

Fremtidens rene energisystem – fra visjon til reelt alternativ!

Program
Sluttrapport – RENERGI

Store programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder



Innhold

FORORD	1
1 RENERGI – ET FORSKNINGSPROGRAM UNDER ENDREDE RAMMEBETINGELSER	2
2 HØYDEPUNKTER	4
2.1 Energisystemet – desentralisert produksjon og mer integrasjon	6
2.2 Transport og energi – et samvirke som har blitt sterkere	8
2.3 Teknologi og samfunnsvitenskap – kunnskaper for utforming av politikk	10
2.4 Vindkraft til havs	12
2.5 Fremveksten av en silisiumbasert solcelleindustri i Norge	14
2.6 Materialforskningen – kilden til nye løsninger på mange områder	16
3 VIKTIGSTE AKTIVITETER	18
ENERGIBRUK	
3.1 Effektiv energibruk i bygg	20
3.2 Effektiv energibruk i industrien	22
ENERGISYSTEM OG MARKED	
3.3 Energimarked og energipolitikk	24
3.4 Energisystem	26
FORNYBAR PRODUKSJON	
3.5 Elektrisitet fra solceller	28
3.6 Vindenergi	30
3.7 Vannkraft	32
3.8 Havenergi	34
3.9 Fornybar varme og kjøling	36
3.10 Biomasse til energi	38
ENERGI TIL TRANSPORT	
3.11 Hydrogen og brenselsceller	40
3.12 Elektriske kjøretøy	42
3.13 Biodrivstoff	44
4 SAMLET RESULTATVURDERING	46
4.1 Strategiske resultater	48
4.2 Samlede resultater	50
4.3 Ekstern evaluering	56
5 ORGANISERING OG GJENNOMFØRING	58
6 ENERGIX – ET NYTT STOR PROGRAM	64
Vedlegg: Styremedlemmer og programkoordinator	65

Forord

Forskning på miljøvennlig og fornybar energi har hatt høy nasjonal prioritet de siste årene. Forskingen på dette feltet ble for første gang samlet i ett program da RENERGI ble etablert i 2004. I nærmere 10 år har RENERGI vært sentral for den offentlige finansieringen av energiforskning og ikke minst bidratt til en god strukturering av kompetansebyggingen.

Denne sluttrapporten gir en oversikt over programmets aktiviteter og resultater gjennom perioden. Den viser den store faglige bredden forskningen på dette feltet representerer og viser samtidig hvordan programmet har levert resultater av stor betydning for næringsliv, forskningsmiljøer og for samfunnet.

Gjennom RENERGI har Forskningsrådet lyktes i å samle aktivitetene og etablere en felles strategi for forskningen på miljøvennlig energi. På den måten har vi oppnådd en mer profilert satsing og en tydeligere prioritering av midlene. RENERGI har vært en pådriver for og samlet aktørene i flere nasjonale scenarie- og strategiprosesser. Dette har blant annet ført til etableringen av en nasjonal strategi, Energi21 og det nye virkemiddelet Forskningscentre for miljøvennlig energi (FME). Jeg er heller ikke i tvil om at den store budsjettveksten vi har sett etter Klimaforliket i 2008 delvis kan forklares gjennom samlingen om felles strategier, noe som har gitt de politiske myndighetene klare råd for retning og dermed trygghet til å satse.

Den eksterne evalueringen av RENERGI slår fast at programmet har vært en suksess. RENERGI har lyktes med å gi norske forskningsmiljøer et betydelig løft og særlig bidratt med

kompetanse og nettverksbygging. Dette går således rett inn til kjernen av Forskningsrådets målsettinger. Evalueringen peker også på at de aller fleste prosjektene i programmet ikke ville blitt gjennomført uten støtten, noe som dokumenterer hvor viktig RENERGI har vært for energiforskningen i Norge. Evalueringen viser også at aktørene er fornøyd med RENERGI og måten det har vært drevet på, og de slår ring om modellen med ett stort samlende program.

Olje- og energidepartementet har vært største finansiør av RENERGI, men andre departementer har også bidratt med betydelige midler. Forskningsrådets mulighet til å forvalte midlene på tvers av departementsgrenser har vært en viktig faktor for å lykkes.

Det er en stor glede for meg å kunne fastslå at RENERGI i denne rapporten har dokumentert svært gode resultater. Jeg har samtidig store forhåpninger til det nye store programmet ENERGIX, som allerede er startet opp og som viderefører og fornyer det gode arbeidet som er gjort.

Arvid Hallen
Adm. direktør



HØYDEPUNKTER

4



VIKTIGSTE
AKTIVITETER

18



SAMLET
RESULTATVURDERING

46



ORGANISERING OG
GJENNOMFØRING

58

1 RENERGI – et forskningsprogram under endrede rammebetingelser

Verden trenger nye løsninger

RENERGI-programmet ble startet opp i 2004 som ett av syv Store programmer i Forskningsrådet. Prosjektporteføljen fra tre tidligere programmer som rettet seg mot industriell forskning, grunnleggende teknologisk forskning og samfunnsvitenskapelig energiforskning, var utgangspunktet for den nye satsingen.

Virkemiddelet Store programmer ble etablert for bedre å ivareta nasjonalt prioriterte satsinger. RENERGI skulle ha et langsiktig perspektiv både i sine mål og i sin varighet, og budsjettet skulle være tilstrekkelig stort til å gjøre en forskjell. Ikke minst skulle det Store programmet etablere en forskningsstrategi som omfattet hele feltet; miljøvennlig energi.

Etableringen av et Stort program innen fornybar energi reflekterer viktigheten til dette temaet. Samtidig illustrerer det økte fokuset på fornybar energi at det har vært og er store utfordringer, men at det også har vært og fremdeles er store muligheter knyttet til dette området.

Ved oppstarten av RENERGI sto Kyotoprotokollen sterkt, men det forelå ingen konkrete mål eller handlingsplaner. I 2006–2007 skjedde det en faktisk endring i bevisstheten om klimautfordringene, både i opinionen og hos politiske myndigheter. Dette kom tydelig frem i Klimaforliket i 2008,

et forlik som blant annet førte til en kraftig opptrapping av midlene til forskning på miljøvennlig energi.

Den nye klimameldingen bekreftet målene i Kyotoprotokollen. Norge skulle innen 2020 bidra til å redusere de globale utslippene av klimagasser, tilsvarende 30 % av utslippene Norge hadde i 1990.

Energiomlegging kom tydelig på den norske dagsorden og etableringen av Enova i 2002 var begrunnet nettopp i nettopp dette. Gjennom perioden har RENERGI hatt energiomlegging og energieffektivisering som en rettesnor i programgjennomføringen. Nå, ved programmets slutt, er det en klarere bevissthet og engasjement om energieffektivisering ute hos aktørene – og ikke minst internasjonalt. Erkjennelsen av effektiv energibruk som helt avgjørende for å redusere klimagassutslipp og møte økt etterspørsel etter energitjenester, er nå enda tydeligere.

Markedet for fornybar energiteknologi har vokst internasjonalt, parallelt med en optimisme for norske aktørers bidragsmuligheter. Forskning i Norge og internasjonalt ble ansett som svært viktig for å levere de løsningene energimarkedet ville kreve. Forskningsrådet så samtidig et behov for å starte arbeidet med å utvikle kunnskap og løsninger for et energisystem som kunne håndtere fremtidens energibehov.



Fra visjon til reell betydning

Ved starten av programmet var den allmenne oppfatningen om klimautfordringen mindre tydelige enn i dag, og troen på mulighetene som lå i ny energiteknologi var også begrenset. Gjennom programmet har dette endret seg kraftig. 10 år er lang tid i dette perspektivet.

I 2003

- › omtalte vi bioenergi, sol- og vindkraft som de nye fornybare energikildene. I pinsen 2012 dekket sol- og vindkraft halvparten av kraftforbruket i Tyskland i en periode..
- › var det omkring 1200 elbiler i Norge. I august 2011 var det 4500. 1. september 2012 var det 8615 og hver 20-ende bil som ble solgt var en elbil.
- › var prisen for solcellesystem ferdig installert 4–6 USD/Watt. I 2012 er den mer enn halvert til 1–2 USD/Watt. I 2003 var det 3–4 norske solcelleselskaper i Norge, mens vi i dag har vi det vi kan kalle en solenergiklynge.
- › ble det bevilget 12 mill. kroner til energirelatert samfunnsforskning. I 2012 vil Forskningsrådet bevilge nesten 75 mill. kroner.

I strategiske dokumenter fra slutten av 90-tallet skinner det igjennom at fornybare energikilder var ansett som «*alternative*» kilder som nok muligens kunne få sin betydning, men i så fall veldig langt frem i tid – om noen gang. De nye fornybare energikildene, som omfattet solenergi,

vindkraft, bioenergi og bølgekraft, ble av mange oppfattet og omtalt som eksotisk, men neppe noe som ville få betydning. Til tross for erkjennelsen av at dette kom til å ta tid, ble innsatsen på området opprettholdt og økt. Resultatene begynte å vise seg. Næringsaktører engasjerte seg i stort omfang og i løpet av perioden forsvant begrepet «nye», og det er nå lenge siden noen har omtalt vindkraft som «eksotisk». Gjennom de 10 årene RENERGI har pågått, er den allmenne oppfatningen av fornybare energikilder og teknologiene relatert til disse totalt endret.

De fornybare energiteknologiene har nå

- › en modenhet – som gjør at de faktisk kan regnes med og planlegges inn i energiforsyningen
- › en markedspris – som gjør at de er i ferd med å konkurrere med konvensjonelle løsninger i mange markeder
- › et volum – som gjør at de er interessante for nye næringsaktører og ny verdiskaping

Dette betyr ikke at jobben er gjort. Nye kapitler skal skrives og store forbedringer må til for at industrialiseringen av disse teknologiene skal la seg gjennomføre. Etterspørselen etter fornybar energi er formidabel internasjonalt, og nye løsninger må utvikles for å sikre bærekraftig energiforsyning i et marked der det globale forbruket vil øke.





HØYDEPUNKTER



2

ENERGISYSTEMET – DECENTRALISERT PRODUKSJON OG MER INTEGRASJON	06
TRANSPORT OG ENERGI – ET SAMVIRKE SOM HAR BLITT STERKERE	08
TEKNOLOGI OG SAMFUNNSVITENSKAP – KUNNSKAPER FOR UTFORMING AV POLITIKK	10
VINDKRAFT TIL HAVS	12
FREMVEKSTEN AV EN SILISIUMBASERT SOLCELLEINDUSTRI I NORGE	14
MATERIALFORSKNINGEN – KILDEN TIL NYE LØSNINGER PÅ MANGE OMRÅDER	16

RENERGI har vært et Stort forskningsprogram både i betydningen faglig bredde, budsjett og langsiktig perspektiv. Gjennom programmet er det bygget opp sterke forskningsmiljøer som har kunnet ta del i den internasjonale dugnaden for å få frem nye energiteknologier som kan bidra til å løse de globale utfordringene. Vi har sett økt interesse og engasjement hos næringsaktørene for å utnytte de mulighetene dette gir. De har benyttet anledningen og i økende grad tatt del i det internasjonale markedet. Gjennom forskningsaktivitetene er det utdannet en rekke fremragende fagfolk som vil bidra til gode løsninger hos de ulike aktørene. I dette kapitlet gis eksempler som illustrerer hvordan RENERGI har bidratt til denne utviklingen.

2.1 Energisystemet – desentralisert produksjon og mer integrasjon

Både i Norge og internasjonalt har energiforsyningen vært preget av sentral produksjon, overføring og distribusjon til forbruk.

Konturene av en energiforsyning som skiller seg betydelig fra hvordan den så ut for 10–15 år siden begynner nå å vise seg. De fremtidige løsningene vil antakelig bestå av en mer differensiert energiforsyning med mange små produksjonsenheter basert på ulike kilder. Dette vil være kombinert med sentrale produksjonsløsninger, som igjen er satt sammen av flere kilder. Kraftanlegg, som store parker med vindturbiner eller store arealer med solceller, er eksempler på dette.

Vi ser også en forsiktig fremvekst av flere nye typer slutt-kunder i nettet – kunder som er brukere av energi det ene øyeblikket og produsenter i det andre. Disse omtales gjerne som såkalte «Prosumers». Den store økningen av elektriske kjøretøy er enda et eksempel på kunder som stiller nye krav til kraftforsyningen. Økt fleksibilitet og funksjonalitet innebærer at det tradisjonelle kraftnettet må integreres med et

informasjonsnett som kan samle opp og utveksle nødvendig informasjon for styring, kontroll og hjelp til brukerne.

Det «smarte» energisystemet har gradvis blitt en del av hverdagen for energibransjen de siste 10 årene og RENERGI har vært med på å bygge opp denne kompetansen for fremtidens energisystemer. Energisystem er det området som har vokst mest i RENERGI, og ved programmets avslutning er det blitt investert ca. 140 mill. kroner på dette feltet. Bakgrunnen for denne styrkingen er erkjennelse av de utfordringene det fremtidige energisystemet må håndtere og hvilken kompetanse vi trenger for å løse dette. Den norske energibransjen og leverandørene har deltatt i denne forskningen, noe som gjør at mange aktører har god innsikt i forventet utvikling og utfordringer.

Parallelt med de tekniske løsningene er det viktig å legge til rette for markeds- og reguleringsmekanismer som gjør det mulig å ta i bruk de nye teknologiene. Derfor er det gjennomført et bredt spekter med samfunnsvitenskapelige forskningsprosjekter for å fremme kunnskap om forholdet mellom fremtidens energisystem, myndighetene og brukerne.

Integrasjon på tvers av Nordsjøen

Gjennom prosjektet Balance Management som startet allerede i 2007, utviklet SINTEF Energiforskning sammen med andre aktører i Norge, Nederland og Belgia, løsninger for å designe teknologi og en markedsmodell for å utnytte synergier på tvers av Nordsjøen. Gjennom kartlegging av marginalkostnadene for regulering av de europeiske varmekraftsystemene og forbruket, så de på mulighetene for å levere norsk vannkraft som reguleringsressurs og dermed muliggjøre innfasing av ytterligere intermitterende fornybar kraft i Europa.



Foto: Statkraft



Foto: Conergy

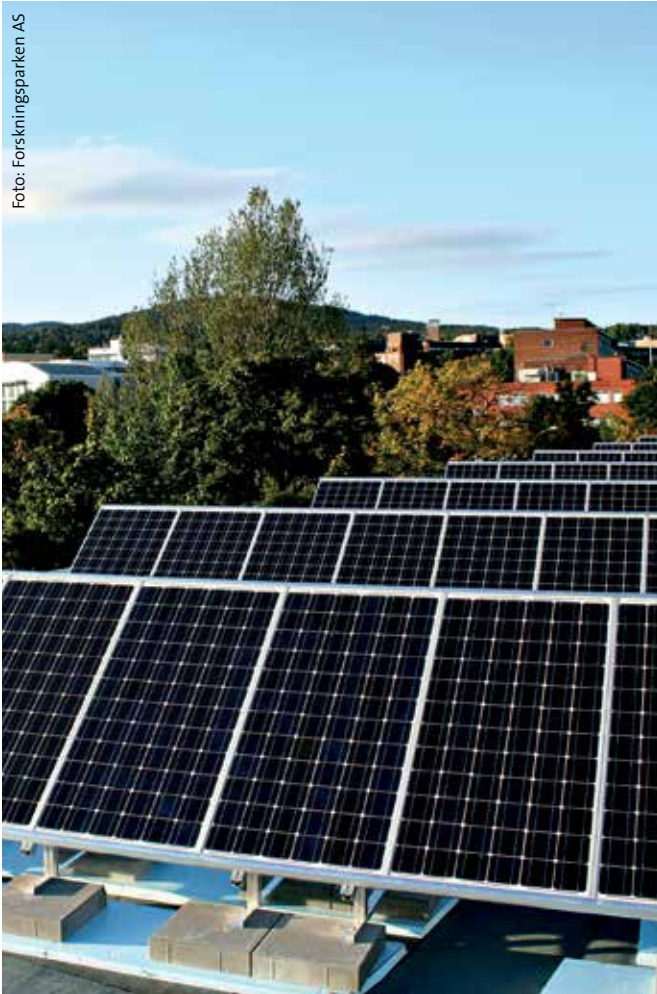


Foto: Forskningsparken AS



Foto: Småkraft as

2.2 Transport og energi – et samvirke som har blitt sterkere

Ved oppstarten var RENERGI rettet mot stasjonær energiforsyning. I 2004 kom Hydrogenutvalget med sin utredning (NOU 2004: 11) og pekte på hydrogen som en fremtidig energibærer med mulig anvendelse både innenfor stasjonær sektor og transportsektoren. Utvalget var satt ned av Olje- og energidepartementet (OED) og Samferdselsdepartementet (SD) i fellesskap og departementene tok anbefalingene inn i en felles strategi. Som en følge av Hydrogenutvalgets anbefalinger, valgte SD å flytte sin aktivitet knyttet til miljøvennlig transportteknologi inn i RENERGI. Utgangspunktet var hydrogen, men SD og RENERGI hadde også ambisjoner om å styrke innsatsen rundt biodrivstoff. De klare synergiene og erkjennelsen av at hydrogen og biodrivstoff er tett integrert med teknologi for stasjonær energiforsyning, gjorde at dette ble starten på et godt samvirke mellom SD og RENERGI. Dette var også starten på det som har utviklet seg til å bli en stor portefølje innen energi til transport. I starten var HyNor-prosjektet en viktig del av porteføljen og kunnskapsutviklingen. Senere kom flere hydrogen- og

biodrivstoffprosjekter til. Med etableringen av Transnova, ble SDs mest markedsnære del av FoU-innsatsen løftet over dit. RENERGI prioriterte mer grunnleggende forskning.

Erfaringene med å integrere denne typen transportprosjekter med den stasjonære porteføljen har vært gode. Forskningsmiljøene jobber med problemstillinger innen begge områdene og ny kunnskap og nye løsninger er utviklet. Fra 2008 kom også elektriske kjøretøy med i programmet. Bruken av elektriske kjøretøy i Norge har skutt fart de siste årene. I september 2012 var det 8600 elbiler i Norge og mer enn 3500 ladestasjoner. Dette viser at satsingen har vært riktig timet og av betydning.

Klimaforliket og Klimameldingen reflekterer viktigheten av denne satsingen og formidler at en betydelig del av de norske utslippsreduksjonene må komme nettopp i transportsektoren. Brukerkunnskap og forskning for å finne gode systemløsninger er viktig for å sikre at den videre veksten blir vellykket.

HyNor

HyNor-prosjektet var et banebrytende prosjekt for å øke kunnskapen om og skaffe erfaringer med bruk av hydrogen i transportsektoren gjennom konkrete prosjekter og bredt samarbeid mellom mange aktører – både industri, forskning og myndigheter. Gjennom flere geografisk spredte noder ble det opparbeidet viktig kunnskap – og ikke minst en internasjonal interesse for HyNor. Selv om noen av de store industriselskapene som var med i starten har endret strategi, er kunnskapen og erfaringene blitt igjen hos andre aktører og i forskningsmiljøene.

Kunnskapen dannet grunnlaget for at Oslo nå er med i EUs CHIC-prosjekt, det prestisjefylte demonstrasjonsprosjektet for bussdrift.

Hydrogensatsingen fortsetter også i årene som kommer. Løsningen er ikke biodrivstoff, hydrogen *eller* elbiler. Dette er teknologier som må utvikles og utnyttes *parallelt* for at vi skal dekke hele bredden av våre fremtidige transportbehov med minimale utslipp av CO₂.

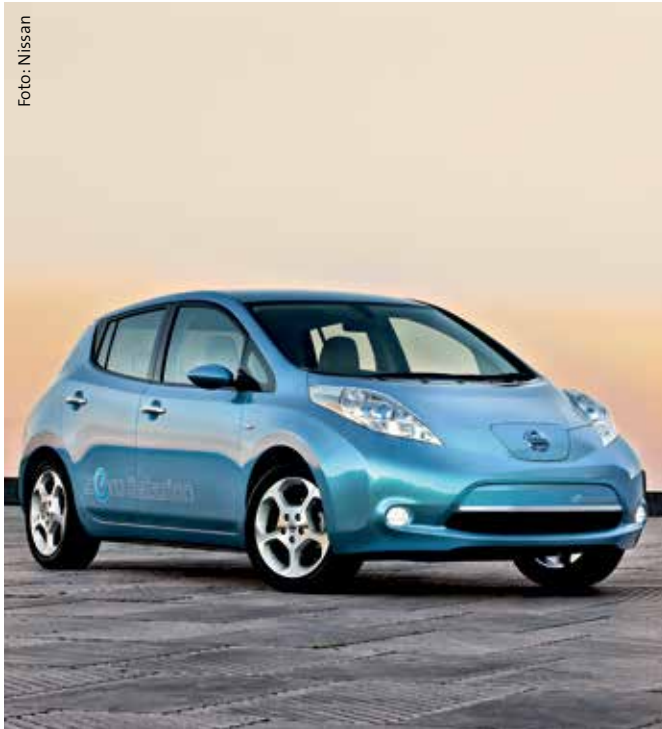


Foto: Nissan



Foto: Shutterstock



Foto: HyNor

Oslo hydrogen busstasjon.

2.3 Teknologi og samfunnsvitenskap – kunnskap for utforming av politikk

På 90-tallet ble den energirelaterte samfunnsforskningen organisert i egne programmer. Ved oppstarten av RENERGI så Forskningsrådet og Olje- og energidepartementet behovet for å knytte den samfunnsvitenskapelige forskningen tettere sammen med den øvrige teknisk-naturvitenskapelige energiforskningen.

Forskningsbasert kunnskap som senere inngår i utredninger, er ofte med og gir premisser for politiske beslutninger på energifeltet. Norske beslutningstakere trenger å vite mer om konsekvensene for norsk økonomi og samfunn ved å knytte seg til nye energimarkeder, satse tungt på teknologiutvikling, og av samarbeid om internasjonale energi-, miljø- og klimaavtaler. Virkemidler for å få til energieffektivisering og avtaler for deltagelse i kvotehandelssystemet, har vært viktige fokusområder for den samfunnsvitenskapelige forskningen i RENERGI for å kunne oppnå ambisjonen om å øke andelen fornybar energi.

Norske utfordringer i energi- og kraftsystemet skiller seg fra mange av EU-landene, og er annerledes enn andre nordiske land. Ingen andre europeiske land har; over 60 % fornybar energiproduksjon (Offshore unntatt), nesten utelukkende vannkraft i elektrisitetssektoren og en stor regulerings-evne i vannkraftsystemet som kan økes ytterligere. Hvilken energifleksibilitet vi har, hvordan effekttopper kan håndteres og hvordan energimarkedet i Norge og Norden fungerer, er viktige faktorer når nye virkemidler og reguleringsregimer for fremtidens energisystem skal utformes. Norge trenger forskning som ser nye teknologiske muligheter i sammenheng med miljøpåvirkninger og samfunns- og næringsmessige forutsetninger.

Med nye nasjonale og internasjonale utfordringer har programstyret i RENERGI systematisk styrket prosjektporteføljen innenfor energipolitikk, energimarked og tverrfaglige teknologistudier gjennom hele programperioden. I 2004 var den samfunnsvitenskapelige porteføljen på 12 mill. kroner. Ved avslutningen av RENERGI er det bygget opp en portefølje som i 2012 omfatter mer enn 35 prosjekter med en samlet bevilgning på 55 mill. kroner. Forskningen på feltet genererer kunnskap og utdanner fagfolk som brukes av et bredt spekter av samfunnsaktører. For å øke relevansen til forskningen ytterligere slik at den holder internasjonalt nivå,

ble det etablert tre Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME) på dette feltet i løpet av RENERGI-programmet.

Myndighetene er avhengig av denne kunnskapen når nasjonal politikk for energisektoren skal utformes. Det samme gjelder energiselskaper, konsulentbedrifter og bransjeorganisasjoner når de jobber med tiltak som energi-effektivisering, grønne sertifikater, klimaeffektiv transport eller utvikling av reguleringsmekanismer.

Climate Change Altering Nordic Energy Systems (CANES) ved FNI

Prosjektet har analysert sentrale EU politikkområder som:

- Kvotesystemet for klimagasser
- Fornybar energi
- Energieffektiviseringsmarkedet og statsstøttereglene

Hva er politikkområdenes betydning for norske aktører og norsk-svensk samarbeid? En overordnet innsikt fra prosjektet er at Europeisk klima- og energipolitisk utvikling er preget av to konfliktlinjer:

- Hvor mye makt skal EU ha og hvor mye makt skal nasjonale politikere ha?
- Skal klima- og energipolitikken baseres på markeds-virkemidler eller teknologivalg?

Uenigheten har vært dyp og aktørene til dels uforsonlige. Resultatet er at EUs klima- og energipolitikk består av en kompleks blanding av virkemidler. Dette gjør behovet for kunnskap om implikasjonene av dette større enn noen gang. *Kunnskap om europeisk utvikling gir økt nasjonal makt.*



Foto: Pool Bundesregierung/Stepfen Kungler

Toppledere samlet under klimatoppmøtet i København 2009.



Foto: Shutterstock

2.4 Vindkraft til havs



Foto: Owec Tower

Fundament for vindturbin til havs.

På 90-tallet etablerte Danmark og Tyskland en solid vindkraftindustri som var sterkt stimulert av gode støtteordninger i de to landene. Andre nasjoner valgte også å satse på vind, men i Norge så vi ikke samme utvikling.

Ambisiøse forsknings- og næringsaktører satset på vindkraft med støtte fra RENERGI. Med Norges fortrinn knyttet til maritim sektor og offshorenæringen, ble vindkraft til havs det store satsningsområdet. Ved starten av programmet hadde vi én norsk aktør som utviklet teknologi for å betjene dette nye markedet.

RENERGI-programmet har støttet utvikling av teknologier primært med basis i norske aktørers erfaringer fra marine operasjoner, maritim kompetanse og erfaring fra norsk olje- og gassnæring. I første omgang er det bunnfaste installasjoner og løsninger for maritime operasjoner knyttet til disse som dominerer, men også flytende løsninger er ventet å komme. Ved programmets avslutning er det flere aktører som posisjonerer seg for å betjene et marked for offshore vindkraft, et marked som nå i hovedsak er utenfor Norges grenser.



Foto: Øyvind Hagen/Statoil

Statoils flytende vindturbin Hywind.

OWEC Tower

Owec Tower ble etablert i 2001 og utviklet en plattform i stål basert på jacket-prinsippet, med egne nyutviklede elementer. Gjennombruddet kom i 2005, da energiselskapet Talisman Energy valgte Owec Towers fundament for havvindprosjektet på Beatrice-feltet. To vindturbiner ble utplassert i 2006 på Owec Towers fundament. Året etter ble selskapet valgt som en av to leverandører av fundamentet på Alpha Ventus utenfor Tyskland. Aker Solutions produserte de andre fundamentene.

Deretter fulgte nye prosjekter; Ormonde i England og Thornton Bank utenfor Belgia. I fjor leverte de også en prototyp til et anlegg på land i St. Nazaire i Frankrike. I 2009 fikk Owec Tower støtte fra Forskningsrådets RENERGI-program til å utvikle beregningsmetoder for å analysere fundamentet for vindturbiner til havs.

2.5 Fremveksten av en silisiumbasert solcelleindustri i Norge

Solceller har ingen rolle i norsk energiforsyning. Det er ikke mulig å lykkes med slik næringsutvikling uten et hjemmemarked hevdet skeptikerne. Det viste seg at de tok feil og utviklingen av den norske solindustrien er en historie om en utvikling mot alle odds. I dag består den norske solenergiklyngen av et ti-talls selskaper. Disse bedriftene representerer en helt ny næringsgren som ble bygget opp på en forventning om et sterkt økende behov for tilgang på miljøvennlig energi.

Dette er historien om synergien mellom norsk spisskompetanse innen material- og prosess teknologi, gode norske forskningsmiljøer, og lang industriell erfaring fra fremstilling og foredling av silisium. I tillegg har lokalsamfunn med tilgang på energi, arbeidskraft og sterk entreprenørånd spilt en viktig rolle. Målbevisste myndigheter i andre land med høye ambisjoner, og vilje til å støtte opp om en teknologi i fremgang, representerte markedet.

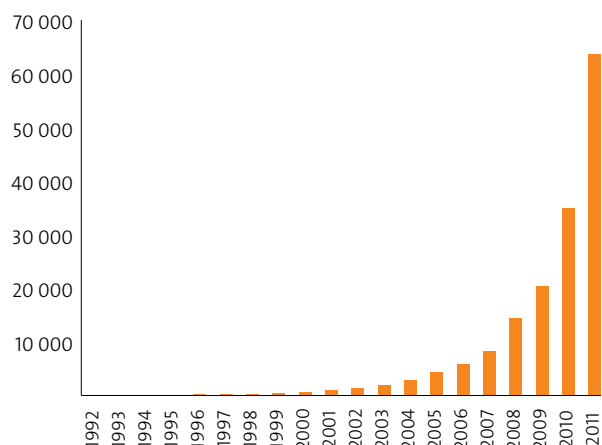
REC var tidlig en motor i denne utviklingen. Selskapet startet opp i 1994 og ble etter hvert toneangivende i den internasjonale solcelleindustrien. I 2004 var REC og Elkem Solar to av noen få norske solenergiselskaper. I perioden som fulgte vokste disse selskapene på basis av hver sin teknologi, og etter hvert vokste det frem flere norske selskaper innenfor dette feltet, selskaper som i hovedsak entret markedet for

å levere tjenester, teknologi eller løsninger til REC og Elkem. Flere av selskapene spesialiserte seg på bi-produkter i verdikjeden og begynte også å levere produkter til et bredt spekter av bedrifter både her hjemme og internasjonalt.

I det siste halvannet år har mer eller mindre hele den vestlige solcelleindustrien hatt utfordringer med dårlig lønnsomhet, noe som har ført til permitteringer, oppsigelser og nedleggelsler av produksjonsanlegg i Norge. Dette henger sammen med at prisen på solceller har gått ned. Det installeres solcelleanlegg i større omfang enn noen gang tidligere og forventningen om markedsvekst er økende. Med andre ord er målene man satte seg for 10 år siden nådd og for klimaet er dette gode nyheter. Utfordringene industrien nå møter er altså resultatet av en internasjonal suksesshistorie, ikke minst i forhold til det som har vært den viktigste driveren for å utvikle solceller: Bærekraftig elektrisitetsproduksjon som både bidrar til energisikkerhet og som møter klimautfordringene.

For enkelte av næringsaktørene er dette en reel utfordring som må håndteres. I dagens situasjon handler det nå om å gjøre de riktige valgene fremover, slik at den norske solcelleindustrien kan utvikle seg videre og gi grobunn for mer «grønn» industri og miljøvennlig kraftproduksjon.

FIGUR 3.1 AKKUMULERT INSTALLERT KAPASITET I IEA-LAND (MW)



Norsun – høyeffektive solceller

Norsun ble etablert i 2005. Igjen var det Alf Bjørseth som så denne muligheten og var med og etablerte selskapet. Norsun produserer monokrystallinske silisium-wafere for det internasjonale solenergimarkedet. Dette er wafere som har noe høyere virkningsgrad enn wafere basert på multikrystallinsk silisium og derfor etterspørres av aktører som har behov for høyeffektive solceller. Dette er gjerne mot anvendelser der plass er en begrensning, f.eks takflater. I dette segmentet er derfor Norsun ikke like konkurranseutsatt mot Kina som selskaper som produserer standard solceller basert på multikrystallinsk silisium. Norsun støttes med 10,5 mill. kroner av RENERGI gjennom SIMMIS-prosjektet.



Foto: fornybar.no



Foto: Shutterstock

2.6 Materialforskningen – kilden til nye løsninger på mange områder

Materialeteknologi er, sammen med IKT, en av de mest sentrale generiske teknologiene i utviklingen av miljøvennlig energi. Nye materialer eller materialer med spesielle egenskaper kan bidra til å løse mange utfordringer, og materialforskning har dermed vært viktig i RENERGIs portefølje.

Forskningsprosjekter rettet mot *metallhydrider* for lagring av hydrogen i faste materialer er et godt eksempel på materialforskningens relevans. For å kunne benytte hydrogen som drivstoff i biler, er det behov for å finne måter å frakte med seg tilstrekkelig mengde hydrogen. Med bruk av avanserte komposittmaterialer er det utviklet trykktanker for 700 bar hydrogen som muliggjør dette. Norske aktører har deltatt aktivt i denne utviklingen. Metallhydrider har hittil ikke hatt stor nok kapasitet, men det er nå en økende interesse for å lagre elektrisk energi i form av hydrogen, og til dette er metallhydrider meget interessant.

Metallhydridene har også et potensial for bruk i batterier, og jakten på nye materialer for å øke den elektriske lagringskapasiteten i batterier er kontinuerlig på forskningsagendaen. Materialkunnskap er også viktig for å utnytte de batteriene bedre som allerede er på markedet. Økt innsikt for å forbedre lading, redusere degradering og øke sikkerheten har stått sentralt hos eksempelvis Miljøbil Grenland, som har hatt støtte fra RENERGI.

Materialkunnskap har også spilt en avgjørende rolle i blant annet utvikling av bedre og rimeligere polymer brenselceller med tilstrekkelig lang levetid. Her har det vært store gjennombrudd i løpet av RENERGIs periode, og norske forskere har deltatt aktivt i dette.

Antall prosjekter der materialeteknologi er sentralt har dermed vært høyt både i RENERGI og i NANOMAT-programmet – en viktig samarbeidspartner på dette området.

Norwegian Power System – mer effektiv brenselcelle for APU

En viktig anvendelse for materialeteknologi er i brenselceller. NPS har, i samarbeid med Caltech, utviklet en «solid acid» brenselcelle som opererer ved høyere temperatur enn polymer brenselcelle (PEM), og som dermed kan bruke diesel som energikilde. Dette er meget interessant som separat kraftkilde til lastebiler, båter etc. (APU – Auxiliary Power Unit)

Høyere driftstemperatur gjør brenselcellen mindre følsom for forurensning. Det er vist at den tåler 10 % CO og kan derfor bruke en energi-kilde som gir mindre ren reformat gass.

Det er ved testing vist at systemet har samme ytelse som en PEM brenselcelle, og en 1,2 kW enhet er kvalifisert med diesel.

Det har vært tett samarbeid med amerikanske og tyske teknologipartnere.

Det er innledet samarbeid med tysk partner for endelig design av en industriell brenselcelle, som kan inngå i forbedret kraftgenerator til bruk i kjøretøy og annen anvendelse. Prosjektet har fått i alt 5,9 mill. kroner i støtte fra RENERGI.



Foto: NorSun



Foto: Institutt for energiteknikk, Kjeller



Foto: Prototech AS

Materialforskning ved Institutt for energiteknikk på Kjeller.



VIKTIGSTE AKTIVITETER



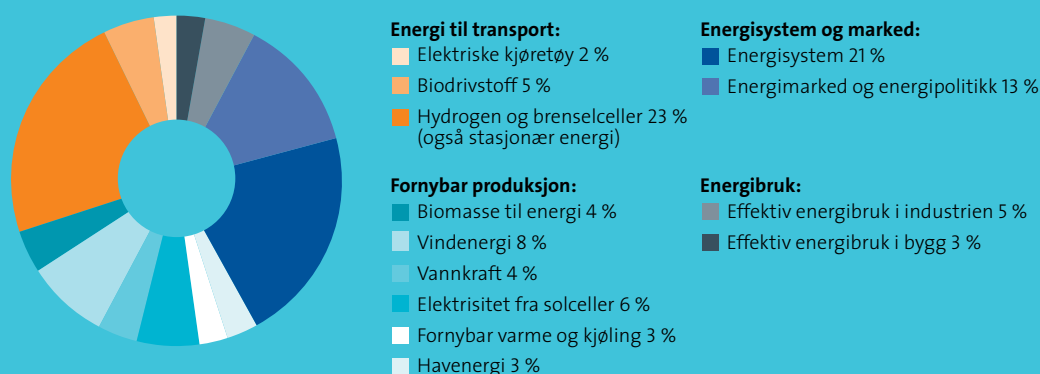
3

ENERGIBRUK	
EFFEKTIV ENERGIBRUK I BYGG	20
EFFEKTIV ENERGIBRUK I INDUSTRIEN	22
ENERGISYSTEM OG MARKED	
ENERGIMARKED OG ENERGIPOLITIKK	24
ENERGISYSTEM	26
FORNYBAR PRODUKSJON	
ELEKTRISITET FRA SOLCELLER	28
VINDENERGI	30
VANNKRAFT	32
HAVENERGI	34
FORNYBAR VARME OG KJØLING	36
BIOMASSE TIL ENERGI	38
ENERGI TIL TRANSPORT	
HYDROGEN OG BRENSSELCELLER	40
ELEKTRISKE KJØRETØY	42
BIODRIVSTOFF	44

RENERGI-programmet favner svært bredt og prosjektporteføljen reflekterer de problemstillingene en bærekraftig utvikling av det nasjonale og internasjonale energisystemet fordrer. I RENERGI har innsatsen vært delt opp i tematiske undergrupper. Disse har vært organisert på en slik måte at delområder som henger sammen har blitt sett i sammenheng.

I dette kapitlet går vi inn i de 13 tematiske delområdene og beskriver de viktigste aktivitetene og aktørene i RENERGI. Beskrivelsene er ikke uttømmende, men gir en oversikt over utfordringene på området og våre aktiviteter. Hvert teknologiområde er beskrevet ut fra samme struktur: Omverden, Porteføljen, Viktige miljøer og Viktige resultater.

FIGUR 3.1 FORDELING RENERGI 2005–2011



ENERGIBRUK

3.1 Effektiv energibruk i bygg



Foto: Morten Brakestad

Energieffektivisering på den politiske dagsorden

Energibruk- og effektivisering i bygg har tradisjonelt vært et tema uten store politiske ambisjoner eller mål. I perioden 1990 til 1998 økte forbruket av elektrisitet med 8,4 % per innbygger i Norge, en økning som sammen med stopp i utbyggingen av vannkraft gjorde energibruk i bygg til en sak på den politiske dagsorden. Parallelt har

oppmerksomheten omkring klimaspørsmål økt betraktelig både i Norge og internasjonalt.

I Norge ble det gjennom Stortingsmelding nr 29 (98-99) «Om energipolitikken» satt mål om å begrense energiforbruket i bygg vesentlig, og det skulle brukes 4 TWh mer vannbåren varme årlig basert på nye fornybare energikilder, varmepumper og spillvarme innen år 2010. Enova, som skal drive fram en



Foto: Morten Brakestad

miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon, ble etablert av Stortinget i 2001.

Ved RENERGI-programmets start i 2004 var prosjektene i porteføljen energibruk i bygg relativt små og teknologidrevne. Tematisk dreide flere av prosjektene seg om de tekniske enkeltkomponentene i bygget. Etter hvert så man et behov for å sette de nye teknologiske løsningene inn i en sammenheng, og det ble etablert prosjekter som så på den praktiske bruken av teknologiene. Dette førte til nytt fokus og økt oppmerksomhet på sluttbrukerne. Hvordan deres komfort og atferd blir påvirket av endringer i energibruk har vært sentralt i dette arbeidet.

Energibruk viktigere for RENERGI

RENERGI har i hele perioden hatt som mål å øke andelen bevilgninger knyttet til energibruk i bygg. Det har til tider vært vanskelig på grunn av lavt antall søknader. Etter opprettelsen av forskningsentre for miljøvennlig energi (FME) og NTNU/SINTEF Byggforsks Zero Emission Buildings (ZEB) i 2009, endret situasjonen seg. Senteretableringen hadde en utløsende effekt for næringens aktiviteter på området, noe som medførte flere og gode søknader til RENERGI-utlysningene. Størrelsen på hvert prosjekt økte, og porteføljen energibruk i bygg utgjorde etter hvert en stadig større andel av den totale RENERGI-porteføljen. I perioden 2007 til 2012 har bevilgningene til energibruk i bygg økt med rundt 50 %.

En utfordring for RENERGI-programmet har hele tiden vært å mobilisere næringsaktørene. Byggenæringen er fragmentert med lavt FoU-fokus. I forbindelse med etablering av ZEB, klarte senterledelsen å engasjere viktige aktører. Dette har medført at stadig flere aktører nå ser fordelene av å ha en FoU-satsing. Mot slutten av RENERGIs programperiode har energibruk i bygg også fått høyere prioritet på politisk hold. Temaet er tatt opp i både Energiutredningen (NOU 2012:9) og Stortingsmeldingen om norsk klimapolitikk (St.meld. 21). Stortingsmeldingen om bygningspolitikk (St.meld. 28) er den første i sitt slag og gir konkrete føringer for hvilke energikrav som skal stilles for fremtidens bygg, i tillegg til at stortingsmeldingen setter FoU og kompetanse høyt på agendaen. Her skjerpes energikravene til passivhusnivå i 2015 og nesten

nullenerginivå i 2020. Forskningsresultatene fra RENERGI har bidratt til at disse ambisiøse grepene kan gjøres.

Sterke aktører med høy kompetanse

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), SINTEF Energi og SINTEF Byggforsk er de sentrale forskningsaktørene innen feltet energibruk.

SINTEF Energi har opparbeidet høy kompetanse og anerkjennelse innen varmepumpeteknologi og ulike ventilasjonsutfordringer. SINTEF Byggforsk har vært partner i prosjekter både på isolasjon, fasader, vindusteknologi og rehabiliteringsløsninger. NTNU på sin side har hatt høy aktivitet av mer tverrfaglig art, der både arkitektur-, samfunnsvitenskaps- og teknologifag har vært involvert. I tillegg til disse miljøene har Statens institutt for forbruksforskning (SIFO) forsket på forbruker-aspekt knyttet til energibruk. For RENERGI er det likevel et ønske om å få flere aktører engasjert i forskningssamarbeid.

Bevissthet om FoU og økt innovasjon

Resultatene under RENERGI-programmet for feltet energibruk i bygg har vært preget av økende bevissthet og nye prioriteringer. Fra å være et felt med relativt lite oppmerksomhet har beslutningstagerer for alvor fått øynene opp for energieffektivisering av bygg og pendelen har dreid mot å prioritere sluttbrukerne. Dette har igjen ført til større innovasjonstakt i markedet enn tidligere.

Med etableringen av Enova og deres støtte til miljøvennlig energikilder har bruken av varmepumper og vannbåren varme skutt i været fra 2004 og frem til i dag. Økt kompetanse på feltet og FoU-aktiviteter har også vært avgjørende for denne veksten.

Bevisstheten om FoU og innovasjon som avgjørende for verdiskaping på feltet har økt sterkt. Nettopp denne typen aktiviteter har vært avgjørende for nyvinninger som passivhus og lavenergibygg, i tillegg til gode prosesser for energieffektivisering av eksisterende bygg. Dette har ført til at langt flere aktører i dag er aktive i forskningssamarbeid enn ved oppstarten av RENERGI.

ENERGIBRUK

3.2 Effektiv energibruk i industrien



Foto: Sverre Jøntid

Energipriser endrer industrien

Norsk landbasert industri utgjør rundt en tredjedel av Norges totale stasjonære energiforbruk, (80 TWh). Energibruken i industrien har vært relativt stabil siden 90-tallet, samtidig som produksjonen fra denne industrien har økt. Likevel er potensialet for energieffektivisering fortsatt stort. I 2009 beregnet Enova et potensiale på 12 TWh i besparelser. Kostnadene knyttet til omfattende effektiviseringstiltak er høye, og industrien har kviet seg for å gjøre slike investeringer. Dette henger nøye sammen med verdiskapning, sysselsetting og kvalitet på produktene. I tillegg har industrien tradisjonelt hatt gode kraftavtaler.

Med dette som bakgrunn, var det få og relativt små prosjekter i RENERGI-programmets start som var relatert til energieffektivisering i industrien.

Gjennom RENERGIs programperiode har norsk energintensiv industri blitt stadig mer eksponert for energipriser, og energi utgjør en stadig større del av de totale produksjonskostnadene. Samtidig har vilkårene for tegning av langsiktige kraftavtaler endret seg, og flere kraftavtaler går ut i nær fremtid.



Foto: Hydro



Disse endringene har ført til at flere av de sentrale industriaktørene nå har et høyere fokus på energibruk i egne prosesser. Prosjektet CREATIV (Competence project for Reduced Energy use through Advanced Technology Innovations) ble igangsatt i 2009 som det største prosjektet i RENERGI's historie. Dette var et prosjekt med hovedtematikk rundt effektive varme- og kjøleprosesser og utnyttelse av spillvarme. RENERGI-porteføljen innen energieffektivisering i industrien har dermed gått fra å være basert på få og små prosjekter innen teknologiutvikling av enkeltkomponenter, til å omfatte flere og langt større systemprosjekter.

Komplekse og omfattende prosjekter

Det er igangsatt prosjekter som både er bransjeoverskridende og -spesifikke og som i langt større grad enn tidligere har komplekse og omfattende problemstillinger. Ett av de viktigste temaene innen denne delen av RENERGI-programmet har vært effektive varme- og kjøleprosesser og utnyttelse av spillvarme. Den energiintensive delen av norsk industri har på dette feltet vist sterk evne til å mobilisere til FoU-aktiviteter. Gjennom flere prosjekter driver både ferrolegerings- og aluminiumsindustrien nå målrettet arbeid for å energieffektivisere egne prosesser.

Energi21, som er den nasjonale strategien for forskning, utvikling og kommersialisering av ny klimavennlig energiteknologi, leverte i juni 2011 fra seg sin nasjonale FoU-strategi innen energi. Ambisjonene som ble utmeislet på industriens vegne i strategien var å redusere spesifikk energibruk og økt utnyttelse av overskuddsvarme i all landbasert industri. I tillegg skal lavtemperatur varme utnyttes bedre til oppvarming og elektrisitetsproduksjon. Dette ble del av RENERGI's utlysninger i siste del av programperioden. I tillegg har man i utlysningene bedt om søknader på prosjekter der man ønsker å effektivisere kjente industrielle prosesser, blant annet ved hjelp av optimale styringssystemer.

Bredt spekter av aktører

SINTEF Energi og Institutt for Energiteknikk (IFE) er sentrale aktører når det gjelder effektive kjøle- og varmeteknologier og utnyttelse av spillvarme. De har gjennomført aktiviteter i samarbeid med flere relevante næringsaktører som Fiskeri- og havbruksnærings Servicekontor, REMA1000, Nortura, Norske Skog og Hydro Aluminium. Gründersekskapet Single Phase Power har også høy FoU-aktivitet på disse teknologiene.

SINTEF Materialer og Kjemi har bidratt i flere prosjekter rettet mot både ferrolegerings- og aluminiumsindustrien. Det har skjedd i samarbeid med blant andre Hydro Aluminium og Ferrolegeringens Forskningsforening. Selskapet Goodtech Recovery Technology AS har også bidratt innen spillvarme-utnyttelse i aluminiumsindustrien.

Resultater med global betydning

Energieffektivisering i industrien har stor betydning for verdiskapning, konkurransekraft og arbeidsplasser. Både en globalisert verden og endringer i norsk industri har gitt store endringer i rammevilkårene knyttet til energieffektivisering i industrien. Dette har vært spesielt viktig for den energi-krevende aluminiumsindustrien. Forskningsaktiviteter innen dette feltet har bidratt til at vi i verdenssammenheng har en svært energivenlig aluminiumsindustri. Norsk vannkraft gjør at CO₂-utslippene per tonn norsk aluminium er på bare 10 % av utslipp fra smelteverk med el fra kullkraftverk. I tillegg satser bransjen sterkt på å energieffektivisere prosessene slik at disse utslippene kan reduseres ytterligere, samtidig som energikostnadene til industrien reduseres.

Et annet felt som har hatt stort fremskritt under RENERGI-programmet innen energieffektivisering er varmepumpe-teknologi brukt til kjøling i næringsmiddelindustrien. I en verden med stadig større avstand mellom matens opprinnelsessted og befolkningen, og med stadig flere munnar å mette har disse bidragene for energieffektiv kjøling/konservering av mat vært svært viktige.

ENERGISYSTEM OG MARKED

3.3 Energimarked og energipolitikk



Avgjørende med forskning på energipolitikk og energimarked

Forskningsbasert kunnskap om samfunnsmessige, økonomiske og energipolitiske forhold som senere inngår i utredninger, er ofte med og gir premisser for politiske beslutninger på energifeltet. Før RENERGI-programmets oppstart var den samfunnsvitenskapelige forskningen på energi organisert i egne programmer med nokså små budsjetter. Det var først da denne forskningen ble integrert med den teknologiske forskningen i stort, strategisk program at større ambisjoner lot seg realisere. Bevilgningen til temaet «Energipolitikk og -marked» innenfor RENERGI har økt fra 12 mill. kroner i 2004 til 25 mill. kroner i 2007 og videre til rundt 40 mill. kroner i 2012. Inkludert tverrfaglige prosjekter er omfanget omkring 55 mill. kroner.

Porteføljen har i hele perioden hatt en overvekt av forskerprosjekter. Dette skyldes en prioritering av grunnleggende kompetanseoppbygging på feltet, men også behovet for forskning på problemstillinger som krever uavhengighet fra særinteresser. Etter klimaforliket i 2008 økte bevilgningene, og programstyret valgte da å styrke relevansen i forskningen for offentlige og private aktører gjennom å øke andelen kompetanseprosjekter og kreve brukervedvirkning også i forskningsprosjektene.

Nye prioriteringer

For å svare på de nasjonale og globale utfordringene innenfor energi, miljø og klima, måtte den samfunnsvitenskapelige energiforskningen få høyere prioritet.



Politikere, forvaltning, næringslivet og allmennheten har behov for mer kunnskap om folks energibruksvaner, energimarkedet og statlige virkemidler for utvikling av fornybar teknologi, energieffektivisering og miljøvennlig transport. Under RENERGI-programmet er det slått fast at det ikke er tilgjengeligheten på fornybar energi som begrenser oss, men omlegging av samfunnet til mer miljøvennlig energi-produksjon og -forbruk som blir avgjørende.

I begynnelsen av programplanperioden var *Energimarkedet* hovedfokuset for forskningen. Målet da var å utvikle norsk kompetanse på markedsordninger og reguleringsmekanismer som grunnlag for videreutvikling av energimarkedet innenlands, men også å utvikle kunnskap som kunne gi et grunnlag for internasjonalisering av energimarkedene med tettere markedsintegrasjon med Europa. Hovedtyngden av forskningen var av samfunnsøkonomisk karakter. I 2007 besluttet styret å gjøre et skifte i prioriteringene på basis av en analyse av de samfunnsvitenskapelige fagenes rolle i RENERGI og hvilken nytte forvaltning og næringsliv ønsket seg av forskningen. Analysen ble utført i samarbeid med fagmiljøene og relevante brukere. Konklusjonen var tredelt: At fagene burde gis en større plass i programmet, at forskningen på Energimarked bør videreføres samtidig som man åpner opp for andre viktige forskningstemaer, og til slutt at den samfunnsvitenskapelige forskningen ikke bare burde bli henvist til hovedemnet *Energimarked*, men også burde integreres med de andre tematiske prioriteringene i programmet som *Fornybar energiproduksjon*, *Energisystem*, *Energibruk* etc. Veksten i budsjettet til programmet fra 2008 var gunstig med tanke på å følge opp denne reorienteringen fra styret. Mot slutten av programperioden er status at forskningen har fokus på flere deltemaer: «Energimarked», «Offentlig politikk og virkemidler for fornybar energi og energibruk», «Teknologianalyser, innovasjon og diffusjon», «Internasjonale klima- og miljøavtaler». For å øke relevansen til forskningen ytterligere slik at den holder internasjonalt nivå, ble det etablert tre Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME) på feltet i løpet av RENERGI-programmet.

Bred forankring i forskningsmiljøene

Mange og store forskningsaktører har vært involvert på feltet i løpet av RENERGI-programmet. Forskningsavdelingen i Statistisk Sentralbyrå (SSB), Frischsenteret ved Universitetet i

Oslo, Fridtjof Nansens Institutt (FNI), CICERO Senter for klimaforskning, NTNU Institutt for industriell økonomi og NTNU Institutt for Tverrfaglige kulturstudier er blant de tyngste aktørene som har bidratt.

Andre sentrale forskningsmiljøer er Økonomisk institutt ved Universitetet i Oslo, Institutt for Energiteknikk (IFE), SINTEF Energiforskning, Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB) og Samfunns- og næringslivsforskning (SNF) i Bergen, Universitetet i Oslo ved Senter for teknologi, innovasjon og kultur (TIK), NTNU Institutt for industriell økologi og SINTEF Teknologi og samfunn.

Partnere i forskningen spenner fra forvaltning til næringsliv. I forvaltningen er NVE, Klif og Enova aktive i forskningsprosjekter. I næringslivet er en rekke bedrifter aktive som Agder Energi, SAE vind, Hydro Aluminium, Nord-Trøndelag Energiverk, BKK, Hafslund, Statkraft, Statnett, og Energi Norge.

Bedre rustet nasjonalt og internasjonalt

Forskningen på feltet genererer kunnskap og utdanner fagfolk som brukes av et bredt spekter av samfunnsaktører. Myndighetene har vært avhengig av denne typen kunnskap når nasjonal politikk for energisektoren skal utformes. Det samme har energiselskaper, konsulentbedrifter eller bransjeorganisasjoner når de har jobbet med tiltak som energieffektivisering, grønne sertifikater, klimaeffektiv transport eller utvikling av reguleringsregimer for energiselskaper.

Et eksempel i denne sammenhengen er utvalget bak «Klimakur 2020 – tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020», som i stor grad bygde på kompetanse i forskningsinstitusjoner. Statistisk sentralbyrås forskningsavdeling (SSB) var med i utvalget som lagde rapporten og bidro med makroøkonomiske modellberegninger. Et annet eksempel er Lavutslippsutvalgets utredning fra 2006 som brukte modeller utviklet av Institutt for Energiteknikk som verktøy for å analysere tiltak for å redusere det totale CO₂-utslippet i Norge. Denne typen modeller kan også brukes til å beregne kraftproduksjonen i Norge.

RENERGIs bidrag har, gjennom økt kunnskapsutvikling, styrket forskningsmiljøene slik at Norge er bedre rustet til å delta aktivt i internasjonale fora der klima- og energiutfordringer står på agendaen.

ENERGISYSTEM OG MARKED

3.4 Energisystem

Smartnett og balansetjenester

EUs SET-plan (Strategic Energy Technology Plan) med mål om 20 % økning i bruken av fornybar energi og 20 % energi-effektivisering innen 2020, har ført til at hele det Europeiske kraftsystemet er i endring. I fremtiden trengs derfor et kraftnett som understøtter fornybare energikilder og effektiv effekt- og energibruk, et såkalt smartnett. Mye av kunnskapen som trengs er etter hvert tilgjengelig, men det kreves en betydelig innsats før implementering i storskala kan finne sted. SET-planens initiativ for kraftnett har de siste årene organisert en EU-dugnad for å fylle kompetansehullene og utveksle erfaring fra lokale demonstrasjonsprosjekter. Dette har også vært viktig for RENERGIs prioriteringer innen energisystem. Energi21 har pekt på balansetjenester for kraftsystemet og smartnett som to av seks prioriterte satsingsområder.

Norske komponent- og systemleverandører ligger langt fremme på blant annet høyspentkabel og omformere, og FoU-aktørene har høy kompetanse innen kraftmarked, nettanalyse, -drift og -forvaltning. De norske nettselskapene har derimot manglet incentiver til innovasjon og utvikling. RENERGI har derfor arbeidet for å bedre rammebetingelser for FoU innen den monopolregulerte kraftnettvirksomheten. NVE la våren 2012 ut et høringsutkast til endringer i Norsk nettregulering som, hvis det blir gjennomført, vil imøtekomme dette i noen grad.

Behov for systemkompetanse – utvikling i porteføljen

De første årene av RENERGI var innsatsen innen energisystem konsentrert om noen få prioriterte tema, og prosjektene ofte rettet mot enkeltproblemstillinger og -løsninger. Gjennom programmets gang er porteføljen utviklet i en retning som innebærer at prosjektene sees mer i sammenheng, og samlet skal representere en innsats som etablerer etterspurt kunnskap og løsninger for å løse de utfordringene man nå ser kommer. Programmet har styrt porteføljen i retning mot de fem områdene miljø, offshorenett, smartnett, nettförvaltning og systemkomponenter samt rammebetingelser og markeds-løsninger.

En del av porteføljen har vært rettet mot nye systemløsninger som gir økt kapasitet med mindre miljøpåvirkning og konflikter med interessentene både for produksjons- og overføringsystemet. Offshorenett har fått økende betydning.

Det har vært stor aktivitet knyttet til kunnskapsutvikling og innovasjon innen høyspentkabel. Smartnett er kommet høyt på dagsorden. Dette er blitt reflektert i porteføljen på samme måte som aktualiteten for balansetjenester har fordret prosjekter som ser på rammebetingelser og markeds-løsninger, omformere, koblingsanlegg og kontrollutstyr.

Sårbare forskningsmiljøer

Kompetansenivået på området energisystem er videreutviklet og styrket til et nivå som på flere områder holder internasjonal standard hos aktører som SINTEF, NTNU, NCE Halden, UIO og UIB. På visse områder er posisjonen truet som følge av lav rekruttering og fordi finansieringen er betydelig bedre i andre land.

Flere norske bedrifter har vist stor evne til innovasjon på området energisystem. Eksempler på dette er Doble Transinor, Eltek Valere, NEXANS, ABB, MagTech, SmartMotor og Wärtsila Norge. I tillegg har Statnett vært en viktig pådriver for FoU, særlig innen marked og transmisjon, og Energi Norge har vært aktiv på vegne av sine medlemmer. Innovasjon hos nettselskapene har vært avtagende siden dereguleringen i 1991, men har tatt seg noe opp i det siste som følge av interesse for balansekraft og smartnett.

Ledende på transmisjon

Energisystemet er internasjonalt og internasjonalt samarbeid har vært viktig for å oppnå de gode resultatene på en effektiv måte. Økende internasjonal deltagelse i porteføljen har også ført til større etterspørsel etter norsk kompetanse. RENERGI har bidratt til at SINTEF Energi nå er et ledende forskningsmiljø i Europa, spesielt innenfor transmisjon, med viktige roller i flere EU-prosjekter. Statnett og ABB har oppnådd viktige resultater når det gjelder bedre styring av transmisjonssystemer. Flere prosjekter har dessuten bidratt til utviklingen av et samkjørt nordisk kraftsystem og til ambisjonen om «Norge som grønt batteri for Europa».

Viktige resultater (på alle fem delområdene)

Gjennom programmet er det utviklet nye systemløsninger som gir økt kapasitet med mindre miljøpåvirkning og konflikter med interessentene både når det gjelder forsyning og

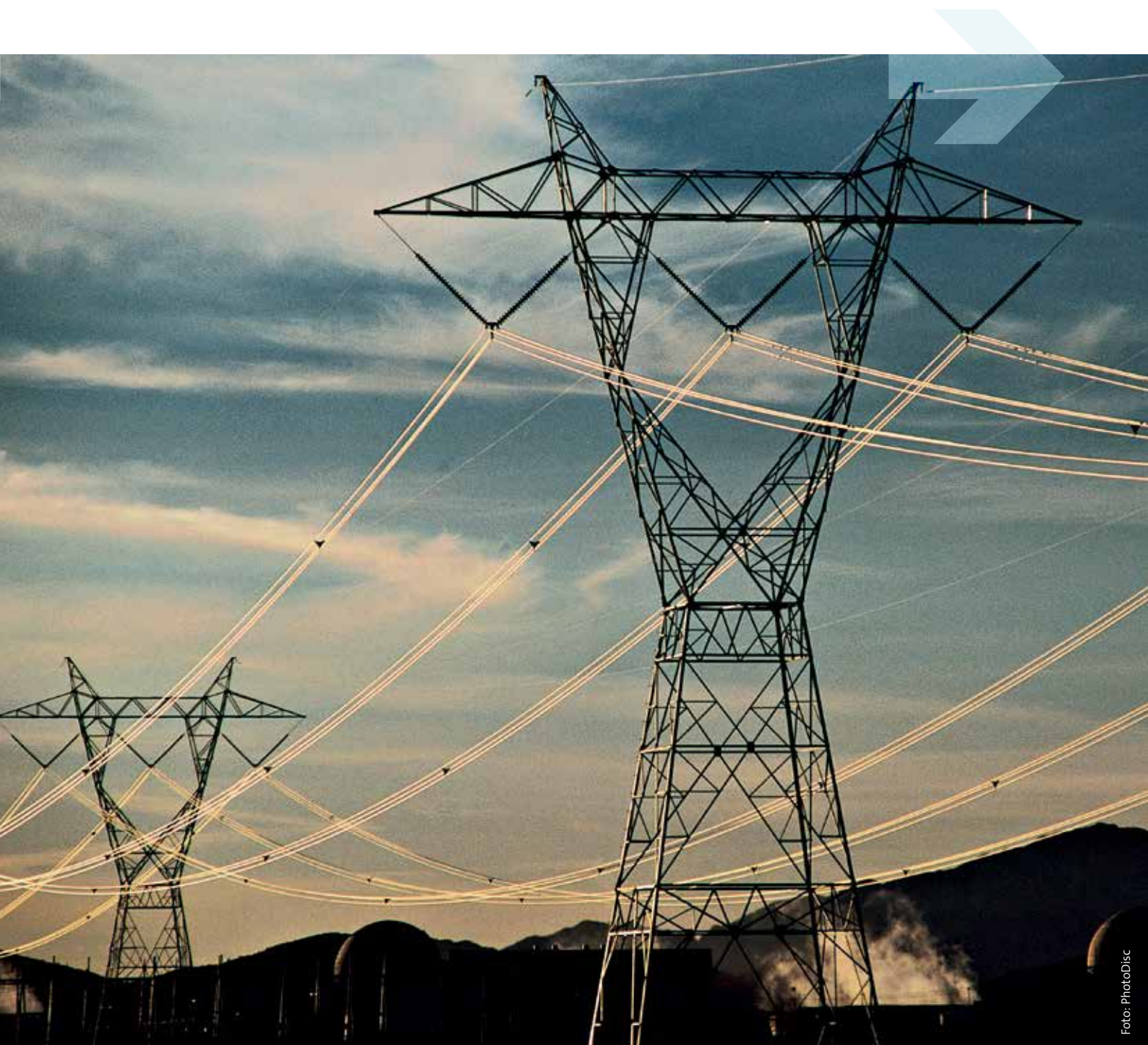


Foto: PhotoDisc

overføring, gjennom blant annet miljøtilpasset design av vannkraftproduksjon og energinett.

Det er blitt utviklet både kunnskap og ny teknologi for offshorenett, knyttet til produksjon, installasjon, drift og vedlikehold av undersjøiske likespenningsoverføringer. Det er også etablert prinsipper for utformingen av et fremtidig Nordeuropeisk transmisjonsnett som muliggjør økt tilgang på miljøvennlig kraft i Europa.

Innen Smartnett er prinsipper for optimal utforming av et interaktivt energisystem etablert, og det er utviklet nye planleggingsverktøy og ny teknologi for kontroll og vern av nettet samt styring av forbruksapparater og koordinering

med fjernvarme og gass. Det er utviklet kompetanse og et erfaringsgrunnlag for utrulling av smarte målere i Norge. Forskningen har gitt økt kunnskap om rammebetingelser og markedsløsninger som kan legge grunnlaget for tilstrekkelig tilgang på balansekraft for uregulert fornybar energi, og systemløsninger som støtter kunder som både er konsumenter og produsenter av energi.

På området Nettforvaltning og systemkomponenter er det etablert ny kompetanse for å sikre leveringskvalitet og kostnads-effektivitet i et eldre, «smartere» og hardere belastet kraftnett. Kompetansen er i noen grad kommersialisert, og norsk leverandørindustri har fått støtte til prosjekter for forbedring av generatorer, omformere, koblingsanlegg og kontrollutstyr.

FORNYBAR PRODUKSJON

3.5 Elektrisitet fra solceller





Foto: Shutterstock

Vekst og konsolidering

Forskning rundt sol og elektrisitet fra solceller, såkalte fotovoltaiske solceller, har opplevd et betydelig løft under RENERGI-programmet. Solcellene er gjennom denne perioden blitt bedre og billigere. Sammen med internasjonale finansieringsordninger, har dette ført til at man har opplevd en enorm vekst og selv de mest optimistiske prognosene er overoppfyllt. Elektrisitet fra solceller er nå konkurransedyktig i mange markeder uten subsidier og denne typen kraftproduksjon begynner å få en viss betydning globalt. Som følge av de økte volumene har det oppstått et prispress. Det har ført til at kostnadsbildet for mange aktører er utfordrende. Veksten, og senere prispress, har ført til at mange av de vestlige aktørene nå opplever en krevende situasjon, og man kan forvente at en konsolidering vil skje innenfor feltet før neste etappe er i gang.

Solcellekjeden utvides

Ved oppstarten av RENERGI-programmet var porteføljen på sol liten. Som eksempel var det i 2004 kun tre løpende prosjekter, og ingen av disse var med utspring i bedrifter. Frem mot 2008 var det fortsatt få norske bedrifter på området, men en gradvis økende bevissthet og satsning fra fagmiljøene var i ferd med å endre på dette. RENERGI tok også grep for å mobilisere i denne perioden og allerede i 2007 var porteføljen økt til 10 prosjekter. Nå var også 4 bedrifter en del av porteføljen. I tillegg begynte verdikjeden, eller solcellekjeden, å utvide seg. En gryende leverandørindustri gjorde sitt inntog på feltet. Med Klimaforliket og forankring i Energi21 økte satsningen på sol, slik at prosjektene ble større samtidig som søkerne var sterkere rustet. I søknadsrunden høsten 2010 mottok RENERGI 9 søknader – fra 9 forskjellige bedrifter. 2010 utgjorde porteføljen på sol i RENERGI 25 mill. kroner.

Kraftfulle aktører

REC og Elkem Solar har spilt en nøkkelrolle for utviklingen av kunnskap og næringen knyttet til sol og elektrisitet fra solceller. I kraft av sin størrelse har REC også generert mye aktivitet for under- og tjenesteleverandører som har spesialisert seg inn mot dette segmentet. Sentrale krefter knyttet til REC har også bidratt til oppstarten av flere nye bedrifter innen samme fagfelt. Elkem Solar har drevet langsiktig utvikling og målrettet innsats over hele denne RENERGI-perioden, med mange prosjekter rettet mot utviklingen av en ren metallurgisk prosess for fremstilling av høyrent silisium. De sentrale forskningsaktørene som har bygget seg opp gjennom denne perioden har vært Instituttet for Energiteknikk (IFE), Universitetet i Oslo, NTNU og etter hvert SINTEF. IFE har også bygget opp et solcellelaboratorium der RENERGI har vært med å finansiere flere prosjekter.

Effektive celler

Økning av virkningsgraden og reduksjon av kostnaden for solceller har vært de førende målene for forskningen på dette feltet. En rekke prosjekter blant både forsknings- og næringsaktører har hatt dette som mål, rettet mot ulike deler i hele fremstillingskjeden. Enkeltresultater fra forskningsprosjekter tilknyttet RENERGI har samlet bidratt til at målet om lavere kostnader og mer effektive celler er nådd. Elkem Solar, som med en portefølje av flere forskningsprosjekter har utviklet sin patenterte metallurgiske prosess for fremstilling av silisium av solar grad, er et eksempel på dette. Norge, og norske aktører, har levert en andel inn i den internasjonale forskningsdugnaden som gradvis har gjort og gjør solceller bedre, mer effektive og rimeligere.

FORNYBAR PRODUKSJON

3.6 Vindenergi



Foto: OWEC Tower

Havvind ga politisk interesse

Utbygging av de første vindparkene i Norge begynte tidlig på 1990-tallet. De første vindturbinene ble satt opp og ved årtusenskiftet og frem mot 2005 var det stor utbygging finansiert blant annet av støtteordninger fra Enova. Usikkerhet rundt sertifikatordning gjorde at utbyggingen så stoppet opp noen år, før flere store vindparker ble bygget fra 2009. Felles sertifikatmarked med Sverige ble igangsatt 2012 og det forventes mye utbygging av vindenergi på land i årene fremover.

Interessen for offshore vind tiltok i 2004 og i Norge ble flytende vindturbiner vurdert. I 2005 fikk Sway støtte av RENERGI til å utvikle sitt flytende vindturbin-konsept. Samme år testet også Norsk Hydro sitt Hywind-konsept i bølgetank. I Norge ble stabil vind til havs og mindre interessekonflikter knyttet til utbyggingen viktige faktorer knyttet til debatten om vindparker langt til havs.

I 2007 publiserte Enova en rapport som estimerte potensialet for havenergi i Norge til 14.000 TWh. Dette skapte stor interesse. Klimaforliket i Stortinget i 2008 konkretiserte en



kraftig opptrapping av forskningsmidlene. I tillegg skulle det settes av 150 mill. kroner til et demonstrasjonsprogram for utvikling av havvindmøller og andre umodne energiteknologier. Senere rapporter har konkludert med at bunnfast offshore vind ville bli dyrere i Norge enn i andre land rundt Nordsjøen, og at det isteden burde satses på flytende.

Prototyper

Programporteføljen på vind var svært liten i starten, men har i løpet av RENERGI-perioden vokst i omfang og endret seg mye når det gjelder hva som har vært temaene for forskningen.

I begynnelsen av RENERGI-programmet dreide det meste seg om landbasert vindenergi og kompetanseoppbygging for utbyggere. De fleste søknadene handlet om ressurskartlegging, konsekvensutredninger for miljø og samfunn og publikumsaksept for løsningene.

Etter hvert ble det mer fokus på leverandører til turbinproduksjon. I 2005 kom de første prosjektene som omhandlet utvikling av flytende vindkonsepter. Dette resulterte i en stor interesse for offshore vind, noe RENERGI-styret valgte å prioritere høyt.

Opprettelsen av to Forskningsssenter for miljøvennlig energi (FME) på offshore vind i 2009 har sørget for god kompetansebygging på dette feltet. I slutten av programperioden har dessuten Olje- og energidepartementet gitt øremerkede midler for økt satsning på offshore vindprosjekter i grenseland mot prototype og demonstrasjon. Tenkning på tvers av faggrensene har ført til unike løsninger, som at kraften fra rotoren overføres hydraulisk til en generator uten gir på bakken. Dermed blir toppen av vindmøllen lettere, tårnet slankere og vedlikeholdet enklere. Ideen ble i 2006 til selskapet ChapDrive, som i dag har rundt 20 ansatte og er klar med sin hydrauliske løsning for en 5 MW turbin.

Store aktører i forskning og industri

SINTEF, NTNU og IFE har samarbeidet lenge om FoU på vind-området og etablerte FME NOWITECH. CMR, Uni Research, UiB, UiA og UiS har arbeidet med relaterte fagfelt og gikk sammen for å etablere FME NORCOWE. Samarbeidet mellom disse to FME'ene har økt i etterfølgende år, bla. gjennom infrastruktursatsningen NOWERI.

Energiselskaper som Lyse, NTE, Statkraft, Statnett, Agder Energi, Statoil og Vestavind Offshore arbeider med eller deltar i FoU-prosjekter for å støtte sin utbyggingsaktivitet. Etablerte aktører som Aker Solutions, DNV, Fugro OCEANOR, Aibel og Nexans bruker sin etablerte kompetanse for å komme inn på vindmarkedet. Nye aktører som SmartMotor, Fedem Technology, StormGeo, Origo Solutions, OWEC Tower, Sway, Kjeller Vindteknikk, Chapdrive, Blaaster, Norwind og Straum bruker FoU for å etablere seg som leverandører innen vindenergi.

Viktige resultater

Norge har i løpet av RENERGI-programmet blitt verdensledende på flytende vindinstallasjoner. I 2005 startet Sway sitt BIP-prosjekt for utvikling av et flytende vindkonsept. Hywind prosjektet til Norsk Hydro (senere Statoil) ble offentliggjort samme år. Dette, sammen med SINTEFs KMB-prosjekt «Deep sea offshore wind turbine technology» i 2007, ble starten på en stor satsning innen offshore vind.

I perioden 2009–2011 har mange leverandører til offshore vind fått støtte til sine teknologier. Dette har resultert i en rekke produkter innen måleutstyr, ressurskartlegging, fundamenter, installasjon, turbiner og turbinkomponenter samt drift/vedlikeholdsløsninger. Det er i dag stor aktivitet blant potensielle leverandører til offshore vind, blant annet på fundament, installasjon, drift og vedlikehold.

FORNYBAR PRODUKSJON

3.7 Vannkraft



Foto: Shutterstock

Sterk norsk vannkraftkompetanse har ført til utenlandsoppdrag

Norge har gått fra å være en vannkraftutbygger i eget land til også å bli en leverandør av vannkraftkompetanse internasjonalt. Tidlig ble det etablert produksjon av både elektromekanisk utrustning og turbiner. Produksjonen og produktene var av høy internasjonal klasse. Norge har også lang erfaring med bygging av dammer og vannveier, og mellom 1960 og 1985 var det en storstilt vannkraftutbygging. Fra 1985 og frem til senere tid har det nesten ikke vært vannkraftutbygging i Norge. De senere årene har igjen aktiviteten økt, spesielt innenfor småkraft.

De siste tiårene har kraftbransjen vært i en kraftig omstillingsprosess med fokus på drift, økonomi og restrukturering. Lave energipriser førte til lite utbygging innenlands, noe som igjen førte til at utstyrsleverandører som NEBB, Asea og Kværner bygde ned sin virksomhet i Norge. Etter at vannkraftutbyggingen stoppet opp i Norge, har mye av kompetansen blitt bevart gjennom utenlandsoppdrag. Flere norske konsultantselskap har hatt en betydelig virksomhet utenlands.

Bevare og styrke vannkraftkompetansen

Energiprisene har i perioder vært betydelig høyere enn tidligere. Det har økt interessen for nye utbyggingsprosjekter og et ønske

om å optimalisere eksisterende anlegg. Tidligere var det viktigst å sikre Norge en stabil og pålitelig kraftforsyning. Europa har et sterkt behov for mer kraft, spesielt i perioder hvor det er lite vind og dermed lav vindkraftproduksjon. Dette åpner for at Norge kan revitalisere vannkraften som kraftkilde og supplere europeisk vindkraft og havenergi. Det økende kraftbehovet krever at man tar vare på eksisterende kompetanse, samtidig som det utvikles ny kompetanse blant annet på miljøkonsekvensene av endringene i driftsmønstre. Dette har det vært satt søkelys på i tidsrommet RENERGI har eksistert.

I starten av programperioden var det mange prosjekter på rehabilitering av gamle anlegg og modeller for vanntilgang til kraftverk. Klimaendringene har påvirket vannkraftproduksjonen, og det har skapt et behov for oppdatering og forbedring av tilsigsmodeller. Høyere energipriser og grønne sertifikater har den siste tiden ført til større interesse for småkraft. RENERGI har gitt støtte både til utvikling av småkraftteknologi og til prosjekter som har hatt som hovedmål å bevare den norske kompetansen på vannkraftutbygging.

Ambisjoner om økt leveranse av balansetjenester fra norske vannkraftverk vil kreve endringer i driftsmønstrene fra sesonglagring til effektkjøring. Ny kompetanse både når det gjelder driftsproblematikk og miljøutfordringer er derfor nødvendig. Effektkjøring fører med seg hyppige variasjoner i vannføring og endringer i vannmagasinene. Dette kan



Foto: Shutterstock

påvirke både erosjon og plante- og dyreliv. RENERGI har støttet flere prosjekter innenfor dette fagfeltet. I løpet av perioden har forskningssentret CEDREN blitt etablert. Senteret har hatt miljøkonsekvenser som hovedfokus og har i dag de fleste prosjektene på dette feltet. Endring av kjøremønster krever bedre oppløsning på tilsigsmodeller og korttidsprognosene har blitt stadig viktigere. Disse problemstillingene har det vært gjennomført prosjekter på i RENERGI-perioden.

Vannkraft skiller seg fra de fleste andre områder innenfor RENERGI når det gjelder internasjonalt arbeid. EU har ikke hatt vannkraft som satsningsområde og vannkraftbransjen har måttet bygge opp egne internasjonale nettverk. Norge er representert i Det internasjonale Energibyrådet (IEA). Der har interessen vært økende de siste årene. Norge, Brasil, Finland, Japan, USA og Kina er medlemmer i IEAs forskningsaktivitet innen vannkraft. Andre land deltar på utvalgte områder. Norske aktører har investert internasjonalt og har deltatt i prosjekter som har fått støtte av bistandsmidler.

Sterkt forskningssamarbeid på vannkraft

NTNU har fortsatt det sterkeste FoU-miljøet på vannkraft. De store kraftselskapene har i stor grad drevet sin FoU-aktivitet i samarbeid med Energi Norge. Energi Norge har hatt en koordineringsrolle. I tillegg har selskaper som Norconsult og

Multiconsult sterke fagmiljøer på vannkraft. Når det gjelder tilvirkning av komponenter, spesielt til småkraftprosjekter, har det kommet flere nye aktører. Den største aktøren er i dag Rainpower. De har ca. 350 ansatte og har virksomheter i flere land.

Ny industri og godt miljøfokus

RENERGI har bidratt til omstilling av kompetansen i vannkraftindustrien og til et større miljøfokus på vannkraftbasert elproduksjon. I perioden har det foregått et generasjonsskifte i vannkraftbransjen. Det har derfor vært viktig å ivareta opparbeidet kompetanse, samtidig som man har bygget opp ny kompetanse i en periode med lav aktivitet. Norge er fortsatt helt i front internasjonalt når det gjelder høytrykks vannkraftanlegg. Produksjonsmodeller er forbedret og tilpasset endrede driftsmønstre og et endret klima. Det er blitt utviklet ny boreteknologi tilpasset småskala kraftproduksjon og det er etablert ny industri som produserer turbiner og komponenter til småskala vannkraft. Det er også i RENERGI-perioden opparbeidet betydelig kompetanse på miljøkonsekvensene av endrede driftsmønstre innenfor vannkraftproduksjonen.

FORNYBAR PRODUKSJON

3.8 Havenergi



Foto: ANDRITZ HYDRO Hammerfest

Tidevannsturbin.



Foto: Thomas Blekhardt/Scanpix



Variert satsing på havenergi

Interessen for havenergi har variert fra 80-tallet og til i dag. På 80-tallet var det stor FoU-aktivitet på NTNU/SINTEF og det ble satt i gang noen industrielle pilot- og demo-prosjekter. Disse ble i stor grad terminert på 90-tallet. Gode støttesystemer i Danmark, Portugal og Storbritannia fra begynnelsen av 2000-tallet skapte ny interesse der.

Havenergi omfatter all energiproduksjon på havet med unntak av offshore vind. Internasjonale studier om potensialet for havenergi er svært optimistiske både nasjonalt og internasjonalt. Enova har laget en studie for Norge og den viser et estimert potensial i Norge på 600 TWh for bølgekraft og 1 TWh på tidevannskraft. Bølge- og tidevannskraft har flere fordeler fremfor vind, men kostnadene for havenergi er nesten dobbelt så store som vind. Utfordringen er derfor å redusere kostnadene. Det er utviklet flere ulike konsepter på bølger, tidevann og saltkraft i Norge. Enova og Innovasjon Norge har støttet bygging av prototyper, mens RENERGI har bidratt med midler til utvikling på disse områdene.

Nye støtteordninger gir ny forskning

Nye støtteordninger for havenergi har satt fart på forskningsaktiviteten, men det har ennå ikke utkrystallisert seg teknologi som godt nok utnytter havenergi. Statkraft er internasjonalt helt i front i utviklingen av saltkraft og har startet et testanlegg på Tofte.

Porteføljen på havenergi var på ca. 2 mill. kroner i året de første årene av programmet. I 2008–2010 økte volumet på grunn av en forbedring i søknadskvaliteten.



Foto: Statkraft

Saltkraftverk.

Samarbeid mellom små og store

På FoU-siden er det Marintek som har det sterkeste miljøet, men det eksisterer også en rekke større og mindre industrielle aktører som satser på dette feltet. Spesielt kan vi nevne Statkraft, Hammerfest Strøm, offshore-selskapet NLI og Fred Olsen.

RENERGI har støtte næringsaktører som Statkraft Development AS, Wave Energy AS, FOBOX AS, Siv.ing. Øystein Holm, E-CO Vannkraft AS, Hydra Tidal Energy Technology, Langlee Wave Power AS, Sørkomp as, NORWEA – Norsk vindkraftforening, OWC, og forskningsaktører som Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Biologisk institutt, Universitetet i Oslo, Fakultet for naturvitenskap og teknologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

FORNYBAR PRODUKSJON

3.9 Fornybar varme og kjøling

Høye energipriser øker behovet for fornybar varme og kjøling

Innsatsen på FoU innen fornybar varme og kjøling har variert mye siden oljekrisen i 1973. Det har vært lite energipolitisk og teknologisk fokus. I tider med økte energipriser har man likevel sett behov for forskning på dette området. Etablering av RENERGI har bidratt til økt fokus på norsk FoU-kompetanse og nettverk på fornybar varme og kjøling. Miljøet er ennå fragmentert, men noen gode resultater er oppnådd.

Som følge av de politiske målsetningene om økt energigjenvinning fra avfall og energiomlegging, ble det tilrettelagt for utbygging av fjernvarmeinfrastruktur. Utbygging av fjernvarme med energikilder som avfallsforbrenning, bioenergi og store varmepumper er gjennomført og tilfredsstillende Enovas mål. Norsk fjernvarmekompetanse er bygget opp rundt et lite miljø på NTNU/SINTEF. Fjernvarmenett anses av de fleste for å være et verdifullt element i det fremtidige energisystemet.

Den nasjonale FoU-kompetansen på varmepumper er høy, og forskningsmiljøet rundt det som opprinnelig het Institutt for Kuldeteknikk på NTNU har lenge vært i fremste rekke på dette området. Fra dette NTNU-miljøet ble det utover 1990- og 2000-tallet spredt kunnskap til rådgiverbransjen og andre aktører innen energi- og byggsektoren. Bruk av varmepumper vokste, særlig innen boligsektoren. Framveksten skyldes i stor grad høye energipriser.

Solvarme var i 2004 lite utviklet og miljøet som drev FoU på området var som regel små enkeltaktører innen forskning og byggsektor. RENERGI har bidratt til økt satsing på dette feltet.

Klimaforliket førte til et paradigmeskifte for innovasjon på fornybar varme og kjøling. Enova fikk økte ressurser til markedsintroduksjon, Forskningsrådet fikk økte ressurser til FoU og Innovasjon Norge fikk økte ressurser til miljøteknologi. Summen av disse tiltakene har vært god og man ser nå konturene av sterke forsknings- og næringsmiljøer på dette feltet. Imidlertid sier IEA i sin ETP fra juni 2012 at energibruk

til oppvarming og kjøling fremdeles er et forsømt område i energipolitikk og teknologi. Derfor har Horizon 2020 nå et tydelig fokus på «Renewable heating and cooling».

Økt kunnskapsgrunnlag

Rett etter Klimaforliket justerte RENERGI sin programplan og feltet *Fornybar varme og kjøling* ble et eget temaområde. Forskningsrådet utarbeidet flere kunnskapsgrunnlag som ble underlag for regjeringens bioenergi-strategi, og sammen med programmet *Natur og næring* bidro RENERGI til en betydelig opptrapping på området, inkludert etablering av FMEen CenBio. Bioenergiaktivitetene i Forskningsrådet ble samlet i RENERGI-programmet i 2011. Samlet har RENERGI-porteføljen hatt en positiv utvikling innen områdene bio, sol, geo, varmepumper, fjernvarme og varmelagring. Ulike områder har hatt ulike drivere for satsing på FoU; forskningsmiljøer, utbyggere, gründere, forvaltning/myndigheter, næringsliv og miljøorganisasjoner har påvirket arbeidet.

Bioenergi

Økt energigjenvinning fra avfall var i fokus tidlig i RENERGI, bl.a. som følge av den varslede deponiforskriften. Bioenergi fra skog og landbrusavfall ble hovedfokus i RENERGIs satsing på varme og kjøling etter klimaforliket i 2008. Store nye prosjekter ble startet på biogass, bio-olje, kombinert varme/kraft, teknologier for forbehandling av biomasse og punktvarme (vedfyring) med varmelagring. Det samarbeides med næringsliv fra avfalls-, energi-, teknologi-, og landbrukssektorene. Innen avfallssektoren har Sintef Energi hatt ledende roller i gjennomføring av EU prosjekter. UMB og Bioforsk er de ledende miljøene innen biogass.

Solvarme

Bruk av solvarme er fortsatt i en tidlig fase i Norge. Det er særlig Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo som har fått prosjektstøtte fra RENERGI. Instituttet har vært en pådriver og bidratt til et sterkt nettverk. Deltagelse i IEA- og EU- prosjekter har vært viktig for kompetanseutviklingen.



Foto: Sverre Jarlid

Solvarme vurderes stadig oftere som en viktig energikilde som kan bidra til såkalt «lavenergi utbygging».

Geovarme

I 2010 fantes det 26 000 grunnvarmeanlegg i Norge som hentet ut netto 2,5 TWh varme fra grunnen. Utbygging av energibrønner med varmelagring har først og fremst blitt drevet frem av utbyggere og rådgivere, og vi har i Norge noen få og viktige pilotanlegg på avanserte brønnparksystemer. RENERGI har støttet utvikling av energisentraler for slike anlegg. Utviklingen av dypere anlegg drives fram av forskningsmiljøer, oljeselskaper, energiselskaper og mindre borebedrifter. Sentrale forskningsmiljøer er NTNU/SINTEF, UiB, CMR, UiS, NGU og NGI.

Varmepumpeteknologi

Varmepumpeteknologi er fortsatt et viktig forskningsområde ved Sintef/NTNU, som på åttitallet var verdensledende innen utvikling av varmepumper med mindre utslipp av aggressive klimagasser. Forbedring av denne nye teknologien var fortsatt sentral tidlig på 2000-tallet, og teknologien er videreutviklet med støtte fra RENERGI. Sentralt er høyere temperaturnivåer, bedre virkningsgrader og mindre utslipp. Varmepumper brukes i dag til en rekke nye applikasjoner, bl.a. industriell varmegjenvinning.

Fjernvarmeinfrastruktur

Fjernvarmeinfrastruktur bygges i 19 av Norges 20 største byer, i tillegg til en rekke andre byer og tettsteder. Til tross for vesentlig lavere energiforbruk i nye bygg, anses sentral varmeinfrastruktur som viktig for nybygg i fremtiden. Det vil bl.a. fortsatt finnes lokale varmekilder som vanskelig kan utnyttes uten en slik infrastruktur, og det finnes et kunnskapsbehov for lokalt varmenett. Kompetanse på fjernvarmeinfrastruktur har særlig de siste ti årene blitt bygget opp og tatt i bruk ved hjelp av internasjonalt FoU-samarbeid gjennom Nordisk energiforskning og IEA.

Sterk kobling mellom naturfagene og teknologifagene

Varme og kjøling har et bredt nedslagsfelt. Næringsviden består av en lang rekke aktører; gründere, småbedrifter, store bedrifter innen primærnæring, industri, avfall og energi. Forvaltningen setter krav til miljø- og klimaeffekter. Forskningen foregår i hovedsak på de etablerte institusjonene, primært på Ås og i Trondheim. Det er et betydelig omfang av samarbeid mellom aktørene, og særlig viktig er koplingen mellom naturfagene og teknologifagene, der bærekraft er et gjennomgående krav. Allerede nå ser vi at etterspørselen etter kombinert varme og kjøling øker. I tillegg får vi flere kunder som etterspør mer integrerte løsninger med flere energikilder og teknologier. Framover vil vi se økte krav til tverrfaglighet og samarbeid i forskningen og mellom næringsaktører og forskningen. Det krever velfungerende verdikjeder.

Sterk reduksjon av utslipp og økt effektivitet

SINTEF og vedfyringsbransjen klarte på nittitallet å redusere utslipp fra vedfyring, og på 2000-tallet har man i samarbeid lyktes med å øke virkningsgraden betydelig. Norsk vedfyring er i dag bærekraftig og kunnskapsbasert og en viktig distriktsnæring med et betydelig eksportmarked. RENERGI har støttet denne forskningen.

SINTEF i samarbeid med avfallsbransjen har lyktes med å utvikle konsepter for å brenne mer slam og våtorganisk restavfall og har dermed redusert deponibehovene betydelig.

Bedriften Cambi har gjennom sitt samarbeid med UMB, Bioforsk og Oslo EGE, utviklet nye prosesser for mer effektiv og ren biogassproduksjon. Oslo EGE bygger i 2012 Europas mest moderne fabrikk og skal levere drivstoff til bussene i Oslo.

FORNYBAR PRODUKSJON

3.10 Biomasse til energi



Foto: Shutterstock

Forskning på råstoff og råstoffutnyttelse ble bygget opp i programmet Natur og næring i perioden 2009–2011. Fra og med januar 2012 ble denne porteføljen en del av RENERGI. Formålet med flyttingen var å få en mer samlet og verdikjedeorientert FoU-satsing.

Energiomlegging, forsyningsikkerhet og næringsutvikling

Før klimaforliket var råstoff til bioenergi i hovedsak knyttet til vedfyring og anvendelse av flis som var biprodukt fra annen skog- og industriproduksjon. Stortingsmelding nr 34 (2006–2007) (klimameldingen) anbefalte økt satsing på bioenergi. Dette ble fulgt opp med regjeringens bioenergi-strategi, som ble lagt fram i april 2008. Strategien setter særlig fokus på å utnytte biomasse, som Norge da ikke utnyttet godt nok. Mål om å oppnå positive klimaeffekter gjennom energiomlegging, styrket energiforsyningsikkerhet og næringsutvikling stod sentralt. Økte bevilgninger til Enova og en økt

produksjonsstøtte til primærleddet bidro til en positiv markedsutvikling. I 2009 kom meldingen *Landbruk en del av løsningen*. Den ble et førende dokument for økt satsing på biogass. Klimaforliket II fra juni 2012 gjentok målsettingen om satsing på bioenergi.

Tverrfaglighet

Etter klimaforliket i 2008 ble bioenergisatsingen delt mellom programmet *Natur og næring*, som fikk ansvar for oppstrømsiden, og RENERGI, som fikk ansvar for nedstrømsiden. I *Natur og næring* var oppstrømsiden et nytt satsingsområde og man fikk derfor utarbeidet et nytt kunnskapsgrunnlag om klimautfordringen og bioenergi. Kunnskapsgrunnlaget hadde hovedfokus på landressurser, men tok senere også opp marine ressurser. Skog var naturlig nok et sentralt tema. Sammen med Landbruks- og matdepartementet bidro Forskningsrådet til at aktørene på Campus Ås etablerte et samarbeid i Bioenergisentret (Stiftere og eiere: UMB, Skog



og landskap og Bioforsk). Kunnskapsgrunnlaget og senterdannelsen bidro til at Campus Ås fikk et godt og oppdatert tverrfaglig grunnlag og en sterk posisjon. Sammen med Sintef/NTNU vant de konkurransen om å være ett av de åtte FME-sentrene innen fornybar energi. Samarbeidet mellom program og CenBio ble svært viktig.

Samarbeid og kombinasjon av ressurser

Gjennom et godt samarbeid mellom program, næring, forvaltning og forskning har man lyktes med å mobilisere og strukturere forskningen, særlig ved Campus Ås og i deres samarbeid med NTNU/SINTEF. De største næringsaktørene innen skog og energi viste i utgangspunktet stor interesse, men oppstarten ble preget av finanskrisen i 2009. Lokalt var engasjementet stort, og mange små aktører viste stor samarbeidsevne og evne til å kombinere ressurser innen skogbruk og energibruk. På det marine området ble starten preget av et optimistisk samarbeid mellom bedriftene Statoil og SES, og Sintef fiskeri og havbruk. FoU-porteføljen på bioenergi fikk etter hvert fire overskrifter: Miljø og klima, høsting og produksjon fra skog, biogass, makro- og mikroalger.

Miljø og klima i et skogperspektiv

Økt satsing på bioenergi gjør at man tar ut mer biomasse enn ved tradisjonell hogst. Det økte biomasseuttaket vil særlig være GROT, tynningsvirke, rydningsvirke og annen lavverdig biomasse. Det er derfor viktig med forskning på økologiske og miljømessige virkninger av det økte uttaket, for å få til en bærekraftig høsting og produksjon. Ny forskning er også startet for å få bedre kunnskap og nye modeller for å vurdere klimaeffekter av en samlet og økt utnyttelse av skog.

Høsting og produksjon fra skog

Høsting av lavverdig biomasse i stort volum er nytt i Norge. Ny forskning bidrar til nytt driftsopplegg, bedre logistikk og forbehandling, men mye gjenstår. Verdikjeder må kunne styre ressurser til ulike anvendelser; biovarme, kombinert varme/kraft, pellets, bio-olje, papir og plater, og nye fiberanvendelser.

Makroalger (tare) og mikroalger til drivstoff

Teknisk potensiale for makroalger til drivstoff er stort. Dette har utløst en økende interesse for mulighetene med makroalger, og flere FoU-prosjekter er startet. Satsingen involverer Sintef, UMB, Seaweed Energy Solutions, Statoil og havbrukselskaper. FoU fokuser på storskaladyrking og produksjon, og det arbeides med å styrke det internasjonale forskningssamarbeid på videreforedling av råstoffet. Mikroalger er et mindre område, men viktig for bl.a. biogass-satsingen og som bidrag til grunnleggende forskning innen hydrogenproduksjon.

Sterkere internasjonalt samarbeid

Skogbruk og tilhørende forsknings- og forvaltningsmiljøer er sentrale for å øke leveranser av bærekraftig biomasse til lønnsom energiproduksjon. Et godt samarbeid med leverandører og kunder blir avgjørende. Tilsvarende vil det på marin side bli avgjørende at havbruksnæringen kan fortsette samarbeidet om å utvikle verdikjeder som kan levere makroalger til lønnsom energiproduksjon. Innen biogass må det gode samarbeidet mellom avfallsselskaper, industri, primærnæringer, teknologibedrifter, og Campus Ås fortsette. Innen alle tre områdene må det internasjonale samarbeidet styrkes. Forskingen på klimaeffekter og karbonbalanser vil også bli ført videre i programmet BIONÆR.

Nye tiltak og behovet for kvalitet og relevans

Mulighetene for økt og lønnsom biomasseproduksjon er kartlagt i RENERGI-perioden. Det er også sett på biogassprosesser og råstoffblandinger som øker metanutbyttet. Vi har sett at forskningen på klimaeffekter styrker samarbeidet mellom forskning, forvaltning og næringsliv. Forskningsmiljøene i Trondheim og Ås har etablert fire laboratorier som er avgjørende for internasjonal kvalitet og nasjonal relevans i forskningen på «*biomasse til energi*». Forskningsrådet har støttet denne forskningen.

ENERGI TIL TRANSPORT

3.11 Hydrogen og brenselceller



HyNor Oslo hydrogenstasjon.

Da RENERGI startet var ikke transport en del av porteføljen. Som følge av økt satsing på hydrogen, initiert av Olje- og energidepartementet og Samferdselsdepartementet gjennom Aam-utvalget (NOU 2004: 11) og erfaringene som SD gjorde seg gjennom dette arbeidet, besluttet SD at de ville forvalte sine midler til FoU og introduksjon av miljøvennlig transportteknologi i RENERGI-programmet. Dette ble gjort som en strategisk bevisst handling som følge av (1) den faglige nærheten mellom energi til transport og stasjonær bruk (i starten tydeligst gjennom hydrogenteknologi); (2) en bevissthet om den økende sammenhengen mellom samferdsel og energiforsyning; og (3) de gode erfaringene med RENERGI gjennom arbeidet med hydrogen i NOU.

Økt behov for miljøvennlig drivstoff

Ved oppstart av RENERGI-programmet var det en stor internasjonal oppmerksomhet rundt hydrogen og et mulig fremtidig hydrogensamfunn. Bakgrunnen for dette var først og fremst en stor satsing i USA og EU, blant annet som følge av et behov for mer miljøvennlig drivstoff. I Norge laget OED og SD en NOU om hydrogen (Aam-utvalget), og Hydrogenrådet ble opprettet. Temaet hadde derfor

høy prioritert i RENERGI. Interessen avtok etter noen år, blant annet som følge av mindre aktivitet i industrien. Det har imidlertid gjennom perioden vært en økende aktivitet for å demonstrere bruk av hydrogen i kjøretøy, og for tiden gjennomføres to store demonstrasjonsprosjekter i Oslo, med støtte fra EU og norske aktører. Disse prosjektene ble tidlig støttet gjennom Forskningsrådet, og etter initiativ fra Hydrogenrådet, og med god støtte fra Zero, ble Transnova etablert som et tiltak i Klimaforliket. Transnova har i stor grad overtatt RENERGI-programmets engasjement i demonstrasjonsprosjekter.

I tiden rundt oppstarten av RENERGI, var det fortsatt store teknologiske utfordringer knyttet til brenselceller og hydrogenlagring i biler. Dette gjorde det nødvendig å gjennomføre omfattende FoU- og demonstrasjonsprogrammer. I dag er mange av de grunnleggende utfordringene løst, spesielt når det gjelder kostnader, levetid og funksjon i kaldt vær for brenselceller, og muligheten til å frakte med seg tilstrekkelig hydrogen i bilen. Det er fortsatt behov for å redusere kostnader og øke levetid, men dette synes mulig å oppnå når serieproduksjon av hydrogenkjøretøy starter opp.



Lillestrøm hydrogenstasjon.



Foto: Hanne Aglen, Akershus Energi AS

Politisk er elektriske kjøretøy i dag prioritert, men siden Norge har samme gunstige insentiver for hydrogen, kan Norge bli et interessant tidlig-marked for hydrogenbiler, på samme måte som elbiler er i dag.

Overvekt av innovasjonsprosjekter

Totalt sett har porteføljen økt fra rundt 45 mill. kroner i 2006 til ca. 60 mill. kroner i 2011. Til tross for dette utgjør hydrogen og brenselceller en lavere prosentvis andel av RENERGIs budsjett i dag enn de første årene. Det har vært en viss overvekt av innovasjonsprosjekter i forhold til kompetanseprosjekter og forskerprosjekter.

Porteføljen var de første årene dominert av prosjekter ledet av industrien innen hydrogenproduksjon og demonstrasjonsprosjekter knyttet til den norske hydrogenveien (HyNOR), med bygging av fyllestasjoner.

De viktigste industriaktørene har fra starten av RENERGI-perioden vært Statoil og Hydro i tillegg til Statkraft og DNV. Etter fusjonen mellom Statoil og Hydro ble aktiviteten gradvis lavere, fram til Statoil sommeren 2009 besluttet å trappe ned sin hydrogenaktivitet. Også Statkraft og DNV faset ut virksomheten etter hvert. Andre bedrifter som Elkem, NEL-Hydrogen (tidligere Hydro Electrolysers), Nordic Power Systems og flere mindre bedrifter har også hatt prosjekter i porteføljen. Generelt har Norge langt færre SMB'er med engasjement innenfor hydrogen og brenselceller enn Danmark og Sverige. Satsingen på hydrogenproduksjon har avtatt etter Statoils tilbaketrekking.

Betydelig internasjonalt samarbeid

Det har vært en betydelig internasjonal aktivitet i forskningsmiljøene, og spesielt SINTEF har fått en sentral plass i EU's Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Dermed jobber de mye sammen med de store, europeiske bedriftene. SINTEF og NTNU er langt fremme både innen brenselceller for biler (PEM) og membraner for separasjon av hydrogen. UiO, i samarbeid med SINTEF, har høy ekspertise innen

høytemperatur keramiske protonledende brenselceller. IFE er blant de verdensledende innen lagring av hydrogen i faste materialer (metallhydrid). I industrien er forskningsmiljøene fra Hydro og Statoil naturlig nok nå bygget ned til et minimum. NEL-Hydrogen har fortsatt en ikke ubetydelig forskningsaktivitet, og det foregår forskning og utvikling i mindre bedrifter, som eksempelvis Prototech.

Prototyper og banebrytende teknologi

Prosjektet *Elektrolysebasert hydrogenproduksjon fra fornybare energikilder* hos NEL Hydrogen har som mål å utvikle elektrolyser basert på elektrisitet fra fornybare energikilder som vind, sol o.a. Raskere responstid og større produksjonsvindu er essensielt. Et nytt celledesign som tillater raskere respons og et bredere effektivt kapasitetsvindu er utviklet, og det er identifisert forbedrede materialer for elektroder. En prototype er bygget og testet, og det planlegges bygging av en større demonstrasjonsenhet. Kommersialisering av den nye teknologien er under planlegging og vurdering.

Høytemperatur proton-keramiske brenselceller er i prinsippet mer effektive enn andre typer brenselceller når hydrogen brukes som brensel. I prosjektet *StackPro* ved Universitet i Oslo er det undersøkt materialer og stakk-teknologier for høytemperatur proton-keramiske brenselceller (PCFC). Det er utdannet 2 PhD-kandidater i materialvitenskap og teknologi for brenselceller, og det har bidratt til utviklingen av norske bedrifter innen PCFCs og keramiske materialer og til norsk-koordinerte EU-prosjekter.

Utvikling av banebrytende brenselcelle teknologi (Nordic Power System AS). NPS har i samarbeid med California Institute of Technology utviklet en «solid acid» brenselcelle som opererer ved høyere temperatur enn PEM, og dermed kan bruke diesel som energikilde. Dette er interessant som separat kraftkilde til lastebiler, båter etc. Høyere driftstemperatur gjør brenselcellen mindre følsom for forurensning. Det er vist at den tåler 10 % CO, og den kan derfor bruke energikilder som gir mindre ren reformatgass. I prosjektet har det vært tett samarbeid med amerikanske og tyske teknologipartnere.

ENERGI TIL TRANSPORT

3.12 Elektriske kjøretøy



Foto: Shutterstock

Norge som foregangsland

Norge har gjennom flere år vært et foregangsland på bruk av elbiler. I hovedsak skyldes det tilrettelegging for elbil ved å tillate kjøring i kollektivfelt, fri parkering og avgiftsfritak ved kjøp av elbil. Det siste har gjort elbilene svært konkurransedyktige i Norge sammenlignet med andre land, fordi engangsavgiftene er betydelig høyere i Norge enn i resten av verden.

Det har vært et skifte i markedet for elektriske biler de siste to årene. Tidligere var elbilene enten spesielle biler eller ombygde bensinbiler med begrenset bruksområde. Nå har de store bilprodusentene kommet med nye elbiler til markedet. Modeller som Nissan Leaf, Mitsubshi iMiEV, Citroën C –ZERO for å nevne noen. I 2012-13 lanseres også plug-in hybridbiler

i markedet. Dette er versjoner av hybridbiler med både forbrenningsmotor, batteri og elektrisk motor som f.eks. Opel Ampera. De aller fleste kjøreturer er så korte at de kan gjennomføres med ren batterielektrisk fremdrift. Samtidig er det uproblematisk om turen blir lenger enn batteriet rekker. Dette gjør at en plug-in hybrid fungerer som bil nr én i familien og at man ikke trenger en elbil til bybruk og en annen for å dra på hytta.

Det er nå ca. 8000 biler som kan lades i Norge (august 2012). Ett år tidligere var tallet ca. 4500. Parallelt med salgsveksten av elektriske biler er det bygget ut et betydelig ladenett. Det er nå 3500 ladere i Norge, hvorav ca. 50 hurtigladere.



Foto: Mathias Kübel

Ladestasjon Ishavsveien.

Innfasing av elektriske kjøretøy i RENERGI

Klimaforliket i 2008 satte fart i bevisstheten om å redusere utslippene fra transportsektoren. I 2008 ble det fra SDs side gjort et fremstøt for å forsere arbeidet med reduksjon av utslippene fra transportsektoren, og daværende samferdselsminister Liv Signe Navarsete tok initiativ til en økt satsing på elbiler. Det ble etablert et «Elektrifiseringsråd» og i mai 2009 ble det overlevert en *Handlingsplan for elektrifisering av transportsektoren*.

Fra og med 2009 var de første FoU-prosjektene knyttet til elektriske kjøretøy på plass i RENERGI-porteføljen. Et viktig grep som ble gjort fra RENERGI i denne sammenhengen var oppstarten av prosjektet TEMPO – et prosjekt etablert med basis i en søknad om FME (Forskningssenter for Miljøvennlig Energi). Dette ble gjort for å få et større trykk på forskningen knyttet til *hvordan implementere* miljøvennlig transportteknologi. Etter hvert er porteføljen utvidet og har to hovedretninger; (1) materialer, batterier og batteriteknologi og (2) systemutfordringer, brukerkunnskap og – erfaringer og kunnskap for virkemiddelbruk.

Fra bilproduksjon til utstyrsleveranser

I det norske markedet har vi hatt aktører som Think (tidligere Pivco) og det mindre kjøretøyet Kewet, som nå heter Buddy. I tillegg utgjorde et lite utvalg av mindre ombygde europeiske biler bilparken i Norge. Færre aktører ønsker å være bilprodusenter i dag, mens flere ønsker å levere utstyr, systemer og tjenester til elbil-produsentene. Hele ladeinfrastrukturen utgjør en viktig del av dette og representerer store verdier.

Think, som har hatt flere prosjekter i RENERGI, har vært en viktig aktør i Norge. Nå er det andre aktører som er mer sentrale. Tilgangen på biler er ikke lenger flaskehalsen. Nå er det brukerkunnskap og erfaringer som er utfordringen. Viktige aktører for å gjøre noe med disse utfordringene er Grønn Bil og Transportøkonomisk Institutt (TØI).

Nye materialer og løsninger som bidrar til å øke lagringskapasitetene, redusere ladetiden og forlenge levetiden er kjerneutfordringer. På disse områdene er det flere sterke norske aktører, både på næringsiden og i forskningsmiljøene. Miljøbil Grenland, samt UiO og IFE er å regne blant de mest fremtredende norske aktørene på dette feltet – alle 3 er deltagere i ulike prosjekter i RENERGI.

Brukeradferd og økt sikkerhet

De viktigste resultatene på feltet har vært knyttet til økt kunnskap om brukeratferd og systemer knyttet til anskaffelser og bruk av elbil. Her har prosjektet eCar ved SINTEF Energi stått sentralt sammen med «TEMPO-prosjektet» ledet av TØI. Ny teknologi for å øke batterisikkerheten er i ferd med å utvikles gjennom prosjektene til Miljøbil Grenland. Dette anses å være avgjørende for å kunne øke sikkerheten. Hos samme aktør er det også utviklet ny metodikk for å modellere, overvåke og styre enkeltcellene i batteriet for ut- og opplading. Dette øker sikkerheten, gir god temperaturkontroll, bedrer rekkevidde og reduserer degradering.

ENERGI TIL TRANSPORT

3.13 Biodrivstoff



Foto: Hans Otto Haaland

Høye oljepriser gir økt etterspørsel etter biodrivstoff

Først i nyere tid har biodrivstoff nådd store volum i enkelte markeder. Brasil begynte å satse på etanol som drivstoff på 1970-tallet etter den internasjonale oljekrisen. På 1990-tallet begynte man også i USA å bruke etanol som bensinerstatning.

Tidlig på 2000-tallet ble biodrivstoff ansett for å være en fornybar energikilde uten netto utslipp av klimagasser og med lavere utslipp av partikler og annen lokal forurensning. Fra 2007 har imidlertid biodrivstoff blitt kritisert for å bidra til stigende matpriser og for at klimagevinsten ikke er så god som man først antok.

Da RENERGI-programmet startet i 2004 var det lite forskning på biodrivstoff i Norge. Det viktigste som hadde skjedd på dette området var Finansdepartementets avgiftsfritak for bruk av biodiesel til veitransport, som ble innført fra 1999. Men det var først da det ble innført omsetningspåbud for biodrivstoff ca. 10 år etter, at omsetningen skjøt fart i Norge.

Høye oljepriser og ønsket om energisikkerhet basert på innenlandsk landbruk har vært de sterkeste driverne for utvikling av biodrivstoff. De senere årene har også arbeidet med å kutte utslippet av klimagasser vært en viktig motivasjon. I Norge og andre land med store treforedlingsbedrifter har

utviklingen også vært stimulert av en nedgang i, og omlegging av papp-, kartong- og papirmarkedene, og av at treforedlingsbedrifter ser seg om etter nye markeder for produkter fra massevirke.

Utvikling av andregenerasjons biodrivstoff

Norske aktører har i flere år vist interesse for forskning på biodrivstoff både innen konverteringsprosesser og bærekraftsspørsmål. Den tydeligste prioriteringen i RENERGI-programmet har vært å fokusere på prosjekter innen andregenerasjons biodrivstoff basert på trevirke og annen biomasse som ikke brukes i matproduksjon.

Prioriteringene har delvis vært påvirket av at Borregaard og Norske Skog har sett seg om etter nye markeder for produkter fra massevirke. Selskaper som driver med raffinering av olje og gass har også sett på muligheten for å utvikle nye og lønnsomme prosesser som kan integreres i eksisterende petroleumbaserte verdikjeder.

Sterkt norsk forskningsmiljø

Etter at RENERGI-programmet startet er det bygget opp en betydelig forskningskompetanse på biodrivstoff i Trondheim. PFI, SINTEF Energi og KinCat-gruppen ved SINTEF Materialer og kjemi, og NTNU er viktige aktører her. Disse miljøene arbeider



Foto: Istockphoto/shaun1



Foto: Shutterstock

blant annet med forbehandling, gassifisering og med å videreutvikle avanserte prosesser for raffinering av olje og gass til å kunne omdanne trevirke og annet plantemateriale som ikke brukes i matproduksjon til avansert og bærekraftig biodrivstoff. I Trondheim er Statoil en viktig industriell støttespiller.

På Campus Ås har både UMB og andre miljøer vært viktige for råstoffstudier, miljøanalyser og biokjemisk forskning. Et eksempel er UMB-forsker Vincent Eijsinks arbeid med enzymer og proteiner som kan bidra til mer effektiv omdanning av nordisk trevirke til sukker. Sukker er en nøkkelkomponent både for etanol og andre bensinerstatninger, for andregenerasjons biodiesel og biodrivstoff for luftfarten.

Sarpsborgbaserte Borregaard har vært involvert i mange av de RENERGI-støttede initiativene og de har selv gjort store framskritt med den nye «Bali-prosessen». Bali-prosessen er en råvarefleksibel og effektiv prosess for å omdanne trevirke og annet plantemateriale som ikke brukes i matvareproduksjon til svært rent sukker, som deretter kan omdannes til biodrivstoff og vannløselig lignin som kan omdannes til høyverdijemikalier. Borregaard bygger nå et pilotanlegg til 130 mill. kroner for å teste ut «Bali-prosessen». De har fått 58 mill. kroner i støtte fra Innovasjon Norge til bygging av pilotanlegget.

RENERGI-programmet har gjennom flere prosjekter støttet gründerselskapene Weyland og LTL NOR. Disse selskapene jobber også med konverteringsprosesser for andregenerasjons biodrivstoff. Weyland har, etter flere RENERGI-støttede prosjekter, også fått støtte fra Miljøteknologiordningen hos Innovasjon Norge for å videreutvikle sitt pilotanlegg.

Hjelpeproteiner og gassifiseringsprosesser

Det mest oppsiktsvekkende resultatet fra RENERGI-støttede prosjekter er trolig knyttet til Vincent Eijsinks oppdagelse av en ny type hjelpeproteiner som kan komme til å gjøre produksjon av sukker fra trevirke mye mer effektiv. Oppdagelsen har blant annet ført til publisering i prestisjetidningen Science og salg av patentrettigheter til danske Novozymes, en av verdens ledende enzymprodusenter.

Andre konkrete resultater har vi fra KMB-prosjektet GasBio ved SINTEF Energi. Deres arbeid med gassifiseringsprosesser for drivstoffproduksjon, har resultert i byggingen av en unik «entrained flow gassifiseringsreaktor» med tilhørende modelleringsverktøy. I tillegg har prosjektet bidratt til at Avinor, en av partnerne, har initiert en omfattende mulighetsstudie for utvikling av biodrivstoffproduksjon for luftfarten i Norge. Det er også opparbeidet en solid kompetanse- og kunnskapsoppbygging på dette feltet i RENERGI-perioden.



SAMLET RESULTATVURDERING



4

STRATEGISKE RESULTATER	48
SAMLEDE RESULTATER	50
EKSTERN EVALUERING	56

Programmets hovedmål har vært: «RENERGI skal utvikle kunnskap og løsninger som grunnlag for miljøvennlig, økonomisk og rasjonell forvaltning av landets energiresurser, høy forsyningssikkerhet og internasjonalt konkurransedyktig næringsutvikling tilknyttet energisektoren. Forskningen skal samtidig bidra til å løse de globale energi- og klimautfordringene og svare på den politiske utfordringen om Norges rolle og ansvar som en internasjonal pådriver.» (Rev. I 2008)

4.1 Strategiske resultater

Ny og felles forskningsagenda

Med RENERGI ble det satt i gang arbeid for å samle relevante aktører, skape gode fremtidsscenarioer og etablere en nasjonal forskningsstrategi for miljøvennlig energi.

I 2005 ble «Energi 2020+» gjennomført. Dette var et scenarioarbeid med flere hundre personer fra relevante aktører involvert og som dannet viktig grunnlag for strategikutvikling i RENERGI i årene etter. I 2007 gjennomførte RENERGI flere mindre scenariostudier i samarbeid med sentrale forskningsinstitusjoner på solelektrisitet, bioenergi, biodrivstoff og offshore vind.

Disse prosessene, som ble drevet av Forskningsrådet og RENERGI, ledet til at Olje- og energidepartementet ønsket å etablere en nasjonal strategi innen miljøvennlig energi. Et resultat av dette ble den første Energi21-strategien i 2008.

Kompetansebygging

Programstyret i RENERGI har i hele perioden hatt som mål å bygge sterke forskningsmiljøer. Det har ført til en langsiktig porteføljestyling hvor kvalitet har vært overordnet. I tillegg har det vært jobbet mye med å få sentrale miljøer til å utnytte mulighetene til å få finansiert forskning. Et synlig bevis på at miljøene nå har bedre kvalitet er de mange som har kvalifisert seg til å bli Forskningsssentre for miljøvennlig energi (FME). Hensikten med forskningsssentrene har vært å styrke kompetansen og innovasjonsevnen på aktuelle temaområder ved langsiktig forskning. De første åtte sentrene ble etablert i 2009 på teknologiområdene solenergi, offshorevind, bioenergi, miljø, bygg, og karbonfangst og lagring. I 2011 ble tre nye sentre etablert på samfunnsvitenskapelig forskning.

Næringsliv er mobilisert

RENERGI har forsøkt å tilrettelegge virkemidlene slik at næringslivet har funnet det attraktivt å forske mer. Programmets bidrag har bestått av en rekke tiltak. Eksempler er aktiv bruk av flere av finansieringsordningene. Forskningsrådet har etablert for næringslivet, møteplasser som *Teknologisk møteplass* og felles strategiprosesser som er nevnt tidligere. Spesielt i slutfasen har programstyret vektlagt å hente ut kommersielle resultater på basis av

kompetansebyggingen i startfasen av programmet. At programmet har lyktes med dette vises blant annet gjennom at næringslivet har tatt sin andel av de store budsjettøkningene etter 2008, og gjennom at antallet bedrifter som deltar i prosjektene har økt sterkt.

Internasjonalisering av norsk energiforskning

Internasjonal energiforskning har vært viktig for programstyret i RENERGI. Det har vært en målsetning at internasjonalt samarbeid primært skal skje som følge av behov som avdekkes i søknader til programmet. De viktigste arenaene for slikt samarbeid har vært EU, IEA og Norden. De siste årene er det også finansiert bilaterale prosjekter med Kina og India. RENERGI har også vært involvert i forskjellige typer internasjonale arrangementer, som for eksempel *Science Week* i USA og *EXPO 2010* i Shanghai. Halvparten av de aktive prosjektene i 2010 inneholder internasjonalt samarbeid og en fjerdedel av budsjettet var relatert til internasjonalt forskningssamarbeid. De viktigste samarbeidslandene er USA, Sverige og Tyskland.

Norske aktører i hvert fjerde EU-finansierte prosjekt

Uttellingen i EUs 7. rammeprogram for forskning er en god målestokk på internasjonaliseringsgraden til norsk energiforskning. En tredjedel av alle norske energisøknader fikk finansiering. Norge deltar i 24 % av alle innstilte prosjekter og hadde ved utgangen av 2011 totalt 56 innstilte prosjekter. Finansieringen fra EU til norske energiforskere utgjorde 300 mill. kroner og rundt 260 norske forskere var involvert i disse prosjektene. De viktigste samarbeidslandene er Tyskland, Storbritannia, Frankrike og Nederland. RENERGI har også deltatt i felles utlysninger med andre land gjennom EU's ERA-NET-samarbeid.

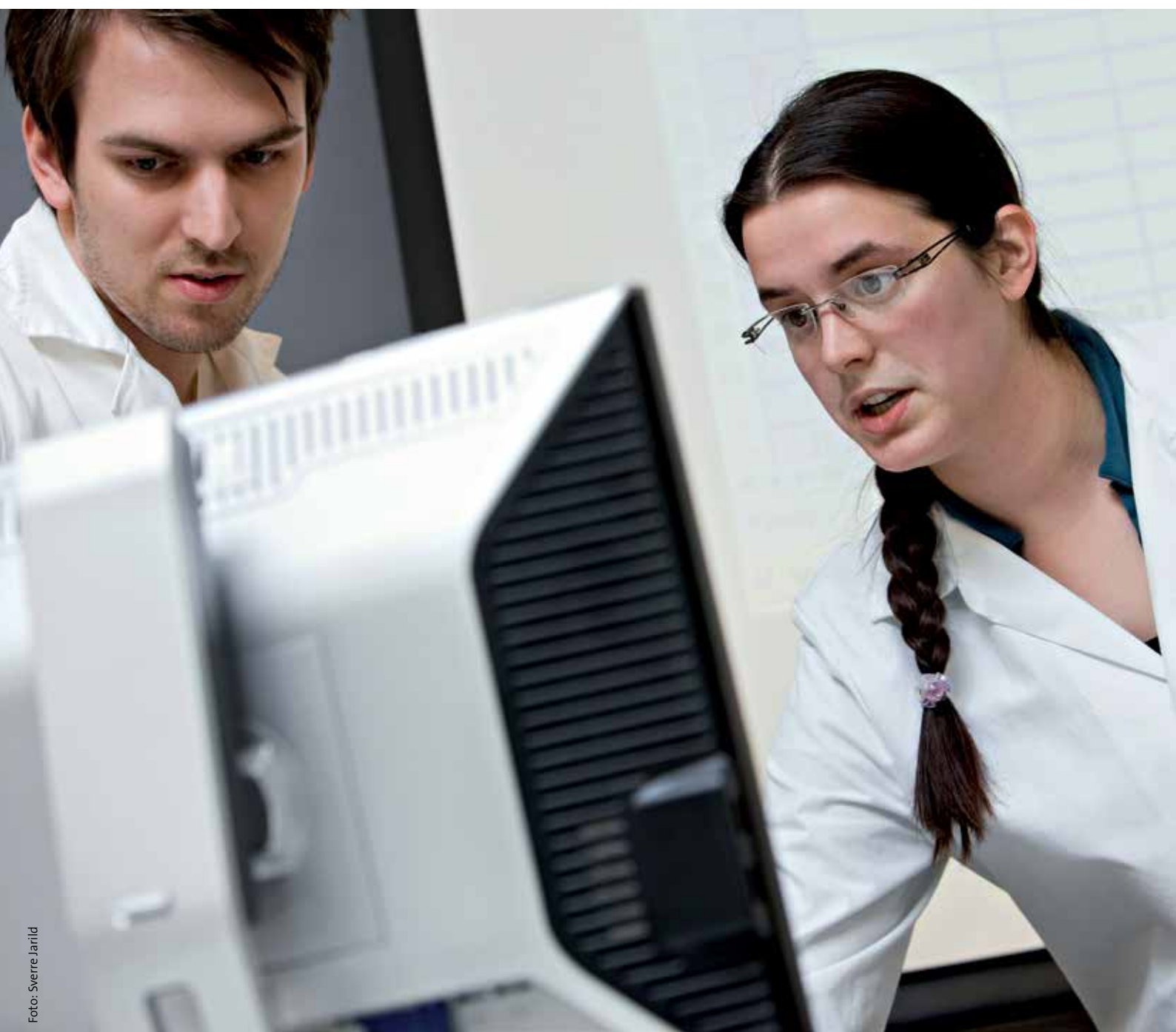
RENERGIs rolle har vært å utforme strategier for å finansiere norsk deltagelse på disse arenaene. Formålet med dette har vært å prioritere norske interesser og aktører. RENERGI har derfor støttet prosjekter som deltar i påvirkningen av EUs strategier og deltagelse i IEA.



Foto: Statkraft

Foto: Shutterstock

4.2 Samlede resultater



500 prosjekter og 4 milliarder kroner

RENERGI har støttet rundt 500 FoU-prosjekter i løpet av programperioden. Gjennomsnittlig støtte til disse prosjektene har vært 4 mill. kroner. Totale tilskudd fra RENERGI-programmet har vært 1,7 mrd. kroner i perioden 2004–2011. Tar en med 2012-aktiviteten har RENERGI samlet fordelt over 2 mrd. kroner til norsk FoU på miljøvennlig energi. I tillegg har miljøene selv investert omtrent tilsvarende beløp. Det betyr at det er gjennomført forskning for rundt 4,2 mrd. kroner. I tillegg kommer hele den løpende porteføljen i RENERGI, som fra 2013 overtas av det nye programmet ENERGIX.

Omfattende resultater på lang sikt

Å dokumentere resultatene fra forskning og utvikling er ikke alltid enkelt. Dette gjelder ikke minst når et helt forskningsprogram skal oppsummeres. Resultater og viktige gjennombrudd kan være konsekvenser av både målrettet FoU-innsats, utenforstående faktorer og konjunkturer, og heldige eller uheldige omstendigheter. I tillegg er det som regel slik at de

viktigste resultatene fra forskning kommer en god stund etter at forskningen er avsluttet og sluttrapportene er levert. Derfor er det viktig å se resultatene i et langsiktig perspektiv. Norske energiforskningsmiljøer har gjennom RENERGIs periode flyttet en rekke forskningsområder videre og bidratt til at samfunnet kan ha et godt og framtidrettet energisystem.

En rekke faktorer kan gi en god indikasjon på om forskningen bidrar til å nå målene som er satt. For næringslivet kan antallet søkte patenter, antallet lisenser og nye bedrifter samt antallet nye produkter og prosesser si noe om potensialet for næringsutvikling fra prosjektene. I tillegg er norske FoU-miljøer, og hvordan de gjør det i konkurranse med resten av Europa om å få innvilget støtte fra EUs rammeprogram, en viktig indikator på hvor god norsk energiforskning er. Evalueringen slår fast at RENERGI-programmet har vært avgjørende i å bygge opp de sentrale kompetansemiljøene på området. De kvantifiserbare resultatene viser det samme bildet.

FIGUR 4.1 VITENSKAPELIGE RESULTATER

TYPE PUBLISERING	ANTALL FRAM TIL 2010
Artikler i vitenskapelige tidsskrift med referee	216
Artikler i andre vitenskapelige tidsskrift	176
Rapporter og foredrag	1500
Formidlingstiltak og oppslag i media	Flere tusen

Vitenskapelig publisering

Fram til 2010 har RENERGI-prosjektene rapportert om totalt 216 artikler i vitenskapelige tidsskrifter som bruker fagfelle-vurderinger og 176 artikler i andre vitenskapelige tidsskrifter. Videre var det rapportert om nesten 1500 rapporter og foredrag samt flere tusen formidlingstiltak og oppslag i massemedia. I 2010 la Forskningsrådet om systemet for å registrere vitenskapelig publisering og formidling så det er vanskelig å sammenlikne tallene før og etter. Men bare i 2011 er det rapportert om 173 vitenskapelige artikler (inkl. monografier og antologier) og 273 publiserte artikler i andre tidsskrifter (inkl. periodika og serier). De aller fleste av kompetanse- og forskerprosjektene har publisering som en viktig del av formidlingen av resultater, men ofte vil publiseringen først finne sted etter at prosjektet er avsluttet. For innovasjonsprosjekter er det andre typer formidling og bruk av resultatene som er mer aktuelle.

Internasjonalt gjennomslag viser høy kvalitet

En annen og minst like viktig indikator på at forskningen holder høy kvalitet er å se hvordan norske forskningsmiljøer gjør det på internasjonale konkurransearenaer. Norske prosjekter gjør det i dag betydelig bedre enn gjennomsnittet i Europa og energi er ett av de områdene der norske aktører gjør det aller best. Det at norske forskningsmiljøer har fått støtte fra EU til mange av sine prosjektforslag, viser at de både har høy

kvalitet og at problemstillingene de arbeider med har høy relevans for de samfunnsutfordringer vi står overfor.

Doktorgradsutdanningen har fått et løft

RENERGI har bidratt til en stor økning av antall unge som tar doktorgradsstudier innenfor energiforskning. Bare i 2012 er det over 120 personer som arbeider med en doktorgrad som har finansiering fra RENERGI. Ytterligere 50 personer jobbet på post.doc. nivå. Omtrent like mange er engasjert via FME-sentrene. Denne store gruppen topp utdannede fagfolk vil uten tvil bety enormt mye for energisektoren og tilgrensende sektorer, når de finner veien videre ut i forskning og i næringsliv.

Andelen kvinnelige stipendiater i RENERGI-prosjektene har vært økende. Totalt over perioden har RENERGI hatt ca. 35 % kvinnelige dr.grads-stipendiater og litt over 30 pst. kvinnelige post.dok.stipendiater. Ser en kun på 2011 er andelen kvinnelige stipendiater langt høyere, 42 % for dr.grads-stipendiater og ca 36 % for dr.grads-stipendiater.

Betydelig mobilisering av næringsliv

FoU er en viktig innsatsfaktor og gir samfunnsøkonomisk merverdi. Norsk næringsliv har vært svært ivrige på å delta i den store mobiliseringen på FoU innen energiforskning som startet med Klimaforliket i 2008. Dette gjenspeiler seg i økt pågang til RENERGIs forskningsmidler. Til hver utlysning har det vært stor søking for nye prosjekter, og programmet har

FIGUR 4.2 ANTALL STIPENDIATER MED FINANSIERING FRA RENERGI

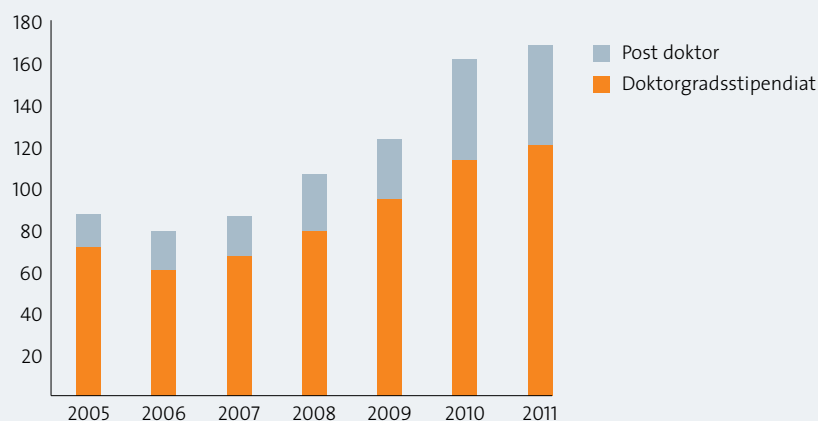
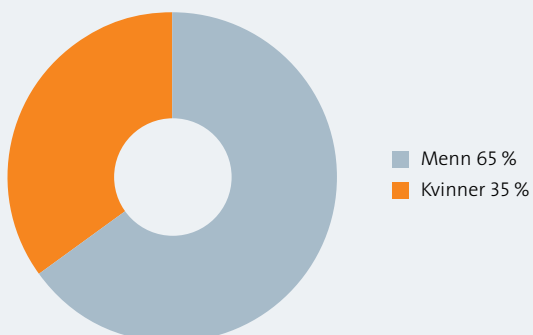




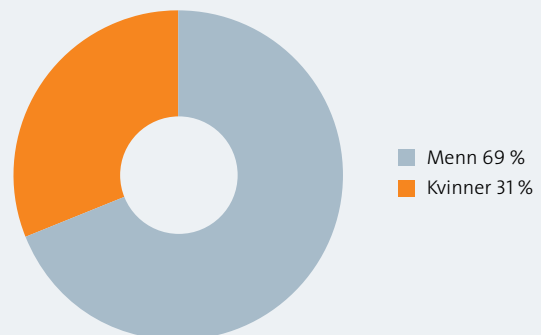
Foto: Sverre Jarild

Forskningsleder Berta Matas Güell og programstyreleder Elizabeth Baumann Ofstad.

FIGUR 4.3 a DR.GRADSSTIPENDIAT – KJØNSFORDELING



FIGUR 4.3 b POSTDOKTOR – KJØNSFORDELING



valgt blant svært gode prosjekter. Næringslivet har tatt del i satsingen, både ved en lang rekke innovasjonsprosjekter, som ledes og styres av bedriftene selv, og gjennom å investere i kompetansebyggende FoU-prosjekter som kommer til nytte både for dem selv og for andre aktører.

Resultater i næringslivet

Over 140 bedrifter har vært prosjektansvarlige for RENERGI-prosjekter. I tillegg er det en rekke bedrifter som har deltatt som samarbeidspartnere i ett eller flere RENERGI-prosjekter. Det store antallet deltakere viser bredden i FoU-innsatsen og det store omfanget av mobilisering de siste års innsats har gitt.

Bedriftenes viktigste mål for FoU-innsatsen er resultater som kan kommersialiseres og gi grunnlag for ny utvikling. Denne typen resultater er vanskelig å identifisere som direkte prosjektresultater. Det kan for eksempel være vanskelig å slå fast når et nytt produkt er nytt og hvilke innsatsfaktorer som har vært avgjørende for å komme dit. Bedriftene har rapportert om mange resultater som er viktige for videreutviklingen.



Foto: Sverre Jarlid

FIGUR 4.4 ANTALL KONSORTIEDELTAKERE I RENERGIPROSJEKTER, UTVIKLING 2006, 2008 OG 2010

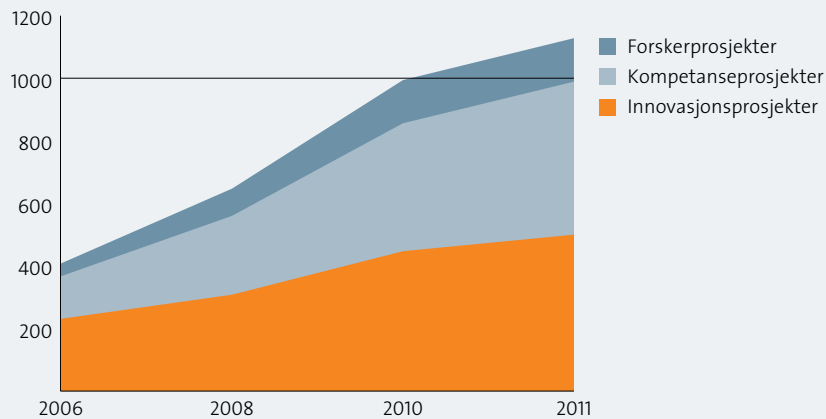
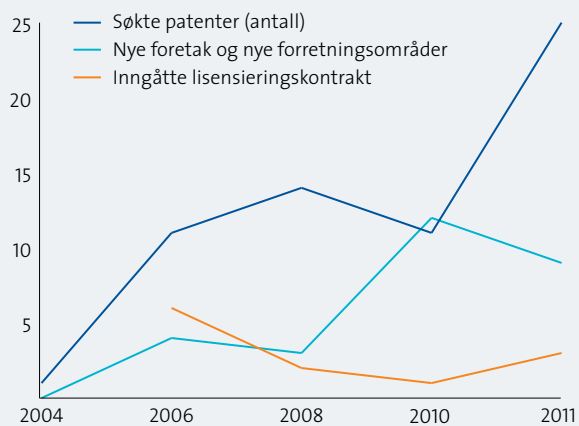


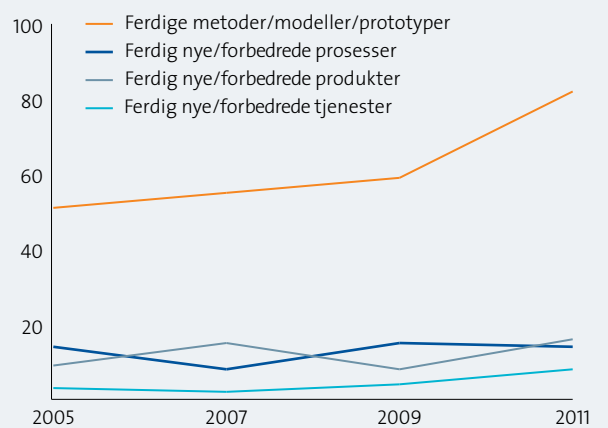


Foto: Sverre Jarlid

FIGUR 4.5 NÆRINGSLIVSRESULTATER



FIGUR 4.6 NÆRINGSLIVSRESULTATER



4.3 Ekstern evaluering



Foto: Sverre Jarild

Forskningsrådet evaluerer systematisk programvirksomheten. RENERGI ble evaluert av Rambøll samtidig med programmet PETROMAKS i 2011. Rapporten er datert 29. februar 2012 og evalueringen er gjennomført i sluttfasen av programperioden. Rapporten har derfor ikke kunnet trekke inn alle resultater fra programmet.

RENERGI når sine mål

Rapporten slår fast at «*at programmet er på god vei til å oppnå sine mål*». Midlene har særlig bidratt til omfattende samarbeid med internasjonale forskningsmiljøer og ulike

typer brukere. Mange av prosjektene har, eller kommer til å bidra til, ny teknologi, systemer og løsninger som bidrar til energiomlegging.

Det konkluderes derfor med at: «*RENERGI synes således å være på god vei til å bidra til å nå nasjonale politiske mål, og de mål og intensjoner som har vært utgangspunkt for programmet.*»

Årsrapporten for 2011, som er det siste fulle året RENERGI rapporterer, viser en stor økning i antall konkrete resultater – noe som bekrefter det som evalueringen har antatt. Det er verd å merke seg at flere markedsnære resultater også

kommer fra mer grunnleggende og kompetansebyggende prosjekter.

Aktørene er mobilisert

Evalueringen viser at de relevante nasjonale forskningsmiljøene er mobilisert gjennom RENERGI, med en strukturerende effekt slik at miljøene har styrket sin internasjonale konkurransevne. Disse miljøene har gjentagende og etablerte samarbeid mellom næringsliv og forskning. En forutsigbar prioritering over lang tid, basert på analyser av sterke norske nisjer, vitenskapelig kvalitet og innovasjonsevne, utgjør kjernen i RENERGIs støtte til forskningen.

Evalueringen peker på en dominans av sterke miljøer ved SINTEF og NTNU, og at det er en del gjengangere også blant næringsaktørene som deltar i programmet. Dette gjenspeiler både et høyt krav til kvalitet og den norske forskningsstrukturen på dette feltet. Samtidig viser vi nedenfor at det i 2011 var omkring ett tusen aktører med i de aktive prosjektene.

Evalueringen påpeker en til dels manglende interesse for å delta blant energiselskapene, og i sær nettselskapene, noe som kan skyldes lite attraktive rammebetingelser for FoU.

Godt omdømme

De som kjenner programmet har i følge evalueringen stor tillit til det, og til RENERGIs måte å håndtere nye prioriteringer i utlysningene på. Programmet oppleves også som fleksibelt og imøtekommende, for eksempel når det gjelder prosjektoppfølgning og rapportering. Samtidig etterlyser noen aktører mer forutsigbarhet ved at temaer som prioriteres over lengre perioder synliggjøres bedre.

Finansieringen har vært avgjørende

Evalueringen påpeker at programmet har gitt et signifikant løft for de deltagende forskningsmiljøer med høy addisjonalitet. 71 % av finansierte prosjekter ville *ikke* blitt gjennomført uten finansiering, bare 2 % ville blitt gjennomført uendret. Hele 74 % av avslåtte prosjekter ble *ikke* startet opp, og for bare 2 % av avslåtte søknader ble prosjektene gjennomført uendret. Dette viser med all tydelighet den utløsende effekt RENERGIs støtte har hatt. Støtten har dessuten gitt særlige bidrag til samarbeid

med internasjonale forskningsmiljøer og til nye teknologier, systemer og løsninger som bidrar til energiomlegging.

De høye tallene for addisjonalitet viser at støtten fra Forskningsrådet utløser prosjekter i næringslivet som ellers ikke hadde blitt gjennomført. Programmet er tilfreds med de høye tallene. Det bekrefter at programmet gjennom evalueringprosessen evner å prioritere kvalitetsmessig gode prosjekter, som har en risiko som er for høy til at aktørene kan gjennomføre uten medfinansiering.

Møter målgruppens behov

Evalueringen peker på at RENERGI særlig har orientert seg mot samfunnsmessige og forskningsmessige behov. Næringen har fått tydeligere plass i løpet av perioden gjennom en hensiktsmessig prioritering av innovasjonsprosjekter, noe som har ført til en økende interesse fra næringen. Virkemidlene oppleves å samsvare med målgruppens behov – særlig i samspill med FME ordningen.

Programstyrets anbefalinger til etterfølgeren ENERGIX

Evalueringen tar frem flere erfaringer fra RENERGIs organisering og styring som administrasjonen tar med videre. Programstyret for RENERGI har oppsummert evalueringen i seks råd til det nye programmet ENERGIX:

- Tydeliggjør og konkretiser målene for programmet. Dette vil være til hjelp i vanskelige prioriteringer innen et veldig bredt ansvarsområde.
- Viderefør strategien med å prioritere langsiktig, slik at viktige norske forskningsmiljøer blir internasjonalt anerkjente og konkurransedyktige.
- Etablere virkemidler som gjør det mulig å bygge opp og forsterke kompetanse hos institutter og forskergrupper, slik at de klarer å etablere seg i internasjonalt toppsjikt.
- Utvikle inngrepet med industriens prioriteringer gjennom et tettere samarbeid med Energi21. Samtidig bør det også tydeliggjøres hva Energi21 ikke ivaretar.
- Legg vekt på god oppfølging og synliggjøring av resultater underveis i programmet.



ORGANISERING OG GJENNOMFØRING



5

ORGANISERING OG GJENNOMFØRING

60

5 Organisering og gjennomføring

Samvirke mellom seks departement

Olje- og energidepartementet (OED) har kanalisert mesteparten av sine midler til forskning på miljøvennlig energi gjennom RENERGI. Denne finansieringen har utgjort størstedelen av programmets samlede finansiering gjennom perioden. RENERGI har også betydelig finansiering fra andre sektordepartementer og Forskningsfondet (fra 2012 inngår dette i KDs bevilgning). Sektordepartementenes finansiering er svært viktige for å sikre forskningen på f.eks. energibruk i transport (Samferdselsdepartementet), energi fra biomasse (Landbruks- og matdepartementet), naturinngrep i tilknytning til energiløsninger (Miljøverndepartementet), grunnleggende forskning og internasjonalt samarbeid (Kunnskapsdepartementet) og fokus på innovasjon og næringsutvikling (Nærings- og handelsdepartementet). Alle departementene har hatt tillit og tiltro til Forskningsrådet, slik at RENERGI-programmet har kunnet la midlene spille sammen i en helhetlig og bred satsing på alle feltene innenfor energiområdet. Dette har

vært svært viktig, og departementenes innstilling har bidratt til denne sektorovergripende innsatsen.

Energiområdet grenser mot andre viktige sektorer og samspillet med disse er viktig. For eksempel vil løsningene som velges i transportsektoren få innvirkning på den nasjonale energiforsyningen og energisystemet. Omvendt vil den fremtidige nasjonale energimiksen og energitilgangen også kunne påvirke hvilke løsninger som er bærekraftige innen transport i Norge. Tilsvarende grenseområder innen energi finner vi på mange fagfelt. RENERGI har derfor samarbeidet med mange andre forskningsprogrammer.

Klimaforlikets betydning

RENERGI-programmet ble etablert med et årlig budsjett på ca. 100 mill. kroner. Etter klimaforliket i 2008 har finansieringen til forskning på miljøvennlig energi vokst. Mye av veksten har

FIGUR 5.1 BUDSJETT RENERGI – 2005–2011

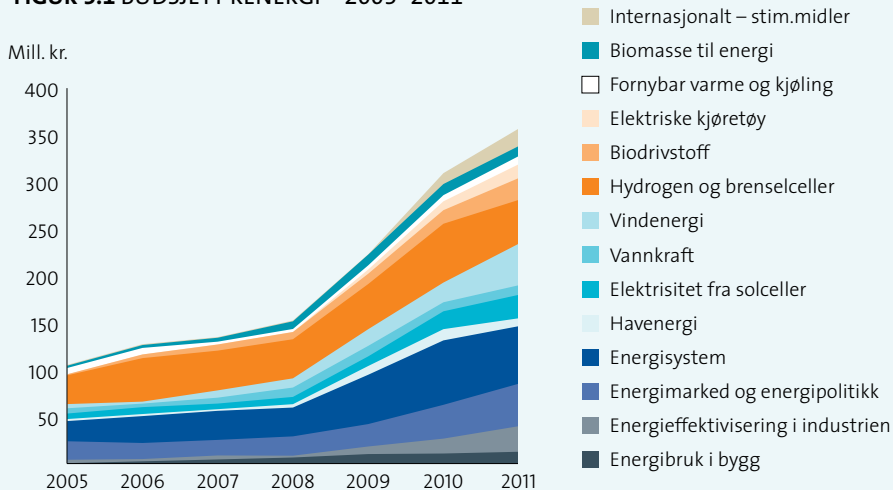
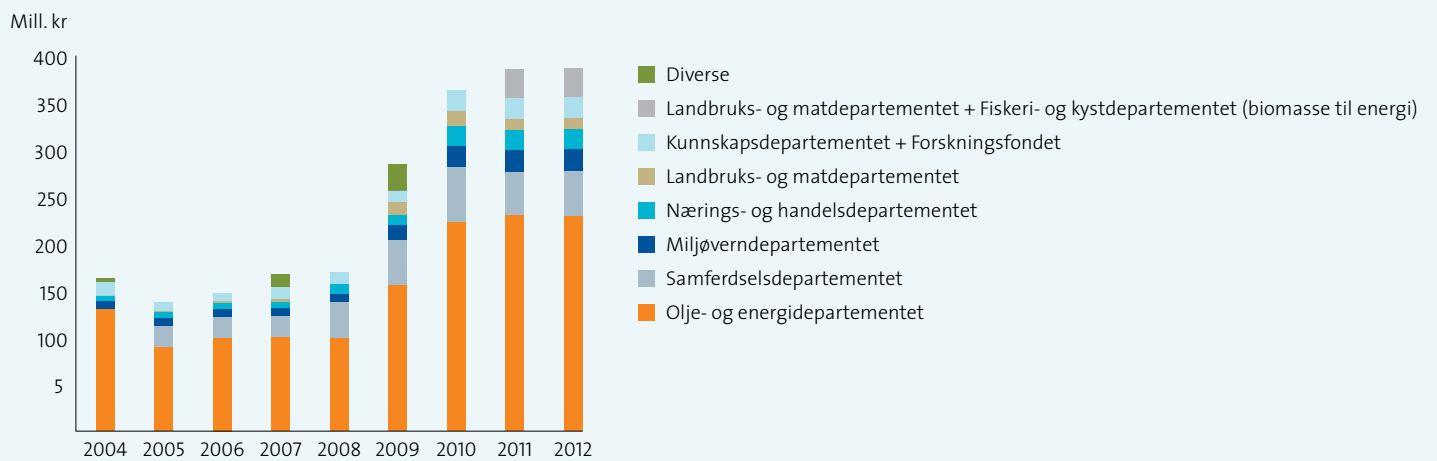




Foto: Terje Akerhaug/Dagsavisen/Samfoto

FIGUR 5.2 FINANSIERING AV RENERGI



gått til RENERGI-programmet og Forskningssettene for miljøvennlig energi (FME). RENERGIs budsjetter ble omtrent doblet fra 2008 til 2010, noe som gav avgjørende handlingsrom. De siste par årene har det årlige budsjettet nærmet seg 400 mill. kroner.

En viktig side ved Stortingets klimaforlik i 2008 var at det hadde en konkret plan for opptrapping av forskningsinnsatsen, og at denne planen ble fulgt opp av Storting og Regjering. Mye av veksten er kanalisert gjennom RENERGI-programmet og FME-ordningen, men en rekke andre programmer og virkemidler som arbeider på relaterte områder er styrket. De klare signalene fra Stortinget i 2008 gjorde det mulig for alle miljøer å planlegge for, og dette er trolig en viktig årsak til at næringsliv og FoU-miljøer har fått til en så rask økning av innsats og kapasitet.

Forskningsrådets rolle

For Forskningsrådet og RENERGI-programmet har det vært viktig at midlene blir tildelt gjennom åpne prosesser. Dette gir tillit til beslutningene som er tatt. Å etablere møteplasser for de mange aktørene har også vært viktig. I RENERGIs

prosjekter i 2011 var mer enn 1000 samarbeidspartnere engasjert på forsker- eller finansieringssiden.

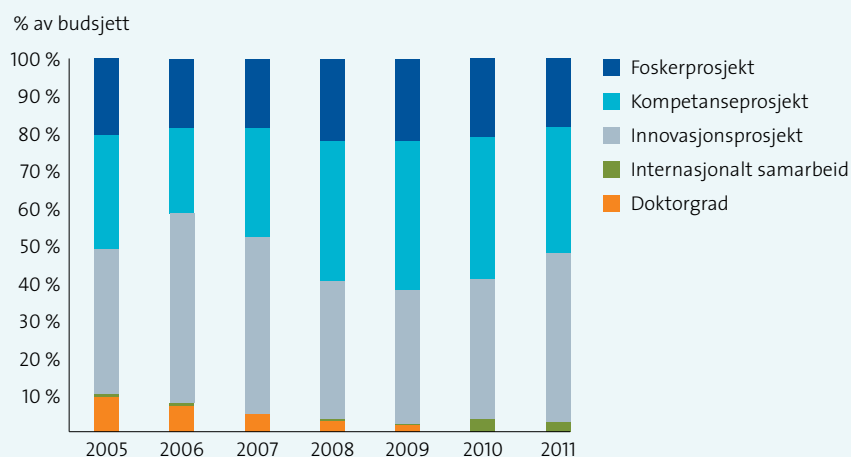
Programmet har hatt en aktiv rolle som rådgiver overfor departementer og myndigheter, med blant annet innspill i forkant av Energi 21-prosessene og rundt operasjonaliseringen av Klimaforliket. Etableringen av FME-sentrene har også gitt mulighet til å få på plass utstyr og prøveinstallasjoner som ikke har vært realiserbart gjennom ordinære FoU-prosjekter. RENERGI har også bidratt departementet og NVE i revurdering av rammebetingelser for FoU hos nettselskapene.

Kommunikasjon og formidling

Næringsliv, forskningsmiljøer og myndigheter har vært de sentrale målgruppene for RENERGI. Forskningsrådet sentralt har ivarettatt kommunikasjon mot allmenheten.

Energiforskningskonferansene har vært en årlig møteplass for næringsliv og forskere og har vært gjennomført i et tett samarbeid med ENOVA, Innovasjon Norge og etterhvert Transnova. Resultatformidling har vært tema på alle konferansene samtidig som de har vært viktige som møteplasser.

FIGUR 5.3 FORDELING PÅ PROSJEKTTYPE PER ÅR



FIGUR 5.4 FORDELING TOTALT



RENERGI etablerte tidlig «Teknologisk møteplass» sammen med Norsk industri og Energi Norge. Denne møteplassen har fungert som et sted hvor aktører med gode ideer har møtt hverandre for mulig prosjektsamarbeid.

Fra 2010 har konferansen «Status på Stratos» vært en viktig møteplass med departementene som finansierer forskningen. Det viktigste her har vært å formidle resultater fra programmet, vise frem gode prosjekteksempler, og ikke minst å formidle merverdien ved å finansiere forskning gjennom et stort program som RENERGI. For å nå ut til studenter gikk RENERGI sammen med aktører rundt EFIKS-konferansene ved NTNU.

Porteføljestyring

Økte bevilgninger førte til opptrapping av viktige satsinger på alle prioriterte fagområder. Dette har særlig vært konsentrert om fagområdene energisystemer, energi til transport (elektrisitet, biodrivstoff og hydrogen), vindkraft og samfunnsvitenskapelig forskning knyttet til miljøvennlig energibruk. Etter hvert ble det også økt oppmerksomhet på energieffektivisering i byggsektoren og i industrien.

Felles for disse satsingene er at de har bestått av grunnleggende forskning, oppbygging av kompetanse gjennom sterke FoU-miljøer i instituttene og universitetene, og innovasjonsprosjekter i næringslivet. Dette har ført til at kapasiteten i FoU-miljøene og interessen i næringslivet har økt gjennom hele perioden. Det har vært stor søkning til alle utlysninger, og programmets utfordring har vært å velge ut de beste prosjektene og sette sammen en best mulig portefølje ut fra nasjonale prioriteringer og næringslivets ideer til videre vekst.

Utviklingen av den samlede porteføljen har vært avhengig av den tilgangen på prosjekter og aktører man har hatt ved utlysningene. Den er også et resultat av de strategiske valg og de prioriteringer styret har gjort ved prosjekttildelingene. Det siste sterkt styrt av kvalitet og relevans på prosjektsøknadene. Styring av en samlet portefølje i en ønsket retning er dermed en prosess med mange variable, der det aldri kan renonseres på krav til kvalitet på prosjekter og gjennomføringsevne hos søkerne.



VEIEN VIDERE



6

ENERGIX – ET NYTT STORT PROGRAM

Forskningsrådet startet allerede tidlig i 2011 prosessen med å planlegge hvordan energiforskningen skulle videreføres etter RENERGIs avslutning. En strategiprosess med prosjektnavnet NyREN (Nye RENERGI) ble gjennomført. Ved å starte prosessen så tidlig, gav Forskningsrådet seg selv og sine interessenter god tid og anledning til å komme frem til løsninger som sikrer at viktige hensyn og mål ivaretas i videreføringen. Prosessen har vært bred og åpen. Resultatene fra evalueringen av RENERGI ble klare underveis og disse ble tatt hensyn til. I evalueringen var brukerne tydelige i sine tilbakemeldinger om at man ønsket en videreføring i ett program og i tråd med hovedinnretningen i RENERGI. Et programplanutvalg ble nedsatt vinteren 2012 for å videreføre hovedlinjene i et nytt program. Energiforskningskonferansen i mai 2012 ble brukt som ytterligere en arena, der alle interessenter ble invitert til å komme med innspill til slutføringen av en ny programplan. I juni 2012 vedtok Divisjonsstyret for energi, ressurser og miljø i Forskningsrådet etableringen av det nye Store programmet ENERGIX, som hadde sin første utlysning med søknadsfrist 17. oktober 2012. Etterfølgeren etter RENERGI er med det allerede er godt i gang.



Vedlegg: Styremedlemmer og programkoordinator

Interimstyret 1.1.2004 – 1.2.2005

Elizabeth Baumann Ofstad, Norsk Hydro
Jon Brandsar, Statkraft
Einar Hope, NHH
Margrethe Aune, NTNU
Finn Ingebretsen, Universitetet i Oslo
Peter Lund, Helsinki University of Technology
Monica Hafskjold, NVE
Petter Støa, Sintef
Trude Sundset, Statoil
Jon Einar Værnes, Powel

Programstyret 1.2.2005 – 31.1.2008


Hanne Lekva, Statoil (leder i perioden 1.2.2005 – 30.6.2006)
Trond Mellingsæter, Fokus bank (leder i perioden 1.7.2006 – 31.1.2008)
Unni Olsbye, Universitetet i Oslo (i perioden 1.2.2005 – 31.12.2008)
Arne Sveen, ABB
Hans Terje Ylvisåker, BKK
Helle Mostad, Norsk Hydro
Ingrid Bjøteit, SFT
Lennart Hjalmarsson, Göteborgs Universitet
Margrethe Aune, NTNU
Peter Lund, Helsinki University of Technology
Petter Støa, Sintef Energiforskning
Birte Holst Jørgensen, Nordic Energy Research
Tore Kristian Grunne, Olje- og energidepartementet (observatør)

Programstyret 1.2.2008 – 30.11.2012

Elizabeth Baumann Ofstad, Statoil (leder)
Bengt Gunnar Svensson, Universitetet i Oslo
Ingrid Bjøteit, Klima- og forurensningsdirektoratet
Birte Holst Jørgensen, Danmarks Tekniske Universitet
Per Lillebø, Cambi
Tove Pettersen, Hafslund ASA
Kirsten Lindberg, Statsbygg
Lennart Hjalmarsson, Göteborgs Universitet
Bjørge Andresen, Institutt for energiteknikk
Petter Støa, Sintef Energiforskning AS
Tore Kristian Grunne, Olje- og energidepartementet (observatør)
Astrid Stavseng, Olje- og energidepartementet (observatør)

Programkoordinator hele perioden

Hans Otto Haaland, Norges forskningsråd



Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd

Stensberggata 26
Postboks 2700 St. Hanshaugen
N0-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00
Telefaks: +47 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Utgiver:

© Norges forskningsråd
Fremtidens rene
energisystem– RENERGI
www.forskningsradet.no/renergi

November 2012
ISBN 978-82-12-03147-0 (trykk)
ISBN 978-82-12-03148-7 (web)

Foto forside: Morten Brakestad
Design: Fete typer
Trykk: 07 Gruppen
Opplag: 600