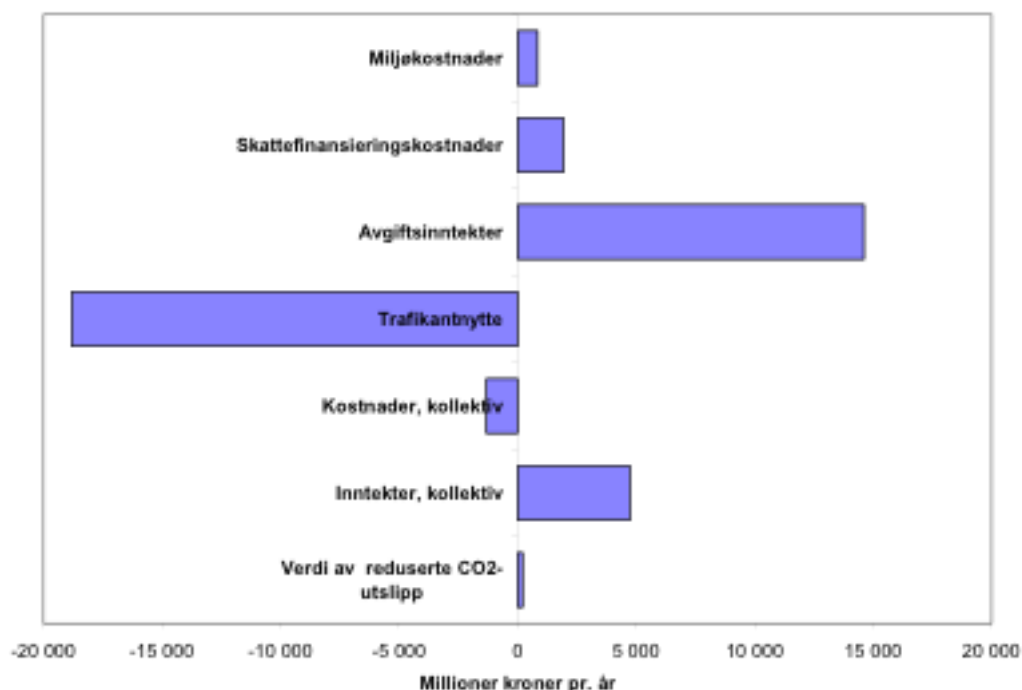
## 5.4 Vurdering

Som påpekt i grunnlagsrapportene til Klimakur er det stor usikkerhet i beregningene av tiltakskostnadene. Denne usikkerheten kommer for eksempel av at tallene som brukes er usikre, av at modellene som er blitt brukt er usikre og også i noen tilfeller er brukt helt på kanten av hva er designet for og av at ikke alle kostnader og nyttemomenter er inkludert i beregningene.

Generelt vurderer vi sannsynligheten for at transporttiltakene som ifølge Klimakur har negativ eller lav tiltakskostnader blir gjennomført innen 2020 som lav. Dette skyldes bl.a. at flere av tiltakene har en høyere tiltakskostnad enn beregnet i Klimakur, men også at flere tiltak har en lang beslutningsprosess og inngår i langsiktige investeringsplaner for infrastruktur. Frem mot 2030 øker sannsynligheten for at noen av tiltakene blir gjennomført.

Vista Analyse (2010) peker på at beregningene av tiltakskostnader for tiltak innenfor transportsektoren er beheftet med betydelig usikkerhet. Hvorfor det er slik, illustreres i Figur 5.1, som viser sammensetning av nytte- og kostnadskomponenter for et av de vurderte tiltakene (doblet drivstoffpris) – sett i forhold til verdien av oppnådde reduksjoner i klimagassutslipp. For de fleste av tiltakene vurdert i Statens Vegvesen m.fl (2010) er kostnadsbildet likt, dvs. at gevinsten ved reduserte klimagassutslipp er liten sammenlignet med de andre kostnads- og nyttemomentene. Det betyr at relativt beskjedne feil og usikkerheter i beregningen av disse kan gi vesentlige utslag i beregnede tiltakskostnader.

**Figur 5.1: Nytte- og kostnadsmomenter ved økte drivstoffpriser**



Kilde: Vista Analyse

De viktigste kostnadene som er utelatt i beregningene er knyttet til endringer i konsument- og produsentoverskudd. Noen beregninger har med disse kostnadene, men det er usikkert om de inkluderer alle momenter som påvirker disse. Konsumentoverskuddet viser den samlede differansen mellom konsumentenes betalingsvilje og den pris konsumentene betaler for et gode. Ved bilreiser uttrykker konsumentoverskuddet trafikantenes nytte av reisen fratrasket de generaliserte kostnadene (summen av kjørekostnader, tidskostnader og andre oppofrelser ved reisen). Innen transportøkonomi har det i lang tid vært benyttet metoder til å estimere personers valg av reisemidler og beregning av hvordan det forventede konsumentoverskuddet endrer seg

som følge av endringer i tilgang på reisealternativer, priser, reisetider, parkeringsforhold, frekvenser mm. Beregninger av kostnader som følge av at det blir dyrere å bruke bil, har derfor en solid faglig forankring.<sup>27</sup> Vista Analyse (2008) gjennomgikk SFTs tiltaksanalyse fra 2007 for transportområdet og fant da at den viktigste forklaringen til at lønnsomme tiltak i transportsektoren ikke ble gjennomført var at de ikke var lønnsomme når nytte/produsenttap ble tatt med. Gjennom å ta med disse kostnadene viser Vista Analyse (2008) at noen av de ifølge SFT lønnsomme tiltakene hadde en samfunnsøkonomisk kostnad på flere tusen kroner per tonn CO<sub>2</sub>.

Andre kostnader som ikke er inkludert i Klimakur er for eksempel transaksjonskostnader (kontroll, systemutvikling) og kostnader for godseier. Noen av tiltakene vil ha reboundeffekter som betyr at hele potensialet ikke vil bli utløst, dette gjelder spesielt effektivere personbiler. Overføringspotensialet fra bil til sykkel er, i lys av erfaringene med sykkeltiltak, muligens overvurdert i Klimakur. For å avdekke størrelsen på disse kostnadene er det nødvendig med mer detaljerte analyser.

Det kan ikke utelukkes at det er noe markedssvikt innen transportsektoren, herunder ufullstendig internalisering av eksterne kostnader og principal-agentproblematikk knyttet til kontrakter. Hvor stor betydning dette har når det gjelder å forklare hvorfor ikke tilsynelatende lønnsomme tiltak

Det faktum at CO<sub>2</sub>-reduksjonen for flere av tiltakene kun utgjør en liten del av øvrig nytte poengterer at flere av transporttiltakene ikke primært er klimatiltak, men at de, i de tilfeller de faktisk har positiv netto nytte, bør gjennomføres av helt andre grunner. Dette kan for eksempel være vesentlig økt trafikanthytte ved tiltak som øker kollektivtilbudet (og som til største delen tilfaller de som allerede benytter seg av kollektivtrafikk) eller de helsegevinster som bedre tilrettelegging for sykling kan gi. Det å ta større hensyn til klimaeffekter i disse beslutningsprosessene, gjennom å sette en høy pris på utslippene av klimagasser, vil derfor mest sannsynlig ikke ha stor betydning for utfallet. Det kan imidlertid ikke utelukkes at noen tiltak lettere for politisk støtte hvis de fremstilles som klimatiltak.

---

<sup>27</sup> En klassisk litteraturreferanse er "Discrete Choice Analysis. Theory and Application to Travel Demand", av Moshe Ben-Akiva and Steven Lerman, MIT Press (1985).



## 6. HVA HINDRER GJENNOMFØRING?

Som nevnt kan det være to hovedgrunner til at tiltak med anslåtte negative samfunnsøkonomiske kostnader, eller tiltak som er lønnsomme med dagens implisitte kvotekostnad, ikke settes ut i livet. Den ene er at kostnadene faktisk ikke er negative – fordi kostnadsanslagene er for lave eller nytteanslagene for høye. Den andre er at det eksisterer markedssvikt som skaper avvik mellom samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske kostnader, dvs. markedssvikt som ikke er internalisert gjennom reguleringer. Dersom det siste er tilfelle, kan det begrunne endringer i offentlige virkemidler for å stimulere gjennomføringen av tiltakene.

### 6.1 Utelatte kostnader

I vår gjennomgang av tiltak i byggsektoren, industrien og transportsektoren som Klimakur har beregnet som samfunnsøkonomisk lønnsomme, finner vi mange tilfeller der kostnadselementer ikke er kvantifisert. Nærmere bestemt kommer transaksjonskostnader og kostnader knyttet tidsbruk, informasjonsinnhenting og redusert komfort i tillegg til kostnadene som er inkludert i Klimakur-beregningene. For noen tiltak er heller ikke utbyggings-, transport- og skattekostnader kvantifisert. Dermed undervurderes de samfunnsøkonomiske kostnadene, og klimatiltakene vil fremstå som mer lønnsomme enn de egentlig er.

### 6.2 Markedssvikt og inngrep i markedet

Av de ulike formene for markedssvikt som er nevnt i kapittel 2, har vi funnet eksempler på at manglende informasjon, principal-agent-problemer, eksterne kostnader, nettverkseksTERNALiteter og inngrep i markedet ikke er kvantifisert.

- Det er lite som tyder på at manglende informasjon om mulighetene for å redusere energibruken eller konvertere til mindre karbonintensive energikilder er et vesentlig hindrer gjennomføring. Det er et sterkt mediefokus på energiutgifter, og det er opprettet gode ordninger for informasjonsspredning om gevinster ved energi- og klimarelaterte tiltak gjennom informasjonskampanjer via Enova, Transnova og kommunale enøkinitiativ. Det er imidlertid viktig å skille mellom markedssvikt og manglende bruk av eksisterende informasjon. Dersom aktørene vet at informasjonen finnes, men velger å ikke finne frem til den eller benytte seg av den, er det ikke markedssvikt. Det siste skyldes at selve informasjonsinnhentingene innebærer reelle samfunns- og privatøkonomiske kostnader.
- I noen tilfeller (mer energieffektive bygg, fartsoptimalisering på skip og samordnet godstransport) kan det ikke utelukkes at det eksisterer markedssvikt i form av principal-agent-problemer som hindrer reduksjon av klimagassutslipp. Utforming av standardkontrakter (eller kontraktsmaler) som retter seg mot disse segmentene kan redusere denne markedssvikten.
- CO<sub>2</sub>-avgiften eller -kvoteprisen internaliserer markedssvikt knyttet til eksterne kostnader ved utslipp av CO<sub>2</sub>. Ulike aktører stilles imidlertid overfor ulike CO<sub>2</sub>-kostnader. Det skyldes at avgiften har flere unntak, at ulike sektorer betaler ulik avgiftssats, at avgiften avviker fra kvoteprisen og at noen betaler både avgift og kvotepris. Dette kan gjøre at konverteringstiltak blir privatøkonomiske både mer og mindre lønnsomme enn de er i samfunnsøkonomisk forstand. Ideelt sett bør alle utslipp stilles overfor samme CO<sub>2</sub>-pris.
- Prosjektet skulle i utgangspunktet se på tiltak som er lønnsomme uten CO<sub>2</sub>-pris og lønnsomme med dagens (implisitte) CO<sub>2</sub>-pris. Det er usikkerhet om CO<sub>2</sub>-prisen fremover, noe som gjør det vanskelig å vurdere hva som er "implisitt" CO<sub>2</sub>-pris. Det er også en vesensforskjell på disse to kategoriene: Mens tiltak med negativ tiltakskostnad er lønnsomme uansett CO<sub>2</sub>-pris, er tiltak som fordrer en positiv CO<sub>2</sub>-pris følsomme for forventninger om CO<sub>2</sub>-prisen i fremtiden. Og fremtidig CO<sub>2</sub>-pris henger sammen med

utviklingen i EUs kvotemarked, herunder en eventuell tilstramming i kvotetaket, resultatene av de globale klimaforhandlingene og ikke minst hva resultatet blir uten en global klimaavtale. Tiltak med en viss tidshorisont vil derfor ikke utløses med basis i dagens kvotepris, med mindre de er robuste i forhold til mange ulike klimapolitiske scenarier (kvoteprisnivåer). Man kunne argumentere for at i den grad aktørene priser inn en for lav (eller for høy) CO<sub>2</sub>-pris, burde myndighetene gripe inn for å rette dette opp. Det er imidlertid ikke åpenbart hvilken CO<sub>2</sub>-pris som er den rette – dette er en “rammebetingelse” som er genuint usikker, også for myndighetene. Det tilsier – også i samfunnsøkonomiske beregninger – at det er en verdi knyttet til å vente på bedre informasjon. Det kan tilsi at også investeringer som fremstår som samfunnsøkonomisk lønnsomme med dagens priser, bør utsettes, også for å unngå uheldige lock in-effekter. Det betyr også at det er grunn til å forvente at en del av de lønnsomme tiltakene vil bli gjennomført etter hvert dersom kvoteprisen utvikler seg som forventet eller utviklingen blir mindre usikker.

- Støtte til fornybar energiproduksjon er en type *inngrep i markedet* som kan føre til for lave kraftpriser i markedet, noe som igjen gir igjen lavere lønnsomhet for implementering av energisparing og vrir relative priser som har betydning for konvertering. Spesielt påpeker vi at lave strømkostnader på grunn av utbygging av fornybar energi kan hindre utbygging av fjernvarme og energieffektivisering i industrien. Ordningen med grønne sertifikater trekker imidlertid i motsatt retning siden den innebærer en avgift på strømforbruk, skjønt dette gjelder ikke for kraftintensiv industri som ikke er ilagt sertifikatplikt. Usikkerhet om fremtidige offentlige inngrep gir uforutsigbare rammebetingelser for industrien som det er grunn til å tro reduserer den privatøkonomiske lønnsomheten av energieffektivisering, og for investeringer generelt. Usikkerhet om klimapolitikken og avgiftspolitikken overfor bioenergi kan også føre til for lave investeringer. På den annen side fordelsbehandles bioenergi gjennom avgiftssystemet, noe som kan føre til for høye investeringer. Økt forutsigbarhet og konsistens i klima- og energipolitikken vil sannsynligvis utløse flere av de lønnsomme tiltakene. All den tid norske myndigheter også står overfor usikkerhet knyttet til fremtidig klimapolitikk globalt og i EU, er det ikke nødvendigvis samfunnsøkonomisk lønnsomt for myndighetene å avlaste markedene for denne usikkerheten: Hva som er samfunnsøkonomisk fornuftig for Norge, avhenger av utviklingen i klimapolitikken globalt, og den er usikker.
- Investeringer i kollektivtransport og sykkelveinett er prinsipielt forskjellige fra de andre tiltakene i Klimakur, fordi det er offentlige myndigheter som foretar investeringene. Investeringsbeslutningene blir dermed ikke basert på rene privatøkonomiske vurderinger. Svært høye negative kostnader kan tyde på at det er politiske prosesser som hindrer gjennomføring. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten kan bli overstyrt av manglende insentiver for politikerne, som hensyn til andre tiltak som er mer populære, at gevinstene kommer langt fram i tid, tilfaller andre budsjetter enn de som tilhører ansvarlige politikere, etc. Bedre koordinering og mindre sektortankegang kan bidra til å utløse flere tiltak, men det gjelder ikke bare lønnsomme klimatiltak. Samtidig er det stor usikkerhet i beregningene, og klimagevinsten er liten sammenlignet med øvrige kostnads- og nyttemomenter.

### 6.3 Avkastningskrav og sensitivitetsberegninger

Finansdepartementet anbefaler et avkastningskrav på 4 prosent for tiltak med normal risiko, og høyere kalkulasjonsrente for tiltak med betydelig systematisk risiko. Utgangspunktet for å sette en høyere rente enn normalrenten er enten i) høy grad av konjunkturfølsomhet i etterspørselen, eller ii) stor andel faste kostnader (Finansdepartementet 2005). I beregningene av samfunnsøkonomisk lønnsomhet har Klimakur som en forenkling brukt en kalkulasjonsrente på 5 prosent, uten at dette er begrunnet nærmere.<sup>28</sup>

Siden tiltakene som omfattes av Klimakur er forskjellige, er det grunn til å vurdere ulike samfunnsøkonomisk kalkulasjonsrente for ulike tiltak. Finansdepartementets anbefaling innebærer høyere kalkulasjonsrenter for investeringer som samvarierer med avkastningen på nasjonalformuen, det vil si prosjekter som er avhengig av for eksempel oljeprisen eller konjunktursvingninger. Klimakur åpner også for at det samfunnsøkonomiske avkastningskravet kan være satt for lavt for enkelte tiltak.<sup>29</sup>

I de privatøkonomiske beregningene har Klimakur lagt til grunn et avkastningskrav på 7 prosent for tiltak i byggsektoren og transportsektoren, mens avkastningskravet i industrien er satt til 20 prosent. Dersom dette stemmer med realitetene, vil spesielt tiltak som innebærer investeringer i industrien være privatøkonomisk betydelig mindre lønnsomme enn den samfunnsøkonomiske analysen skulle tilsi.

Avvik mellom avkastningskravene kan begrunnes dersom private aktører stilles overfor høyere renter eller høyere risiko enn samfunnet for øvrig, på grunn av finansiell risiko, begrensninger i kapitaltilgangen i markedene eller andre typer markedssvikt, som for eksempel at bedriftsledelsen eierne tar hensyn til systematisk risiko.<sup>30</sup> Dersom man ikke finner slike imperfeksjoner, er spørsmålet om det samfunnsøkonomiske avkastningskravet på 5 prosent er satt for lavt for disse prosjektene, eventuelt om antakelsen om det privatøkonomiske avkastningskravet er vurdert for høyt. Våre vurderinger er som følger:

- Vi har ikke funnet konkrete eksempler på markedssvikt i kapitalmarkedene som tilsier et spesielt høyt privatøkonomisk avkastningskrav for utslippsreducerende tiltak eller som begrunner avvik mellom samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk avkastningskrav. Om det finnes markedssvikt i kapitalmarkedene, vil dette gjelde for alle investeringer, og ikke spesielt for investeringer knyttet til reduksjon av klimagassutslipp.
- Regulatorisk risiko som bare private stilles overfor, f.eks. usikkerhet om rammene for industrien fremover (ikke bare knyttet til klimapolitikken) kan tilsi et høyere privatøkonomisk avkastningskrav enn det samfunnsøkonomiske. Inntrykket er at industrien generelt er tilbøyelig til å utsette mange typer investeringer inntil rammevilkårene er mer avklarte. Imidlertid er denne usikkerheten i stor grad styrt av utviklingen i internasjonal klimapolitikk og energimarkeder, og gjelder dermed både for norske myndigheter og for private aktører. For eksempel er oljeprisen nå vesentlig høyere enn det som er lagt til grunn i Klimakur, internasjonal klimapolitikk etter Kyoto-perioden er uavklart, og det er fundamental usikkerhet knyttet til markedene for bioenergi. Dersom usikkerheten er systematisk, trekker det i retning av høyere avkastningskrav, både samfunnsøkonomisk og privatøkonomisk. Dersom det reelle avkastningskravet er høyere enn 5 prosent som er brukt i Klimakur, betyr det at tiltakene er samfunnsøkonomisk mindre lønnsomme enn beregningene i Klimakur tilsier.

<sup>28</sup> Klif (2010a), s. 57.

<sup>29</sup> Klif (2010a), s. 134.

<sup>30</sup> Jamfør omtalen av Principal-agent-problemet foran. Bedriftsledelsen kan ha insentiver til å ta hensyn til systematisk risiko av hensyn til å opprettholde driften, uten at dette optimerer eiernes overskudd.

- Et avkastningskrav på 20 prosent (reelt før skatt) er likevel svært høyt i privatøkonomisk sammenheng. Aktører vi har intervjuet stiller seg også tvilende til at det generelt opereres med et så høyt avkastningskrav.
- Det påpekes også i Klimakur at avkastningskravene som er lagt til grunn er sjablongmessige, og at beregningene “er ikke ment å skulle gi grunnlag for direkte beslutninger av gjennomføring av enkelttiltak” (s. 134 i hovedrapporten). Vi er enige i at beregningene ikke gir grunnlag for å iverksette enkelttiltak uten mer spesifikke utredninger. Det bør vurderes nærmere hvilken samfunnsøkonomisk kalkulasjonsrente som bør brukes for ulike tiltak – avhengig av systematisk risiko. Det er også behov for å avklare om det er grunn til å anta avvik mellom samfunnsøkonomiske og privatøkonomisk avkastningskrav ved denne typen tiltak.

## 6.4 Andre kostnader

For mange av de tiltakskategoriene som er identifisert i Klimakur, er det store kostnadsforskjeller innenfor hver av kategoriene. Dette gjelder for eksempel konverteringstiltak i næringsmiddelindustrien og energieffektiviseringstiltak generelt. Det betyr at den gjennomsnittlige tiltaks-kostnaden kan dekke over et stort utfallsrom, noe som igjen betyr at en del av tiltakene i kategorien kan være vesentlig dyrere enn gjennomsnittet. Da kan man heller ikke regne med at hele potensialet vil bli realisert selv om det ikke skulle eksistere er ikke-kvantifiserte kostnader eller markedssvikt.

Tiltakene er vurdert som enkeltstående investeringer eller tiltak. I mange tilfeller vil de imidlertid henge sammen med andre investeringer, enten ved at tiltaket i seg selv medfører at man gjør andre endringer samtidig, eller ved at det er tiltak det er mest naturlig å vurdere når man likevel gjør andre investeringer. Eksempel på det første er utskifting av vinduer eller isolering av loft, mens bygging av sykkelstier eller utskifting av oljekjel er eksempel på det siste. Dette kan for det første bety at lønnsomme tiltak ikke nødvendigvis blir utløst umiddelbart, men at sannsynligheten for at de blir utløst etterhvert er større fordi man over tid gjør andre investeringer i produksjonsanlegg og bygg. For det andre blir det da viktig at energieffektiviseringstiltak og andre klimatilstand tas med i betraktningen når det likevel skal gjøres (større) investeringer i produksjonsanlegg og bygg. Når større investeringer er gjort, kan det være lenge til neste gang det blir aktuelt å gjøre endringer, og dyrere å gjøre tiltak som “bare” er motivert ut fra klima. Slike betraktninger kan gi grunnlag for å særlig vurdere tiltak som påvirker hvilke løsninger som blir valgt ved større investeringer både i bygg, industri og transport, for eksempel gjennom utarbeiding av veiledere, pålegg/konsesjonsvilkår og standarder.

Klimakur vurderer stort sett tiltakene partielt, og rebound-effekter er derfor ikke vurdert. Når energiutgifter går ned som følge av energieffektivisering eller overgang til billigere energikilder, er det ikke gitt at energiforbruket går ned. Via inntektseffekten vil de reduserte utgiftene vil slå ut i annet konsum, deriblant konsum av energi eller andre varer og tjenester som medfører utslipp av klimagasser. Ved bare å se på de direkte effektene, kan altså klimaeffektene, og dermed den samfunnsmessige nytten per enhet CO<sub>2</sub>, overvurderes. Rebound-effekter gjør at det også er vanskelig å vurdere hvilke tiltak som faktisk blir, eller er blitt gjennomført: Makrotall som viser utviklingen i total energibruk vil undervurdere den faktiske energieffektiviseringen.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Det er for eksempel ingen tvil om at biler er blitt mer effektive, men energispareeffekten spises opp av at vi kjøper større og flere biler.

## REFERANSER

AEA (2009): Assessment with respect to the long term CO<sub>2</sub>-emission targets for passenger cars and vans. Report to the European commission.

Analyse & Strategi (2011): Konsekvensanalyse av å innføre nye forskriftskrav til energieffektivisering i bygg.

Bellona og Siemens (2007): Energieffektivisering i norske bygg, Barrierestudien, <https://www.nwe.siemens.com/norway/internet/no/campaign/Energieffektivisering/Documents/BARRIERESTUDIEN.pdf>.

Berg, G. og S.E. Grønland (2009): Økt samtransport i spredt bebygde strøk. Sitma, Oslo

Bruvoll, A. og H. M. Dalen (2008): Lag på lag i norsk klima- og energipolitikk, Økonomiske analyser 5, 29-37.

Brännlund R., T. Ghalwash, and J. Nordström (2007): Increased energy efficiency and the rebound effect: Effects on consumptions and emissions, Energy Economics, Vol. 29, Iss 1, 1–17.

DNV (2009): Tiltaksanalyse – Fartsgrenser for skip som opererer i norske farvann. Rapport nr 2009-1016, Det Norske Veritas.

Econ (2003): Eksterne marginale kostnader ved transport. Rapport 2003-054, Oslo.

Econ (2004): Evaluering av program for energiledelse i bygg, Econ Rapport 2004–056. Oslo.

Econ Pöyry (2007): Evaluering av program for bolig, bygg og anlegg, Rapport 2007–133, Oslo.

Econ Pöyry (2010): Regulering av prisen på fjernvarme, Rapport 2010-017, Oslo.

Emtairah, T., N. Tojo, Å. Thidell, V. Rozite and M. Hayes (2008): The challenges of energy efficiency innovations in the Nordic building sector, TemaNord 2008:566, Nordisk Ministerråd, København.

Enova (2011a): Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard, Rapport 2011:4, Trondheim.

Enova (2011b): Enovas varmerapport 2010. Rapport 2011:6, Trondheim.

Finansdepartementet (2005): Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.

Golombek og Hoel, M. (2009): International Cooperation on Climate Friendly Technologies, CESifo Working Paper No. 2677.

Greaker, M. og T.R. Heggedal (2007): Lock-in and the transition to hydrogen cars: When should governments intervene?, Discussion Paper 516, Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Griliches (1995): R&D and productivity: Econometric results and measurement issues. In P. Stoneman (ed.): Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change, Blackwell, Oxford.

Halvorsen og Larsen (2001): The flexibility of Household Electricity Demand over Time, Resource and Energy Economics, 23(1), 1-21.

Heidenstrøm, N. (2010): A secret success? Arbeidspakke 1 – validering av data. Prosjektnotat 6-2010, SIFO, Oslo.

Hoel, M. (2008): Økonomiske analyser av klimaproblemet, Samfunnsøkonomen, 6&7, 2008.

Ibenholt, K og K. Liljefors (2009): Energy Efficiency in the Nordic Building Sector, TemaNord 2009:562, Nordisk Ministerråd.

Jernbaneverket (2011): Nye enhetspriser for samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren, innspill fra NTP Prosjektgrupper for samfunnsøkonomiske metoder.

Klif (2010a): Klimakur 2020, Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Rapport TA 2590/2010, Klima- og forurensningsdirektoratet, Oslo.

Klif (2010b): Tiltak og virkemidler for å redusere klimagassutslipp fra norsk industri. En rapport fra Klimakur2020 – arbeidsgruppe på industri i Klima- og forurensningsdirektoratet. TA 2594 - 2010

Kostnadsberegningsutvalget (1997): Nytte-kostnadsanalyser: Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. NOU 1997:27, Finansdepartementet, Oslo.

KRD (2010): Energieffektivisering av bygg, En ambisiøs og realistisk plan mot 2040. Rapport fra KRDs arbeidsgruppe for energieffektivisering i bygg, Kommunal- og regionaldepartementet, Oslo.

McKinsey (2007): A cost curve for greenhouse gas reduction, McKinsey & company.

McKinsey (2009): Potensial for energieffektivisering i norsk landbasert industri. Rapport utført i samarbeid mellom McKinsey og Norsk Industri for Enova

NEPAS (2007): Store energipotensiale i næringsmiddelindustrien. Energieffektivisering i næringsmiddelindustrien – en potensialstudie. Enovareport 2007:6

NVE (2010a): Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra norske bygninger – et innspill til Klimakur2020. NVE-rapport 4-2010, Oslo.

NVE (2010b): Tilgang til fornybar energi i Norge – et innspill til Klimakur2020. NVE-rapport 2-2010, Oslo.

OECD/IEA (2007): Mind the Gap, Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency. International Energy Agency, Paris.

OED (2009): Lavenergiutvalget, Energieffektivisering. Olje- og energidepartementet, Oslo.

Pigou, A.C. (1920): The Economics of Welfare, Macmillian, London.

Standard Norge (2011): Energiledelse styrker konkurranseevnen. [www.standard.no](http://www.standard.no).

Statens Vegvesen, Jernbaneverket, Avinor, Sjøfartsdirektoratet, Kystverket og Klima- og forurensningsdirektoratet (2010): Klimakur 2020 Sektoranalyse for transport. Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra transport. Arbeidsnotat 2598 Statens Vegvesen, Oslo.

Statistisk sentralbyrå (2008): Norsk media- barometer 2007: Økt internett-bruk, færre avislesere, [www.ssb.no](http://www.ssb.no), Publisert 03.04.08.

Statistisk sentralbyrå (2010): Ingen økning i innovasjonsaktiviteten. Innovasjon i norsk næringsliv 2006-2008. Publisert på [www.ssb.no](http://www.ssb.no) 13.01.2010.

TNO, IEEP og LAT (2006): Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO<sub>2</sub>-emissions from passenger cars. Final Report Contract nr. SI2.408212.

TØI (2010a): Sykkelandeler og trafikkmengder med bil. Rapport 1115/2010, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

TØI (2010b): Sykkelbyundersøkelsen i Region Sør 2010. Rapport 1101/2010, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

TØI, (2010c): Klimakur 2020 – transportberegninger, samfunnsøkonomi og kostnad pr tonn CO<sub>2</sub>. Rapport 1056/2010, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Urbanet (2009): Klimakur, Tiltak for å øke kollektiv- og sykkelandelen. Rapport 13/2009, Oslo.

Vista Analyse (2008): Klima og transport. Oppdrag for samferdselsdepartementet. Oslo.

Vista Analyse (2010): Klimakur: Gjennomgang av transport- og samfunnsøkonomiske beregninger. Oslo.

Vista Analyse (2011a): Bilavgifters virkning på CO<sub>2</sub>-utslipp fra nye biler. Under ferdigstillelse, Oslo.

Vista Analyse (2011b): Effekt av endringer i kjøpsavgift og drivstoffavgift. Rapport 2011-20, Oslo.

Xrgia (2010): Markedsrapport: Pelletsmarkedet i Midt-Norge. Rapport utarbeidet for Enova, Sandvika.

Xrgia (2011): Energibruk i lavenergi- og passivhus, en sammenligning av forventet og målt energibruk. Rapport 2011-003, Sandvika.

Østfoldforskning og UMB (2008): Potensialstudie for biogass i Norge. Rapportnr OR 21.08, Fredrikstad.