

---

# Rammer og samfunnsanalyser – Forutsetninger for Energi21s forslag til FoU-D

---

Rapport avgitt til Energi21 - endelig versjon 3.3.2011

Helge Godø  
Antje Klitkou

**NIFU Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning**  
Postboks 5183 Majorstuen, 0302 Oslo  
Besøksadresse: Wergelandsveien 7, 0167 Oslo  
Tlf: (+47) 22 59 51 00, Faks: (+47) 22 59 51 01  
[www.nifu.no](http://www.nifu.no)



## Innhold

<b>Sammendrag og anbefalinger</b>	<b>3</b>
<i>Anbefalinger</i>	4
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Definisjon og begrepsavklaring</b>	<b>10</b>
<b>3. Beskrivelse av ønsket situasjon basert på innspill fra innsatsgrupper og e21 visjonen</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Innsatsgruppenes ambisjoner mht. FoU-D</b>	<b>13</b>
<b>3.1.1. Fornybar kraft</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2. Energisystemer</b>	<b>16</b>
<b>3.1.3. Energieffektivisering i industrien</b>	<b>16</b>
<b>3.1.4. Fornybar termisk energi</b>	<b>17</b>
<b>3.1.5. CLIMIT - CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS</b>	<b>18</b>
<b>3.1.6. E21 strategidokument</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Analyse av implikasjonene av 3.1 – oversikt over ressursbehov som ambisjonene og målsetningene krever</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Oppsummering</b>	<b>22</b>
<b>4. Dagens rammebetingelser og virkemiddelbruk, nasjonalt og internasjonalt</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Norske rammebetingelser og virkemidler</b>	<b>28</b>
<b>4.1.1. Offentlig støtte til forskning og utvikling</b>	<b>29</b>
<b>4.1.2. Offentlig støtte til pilotering og demonstrasjon</b>	<b>30</b>
<b>4.1.3. Andre virkemidler</b>	<b>31</b>
<b>4.1.4. Virkemidler for spesielle innsatsfelt</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Nordisk sammenligning</b>	<b>40</b>
<b>4.3. Internasjonal sammenligning</b>	<b>50</b>
<b>4.4. Oppsummering</b>	<b>58</b>
<b>5. Nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industrienes ambisjoner og målsetninger</b>	<b>61</b>

<b>5.1. Barrierer for innfasing av ny teknologi og nye energiløsninger</b>	<b>61</b>
5.1.1. Fornybar kraft	62
5.1.2. Energisystemer	63
5.1.3. Energieffektivisering i industrien	63
5.1.4. Fornybar termisk energi	64
5.1.5. CLIMIT – CO <sub>2</sub> -håndtering, CCS	64
<b>5.2. Nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industriens ambisjoner og målsetninger</b>	<b>64</b>
<b>5.3. Nødvendige endringer for å utløse effekt i forhold til E21 visjonen</b>	<b>67</b>
<b>6. Forslag til Incentivstruktur – fra ide til kommersialisering</b>	<b>70</b>
<b>7. Synliggjøre FoU mål for etablering av nødvendig kunnskap innenfor relevante områder</b>	<b>73</b>
<b>8. Konklusjon og anbefalinger</b>	<b>76</b>
8.1. Oppsummering av kap 2-7	76
8.2. Drøfting av sentrale problemstillinger	78
8.2.1. Offentlig FoU og industrien: Markedssvikt og addisjonalt	78
8.2.2. Potensielle samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinster	79
8.2.3. Nasjonal og internasjonal arbeidsdeling innen FoU-D	79
8.2.4. Skape interesse for innovasjon og FoU-D	80
8.3. Prioriteringer og veivalg	81
<b>Vedlegg 1: Intervjuer - informanter</b>	<b>83</b>
<b>Vedlegg 2: Intervjuguide – Rammer og samfunnsanalyse</b>	<b>84</b>
<b>Vedlegg3: Akronymmer og forkortelser</b>	<b>87</b>
<b>Referanser</b>	<b>88</b>

## Sammendrag og anbefalinger

Denne rapporten presenterer resultatene av en utredning om virkemidler og rammebetingelser som er nødvendige for at Energi21s målsetninger med hensyn til forskning og utvikling, samt demonstrasjonsaktiviteter (FoU-D), skal virkeliggjøres. Utredningen er utført som et oppdrag for Energi 21 av NIFU - Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning – i tidsrommet november 2010 – januar 2011.

I rapportens innledningskapittel (kapittel 1) blir det kort redegjort for Energi21s strategi fra 2008 og det etterfølgende arbeidet i Energi21, hvor seks Innsatsgrupper har stått sentralt i å utarbeide forslag til FoU-D innen sine energiområder:

- Fornybar Kraft
- Energisystemer (overføringsnett)
- Energibruk og energieffektivisering
- Fornybar varme – og kjøling
- Karbonfangst- og lagring (CCS)
- Rammebetingelser og samfunnsanalyser

Foreliggende rapport har utspring i et oppdrag fra en av disse, Energi21s Innsatsgruppe “Rammebetingelser og samfunn”. Kapittelet redegjør for hvordan oppdraget er blitt utført.

I det etterfølgende kapittelet (kapittel 2) presenteres og defineres begreper som er sentrale i forskningspolitiske og -strategiske analyser og tilnærminger. I kapittel 3 blir forslagene til de enkelte Innsatsgruppene presentert i Energi21, forklart og kommentert. Innsatsgruppene har i løpet av 2010 avgitt rapporter med begrunnede forslag til FoU-målsetninger og prioriteringer, men rapportene omfatter ikke forslag til virkemidler og finansiering.

Det etterfølgende kapittel 4 tar utgangspunkt i at forskning om FoU-D innen fornybar energiteknologier og –systemer viser entydig at forutsigbare, stabil og god *offentlig støtte til forsknings, utviklings- og demonstrasjonsprosjekter* er en viktig rammebetingelse for utvikling av ny energiteknologi. Det er nødvendig med offentlig støtte til forskning og utvikling hos private aktører pga. markedssvikt og svikt i kapitalmarkedet. Tilgang til, eller mangel på, *offentlig investeringsstøtte til kommersialisering av ny teknologi og privat venture kapital* er en annen viktig rammebetingelse som preger mulighetene for å realisere resultatene av FoU-innsatsen. En mer generisk rammebetingelse for innføring av ny energiteknologi er tilgang til *høyt utdannet arbeidskraft* med spesialisering på teknologi og naturvitenskap. Kapittelet presenterer også sammenligninger av Norge med de nordiske landene, samt andre viktige europeiske land som Tyskland, Storbritannia og Frankrike mht. FoU-D og rammebetingelser og virkemidler.

I etterfølgende kapittel (kapittel 5) er hovedtema nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industrienes ambisjoner og målsetninger. En grunnleggende antakelse i analysene som

presenteres her er at norsk industri må kunne se muligheter for å høste gevinster av deres FoU-D investeringer i fremtiden. I tillegg viser kapittelet hva slags og hvordan samfunnet kan høste gevinster ved at industrien oppnår målsetningene i Energi 21s FoU-D-planer, dvs. mulige samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinster.

Ut fra denne analysen fremlegger neste kapittel (kapittel 6) forslag til virkemidler, eller det som omtales som insentivstruktur, som kan motivere norske aktører, især industrien, med å utvikle sine ideer til kommersielle muligheter. Det blir pekt på at de fleste Innsatsgruppene foreslår tre typer virkemidler i tilknytning til sine forslag om FoU-D:

1. Opprettelse av forskningsprogrammer med tilhørende KMB'er og BIP'er – og FME
2. Opprettelse av pilot- og demonstrasjonsprogrammer som utføres i regi av interessentbedrifter
3. "Opprydding" i virkemiddelapparatet og rammebetingelser som kan bidra til at FoU-D-målsetningene til Energi21 blir realisert.

Mye tyder på at opprettelsen av ordningen med FME'er har vært vellykket mht. mobilisering av industrien for FoU-D. Ut fra dette vil punkt 1 være det viktigste og det som lettest kan utløse punkt 2, især hvis ordningen kobles sammen med en økt bruk av BIP. Punkt 3 er et uoversiktlig område, men opprettelsen av de samfunnsvitenskapelige FME'ene, som ventelig vil skje i 2011, kan bli viktig for arbeidet her.

Etablering av nødvendig kunnskap innenfor prioriterte FoU-områder er tema i det etterfølgende kapittel 7. Utvikling av ny kunnskap er høyt prioritert som FoU-mål av Innsatsgruppene. Det gjelder oftest kunnskap av typen som kan kalles "grunnleggende" (ikke-triviell) fordi dette er kunnskap som ikke eksisterer eller hvor grunnlaget er utilfredsstillende. Behov for ny kunnskap er begrunnelsen for at alle Innsatsgruppene foreslår KMB'er – og gjerne BIP'er i tilknytning til disse – som viktige virkemidler. Forskningsprogrammer, særlig hvis dette skjer i tilknytning til eksisterende FME'er eller gjennom opprettelse av nye FME'er vil være viktig for pilot- og demonstrasjonsaktivitetene som også er foreslått.

I siste kapittel (kapittel 8) blir det først presentert en oppsummering av rapporten. Deretter blir noen sentrale, forskningspolitiske og –strategiske problemstillinger av betydning for forslagene til Energi21 drøftet. En av disse er rollen til offentlig FoU-støtte i forhold til markedssvikt og addisjonalitet. Tilslutt presenteres og begrunnes anbefalinger, som er stort sett identiske med de som presenteres i neste avsnitt nedenfor.

## Anbefalinger

Ut fra analyse av rapportene fra Innsatsgruppene og andre opplysninger og vurderinger som vi har samlet i intervjuer og i faglitteraturen har vi foretatt en vurdering av forslagene fra Innsatsgruppene med henblikk på prioritering. Kriteriene som vi har benyttet er å identifisere de mest "lavt hengende fruktene", dvs. identifisere de forslagene som vi tror lar seg lettest gjennomføre og som vil gi størst mulig effekt mht. energiproduksjon og generell lav risiko.

Begrunnelsen for disse valgene er gitt i rapporten, men de er ikke til hinder for prioritering av forslagene til de andre Innsatsgruppene. Enn videre, fra et nasjonalt, forsknings- og teknologistrategisk perspektiv bør man ha i mente "15/85-regelen" som tilsier at det skal relativt lite

ressurser til av offentlige penger for å utløse FoU-D i privat sektor. Det er vel så viktig med roller som følger med slike bevilgninger – og lederskap for FoU- og teknologistrategi er kanskje viktigst. Ut fra dette vil vi foreslå at en FME-strategi blir ledende for å utløse aktiviteter som kan føre til at Energi21s målsetninger, slik de har blitt konkretisert gjennom Innsatsgruppens forslag, blir virkeliggjort:

1. Opprettelse av forskningsprogrammer med tilhørende KMB'er og BIP'er, enten som forsterkning av eksisterende FME'er, eller at det opprettes helt nye FME'er. Antall KMB'er og BIP'er er ikke angitt av Innsatsgruppene, ei heller kostnader mer generelt for forslagene. FME, KMB og BIP er virkemidler som hører inn under Norges forskningsråds ansvarsområde – og ut fra et nasjonalt perspektiv er de relativt rimelige.
2. At det i tilknytning til FME-strategi opprettes pilot- og demonstrasjonsprogrammer i regi av interessentbedrifter. I forhold til det første er dette litt mer diffust beskrevet i Innsatsgruppens forslag, men det argumenteres sterkt med at dette er viktig for å oppnå kostnadsreduksjoner på teknologi og at det vil gi positive læringseffekter. Innovasjon Norge og Enova er viktige myndighetsorganer i denne sammenheng – og kan mobilisere og utløse viktige ressurser som trengs for å oppnå forslagene til Innsatsgruppene.
3. At Energi21 tar et initiativ for "Opprydding" i virkemiddelapparatet og rammebetingelser som er viktige for Energi21s visjon og målsetninger. Det kan ta seg av behovet for bedre koordinering i det offentlige virkemiddelapparatet (særlig forholdet mellom IN, NFR og Enova) mht. samordning av energistrategi. Det gjelder også pådriverrolle for innføring av "lavterskels", rettighetsbaserte støtteordninger i Enova som kan skape større etterspørsel etter energieffektive teknologiske løsninger, informasjon til aktørene om støtteordninger som er tilgjengelige, lette adgangen til offentlige støtteordninger som IFU-kontrakter, GIEK, etc., men også SkatteFunn, etc. Stabile, lave langsiktige energikontrakter for den kraftkrevende industrien vil også kreve oppmerksomhet. Punkt 3 er et uoversiktlig område, men opprettelsen av de samfunnsvitenskapelige FME'ene, som ventelig vil skje i 2011, kan bli viktig for arbeidet her.

## 1. Innledning

Energi21 er regjeringens satsning på forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny teknologi innen energisektoren. Energi21 er organisert som en permanent aktivitet med eget styre, og administrasjon, som er lokalisert hos Forskningsrådet. Denne rapporten presenterer resultatene av en utredning som NIFU - Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning - har utført på oppdrag fra Energi21, i tidsrommet november 2010 – januar 2011. Tema for utredningsarbeidet er om virkemidler og rammebetingelser som er nødvendige for at Energi21s målsetninger med hensyn til forskning og utvikling, samt demonstrasjonsaktiviteter (FoU-D), skal virkeliggjøres. Energi21s visjon og forslag til FoU-D er ambisiøs og djerv, med gode muligheter til å lykkes, slik Norge tidligere har evnet - med glans. Men dette, som tidligere, forutsetter vilje til satsning og alt det innebærer. Denne rapporten er et bidrag til hvordan en slik satsning kan skje – og hvorfor det bør satses.

Energi 21 ble etablert vinteren 2007 som følge av et initiativ tatt av daværende olje- og energiminister Odd Roger Enoksen. Formålet med Energi 21 er å utvikle en samlet FoU-strategi for norsk energisektor. Energi21 er finansiert av Olje- og energidepartementet (OED) og arbeider etter et mandat fra OED.

Arbeidet i Energi21 bygger videre på et strategidokument som ble ferdigstilt i 2008<sup>1</sup>. Strategien er basert på næringslivets prioriteringer, men bygger tungt på et enda tettere samarbeid mellom myndighetene, næringslivet og andre forskningsaktører. Offentliggjøringen av dette dokumentet kom omtrent samtidig med at Klimaforliket ble inngått i Stortinget. I Klimaforliket ble det avtalt en betydelig opptrapping av FoU i tilknytning til utvikling av teknologi for fornybar energi og miljøteknologi. Som en umiddelbar oppfølging av dette ble det opprettet en ordning med Forskningsentra for Miljøvennlig Energi (FME) i regi av Norges forskningsråd. I alt åtte FME-sentre ble etablert og startet arbeidet i løpet av 2009-2010<sup>2</sup>.

Nevnte strategidokument fra Energi 21, fra 2008, har fremsatt følgende visjon for Energi 21:

*Norge: Europas energi- og miljønasjon – fra nasjonal energibalanse til grønn leveranse*

Energi21-strategien skal henge sammen med den norske energipolitikken og bygge opp under de hovedmål myndighetene har satt for satsningen på FoU innenfor energisektoren, nemlig å

---

<sup>1</sup> Energi 21 – en samlende FoU-strategi for energisektoren. Sluttrapport. Utgitt i februar 2008.

<sup>2</sup> Jfr. Bugge, Godø, Midttun, Pedersen og Spilling, *FoU for en grønn energisektor - Analyser av innovasjons- og kommersialiseringsstrategier i åtte FMEer - Forskningsentre for Miljøvennlig Energi*, NIFU STEP-rapport 11/2010, Oslo, 2010, kan nedlastes fra:

<http://www.nifustep.no/Norway/Publications/2010/Webrapport%2011-2010.pdf>



- bidra til økt verdiskaping på grunnlag av nasjonale energiresurser og energiutnyttelse
- bidra til energiomlegging gjennom utvikling av ny teknologi for å begrense energibruken og produsere mer miljøvennlig energi på en effektiv måte
- utvikle internasjonalt konkurransedyktig kompetanse og næringsliv innenfor energisektoren

Formålet med strategien skal være å sikre økt bærekraftig verdiskaping og forsyningssikkerhet, gjennom et mer samordnet og økt engasjement i energinæringen når det gjelder forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknologi. Strategien skal også bidra til at Norge kan bli en stor leverandør av miljøvennlig kraft til Europa. Energi 21s ambisjoner og målsetninger er i overensstemmelse med viktige nasjonale forsknings- og innovasjonspolitiske målsetninger, slik disse blant annet kommer til uttrykk i mange Stortingsmeldinger, men også i Klimaforliket som ble inngått i Stortinget i 2008<sup>3</sup>.

Arbeidet i Energi21 er organisert i teknologiorienterte Innsatsgrupper (IG) innenfor følgende områder:

- Fornybar Kraft
- Energisystemer (overføringsnett)
- Energibruk og energieffektivisering
- Fornybar varme – og kjøling
- Karbonfangst- og lagring (CCS)
- Rammebetingelser og samfunnsanalyser

Foreliggende rapport er basert på et arbeid utført av NIFU - Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning, som oppdrag for Innsatsgruppen for "Rammebetingelser og samfunnsanalyser" i Energi 21. Arbeidet i oppdraget skal ta utgangspunkt i, forholde seg til, formålet med oppdraget som i henhold til oppgavebeskrivelsen er formulert slik:

*Hovedmålsettingen til prosjektet er å etablere oversikt over nødvendige rammebetingelser og virkemidler for å realisere industriens ambisjoner og målsetninger innenfor Energi21 strategiens satsningsområder.*

Virkemidlene skal konsentreres om områder relatert til FoU og Demonstrasjon av teknologi – både som direkte støtte og støtte gitt som markedsinsentiver.

---

<sup>3</sup> Jfr. Forskningsmeldingen fra 2005 ("Vilje til forskning", St. meld. nr 20 (2004-2005), s. 26), under den tematiske prioriteringen innen "Energi og Miljø", Forskningsmeldingen fra 2009 ("Klima for forskning", St. meld. nr 20 (2008-2009)), Innovasjonsmeldingen fra 2008 ("Et nyskapende og bærekraftig Norge", St. meld. nr 7 (2008-2009)).

### **Arbeidsmåte – datainnsamling og analyse**

Arbeidet med utredning som ligger til grunn for denne rapporten ble gjennomført ut fra følgende tredelte struktur:

- *Innledende studie*
  - Definisjoner og begrepsavklaringer
  - ”Beskrivelse av ønsket situasjon basert på innspill fra innsatsgrupper og e21 visjonen”
  - Dagens rammebetingelser og virkemiddelbruk, nasjonalt og internasjonalt
- *Analyse av rammebetingelser og virkemidler*
  - Nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industriens ambisjoner og målsetninger
  - Forslag til Insentivstruktur – fra ide til kommersialisering
- *Syntetiserende analyse*
  - Synliggjøre FoU mål for etablering av nødvendig kunnskap innenfor relevante områder
  - Skrive rapport og presentasjon

Den praktiske gjennomføringen av arbeidet har blitt utført i hovedsak ved bruk av:

- “Desk research” – dvs. analyse av relevante dokumenter og faglitteratur. Sentrale kilder i dette har vært rapporter og skriftlige innspill fra Innsatsgruppene i E21, samt FoU og teknologiorientert policydokumenter fra toneangivende organisasjoner som IEA, OED, EU, Nordisk Energiforskning, Norges forskningsråd, etc. I litteraturoversikten bakerst i denne rapporten og i fotnoter og ellers blir disse kildene oppgitt.
- Intervjuundersøkelse av sentrale aktører av betydning for Energi21s arbeid og formål i Norge. I alt ble 24 personer intervjuet. I vedlegg 1 er disse navngitt. Vedlegg 2 viser intervjuguiden som ble benyttet i intervjuene.
- Dialog med referansegruppen for prosjektet gjennom tre møter der NIFUs arbeider ble presentert underveis i arbeidet.

### **Rapportens oppbygging**

Etter dette innledningskapittelet fortsetter rapporten med et eget kapittel om definisjoner og begreper som er sentrale i analysen og forslagene om virkemidler og rammebetingelser for Energi21 forslag til FoU-D. Deretter blir forslagene til de enkelte Innsatsgruppene presentert og kort kommentert, dette sammen med Energi21s overordnede visjon (kapittel 3). Med dette som bakteppe vil neste kapittel (kapittel 4) ta for seg og analysere landskapet av rammebetingelser og virkemiddelbruk innen de aktuelle sektorer og FoU-områder, både nasjonalt og internasjonalt. I dette kapittelet presenteres sammenligninger med andre land.

I etterfølgende kapittel (kapittel 5) er hovedtema nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industriens ambisjoner og målsetninger. En grunnleggende antakelse i analysene som presenteres her er at norsk industri må kunne se muligheter for å høste gevinster av deres FoU-D investeringer i fremtiden. Det vil si at de må ha en visshet om at især rammebetingelsene er slik at de med rimelig sikkerhet og akseptabel risiko vil ha mulighet til kommersiell og lønnsom utnyttelse og videreutvikling av resultatene fra deres FoU-D-aktiviteter. I tillegg vil kapittelet vise hva slags, og

hvordan, samfunnet kan høste gevinster ved at industrien oppnår målsetningene i Energi 21s FoU-D-planer, dvs. samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinster. Ut fra denne analyse vil neste kapittel (kapittel 6) fremlegge et forslag virkemidler, eller det som omtales som insentivstruktur, som kan motivere norske aktører, især industrien, med å utvikle sine ideer til kommersielle muligheter. Men dette forutsetter etablering av en nasjonal kunnskapsplattform og et samspill mellom aktører i et norske FoU-systemet i et nettverk som omfatter UoH-sektor og andre utdanningsinstitusjoner, forskningsinstitutter – og internasjonalt FoU-samarbeid. Dette blir tema i kapittel 7. Siste kapittel, kapittel 8, presenterer konklusjonene og anbefalingene fra utredningen. Til slutt i rapporten, litteraturliste og tre vedlegg: En liste over informanter og kopi av intervjuguiden som ble benyttet i intervjuundersøkelsen som ble gjennomført i utredningen – og en liste over akronymer og forkortelser som benyttes i rapporten.

## 2. Definisjon og begrepsavklaring

Denne rapporten benytter et begrepsapparat som er vanlig innen studier og analyser av FoU-politikk og -strategi. De mest sentrale er angitt og forklart først. Deretter vil det bli gitt en oversikt over sentrale begreper av betydning for roller og aktører innenfor energisektoren.

**Addisjonalitet:** Dette begrepet brukes for å belyse om, og i hvilken grad, offentlig støtte av FoU bidrar til å oppnå de politiske og strategiske målsetningen som ligger for støtten. Den underliggende antakelsen i begrepet er at offentlig støtte av FoU i private foretak bare kan rettferdiggjøres hvis dette motvirker markedssvikt (se definisjon nedenfor) – og ellers utløser FoU-aktiviteter som kan gi en samfunnsøkonomisk eller velferdsmessig gevinst. Ut fra dette er det grunnleggende (og kontrafaktiske) spørsmål er derfor: “Vil den FoU-som støttes – og som er i samfunnets interesse - ha blitt utført av bedriften hvis det ikke hadde vært noen offentlig støtte (subsidie)”? Hvis svaret er nei, da kan en offentlig FoU-subsidie berettiges. I forbindelse med begrepet addisjonalitet benyttes ofte en finere inndeling:

- *Innsats (input) addisjonalitet*, dvs. om offentlig støtte stimulerer bedrifter til å øke sin egen innsats (bruke “egne” penger) til FoU, f.eks. om 1 kr offentlige penger fører til at bedriften selv bidrar med 1 kr egne penger. Hvis bedriften ikke bidrar selv, så er det ingen addisjonalitet, bare en substitusjon (dvs. negativ addisjonalitet), noe som i siste instans vil bidra til økt fortjeneste for bedriften og dens eiere.
- *Resultat (output) addisjonalitet*, dvs. om offentlige FoU-subsidier fører til at de tiltenkte resultatene blir oppnådd, f.eks. gjennom patenter, ny kunnskap, nye prototype, teknologi, nye forretningsplaner, etc. – som ikke hadde blitt til uten offentlig FoU-støtte.
- *Adferdsaddisjonalitet*, dvs. om offentlig FoU-subsidier fører til permanent endring av hvordan bedrifter tenker og planlegger mht egen FoU og innovasjon, dvs. i hvilken grad bedriften endres til å bli FoU- og innovasjonsorientert i sin adferd.

**Apropriabilitet** – mulighet til privat eiendomsrett og rettsbeskyttelse, innen FoU ved at forskningsresultater patenteres og får beskyttelse i henhold til immatriellretten (IPR, patentlov, etc).

**Diffusjon:** Utbredelse av ny teknologi i samfunn, bedrifter eller enkeltindivider, i hvilken grad og hastighet en befolkning eller et samfunn tar i bruk ny teknologi eller andre nyvinninger, brukes ofte sammenkoblet med innovasjon, slik som “diffusjon av innovasjon”.

**Eksternalitet** – gevinster eller kostnader ved produksjon eller konsum som den enkelte (bedrift, forbruker, etc.) ikke blir belastet for eller får godtgjørelse for i markedet, for virkningen uansett om de er gunstige (positive) eller skadelige/ulempe (negative). Et eksempel på negativ eksternalitet er utslipp av CO<sub>2</sub> og andre klimagasser i atmosfæren som bidrar til klimaeffekter, uten at dette er priset inn i utslippene. Et eksempel på positiv eksternalitet er stigende eiendomspriser som følge av bygging av jernbane gjennom et ubebygget område, for grunneiere.

**FoU:** Forskning og utvikling

**FoU-D:** Forskning og utvikling, samt demonstrasjonsaktiviteter i tilknytning eller utledet av FoU.

**FoU-subsidier:** Alle former for økonomisk støtte av FoU fra offentlige kilder. Det er vanlig å skille mellom to typer FoU-subsidier:

- *Horisontale (generiske) FoU-subsidier* – næringsnøytrale subsidier, dvs. at de gjelder for "alle" og at de ikke diskriminerer mht økonomisk sektor eller teknologi. Ordningen med SkatteFunn er et eksempel på denne type subsidie.
- *Vertikale (selektive) FoU-subsidier* – subsidier som er målrettede, dvs. øremerket for et bestemt FoU-formål, oftest begrunnet i en politisk målsetning. Forskningsrådets "Store Satsninger" er eksempel på dette.

**Insentiv:** En økonomisk belønning eller fordel, eller forventning om en slik type gevinst for en bestemt type adferd, i denne sammenheng en belønning eller gevinst som kan motivere bedrifter til å bruke egne ressurser på FoU og deltakelse i FoU-aktiviteter ellers – eller at bedriften stilles til utsikt om forhold som vurderer som attraktive, eksempelvis FoU-støtte til egen FoU, SkatteFunn, langsiktige el-kontrakter til gunstig pris, økonomisk belønning for innføring av miljøvennlig teknologi, etc.

**Kostnadseffektivitet:** Angir forhold mellom innsats og ytelse/resultat, enkelt sagt i denne sammenheng: jo billigere, jo bedre mht. pris på produsert W eller andre energimål. Pris på produksjon av elektrisk kraft i vannkraftanlegg (langtidsgrensekostnad) angir en standard for sammenligning av ytelser (kostnadseffektivitet) i nye energiteknologier – dvs. det som ofte betegnes som «grid parity». Mange av de nye energiteknologiene er lite kostnadseffektive og blir derfor subsidiert fordi de forventes å bli billigere i fremtiden og fordi de er miljøvennlige.

**Markedssvikt:** En situasjon i det økonomiske systemet der systemet ikke er i stand til å allokere ressurser til formål som er i samfunnets interesse, vanligvis fordi risiko er for høy til at private foretak våger å foreta investeringer. Langsiktig og eksplorativ forskning ("grunnforskning") er et område hvor markedssvikt forekommer, følgelig fører markedssvikt til underinvestering i FoU. En type begrunnelse (økonomisk) for bruk av offentlige ressurser (subsidier) til FoU er erkjennelse av markedssvikt, og at det offentlige har en oppgave i å sørge for at det ikke underinvesteres i FoU.

**Rammebetingelser:** Forhold i omgivelsene til bedrifter, vanligvis nasjonen, men også internasjonalt, som, i form av bestemmelser, reguleringer, lover og institusjoner (f.eks. markeder) som på forskjellige måter påvirker bedrifters arbeidsmåter og investeringer, skatteregimer, finansiering, etc. Eksempelvis gir nasjonale konsesjonslover muligheter og begrensninger for hvordan en bedrift som vil utnytte en naturressurs for produksjon av energi på et bestemt sted skal utbygge og drive et anlegg, etc. I denne sammenheng er f.eks. Energiloven av 1993 en viktig rammebetingelse for mange bedrifter som vil investere i utvikling av ny energiteknologier for produksjon av el-kraft.

**Substitusjon:** Utskifting av en teknologisk løsning eller energitype med en annen som gir samme funksjon, ytelse eller måloppnåelse, slik som overgang til bruk av el-biler i stedet for biler med forbrenningsmotorer eller at glødetrådslamper erstattes med LED-lyskilder.

**Systemimperfeksjon:** Egenskaper i et system, mest relevant i denne sammenheng, samfunnets økonomiske system og organisering, som gjør at et tiltak som er i samfunnets interesse ikke lar seg gjennomføre fordi de blokkeres av hensyn som kan være viktige for noen andre elementer eller interesser i systemet. F.eks. en bestemt naturverninteresse nedfelt i lovverk eller forvaltningsbeslutning kan blokkere utnyttelse av naturressurser som er i samfunnets interesse.

**Økonomiske gevinster av ny teknologi og relatert FoU:** Det er vanlig å skille mellom tre type (nivåer) økonomiske og samfunnsmessige gevinster som følge av resultater fra FoU og teknologiske innovasjoner:

- Bedrifts- og/eller privatøkonomisk gevinst
- Forbrukergevinst av ny teknologi - velferdsgevinst
- Samfunnsøkonomisk gevinst

#### **Begreper som er aktuelle for aktører og roller**

- Energiprodusenter (e.g. E-CO Energi)
- Infrastruktureiere (Statnett)
- Nettoperatører og distributører (Hafslund, Fortum)
- Teknologileverandører og -produsenter (ABB, Vestas, etc.)
- Råvare og -halvfabrikatprodusenter (REC, Elkem Solar)
- Drift og vedlikehold
- Entreprenørvirksomhet, eller anleggsvirksomhet, f.eks. utbygging av dammer, vindkraftanlegg, etc.
- Handel og merkantil virksomhet (kraftsalg, sertifikater, etc)
- Demonstratorer
- Regulatorer (NVE, Konkurransetilsyn, EU, etc.)
- Politikktviklere (nasjonale: OED, NHD, - internasjonale: EU, IEA)
- Energipolitiske institusjoner (lover, konsesjonsregimer, konkurransemarkeder)

### 3. Beskrivelse av ønsket situasjon basert på innspill fra innsatsgrupper og e21 visjonen

#### 3.1. Innsatsgruppenes ambisjoner mht. FoU-D

Etter at Energi 21 fremla sitt strategidokument i februar 2008 ble det igangsatt et arbeid med å operasjonalisere og konkretisere visjonene og ideene som fremkom i det foregående strategiarbeidet. Energi 21 ble organisert i seks Innsatsgrupper (IG) innenfor følgende tematiske områder:

- Fornybar kraft
- Energisystemer
- Energieffektivisering i industrien
- CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS
- Fornybar termisk energi
- Rammer og samfunnsanalyse

Disse seks innsatsgruppene har arbeidet med bred deltakelse fra norsk industribedrifter, interesseorganisasjoner og myndigheter. I følge Energi 21 har i underkant av 100 representanter fra energisektoren deltatt i arbeidet på forskjellige måter. For hver innsatsgruppe er det utpekt en leder, og arbeidet i gruppene har skjedd i henhold til et mandat. Styret for Energi21 dublerer som innsatsgruppen "Rammer og samfunnsanalyser", dvs. at styret for Energi21 også er Innsatsgruppen "Rammer og samfunnsanalyse". Foreliggende rapport er et oppdrag utført for denne Innsatsgruppen.

I løpet av 2010 har alle innsatsgruppene, bortsett fra "Rammer og samfunnsanalyser", avgitt strategidokumenter som angir deres forslag til FoU-D-strategi innen deres tematiske område, med en tidshorisont frem til omlag 2020. Dette med henblikk på å oppnå og bidra til Energi 21s visjoner fra 2008 om:

*Norge: Europas energi- og miljønasjon – fra nasjonal energibalanse til grønn leveranse*

I dette kapitlet vil forslagene fra de enkelte innsatsgruppene (unntatt "Rammer og samfunnsanalyse") bli presentert med særlig henblikk på hva de går ut på og hva som er implikasjonene av forslagene mht. FoU-D. Tabell 3.1 gir en oversikt over disse forslagene.

I dette kapitlet vil opplysningene i tabell 3.1 bli nærmere utdypet, men summen av alle forslagene som Innsatsgruppene har kommet frem til innebærer en betydelig satsning på FoU-D fra alle interessenter i det som kan kalles norsk energisektor. Men skal Norge lykkes med ambisjonene i Energi21 så må det en betydelig satsning til. Utsiktene for fremtidige gevinster fra en slik satsning er gode. Gjennom flere år har det vært en underinvestering i de fleste teknologi-områdene som Energi21 tar mål av seg å gjøre noe med.

Tabell 3.1: Oversikt over Energi 21s Innsatsgrupper og deres prioriteringer.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
Fornybar kraft	Fornybar kraft - sol	Satt opp 6 FoU-mål - 4 har 1. prioritet og 2 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Prioritet 1: Kunnskap om og produksjon av SI, høyeffektive solcellekonsepter og neste generasjon SI-baserte solcelleteknologi; Prioritet 2: effektive solcellepaneler og D&V av solcelleparker
	Fornybar kraft - vind	Satt opp 6 FoU-mål - 3 har 1. prioritet og 3 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Prioritet 1: Kunnskap om vær & oseanografi, effektive D&V, installasjon og fundamentering; Prioritet 2: mer vindkraft i elsystemet, optimalisere vindturbinteknologi og konsekvenser av vindkraft miljø & samfunn
	Fornybar kraft - vann	Har gitt høy prioritet til 6 FoU-mål	1-Balanskraft, 2-bygging av vannkraft, 3-effektivisering av eksisterende kraftverk, 4-øke kompetanse & kunnskap, 5-markedsløsninger, 6-småkraftverk
Energisystemer	Energisystemer	FoU-programmer, samt pilot- og demoprojekter i samarbeid FoU-institutter og industrien, vektlegger internasjonalt samarbeid. Etablering av nasjonalt kompetansesenter for Smart Grid	Foreslår 4 FoU-områder: 1. Fremtidens energisystem (Smart-grid, etc), 2. Smart-Grid teknologier og kompetansesenter, 3. Utvikling av systemtjenester, 4. Kunnskapsutvikling, metoder og teknologier
Energi-effektivisering i industrien	Energieffektivisering i industrien	En nasjonal FoU-satsning innen energieffektivisering bestående av 5 mål	1. Utvikle teknologi og kunnskap, 2. Redusere utslipp av klimagasser, 3. Kommersialisering, 4. Utdanning, 5. Internasjonalt FoU-ledende
		Pilot og demonstrasjonsprogram	Foreslår 8 pilot- og demoprojekter, bl.a. innen aluminium, energigjenvinning, treforedling, kjemisk
Fornybar termisk energi	Fornybar termisk energi - Geotermisk energi	Videreutvikling av bore- og brønnteknologi	Etablere FME (+KMB), støtte leverandørindustri (BIP), etablere testsenter (demoanlegg) og kompetansesystem
		Etablering av nasjonalt geotermisk kartleggingsprogram	Kartlegge områder for best mulig geotermisk energiproduksjon
	Fornybar termisk energi - Bioenergi	Opprettelse av Pilot- og Demonstrasjonsprogram	Bærekraftig produksjon og høsting av brensel, fremtidens brensel, effektiv konvertering og distribusjon av bioenergi
	Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer	Moden teknologi som hittil relativt liten utbredelse i Norge	Feltmålinger av anlegg for å finne optimale løsninger, implementere varmpumpesystemer i bygg, utvikle dataverktøy, utvikle systemkonsepter
CLIMIT	CCS-CO <sub>2</sub> -håndtering	Langsiktig FoU-D innen definerte områder	Lukke kunnskapsgap og få ned kostnader innen hele CO <sub>2</sub> -kjeden
		Uttesting og demonstrasjon av tilgjengelige teknologier	Utvikle og demonstrere kjent teknologi og tekniske løsninger
		Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi	Utvikle og kvalifisere teknologier med forbedring i kostnader



### 3.1.1. Fornybar kraft

Som vist i tabell 3.2 har denne Innsatsgruppen egentlig bestått av tre innsatsgrupper – en for hvert av følgende energiområder: Vannkraft, solkraft og vindkraft. Det foreligger ingen samlerapport som syr sammen resultatene av disse tre undergruppen, men de tre dokumentene følger samme mal.

Tabell 3.2: FoU-D forslagene fra Innsatsgruppen Fornybar kraft.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
Fornybar kraft	Fornybar kraft – sol	Satt opp 6 FoU-mål - 4 har 1. prioritet og 2 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Prioritet 1: Kunnskap om og produksjon av SI, høyeffektive solcellekonsepter og neste generasjon SI-baserte solcelleteknologi; Prioritet 2: effektive solcellepaneler og D&V av solcelleparker
	Fornybar kraft - vind	Satt opp 6 FoU-mål - 3 har 1. prioritet og 3 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Prioritet 1: Kunnskap om vær & oseanografi, effektive D&V, installasjon og fundamentering; Prioritet 2: mer vindkraft i elsystemet, optimalisere vindturbinteknologi og konsekvenser av vindkraft miljø & samfunn
	Fornybar kraft - vann	Har gitt høy prioritet til 6 FoU-mål	1-Balanskraft, 2-bygging av vannkraft, 3-effektivisering av eksisterende kraftverk, 4-øke kompetanse & kunnskap, 5-markedsløsninger, 6-småkraftverk

Selv om disse innsatsgruppene har til felles at de tar sikte på å utvikle teknologier som utnytter naturens sterke krefter, så er de teknologisk sett svært forskjellige – og de har forankring i ulike bransjer.

Felles for all de tre gruppene er at de angir behov for pilot- og demoanlegg som kan brukes av mange for å fylle hullet mellom FoU og kommersialisering og for å bidra til utdanning av nye fagfolk og utvikling av samarbeidsrelasjoner. Selv om kostnader ikke er angitt i dokumentene fra disse gruppene kan man anta at disse vil bli betydelige. De tre gruppene foreslår også et stort antall KMB og BIP.

*Vind:* Arena Vindenergi, Arena NOW, i samarbeid med de to FMEene NOWITECH og NOCOWE har i fellesskap foreslått etablering av norsk test- og demoprogram for offshore vindkraft, Demo 2020. Dette er tenkt som en arena for norsk leverandørindustri for å uttente og presentere teknologi for internasjonalt marked. I tillegg skal det også være mulig å bruke demo- og testfasiliteter i andre land, med finansiering av norsk leverandørindustri og forskningsmiljøer.

*Vann:* Stort test- og demoanlegg for pumpekraft i samspill med industri og utdanningsinstitusjoner for å øke effektkapasiteten i Norge (potensial for effektkapasitet på 20 000 MW) – vil også bidra til utdanning.

*Sol:* Behov for modernisering av solcellelaboratoriene, for et demonstrasjonsanlegg på metoder for å eliminere negative effekter av forurensingselementer i solcellemateriale og for et demoanlegg for utvikling av måleteknologi for oppfølging av størkningsforløpet under krystallisering.

### 3.1.2. Energisystemer

Denne innsatsgruppens behov for FoU-D er forskjellig fra de andre fordi den har et mer “abstrakt” siktemål i den forstand at den er mer orientert mot nye systemkonsepter og -løsninger, og ikke så teknologi- og utstyrsavhengig som de andre. Tabell 3.3 gir en oversikt over forslagene fra Innsatsgruppe Energisystemer.

Tabell 3.3: FoU-D forslagene fra Innsatsgruppen Energisystemer.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
Energisystemer	Energisystemer	FoU-programmer, samt pilot- og demoprojekter i samarbeid FoU-institutter og industrien, vektlegger internasjonalt samarbeid. Etablering av nasjonalt kompetansesenter for Smart Grid	Foreslår 4 FoU-områder: 1. Fremtidens energisystem (Smart-grid, etc), 2. Smart-Grid teknologier og kompetansesenter, 3. Utvikling av systemtjenester, 4. Kunnskapsutvikling, metoder og teknologier

I likhet med Innsatsgruppen Fornybar kraft har Innsatsgruppen Energisystemer organisert sitt arbeid i tre undergrupper, en for transmisjon, en for distribusjon og en som har tatt for seg rammer, politikk og marked. De har avgitt sine egne rapporter som er blitt sydd sammen til en overordnet rapport. Det er særlig to tema som har stått sentralt i arbeidene til denne innsatsgruppen: Utvikling av Smart Grid og Norges rolle som leverandør av balansekraft til markeder utenfor landets grenser. Hovedvekten av virkemidler som foreslås av Innsatsgruppen Energisystemer er ordninger gjennom Norges forskningsråd, primært KMB'er og BIPer. De foreslår dette som en forsterking av FMEen CEDREN, som tematisk og faglig ligger tett opp til mye av det som blir foreslått i Innsatsgruppen Energisystemer.

### 3.1.3. Energieffektivisering i industrien

Denne innsatsgruppen kan vise til et betydelig energieffektiviseringspotensial i norsk industri, et potensial som de anslår er på 16TWh pr år hvis tiltakene og prosjektene de foreslår gjennomføres. Disse forslagene er i samsvar med forslag som foreslås av IEA i deres “Blue Map” (IEA, 2010); det er sannsynligvis det mest lønnsomme tiltak, både bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk, og det vil kunne representere et betydelig bidrag til å løse Norges klimautfordringer mht utslipp av CO<sub>2</sub>. Men forslagsstillerne mener at fordi tiltakene og tilhørende FoU-D vil føre til resultater som i sin tur vil kreve betydelige investeringer fra industrien, så er det viktig at norsk industripolitikk tilbyr rammebetingelser som gjør slike investeringer attraktive og forutsigbare, dvs. forpliktende.

Tabell 3.4: FoU-D forslagene fra Innsatsgruppen Energieffektivisering i industrien.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
Energieffektivisering i industrien	Energieffektivisering i industrien	En nasjonal FoU-satsning innen energieffektivisering bestående av 5 mål	1. Utvikle teknologi og kunnskap, 2. Redusere utslipp av klimagasser, 3. Kommersialisering, 4. Utdanning, 5. Internasjonalt FoU-ledende
		Pilot og demonstrasjonsprogram	Foreslår 8 pilot- og demoprojekter, bl.a. innen aluminium, energigjenvinning, treforedling, kjemisk

I følge Innsatsgruppen vil forslagene ha en kostnadsramme på ca 2 milliarder kroner, hvorav pilot- og demonstrasjonsanleggene vil være de mest kostnadskrevende. Samtidig vil interessentene i disse, dvs. bedrifter som deltar i FoU-D, ha betydelig egeninteresse av resultatene – og dermed være villige til å bidra økonomisk, gitt at de langsiktige industrielle rammebetingelsene, særlig energipriser, er akseptable og forutsigbare. Hvor mye bedriftene selv vil bidra med er det ingen som vil si, men det antydes at en 50/50 modell oppfattes som rimelig, dvs. at bedriftene vil være villig til å bidra med 50 prosent av kostnadene for pilot- og demonstrasjonsanlegg hvis resten finansieres av det offentlige.

### 3.1.4. Fornybar termisk energi

Denne Innsatsgruppen har også arbeidet i undergrupper, dvs. en undergruppe for geotermisk energi, en for bioenergi og en for varmepumpe- og kuldesystemer. Det er avgitt rapporter fra hver av disse, men forslagene er syntetisert i en samlerrapport for fornybar termisk energi. Ut fra opplysningene i rapportene blir det antydnet at det ligger et energiproduksjonspotensial på ca 30 TWh pr år – hvorav en stor andel muliggjør desentraliserte løsninger og dermed “frigjøring” fra infrastruktur, spesielt kostbare fjernvarmeanlegg, en type substitusjonseffekt som kan bidra til å øke netto energioverskudd i det norske elsystemet. I likhet med energieffektivisering i industrien er dette en type satsning som kan gi en betydelig effekt, med en relativt moderat øking i FoU-D-bevilgninger. Enn videre kan den foreslåtte satsningen på bore- og brønnteknologi innen geotermisk energi ha et betydelig anvendelsesområde utover høsting av geotermisk energi, f.eks. også for utvikling av vannkraft, spesielt skånsom utbygging av småkraftverk.

Tabell 3.5: FoU-D forslagene fra Innsatsgruppen Fornybar termisk energi.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
Fornybar termisk energi	Fornybar termisk energi - Geotermisk energi	Videreutvikling av bore- og brønnteknologi	Etablere FME (+KMB), støtte leverandørindustri (BIP), etablere testsenter (demoanlegg) og kompetansesystem
		Etablering av nasjonalt geotermisk kartleggingsprogram	Kartlegge områder for best mulig geotermisk energiproduksjon
	Fornybar termisk energi - Bioenergi	Opprettelse av Pilot- og Demonstrasjonsprogram	Bærekraftig produksjon og høsting av brensel, fremtidens brensel, effektiv konvertering og distribusjon av bioenergi
	Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer	Moden teknologi som hittil relativt liten utbredelse i Norge	Feltmålinger av anlegg for å finne optimale løsninger, implementere varmepumpesystemer i bygg, utvikle dataverktøy, utvikle systemkonsepter

Fra undergruppen for bioenergi er det foreslått pilot- og demonstrasjonsprogram, det som betegnes som et forbildeprogram og en læringsarena, i tilknytningen til FME'en CENBIO, som tar opp følgende:

- Punktoppvarming for ny teknologi for lang brenntid og fleksibel effekt

- Spisslast demonstrasjonsanlegg
- Nærværme demonstrasjonsanlegg
- Kraftvarme demo-anlegg for kombinert produksjon av kraft og varme med høy virkningsgrad.
- Hybrid pilot / demo-anlegg for samspill bio-sol eller bio-geo. Lagring og distribusjon av varme
- Biokarbon i metallindustrien
- Passivhus og plussus piloter

Fra undergruppen om varmepumpe- og kuldesystemer blir det foreslått pilotprosjekter for varmepumper i lavenergi- og passivbygg.

Innsatsgruppen foreslår også at det opprettes en FME for geotermisk energi, gjerne med utgangspunkt i Norsk senter for dyp geotermisk energi (CGER) i Bergen og etablering av et testsenter for utvikling og utprøving av geotermiske løsninger.

### 3.1.5. CLIMIT - CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS

Denne innsatsgruppen skiller seg ut fra de andre fordi den ble “innfusjonert” i Energi21 etter at den første strategiprosessen var fullført i 2008. CLIMIT har vært et forskningsprogram i regi av Gassnova og Norges forskningsråd siden 2005. Climit har et eget fond for demonstrasjonsprosjekter som administreres av Gassnova. Ved etablering av Climit i 2005 ble det satt inn 2 mrd kroner i Gassfondet og dette fondets årlig avkastning på ca 80 millioner NOK har siden 2005 blitt lagt til fondskapitalen. Først i 2009 ble det mer brukt enn det ble tilført. Det betyr at det finnes der penger “på bok” som kan brukes i store demoprojekter fremover.

Climits demofond har penger for et integrert prosjekt på et titalls MW for ca. 100 millioner kroner. Fordi det ikke finnes så mange aktører i Norge utover Aker Clean Carbon kommer ikke alle demoprojekter samtidig, men heller suksessive.

Climit tilbyr finansiering til både forskning, og støtte til pilot og demoanlegg, støtte som Gassnova yter til demonstrasjonsprosjekter er underlagt ESAs regler for støtte til FoU, disse innebærer at tillatt statsstøtte går ned en teknologi nærmer seg kommersialisering, for demonstrasjonsprosjekter vil statsstøtte i tråd med dette være begrenset til ca 30 % Det er annerledes enn TCM (Test Center Mongstad) som er 100 % statsfinansiert. I TCM er det hittil investert 6 milliarder kroner.

Tabell 3.6: FoU-D forslagene fra Innsatsgruppen CLIMIT – CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
CLIMIT	CO <sub>2</sub> -håndtering, CCS	Langsiktig FoU-D innen definerte områder	Lukke kunnskapsgap og få ned kostnader innen hele CO <sub>2</sub> -kjeden
		Uttesting og demonstrasjon av tilgjengelige teknologier	Utvikle og demonstrere kjent teknologi og tekniske løsninger
		Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi	Utvikle og kvalifisere teknologier med forbedring i kostnader

Som antydnet i tabell 3.6, ligger det tre forskjellige målsetninger og tidshorisonter i de tre kategoriene av forslag som vises i tabellen. Den nederst i tabellen, “Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi” er den mest forskningsorienterte.

Climit utvikler teknologi som det i dag ikke finnes noe kommersielt marked for – og hvor utsiktene til at et slikt marked skal etableres er usikre. CCS er helt avhengig av etablering av internasjonale klimapolitiske regimer som på en eller annen måte “tvinger frem” at denne type teknologi tas i bruk for å redusere utslipp av CO<sub>2</sub>, enten dette er gjennom CO<sub>2</sub>-kvotehandling eller gjennom forbud/påbud, slik verdenssamfunnet tidligere maktet å få has på problemene med svovelutslipp (“sur nedbør”). Problemene knyttet til CCS kan nøkternt karakteriseres som markedssvikt, men det er også en “almeningstragedie” – det er nå allment erkjent at CO<sub>2</sub>-utslippene spiller en viktig rolle i den globale oppvarmingen. Gitt klimautfordringene er det et betydelige global samfunnsøkonomiske gevinstpotensial i at CCS videreutvikles og at denne utviklingen lykkes i å frembringe renseteknologier som er betydelig billigere og mer miljøvennlige enn dagens. Det er også store teknologisk og regulatorisk utfordringer knyttet til CO<sub>2</sub>-transport og lagring. Samtidig er det, ut fra hva media formidler, usikkerhet knyttet til fremdriften av fullskala CO<sub>2</sub> fangst på Kårstø \ Mongstad, med stadige utsettelse som det tidligste tegn på dette.

### 3.1.6. E21 strategidokument

Energi 21s strategidokument fra 2008 skriver (s. 17) at de samlede investeringene til FoU-D i energibransjen må økes langs hele verdikjeden, fra forskning til demonstrasjon og kommersialisering: “Næringslivets forventninger for å bidra med sin andel av økningen, er at målrettede og forutsigbare støttesystemer kommer på plass for å kunne bygge opp teknologimiljøer over tid”. Dette utsagnet er i stor grad blitt bekreftet gjennom datainnsamling (særlig intervjuene) som ble gjennomført i foreliggende utredning. I den grad holdninger og meninger til informanter i det norske energisystemet kan sies å være etterrettelige, så kan de tolkes som positive og – med noen nyanser som reflekterer ulike ståsteder – oppriktige mht å understøtte Energi 21s ambisjoner. I det nevnte 2008 strategidokumentet fra Energi21 blir det foreslått “..en dobling av OEDs FoU-innsats i 2009 mens behovet for 2010 er mye høyere. Dette innebærer offentlig investering på 400 millioner kroner per år (CO<sub>2</sub>-håndtering og kjernekraft er holdt utenfor) som over tid forventes å trekke med seg private investeringer på minst 2,4 milliarder kroner per år.”<sup>4</sup> Den underliggende antakelse for dette er en “fordelingsnøkkel” på 15/85, dvs. at hvis det offentlige bidrar med 15 prosent av midlene, så vil privat sektor bidra med resten. Det er støtte for en slik antakelse i forskningen om effekten av offentlige FoU-subsidier (Godø, 1998) – at et slikt nivå synes å gi størst addisjonalitet. Dette skal drøftes nærmere i de siste kapitlene av denne rapporten. I neste avsnitt skal finansieringsbehovet til forslagene fra Innsatsgruppene belyses.

## 3.2. Analyse av implikasjonene av 3.1 – oversikt over ressursbehov som ambisjonene og målsetningene krever

Innsatsgruppene er generelt lite tydelige eller eksplisitte i å angi hvor mye de mener forslagene deres krever av økonomiske ressurser. Dette er forståelig av mange grunner, hvor det viktigste sannsynligvis er at det vil kreve betydelig innsats i form av planlegging å lage denne type anslag og

---

<sup>4</sup> S. 17 – uthevelsen i kildedokumentet.

budsjetter, som det i alle fall vil være knyttet stor usikkerhet til – og som, enda verre, kan føre til avsporinger og forvirring. En av informantene var kategorisk på dette området med å avfeie denne

**Tabell 3.7: Oversikt over hva Innsatsgruppene angir som kostnader for sine forslag til FoU-D.**

Innsatsgruppe	Forslag	Kostnader	Deling kostnader - finansiering
<b>Fornybar kraft - sol</b>	Satt opp 6 FoU-mål - 4 har 1. prioritet og 2 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Ikke angitt, men de fleste FoU-målene foreslår KMB og BIP - foreslår mange pilot og demoanlegg - tematisk tett til FMEen Solar United. Anslag ca 200 millioner for ny industriprosess-produksjonslinje	Stort innslag av KMB og BIP - BIP signaliserer industriens vilje til medfinansiering. Høy FoU-intensitet i industrien - god FoU-absorpsjonsevne
<b>Fornybar kraft - vind</b>	Satt opp 6 FoU-mål - 3 har 1. prioritet og 3 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Ikke angitt, men de fleste FoU-målene foreslår KMB og BIP - foreslår koordinering med NORCOWE og NOWITECH + demoanlegg (Demo 2020, ca 3 milliarder)	Stort innslag av KMB og BIP - BIP signaliserer industriens vilje til medfinansiering
<b>Fornybar kraft - vann</b>	Har gitt høy prioritet til 6 FoU-mål	Ikke spesifisert, men foreslår en del demo og forsøksprosjekter, anslag 50 millioner for 10MW testanlegg	Ikke spesifisert, men viser til god lønnsomhet i bransjen og antyder problemer mht rekruttering og innovasjonsevne. Indikasjon på underinvestering i FoU og innovasjon over lang tid - kompetanseforvitring.
<b>Energisystemer</b>	FoU-programmer, samt pilot- og demoprojekter i samarbeid FoU-institutter og industrien, vektlegger internasjonalt samarbeid. Etablering av nasjonalt kompetansesenter for Smart Grid	Ikke angitt, men foreslår KMB og BIP, samt styrking av FME (CEDREN), anslås til ca 300-400 millioner totalt	Ikke angitt, men påpekes at industrien (nettselskapene) bruker lite på FoU og deres innovasjonsevne er "svekket" siden 1990.
<b>Energieffektivisering i industrien</b>	En nasjonal FoU-satsning innen energieffektivisering bestående av 5 mål	Stort antall KMB og BIP, men ikke kvantifisert, men samlet 2 milliarder pr år	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt utover "mangedobles" i forhold til dagens 15-20 millioner pr år fra NFR
	Pilot og demonstrasjonsprogram	Ca 2 milliarder pr år, sammen med FoU-satsningen	Ikke spesifisert, men antydes at industrien vil bidra med 50% hvis rammebetingelser ellers ok
<b>Fornybar termisk energi - Geotermisk energi</b>	Videreutvikling av bore- og brønnteknologi	ikke angitt, men anslag ca 250 mill i alt	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt
	Etablering av nasjonalt geotermisk kartleggingsprogram	ikke angitt	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt
<b>Fornybar termisk energi - Bioenergi</b>	Opprettelse av Pilot- og Demonstrasjonsprogram	Ikke angitt, men anslag ca 50-100 mill pr år	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt
<b>Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer</b>	Moden teknologi som hittil relativ liten utbredelse i Norge	Ikke angitt, men anslag på ca 40-50 millioner pr år	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt - problem fragmentert bransjestruktur med liten egen FoU-aktivitet
<b>CO2-håndtering</b>	Langsiktig FoU-D innen definerte områder	CLIMIT årlig budsjett 180 mill kr	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt
	Uttesting og demonstrasjon av tilgjengelige teknologier	Ikke angitt	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt

	Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi	Ikke angitt	Stor andel offentlige bevilgninger, men størrelse ikke angitt
--	---	-------------	---

type beregninger som uinteressante: “Det vi (Norge) vil, det har vi råd til” – det er spørsmål om politisk vilje og strategiske visjoner. Tabell 3.7 viser hva Innsatsgruppene har oppgitt mht. ressursbehov for gjennomføring/finansiering av deres forslag.

Oversikten viser at forslagene ikke er kvantifisert mht økonomiske ressurser. Som antydnet ovenfor er dette forståelig – og ut fra “15/85-modellen” som lå til grunn for Energi21s strategidokument fra 2008, så kan tabell 3.7 gi inntrykk av at industrien forutsetter en betydelig finansiering (FoU-subsidiering) fra det offentlige for sine forslag. Dette er ikke nødvendigvis tilfelle, men det er vanskelig for dem å være mer konkret enn de har vært mht hvor mye de selv kan tenke seg å bidra med.

### 3.3. Oppsummering

Etter at Energi 21 i februar 2008 fremla sitt strategidokument, har Energi21 blitt organisert i seks Innsatsgrupper (IG) innenfor følgende tematiske områder:

- Fornybar kraft
- Energisystemer
- Energieffektivisering i industrien
- CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS
- Fornybar termisk energi
- Rammer og samfunnsanalyse

Med unntak av innsatsgruppen “Rammer og samfunnsanalyse” har alle Innsatsgruppene i løpet av 2010 lagt frem dokumenter som angir mål og veikart for FoU-D innen deres tematiske områder. En oversikt over disse er vist i tabell 3.1. Det er stor variasjon mellom de forskjellige Innsatsgruppene mht forslag til FoU-D, noe som reflekterer variasjon i teknologi, kunnskapsgrunnlag og de forskjellige energiteknologienes rolle i samfunnet. I dette kapittelet er forslagene fra de enkelte innsatsgruppene gjennomgått. Felles for alle er at de har utsikter for å gi store gevinster hvis det satses på målrettet FoU-D i disse områdene – og at norsk industri har gode forutsetninger for å få stort utbytte av slike satsninger. Av samme grunn vil det norske samfunnet kunne høste store gevinster av denne type FoU-D, som er en forutsetning for industriens investeringer i ny teknologi og nye energisystemer. Her som ellers, er det sannsynlighet for at den samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinsten av at det brukes offentlige midler til å finansieres denne type FoU-D blir stor; vanligvis er den mye større enn den bedriftsøkonomiske avkastningen. Samtidig viste gjennomgangen av dokumentene fra Innsatsgruppene at de er lite konkrete mht å tallfeste hva forslagene deres til FoU-D vil koste og hvor mye industrien er villig til å bidra selv. Mye tyder imidlertid på at, gitt det industrien oppfatter som “gode og forutsigbare, langsiktige rammebetingelser”, industrien er interessert i å bidra. Energi21s strategidokument fra 2008 antydnet det som kan kalles “15/85-modell”, dvs. at hvis det offentlige bidrar med 15 prosent av kostnadene, så vil industrien selv være villig til å bidra med 85 prosent av kostnadene. I utredningen har vi ikke fått indikasjon på så konkrete tall, men informanter har signalisert en vilje til betydelig



ressursinnsats hvis de oppfatter at framtidsutsiktene er gunstige, eller, sagt på deres måte, at de får “gode og forutsigbare, langsiktige rammebetingelser”. Dette blir hovedtema i neste kapittel.

#### 4. Dagens rammebetingelser og virkemiddelbruk, nasjonalt og internasjonalt

Tema i dette kapitlet er rammebetingelser og virkemiddelbruk for: 1) utbygging av fornybar kraft og 2) fornybar termisk energi, 3) for utvikling av energisystemer, 4) energieffektivisering i industrien og 5) CO<sub>2</sub>-håndtering. Rammebetingelser og virkemiddelbruk er ganske forskjellig for disse fem innsatsfeltene. Samtidig finnes det noen overlapp som belyses i starten.

Analysen som presenteres baserer seg på eksisterende nasjonale og internasjonale studier om rammebetingelser og virkemiddelbruk for gjennomføring av energirelaterte tiltak (Buan, Eikeland, & Inderberg, 2010; IEA, 2010; Klitkou, Pedersen, Scordato, & Mariussen, 2008a, 2008c; Klitkou, Scordato, & Iversen, 2010; Lafferty & Ruud, 2008; Ryden, 2006).

##### *Grunnleggende forutsetninger*

Tidligere forskning viser at tilgang til stabil og god *offentlig støtte til forsknings, utviklings- og demonstrasjonsprosjekter* er en viktig rammebetingelse for utvikling av ny energiteknologi på alle de nevnte innsatsområdene (Klitkou et al., 2008a, 2008c). Det bekreftes av informantene i Energi21. Det gjelder både støtte til slike prosjekter ved offentlige forskningsinstitusjoner, men også støtte til industriell forskning og utvikling. Nødvendigheten av offentlig støtte til forskning og utvikling hos private aktører er begrunnet i markedssvikt og svikt i kapitalmarkedet. Markedssvikt fører til lavere FoU-investeringer enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Internasjonale og nasjonale studier viser høy samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk avkastning fra industriell FoU og av offentlig støtte til slik FoU (Hervik, Bræin, & Bergem, 2010). Det finnes to sett av virkemidler for støtte til industriell FoU: generiske (horisontale) og selektive (vertikale) virkemidler. Til det første finnes det skatteincentiver som for eksempel Skattefunn i Norge. Strategiske FoU-programmer og støtte til brukerstyrt FoU er derimot selektive virkemidler.

Tilgang til eller mangel på *offentlig investeringsstøtte til kommersialisering av ny teknologi og privat venture kapital* er en annen viktig rammebetingelse som preger mulighetene for å realisere resultatene av FoU-innsatsen.

I avsnittene nedenfor skal rammebetingelser og virkemiddelbruk for de forskjellige innsatsfeltene presenteres og analyseres. Samtidig må det påpekes at disse innsatsfeltene må sees sammen – det oppstår synergieffekter eller blokkeringer på grunn av manglende samhandling. Å finne effektive virkemidler som skaper gode synergieffekter er en spesiell utfordring (Ryden, 2010) og vi påpeker det hvor det er relevant.

En mer generisk rammebetingelse for innføring av ny energiteknologi er tilgang til høyt utdannet arbeidskraft med spesialisering på teknologi og naturvitenskap. Spørsmålet er om den type arbeidskraft er tilgjengelig for sektoren eller om den trengs mer i andre sektorer.

## *Fornybar kraft*

Ved siden av tilgang til naturressurser – vann, vind eller sol – er utbygging av fornybar kraft avhengig av modenhet av teknologien, prosjektlønnsomhet, infrastruktur, utbyggernes evner til å investere og av nasjonale rammebetingelser.

Buan og kolleger (Buan et al., 2010) har sammenlignet nasjonale rammebetingelser for utbygging av fornybar kraft mellom Norge, Sverige og Skottland. De fremhever trekk som virker hemmende eller fremmende på utbygging ved følgende fire rammebetingelser:

- konsesjonssystemer, konsesjonsprosesser og offentlig aksept;
- støttesystemer for fornybar energi;
- nettsystemer, inklusive nettkapasitet og nettdriftsregimer, det vil si innmatings- og overføringstariffer;
- arealplanlegging på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå.

IEA's *World Energy Outlook* for 2010 understreker at storskala utbygging av fornybar kraft er avhengig av offentlige støtteordninger og insentiver for å gjøre kostnadene per enhet konkurransedyktig i forhold til tradisjonelle energiteknologier basert på fossil energi (IEA, 2010, s. 295). IEA-rapporten definerer offentlig støtte for fornybar energi som alle offentlige virkemidler som støtter opp under produksjon og bruk av fornybare energikilder.

I tillegg til direkte offentlig støtte for forskning, utvikling og demonstrasjon av nye energiteknologier finnes det hovedsakelig fire grupper av offentlige støttemekanismer som bidrar til utvikling av fornybar kraft: pris, kvantitet, skatt eller andre typer virkemidler.

Markedsbaserte virkemidler som er basert på kvantitative mål omfatter kvoter, portefølje standarder og grønne sertifikater med pålegg å bruke en viss andel fornybar energi. Det finnes en debatt om nytten av kvantitetsbaserte og prisbaserte virkemidler (Bergek & Jacobsson, 2010; Kildegaard, 2008; Menanteau, Finon, & Lamy, 2003; Verbruggen & Lauber, 2009).

*Fornybar energi portefølje standarder* regulerer bare andelen av fornybar energi, ikke pris eller valg av teknologi. I USA har 16 stater etablert en fornybar portefølje standard som setter som mål å produsere 20-25 prosent fra fornybare energikilder. Slike virkemidler har en tendens å favorisere teknologier som er mer modne for å kunne møte påleggene fra myndighetene på en billigst mulig måte (Lipp, 2007).

*Grønne sertifikater* er en ordning som dokumenterer at en bestemt mengde energi er produsert med fornybare energiressurser. Grønne sertifikater har to viktige oppgaver:

- de fungerer som et registreringssystem for mengden fornybar energi som blir produsert og om frivillige eller obligatoriske mål er oppnådd og
- i tilfelle at grønne sertifikater kan omsettes bidrar de til å utvikle et marked for grønne sertifikater som fungerer uavhengig av det vanlige elektrisitetsmarkedet (Voogt, Luttmer, & Visser, 2007).

Forskere som har studert erfaringer fra Sverige (Bergek & Jacobsson, 2010) har påpekt at systemer for grønne sertifikater på kort er sikt effektive, bidrar til et mye høyere investeringsnivå for fornybar energi og får oppnådd mål for fornybarandel på et forholdsvis lavt kostnadsnivå for samfunnet. På den kritiske siden blir det konkludert at prisnivået for sluttbrukerne har økt mye mer enn forventet, at avkastningsnivået har økt mye mer enn forventet, spesielt av kraftprodusenter som allerede operer med god fortjeneste fra før, og at avkastningen som ble oppnådd ikke ble investert i ny teknologi, men i moden teknologi. Systemet fungerer som en pengemaskin for investorer og bidrar til omfordelingen av midlene fra forbrukerne til investorene. Det svenske grønne sertifikat markedet systemet virker slik at det ikke støtter opp under langsiktige læringsprosesser som en kilde til innovasjon og kostnadsreduksjon og at det bidrar derfor ikke til stimulering av kommersialisering av umoden teknologi. Derfor har det utviklet seg et stort gap mellom FoU-støtte og pilotprosjekter og noen få demonstrasjonsprosjekter på den ene siden og det grønne sertifikatsystemet på den andre siden. Mens investorer har oppnådd avkastninger på mange milliarder (i perioden 2003–2014 regnes det med omtrent SEK 23 milliarder) ble det brukt bare SEK 875 millioner i 2008 til FoU innen energiområdet. Hvis man hadde brukt noe av denne avkastningen i demonstrasjonsprosjekter hadde det bidratt til mye bedre muligheter for å bidra til teknologiutvikling og kommersialisering (Bergek & Jacobsson, 2010, s. 1266f.).

Prisbaserte virkemidler er *innmatingstariffer* (feed-in tariffer) som pålegger en andel fornybar energi kombinert med garanterte minstepriser til produsent (Buan et al., 2010, s. 22; IEA, 2010, s. 295). Forutsetning for godt fungerende innmatingstariffer er at systemet er konsistent og nøyaktig definert (Verbruggen & Lauber, 2009). Hver energikilde og teknologikategori må være klart definert slik at man kan oppnå en avkastning som er definert gjennom forskjellen mellom elektrisitetsprisen og innmatingstariffen. Forskjellige teknologier oppnår forskjellige innmatingstariffer fordi de har ulik teknologisk modenhet for markedet. Det bidrar til et teknologisk mangfold. Innmatingstariffsystemer som anvender avtagende tariffer over tid gir også dynamiske insentiver til å redusere de marginale prosjektkostnadene og bidrar til at kostnadsnivået synker over tid. Kraftprodusenter som kan produsere kraft under markedsprisen har ikke mulighet å oppnå høye innmatingstariffer. Innmatingstariffer blir anvendt så lenge investeringene skal nedbetales. Etterpå kan eieren produsere kraft til markedspris.

Skattevirkemidler omfatter produksjons-, forbruks- og investeringskatteinsentiver. I tillegg finnes det også investeringsstøtte og låneordninger.

### *Fornybar termisk energi*

Ved siden av tilgang til naturressurser – biomasse, varme lagret i jordskorpen, sol – og ressurser som er basert på resirkulering av avfall og spillvarme fra industrivirksomhet, er utbygging av fornybar termisk energi også avhengig av modenhet av teknologien, prosjektlønnsomhet, utbyggernes evner til å investere, og av nasjonale rammebetingelser. Utbygging av fornybar termisk energi retter seg både mot oppvarming av husholdninger, offentlige bygg og næringsbygg, men også mot behovene for industrivarmer.

Satsning på fornybare termisk energi i husholdninger er koblet til omlegging av oppvarming i husholdningene. Tiltak retter seg her mot utskiftning av forurensende oppvarmingsystemer som er basert på fossile energibærere eller på strømpaneler, med enten fjernvarme, forbrenning av biomasse eller varmepumper. Det finnes en rekke av politiske virkemidler for å støtte opp under slik omlegging i husholdninger. Her kan det nevnes utvikling av standarder, rådgivning, kommunale handlingsplaner og skatteordninger.

*Hvite sertifikater* er en ordning som er opprettet for å dokumentere energieffektiviseringstiltak. Det utstedes et hvitt sertifikat som dokumentasjon på en gitt mengde spart energi over en definert tidsramme på grunn av et energieffektiviseringstiltak som går utover vanlig drift (Voogt et al., 2007). Sertifikatene anvendes for å dokumentere oppfyllelsen av de pålagte kravene til energieffektivisering (Econ, 2010). "En ordning for hvite sertifikater kan organiseres på mange ulike måter. Den kan benyttes kun til å registrere energieffektiviseringstiltak (registerfunksjon), slik at eventuell bruk av sertifikatene til energieffektivisering er frivillig. Hvite sertifikater kan også benyttes sammen med en kvoteplikt for forpliktete aktører for å gjennomføre energieffektiviseringstiltak, hvor de hvite sertifikatene benyttes som bevis på oppnådde besparelser. Det er i denne sammenheng begrepet hvite sertifikater er mest kjent" (Econ, 2010, s. 1).

Virkemidler som støtter opp under *utskiftning av oppvarmingsystem* som er basert på fossile brensler eller el-varme, med fornybare termiske løsninger – fjernvarme i byene, bruk av ovner som brenner biomasse, varmepumper etc.

*Utnyttelse av spillvarme* fra industrien i annet lokalt næringsliv kan støttes gjennom klyngepolitiske virkemidler.

Det er også mulig å anvende stasjonær biovarme for å understøtte karbonhåndtering. Her spiller støtte til karbonhåndteringsprosjekter sammen med innføring av bioenergi.

*Konsesjonsprosesser* regulerer *desentral samproduksjon av varme og kraft* og av utbygging av *fjernvarmenett*. Her trengs det også *investeringsstøtte*.

En *beskatning av avfall* for bruk til fjernvarme via avfallsforbrenning eller for produksjon av biogass basert på husdyrgjødsel eller kloakkslam kan virke som en barriere og kan medføre for dårlig tilgang til en slik ressurs.

Innføring av *nye generasjoner av biodrivstoffer* trenger en etableringsfase hvor de ikke bør belastes med *avgifter* på samme nivå som fossil drivstoff. Ellers blir innføringskostnadene for høye og prosjekter blir ulønnsomme.

Samlet sett kan det sies at forutsigbare rammevilkår og virkemidler er en forutsetning for å kunne stimulere til implementering av ny energiteknologi.

### *Energieffektivisering i industrien*

En viktig rammebetingelse for industrien er det eksisterende energisystemet, dvs. linjekapasitet, forsyningssikkerhet og kraftpriser. Utviklingsplaner for energisystemet har stor betydning for mulige

nyetableringer eller utvidelser av industrivirksomhet. På den andre siden bidrar energieffektivisering i den eksisterende industrien også til en forbedret forsyningsikkerhet og er dermed en viktig faktor for å planlegge utviklingen av energisystemet (Ryden, 2010, s. 35).

### *Energisystem*

Utviklingen av dagens energisystemer er preget av en økende andel av variabel kraftproduksjon, store investeringskostnader for utbygging av kraftnettet for økt linjekapasitet, internasjonal handel av kraft og distribuert kraftproduksjon i fleksible smart grids.

### *CO<sub>2</sub>-håndtering- CCS*

Avgjørende rammebetingelser for implementering av CO<sub>2</sub>-håndtering er flerfoldige og ikke bare økonomiske. Per i dag er prisen for å slippe ut et tonn CO<sub>2</sub> mellom 12 og 18 Euro. Det må bli dyrere å slippe ut CO<sub>2</sub> og høyere utslippskvoter for CO<sub>2</sub> må innføres, for at CO<sub>2</sub>-håndtering skal ha mulighet til å bli realisert. Men rammebetingelsene omfatter mer:

- innføring av internasjonal og nasjonal lovgivning og avtaler som regulerer både fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>
- utvikling av kostnadseffektiv og miljøvennlig fangstteknologi
- etablering av internasjonale standarder for CCS
- systematisk kartlegging av geologisk lagringskapasitet
- langsiktig monitorering av CO<sub>2</sub>-lagring for å sikre positiv omdømme
- finansiering av store demonstrasjonsprosjekter for CCS.

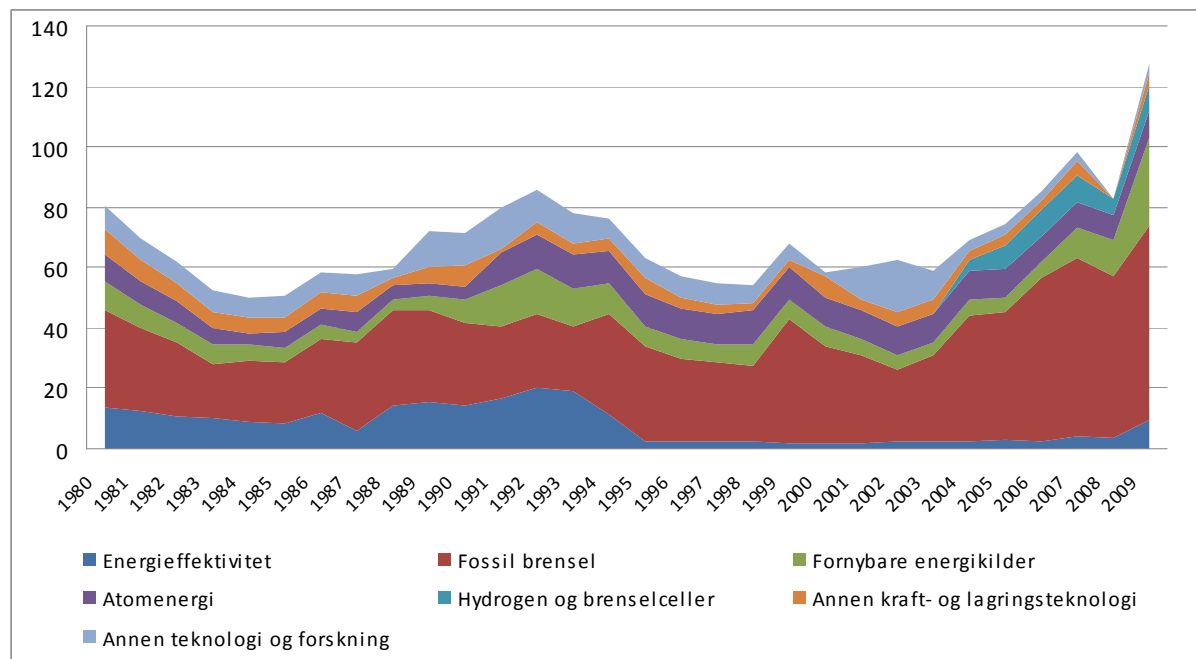
Som følge forhandlingene i Cancun i Mexico i 2010 er CCS nå kommet med inn som en mekanisme i CDM-rammeverket. Det vil bidra til at det blir aktuelt å ta i bruk CCS også i utviklingsland, følgelig, et tilsvarende utviklingsbehov og mulighet for fremvekst av nye teknologimarkeder.

## **4.1. Norske rammebetingelser og virkemidler**

Offentlig støtte til forskning, utvikling og demonstrasjon av energiteknologi gis gjennom forskjellige kanaler, som Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, Enova, Gassnova og andre statlige organer.

Det Internasjonale Energibyrået (IEA) lager årlig statistikk om offentlige budsjetter for energiformål. Her skiller det mellom seks tematiske hovedområder og så igjen en del mer spesifikke områder. Hovedområder omfatter energieffektivitet, fossil brensel, fornybare energikilder, atomenergi, hydrogen og brenselceller, annen kraft- og lagringsteknologi og andre teknologier og forskning relatert til energisystemanalyse blant annet. Følgende figur (figur 4.1) gjengir utviklingen for de siste 30 årene, fra 1980 til 2009 for Norge.

Figur 4.1: Norske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energiformål. 1980-2009. I millioner euro (2009 priser og kurs).



Kilde: OECD/IEA

I flere år har tilgang til høyt utdannet arbeidskraft er blitt nevnt i flere år som kritisk for energibransjen. Rammebetingelsene for ingeniørutdanningen trenger en forbedring, i følge en rapport utført for Energi Norge (Thune & Pedersen, 2009). Bedriftene i energibransjen søker derfor å få til et bedre samarbeid med de høyere utdanningsinstitusjonene som tilbyr slik ingeniørutdanning. "For bedriftene kan samarbeid med høyere utdanningsinstitusjoner være viktig for å påvirke kompetanseprofilen til framtidens arbeidskraft, for rekruttering av medarbeidere og for kompetansepåfyll til ansatte gjennom etter- og videreutdanning" (Thune & Pedersen, 2009, s. 11). I Norge har el-produsentene bare en liten andel av tilgjengelig høyt kvalifisert arbeidskraft (Klitkou et al., 2010). En sammenligning av to relevante energibransjer viser at kategorien "Forsyning med kraft, gas og vann" beskjeftiger bare 0,32 prosent av all tilgjengelig FoU-personell mens kategorien "Utvinning av olje og gass" tiltrekker 4,24 prosent av Norges FoU-personell (tallene er basert på Eurostat-data og fra 2007). Forsknings samarbeidet med forskningsinstitusjonene har imidlertid bidratt til en viktig oppbygging av kompetent arbeidskraft for solcelleindustrien (Klitkou, 2010b; Klitkou & Godø, 2010).

#### 4.1.1. Offentlig støtte til forskning og utvikling

##### Forskningsrådet

Det finnes per i dag hovedsakelig tre forskningsprogrammer som har spesialisert seg på miljøvennlig energi:

- RENERGI-programmet (forskerprosjekter, kompetanseprosjekter med brukermedvirkning og brukerstyrte prosjekter)

- Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME - i 2011 kommer det sannsynligvis 2-3 nye sentre for samfunnsvitenskapelig forskning i tillegg til de eksisterende 8 teknologiorienterte FMEene)
- CLIMIT-programmet (forskerprosjekter, kompetanseprosjekter med brukermedvirkning og brukerstyrte prosjekter)

I tillegg gis det en del substansiell støtte for miljøvennlig energi fra programmet Brukerstyrte innovasjonsarenaer (BIA) og NanoMat-programmet.

#### 4.1.2. Offentlig støtte til pilotering og demonstrasjon

##### *Gassnova SF*

CLIMIT-programmet har i tillegg til forskningsstøtte som administreres av Forskningsrådet et eget delprogram som er rettet mot pilotering og demonstrasjon av kommersielt lovende teknologier som ifølge CLIMITs programplan for 2010-2012 "er grundig dokumentert gjennom forutgående forskning. Støtten prioriteres til prosjekter som bidrar til å oppskalere og verifisere kostnadseffektive, fremtidsrettede teknologikonsepter for CO<sub>2</sub>-håndtering. Prosjektene må bidra til teknologi- og kompetanseutvikling i Norge innenfor CO<sub>2</sub>-håndtering og inneholde en forretningsplan" (CLIMIT., 2010). CLIMIT-programmet inngår som Innsatsgruppe i Energi 21s arbeid, se omtale tidligere i kap. 3.1.5.

##### *Enova SF*

Enova skal bidra til ny miljøvennlig energiproduksjon og energisparing tilsvarende 40 TWh innen 2020, for 2011 var det planlagt å bidra til 18 TWh.

##### *Program Innovative energiløsninger – støtte til teknologiutviklere med ny energiteknologi*

Enova vil gjennom *markedsobservasjon og støtte til teknologiverifisering (pilotering)* fremme ny og mer kosteffektiv teknologi og energiløsninger som bygger opp under Enovas overordnede mål om 40 TWh ny fornybar energiproduksjon eller energieffektivisering innen 2020. Det kan søkes om støtte til ny teknologi, løsninger og produkter for verifisering i pilotanlegg. Gjennom en helhetlig tenkning fra ide til marked ønsker vi å bidra til risikoavlastning ved å utløse innovative prosjekter innen fornybar energi og energisparing. Målet er å prøve ut og introdusere nye energiløsninger til markedet. Programmet retter seg mot prosjekter som er modnet fram til pilotering. Støtten gis til utprøving av nye energiteknologier under reelle driftsbetingelser. Støtte gis som investeringstilskudd, og støttenivået vil være begrenset til hva som er nødvendig for å utløse investeringen. Maksimal støtteandel er 50 % av godkjente kostnader begrenset oppad til en støtte på maks 5 millioner kroner pr søknad.

##### *Program Introduksjon av ny teknologi*

Enova vil gjennom *markedsintroduksjon og støtte til teknologikvalifisering (demonstrasjon)* fremme ny og mer kosteffektiv teknologi og energiløsninger som bygger opp under Enovas overordnede mål



om 40 TWh ny fornybar energiproduksjon eller energieffektivisering innen 2020. Det kan søkes om støtte til ny teknologi, løsninger og produkter for verifisering i pilotanlegg. Gjennom en helhetlig tenkning fra ide til marked ønsker vi å bidra til risikoavlastning ved å utløse innovative prosjekter innen fornybar energiproduksjon og energisparing. Målet er å demonstrere og introdusere nye energiløsninger til markedet. Programmet retter seg mot prosjekter som bidrar til å kvalifisere teknologien i form av energiresultat og driftserfaring. Støtte gis som investeringstilskudd, og støttenivået vil være begrenset til hva som er nødvendig for å utløse investeringen, med maksimal støtteandel på 50 % av godkjente kostnader.

### **4.1.3. Andre virkemidler**

Ved siden av de ovenfor nevnte virkemidlene bør også nevnes Innovasjon Norge med forskjellige delprogrammer. Relevante for utvikling av miljøvennlig energiteknologier er:

#### *Bioenergiprogrammet*

Programmet har to satsningsområder: "Bioenergi i landbruket" og fra 2009, "Flisproduksjon". Støtte til prosjekter for flisproduksjon gis til relaterte utviklings- og kompetansetiltak, kurs og tiltak innenfor informasjon, opplæring, logistikkforbedring, utprøving av utstyr, målemetoder for energimengde og arbeidsmetoder for høsting og uttak av brensel og lignende" (Klitkou, 2010a).

#### *Arenaprogrammet*

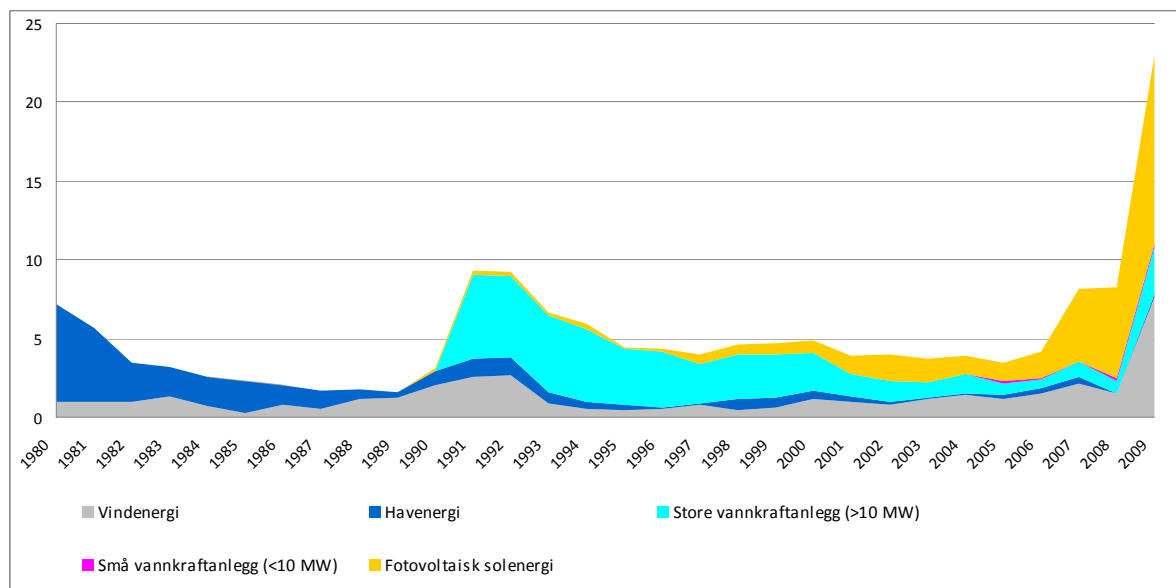
Dette er et nettverksprogram som støttes av Innovasjon Norge, Norges forskningsråd og SIVA. Arenaprogrammet "skal støtte opp under verdiskapingen i regionale næringsmiljøer med en konsentrasjon av bedrifter innenfor samme bransje/verdikjede og som sammen kan danne et velutviklet kompetansemiljø. *Arena Bioenergi Innlandet* satser på bioenergi basert på trevirke og bioavfall" (Klitkou, 2010a). Andre eksempler er Arena Sam Eyde, Arena Norwegian Offshore Wind og Windcluster Mid-Norway.

### **4.1.4. Virkemidler for spesielle innsatsfelt**

#### *Fornybar kraft*

Utviklingen for budsjettene på teknologiutvikling for fornybar kraftproduksjon viser et trendsifte: fra en større satsning på havenergi på 1980-tallet som ebber ut på 1990-tallet, til en stor satsning på store vannkraftanlegg i begynnelsen av 1990-tallet som igjen ebber ut i løpet av de siste årene, en sparsommelig satsning på vindkraft over hele perioden som økte spesielt i de siste to årene og sist en økende satsning på solkraft over de siste ti årene med en fordobling i det siste året (Klitkou, 2010b; Klitkou & Godø, 2010).

Figur 4.2: Norske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til fornybar kraftproduksjon. 1980-2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: Verdiene for fotovoltaisk solenergi for 2008 og 2009 er basert på verdiene for total solenergi fordi de spesifiserte verdiene ikke er oppgitt til IEA.

### Enovas vindkraftprogram

Norsk landbasert vindkraft representerer et marked med stort fremtidig potensial. Fra 2001 har Enova støttet 14 vindkraftprosjekter. Disse forventes å ha en årlig produksjon på om 1,6 TWh. Enova ønsker å bidra til å videreutvikle det norske vindkraftmarkedet inntil etableringen av et el-sertifikatmarked er på plass. Enovas økonomiske ramme for den andre utlysingsrunden som ble lansert i 2009 var på om lag 1 milliard kroner. Rammen er satt med utgangspunkt i Enovas totale budsjett og i henhold til Enovas mål på 18 TWh innen utgangen av 2011. Målgruppen for programmet er utbyggere av vindkraftverk i Norge. Enova vil støtte kostnader som er påløpt etter signering av tilsagnsbrev. Finansieringskostnader støttes ikke, herunder byggelånsrenter. I henhold til EU's miljøstøttereguleringer ("Guidelines on State Aid for Environmental Protection") skal alle tilsagn om støtte over 7,5 millioner Euro godkjennes av ESA før støtte kan utbetales. Enova har søkt godkjenning fra ESA for statlig støtte til fem nye vindkraftprosjekter og har fått innvilget i desember 2010. De nye anleggene har en forventet samlet produksjon per år på nærmere 675 GWh.

### Enovas Program fornybar marin kraftproduksjon

En tematisk satsning på demonstrasjon av fornybar marin energiproduksjon skal fremme ny teknologi som bygger opp under Enovas overordnede mål om 40 TWh ny fornybar energiproduksjon eller energieffektivisering innen 2020. Den tematiske satsningen retter seg mot alle former for ny fornybar marin energiproduksjon. Gjennom en helhetlig tenkning fra ide til marked ønsker Enova å bidra til risikoavlastning ved å utløse innovative prosjekter innen fornybar energiproduksjon. Målet er å demonstrere og introdusere nye energiløsninger til markedet. Programmet retter seg mot

prosjekter som bidrar til å kvalifisere teknologien i form av energiresultat og driftserfaring. Programmet er rettet mot aktører som ønsker å gjennomføre demonstrasjonsprosjekter for fornybar marin energiproduksjon. Støtten gis til demonstrasjon av nye energiteknologier under reelle driftsbetingelser. Programmet støtter:

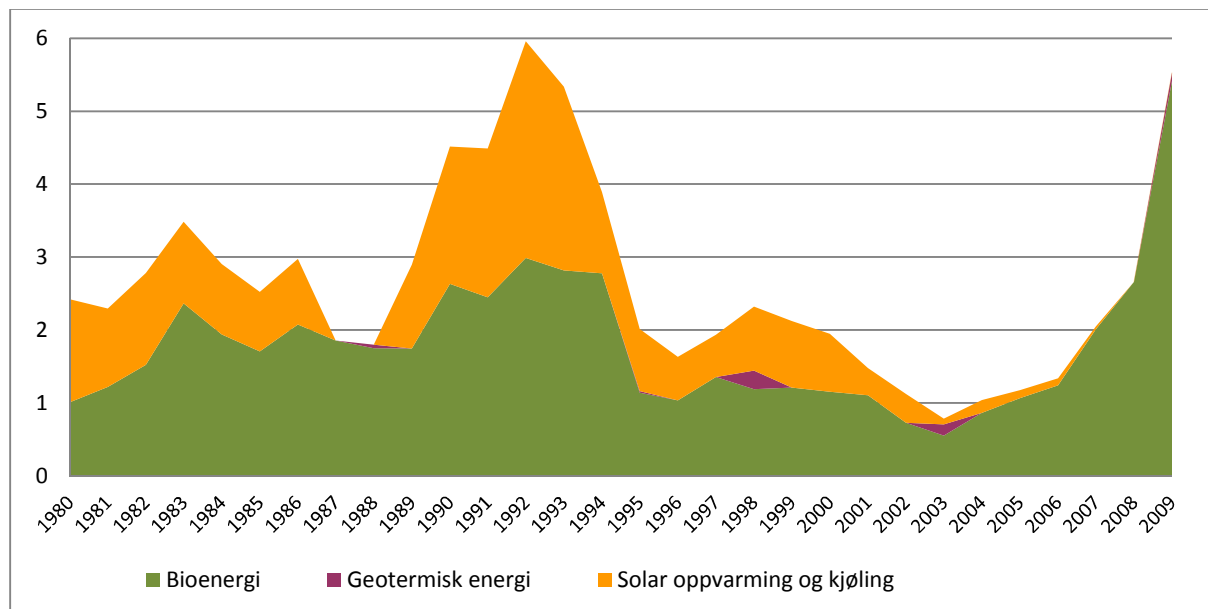
- Demonstrasjon under reelle betingelser, dvs. ikke laboratorietester eller komponenttester, inklusive reell energiproduksjon;
- Prosjekter som har konsesjon og andre offentlige tillatelser;
- Demonstrasjon som innebærer minimum ett års driftsfase

Enova vil kontraktsfeste energiresultat og rapportering på hoved- og delmål for prosjektet. Støtte gis som investeringstilskudd, og støttenivået vil være begrenset til hva som er nødvendig for å utløse investeringen, med maksimal støtteandel på 50 % av godkjente kostnader.

### Fornybar termisk energi

Støtten til forskning, utvikling og demonstrasjon av fornybar varme har vært forholdsvis lav over hele perioden, sammenlignet med de andre innsatsfeltene. Den har vært spesielt lavt – nesten ikke eksisterende – på geotermisk energi. Solar oppvarming fikk en viss støtte i de første 20 årene, mens bioenergi som er et viktig innsatsfelt i våre nordiske naboland måtte basere seg på svært lave budsjetter som har økt litt i de siste årene.

Figur 4.3: Norske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til fornybar termisk energi. 1980-2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Per i dag forvalter Enova SF en rekke tilskuddsordninger for energieffektiverende tiltak.

*Private husholdninger kan søke støtte om tilskudd for:*

- Pelletskamin
- Pelletskjele
- Væske/vann-varmepumpe
- Luft/vann-varmepumpe
- Sentralt varmestyringssystem
- Solfanger.

*Biogassproduksjon* er en tidsbegrenset tematisk satsning fra 2009 til 2011. Programmet er rettet mot registrerte foretak med leveranser av biogass til det norske energimarkedet. Satsningen retter seg inn mot aktører som ønsker å satse på industriell produksjon av biogass. Støtten gis som investeringsstøtte til bygging av anlegg for biogassproduksjon, samt distribusjon i sammenheng med produksjon. Prosjektet skal ha energimål (dvs. produksjon av biogass) på minimum 1 GWh (~100.000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>). Anlegg som omfattes er anlegg som produserer biogass fra biologisk avfall, energivækster eller skogvirke og som leverer gassen til eksterne kunder. Støttenivået vil være begrenset til hva som er nødvendig for å utløse investeringen, med maksimal støtteandel på 30 % av godkjente kostnader.

*Program for fjernvarme nyetablering* støtter aktører som ønsker å etablere ny infrastruktur for fjernvarme og tilhørende fornybar energiproduksjon. Fjernkjøling i tilknytning til fjernvarme kan også motta støtte under programmet. Både aktører fra energi- og avfallsbransjen er aktuelle søkere.

*Program for lokale energisentraler* gir støtte til aktører som ønsker konvertering til, eller etablering av, ny varmeproduksjon basert på fornybare energikilder. Programmet skal fremme økt installasjon av lokale energisentraler basert på fornybare energikilder som fast biobrensel, termisk solvarme eller varmepumpe. Det er rettet mot registrerte foretak som ønsker å konvertere til, eller etablere, fornybar bygningsoppvarming fra lokale energisentraler. Mulige bygg omfatter flerbolighus, næringsbygg, offentlige bygg, idrettsanlegg og industribygg, samt mindre sammenslutninger av slike.

*Kommuneprogram* gir støtte til utredning av mulige prosjekter for energieffektivisering og konvertering i kommunale bygg og anlegg og til utredning av mulige prosjekter for anlegg for nærvarme, fjernvarme og varmeproduksjon. Sommeren 2010 støttet kommuneprogrammet også utvikling av kommunale klima- og energiplan. Programmet består etter 1. juli 2010 av to delprogram: kartleggingsstøtte for energieffektiviserings- og konverteringstiltak i kommunale bygg og anlegg eller for varme og infrastruktur.

Forskjellige *program for byggevirksomhet* gir støtte til offentlige bygg og næringsbygg. Her støttes det både energitiltak for eksisterende bygg og anlegg, utredninger for passivhus og investeringsstøtte til fysiske tiltak for å oppnå passivhus eller lavenergibygg innenfor alle bygningskategorier.

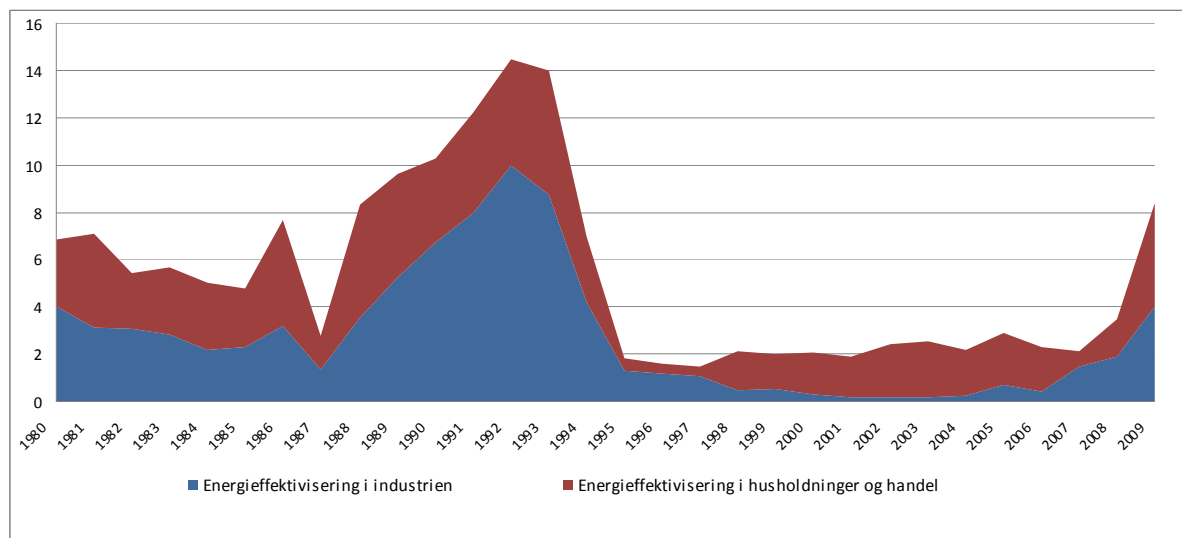
Innsatsgruppen for fornybar termisk energi påpeker at rammebetingelsene for utbygging av bioenergi ikke er tilstrekkelige for å kunne nå de ambisiøse målene som er nedfelt i Bioenergi-strategien. Det er behov for et kompetanseløft og en endring i energiprispolitikken som tar høyde for kostnadene som oppstår ved å utvikle fornybare energiresurser. I tilfelle grunn geotermisk energi og

varmepumpe- og kuldeteknologi trengs det i tillegg en styrket utdanning og opplæring og krav om offentlig sertifisering av fagpersonell er nevnt her.

### Energieffektivisering i industrien

Forskning på energieffektivisering i industrien hadde en viktig utvikling på 1980 og 1990-tallet, men etter 1995 har innsatsen blitt redusert og lå helt lavt helt til midten av 2000-tallet. Først de siste årene har det økt i noen grad, men er fortsatt langt lavere enn rundt 1992. Energieffektivisering i husholdninger og handel stagnerte også etter 1995, men har økt litt i de siste årene.

Figur 4.4: Norske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energieffektivisering. 1980-2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

EUs Energitjenestedirektiv fra 2006 stiller krav om at det skal utarbeides nasjonale handlingsplaner for energieffektivisering. Det er bestemt i Soria Moria II erklæringen at regjeringen skal lage en slik handlingsplan.

Næringslivet kan søke om investeringsstøtte fra Enova SF for å redusere energibruk. På grunnlag av søknader fra bedrifter kan det tilbys delvis finansiering for å utløse gjennomføringen av:

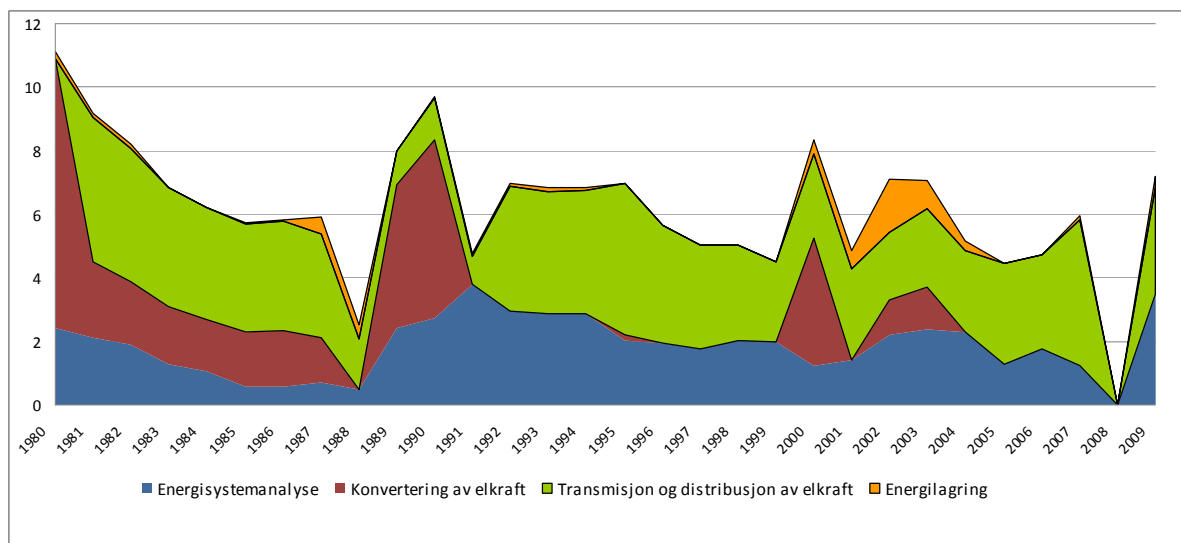
- energieffektive arbeidsopplegg, prosesser, prosessavsnitt
- energigjenvinning, utnyttelse av spillvarme
- konvertering til bruk av fornybare energikilder

Et prosjekt må ha et samlet energimål på minimum 0,5 GWh.

## Energisystem

Utviklingen av forskningsstøtte til energisystemer (Figur 4.5) viser store brudd slik som i 1988, 1991 eller sist i 2008 hvor det ikke ble rapportert noe på det feltet. Slik diskontinuerlig budsjettutvikling kan gjøre det vanskelig å bygge opp langvarig forskningskapasitet på feltet.

**Figur 4.5: Norske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energisystemer. 1980-2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)**

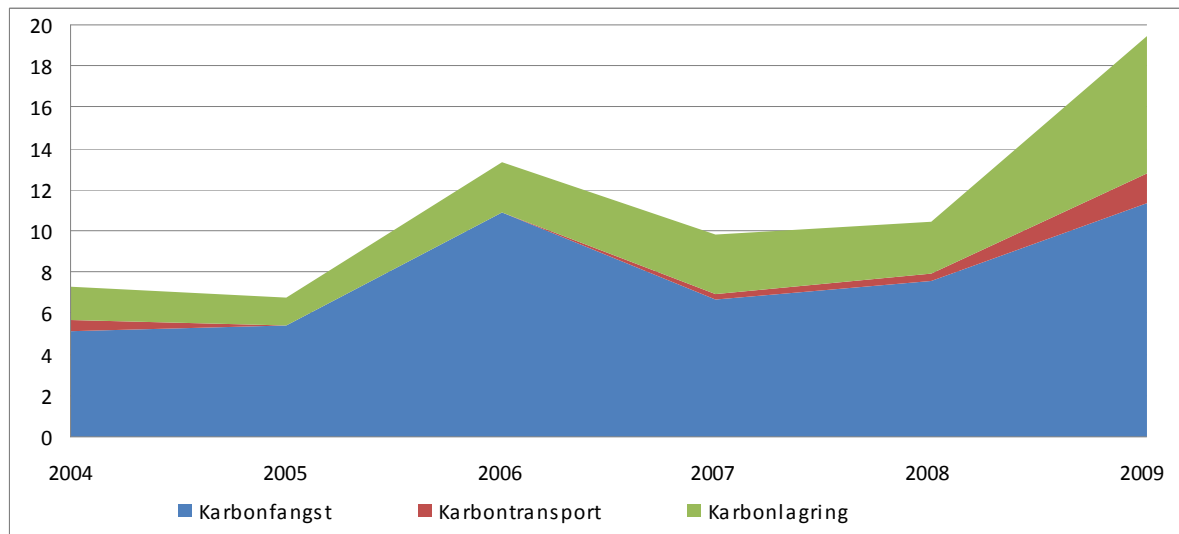


Kilde: OECD/IEA

## CO<sub>2</sub>-håndtering

Figur 4.6 viser en klar dominans av utgifter på fossil brensel i Norge, men etter 2004 har dette området også omfattet karbonhåndtering. Budsjettene til forskning, utvikling og demonstrasjon av karbonhåndtering utgjorde i 2009 hele 30 prosent av totalbudsjettet for fossil brensel. Budsjettene på karbonhåndtering skiller mellom karbonfangst, transport og lagring. Hovedvekt ligger på karbonfangst og i mindre omfang på karbonlagring. Transport av CO<sub>2</sub> er nesten ikke synlig i budsjettallene.

Figur 4.6: Norske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til karbonhåndtering, 1980-2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: I disse budsjettallene er ikke inkludert støtten til Testsentert Mongstad (TCM).

Norske rammevilkår og virkemidler for karbonhåndtering er preget av olje- og gassutvinning på norsk sokkel, rensing av gassbaserte kraftverk og i mye mindre grad enn andre land av nødvendigheten av å renses avgass fra kullbaserte kraftverk. Men også i Norge finnes det store punktutslipp i industrien som bør renses, for eksempel i sementindustrien.

En viktig rammebetingelse for utvikling av karbonhåndtering i Norge var innføringen av CO<sub>2</sub>-skatt i 1991. Det medførte at oljeindustrien, spesielt Statoil, begynte å se på muligheten for å anvende karbonlagring som en teknologisk løsning for å både kvitte seg med CO<sub>2</sub> på sikre lagringssteder på norsk sokkel og for å øke utvinning av olje og gass på norsk sokkel. Sleipner-prosjektet til Statoil som startet i 1995 med lagring av 1 million tonn årlig av CO<sub>2</sub> i Utsira-formasjonen er et av de få virkelig realiserte karbonhåndteringsprosjektene i hele verden. Senere kom også Statoils Snøhvit-prosjekt og In Salah i Algerie på plass. Norske aktører – både forskningsmiljøer og oljeindustrien – har deltatt aktivt i mange europeiske forskningsprosjekter for å utforske fangst- og lagringsteknologi. Målet for karbonhåndtering i Norge er ikke trivielt: det samlede utslipp fra norsk industri må ned fra 16-17 millioner tonn i året til rundt 11 millioner tonn.

Norsk offentlig støtte konsentrerte seg om støtte til utvikling av fangst- og lagringsteknologi. Utvikling av fangstteknologi er først og fremst knyttet til utvikling av miljøvennlig gasskraftteknologi. Her er programmer under Norges forskningsråd sentrale, slik som Klimatek-programmet med oppstart i 1997 og avsluttet i 2001. Etter 2001 lå miljøvennlig gasskraftteknologi under programmet Energi, miljø, bygg og anlegg (EMBa) og en kort periode under Renergi. Men i 2005 kom det et eget program, Gassnova og Forskningsrådets CLIMIT Program for miljøvennlig gasskraftteknologi. CLIMIT har et årlig forsknings- og utviklingsbudsjett på cirka 100 MNOK og et årlig demonstrasjonsbudsjett på 80 MNOK. I 2005 ble det opprettet et eget statlig forvaltningsorgan for karbonhåndtering for å forvalte demonstrasjonsbevilgninger. Gassnova. I 2007 ble dette organet omdannet til et statsforetak som er underlagt Olje- og energidepartementet. Gassnova har som formål å forvalte

statens interesser knyttet til CO<sub>2</sub>-håndtering og administrerer i samarbeid med Forskningsrådets CLIMIT-program. CLIMITs FoU-prosjekter dekker et bredt spekter av teknologier, men på demonstrasjonsprosjektene er fokus på etterforbrenning og transport og lagring av CO<sub>2</sub>.

I 2008 ble Gassnova statens utførende selskap ved utbygging og drift av anlegg og infrastruktur for planlagte karbonfangst og deponeringsløsninger på Kårstø og Mongstad. På Mongstad utvikles det i samarbeid mellom Gassnova, Statoil, Shell og Sasol et internasjonalt testsenter for testing og forbedring av CO<sub>2</sub>-fangstteknologi som etter planen starter opp i 2011. I den første fasen av testsenteret skal to teknologileverandører bygge sine testanlegg, Aker Clean Carbon med et aminbasert anlegg og Alstom med et anlegg basert på karbonattekologi. Hvert av de to anleggene er 40/100 del av et fullskalaanlegg. Det Norske Veritas (DNV) blir brukt til kvalifisering av ny fangstteknologi og skal følge Aker Clean Carbon til ferdigstilling av fullskalaanlegg. DNV deltar også i utvikling av internasjonale standarder på feltet.

I tillegg til utbyggingen av testsenteret kommer bygging av et fullskalapilotanlegg. Oppstarten for det skulle være 2014, men datoen ble utsatt av Regjeringen. Optimistiske anslag mener at pilotanlegget kan bli ferdig i 2018.

En viktig ny utvikling er at Gassnova/Climit har nå utvidet støtte til å dekke også karbonhåndtering i industrien. Det har ført til at det nå legges planer for å bygge et testsenter for håndtering industriutslipp ved Norcem/Heidelberg Cement (Brevik, 2010).

Et tredje testsenter for karbonhåndtering er under utvikling med CO<sub>2</sub>-laboratoriet i Longyearbyen på Svalbard. Universitetsstudiene på Svalbard ønsker å gjøre Longyearbyen til et utstillingsvindu for karbonfangst og lagring. Fordi bosettingen på Svalbard har et lukket energisystem der lokalprodusert kull brukes i Norges eneste kullkraftverk ville fangst og lagring av CO<sub>2</sub> fra kullkraftverket bli et viktig showcase som kan dekke hele verdikjeden for karbonhåndtering. Siden 2007 har man derfor undersøkt dyptliggende sandsteinformasjoner under permafrosten til lagringsformål. I 2010 startet testing av et lovende reservoar. I tillegg kommer det et feltlaboratorium for karbonlagring ved Svelvik i Buskerud. Det siste er et prosjekt som ledes av Sintef sammen med norsk og internasjonal industri og forskningsinstitusjoner.

Norges forskningsråd har i tillegg til FoU delen av CLIMIT-programmet også gitt støtte til to FMEer på karbonhåndtering, BIGCCS og SUCSESS. Begge disse samarbeider med industrien og deltar i aktivitetene til UNIS på Svalbard.

Den norske stat har gjennom Gassnova en operativ rolle for karbonhåndtering, men på sikt kan det diskuteres om staten er en naturlig eier av deler av verdikjeden, for eksempel av rørledningsinfrastruktur for transport, men ikke av fangstanleggene – fangstanleggene bør integreres i den industriell virksomhet i framtiden, f.eks. i forbindelse med sementproduksjon.

For en vellykket implementering av karbonhåndtering i Norge trengs det utvikling av et regulatorisk rammeverk for karbonhåndtering, som reguler blant annet:

- krav til CO<sub>2</sub>-utslipp per produsert kvantitet
- kvotepris for karbonutslipp - den må være mye høyere – 6-7 ganger – som i dag



- regelverk for lagringsteknologi
- regelverk for transport av CO<sub>2</sub>
- regelverk for sikker lagring av CO<sub>2</sub>

Regelverket må utvikles og implementeres både internasjonalt og nasjonalt. Det er ikke tilstrekkelig med en norsk løsning fordi det ville føre til dårligere rammevilkår for industri i Norge og ville medføre utflytting av norsk industri. Teknologiene for hele karbonhåndtering bør gjennomgå en kvalifiseringsprosess for å definere "best practice" og internasjonale standarder bør innføres. Det bidrar til teknologispredning også til utviklingsland og sikrer forsvarlig karbonhåndtering verden over.

Oljedirektoratet er en annen viktig norsk aktør for karbonhåndtering i Norge. Følgende opplysninger ble presentert av Oljedirektoratet under Kursdagene for karbonhåndtering i Trondheim, januar 2011 (Halland, 2010). Direktoratet skal gi råd og anbefalinger til Olje- og energidepartementet om følgende spørsmål knyttet til karbonlagring:

- Har vi nok kunnskap om CO<sub>2</sub> lagring?
- Hvor kan CO<sub>2</sub> lagres på norsk sokkel?
- Hvor mye CO<sub>2</sub> kan lagres?
- Hvem som skal få adgang til å lagre CO<sub>2</sub>?

Oljedirektoratet har tilgang til alle data på norsk kontinentalsokkel som samles inn gjennom olje- og gassutvinning. Det betyr et gunstige grunnlag for systematisk utredning av mulig lagringskapasitet. Samtidig kan man bygge på erfaringer fra tre lagringsprosjekter i regi av Statoil: Sleipner og Snøhvit i Norge og In Salah i Algerie.

Oljedirektoratet har viktige oppgaver i forhold til lagring av CO<sub>2</sub> på norsk sokkel:

- Finne sikre lagringsplasser og lage en oversikt for lagringskapasitet på norsk sokkel – det skal resultere i et atlas som forventes ferdigstilt i slutten av 2011.
- Lede arbeid med konseptet "One North Sea" – i samarbeid med britiske myndigheter (forklares nærmere nedenfor).
- Utvikle forskrifter og veiledninger for transport og lagring av CO<sub>2</sub>. EU har bebudet at et direktiv kommer til sommeren 2011. Lagringsdirektivet fra EU er vedtatt sentralt – man arbeider nå med å implementere dette i nasjonale lover og oforskrifter. Norge utvikler et eget direktiv som er orientert mot å organisere en konsesjonsprosess – direktivet er ut på interdepartemental høring og kan forventes å bli ferdig til sommeren 2011.
- Lede CO<sub>2</sub>-lagringsforum hvor universitetene i Oslo og Bergen, Sintef og Christian Michelsen Research samarbeider.
- Følge opp eksisterende lagringsprosjekter i Norge.

Oljedirektoratet samarbeider med myndighetene i Storbritannia om undersøkelse av CO<sub>2</sub>-lagringskapasitet i Nordsjøen i prosjektet "One North Sea". Prosjektet resulterte i en studie som ble fullført sommer 2010. Studien inneholder en gjennomgang av økonomiske, juridiske og politiske forhold knyttet til implementering av CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologi i Nordsjøregionen. Studien har blant annet sett på sammenhengen mellom lokalisering av utslippkilder og tilgjengelighet på potensielle lagringsreservoarer, og den peker på utfordringer og muligheter med tanke på å utvikle kjeden for

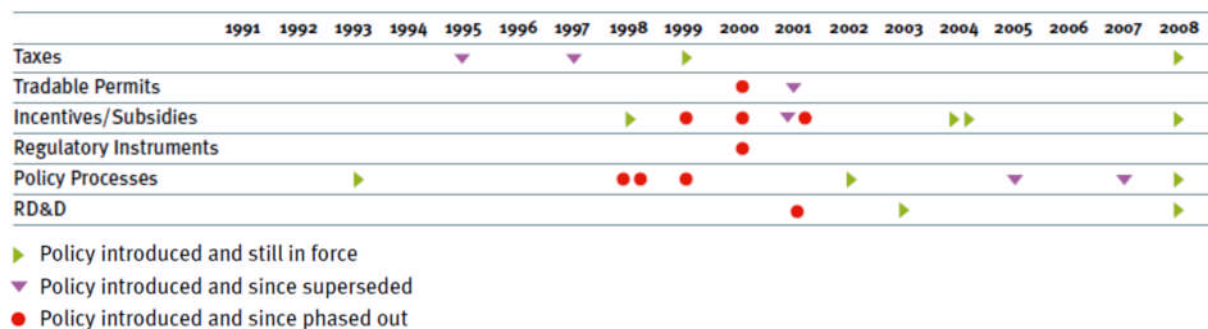
CO<sub>2</sub>-håndtering rundt Nordsjøbassenget i tiden som kommer (elementenergy, 2010). Studien er bestilt som innspill til arbeidet i North Sea Basin Task Force (NSBTF). NSBTF er det regionale CO<sub>2</sub>-håndteringssamarbeidet som ble etablert av Norge og Storbritannia i 2005, og som består av myndigheter og industri fra Norge, Storbritannia, Tyskland og Nederland. NSBTF har som formål å etablere felles prinsipper for regulering av transport og lagring av CO<sub>2</sub> i Nordsjøbassenget.

## 4.2. Nordisk sammenligning

De nordiske landene har innført en portefølje med forskjellige virkemidler for å utvikle fornybar energi og som gjenspeiler deres langsiktige energistrategier (Klitkou et al., 2010). Denne porteføljen viser store nasjonale forskjeller og har bidratt til en forskjellig utvikling i de nordiske landene som ikke bare kan forklares med forskjellig tilgang til naturlige ressurser (Klitkou et al., 2008c). Energisektoren i de nordiske landene har forandret seg meget i de siste ti årene på grunn av liberalisering av kraftmarkedet (Borup, Dannemand Andersen, Gregersen, & Nygaard Tanner, 2009). Tidligere forsyningsmonopoler ble delt opp og den nordiske kraftbørsen Nord-Pool iverksetter kjøp og salg av kraft over landegrensene.

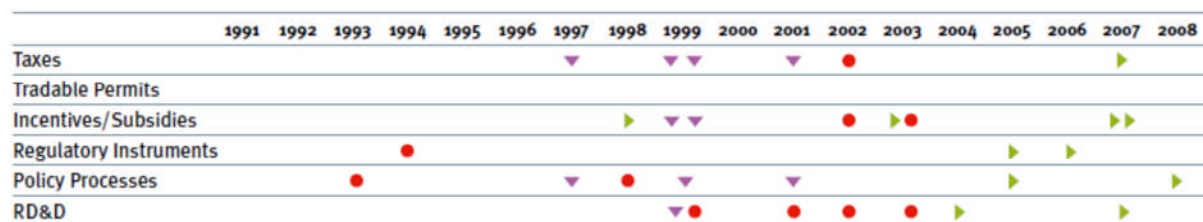
Det Internasjonale Energibyrådet (IEA) har en del data som tillater en sammenligning av de nordiske landene mht. miljøvennlig energi. Ved siden av en database for offentlige budsjetter for forskning, utvikling og demonstrasjon finnes det også en database over relevante politiske virkemidler for fornybar energi – Global Renewable Energy Policies and Measures database. I de kvantitative oversiktene (som vises nedenfor) for de nordiske landene er det bare brukt et utvalg av virkemiddeltypene: programmer for forskning, utvikling og demonstrasjon av ny teknologi på feltet, finansiell støtte til innføring av ny teknologi, skatter og avgifter, sertifikatordninger og politiske prosesser. Oversikten er hentet fra rapporten Nordic Energy Technology Scoreboard (Klitkou et al., 2010) og viser om og hva slags virkemidler som ble innført i de forskjellige årene. Fargen indikerer om de fortsatt er i bruk (grønn, med pilspiss til høyre), om de ble forandret (lilla, med pilspiss nedover) eller om de ble innstilt (rød sirkel).

Figur 4.7: Danmark - politiske virkemidler i IEAs database



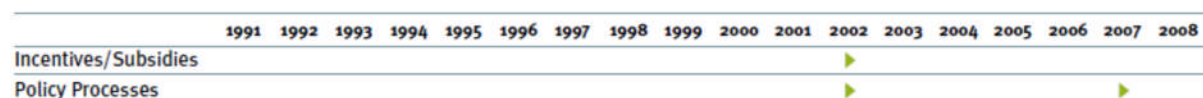
Kilde: OECD/IEA, Nordic Energy Technology Scoreboard (Klitkou et al., 2010)

Figur 4.8: Finland – politiske virkemidler i IEAs database



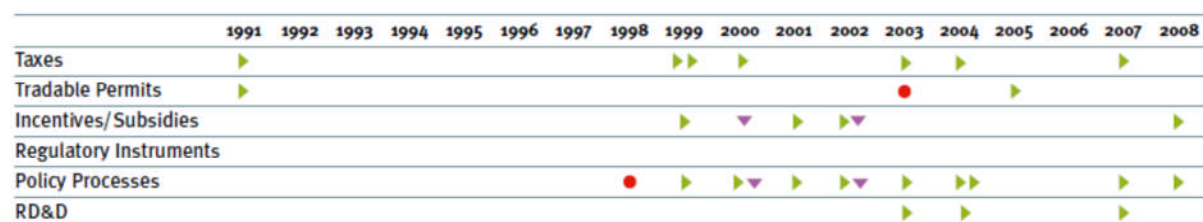
Kilde: OECD/IEA, Nordic Energy Technology Scoreboard (Klitkou et al., 2010)

Figur 4.9: Island – politiske virkemidler i IEAs database



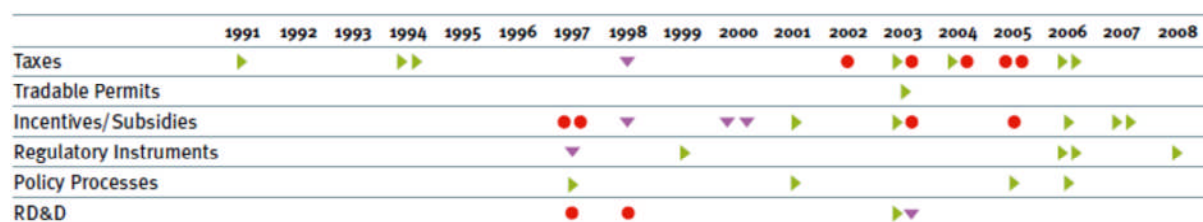
Kilde: OECD/IEA, Nordic Energy Technology Scoreboard (Klitkou et al., 2010)

Figur 4.10: Norge – politiske virkemidler i IEAs database



Kilde: OECD/IEA, Nordic Energy Technology Scoreboard (Klitkou et al., 2010)

Figur 4.11: Sverige – politiske virkemidler i IEAs database



Kilde: OECD/IEA, Nordic Energy Technology Scoreboard (Klitkou et al., 2010)

Danmark har et knippe virkemidler for å videreutvikle og kommersialisere miljøvennlig energiteknologi, slik som det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram, EUDP, Green Labs DK som er en ny tilskuddsordning til etablering av storskala testfasiliteter til demonstrasjon av nye klimateknologier, samt virkemidlene til det Strategiske Forskningsrådet, Programkomiteen for Bæredygtig Energi og Miljø. Etter 2010 er det også blitt introdusert et nytt virkemiddel i samarbeid mellom Danmarks Strategiske Forskningsråd og Rådet for Teknologi og Innovation: strategiske plattformer for innovasjon og forskning (SPIR), en av de to bevilgete plattformene som har fokus på

utvikling av smart-grid løsninger. Bevilgingene til SPIR-plattformene vil ha en varighet på 5–7 år og Smart-grid SPIR har et totalt budsjett på 120 millioner danske kroner hvorav halvparten er offentlig støtte. I tillegg finnes det også tre PSO-programmer som administreres av Energinet.dk:

- ForskEL-programmet: støtte utvikling og innpasning af miljøvennlige kraftproduksjonsteknologier med nett-tilslutning
- ForskVE-programmet: støtte til prosjekter til mindre fornybare energiteknologier, i denne sammenheng definert som: solceller, bølgekraft og biomasseforgasning
- ForskNG-programmet: støtte til forskning, utvikling og demonstrasjon av biogasteknologier og deres samspill med gassnettet

Dansk Energi gir hvert år 25 millioner danske kroner til Elforsk-programmet: i de seneste 9 år ble det bevilget 210 millioner danske kroner til FoU-prosjekter innenfor effektiv energianvendelse. Følgende områder ble prioritert: bygninger, ventilasjon, belysning, kjøling, effekt- og styringselektronikk, industrielle prosesser, adferd, barrierer og virkemidler.

I Sverige har man hatt siden 1991 CO<sub>2</sub>-avgifter. Andre viktige virkemidler var og er handel med klimakvoter, grønne sertifikater, skattelettelse for biodrivstoff til transport, informasjon og utdanning, utfasing av spesielle støttemekanismer og støtte til innovasjon og forskning, utvikling og demonstrasjon (Guldbrand, 2008). Energimyndigheten har hovedansvar for støtte til forskning, utvikling og demonstrasjon av miljøvennlig energiteknologi. Energiforskningen har følgende hovedprioriteringer: bygningen som et energisystem, transportsektor, drivstoffbaserte energisystem, energiintensiv industri, kraftsystemer, energisystemstudier (Guldbrand, 2008).

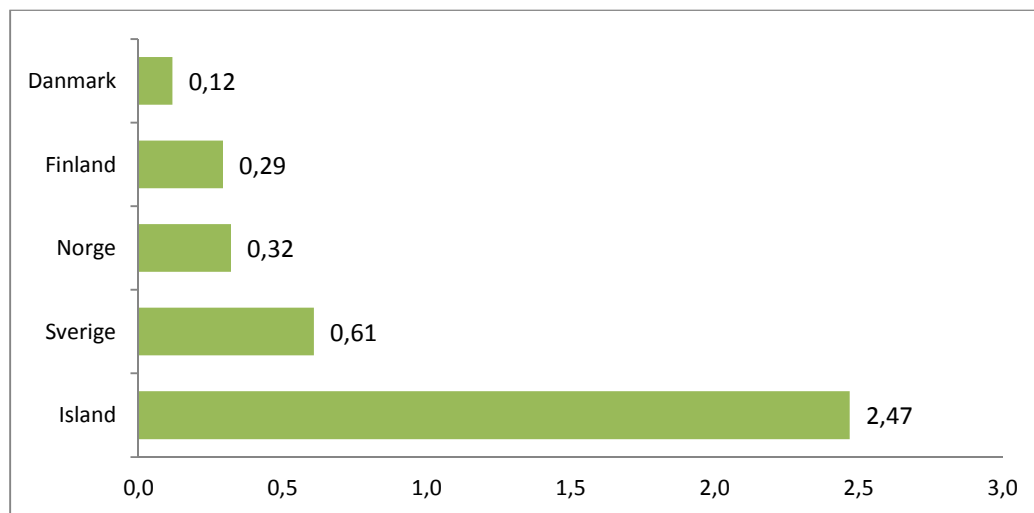
Den Europeiske Unionen har formulert tre klima- og energimål for 2020 som de nordiske landene prøver å oppnå:

1. reduksjon av klimagassutslipp med minst 20 prosent sammenlignet med 1990
2. 20 prosent av energibruk skal dekkes av fornybare energiresurser
3. energiforbruk skal minske med 20 prosent basert på forbedret energieffektivitet.

Politiske virkemidler i de nordiske landene må adressere hvert av disse målene på tvers av energisystemene og i alle sektorene men de må også prøve å frembringe synergieffekter (Ryden, 2010, s. 35f.).

Tilgang til FoU-personell for energibransjen i de nordiske landene er forholdsvis lav om følgende figur viser.

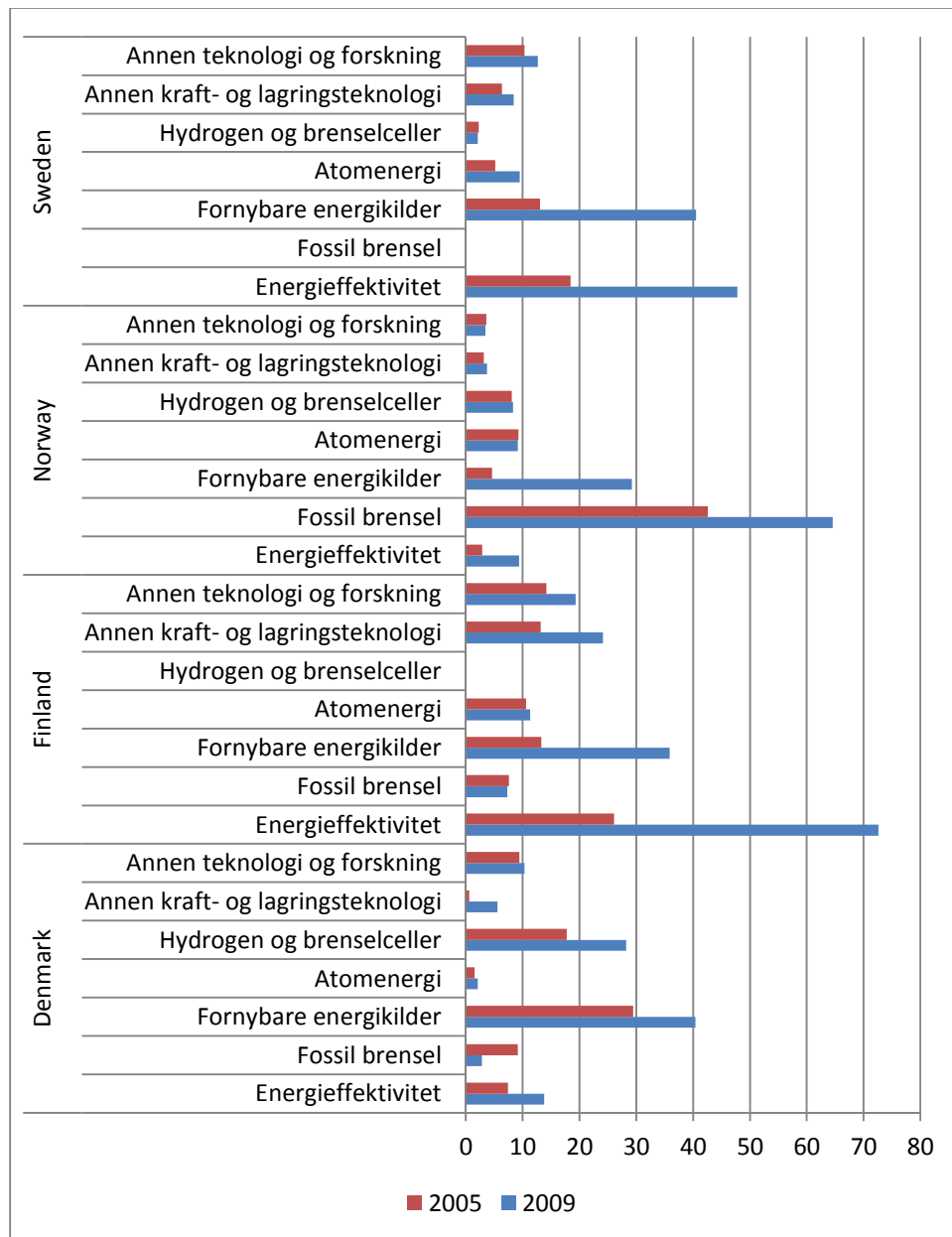
Figur 4.12: Tilgang til FoU-personell i bransjen elektrisitet, gass og vannforsyning målt som andel av all FoU-personell. 2007



Kilde: Eurostat

I figur 4.13 er de offentlige budsjettene på forskning, utvikling og demonstrasjon av energiteknologi i de nordiske landene sammenstilt. Island er ikke inkludert fordi figuren baserer seg på data fra det Internasjonale Energibyrådet (IEA). Det brukes to tidspunkter: 2005 og 2009. Bare Norge og Sverige har rapportert helt til 2009. Sammenligning viser at Norge ligger lavest på fornybare energikilder til tross for en mangedobling siden 2005. Enda større er forskjellen på energieffektivisering: her er Norge også lavest, mens Finland og Sverige bruker mange ganger mer budsjettmidler på det feltet. Nedenfor skal de nordiske landene sammenlignes mht. tema som er aktuelle for de enkelte Innsatsgruppene i Energi 21.

Figur 4.13: Nordiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energiformål. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



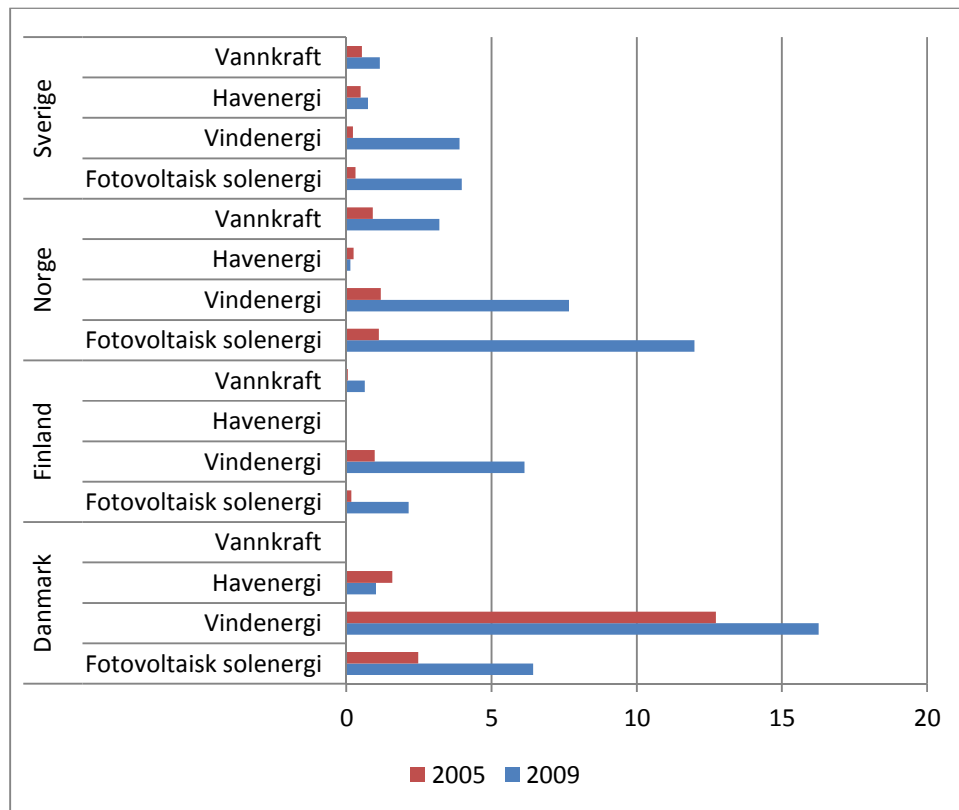
Kilde: OECD/IEA

Note: For Danmarks tilfelle finnes det bare data for 2007 og ikke for 2009 og for Finland finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009.

### Fornybar kraft

De offentlige budsjettene for forskning, utvikling og demonstrasjon for fornybar kraft i de nordiske landene har økt kraftig, slik figure 4.14 viser. Økningen er spesielt høyt på fotovoltaisk solenergi og vindenergi, mens havenergi stagnerer og innsats for vannkraft stiger først og fremst i Norge.

Figur 4.14: Nordiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til fornybar kraft. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: For Danmarks tilfelle finnes det bare data for 2007 og ikke for 2009 og for Finland finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009.

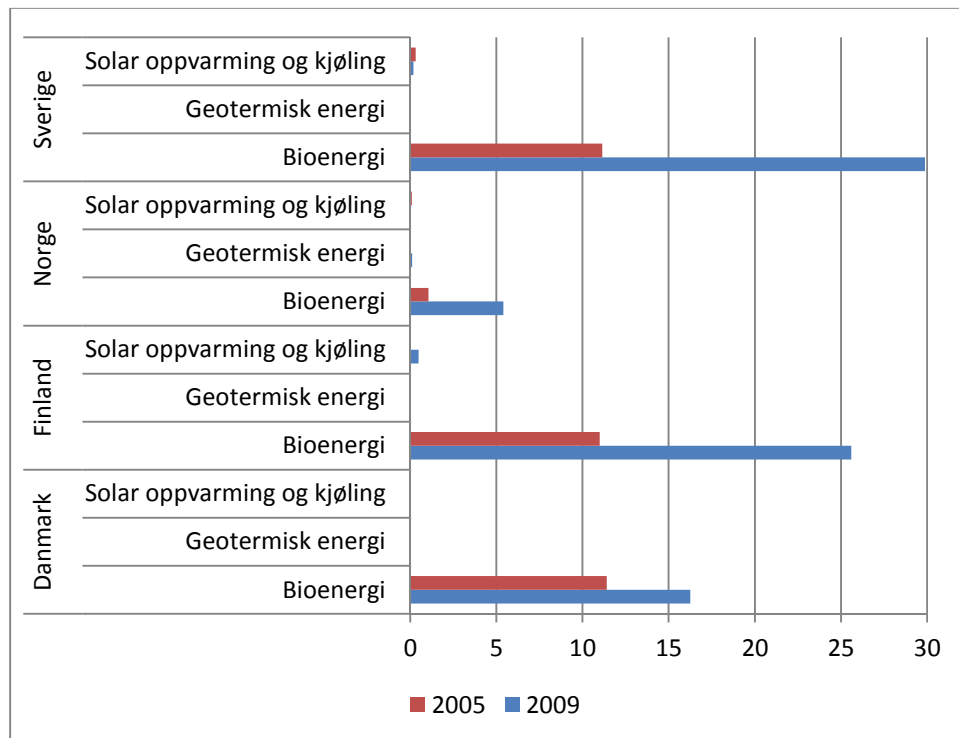
For Sverige er utvikling av *grønne sertifikater* fremtredende. Ordningen ble innført i 2003 og erstattet en rekke virkemidler som ble innført etter 1990 for å støtte opp under utbygging av fornybar kraft, slik som offentlige støtteordninger, investeringsprogrammer og låneordninger (Guldbrand, 2008; Voogt et al., 2007). Grønne sertifikater er utstett av Svenska Kraftnät, som også er ansvarlig for å opprette og vedlikeholde et register over sertifikatene, samt analysere sertifikatmarkedet. Energimyndigheten overvåker prosessen. Effekten av grønne sertifikat-ordningen er likevel omdiskutert (Bergek & Jacobsson, 2010; Kildegaard, 2008). For en diskusjon av grønne sertifikater se til starten av kapittel 4.

I Danmark har man brukt siden 1993 *faste innmatingstariffer* som et vesentlig virkemiddel for å fremme utbygging av vindkraft (Lipp, 2007). I tillegg kom investeringsstøtte, skattelettelse for små vindkraftprodusenter (maksimum 7000 kWh), støtte til desentraliserte energikontor og netto måling av fornybar kraft fra små produsenter og anbudsrunder for konsesjoner til store offshore vindparker. Danmark har innført hvite sertifikater for energieffektiviseringstiltak hos sluttbrukerne og i nettet.

### Fornybar termisk energi

De offentlige budsjettene for forskning, utvikling og demonstrasjon for fornybar termisk energi i de nordiske landene viser en stor satsning i våre nordiske naboland, mens den norske satsningen fortøner seg forholdsvis sparsommelig, selv om den har økt kraftig i de siste fem årene. Økningen er spesielt høyt på fotovoltaisk solenergi og vindenergi, mens havenergi stagnerer og innsats for vannkraft stiger først og fremst i Norge.

Figur 4.15: Nordiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til fornybar termisk energi. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

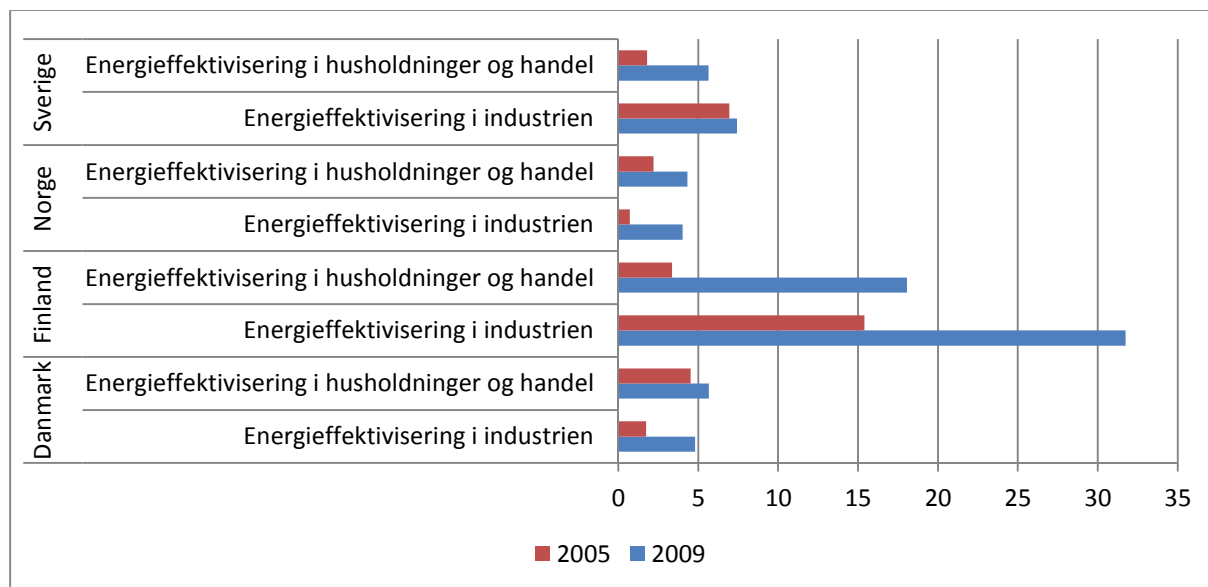
Note: For Danmarks tilfelle finnes det bare data for 2007 og ikke for 2009 og for Finland finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009.

### Energieffektivisering i industrien

Sammenligningen av de offentlige budsjettene for forskning, utvikling og demonstrasjon for energieffektivisering i industri, husholdninger og handel i de nordiske landene viser stor satsning, spesielt i Finland.



Figur 4.16: Nordiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energieffektivisering i industri, husholdninger og handel. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



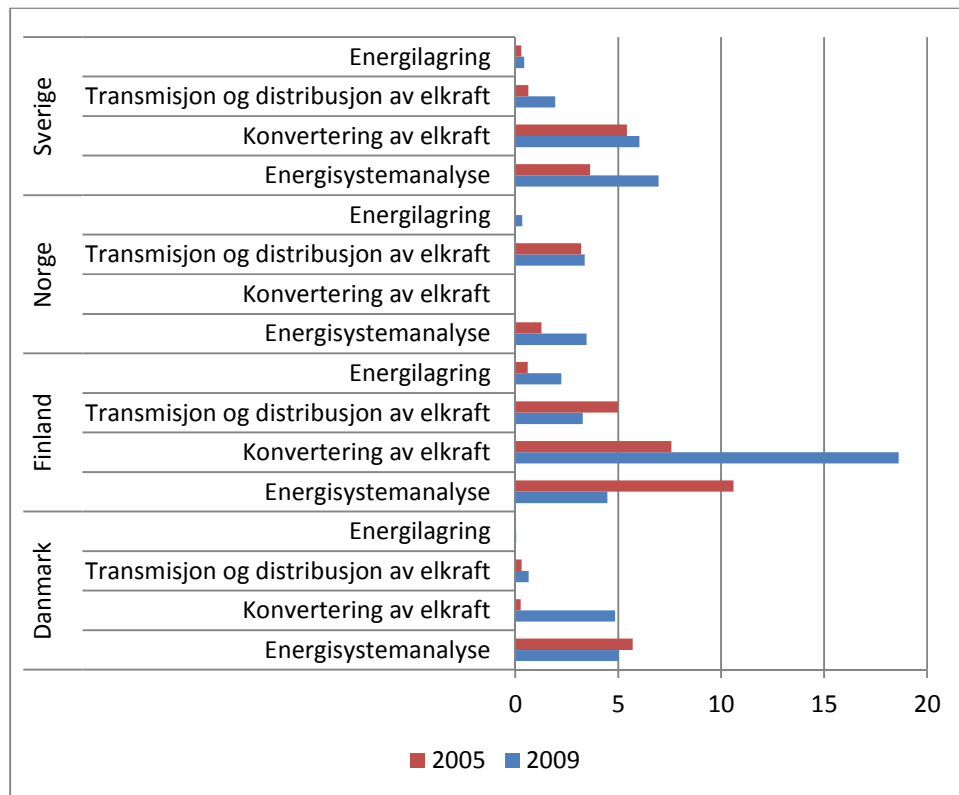
Kilde: OECD/IEA

Note: For Danmarks tilfelle finnes det bare data for 2007 og ikke for 2009 og for Finland finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009.

### Energisystemer

Følgende figur viser en sammenligning av de offentlige budsjettene for forskning, utvikling og demonstrasjon for energisystemer i de nordiske landene. Også her kan man se en stor satsning i Finland, spesielt på konvertering av elkraft, mens satsningen på selve systemanalysen har gått noe tilbake.

Figur 4.17: Nordiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energisystemer. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: For Danmarks tilfelle finnes det bare data for 2007 og ikke for 2009 og for Finland finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009.

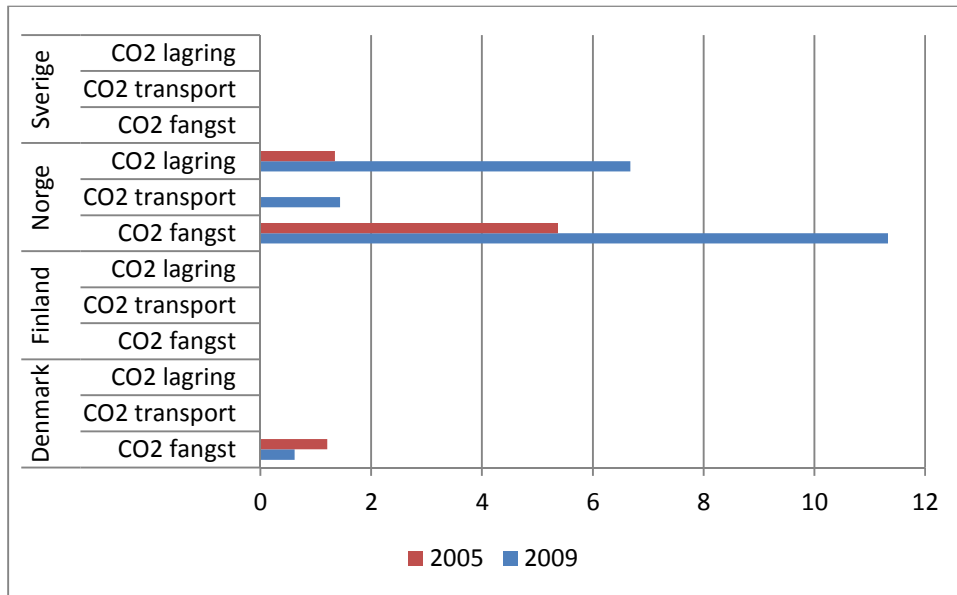
## CCS

Figur 4.18 viser en sammenligning av de offentlige budsjettene for forskning, utvikling og demonstrasjon for karbonhåndtering i de nordiske landene.

Det er lite FoU-aktivitet på CCS-feltet i de nordiske landene utenom Norge. Unntakene er aktivitetene til Vattenfall, men de konsentrerer seg i Vattenfalls brunkullbaserte kraftverk i Tyskland. Et planlagt samarbeid i rammen av Testsenter Mongstad ble ikke realisert. Det samme er tilfelle for danske DONG Energy. Her kom finanskrisen i veien for et videre engasjement på TCM. Når det gjelder Danmark bør det nevnes at de har CASTOR-anlegget, som er verdens største pilotanlegg for karbonfangst i et kullbasert kraftverk (Klitkou, Pedersen, Scordato, & Mariussen, 2008b). Men karbonhåndtering inngår i de teknologistrategier som ble utviklet for det danske Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram, EUDP.

Både Danmark og Sverige har CO<sub>2</sub>-avgifter siden 1990-tallet, men fordi Sverige ikke har noen olje- og gassutvinning og dansk petroleumsvirksomhet er mye mindre enn i Norge, har driverne for karbonhåndtering i Norge ingen eller bare liten betydning i Sverige og Danmark. Tilsvarende gjelder også for Finland.

Figur 4.18: Nordiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til karbonhåndtering, 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: For Danmarks tilfelle finnes det bare data for 2007 og ikke for 2009 og for Finland finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009. I budsjettallene for Norge er ikke inkludert støtten til Testsenter Mongstad (TCM).

I det siste er det blitt utviklet en ny tilnærming med CCS i biokraftverk for å utvikle karbon-negativ kraftproduksjon (Bysveen, 2010). Det er særlig relevant for Sverige og Finland. Men per i dag virker et mangel på europeisk og nasjonalt rammeverk som en barriere for implementering av karbon negativ bio-CCS. Per i dag gis det ikke belønning for karbon negativ kraftproduksjon i Europa, og det mangler et kvoteregime for det - og det trengs incentiver for å investere i bio CCS. Det må også komme på plass en finansiering for et demonstrasjonsanlegg.

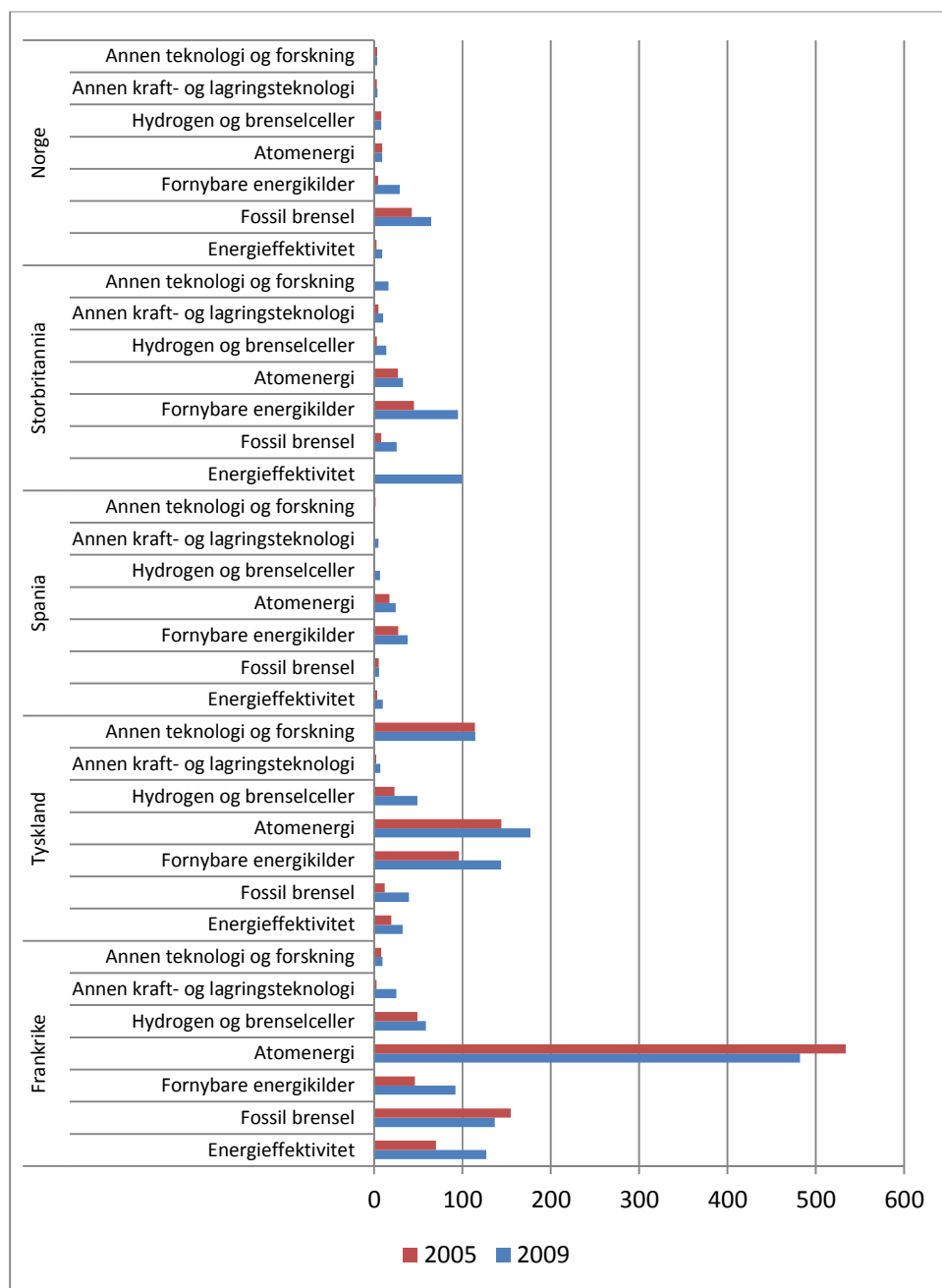
Nordisk samarbeid i regi av Nordisk Råd på karbonhåndtering er kommet på dagsorden med Toppforskningsinitiativet (TFI)<sup>5</sup> som har karbonfangst og lagring som et av seks delprogrammenene. Her er flere aktiviteter på gang. Det siste er en utlysning for et brukerstyrt kompetansesenter for karbonhåndtering. TFIs delprogram for karbonhåndtering ledes av Marit Larsen, lederen av norske Tel-Tek.

<sup>5</sup> Jfr. [www.toppforskningsinitiativet.org](http://www.toppforskningsinitiativet.org) for mer informasjon.

### 4.3. Internasjonal sammenligning

Vår internasjonale sammenligning av norsk innsats på energifeltet konsentrerer seg på de europeiske landene som er potensielle handelspartnere for energi og energiteknologi. Igjen har vi brukt to tidspunkter: 2005 og 2009. For Frankrike finnes det bare tall for 2008, som blir brukt istedenfor 2009. Verdier for Nederland ble ikke tatt med fordi det foreligger bare budsjettall for 2006 etter 2005.

**Figur 4.19: Europeiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energiformål. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)**



Kilde: OECD/IEA

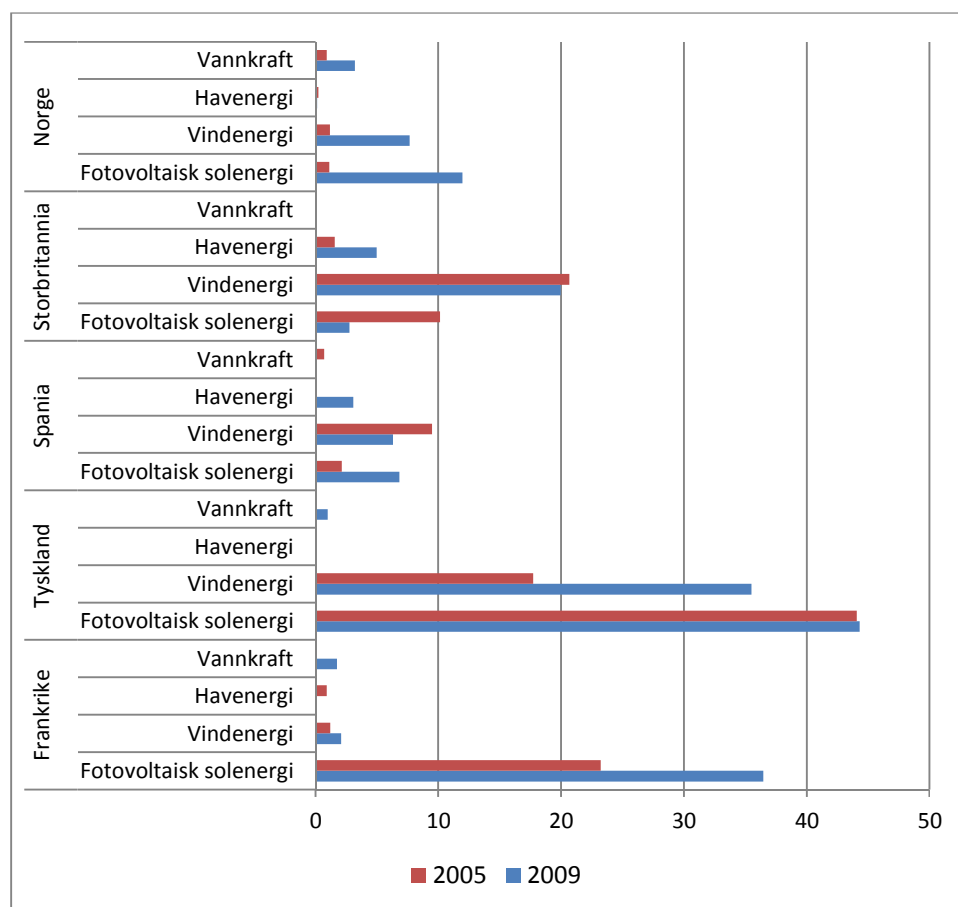
Note: For Frankrikes tilfelle finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009.

Det kunne også være interessant å ha med Japan og USA i sammenligningen. For Kina foreligger ikke noen statistikk fordi Kina ikke er et medlem av IEA. USA hadde en veldig stor satsning i 2009 på grunn av American Recovery and Reinvestment Act i 2009. Denne store satsning vil ikke vare utover 2009, dvs. tallene for 2010 vil bli mye lavere enn for 2009. Hvis man ser på de totale offentlige budsjettene for energiformål så har de økt for USA fra 2.614 millioner euro i 2005 til 3.198 millioner euro i 2008 og 8.467 millioner euro i 2009. For Japan ser vi en nedgang fra 3.183 millioner euro i 2005 til 2.908 millioner euro i 2009. Canada og Korea har økt sin innsats med over 50 prosent i perioden.

### Fornybar kraft

Sammenligningen av de utvalgte europeiske land med Norges offentlig finansierte FoU-innsats på fornybar kraft viser en spesiell stor satsning for fotovoltaisk solenergi i Tyskland og Frankrike og en stor satsning på vindenergi i Tyskland og Storbritannia. Vannkraft og havenergi er ikke prioritert. Fordi de nyeste tallene for Storbritannia mangler kan det bare analyseres på begrenset datamateriale, men det samsvarer og har likhet mht. vindkraftutbygging i Tyskland og planer for offshore vind i Storbritannia.

Figur 4.20: Europeiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til fornybar kraft. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: For Frankrikes tilfelle finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009 og for Storbritannia finnes det ikke noen nyere verdier enn 2006 for fotovoltaisk energi og 2007 for de tre andre teknologier.

### *EUs direktiver*

Når det gjelder fornybar kraft kan man skille mellom fire typer støttemekanismer: de er basert på enten pris, kvantitet, skatt eller andre mål. Tabell 4.1 gir oversikt over virkemidler som brukes i forskjellige land. Utvalget av land i tabellen er ikke fullstendig, men gir en god indikasjon.

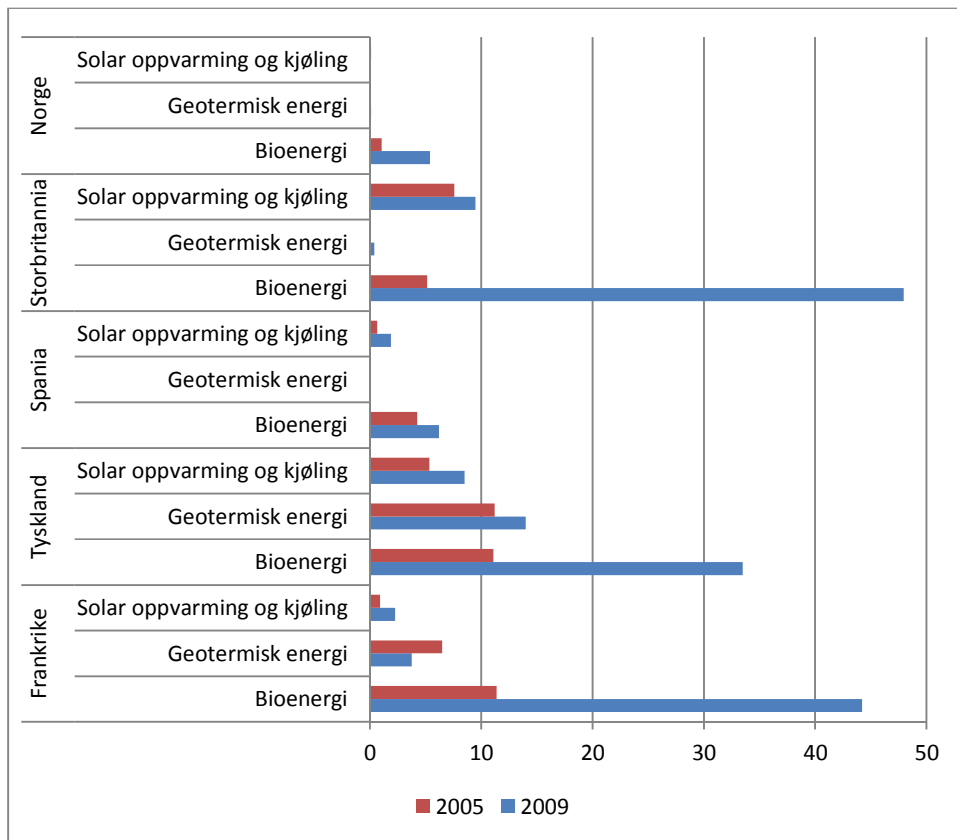
**Tabell 4.1: Støttemekanismer for elektrisitet basert på fornybar energi. Kilde: IEA (2010, table 10.3) og EuroWhiteCert (Voogt et al., 2007)**

	Type virkemiddel	Eksempler for land som anvender slike virkemidler
Prisbasert	Feed-in tariff	Fleste EU-land, noen stater og byer i USA, Japan (bare for husholdninger), Sør-Afrika, Brasil, noen provinser i Australia, noen stater i India
	Premier	Danmark, Spania tilbyr mulighet å velge mellom feed-in tariff og premier
Kvantitetsbasert	Grønne sertifikater	USA (delstatene), Belgia, Nederland, Polen, Østerrike, Storbritannia, Italia, Sverige, Japan, India, Australia
	Kvoter, portefølje standarder	EU, USA (flere enn halvparten av delstatene og Washington DC), China, Japan, India, Australia, Sør-Afrika, Brasil
Basert på skatt	Skatteordninger	EU, USA, Kina, Japan, India, Australia, Sør-Afrika, Brasil
	Investeringsordninger	EU, USA, Kina, Japan, India, Australia, Sør-Afrika, Brasil
Andre	Lån	EU, USA, Brasil, Canada, Korea
	Klimakvoter	Kina, India, Mexico

### *Fornybar termisk energi*

Sammenligningen for fornybar termisk energi viser en spesiell stor satsning for bioenergi i Storbritannia, Frankrike og Tyskland og en viss satsning på geotermisk energi i Tyskland.

Figur 4.21: Europeiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til fornybar termisk energi. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: For Frankrikes tilfelle finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009 og for Storbritannia finnes det ikke noen nyere verdier enn 2006 for solar oppvarming og 2007 for de to andre teknologiene.

Det finnes en rekke av politiske virkemidler for å støtte opp under energieffektivisering i husholdninger. For Nederland er det blitt rapportert blant annet om standarder for energieffektivitet, rådgivning for energieffektivisering, handlingsplaner for miljø og energiskatteordninger (Oikonomou, Rietbergen, & Patel, 2006).

“Italia, Frankrike, Danmark og Storbritannia er de land i Europa som har kommet lengst mht. å utvikle hvite sertifikatmarked. De har til dels valgt svært ulike tilnæringsmåte mht. hvem som har forpliktelsen og hvordan løsningen er organisert. Tabellen nedenfor gir en oppsummering av viktige momenter i de land som har innført en slik ordning” (Econ, 2010, s. 1f.). Ifølge Econ-rapporten “er det viktig at ordningen er effektiv og sikrer at de billigste tiltakene tas først; uansett valg av modell og finansieringsform, er det kundene som til syvende og sist betaler for energieffektiviseringstiltakene” (Econ, 2010, s. 2). Andre land som også har noen erfaringer med hvite sertifikater er Nederland (startet i 2007) og Belgia (Voogt et al., 2007).

Tabell 4.2: Oppsummering av ulike lands ordninger med hvite sertifikater (Econ, 2010, s. 2)

Egenskap \ land	UK	Frankrike	Italia	Danmark
Mål	CO <sub>2</sub>	kWh	Toe	PJ
Sektorer	Husholdninger	Ikke ETS-sektorer	Alle sluttbrukere	Sluttbrukere utenom transport, samt eget nett
Forpliktet	Energi-leverandørene	Energi-leverandørene*	Nettselskapene	Nettselskapene**
Viktigste gjennomførere	Energi-leverandørene	Energi-leverandørene	Energitjenesteselskaper	Energitjenesteselskaper
Finansiering	Strømpris	Strømpris	Egen avgift på Net tariffen	Net tariffen
Hvem kan handle sertifikater	Kun energi-leverandørene	Energi-leverandørene, visse sluttbrukere og offentlig sektor	Alle	Kun nettselskapene
Handelsløsning	Bilateralt	Bilateralt, til dels tilrettelagt	Bilateralt og børs	Bilateralt

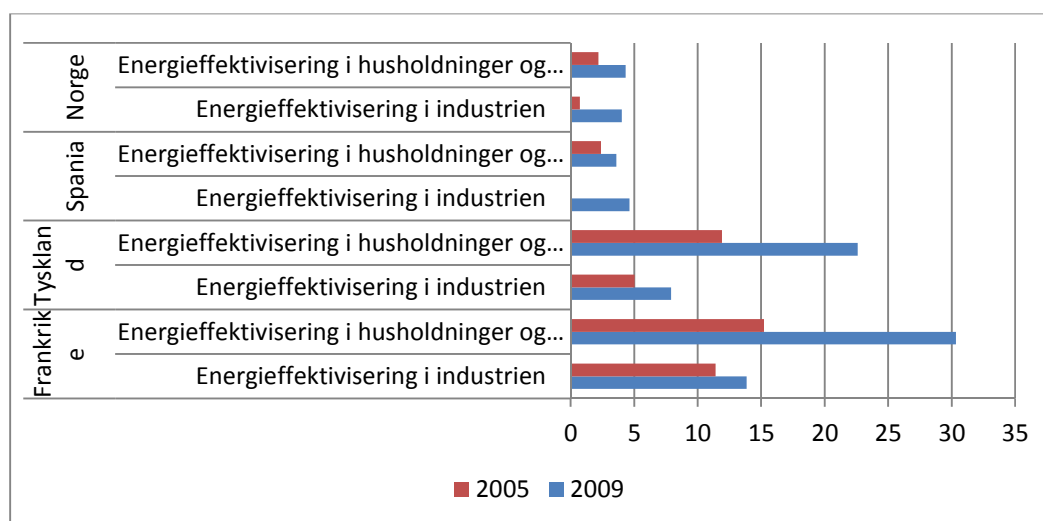
\* I tillegg fjernvarmeselskaper, oljeleverandører og LPG-leverandører

\*\* I tillegg fjernvarmeselskaper og oljeleverandører

### Energieffektivisering i industrien

En sammenligning av offentlige budsjettall viser at energieffektivisering i industri, husholdninger og handel er blitt et prioritert område i Tyskland og Frankrike.

Figur 4.22: Europeiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energieffektivisering. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



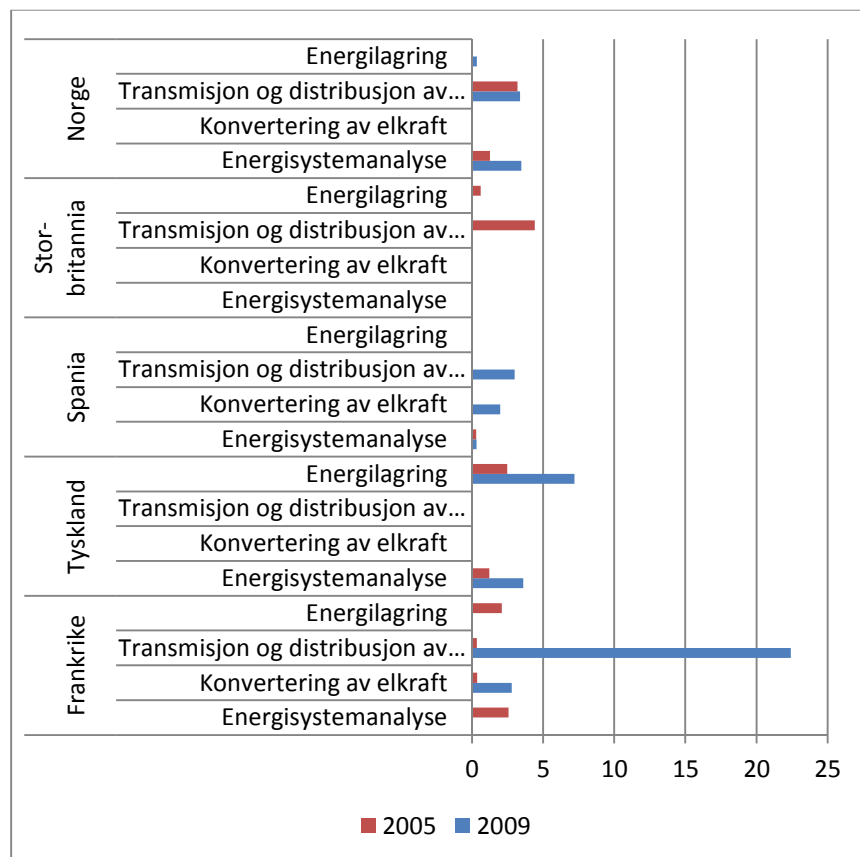
Kilde: OECD/IEA

Note: For Frankrikes tilfelle finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009 og for Storbritannia finnes det ikke noen verdier og det ble derfor utelatt.



## Energisystemer

Figur 4.23: Europeiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til energisystemer. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

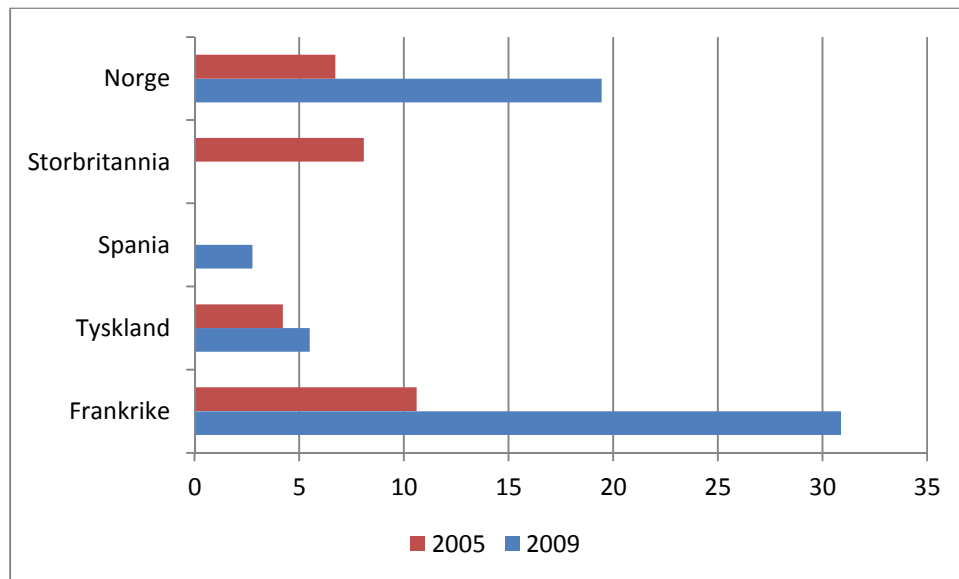
Note: For Frankrikes tilfelle finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009 og for Storbritannia finnes det ikke noen nyere verdier enn 2005.

Energisystemanalyse ser ikke ut til å være et stort satsningsfelt i de store europeiske landene som sammenligningen av offentlige budsjettall viser, se figur 4.23.

## CCS

En sammenligning av de totale budsjettene for karbonhåndtering for utvalgte europeiske land viser at Norge har i denne sammenligningen den neststørste offentlige innsatsen. Fordi nyere budsjettall for Storbritannia mangler, må denne konklusjonen tas med forbehold. I følge en rapport fra Carbon Sequestration Leadership Forum har Frankrike opprettet en CCS demonstrasjonsfond (Carbon Sequestration Leadership Forum, 2010). Fondet har gitt støtte til fire prosjekter i 2010 for totalt 45 millioner euro. Disse aktivitetene er koblet med sterke FoU-programmer som har miljøvennlig energi som formål. For Storbritannia blir det rapportert en rekke aktiviteter for 2009 –for prosjektene som støttes av Technology Strategy Board og Storbritannias Department for Energy and Climate Change blir det rapportert ca. 17,7 millioner euro i 2009. I tillegg kommer støtte via forskningsrådet.

Figur 4.24: Europeiske offentlige forsknings-, utviklings- og demonstrasjonsbudsjetter til karbonhåndtering. 2005 og 2009. I millioner euro (2009 priser og kurs)



Kilde: OECD/IEA

Note: For Frankrikes tilfelle finnes det bare data for 2008 og ikke for 2009, for Storbritannia finnes det ikke noen nyere verdier enn 2005 og for Spania ble ikke noen verdi rapportert for 2005. I de norske budsjettallene er ikke inkludert støtten til Testsenters Mongstad (TCM).

Følgende avsnitt er i store trekk basert på material presentert ved Kursdagene om karbonhåndtering (Frisvold, 2010) og supplerende informasjon fra EU kommisjonen. I den europeiske SET-planen som har som mål å redusere utslipp av CO<sub>2</sub> med 80-95 prosent innen 2050 er karbonhåndtering inkludert.

I 2008 vedtok EU kommisjonen en bindende avtale for å implementere 20-20-20 målene. Klima- og energipakken ble vedtatt i Europaparlamentet i 2008 og ble juridisk bindende i juni 2009. Denne pakken inneholder fire kjerneelementer:

- En revisjon og forsterkning av kvotehandelssystemet.
- Bindende forpliktelser av medlemslandene for å redusere utslipp fra sektorene som ikke er dekket av kvotehandelssystemet skal bidra til at i gjennomsnitt utslippene fra disse sektorene reduseres med 10 prosent sammenlignet med 2005-nivået.
- Bindende forpliktelser av medlemslandene for å øke andelen av fornybar energiproduksjon til en gjennomsnittlig andel på 20 prosent.
- Utvikling av et regulatorisk rammeverk for utvikling av sikker karbonhåndtering. For 2015 er det planlagt å sette opp en rekke demonstrasjonsprosjekter for å teste teknologien, og man har som mål å bygge kommersielle anlegg i 2010. Reviderte retningslinjer for statsstøtte til miljøformål muliggjør at regjeringer kan gi finansiell støtte til slike pilotprosjekter.

EU Kommisjonens nye kvotehandelsdirektiv skal gjelde fra 2013. Det innebærer at fra januar 2013 må alle el-produsenter kjøpe utslippskvoter, og kvoteprisen øker fra 12 € i dag til 30-45 € per tonn CO<sub>2</sub>. Direktivet skiller mellom energiintensiv industri og annen industri som medfører en gradvis innføring av kvoter. I tillegg blir det lagt på en slags klimaskatt på import av varer fra land som ikke driver med klimakvoter.

Studien for "One North Sea" (elementenergy, 2010) fremhever en rekke europeiske aktiviteter på CCS-feltet:

- I 2009 ble det vedtatt en CCS direktive som la grunn for juridisk rammeverk for undersøkelser rundt geologisk CO<sub>2</sub> lagring.
- Støtte til seks store CCS-demonstrasjonsanlegg delvis finansiert av European Energy Programme for Recovery.
- Beslutningen å gi støtte for opp til tolv store CCS demonstrasjonsanlegg ved å bruke 300 millioner CO<sub>2</sub> kvoter fra New Entrants Reserve.
- Inkludering av CCS i den neste fasen av Kvotehandelsavtalen.
- Støtte til forsknings-, utviklings- og kommunikasjonsaktiviteter, som for eksempel gjennom EUs rammeprogram.

EU-direktivet om geologisk lagring av CO<sub>2</sub> er viktig fordi den setter krav til renheten av CO<sub>2</sub>, definerer finansielt ansvar for lagring for operatør til myndighetene, regulerer nødvendige inspeksjoner og den regulerer adgang for tredjepart til transport og lagring av CO<sub>2</sub>.

De seks planlagte demonstrasjonsanlegg skal dekke forskjellige kilder, fangstmetoder, transportmoduler og lagringsalternativer. De skal demonstrere mulighetene for CCS i 2015 for å lære mot 2020. Følgende demonstrasjonsprosjekter er vedtatt:

- Compostilla, Spania
- Porto Tolle, Italia
- Rotterdam, Nederland
- Hatfield, Storbritannia (utsatt)
- Belchatow, Polen
- Jämschwalde, Tyskland

For å finansiere prosjekter i EU-medlemslandene for fornybar energi og karbonhåndtering har EU kommisjonen og den Europeiske Investeringsbanken inngått en avtale - *NER300* – for å kunne bruke inntektene til 300 millioner klimakvoter (dvs. 1 kvote gir rett til å slippe ut 1 tonn CO<sub>2</sub>) i det nye klimakvotehandelsystemet til slike prosjekter. Maksimal 15 prosent av inntektene kan bli brukt til CCS-prosjekter. *NER300* vil finansiere to runder av CCS-prosjekter. En første runde omfatter 8 prosjekter og den andre runden 6 prosjekter. Den første runden ble utlyst i 2010 og vil bli vedtatt og tildelt innen utgang av 2011. Prosjektene skal være i drift allerede i 2015.

Prosjektene skal innfri følgende krav:

- De skal dekke hele verdikjeden: fra fangst over transport til lagring.
- Det skal bygges kraftanlegg med minst 250 MW innen alle tre fangst kategorier
- Fangstraten må være på minst 85 prosent av CO<sub>2</sub> i eksosgassen
- Det skal brukes 3 lagre i hvert oljefelt og i saline aquifer.
- Det dekkes maksimalt 50 prosent av de totale kostnadene for CCS-delen og investerings- og driftskostnader for opptil 10 år.

- Prosjektene må innrette et forskningscenter for overvåking av karbonlagring og de må oppfylle krav til kunnskapsdeling. Det siste innebærer at prosjektoperatører, leverandører og underleverandører må dele informasjon om tekniske data, kostnader, prosjektledelse, HMS og lagringsytelse.

Disse forbedrete rammevilkår i EU må sees på bakgrunn av kansellerte prosjekter i USA, Canada, UK, Finland og Norge. Per i dag opererer bare to prosjekter i USA og Canada: Tuscaloosa og Weyburn (Riis, 2010) I følge IEA trengs det 3400 slike anlegg til 2020. Det er nødvendig å lære av den første lille bølgen av demonstrasjonsprosjekter for å kunne bygge bedre prosjekter i 2020.

Konsekvensene (negative eksternaliteter) av store CO<sub>2</sub> utslipp er på sikt store – økonomisk kan de innebære kostnader som er mye større enn å rense og lagre dem, men de må synliggjøres og rammebetingelsene må endres: Det må bli dyrere å slippe ut CO<sub>2</sub>.

#### 4.4. Oppsummering

Forskning viser at tilgang til stabil og god *offentlig støtte til forsknings, utviklings- og demonstrasjonsprosjekter* er en viktig rammebetingelse for utvikling av ny energiteknologi. Nødvendigheten av offentlig støtte til forskning og utvikling hos private aktører er begrunnet i markedssvikt og svikt i kapitalmarkedet. Det finnes to sett av virkemidler for støtte til industriell FoU: generiske (horisontale) og selektive (vertikale) virkemidler.

Tilgang til eller mangel på *offentlig investeringsstøtte til kommersialisering av ny teknologi og privat venture kapital* er en annen viktig rammebetingelse som preger mulighetene for å realisere resultatene av FoU-innsatsen. En mer generisk rammebetingelse for innføring av ny energiteknologi er tilgang til *høyt utdannet arbeidskraft* med spesialisering på teknologi og naturvitenskap.

Analysen av norske rammevilkår og virkemidler viser følgende:

- et til tider litt uoversiktlig virkemiddelapparat med mange aktører – Norges forskningsråd, Enova, Innovasjon Norge, Gassnova
- dominans av offentlig støtte for FoU-D for fossil brensel over de siste tretti årene
- stagning av offentlig støtte for FoU-D for vannkraft
- geotermisk energi er ikke prioritert av det offentlige støtteapparatet
- offentlig støtte for FoU-D for energieffektivisering – både i industri og i husholdninger og handel – er altfor lavt
- offentlig støtte for FoU-D for energisystemanalyse, transmisjon og distribusjon av elkraft og energilagring er svært diskontinuerlig og på et lavt nivå
- oppretning av FMEene har hatt en stor betydning for omprioritering på mer miljøvennlig energi – det viser seg særlig i:
  - offentlig støtte for FoU-D for solar fotovoltaisk energi er blitt betydelig over de siste årene
  - offentlig støtte for FoU-D for vindkraft har tatt seg opp i løpet av de siste årene
  - offentlig støtte for FoU-D for bioenergi har også økt en del, men sakter fortsatt akterut

- offentlig støtte for FoU-D for karbonhåndtering utgjør en viktig satsning i Norge, men her spesielt for fangstteknologi og lagring, mens støtte til FoU-D på transport ligger lavt
- offentlig ansvar for å tilrettelegge viktige aktiviteter er godt ivaretatt for karbonlagring hvor Oljedirektoratet har tatt initiativ for en kartlegging av lagringsmulighetene på norsk sokkel i samarbeid med Storbritannia

Sammenligning av de nordiske landene viser at de nordiske landene har valgt ganske forskjellige prioriteringer for sin satsning på FoU-D for miljøvennlig energi. De nordiske nabolandene har innført en portefølje med forskjellige virkemidler for å utvikle miljøvennlig energi som gjenspeiler deres langsiktige energistrategier. Vi ser en sterkere offentlig FoU-satsning på fornybar energi i Sverige, Danmark og Finland sammenlignet med Norge. Det skyldes særlig en sterkere satsning på bioenergi, mens for fornybar kraft har Norge mer enn hentet inn forspranget i de siste fem årene. Satsning på energieffektivisering er mye høyere i Finland og Sverige enn i Norge. Norge har en spesiell styrke på karbonhåndtering, men en satsning på karbonhåndtering for biokraftanlegg og for store industriutslipp gir et stort potensiale for nordisk samarbeid på feltet. Her utgjør den manglende belønningen av karbonnegative resultater i klimavotehandelen en barriere.

Innsatsgruppen for fornybar termisk energi foreslår to virkemidler for grunne og geotermiske energisystemer:

- Finansiell støtte til økt bruk av grunne geotermiske energisystemer
- Etablering av virkemidler som støtter etablering og videreutvikling av en norsk leverandørindustri for dype geotermiske energisystemer

Innsatsgruppen for fornybar termisk energi foreslår tre virkemidler for å støtte opp under bioenergi:

- Hvite sertifikater for innføring av energieffektiviseringstiltak – fare for at grønne sertifikater trekker kapital bort fra fornybar termisk varme mot fornybar kraftproduksjon
- Mulighet for offentlige anbud (Public Service Obligations)
- Faste innmatingstariffer for fornybar varme

For innføringen av en ordning for hvite sertifikater i Norge må det utarbeides en standardisert liste over mulige tiltak som også bestemmer over antall sertifikater for de ulike tiltak. Ved siden av slike standardiserte tiltak må det også tas hensyn til mer komplekse systembesparelser som oppnås gjennom flere tiltak samtidig. Begge komponenter bør godkjennes og administreres av Enova SF.

En sammenligning med andre viktige europeiske land som Tyskland, Storbritannia og Frankrike viser at satsning på fotovoltaisk solenergi, vindkraft og bioenergi er fremtredende der. Derimot får geotermisk energi, havenergi og vannkraft svært lite offentlig støtte til FoU-D. Og også energisystemanalyse og transmisjon og distribusjon av elkraft (med unntak for Frankrike) er underprioritert i Europa.

Forskjellige typer insentiver for utbygging av fornybar energi er blitt anvendt, slik som faste innmatingstariffer (Tyskland, Danmark), mens grønne sertifikater og porteføljestandarder er enda

mer utbredt, men også kritisert for å føre til at det satses hovedsakelig på de modne teknologiene og i mye mindre grad på utvikling og demonstrasjon av ny teknologi.

Energieffektivisering i husholdninger kombinert med innføring av fornybar varme i husholdninger har utviklet seg i noen land i sterkere grad på grunn av hvite sertifikater. Her finnes det forskjellige modeller å velge i mellom, men alle har bidratt til at de billigste løsningene gjennomføres først. Offentlig forskningsstøtte på energieffektivisering ligger ganske lavt i forhold til hva potensialet for klimagassreduksjoner skulle tilsi.

Energisystemanalyse ser ikke ut til å være et stort satsningsfelt i de store europeiske landene.

En sammenligning av de totale budsjettene for karbonhåndtering for utvalgte europeiske land viser at Norge har i denne sammenligningen den neststørste offentlige innsatsen. Norges samarbeid i store EU rammeprogramprosjekter og bygging av det internasjonale testsenteret på Mongstad har ført til at norske aktører er også aktive i de andre europeiske land og at det tiltrekkes også aktører utenfra.

I 2008 vedtok EU kommisjonen en bindende avtale for å implementere de 20-20-20 målene. Klima- og energipakken ble vedtatt i Europaparlamentet i 2008 og ble juridisk bindende i juni 2009. Denne pakken inneholder fire kjerneelementer:

- En revisjon og forsterkning av kvotehandelsystemet.
- Bindende forpliktelser av medlemslandene for å redusere utslipp fra sektorene som ikke er dekket av kvotehandelsystemet skal bidra til at i gjennomsnitt utslippene fra disse sektorene reduseres med 10 prosent sammenlignet med 2005-nivået.
- Bindende forpliktelser av medlemslandene for å øke andelen av fornybar energiproduksjon til en gjennomsnittlig andel på 20 prosent.
- Utvikling av et regulatorisk rammeverk for utvikling av sikker karbonhåndtering. Det er planlagt for 2015 å sette opp en rekke demonstrasjonsprosjekter for å utprøve teknologien og man har som mål å bygge kommersielle anlegg i 2010. Reviderte retningslinjer for statsstøtte til miljøformål muliggjør at regjeringer kan gi finansiell støtte til slike pilotprosjekter.

EU Kommisjonens nye kvotehandelsdirektiv skal gjelde fra 2013. Det innebærer at fra januar 2013 må alle el-produsenter kjøpe utslippskvoter og kvoteprisen øker fra 12 € i dag til 30-45 € per tonn CO<sub>2</sub>. Direktivet skiller mellom energiintensiv industri og annen industri som medfører en gradvis innføring av kvoter. I tillegg blir det lagt på en slags klimaskatt på import av varer fra land som ikke driver med klimakvoter.

EU-direktivet om geologisk lagring av CO<sub>2</sub> er viktig fordi den setter krav til renheten av CO<sub>2</sub>, definerer finansielt ansvar for lagring for operatør til myndighetene, regulerer nødvendige inspeksjoner og den regulerer adgang for tredjepart til transport og lagring av CO<sub>2</sub>.

## 5. Nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industrienes ambisjoner og målsetninger

Som fremhevet i kapittel 3 har informanter signalisert en vilje til betydelig ressursinnsats hvis de oppfatter at framtidsutsiktene er gunstige, eller, sagt på deres måte, at de får “gode og forutsigbare, langsiktige rammebetingelser”. Tabell 5.1. gir en oversikt over hva slags rammebetingelser som ansees som viktige og nødvendige. Denne tabellen vil bli gjennomgått nærmere i kap 5.2. Først skal det gis en oversikt over barrierer for innfasing av de løsningene som Innsatsgruppene har foreslått.

### 5.1. Barrierer for innfasing av ny teknologi og nye energiløsninger

Barrierer for innfasing av ny teknologi og nye energiløsninger varierer, avhengig av en rekke forhold hvorav mange er ikke-teknologiske. I følge analyser utført i regi av IEAs Renewable Energy Technology Deployment (RETD), som har utgitt en metastudie av barrierer, utfordringer og muligheter for utbredelse og innfasing av fornybar energi (Kofoed-Wiuff, Sandholt, & Marcus-Møller, 2006), så er det et vidt spekter av faktorer som representerer barrierer:

- Rammebetingelser for fornybare energier er mangelfulle
- Insentiver for å støtte utvikling av fornybar energi er mangelfulle
- Finansiering av investeringer i fornybar energi er urimelig kostbare (markedssvikt)
- Tekniske standarder mangler eller er ufullstendige for en rekke fornybare energiteknologier og – bærere
- Tollsats og tekniske hindringer skaper vansker for internasjonal handel
- Konesjoner og utbyggingstillatelser for fornybar kraftproduksjon og –anlegg kan være problematiske og kilde til konflikter, særlig NIMBY-faktoren kan være sterk
- Energimarkedene er ikke klargjort for å ta i mot kraft fra fornybar energi
- Kunnskap, ferdigheter og tenkesett mht. fornybar energi er ikke tilstrekkelig utviklet

Som påpekt i forrige kapittel, i sammenligningen av Norge med andre land, så har punktene ovenfor i varierende grad gyldighet også i Norge – og representerer dermed utfordringer for målsetningene i Energi 21.

I rapportene fra innsatsgruppene er det liten spesifikk informasjon om barrierer, men mye av det som presenteres som “utfordringer” o.l. kan tolkes som at de gjenspeiler det som kan kalles som barrierer eller hindringer. Barrierer var også tema i intervjuene vi foretok i forbindelse med utredningen. Generelt peker de fleste på betydningen av “gode og forutsigbare, langsiktige rammebetingelser” som viktig, især for målsetningene for FoU-D, dvs. for de store investeringene de forventer vil kunne bli aktuelle som følge av resultater som oppnås gjennom FoU-D. Noen innsatsgrupper går så lang som å si at uten slike rammebetingelser har det liten hensikt for dem å delta i FoU-D – i Norge. De arbeider i globale markeder og mener at andre land vil kunne tilby rammebetingelser som er mer attraktive for dem, eksempelvis at det kan være mer attraktivt for vannkraftprodusenter å investere i utbyggingsprosjekter i Afrika eller Asia fremfor Norge fordi de

opplever rammebetingelsene her som mer gunstige enn i Norge. Nedenfor vil barrierer for de enkelte innsatsgruppene kort bli presentert.

### 5.1.1.Fornybar kraft

Denne innsatsgruppen består av tre undergrupper: en for vindkraft, en for solkraft og en for vannkraft.

*Vannkraft:* Den største barrieren synes å være tilsynelatende manglende innovasjonsvilje, i form av en bedriftskultur som av mange beskrives som status quo-orientert. Det pekes også på at generell forvitring av teknologisk kompetanse hos vannkraftprodusentene de siste tiårene gjør at bedriftene er blitt mindre innovasjonsorienterte mht. teknologiutvikling. Til tross for svært solid økonomi utføres det lite FoU og interessen for FoU er liten. I ledelsen og eiere (ofte kommuner, fylkeskommuner og staten) er det også liten interesse for FoU og innovasjon. Det er også bekymring for manglende rekruttering av kompetente personer, særlig teknologer – noe som kan bli kritisk gitt at mange i denne kategorien vil gå av med pensjon de nærmeste årene. Enkelte peker på at dagens reguleringer og konsesjonsordninger fungerer som et disinsentiv for kraftprodusenter – og at det er mange restriksjoner i form av miljøkrav og potensielle politiske konflikter som også virker hemmende. Samtidig pekes det på at “state of the art” innen vannkraftproduksjon er slik at det er lite å hente på teknologiforbedringer; ifølge dette synspunktet er eksisterende teknologi meget effektiv og har nådd sitt maksimale optimaliseringspotensial. Samtidig tyder materialet i utredningen på at vannkraftprodusentene bør motiveres til en nyorientering mht FoU-D og innovasjon – og at dette i hovedsak er en politisk utfordring; de har en økonomisk styrke som få andre i norsk energisektor har og burde utvikle et høyere ambisjonsnivå enn det de har i dag.

*Solkraft:* Energipriser er viktige i produksjon av solceller, slik at usikkerhet omkring disse kan virke som barrierer. Norsk solcelleindustri er allerede i høy grad internasjonalsert og leverer i stor grad til markeder utenfor Norge. Disse markedene er igjen drevet frem av nasjonale subsidier til utvikling av fornybar el-produksjon, i siste instans er den prisgitt nasjonale energi- og industripolitikk, som fort kan endres, f.eks. ved å innføre regler som favoriserer “egen” industri. Solcelle-FoU er meget FoU-intensiv og krever tilgang på “gode hoder”, især for utfordringene som ligger i utvikling av neste generasjons materialer. Tilgang på slik talent fra Norge er en barriere. Innen FoU-D er oppbygging av forskningsinfrastruktur, finansiering av anlegg for eksperimenter og demonstrasjonsaktiviteter en barriere.

*Vindkraft:* Dette er todelt – landfast vindkraft i Norge og offshore vindkraft. For landfast vindkraft fremstår lokal politisk motstand som en viktig barriere. Det er også motstand fra miljøverninteresser og miljøvernmyndigheter. De sistnevnte har reguleringer og lovverk som setter begrensninger for utbygging av vindkraft. Mange etterlyser en “nasjonal plan” for utbygging av fastlandsvindkraft slik at den forventede utbyggingen som vil komme som resultat av at det felles svensk-norske el-sertifikatmarkedet skal iverksettes fra 2012, blir realisert. For offshore vindkraft er barrierene av mer rendyrket teknisk-økonomisk art og her er det enkelte industripolitiske rammebetingelser som er viktige. For aktørene her er det viktig at de får på plass de demoanleggene de mener kan gi dem stor læringseffekt. Det pekes også på betydningen at leverandørindustrien for offshore vindkraft kommer



inn under de samme betingelsene som annen eksportorientert leverandørindustri, f.eks. at de får rett til ordningene til GIEK.

### 5.1.2. Energisystemer

For denne innsatsgruppen er utvikling (evolusjon) av dagens el-systemer til Smart Grid den viktigste utfordringen. Men mange av utfordringene i denne innsatsgruppen er ganske lik de som ble identifisert for vannkraft, men her er det i tillegg større grad av politisk interessen motsetninger som kan representere barrierer. Det som potensielt kan representere konflikt – og dermed bli barrierer – knytter seg til Energi21s visjon om Norge som energileverandør til Europa, dvs. Norges rolle som “Europas batteri” og leverandør av balansekraft. Noen av disse konfliktområdene kan også være aktuelle for offshore vindkraft. Generelt sett kan man si at de største barrierene er i overveiende grad politiske – og tre problemstillinger synes å være fremtredende: Motstand mot eksport av norsk kraft – norsk kraft skal brukes i Norge, krav om klarhet mht kostnadene (også transmisjonstap) med bygging av overføringsnett til utlandet – at kostnadene med slike utbygginger ikke skal bæres av Norge, miljøkonsekvenser av balansekraftproduksjon (erosjon, manøvreringsreglement, saltvann i pumpekraftverk, etc.). Motstandere av krafteksport er samtidig også tilhengere av økt utbygging av ny fornybar kraft i Norge – og tilhørende FoU-D. Men de mener at denne kraften og all annen norskprodusert kraft bør brukes i Norge (kortreist kraft) – fordi verdiskapingsmulighetene er størst her, både for Norge og for verden ellers.

### 5.1.3. Energieffektivisering i industrien

Barrierene her er av mer klassisk industripolitisk art. Det er fra dette holdet at kravet om “gode og forutsigbare, langsiktige rammebetingelser” er tydeligst tilkjennegitt, og for dem knytter dette seg til energipriser, noe som kan forklares med at denne innsatsgruppen representerer store aktører innen kraftkrevende norsk industri. De karakteriserer de nylig vedtatt nye kontraktene for langsiktig levering av el-kraft til deres industri som “lovende” (typisk utsagn: “Det gjenstår å se hvordan de vil fungere”) – men deres resonnement er at denne industrien belastes med et høyt avgifts nivå til tross for at de – i motsetning til sine konkurrenter internasjonalt – i hovedsak benytter “ren” energi. De peker også på at i Europa, så har deres konkurrenter tilgang på el-kraft produsert fra kjernekraftverk og kullkraftverk til lavere priser enn det de tilbys i Norge – og at en betydelig andel av deres kostnader er knyttet til pris på el-kraft. Som påpekt ellers i denne utredningen er det vår oppfatning at forslagene fra innsatsgruppen energieffektivisering i industrien er det mest lønnsomme og sannsynligvis minst risikofylte tiltaket i Energi21. Dette understøttes av en studie utført av McKinsey (2009) for Enova og Norsk Industri om potensialet for energieffektivisering i norsk, landbasert industri. Studien påviser store bedriftøkonomiske og velferdsmessige (miljømessige) gevinstmuligheter hvis tiltak av denne typen, som også foreslås av Innsatsgruppen i Energi 21, blir iverksatt. Nevnte studie fra McKinsey påviser imidlertid fem typer barrierer som må elimineres eller reduseres for å utløse effektiviseringspotensialet:

- Manglende ekstern infrastruktur (44% av potensialet – eller ca 11,7 TWh)
- Umoden teknologi (9% av potensialet – eller ca 2,4 TWh)
- Manglende bedriftøkonomisk attraktivitet (25% av potensialet – eller ca 6,7 TWh)

- Tilgang til kapital (3% av potensialet – eller ca 0,8 TWh)
- Lav bevissthet/lite tilgjengelig kompetanse (19% - eller ca 5,1 TWh)

#### **5.1.4.Fornybar termisk energi**

Med unntak av utvikling av boreteknologi for geotermisk energi, så er det få teknologiske barrierer for forslagene fra denne innsatsgruppen fordi det gjelder løsninger som teknologisk sett kan karakteriseres som “modne”. Det er også relativt få regulatoriske barrierer. Her er det mer spørsmål om insentiver og tilsvarende politiske-økonomiske tiltak som kan påvirke innføring og utbredelse av bruken av slike løsninger, som, i likhet med energieffektivisering i industrien, vil være relativt risikofrie, men samtidig gi en stor energiøkonomisk gevinst.

#### **5.1.5.CLIMIT – CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS**

På dette området er det betydelige barrierer, på nær sagt alle fronter: Teknologisk, politisk, regulatorisk og, ikke minst, økonomisk. Samtidig er ambisjonene av en slik art at hvis man lykkes med de teknologiske målsetningene, spesielt utvikling av CCS-teknologiske løsninger som er mer kostnadseffektive og miljøvennlige enn dagens løsninger, så vil det både være et stort bidrag til målsetningen om å redusere globale klimagassutslipp. Samtidig kan dette åpne opp store industrielle muligheter for norsk industri.

### **5.2. Nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industriens ambisjoner og målsetninger**

I følge den tidligere nevnte studien fra IEAs Renewable Energy Technology Deployment (RETD) (Kofoed-Wiuff et al., 2006) og mange andre studier (jfr. Nerdrum & Godoe (2006) Bugge, Godø, Midttun, Pedersen & Spilling (2010)) fordrer utvikling og innfasing av ny fornybar energi et bredt spektrum av støtte, avhengig av bl.a. av utviklingsfase. Dette understøtter analysene som ble presentert i forrige kapittel. En oversiktlig tilnærming til dette presentert i IEAs RETD-studie er vist i tabell 5.1. Denne tar utgangspunkt i en lineær innovasjonsmodell, dvs. et utviklingsløp som starter med grunnleggende forskning (vist som basal forskning i tabellen) og avsluttes med full innveving i energisystemene, dvs. innfasing.

Tabell 5.1: Oversikt over generelle, offentlig støtte som har vist seg gunstige for utvikling og innfasing av fornybar energi og energiteknologier, basert på IEAs RETD-studie (Kofoed-Wiuff et al., 2006)

Stadie	Forskning og utvikling ("Technology push")			Markedsutvikling ("Demand pull")			Strukturell integrasjon	
	Basal forskning	Anvendt forskning	"Triple Helix"	Investeringsstøtte	Prisstøtte	Adskilte markeder	Fysisk planlegging	Innfassingsforhold
<b>Startfasen</b>	Meget viktig	Meget viktig	Litt viktig	Viktig	Litt viktig	Ikke relevant	Litt viktig	Litt viktig
<b>Innføring</b>	Viktig	Viktig	Meget viktig	Meget viktig	Viktig	Litt viktig	Viktig	Viktig
<b>Marked</b>	Litt viktig	Litt viktig	Viktig	Litt viktig	Meget viktig	Meget viktig	Meget viktig	Meget viktig
<b>Konkurransen</b>	Litt viktig	Litt viktig	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Litt viktig	Litt viktig	Litt viktig
"Meget viktig" = høy effekt av støtte								
"Triple Helix" = Samarbeid mellom myndigheter, industrien og FoU-organisasjoner								

Gjennomgangen i forrige avsnitt og oversikten som vises i tabell 5.2. viser at forslagene fra innsatsgruppene forutsetter forskjellige rammebetingelser og virkemidler. Implikasjonene av dette er at virkeliggjøring av Energi21s planer og ambisjoner vil kreve et vidt spekter av tiltak – og at disse tiltakene må knyttes til målsetningene i forslagene fra de enkelte innsatsgruppene. Videre forutsetter disse en differensiert og teknologiorientert energipolitikk. Som vist i tabell 5.1 kan disse kort oppsummeres slik:

**Fornybar kraft – sol:** PV spiller liten rolle i norsk energiforsyning, men viktig i andre nasjonale markeder som bygger ut fornybar kraft - hittil Spania og Tyskland. Utbredelse av solceller er avhengig av tunge subsidier i disse markedene, men "grid parity" kan fort komme i mange regioner.

**Fornybar kraft – vind:** Offshore vind vil være avhengig av energisubsidier i andre land og liten grad av proteksjonisme mht leveranser og tjenester. Landfast vindkraft avhengig av subsidiene som kommer fra det felles norsk-svenske el-sertifikatmarkedet. Utbygging vil også være avhengig av konsesjoner og miljøbetingelser.

**Fornybar kraft – vann:** Vannkraftprodusentene har god og robust økonomi, mye tyder på at de underinvesterer i FoU og teknologiutvikling, samtidig har de gode utsikter til lønnsom FoU og investeringer i innovasjon. Flaskehals: Rekruttering av personell med høy teknologisk og FoU-kompetanse, samt tilsynelatende manglende innovasjonslederskap. Rekruttering av personell med relevant teknologisk kompetanse bør få høyere prioritet.

**Energisystemer:** Smart Grid (hovedambisjon) avhengig av reguleringer og utvikling av markeds mekanismer (handel), samt en rekke miljøaspekter. Avhengig av politisk legitimitet for ideen om Norge som "Europas batteri". Avhengig av politisk aksept for en rekke av tekniske løsningene i Smart Grid, spesielt miljøkonsekvenser. Ambisjonene på dette området er også avhengig av at det oppnås et samspill mellom mange systemer og interesser – og at optimale løsninger utvikles.

**Tabell 5.2: Oversikt over rammebetingelser og virkemidler som Innsatsgruppene angir som viktige for deres satsninger.**

Område	IG navn	Forslag	Politiske og økonomiske forutsetninger og rammebetingelser
Fornybar kraft	Fornybar kraft - sol	Satt opp 6 FoU-mål - 4 har 1. prioritet og 2 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	PV liten rolle i norsk energiforsyning, men viktig i andre nasjonale markeder som bygger ut fornybar kraft - hittil Spania og Tyskland. Avhengig av tunge subsidier, men "grid parity" kan fort komme i mange regioner.
	Fornybar kraft - vind	Satt opp 6 FoU-mål - 3 har 1. prioritet og 3 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Avhengig av energisubsidier i andre land og liten grad av proteksjonisme mht leveranser & tjenester for offshore vind
	Fornybar kraft - vann	Har gitt høy prioritet til 6 FoU-mål	Vannkraftprodusentene har god og robust økonomi, underinvesterer i FoU og teknologiutvikling - gode utsikter til lønnsom FoU og investeringer. Flaskehals: Rekruttering av personell med høy teknologisk og FoU-kompetanse, samt manglende innovasjonslederskap.
Energisystemer	Energi-systemer	FoU-programmer, samt pilot- og demoprojekter i samarbeid FoU-institutter og industrien, vektlegger internasjonalt samarbeid. Etablering av nasjonalt kompetansesenter for Smart Grid	Avhengig av reguleringer og utvikling av markedsmekanismer (handel), samt en rekke miljøaspekter
Energieffektivisering i industrien	Energi-effektivisering i industrien	En nasjonal FoU-satsning innen energieffektivisering bestående av 5 mål	Avhengig av stabile energipriser og incentiver i energipriser som gir lønnsomhet til investeringer i energieffektivisering
		Pilot og demonstrasjonsprogram	Avhengig av stabile energipriser og incentiver i energipriser som gir lønnsomhet til investeringer i energieffektivisering. Avhengig av "klyngepolitiske"-virkemidler, dvs etablering av industri som kan bruke spillvarme, etc.
Fornybar termisk energi	Fornybar termisk energi - Geotermisk energi	Videreutvikling av bore- og brønnteknologi	Kommersiell risikobeskyttelse, innfasing i eksisterende energisystemer, reguleringer mht energikilder i nye bygg, etc
	Fornybar termisk energi - Bioenergi	Etablering av nasjonalt geotermisk kartleggingsprogram	Generell politisk vilje til å utforske muligheter for geotermisk energi - hittil lite prioritert.
	Fornybar termisk energi - Varme-pumpe- og kulde-systemer	Opprettelse av Pilot- og Demonstrasjonsprogram	Potensial for 10-15 TWh økt energiproduksjon til 2020, men forutsetter årlige investeringer ca 3 milliarder kroner. Forutsetter også økt kompetanse i bransjen mht bioenergiløsninger og -drift, samt forutsigbarhet mht avgifter for ulike brenselstyper. Behov for utbygging av infrastruktur, utbygging av vannbårent nett, i norske byer og tettsteder.
CLIMIT	CO <sub>2</sub> -håndtering, CCS	Moden teknologi som hittil relativt liten utbredelse i Norge	Generelt trenger termisk energi støtteordninger som samvirker med hverandre og understøtter hverandre og som gir økonomiske fordeler i form av reduserte kostnader til dem som bruker teknologien. SkatteFunn eller lignende rettighetsbaserte ordninger med lite byråkrati. Incentiver som stimulerer til etterspørsel etter energieffektive løsninger, for eksempel hvite sertifikater, dvs. sertifikater som premierer energibesparelser. Tilhenger av grønne sertifikater, men fare for at investeringene går bort fra bioenergi til vindkraft.
		Langsiktig FoU-D innen definerte områder	Avhengig av internasjonale avtaler og politisk-økonomisk regime (CO <sub>2</sub> -kvoter og prising), men kanskje "forbudslinje" a la svovelutslipp (sur nedbør) på sikt? Avhengig av internasjonale avtaler og reguleringer (lover) mht CO <sub>2</sub> -transport og lagring, samt finansiering og teknologiske standarder.
		Uttesting og demonstrasjon av tilgjengelige teknologier	Avhengig av internasjonale avtaler og politisk-økonomisk regime (CO <sub>2</sub> -kvoter og prising), men kanskje "forbudslinje" a la svovelutslipp (sur nedbør) på sikt? Avhengig av internasjonale avtaler og reguleringer (lover) mht CO <sub>2</sub> -transport og lagring, samt finansiering og teknologiske standarder.
		Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi	Avhengig av internasjonale avtaler og politisk-økonomisk regime (CO <sub>2</sub> -kvoter og prising), men kanskje "forbudslinje" a la svovelutslipp (sur nedbør) på sikt? Avhengig av internasjonale avtaler og reguleringer (lover) mht CO <sub>2</sub> -transport og lagring, samt finansiering og teknologiske standarder.

**Fornybar termisk energi – Bioenergi:** Potensial for 10-15 TWh økt energiproduksjon til 2020, men forutsetter årlige investeringer ca 3 milliarder kroner. Forutsetter også økt kompetanse i bransjen mht bioenergiløsninger og –drift, samt forutsigbarhet mht avgifter for ulike brenselstyper. Behov for utbygging av infrastruktur, utbygging av vannbårent nett, i norske byer og tettsteder. Behov for teknologiutvikling mht biobrenselstyper, samt utvikling av effektive høstningsmetoder og logistikk.

**Fornybar termisk energi - Varme-pumpe- og kulde-systemer:** Generelt trenger termisk energi støtteordninger som samvirker med hverandre og understøtter hverandre og som gir økonomiske fordeler i form av reduserte kostnader til dem som bruker teknologien. SkatteFunn eller lignende rettighetsbaserte ordninger med lite byråkrati. Incentiver som stimulerer til etterspørsel etter energieffektive løsninger, for eksempel hvite sertifikater, dvs. sertifikater som premierer energibesparelser. Tilhenger av grønne sertifikater, men fare for at investeringene går bort fra bioenergi til vindkraft.

**CO<sub>2</sub>-håndtering, CCS:** Avhengig av internasjonale avtaler og politisk-økonomisk regime (CO<sub>2</sub>-kvoter og prising), men kanskje "forbudslinje" a la svovelutslipp (sur nedbør) på sikt? Avhengig av internasjonale avtaler og reguleringer (lover) mht CO<sub>2</sub>-transport og lagring, samt finansiering og teknologiske standarder.

**Energieffektivisering i industrien:** Avhengig av stabile energipriser og incentiver i energipriser som gir lønnsomhet til investeringer i energieffektivisering. Avhengig av "klyngepolitiske"-virkemidler, dvs etablering av industri som kan bruke spillvarme, etc.

**Fornybar termisk energi - Geotermisk energi:** Kommersiell risikobeskyttelse, innfasing i eksisterende energisystemer, reguleringer mht energikilder i nye bygg, etc. Hittil liten energipolitisk vilje til å utforske muligheter for geotermisk energi.

### 5.3. Nødvendige endringer for å utløse effekt i forhold til E21 visjonen

I dette avsnittet vil de enkelte forslagene først bli vurdert ut fra to perspektiver – samfunnsøkonomisk nytte og grad av risiko. Tabell 5.2 gir en oversikt over vurderingene. Denne oversikten danner så utgangspunkt for å vurdere nødvendige endringer for å utløse effekt i forhold til E21 visjonen. Denne tilnærmingen kan begrunnes ut fra en antakelse om at det er lettest å få i stand endringer av rammebetingelser på områder der forventet samfunnsøkonomisk gevinst er størst og der risiko er lavest.

Ut fra denne tilnærmingen og opplysningene i tabell 5.2 ligger det største potensialet i forslagene fra Energieffektivisering i industrien – og med en relativt lav risikoprofil. Det samme gjelder Fornybar termisk energi. Forslagene fra innsatsgruppene Fornybar kraft – vann er også attraktive. Disse tre Innsatsgruppens forslag krever litt ulike rammebetingelser:

- *Energieffektivisering i industrien* trenger rammebetingelser som garanterer stabile, rimelige energipriser over lang tid (tilsvarende normale investeringsperioder i industrien). Nivået på disse prisene må være tilsvarende det deres konkurrenter har i markedene de opererer i.

Tabell 5.2: Oversikt over antatt samfunnsøkonomisk nytte og grad av risiko knyttet til forslagene fra Innsatsgruppene i Energi 21 – anslag og kvalitative vurderinger.

IG navn	Samfunns-økonomisk nytte	Grad av risiko
<b>Fornybar kraft - sol</b>	Liten direkte nytte på kort sikt (10-20 års perspektiv) for energiproduksjon i Norge, men viktig bidrag til utvikling av "grønn" energi internasjonalt og viktig for fornyelse av norsk metallurgisk, FoU-intensiv prosessindustri	PV-industrien utsatt for sterk konkurranse internasjonalt + avhengighet av nasjonale energisubsidier - lett bytte for utenlandske oppkjøp
<b>Fornybar kraft - vind</b>	Offshore vind liten direkte nytte på kort sikt (10-20 års perspektiv) for Norge, men viktig bidrag til utvikling av "grønn" energi internasjonalt og etablering av en norsk leverandørindustri (videreutvikling av offshore olje & gassindustri)	Moderat, forutsatt at store aktører tar lederskap, men demonstrasjonprosjekter er viktige for utvikling av offshore vindindustri, særlig mht utvikling av sikre og lønnsomme konsepter.
<b>Fornybar kraft - vann</b>	Kan relativt raskt gi produksjon av ny og rimelig kraft, samt bidrag til utvikling av balansekraft, men problemer knyttet til miljø og naturvern og politisk motstand, mot eksport av vannkraft og sårbarhet/kostnader knyttet til transmisjon av elkraft	Liten, men risiko knyttet til passivitet og konservatisme i bransjen, samt manglende oppgradering og vedlikehold av eksisterende anlegg. Usikkerhet knyttet til transmisjonstap, sårbarhet og leveringssikkerhet.
<b>Energisystemer</b>	Sannsynligvis stor, men systemiske gevinster vanskelig å anslå	Liten
<b>Energieffektivisering i industrien</b>	Stor pga effektivisering frigjør energi til alternativer, redusert CO <sub>2</sub> -utslipp, lave kostnader for å oppnå betydelig effekt	Liten, men forutsetter koordinering med demo-aktiviteter
	Pilot- og demoprojekter kan gi store kunnskaps- og opsjonsgevinster	Liten, men forutsetter koordinering med FoU-aktiviteter innen energieffektivisering
<b>Fornybar termisk energi - Bioenergi</b>	Stor fordi den bygger videre på etablert energibruk og kan innføres i eksisterende eller planlagt infrastruktur, men kan ha negative miljøeffekter	Liten - kostnadene og risiko kan modulariseres
<b>Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer</b>	Stor - og lite utnyttet i Norge hittil, men Enova har startet promoveringskampanje	Liten for samfunnet men høy for industrielle aktører
<b>Fornybar termisk energi - Geotermisk energi</b>	Stor fordi kostnader til nettinfrastruktur kan reduseres betydelig pga. desentralisert energiproduksjon	Relativt liten, risikospredning og desentralisering mulig
	Stor fordi den kan bidra til etablering av geotermisk energiproduksjon	Liten - kunnskapsgevinster som "alle" kan dra nytte av
<b>CLIMIT, CCS-CO<sub>2</sub>-håndtering</b>	Stor, men ikke kvantifiserbar pga. problemer med prising av klimaeffekter. Økonomisk avhengig av CO <sub>2</sub> -priser. Avhengig av at betydelig økt energieffektivisering og miljøforbedring (aminforurensning)	Stor kommersiell risiko, men mulighet for store kunnskapsgevinster med langsiktig kommersielt potensial

Samtidig må industrien være villig til å inngå "kontrakt" om at slike priser ikke skal bli en "sovepute" – dvs. at lave priser forplikter dem til å gjennomføre FoU-D og foreta de nødvendige investeringene (jfr 5.1.3), slik at f.eks. 16TWh reelt blir "frigitt". De nye

langsiktige kraftkontraktene som ble inngått i 2010 svarer til slike forventninger, men det er fortsatt tvil – og det må bringes klarhet og fjerne nervøsiteten i industrien for at disse ikke er reelle.

- *Fornybar termisk energi* trenger primært markedsinsentiver som motiverer forbrukere og andre brukere til å investere i og ta i bruk termisk energiteknologi – dvs. ordninger som Enova administrer.
- *Fornybar kraft – vann* har forslag med stort potensiell samfunnsøkonomisk gevinst og lav risikoprofil, men her er det mer inkrementelle grep som skal til mht rammebetingelser for å motivere til FoU-D og teknologiutvikling. Hovedutfordringen for denne delen av bransjen synes å være bedriftskultur og tilsynelatende liten innovasjonsevne og -interesse, samt svak tiltrekningskraft mht. rekruttering av folk med talent og kompetanse. Det siste kan f.eks. forbedres med mer målrettede rekrutteringstiltak, f.eks. studentstipender, trainee-programmer, etc. – noen tiltak av denne typen er igangsatt, men det må sannsynligvis settes inn langt sterkere tiltak.

Når det gjelder de andre forslagene fra innsatsgruppene, så tyder våre data på at det ikke er behov for radikale endringer av rammebetingelser – det aktørene påpeker er behov for justeringer av eksisterende lover og regler, bl.a. for å sikre bedre overensstemmelse mellom sektorovergripende problemstillinger, f.eks. at miljølovgivningen i større grad skal være koordinert med det energipolitiske regelverket, etc., eller at skattelovens regler for nedskrivning av energiteknologisk utstyr skal ha samme nedskrivingsperiode som faktisk levetid, ikke lengre som i dag.

Den store utfordringen og usikkerheten mht. rammebetingelser i forslagene fra Innsatsgruppene knytter seg imidlertid til Climits virkeområde, CCS og CO<sub>2</sub>-håndtering. Det som kjennetegner dette området er først og fremst at rammebetingelser er mangelfulle, eller ennå ikke er blitt utviklet. Dette kompliseres av at saksområdet er internasjonalt, f.eks. hvordan skal planene om å bruke geologiske lag under havbunnen i Nordsjøen reguleres – enn videre overvåkes. Hvem skal ha myndighet og hvem er ansvarlig, etc.

## 6. Forslag til Insentivstruktur – fra ide til kommersialisering

Perspektivet som presenteres i dette kapitelet vil ta utgangspunkt i en vurdering av det strategisk-industrielle potensial som ligger i forslagene til Innsatsgruppene, ut fra et nasjonalt perspektiv, dvs. det perspektivet som ligger til grunn for Energi21s visjoner og ambisjoner. Tabell 6.1 gir en oversikt over disse, basert på opplysninger fra Innsatsgruppene og annen data fra utredningen, samt våre vurderinger og tolkninger av disse. En grunnleggende forutsetning er at Energi21 skal foreslå insentiver som virker som “fødselshjelp” for utvikling av et lønnsomt næringsliv i norsk energisektor – og at dette er noe som det norske samfunnet har interesse av, dvs. at det gir en samfunnsøkonomisk og velferdsmessig gevinst.

I de foregående kapitlene har rammebetingelser og insentiver for forslagene fra de enkelte Innsatsgruppene blitt gjennomgått, slik at det skal ikke gjentas her. I stedet skal fokus settes på insentiver.

De fleste Innsatsgruppene foreslår tre typer virkemidler i tilknytning til sine forslag:

1. Opprettelse av forskningsprogramer med tilhørende KMB'er og BIP'er, noen av disse foreslås som forsterkning av eksisterende FME'er, slik at disse i større grad skal sette fokus på forslagene fra Innsatsgruppene, eller at det opprettes helt nye FME'er. Gruppen for geotermisk energi innen Innsatsgruppen Fornybar termisk energi foreslår for eksempel opprettelse av en FME som er innrettet på geotermisk energi. Antall KMB'er og BIP'er er ikke angitt, ei heller kostnader mer generelt for forslagene. FME, KMB og BIP er virkemidler som hører inn under Norges forskningsråds ansvarsområde.
2. Opprettelse av pilot- og demonstrasjonsprogrammer som utføres i regi av interessentbedrifter. I forhold til det første er dette litt mer diffust beskrevet i Innsatsgruppenes forslag, men det argumenteres sterkt med at dette er viktig for å oppnå kostnadsreduksjoner på teknologi og at det vil gi positive læringseffekter. Innovasjon Norge og Enova er viktige myndighetsorganer i denne sammenheng – og kan mobilisere og utløse viktige ressurser som trengs for å oppnå forslagene til Innsatsgruppene.
3. “Opprydding” i virkemiddelapparatet og rammebetingelser er et område som strekker vidt. Det dekker blant annet synspunkter som går på behov for bedre koordinering i det offentlige virkemiddelapparatet (“IN, NFR og Enova må begynne og snakke sammen”) mht samordning av energistrategi, innføring av “lavterskels”, rettighetsbaserte støtteordninger i Enova som kan skape større etterspørsel etter energieffektive teknologiske løsninger, informasjon til aktørene om støtteordninger som er tilgjengelige, lette adgangen til offentlige støtteordninger som IFU-kontrakter, GIEK, etc., men også SkatteFunn, etc. Området dekker også rammebetingelser knyttet til stabile, lave langsiktige energikontrakter for den kraftkrevende industrien.

Som vist i tabell 6.1 er det et stort strategisk-industrielt potensial i alle forslagene fra Innsatsgruppene, med tilsvarende stort samfunnsøkonomisk og velferdsmessig gevinstpotensial, om enn av mer varierende karakter. Som påpekt tidligere er det imidlertid størst usikkerhet og risiko knyttet til forslagene fra Climit.



Tabell 6.1: Oversikt over forslagene fra Innsatsgruppene vurdert ut fra strategisk-industrielt potensial og samfunnsøkonomisk nytte.

IG navn	Strategisk-industriell potensial	Samfunns-økonomisk nytte
<b>Fornybar kraft - sol</b>	Viktig for at norsk solcelleindustri skal befeste sin posisjon i det globale solcellekappløpet - ikke viktig for nasjonal energiproduksjon, men viktige markedsnisjer (hytter, store offentlige bygg, etc.)	Liten direkte nytte på kort sikt (10-20 års perspektiv) for energiproduksjon i Norge, men viktig bidrag til utvikling av "grønn" energi internasjonalt og viktig for fornyelse av norsk metallurgisk, FoU-intensiv prosessindustri
<b>Fornybar kraft - vind</b>	Viktig for etablering og utvikling av norsk leverandørindustri for offshore vindkraft; kraftproduksjon lite interessant for Norge, men mulig potensial i Europa + elektrifisering av offshore petroleumsindustri.	Offshore vind liten direkte nytte på kort sikt (10-20 års perspektiv) for Norge, men viktig bidrag til utvikling av "grønn" energi internasjonalt og etablering av en norsk leverandørindustri (videreutvikling av offshore olje & gassindustri)
<b>Fornybar kraft - vann</b>	Stort potensial for energihøsting og bruk av eksisterende kompetanse (boreteknologi, geofysikk, etc.) og industriell miljø	Kan relativt raskt gi produksjon av ny og rimelig kraft, samt bidrag til utvikling av balansekraft, men problemer knyttet til miljø og naturvern og politisk motstand, mot eksport av vannkraft og sårbarhet/kostnader knyttet til transmisjon av elkraft
<b>Energisystemer</b>	Viktig forutsetning for Norge som eksportør av (balanse) kraft, samt effektivisering og optimalisering av energisystemet. Viktig for systemisk substitusjon, f.eks. overgang til elektrisk transport	Sannsynligvis stor, men systemiske gevinster vanskelig å anslå
<b>Energieffektivisering i industrien</b>	16 TWh/år energieffektivisering - betydelig bidrag til kostnadsreduksjon for energiintensiv industri - økt konkurransekraft	Stor pga effektivisering frigjør energi til alternativer, redusert CO <sub>2</sub> -utslipp, lave kostnader for å oppnå betydelig effekt
<b>Fornybar termisk energi - Geotermisk energi</b>	Stort potensial for energihøsting og bruk av eksisterende kompetanse (boreteknologi, geofysikk, etc.) og industriell miljø	Potensial for reduksjon av kostnader til nettinfrastruktur pga desentralisert energiproduksjon. Frigjør elkraft til andre formål.
<b>Fornybar termisk energi - Bioenergi</b>	Fremskaffe 10-15 TWh energi basert på biomasse innen 2020. Dette vil kreve ca 3 milliarder i investeringer årlig.	Stor fordi den bygger videre på etablert energibruk og kan innfases i eksisterende eller planlagt infrastruktur, men kan ha negative miljøeffekter
<b>Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer</b>	Fremskaffe 8-9 TWh energi (varme) og derigjennom bidrar til 5-6 TWh energisparing pr år.	Stor - og lite utnyttet i Norge hittil, men Enova har startet promoveringskampanje
<b>Climit, CCS-CO<sub>2</sub>-håndtering</b>	Kommersialisering av teknologi for røkgassrensing, offshore lagring av CO <sub>2</sub> , synergi med offshore vind, utvikle CO <sub>2</sub> for EOR, utvikle Nordsjøen som Europeisk CO <sub>2</sub> -lager	Stor, men ikke kvantifiserbar pga. problemer med prising av klimaeffekter. Økonomisk avhengig av CO <sub>2</sub> -priser. Avhengig av at betydelig økt energieffektivisering og miljøforbedring (amin-forurensning)

Mye tyder på at opprettelsen av ordningen med FME'er har vært vellykket mht mobilisering av industrien for FoU-D (Bugge et al., 2010). Ut fra dette vil punkt 1 være det viktigste og det som lettest kan utløse punkt 2, især hvis ordningen kobles sammen med en økt bruk av BIP. Punkt 3 er et uoversiktlig område og det er usikkert hvor viktig tiltak på disse områdene vil være som insentiv for at industrien skal øke sin interesse og engasjement i FoU-D. Bortsett fra spørsmålet om langsiktige



energikontrakter for den kraftkrevende industrien er dette et område som krever mer presis analyse og vurdering av tiltak. Opprettelsen av de samfunnsvitenskapelige FME'ene, som ventelig vil skje i 2011, kan bli viktig for arbeidet her. Prioritering av punkt 1 vil også kunne virke utløsende for en annen faktor som sannsynligvis er av stor betydning for enkelte deler av energisektoren: FoU-D lederskap og behov for en endring av "bedriftskultur" i retning av sterkere innovasjons- og FoU-orientering.

## 7. Synliggjøre FoU mål for etablering av nødvendig kunnskap innenfor relevante områder

I sine forslag har Innsatsgruppene spesifisert FoU-mål for de tematiske områdene de har arbeidet med. Tabell 7.1 gir en oversikt over disse – den er tidligere vist i kapittel 3, som tabell 3.1

Tabell 7.1: Oversikt over Energi 21s Innsatsgrupper og deres prioriteringer.

Område	IG navn	Forslag	IG'ens egen prioritering
Fornybar kraft	Fornybar kraft - sol	Satt opp 6 FoU-mål - 4 har 1. prioritet og 2 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Prioritet 1: Kunnskap om og produksjon av SI, høyeffektive solcellekonsepter og neste generasjon SI-baserte solcelleteknologi; Prioritet 2: effektive solcellepaneler og D&V av solcelleparker
	Fornybar kraft - vind	Satt opp 6 FoU-mål - 3 har 1. prioritet og 3 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Prioritet 1: Kunnskap om vær & oseanografi, effektive D&V, installasjon og fundamentering; Prioritet 2: mer vindkraft i elsystemet, optimalisere vindturbinteknologi og konsekvenser av vindkraft miljø & samfunn
	Fornybar kraft - vann	Har gitt høy prioritet til 6 FoU-mål	1-Balanskraft, 2-bygging av vannkraft, 3-effektivisering av eksisterende kraftverk, 4-øke kompetanse & kunnskap, 5-markedsløsninger, 6-småkraftverk
Energi-systemer	Energisystemer	FoU-programmer, samt pilot- og demoprojekter i samarbeid FoU-institutter og industrien, vektlegger internasjonalt samarbeid. Etablering av nasjonalt kompetansesenter for Smart Grid	Foreslår 4 FoU-områder: 1. Fremtidens energisystem (Smart-grid, etc), 2. Smart-Grid teknologier og kompetansesenter, 3. Utvikling av systemtjenester, 4. Kunnskapsutvikling, metoder og teknologier
Energi-effektivisering i industrien	Energieffektivisering i industrien	En nasjonal FoU-satsning innen energieffektivisering bestående av 5 mål	1. Utvikle teknologi og kunnskap, 2. Redusere utslipp av klimagasser, 3. Kommersialisering, 4. Utdanning, 5. Internasjonalt FoU-ledende
		Pilot og demonstrasjonsprogram	Foreslår 8 pilot- og demoprojekter, bl.a. innen aluminium, energigjenvinning, treforedling, kjemisk
Fornybar termisk energi	Fornybar termisk energi - Geotermisk energi	Videreutvikling av bore- og brønnteknologi	Etablere FME (+KMB), støtte leverandørindustri (BIP), etablere testsenter (demoanlegg) og kompetansesystem
		Etablering av nasjonalt geotermisk kartleggingsprogram	Kartlegge områder for best mulig geotermisk energiproduksjon
	Fornybar termisk energi - Bioenergi	Opprettelse av Pilot- og Demonstrasjonsprogram	Bærekraftig produksjon og høsting av brensel, fremtidens brensel, effektiv konvertering og distribusjon av bioenergi
	Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer	Moden teknologi som hittil relativ liten utbredelse i Norge	Feltmålinger av anlegg for å finne optimale løsninger, implementere varmpumpesystemer i bygg, utvikle dataverktøy, utvikle systemkonsepter
CLIMIT	CCS-CO <sub>2</sub> -håndtering	Langsiktig FoU-D innen definerte områder	Lukke kunnskapsgap og få ned kostnader innen hele CO <sub>2</sub> -kjeden
		Uttesting og demonstrasjon av tilgjengelige teknologier	Utvikle og demonstrere kjent teknologi og tekniske løsninger
		Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi	Utvikle og kvalifisere teknologier med forbedring i kostnader

Tabellen viser at i disse FoU-målene er det innarbeidet målsetninger om utvikling av ny kunnskap – ofte kunnskap av typen som kan kalles “grunnleggende” (ikke-triviell) fordi dette er kunnskap som ikke eksisterer eller som har stor usikkerhet. Det siste gjelder f.eks. forslaget fra Innsatsgruppen for Fornybar termisk energi – geotermisk energi, som foreslår en nasjonal kartlegging av områder i Norge som egner seg beste til geotermisk energiproduksjon. Behov for ny kunnskap er begrunnelsen for at alle Innsatsgruppene foreslår KMB’er – og gjerne BIP’er i tilknytning til disse – som viktige virkemidler. Enkelte Innsatsgrupper har foretatt prioriteringer av sine forslag, og de som har gjort det setter kunnskapsutvikling høyest, slik man kan se i tabell 7.1.

Den høye prioriteringen som Innsatsgruppene gir til kunnskapsutvikling er i overensstemmelse med resonnementet som ble fremsatt i forrige kapittel (kapittel 6) om at opprettelse av forskningsprogrammer med tilhørende KMB’er og BIPer bør innta en nøkkelrolle i Energi21s videre arbeid. Som påpekt her har noen av Innsatsgruppene foreslått dette som forsterkning av eksisterende FME’er, slik at disse i større grad skal sette fokus på forslagene fra Innsatsgruppene, eller at det opprettes helt nye FME’er. Forskningsprogrammer, særlig hvis dette skjer i tilknytning til eksisterende FME’er eller gjennom opprettelse av nye FME’er vil være viktig for pilot- og demonstrasjonsaktivitetene som også er foreslått.

En annen problemstilling som er relevant i denne sammenheng er i hvilken grad det er avhengighet og kan skapes synergi mellom forslagene til de enkelte Innsatsområdene. Tabell 7.2 viser vår vurdering av dette spørsmålet. Oversikten her viser at det finnes et potensial for gjensidighet og felles utbytte mellom FoU-D-forslagene, slik at arbeidet innen et område vil kunne ha gunstig effekt på FoU og kunnskapsutvikling for FoU-D i et annet område, i enkelte tilfeller såpass sterkt at FoU-D i et område er en forutsetning for arbeid i et annet. Dette gjelder spesielt arbeidene inne Innsatsområdet Energisystemer, som vil være viktig for mange av de andre FoU-D.

I utredningen har vi også vurdert hva slags potensial for utvikling av små- og mellomstore bedrifter (SMB) det er innen et foreslått FoU-D-området. Tankegangen bak en slik vurdering er at oppblomstring av SMB ofte er en viktig komplementær dynamikk for innovasjon innen et område. Dette er tydelig innen utvikling av solceller, hvor det i løpet av de siste årene har utviklet seg en liten, men raskt voksende skog av innovative, kunnskapsintensive bedrifter – ofte med utspring fra FoU-miljøer i de store bedriftene. Bedriften Metallkraft, som resirkulerer “sagmugg” fra kutting av solcellewaferer til nye solcellemner, er et eksempel på dette.

Tabell 7.2: Vurdering av påvirkning og avhengighet mellom forslagene fra de enkelte Innsatsgruppene, samt vurdering av effekter for små- og mellomstore bedrifter (SMB).

IG navn	Forslag	Påvirkning og avhengighet til andre IG	SMB perspektiv
Fornybar kraft - sol	Satt opp 6 FoU-mål - 4 har 1. prioritet og 2 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	IG angir avhengighet til vindkraft, men stort potensial mht energieffektivisering (produksjon av PV)	Noen SMB-nisjer mulige og under fremvekst (f.eks. Metallkraft), men bransjen domineres av store produsenter.
Fornybar kraft - vind	Satt opp 6 FoU-mål - 3 har 1. prioritet og 3 har 2. prioritet - detaljert spesifisering og veikart	Energisystemer	Store muligheter for SMBer, særlig innen D&V - som ellers i offshoreindustrien, utvikling av ny type leverandørindustri
Fornybar kraft - vann	Har gitt høy prioritet til 6 FoU-mål	Energisystemer, men også kontakt med CEDREN	Noen SMB-nisjer mulige, men bransjen domineres av store produsenter.
Energisystemer	FoU-programmer, samt pilot- og demoprojekter i samarbeid FoU-institutter og industrien, vektlegger internasjonalt samarbeid. Etablering av nasjonalt kompetansesenter for Smart Grid	IG Fornybar kraft avhengig av denne - Smart Grid og systemaspekter viktig spesielt for vind og vann	Sannsynligvis lite relevant, men utvikling av noen SMB-nisjer mulig
Energieffektivisering i industrien	En nasjonal FoU-satsning innen energieffektivisering bestående av 5 mål	Relasjon til CCS og PV-teknologi, synergi bør være mulig	Gode muligheter for SMB
	Pilot og demonstrasjonsprogram	Liten, men forutsetter koordinering med FoU-aktiviteter innen energieffektivisering	Gode muligheter for SMB og utvikling av annen leverandør- og utstyrsindustri
Fornybar termisk energi - Geotermisk energi	Videreutvikling av bore- og brønnteknologi	Liten, men bidrag til Energisystemer pga potensial for desentralisert energiproduksjon og utvikling av grensesnitt til Smart Grid	Etablering av ny bransje inne geotermisk energiutnyttelse (boring, etc.)
	Etablering av nasjonalt geotermisk kartleggingsprogram	Liten, men potensielt stor strategisk betydning som kunnskapsbase for utbygging av geotermisk energi	Ikke vurdert
Fornybar termisk energi - Bioenergi	Opprettelse av Pilot- og Demonstrasjonsprogram	Energisystemer	Gode muligheter for SMB
Fornybar termisk energi - Varmepumpe- og kuldesystemer	Moden teknologi som hittil relativ liten utbredelse i Norge	Energisystemer	Gode muligheter for SMB
CO <sub>2</sub> -håndtering	Langsiktig FoU-D innen definerte områder	Energieffektivisering i industrien, Fornybar termisk energi - bioenergi (netto CO <sub>2</sub> -gevinst)	Salg av teknologi, og tjenester innen CO <sub>2</sub> -håndtering samt speialkunnskap rettet mot studier og kunnskap
	Uttesting og demonstrasjon av tilgjengelige teknologier	Energieffektivisering i industrien, Fornybar termisk energi - bioenergi (netto CO <sub>2</sub> -gevinst)	Salg av teknologi, CO <sub>2</sub> -håndtering og kunnskap
	Utvikling og demonstrere neste generasjon fangstteknologi	Energieffektivisering i industrien, Fornybar termisk energi - bioenergi (netto CO <sub>2</sub> -gevinst)	Salg av teknologi, CO <sub>2</sub> -håndtering og kunnskap

## 8. Konklusjon og anbefalinger

### 8.1. Oppsummering av kap 2-7

I rapportens innledningskapittel (kapittel 1) ble det kort redegjort for Energi21s strategi fra 2008 og det etterfølgende arbeidet i Energi21, hvor seks Innsatsgrupper har stått sentralt i å utarbeide forslag til FoU-D innen sine energiområder. Foreliggende rapport har utspring i et oppdrag fra en av disse, Energi21s Innsatsgruppe "Rammebetingelser og samfunn". Kapittelet redegjør for hvordan oppdraget er blitt utført.

I det etterfølgende kapittelet (kapittel 2) presenteres og defineres begreper som er sentrale i forskningspolitiske og -strategiske analyser av, og analytiske tilnærminger til, FoU. Disse er relevante for analyser av forslagene fra Innsatsgruppene mht. virkemidler og rammebetingelser for Energi21s forslag til FoU-D.

I kapittel 3 ble forslagene til de enkelte Innsatsgruppene presentert, forklart og kommentert. I slutten av kapittelet trekkes strategidokumentet fra Energi21 (2008) frem, hvor det foreslås en sterk økning av Olje- og energidepartementets investeringer til FoU for fornybar energi, noe som forventes å trekke til seg private investeringer på minst 2,4 milliarder kroner per år til FoU-D. Den underliggende antakelse for dette er en "fordelingsnøkkel" på 15/85, dvs. at hvis det offentlige bidrar med 15 prosent av midlene, så vil privat sektor bidra med resten. I kapittelet blir det også påpekt at Innsatsgruppene er generelt lite tydelige eller eksplisitte i å angi hvor mye de mener forslagene deres krever av økonomiske ressurser. Dette er forståelig av mange grunner, hvor det viktigste sannsynligvis er at det vil kreve betydelig innsats i form av planlegging å lage denne type anslag og budsjetter.

Rammebetingelser og virkemiddelbruk innen de aktuelle energiteknologiene og tilhørende FoU-D-områder, både nasjonalt og internasjonalt var tema i kapittel 4. Forskning viser at forutsigbar tilgang til stabil og god *offentlig støtte til forsknings, utviklings- og demonstrasjonsprosjekter* er en viktig rammebetingelse for utvikling av ny energiteknologi på de nevnte innsatsområdene. Det er nødvendig med offentlig støtte til forskning og utvikling hos private aktører pga. markedssvikt og svikt i kapitalmarkedet. Tilgang til, eller mangel på, *offentlig investeringsstøtte til kommersialisering av ny teknologi og privat venture kapital* er en annen viktig rammebetingelse som preger mulighetene for å realisere resultatene av FoU-innsatsen. En mer generisk rammebetingelse for innføring av ny energiteknologi er tilgang til *høyt utdannet arbeidskraft* med spesialisering på teknologi og naturvitenskap. Analysen av norske rammevilkår og virkemidler viser følgende:

- et til tider litt uoversiktlig virkemiddelapparat med mange aktører – Norges forskningsråd, Enova, Innovasjon Norge, Gassnova
- de siste tretti årene har offentlig støtte til FoU-D innen fossil brensel vært dominerende
- stagnering av offentlig støtte for FoU-D for vannkraft
- geotermisk energi er ikke prioritert av det offentlige støtteapparatet
- offentlig støtte for FoU-D for energieffektivisering – både i industri og i husholdninger og handel – er lavt

- offentlig støtte for FoU-D for energisystemanalyse, transmisjon og distribusjon av elkraft og energilagring er svært ujevn, men generelt på et lavt nivå
- opprettelse av ordningen med FME i 2009 har hatt en stor betydning for prioritering av FoU-D for miljøvennlig energi

I kapittel 4 presenteres også sammenligninger av de nordiske landene som viser at de har valgt ganske forskjellige og mer langsiktige prioriteringer av FoU-D, med komplementære virkemidler, for sin satsning på miljøvennlig energi. Det er også en sterkere offentlig satsning på fornybar energi i Sverige, Danmark og Finland sammenlignet med Norge. En sammenligning av andre viktige europeiske land som Tyskland, Storbritannia og Frankrike viser at satsning på fotovoltaisk solenergi, vindkraft og bioenergi er fremtredende her. Av interesse for Norge kan det konstateres at heller ikke energisystemanalyse ser ikke ut til å være prioritert i de store europeiske landene. Sammenligning av de totale budsjettene for karbonhåndtering for utvalgte europeiske land viser at Norge har den neststørste offentlige innsatsen. Norges samarbeid i store EU rammeprogramprosjekter og bygging av det internasjonale testsenteret på Mongstad har ført til at norske aktører også er aktive i de andre europeiske land og at de tiltrekker FoU-aktører utenfra.

I etterfølgende kapittel (kapittel 5) er hovedtema nødvendige rammebetingelser og virkemidler for realisering av industrienes ambisjoner og målsetninger. Det blir innledningsvis pekt på barrierer for innfasing av ny teknologi og nye energiløsninger. En grunnleggende antakelse i analysene som presenteres her er at norsk industri må kunne se muligheter for å høste gevinster av deres FoU-D, i investeringer i fremtiden. Det vil si at de må ha en visshet om at især rammebetingelsene er slik at de med rimelig sikkerhet og akseptabel risiko ser mulighet til kommersiell og lønnsom utnyttelse og videreutvikling av resultatene fra deres FoU-D-aktiviteter. I tillegg viser kapittelet hva slags og hvordan samfunnet kan høste gevinster ved at industrien oppnår målsetningene i Energi 21s FoU-D-planer, dvs. mulige samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinster.

Ut fra denne analysen fremlegger neste kapittel (kapittel 6) forslag til virkemidler, eller det som omtales som insentivstruktur, som kan motivere norske aktører, især industrien, med å utvikle sine ideer til kommersielle muligheter. Det blir pekt på at de fleste Innsatsgruppene foreslår tre typer virkemidler i tilknytning til sine forslag om FoU-D:

1. Opprettelse av forskningsprogrammer med tilhørende KMB'er og BIP'er, noen av disse foreslås som forsterkning av eksisterende FME'er, slik at disse i større grad skal sette fokus på forslagene fra Innsatsgruppene, eller at det opprettes helt nye FME'er. FME, KMB og BIP er virkemidler som hører inn under Norges forskningsråds ansvarsområde.
2. Opprettelse av pilot- og demonstrasjonsprogrammer som utføres i regi av interessentbedrifter. I forhold til det første er dette litt mer diffust beskrevet i Innsatsgruppens forslag, men det argumenteres sterkt med at dette er viktig for å oppnå kostnadsreduksjoner på teknologi og at det vil gi positive læringseffekter. Innovasjon Norge og Enova er viktige myndighetsorganer i denne sammenheng.
3. "Opprydding" i virkemiddelapparatet og rammebetingelser er et område som strekker vidt. Det dekker blant annet synspunkter som går på behov for bedre koordinering i det offentlige virkemiddelapparatet mht. samordning av energistrategi, innføring av "lavterskels", rettighetsbaserte støtteordninger i Enova som kan skape større etterspørsel etter energieffektive

teknologiske løsninger, informasjon til aktørene om støtteordninger som er tilgjengelige, lette adgangen til offentlige støtteordninger som IFU-kontrakter, GIEK, etc., men også SkatteFunn, etc. Området dekker også rammebetingelser knyttet til stabile, lave langsiktige energikontrakter for den kraftkrevende industrien.

Mye tyder på at opprettelsen av ordningen med FME'er har vært vellykket mht mobilisering av industrien for FoU-D. Ut fra dette vil punkt 1 være det viktigste og det som lettest kan utløse punkt 2, især hvis ordningen kobles sammen med en økt bruk av BIP. Punkt 3 er et uoversiktlig område, men opprettelsen av de samfunnsvitenskapelige FME'ene, som ventelig vil skje i 2011, kan bli viktig for arbeidet her. Forslagene forutsetter etablering av en nasjonal kunnskapsplattform og et samspill mellom aktører i et norske FoU-systemet i et nettverk som omfatter UoH-sektor og andre utdanningsinstitusjoner, forskningsinstitutter – og internasjonalt FoU-samarbeid.

Etablering av nødvendig kunnskap innenfor prioriterte FoU-områder er tema i det etterfølgende kapittel 7. Utvikling av ny kunnskap er høyt prioritert som FoU-mål av Innsatsgruppene. Det gjelder oftest kunnskap av typen som kan kalles "grunnleggende" (ikke-triviell) fordi dette er kunnskap som ikke eksisterer eller hvor grunnlaget er utilfredsstillende i forhold til målsetningene i forslagene fra Innsatsgruppene. Behov for ny kunnskap er begrunnelsen for at alle Innsatsgruppene foreslår KMB'er – og gjerne BIP'er i tilknytning til disse – som viktige virkemidler. Den høye prioriteringen som Innsatsgruppene gir til kunnskapsutvikling er i overensstemmelse med resonnetet som ble fremsatt i kapittel 6 om at opprettelse av forskningsprogrammer med tilhørende KMB'er og BIP'er bør innta en nøkkelrolle i Energi21s videre arbeid. Som påpekt her har noen av Innsatsgruppene foreslått dette som forsterkning av eksisterende FME'er, slik at disse i større grad skal sette fokus på forslagene fra Innsatsgruppene, eller at det opprettes helt nye FME'er. Forskningsprogrammer, særlig hvis dette skjer i tilknytning til eksisterende FME'er eller gjennom opprettelse av nye FME'er vil være viktig for pilot- og demonstrasjonsaktivitetene som også er foreslått. I kapittelet blir det også vurdert hva slags potensial for utvikling av små- og mellomstore bedrifter (SMB) det er innen et foreslått FoU-D-området.

## **8.2. Drøfting av sentrale problemstillinger**

### **8.2.1. Offentlig FoU og industrien: Markedssvikt og addisjonalitet**

I rådende tenking omkring offentlig støtte til FoU i industrien (FoU-subsidier) heter det at slike former for støtte bare skal ytes dersom det skaper addisjonalitet og bidrar til å fjerne eller minske markedssvikt (se definisjonene i kapittel 2). Men denne måten å tenke forskningspolitikk og –strategi på byr på metodologiske utfordringer når den skal anvendes. I forkant av tiltaket er det empirisk vanskelig, om enn umulig, å fastslå eksakt (f.eks. i ex-ante analyser) om et planlagt tiltak som forutsetter en offentlig FoU-subsidie vil føre til addisjonalitet. Til det knytter det seg for stor usikkerhet til fremtidige resultater – usikkerhet i denne sammenheng er noe annet enn risiko. I etterkant (ex-post) av et tiltak er det først mulig å fastslå med større grad av sikkerhet om subsidien har ført til addisjonalitet; dette er til en viss mulig i underveisevalueringer. Men det er allikevel fullt



mulig å vurdere sannsynligheten for at addisjonalitet oppstår – og hva slags gevinster som en offentlig FoU-støtte sannsynligvis vil skape. En viktig faktor for slike vurderinger av sannsynlighet er om viktige forutsetninger er tilstede hos de som skal motta FoU-støtten. Arbeidene i Innsatsgruppene til Energi21 er en indikasjon på at slike forutsetninger er tilstede i norsk energisektor, i form av kompetanse, vilje og ressurser. Foreliggende planer fra Innsatsgruppene til Energi21 viser at sektoren har klare planer og målsetninger for sine forslag til satsninger. Vel så viktig er det at aktørene har en sterk egeninteresse i at målsetningene i Energi21s planer virkeliggjøres og blir oppnådd.

Ut fra teorier om addisjonalitet tyder arbeidet til Energi21 og data som er blitt innsamlet at det eksisterer en betydelig mulighet for adferdsaddisjonalitet i energisektoren – og at forholdene ligger til rette for å oppnå de andre formene for addisjonalitet, dvs. innsatsaddisjonalitet og resultat addisjonalitet. En indikasjon på dette er tilslutningen til den omtalte 15/85-regelen, dvs. en konsensus om at en ressurstilførsel (FoU-subsidie) på 15 prosent vil utløse FoU-D tilsvarende 85 prosent av kostnadene som en FoU-D vil kreve. Men det er stor variasjon mellom de forskjellige Innsatsgruppene mht hva slags og hvor mye FoU-subsidier som er nødvendige. For FoU-D innen Fornybar kraft – vannkraft kan man anta at et økonomisk bidrag fra det offentlige ikke betyr så mye fordi aktørene her er økonomisk sett meget sterke. Her er det viktigere med lederskap og strategi som kan gjøre denne delen av energisektoren mer innovasjons- og FoU-orientert. For Climit og CO<sub>2</sub>-håndtering er markedssvikt helt fundamentalt – i tillegg dreier det seg som systemsvikt. Begge deler vil kreve betydelige offentlige FoU-subsidier, noe de også får gjennom satsningen på Mongstad.

### **8.2.2. Potensielle samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinster**

Forslagene fra Innsatsgruppene gir ikke grunnlag for å tallfeste eksakt de samfunnsøkonomiske og velferdsmessige gevinstene fra deres forslag. Det ligger i sakens natur at slike kvantifiseringer ikke kan gjøres eksakt, men dette ugyldiggjør ikke at det ligger muligheter for betydelige gevinster i forslagene fra Innsatsgruppene - og at de er godt begrunnet.

Som omtalt og drøftet i kapittel 5.3 og spesifisert i tabell 5.2 ligger det største potensialet i forslagene fra Energieffektivisering i industrien – og med en relativt lav risikoprofil. Det samme gjelder Fornybar termisk energi. Forslagene fra innsatsgruppene Fornybar kraft – vann er også attraktive. I kapittel 5.3 ble det angitt hva slags rammebetingelser og andre forutsetninger som skal til for å utløse potensialet i disse og de øvrige forslagene.

### **8.2.3. Nasjonal og internasjonal arbeidsdeling innen FoU-D**

Informasjon om norsk deltakelse i EUs 7. RP innen energiforskning viser at norske bedrifter og forskningsinstitutter er svært vellykket ut fra at de oppnår høyeste suksessrate av samtlige deltaker-

nasjoner – og at prosjektene de deltar i vurderes som viktige<sup>6</sup>. Videre innehar de strategiske posisjoner i disse prosjektene, dvs. at de er prosjektledere og arbeidspakkeledere. Dette er en indikasjon på at norsk FoU-D innen energiområdet i internasjonal sammenligning ligger på et svært høyt nivå, noe som understøtter resonnetet ovenfor (kapittel 7) om at det er høy grad av addisjonalitet knyttet til offentlige subsidier av norsk FoU innen energiområdet. Samtidig er det slik at det er begrenset hvor stor deltakelsen i internasjonalt FoU-samarbeid kan være – det begrenser seg selv fordi antall forskere og teknologiutviklere er gitt.

En viktig forutsetning for ytterligere økt utbytte av internasjonalt FoU er om Norge kan tilby forskningsinfrastruktur, som i praksis vil si laboratorier og demonstrasjonsanlegg. Det å kunne tilby slike muligheter innebærer at mange utenlandske forskere og teknologiutviklere vil komme til Norge – noe som igjen kan gi store kunnskaps- og teknologigevinster, foruten viktige nettverksfordeler som i siste instans kan bety mye for norske bedrifter innen energisektoren. Dette peker hen mot at Innsatsgruppens forslag til pilot- og demonstrasjonsprogrammer har et større potensial enn det som kommer til uttrykk i rapportene fra Innsatsgruppene.

#### 8.2.4. Skape interesse for innovasjon og FoU-D

Det å oppnå målsetningene som ligger i forslagene fra Innsatsgruppene i Energi 21 vil by på mange utfordringer; de viktigste er hovedtema i denne rapporten. Men det er noen problemstillinger som må påpekes uten at det er mulig (innen rammen av denne utredningen) å gi noen uttømmende analyse eller forklaring – ei heller anvisninger til tiltak.

Norges forskningsråd har i lang tid invitert til søknader om FoU innen energieffektivisering og – økonomisering, f.eks. i programmer som RENERGI. Dette er motivert ut fra samme grunn som denne utredningen har påpekt: Det er et stort potensial for høsting av gevinster til gunst for bedrifter, husholdninger – og samfunnet innen dette området. Forskningsrådets erfaring er at de får få kvalifiserte søknader og at interessen er generelt liten i det norske FoU-miljøet. Dette er forhold som bør undersøkes nærmere med sikte på avbøtende tiltak.

Som påpekt tidligere er det tilsynelatende lav grad av teknologisk innovasjonsinteresse i enkelte deler av energisektoren, særlig i den tradisjonelle kraftproduserende delen av sektoren. I følge innovasjonsteori om bedriftsadfærd (theory of the firm) mht til innovasjon er ikke dette uvanlig (Godoe, 2000; Hughes, 1987; March, 1991; Ven, Polley, Garud, & Venkararaman, 1999). Det kan forklares med at bedriftskultur (og adferd) over år svinger mellom to ytterpoler, dvs. fra fokus på innovasjon og nyskaping (det March (1991) kaller “exploration”), til vektlegging av optimalisering av etablerte teknologiplattformer (det March (1991) kaller “exploitation”). Mye tyder på at energisektoren i lang tid har vært preget av “exploitation”. I følge forskning om innovasjon er det oftest påtrykk fra omgivelsene til bedriftene som forårsaker at pendelen svinger i den andre retningen igjen. Det ytre påtrykket kan komme på mange måter. Det kan komme fra markedet, f.eks. plutselig tap av store inntekter eller markedsandeler (sjokk), politiske kriser, men også “mykere” faktorer, slik som endrede verdensoppfatninger og fremtidssyn, som f.eks. frykten for global temperaturøkning og klimagassutslippenes rolle i dette. En overgang til “exploration” innebærer

---

<sup>6</sup> Kilde: Aris Kaloudis basert på opplysninger fra EU-kontoret i NFR.

samtidig at bedriften utsetter seg for risiko. “Bevisbyrden” ligger alltid hos de som er forkjempere for innovasjonsorientering. For norsk energisektor er det viktig å ta innover seg at det nå – i dens omgivelser – er forventninger (om enn ofte utydelig formidlet) om at sektoren skal bidra med teknologiske innovasjoner som i større grad svarer til det folk flest oppfatter som bidrag til en bærekraftig samfunnsutvikling. Sagt på en annen måte, så har de som ønsker å skape innovasjoner innen energiområdet for tiden stor goodwill i samfunnet.

### 8.3. Prioriteringer og veivalg

Ut fra analyse av rapportene fra Innsatsgruppene og andre opplysninger og vurderinger som vi har samlet i intervjuer og i faglitteraturen har vi foretatt en vurdering av forslagene fra Innsatsgruppene med henblikk på prioritering. Kriteriene som vi har benyttet er å identifisere de mest “lavt hengende fruktene”, dvs. identifisere de forslagene som vi tror lar seg lettest gjennomføre og som vil gi størst mulig effekt mht energiproduksjon og generell lav risiko. Vår oppfatning er at følgende FoU-D aktiviteter bør gis høy prioritet:

- Energieffektivisering i industrien
- Fornybar termisk energi
- Fornybar kraft – vann

Begrunnelsen for disse valgene er gitt tidligere, men, som også påpekt er ikke dette til hinder for prioritering av forslagene til de andre Innsatsgruppene. Enn videre, fra et nasjonalt, forsknings- og teknologistrategisk perspektiv bør man ha i mente “15/85-regelen” som tilsier at det skal relativt lite ressurser til av offentlige penger for å utløse FoU-D i privat sektor. Det er vel så viktig med roller som følger med slike bevilgninger – og lederskap for FoU- og teknologistrategi er kanskje vel så viktig. Ut fra dette vil vi foreslå at en FME-strategi blir ledende for å utløse aktiviteter som kan føre til at Energi21s målsetninger, slik de har blitt konkretisert gjennom Innsatsgruppens forslag, blir virkeliggjort:

1. Opprettelse av forskningsprogrammer med tilhørende KMB'er og BIP'er, enten som forsterkning av eksisterende FME'er, eller at det opprettes helt nye FME'er. Antall KMB'er og BIP'er er ikke angitt av Innsatsgruppene, ei heller kostnader mer generelt for forslagene. FME, KMB og BIP er virkemidler som hører inn under Norges forskningsråds ansvarsområde – og ut fra et nasjonalt perspektiv er de relativt rimelige.
2. At det i tilknytning til FME-strategi opprettes pilot- og demonstrasjonsprogrammer i regi av interessentbedrifter. I forhold til det første er dette litt mer diffust beskrevet i Innsatsgruppens forslag, men det argumenteres sterkt med at dette er viktig for å oppnå kostnadsreduksjoner på teknologi og at det vil gi positive læringeffekter. Innovasjon Norge og Enova er viktige myndighetsorganer i denne sammenheng – og kan mobilisere og utløse viktige ressurser som trengs for å oppnå forslagene til Innsatsgruppene.
3. At Energi21 tar et initiativ for “Opprydding” i virkemiddelapparatet og rammebetingelser som er viktige for Energi21s visjon og målsetninger. Det kan ta seg av behovet for bedre koordinering i det offentlige virkemiddelapparatet (særlig forholdet mellom IN, NFR og Enova) mht. samordning av energistrategi. Det gjelder også pådriverrolle for innføring av “lavterskels”, rettighetsbaserte



støtteordninger i Enova som kan skape større etterspørsel etter energieffektive teknologiske løsninger, informasjon til aktørene om støtteordninger som er tilgjengelige, lette adgangen til offentlige støtteordninger som IFU-kontrakter, GIEK, etc., men også SkatteFunn, etc. Stabile, lave langsiktige energikontrakter for den kraftkrevende industrien vil også kreve oppmerksomhet. Punkt 3 er et uoversiktlig område, men opprettelsen av de samfunnsvitenskapelige FME'ene, som ventelig vil skje i 2011, kan bli viktig for arbeidet her.

## **Vedlegg 1: Intervjuer - informanter**

Ragne Hildrum, Statkraft IG leder: Fornybar Kraft - Vann , vind , og sol

Are Magne Kregnes, Siemens, IG leder: Energieffektivisering i industrien

Mats Eriksson, VKE, innsatsgruppeleder IG leder: Fornybar Termisk Energi

Svein Eggen, Gassnova IG-leder, CLIMIT/CCS

Kjell Bendiksen, IFE, styreleder CLIMIT/CCS

Ståle Aakenes, Gassnova/CLIMIT

Klaus Schöffel, Gassnova/CLIMIT

Terje Gjengedal, Statnett, IG Leder, Fremtidens Energisystem

Jan-Ove Gjerde, Statnett, Fremtidens Energisystem

Ann Ingeborg Hjetland, Olje- og energidepartementet

Kjetil Kolsrud Jåsund, Nærings- og handelsdepartementet

Torodd Jensen, Norges vassdrags- og energidirektorat

Holger Schlaupitz, Norges Naturvernforbund

Siri Meling, Stortingsrepresentant, Høyre, medlem Energi- og miljøkomiteen

Alf Egil Holmelid, Stortingsrepresentant, SV, medlem Næringskomiteen

Harald T. Nesvik, Stortingsrepresentant, FrP, medlem Næringskomiteen

Leif Sande, LO/Industri-Energi

Are Tomasgård, LO/Industri-Energi

Marius Holm, Bellona

Per-Arne Torbjørnsdal, Energi Norge / E-CO

Aslaug Haga, Norsk Industri

Bror Yngve Rahm, Norsk industri

Lene Mostue, direktør, Energi21

Sverre Gotaas, styreleder, Energi21

## Vedlegg 2: Intervjuguide – Rammer og samfunnsanalyse

Intro:

Henvise til at de enkelte E21 IG'ene ikke skulle foreta analyser av rammer og samfunn og vårt oppdrag.

Gi et kort resyme av – rapporter /dokumenter fra IG vedr FoU-D-mål (skreddersys for det enkelte IG) – og si at med dette som utgangspunkt vil vi gjerne ha utdypende synspunkter og resonnementer om følgende tema:

1. Incentiver for å igangsette og gjennomføre FoU-D definert av IG
2. Rammebetingelser som er nødvendige – eller som virker som barrierer, for eksempel: enklere konsesjonsbehandling, markedsadgang, konkurranseregler
3. Generelle framtidsutsikter – hva skal til for å fremme innovasjon og teknologiutvikling innen energiområdet i Norge?
4. Finansiering av FoU-D
5. Forutsetninger for å lykkes mht infrastruktur – både innen FoU-D og mer generelt for utvikling av E21s industrielle-økonomiske målsetninger
6. Omdømme, opinion og politisk støtte, samt miljøkonsekvenser
7. Organisering og samarbeid – skille generisk/enabling, pre-kompetitivt og konkurranse

Temaene 1-4 viktigst.

### 1. Incentiver for å igangsette og gjennomføre FoU-D definert av IG

- Hva er den beste “guleroten” for å få industrien til å satse på FoU-D?
- Hva slags virkemidler er det størst interesse for:
  - o Pris-baserte, slik som innmatingstariffer (feed-in tariffs) og produksjonstilskudd (premiums)
  - o Mengdebaserte, slik som grønne sertifikater
  - o Skattebaserte, slik som fradragmuligheter (Skattefunn) eller overavskrivninger, “rederibeskatning” av offshore vindanlegg?
  - o Andre virkemidler, slik som:
    - Lånetilskudd og risikogaranti (“soft-credits”)
    - Investeringsstøtte
    - Direkte FoU-tilskudd
    - IFU-kontrakter
- Andre virkemidler, for eksempel enklere regler og hjelp fra offentlige støtteordninger, inkl EU
- Tilgang på kvalifiserte fagfolk og kontakt med offentlige FoU og UoH-miljøer?

**2. Rammebetingelser som er nødvendige – eller som virker som barrierer, for eksempel: enklere konsesjonsbehandling, markedsadgang, konkurranseregler**

- Spesifikke for FoU-D-målene til IG
- Mer generelle barrierer for din bransje eller del av bransje (inkl. kulturelle, NIH-syndrom, teknologitradisjoner, etc.)

**3. Generelle framtidsutsikter – hva skal til for å fremme innovasjon og teknologiutvikling innen energiområdet i Norge?**

- Hvordan videreføre suksesshistorien fra det norske oljeeventyret til E21?
- Hvilken rekkefølge bør det videre arbeidet i E21 mht incentiver og rammebetingelser prioritere – og hva bør få høyest prioritet?

**4. Finansiering av FoU-D**

- Hvor mye penger skal til for å oppnå målene mht FoU-D? Kan det spesifiseres på de enkelte målene?
- Hvem skal finansiere dette – hvorfor og hvor mye?
- Hva er det som gjør andre land mer gunstig enn Norge?
- Hvordan kan bidrag fra offentlige rettferdiggjøres?
- Finansieringsordninger som kan brukes?
  - o Enova-fondet?
  - o Karbon-fondet? (forslag i Klimakur)
  - o Konsesjonsavgiftsfondet?
  - o Inntekter fra salg av grønne sertifikater og “grønne skatter”?
  - o FHF-modellen (Fiskeri- og Havbruksnæringens forskningsfond – “skatt” på eksport av fisk og sjømat)
- Hvem bør styre finansieringen (og prioriteringene)?
- Hvor mye bruker bedriftene i bransjen på egen FoU (for eksempel, som % av omsetning)?
- Er bedriftene villige til å øke egne investeringer i FoU-D hvis gunstige rammebetingelser/incentiver? Hvor mye?

**5. Forutsetninger for å lykkes mht. infrastruktur – både innen FoU-D og mer generelt for utvikling av E21s industrielle-økonomiske målsetninger**

- Utbygging av overføringsnett (el-kabler, distribusjonsnett, “smart-grid”, rørnett for CO2, etc.)
- Demo- og testanlegg (spesifisert hva slags type, etc.)
- Kunnskapsinstitusjoner mht. støttefunksjoner (meteorologiske tjenester, monitorering av havbunn, etc.)
- Leverandør- og støttetjenester (e.g.: engineering, entreprenørvirksomhet, instrumentering og automatisering, gjenvinningsbedrifter, vedlikehold, spesialtransport og logistikk, etc., men også “enkle” som vakthold, pleie & rengjøring, etc.)

**6. Omdømme, opinion og politisk støtte, samt miljøkonsekvenser**

- NIMBY – hvorfor er dette et problem? (NIMBY = Not in my back-yard)
- Kostnadseffektivitet, teknologinøytralitet og konkurransemarkeder (ideologier)
- Hvem er dine “venner” og hvorfor har du “motstandere”?
- Hva skal til for å minske miljøskepsis og miljøkonsekvenser?

**7. Organisering og samarbeid – skille generisk/enabling, pre-kompetitivt og konkurranse**

- Hva skal til – utover finansiering – for at norske bedrifter vil samarbeide om felles FoU-D-mål?
- Er det “unison” interesse for slik satsning innen bedrifter – eller er det delte meninger?
- Hvor går grensen mellom pre-kompetitivt og proprietær FoU-D?
- Hva slags organisasjons- og kontraktsformer må utvikles?



### **Vedlegg3: Akronymer og forkortelser**

CCS – Carbon Capture and Sequestration

D&V – Drift og vedlikehold

E21 – Energi21

EU – Europeiske Union

EU-FP – European Union Framework Programme

FoU – Forskning og utvikling

FoU-D – Forskning og utvikling og demonstrasjonsaktiviteter

FME – Forskningscenter for miljøvennlig energi

IEA – International Energy Agency, en del av OECD

IN – Innovasjon Norge

NIMBY – “Not in my back yard”

NFR – Norges forskningsråd

PSO – Public Service Obligation – nettselskapenes leveringsplikt av elektrisitet

RETD - IEAs Renewable Energy Technology Deployment

TSO – Transmission System Operator – nettinfrastrukturoperatør, slik som Statnett i Norge

TWh – Tera Watt time (= 1 milliard KW timer)

## Referanser

- Bergek, A., & Jacobsson, S. (2010). Are tradable green certificates a cost-efficient policy driving technical change or a rent-generating machine? Lessons from Sweden 2003-2008. [Article]. *Energy Policy*, 38(3), 1255-1271.
- Borup, M., Dannemand Andersen, P., Gregersen, B., & Nygaard Tanner, A. (2009). *Ny energi og innovation i Danmark*. København: Jurist- og Økonomforbundets Forlag.
- Brevik, P. (2010). *CO<sub>2</sub>-fangst fra industrikilder Eksempel fra sementindustrien*. Paper presented at the Kursdagene.
- Buan, I. F., Eikeland, P. O., & Inderberg, T. H. (2010). *Rammebetingelser for utbygging av fornybar energi i Norge, Sverige og Skottland: Sammenligning av faktorer som motiverer og modererer investeringer*. Lysaker: Fridtjof Nansen Institute.
- Bugge, M., Godø, H., Midttun, A., Pedersen, T. E., & Spilling, O. R. (2010). *FoU for en grønn energisektor - Analyser av innovasjons- og kommersialiseringsstrategier i åtte FMEer - Forskningsssentre for Miljøvennlig Energi*. Oslo: NIFU STEP.
- Bysveen, M. (2010). *BIO CCS Karbon negativ kraftproduksjon*. Paper presented at the Kursdagene.
- Carbon Sequestration Leadership Forum (2010). *2010 CSLF Technology Roadmap: a global response to the challenge of climate change*: Carbon Sequestration Leadership Forum.
- CLIMIT. (2010). *CLIMIT programplan 2010-2012*. Oslo: Gassnova, Forskningsrådet.
- Econ. (2010). *Kraftbransjens rolle i et hvitt sertifikatmarked*. Oslo: Econ Pöyry.
- elementenergy. (2010). *One North Sea: a study into North Sea cross-border CO<sub>2</sub> transport and storage*. Cambridge: Element Energy Limited.
- Frisvold, P. (2010). *EUs demonstrasjonsprogram for CO<sub>2</sub>-håndtering*. Paper presented at the Kursdagene.
- Godoe, H. (2000). Innovation regimes, R&D and radical innovations in telecommunications. *Research Policy*, 29, 1003-1046.
- Godø, H. (1998). Markeds- og skattesvikt i FoU-politikken. *Forskningspolitikk*, 21(4), 15-17.
- Guldbrand, L. (2008). *Learning from good Nordic energy innovation policy results*. Paper presented at the ENERGIA Policy Workshop.
- Halland, E. (2010). *Hva kan være Norges rolle mht. CO<sub>2</sub> lager for Europa*. Paper presented at the Kursdagene.
- Hervik, A., Bræin, L., & Bergem, B. G. (2010). *Resultatmåling av brukerstyrt forskning 2008*. Molde: Møreforskning.
- Hughes, T. (1987). The evolution of large technological systems. In W. Bijker, T. Hughes & T. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (pp. 51-82). Cambridge: The MIT Press.
- IEA. (2010). *World Energy Outlook: 2010*. Paris: International Energy Agency.
- Kildegård, A. (2008). Green certificate markets, the risk of over-investment, and the role of long-term contracts. [Article]. *Energy Policy*, 36(9), 3413-3421.
- Klitkou, A. (2010a). *Innovasjon i matvare- og skogsektoren*. Oslo: NIFU STEP.
- Klitkou, A. (2010b). *Kompetansebehov i grønne jobber: en casestudie fra solcelleindustrien*. Oslo: NIFU STEP.
- Klitkou, A., & Godø, H. (2010). *The Norwegian solar photovoltaic industry: a triple helix perspective*. Paper presented at the VIII. Triple Helix Conference.
- Klitkou, A., Pedersen, T. E., Scordato, L., & Mariussen, Å. (2008a). *Competitive policies in the Nordic Energy Research and Innovation Area: Country reports*. Oslo: NIFU STEP.
- Klitkou, A., Pedersen, T. E., Scordato, L., & Mariussen, Å. (2008b). *Competitive policies in the Nordic Energy Research and Innovation Area: Special report*. Oslo: NIFU STEP.

- Klitkou, A., Pedersen, T. E., Scordato, L., & Mariussen, Å. (2008c). *Competitive policies in the Nordic Energy Research and Innovation Area: Synthesis report*. Oslo: NIFU STEP.
- Klitkou, A., Scordato, L., & Iversen, E. (2010). *Nordic Energy Technology Scoreboard: Concise version*. Oslo: Nordic Energy Research.
- Kofoed-Wiuff, A., Sandholt, K., & Marcus-Møller, C. (2006). *Renewable Energy Technology Deployment (RETD) - Barriers, Challenges and Opportunities: a synthesis of various studies on barriers, challenges and opportunities for renewable energy deployment*. Copenhagen: EA Energianalyse.
- Lafferty, W. M., & Ruud, A. (2008). *Promoting sustainable electricity in Europe: challenging the path dependence of dominant energy systems*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Lipp, J. (2007). Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. [Article]. *Energy Policy*, 35(11), 5481-5495.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organizational science*, 2(1), 71-87.
- McKinsey. (2009). *Potensial for energieffektivisering i norsk landbasert industri*. Trondheim/Oslo: Enova/NHO.
- Menanteau, P., Finon, D., & Lamy, M.-L. (2003). Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy *Energy Policy*, 31(8), 799-812.
- Nerdrum, L., & Godoe, H. (2006). Industry cycles, market ideology and innovation policies: Fuel cells and hydrogen industries. *VEST - Journal for Science and Technology Studies*, 19(1-2), 7-29.
- Oikonomou, V., Rietbergen, M., & Patel, M. (2006). An ex-ante evaluation of a White Certificates scheme in The Netherlands: A case study for the household sector. *Energy Policy*, 35(2), 1147-1163
- Riis, T. U. (2010). *Status for storskala CCS prosjekter i USA og Canada*. Paper presented at the Kursdagene.
- Ryden, B. (Ed.). (2006). *Ten perspectives on Nordic Energy: final report for the first phase of the Nordic Energy Perspectives project*. Stockholm: Elforsk.
- Ryden, B. (Ed.). (2010). *Towards a sustainable Nordic energy system: 20 Perspectives on Nordic Energy, 10 Opportunities and Challenges*. Stockholm: Elforsk.
- Thune, T., & Pedersen, T. E. (2009). *Samarbeid mellom høyere utdanningsinstitusjoner og energibransjen: sammenlikning, drøfting og anbefalinger*. Oslo: NIFU STEP.
- Ven, A. H. V. d., Polley, D. E., Garud, R., & Venkaraman, S. (1999). *The Innovation Journey*. Oxford: Oxford University Press.
- Verbruggen, A., & Lauber, V. (2009). Basic concepts for designing renewable electricity support aiming at a full-scale transition by 2050. [Article]. *Energy Policy*, 37(12), 5732-5743.
- Voogt, M., Luttmer, M., & Visser, E. d. (2007). *Certificate systems in Europe: Report in scope of task 2 'Review and analysis of national and regional certificate schemes' - Summary report*: European Commission, Intelligent Energy Programme.