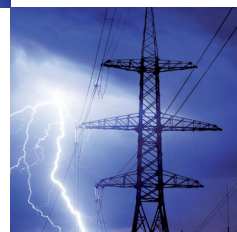
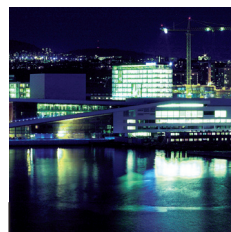


Programplan Gjelder fra 2018

Stort program
Energiforskning – ENERGIX



Store programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder

Programplan for ENERGIX
Gjelder fra 2018

© Norges forskningsråd 2018

Norges forskningsråd
Postboks 564
1327 Lysaker
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design omslag: Fete typer
Foto/ill. omslagsside: Istockphoto

Oslo, april 2018

ISBN 978-82-12-03688-8 (pdf)

Innhold

Sammendrag	2
Bakgrunn og utfordringer	3
Mål for programmet	4
Tematiske prioriteringer	5
Tema 1: Energipolitikk, økonomi og bærekraft	5
Tema 2: Fornybar energi	6
Tema 3: Energisystem og -marked	6
Tema 4: Energibruk og –konvertering	7
Tema 5: Nye energikonsepter	7
Strukturelle prioriteringer og bruk av virkemidler	8
Samarbeid med relaterte aktiviteter og program	10
Forventede resultater, virkninger og samfunnseffekter	12
Ressurser og budsjett	13
Styring og organisering	13

Sammendrag

ENERGIX er et forskningsprogram som startet i 2013. Hovedmålet til programmet er å fremskaffe ny kunnskap og nye løsninger som støtter en langsiktig og bærekraftig utvikling av energisystemet. Dette skal samtidig fremme et konkurransedyktig og kunnskapsbasert norsk næringsliv og bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet.

Delmålene for programmet er å utvikle kunnskap og løsninger for:

- bærekraftig utnyttelse og bruk av fornybare energiressursene
- reduksjon av norske og globale klimagassutslipp
- styrket nasjonal forsyningsikkerhet
- styrking av innovasjon i næringslivet og offentlig sektor
- videreutvikling av norske forsknings- og utdanningsmiljøer

Programmet dekker utvikling av fornybar energi, og forvaltning og effektiv bruk av energi i energisystemet, i bygg, industri og transportsektoren. På alle områdene er kunnskap om miljøvirkninger viktig. Programmet retter sin innsats mot følgende temaer:



ENERGIX skal realisere energi- og næringspolitiske mål og er et viktig virkemiddel i implementeringen av regjeringens FoU-strategi Energi21. ENERGIX skal legge til rette for bredde i forskningen, slik at nye, gode ideer og konsepter kan bli utviklet. Programmet henvender seg til norske bedrifter og forskningsinstitusjoner.

Programplanen er styringsdokumentet for ENERGIX og et veiledende dokument for aktører som ønsker å søke ENERGIX om midler til forskning og utvikling. Programstyret utarbeider årlige analyser av prosjektporteføljen i ENERGIX og av utviklingstrekk på temaområdene. Disse analysene danner sammen med programplanen grunnlaget for årlige utlysninger fra Forskningsrådet der aktørene inviteres til å søke økonomisk støtte til FoU-prosjekter. Programmet har i 2018 en økonomisk ramme på 417 millioner kroner.

Bakgrunn og utfordringer

Et sterkt økende behov for tilgang på energi kombinert med ambisjonene om å redusere de globale utslippene av klimagasser, setter de ytre rammene for utvikling av nasjonal og internasjonal energipolitikk.

Norge har mål om å øke andelen fornybar energi, videreutvikle energisystemet og legge til rette for at norske næringsaktører posisjonerer seg nasjonalt og internasjonalt med produkter og løsninger. For å nå disse målene trenger vi nye løsninger for energiforsyning, betydelig økt energieffektivitet og økt kunnskap om rammebetingelser og virkemidler. Norske energi- og nettselskaper skal sikre fleksibilitet og forsyningsikkerhet. Norske forskning- og utdanningsmiljøer må bidra med kunnskap, løsninger og kompetent personell for at de ambisiøse målsetningene på energiområdet skal nås.

Utfordringene og mulighetene beskrevet over, samt tidsperspektivet, gir ikke nødvendigvis tilstrekkelige incentiver for at aktørene selv kan finansiere denne forskningen. Det er denne markedssvikten ENERGIX skal kompensere for gjennom å støtte prosjekter som ellers ikke ville blitt realisert eller realisert i mindre omfang. Midlene fra ENERGIX skal gå til prosjekter med antatt høy samfunns- eller bedriftsøkonomisk nytteverdi som kan bidra til bærekraftig omstilling. Midlene skal også ivareta næringslivets og samfunnets behov for langsiktig kompetanseutvikling.

Programmet finansieres av Olje- og energidepartementet (OED), Klima- og miljødepartementet (KLD), Samferdselsdepartementet (SD), Landbruks- og matdepartementet (LMD), Kunnskapsdepartementet (KD) og Nærings- og fiskeridepartementet (NFD). Disse representerer flere sektorer hvor det er utfordringer og muligheter som grenser til eller ligger innenfor energiområdet, og bidrar til bredden i programmet.

OEDs overordnede prioriteringer for midler til energiforskning er økt langsiktig kompetanseutvikling i energisektoren og styrket norsk konkurransekraft innenfor energisektoren, særlig på områder hvor norske aktører har spesielle fortrinn. Forskningen skal også bidra til reduserte miljø- og klimavirkninger og legge til rette for økt kunnskap som grunnlag for politikkutvikling og god forvaltning av energiressursene.

Energi21 er etablert av OED som strategisk organ for å få råd om innretning på forskningen. Strategien til Energi21 fra 2014 (revideres 2018) er et av de førende dokument for ENERGIX. Mandatet for Energi21 omfatter fra 2016 også miljøvennlig transport. Virkemiddelaktøren Enova har også fått utvidet sitt mandat med virkning fra 2017. Energi21, Enova og ENERGIX har med dette en godt sammenfallende strategisk plattform på energi- og transportområdet.

Utover Energi21-strategien, har også ENERGIX et utvidet ansvar for å ivareta et helhetlig bærekraftsperspektiv, herunder energipolitikk, miljø- og klimavirkninger av energianlegg, samt bærekraftig utvikling og forvaltning av biomasse til energiformål.

Mål for programmet

ENERGIX skal være et stort og synlig program innen energiområde og være av strategisk betydning for landets langsiktige omstilling mot et lavutslippssamfunn¹. Programmet dekker utvikling av fornybar energi, og forvaltning og effektiv bruk av energi i energisystemet, i bygg, industri og transportsektoren. På alle områdene er kunnskap om miljøvirkninger viktig.

Hovedmål:

ENERGIX skal støtte en langsiktig og bærekraftig utvikling av energisystemet som fremmer norsk konkurransedyktig næringsliv og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet.

ENERGIX skal frembringe ny kunnskap og løsninger som er helt i front rettet mot 5 målsettinger:

- **Bærekraftig² utnyttelse og effektiv bruk av de fornybare energiresursene** på kort og lang sikt gjennom å utvikle ny kunnskap, teknologi og løsninger for
 - å bruke energi riktig og å bruke riktig energi
 - å skape verdier basert på norske energiresurser
- **Reduksjon av norske og globale klimagassutslipp** gjennom
 - ny kunnskap om samfunnsforhold for politikkutforming, utvikling av markeder og spredning av ny teknologi innen energisystemet
 - å utvikle ny kunnskap, teknologi og løsninger innen områder med sterk norsk kompetanse
- **Styrket nasjonal forsyningsikkerhet** i lys av økende internasjonalisering og digitalisering av energisystemet gjennom å utvikle ny kunnskap, teknologi og løsninger for
 - god forvaltning og riktig bruk og fremføring av energi
 - økt sikkerhet, robusthet og fleksibilitet i energisystemet
- **Styrking av innovasjon i næringsliv og offentlig sektor** for omstilling i Norge og økt eksport ved:
 - å utvikle ny kunnskap, teknologi og løsninger som styrker virksomhetenes innovasjonsevne i et nasjonalt og internasjonalt marked
 - å bidra til at offentlig sektor utvikler og tar i bruk kostnadseffektive og fremtidsrettede løsningene
- **Videreutvikling av norske forsknings- og utdanningsmiljøer** på de prioriterte områdene gjennom
 - å styrke det teknologiske, naturvitenskapelige og samfunnsvitenskapelige kunnskapsgrunnlaget for utvikling av et bærekraftig energisystem
 - å legge til rette for radikal og grensesprengende forskning rettet mot fremtidig utviklingsmuligheter og langsiktige kunnskapsbehov

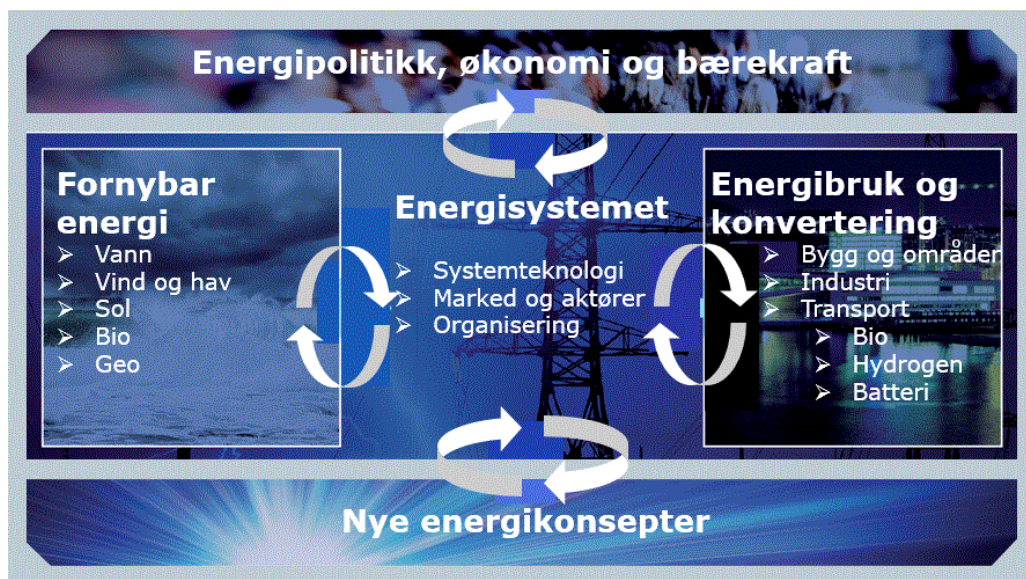
Målene skal nås innenfor rammebetingelser som er i kontinuerlig endring. Økonomisk og industriell utvikling, miljømessige-, sosiale- og kulturelle forhold, nasjonale og geopolitiske forhold er noen viktige elementer. Kunnskap og forståelse for denne komplekse konteksten vil være viktig for å sikre at forskningen i tilstrekkelig grad bidrar til implementering av kunnskap og resultater. Programmet vil prioritere forskning som er etisk forsvarlig, bærekraftig og som ivaretar mangfold, herunder kjønnsperspektiver. Programmet skal utvikle relevante virkemidler for å nå sine prioriterte mål.

¹ Klimaloven, LOV-2017-06-16-60: Klimagassutslippene skal i 2050 være redusert med 80 til 95 prosent fra utslippsnivået i 1990.

² Bærekraftig utvikling defineres som «en utvikling som imøtekommer behovene til dagens generasjon uten å redusere mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov» (FN 1987). Bærekraftig utvikling bygger på tre pilarer 1) økonomi, 2) sosiale forhold og 3) miljø (NOU 2009:16). I miljø inngår hensynet til natur, økosystemtjenester, klima, miljøgifter og annen forurensning.

Tematiske prioriteringer

De tematiske prioriteringene for ENERGIX skal bidra til å nå programmets mål som beskrevet over. Programmets aktiviteter er strukturert i en tematisk inndeling slik neste figur under viser. På alle områdene er kunnskap om miljøvirkninger viktig.



Figur 1. Tematisk inndeling i ENERGIX

Tema 1: Energipolitikk, økonomi og bærekraft

Forskningsaktiviteter innen dette temaområdet vil bidra til måloppnåelse av alle ENERGIX' fem hovedmål.

Forskningsbasert kunnskap om økonomi, omstilling, bærekraft og adferd er et grunnleggende element for myndighetenes og næringslivets langsiktige strategier på energiområdet. Her spiller både fornybar energiproduksjon, energisystemet og effektiv energibruk sentrale roller. Det er behov for en bredere forståelse av hvordan samfunnsmessige rammebetingelser kan utgjøre både muligheter og utfordringer for endring.



Forskningen skal bidra til kunnskapsbygging og løsninger innen følgende områder:

- **Politikk og økonomi** som blant annet omfatter kunnskap om forvaltning, lovgivning, økonomiske virkemidler og markeder på nasjonalt og internasjonalt nivå. Området omfatter også analyser av politiske målsettinger og samspill mellom offentlige og private aktører.
- **Næringsutvikling, innovasjon og spredning av teknologier** som blant annet omfatter hva som kjennetegner innovasjonsprosesser, utnyttelse og utvikling av norsk spisskompetanse og samspillet mellom ny teknologi og samfunnet.
- **Bærekraft og ressurseffektivitet** som blant annet omfatter kunnskap om ressurseffektivitet, livssyklusperspektiver og bærekraft i relasjon til naturressurser og miljø.
- **Samfunn og adferd** som blant annet omfatter kunnskap om forbrukeradferd, samfunnsstrukturer og ulike gruppers roller og holdninger. Området omfatter også forskning på maktstrukturer, offentlig planlegging og andre demokratiske prosesser som påvirker omstillingen til lavutslippssamfunnet.

Tema 2: Fornybar energi



Norge står i en særstilling når det gjelder muligheter til å produsere ren, fornybar energi i stor skala. Produksjonen må skje på en bærekraftig måte. Nær all norsk elektrisitetsproduksjon er basert på vannkraftteknologi, men vi ser at stadig mer varme produseres fra biomasse, avfall og lavtemperatur varmekilder. Forskningens rolle er å legge til rette for kunnskapsbaserte innovasjons- og næringskjeder som gjør at fornybar elektrisk og termisk energi fortsatt kan sørge for fleksibilitet, forsyningsikkerhet, industriell utvikling og eksport.

Området fornybar energi er delt inn i fem underkategorier. Hver av disse underkategoriene spiller ulike roller med tanke på å nå ENERGIX mål. I sum skal fornybarområdet bidra til å oppfylle alle ENERGIX' fem mål.

Forskningen skal bidra til kunnskap og løsninger innen følgende områder:

- **Vannkraft:** fornyelse av norsk kompetanse og sikre rekruttering, samt styrke norske leverandørers konkurransekraft, også for et internasjonalt marked.
- **Vind og hav:** styrke innovasjonsevnen til norske leverandører av produkter og tjenester til et internasjonalt marked, inkludert kompetanseoverføring fra andre sektorer.
- **Sol:** styrke hele den fremvoksende verdikjeden fra materialutvikling til sluttbrukers anvendelse. Nytt næringsliv må mobiliseres og styrkes.
- **Bio:** bærekraftige verdikjeder og ressursutnyttelse av bioenergi og avfallshåndtering som bidrar til økt verdiskaping.
- **Geotermisk:** utvikle norsk kompetanse og teknologi for et internasjonalt marked med vekt på å overføre kunnskap og teknologi fra andre sektorer.

Tema 3: Energisystem og -marked

Forskningen skal bidra til å videreutvikle og forvalte et energisystem som effektivt kan håndtere uregulert og distribuert energiproduksjon med lav marginalkostnad, nye energibruksmønstre, økende avsavnsverdier og økt digital sårbarhet samtidig som forsyningsikkerhet, personsikkerhet og etikk sikres. Integrasjon mellom energibærere og mot andre lands energisystem må ivaretas, og det må utvikles kunnskap om aktørroller, markedsplasser, rammebetingelser og forretningsmodeller som sikrer innovasjon og dynamikk slik at energisystemet blir bærekraftig. Digitalisering i kraftsektoren vil stå sentralt.



Forskningsaktivitetene på dette området adresserer først og fremst ENERGIX mål om å styrke nasjonal forsyningsikkerhet, men bidrar også til å muliggjøre integrasjon og effektiv utnyttelse av nasjonale fornybare energiresurser og til næringsutvikling.

Forskningen skal bidra til kunnskapsbygging og løsninger innen følgende områder:

- **Systemteknologi:** Tekniske løsninger som kostnadseffektivt og med høy leveringsikkerhet støtter integrasjon av fornybar energi, nye energibruksformer og sømløs utveksling av energi, nett- og kundetjenester lokalt, nasjonalt og over landegrensene.
- **Marked og aktører:** Tjenester, aktører og markedsplasser som er nødvendig for å utvikle, drifte og utnytte et fornybart, kostnadseffektivt og sikkert energisystem.
- **Organisering:** Sektorregulering og rammebetingelser som oppmuntrer til innovasjon og samfunnsnyttige utbyggingstiltak på veien til fremtidens energisystem.

Tema 4: Energibruk og –konvertering



Området omfatter både stasjonære formål og transport, og vil først og fremst bidra til å nå ENERGIX' mål om en effektiv bruk av nasjonale fornybare energiresurser og reduksjon av norske klimagassutslipp. Forskingen skal bidra innen energibruk i bygg og områder, og i industri- og transportsektoren. Forskingen skal bidra til løsninger for framstilling av biodrivstoff, hydrogen og batterisystemer, samt andre energilagringssystemer. Utviklingen fordrer nye materialer, nye teknologiske løsninger, samt brukerkompetanse og innsikt i ikke-teknologiske barrierer. Forskingen skal også bidra til økt konkurransekraft og verdiskaping for næringslivet.

Forskingen skal bidra til kunnskapsbygging og løsninger innen følgende områder:

- **Bygg og bebygde områder:** nye, energieffektive løsninger for ny og eksisterende bygningsmasse, samt for energifleksible områder som nabolag, byer og regioner, inkludert energilagring og fleksible varmesystemer.
- **Industri:** løsninger for omlegging til fornybare energibærere, mer energieffektive produksjonsprosesser, høyere utnyttelse av spillvarme og energisamspill i industriklynger eller områder. Dette vil øke norsk industris muligheter i et internasjonalt marked.
- **Transport:** teknologi og løsninger for omlegging til fornybar energi og redusert energibruk i kjøretøy, skip og fly, samt redusert bruk av energi til transport.
- **Hydrogen:** nye materialer, konverteringsprosesser og løsninger for produksjon og bruk av hydrogen som energibærer.
- **Biodrivstoff:** ny teknologi og nye prosesser for energieffektiv innsamling og konvertering av avfall, skogsråvarer og annen bærekraftig biomasse, til biogass og biodrivstoff.
- **Batteri:** nye materialer og løsninger for batterier og batterisystemer, med fokus på økt energitetthet og forbedret brann- og eksplosjonssikkerhet.

Tema 5: Nye energikonsepter



ENERGIX ønsker å stimulere grensesprengende nytenkning for utvikling av helt nye konsepter og løsninger innenfor ENERGIX programområde; utvikling av fornybar energi, og forvaltning og effektiv bruk av energi i energisystemet, i bygg, industri og transportsektoren.

Forskingen skal bidra til radikale og grensesprengende løsninger - helt nye tilnærminger eller radikalt ny teknologi som kan gi store forbedringer og sprang i virkningsgrad, utnyttelse eller kostnadsnivå i hele energikjeden – fra energiresurs til energibruk.

Utdyping av de tematiske områdene

Vedlegget til programplanen gir en nærmere beskrivelse av de tematiske områdene. Det trekker frem noen av hovedutfordringene, peker på muligheter og indikerer hvilke virkemidler programmet vil bruke under de respektive områdene for å bidra til at målene til programmet nås.

Strukturelle prioriteringer og bruk av virkemidler

Prosjekter bevilget av ENERGIX bidrar til strategisk kunnskapsutvikling, utvikling av næringsrettet kompetanse og innovasjon i første del av innovasjonsskjeden, slik figuren på side 11 viser. Godt samspill med Forskningsstentrene for miljøvennlig energi (FME) og med øvrige virkemiddelaktører nasjonalt og internasjonalt er avgjørende for å ivareta behovet for forutsigbarhet for brukerne, og sikre gode resultater og høy grad av måloppnåelse.

ENERGIX finansierer forskning og innovasjon gjennom følgende virkemidler (søknadstyper):

- Forskerprosjekter
- Kompetanseprosjekter
- Innovasjonsprosjekter
- Nye grensesprengende energikonsepter
- Pilot-E
- Internasjonale stimuleringsmidler

Programmet vil også arbeide med å videreutvikle virkemidlene, blant annet for å legge bedre til rette for nytt næringsliv i umodne markeder samt bidra til innovasjon i offentlig sektor. Programmet skal legge til rette for bredde i forskningen, slik at nye, gode ideer og konsepter har mulighet til å bli vurdert og realisert. I tillegg vil programmet også arbeide aktivt med annen type aktivitet som fremmer forskning og innovasjon som mobilisering, møteplasser og kommunikasjon.

Forskerprosjekter

Forskerprosjektene skal bidra til vitenskapelig fornyelse og utvikling av fagene og ny kunnskap på områder hvor det er behov for grunnleggende strategisk forskning. Dette gjelder både samfunnsvitenskapelig og naturvitenskapelig forskning, på områder hvor det er for tidlig, eller ikke riktig, for næringslivet eller andre brukerpartnere å ha en styrende rolle eller bidra med finansiering. Prosjektansvarlig (søker) skal være en norsk forskningsinstitusjon.

Kompetanseprosjekter

Kompetanseprosjektene skal bidra til næringsrettet forskerutdanning og langsiktig kompetanseoppbygging i norske forskningsmiljøer innenfor faglige temaer med stor betydning for utviklingen av næringslivet i Norge. Bedriftene som medvirker skal vise at deres fremtidige produksjon, produkt- eller tjenesteutvikling vil ha behov for kompetansen som bygges opp. Bedriftene bidrar aktivt i styringen av prosjektet. Prosjektansvarlig (søker) skal være en norsk forskningsinstitusjon. I utlysninger av kompetanseprosjekter vil det være åpent for gode prosjekter i hele bredden av ENERGIX' tematikk.

Energi21 er én av flere viktige premissgivere for energiforskningen og prosjekter som støtter opp om strategien vil bli prioritert. Energisektoren er i stor endring og ENERGIX vil utvikle dette virkemiddelet for å legge enda bedre til rette for involvering av offentlig sektor i kompetanseprosjektene. Dette arbeidet vil også sees i sammenheng med bruk av forskerprosjekter. Kompetanseprosjekter skal, sammen med FME, utgjøre en betydelig del av porteføljen innen energiforskning.

Innovasjonsprosjekter

Innovasjonsprosjekter skal utløse FoU-aktivitet i næringslivet som spesielt bidrar til innovasjon og bærekraftig verdiskaping. Prosjektansvarlig (søker) skal være en norsk bedrift/organisasjon. Et Innovasjonsprosjekt i næringslivet er et FoU-prosjekt som skal føre til innovasjon (verdiskapende fornyelse) hos bedriftene som deltar i prosjektet. I utlysninger av innovasjonsprosjekter i næringslivet vil det være åpent for å søke innenfor hele tematikken definert i programplanen til ENERGIX. Innovasjon i næringslivet er svært viktig for det framtidige energisystemet og for

eksportrettet næringsliv. Programmets målsetting er at Innovasjonsprosjekter i næringslivet, inkludert Pilot-E skal utgjøre omtrent 40 prosent av porteføljen.

Dagens og fremtidens energiutfordringer må i større grad løses av - og i tettere samspill med - planmyndigheter, kommuner og kommunale foretak. ENERGIX ønsker i løpet av neste fireårsperiode å gjennomføre utlysning av midler til Innovasjonsprosjekter i offentlig sektor.

Nye grensesprengende konsepter

ENERGIX støtter radikal og grensesprengende forskning og åpner for nye og ukjente ideer og konsepter gjennom utlysninger i det tematiske området nye konsepter. Prosjektene må inneholde grunnleggende forskning innenfor målområdet for ENERGIX-programmet. Det skal ha ideer og en tilnærming som utfordrer kjent tematikk og metoder og et potensial for stor betydning for energifeltet. Samtidig aksepteres høyere vitenskapelig risiko. Det er utviklet egne kriterier og en egen prosess for søknadsvurdering der de beste søknadene får presentere sine prosjekter for et internasjonalt panel.

PILOT-E

PILOT-E er et finansieringstilbud til norsk næringsliv, etablert av Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova. Ordningen skal hjelpe norske næringsaktører til å skalere løsninger innen miljøvennlig energiteknologi raskere til et nasjonalt og internasjonalt marked. PILOT-E samkjører aktørens tilgjengelige finansieringsordninger og innebærer høyere forutsigbarhet for støtte. Pilot-E utlysningene retter seg mot konkrete samfunnsutfordringer der det er både forsknings- og næringsutviklingsbehov, gjerne med en betydelig offentlig styrt etterspørsel. Det utvikles egne kriterier og opplegg for søknadsvurdering som ivaretar de tre aktørens behov. Prosjektansvarlig (søker) skal være en norsk bedrift.

Internasjonalt samarbeid og internasjonale stimuleringsvirkemidler

Internasjonalt samarbeid i forskning og utvikling er av stadig økende betydning og skal:

- bidra til å møte globale utfordringer
- bidra til å øke kvaliteten og kapasiteten i norsk forskning
- komplementere norsk forskning ved behov innen enkelte delområder
- sikre Norge tilgang til internasjonal kunnskapsproduksjon
- styrke næringslivets konkurransevne
- fremme Norge som ledende forsknings- og innovasjonsnasjon på utvalgte områder

Internasjonalt forskningssamarbeid fremmes primært gjennom de ordinære virkemidlene i programmet, og særlig i forskerprosjekter og kompetanseprosjekter er det påkrevd at det inngår internasjonalt samarbeid. ENERGIX vil fortsette å videreutvikle instrumenter for å støtte og fremme samarbeid innen EU (se nærmere omtale på side 11), og støtte øvrig internasjonalt samarbeid blant annet gjennom samarbeid med de landspesifikke programmene i Forskningsrådet.

ENERGIX har utviklet Medvirkningsordningen (MVO), som bidrar til at norske forskningsmiljøer kan delta i og lede strategiske fora i EU og IEA. Programmet støtter også i økende grad deltagelse i ERANET. Programmet skal også gi støtte til utenlandsopphold og gjesteforskerstipend knytte til ENERGIX-finansierte prosjekter.

Prioriteringer mellom virkemidlene

ENERGIX vektlegger langsiktige mål og stabilitet i rammebetingelsene for bedrifter og forskningsutførende miljøer. Samtidig er programmet lagt opp med fleksibilitet for over tid å kunne ivareta at behov og muligheter er i utvikling. Et kontinuerlig strategisk arbeid og evaluering ligger til grunn for riktig fordeling av midler mellom ulike teknologier, bransjer og temaer. Flexibilitet vil også ha betydning i prioriteringen mellom forskjellige virkemidler og prosjektyper. Ulike

teknologirområder vil fordre ulike virkemidler. For eksempel kan det innen et område i en periode være behov for langsiktig kompetanseoppbygging, samtidig som det innenfor et annet område må legges til rette for industriell nyskaping. Programstyret gjør løpende slike avveininger, samtidig som behovet for forutsigbarhet søkes ivarettatt.

Bred portefølje av virkemidler ulik betydning for målene

Figuren nedenfor viser hvordan den brede porteføljen av virkemidler som er presentert ovenfor vil ha ulik betydning for å sikre måloppnåelse i ENERGIX. Bruken av virkemidler innenfor programmets tematiske områder er ytterligere beskrevet i vedlegget til programplanen.

		VIRKEMIDLER - PROSJEKTTYPER				
		Forskerprosjekter og nye energikonsepter	Kompetanseprosjekter for næringslivet	Innovasjonsprosjekter i næringslivet og Pilot-E	Innovasjonsprosjekter i offentlig sektor	Internasjonale stimuleringsvirkemidler
TEMATISKE MÅL	Bærekraftig utnyttelse av nasjonale fornybare energiresurser					
	Reduksjon av klimagassutslipp	Hele porteføljen av ENERGIX virkemidler benyttes for å nå programmets tematiske mål. Konsortienes sammensetning, type søker, og tidsperspektiv vil være avgjørende for hvilke virkemidler som vil være relevante				
	Nasjonal forsynings-sikkerhet					
STRUKTURELLE MÅL	Innovasjon i næringslivet	Skal generere kunnskap i forskningsmiljøer som kan føre til innovasjon	Sikrer at nasjonale FoU-institusjoner kan betjene næringsens behov fremover	Sentralt målrettet virkemiddel	Ny offentlig sektor skaper behov for nye løsninger fra næringslivet	Utvikles næringsens samarbeidsarena og utvikler markedsmulighetene
	Utvikle norske forskningsmiljøer	Sentralt målrettet virkemiddel	Sentralt virkemiddel - næringsrelevans - kunnskap for offentlig sektor	Anvendte utfordringer fra næringen utvikler instituttene		Gir forskningsmiljøene mulighet til å kjenne og være en del av den internasjonale fronten

Figur 2. Sammenheng mellom ENERGIX delmål og bruk av virkemidler.

Samarbeid med relaterte aktiviteter og program

Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME), Enova og Innovasjon Norge er, sammen med ENERGIX, de mest sentrale aktørene i det nasjonale virkemiddelapparatet for realisering av de politiske målsettingene på energiområdet. ENERGIX virkemidler må samspille godt med disse for å bidra til felles måloppnåelse. I tillegg må ENERGIX sikre et godt samspill og arbeidsdeling med andre programmer i Forskningsrådet og FoU-virkemidlene i EU via SET-Planen og Horisont 2020, samt med fellesutlysninger av typen ERA-NET Cofund.

FME - Sentre for miljøvennlig energi

Sentrene er en viktig del av virkemiddelapparatet for å realisere målsettingene innen fornybar energi. FME-ordningen har stor betydning for den langsiktige kompetanseoppbyggingen innenfor miljøvennlig energi og er sammen med ENERGIX og CLIMIT, et viktig virkemiddel for rekruttering innenfor sektoren. Sentrene forener de sterkeste forskningsmiljøene med relevante næringsaktører innenfor prioriterte tematiske områder. Sentrene følger et langsiktig løp med klare mål og arbeidspakker.

FME-ene virker strukturerende på norsk energiforskning gjennom det langsiktig og forpliktende samarbeidet i sentrene. Aktiviteten i sentrene vil resultere i nye innovasjonsmuligheter, nye

spørsmål og nye forskningsbehov, hvor ENERGIX konkurransearena bidrar til de beste prosjektene som skal løse dette får finansiering. Kunnskapsgrunnlaget for nye utlysninger i ENERGIX bygger på summen av energiprojekter i H2020 og ERA-NET, forskningsaktiviteten i FME-ene, samt hele ENERGIX' løpende portefølje.

Samspillet mellom FME, ENERGIX og CLIMIT vil på denne måten sikre strukturering, dynamikk og konkurranse gjennom senterperioden.

Nasjonal forskningsinfrastruktur og andre programmer i Forskningsrådet

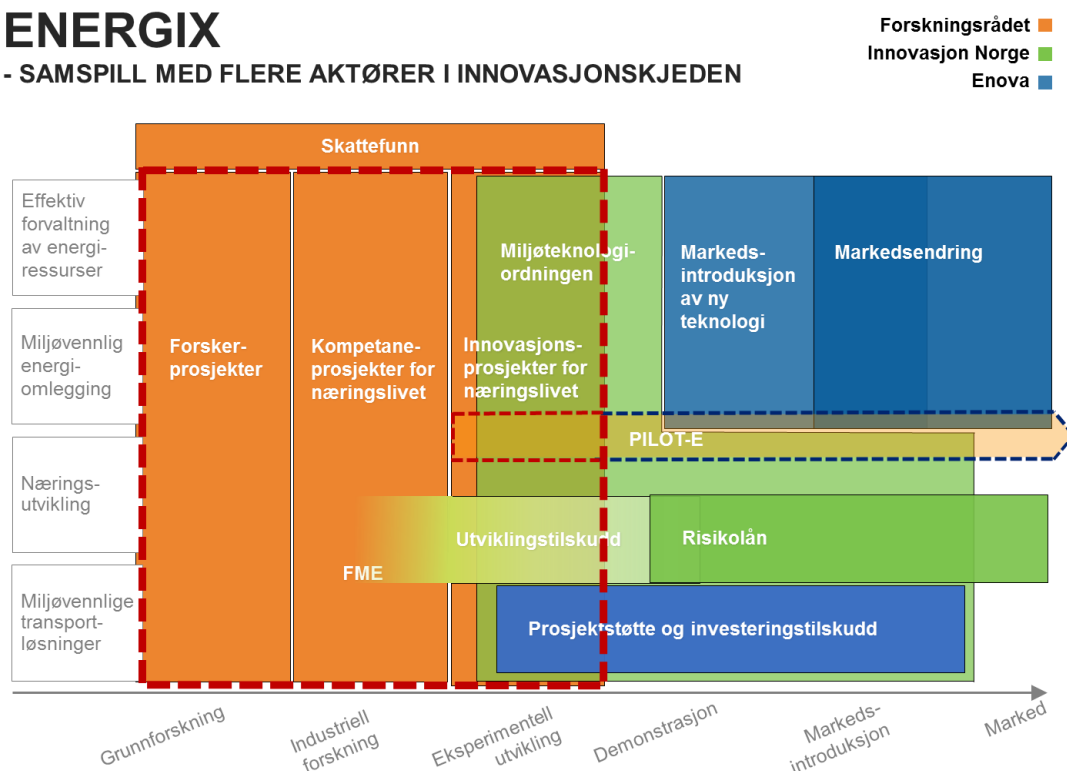
Fornybar energi er et nasjonalt strategisk viktig satsingsområde, og ENERGIX samarbeider med Divisjon for vitenskap i Forskningsrådet om styrkingen av nasjonal forskningsinfrastruktur. Programmet arbeider også tett med andre tematiske program i Forskningsrådet som KLIMAFORSK, IKTPLUSS, MAROFF, PETROMAKS2, HAVBRUK, NANO2021. BIONÆR, samt den komplementære arenaen BIA om felles problemstillinger.

Enova og Innovasjon Norge

Enova og Innovasjon Norge er viktige samarbeidspartnere, og samspillet er konkretisert i figuren under som viser grenseflater med resten av virkemiddelapparatet utenfor Forskningsrådet. Forskningsrådets midler til fornybar energi kanaliseres gjennom ENERGIX (stiplet rød ramme) og FME-ordningen.

ENERGIX

- SAMSPILL MED FLERE AKTØRER I INNOVASJONSKJEDEN



Figur 3. ENERGIX samspill med andre aktører i virkemiddelapparatet.

EU, SET-plan og annet internasjonalt samarbeid

Samfinansiering av forskning og programsamarbeid over landegrensene skjer i et stort omfang, med nye virkemidler og omfatter flere samarbeidsarenaer.

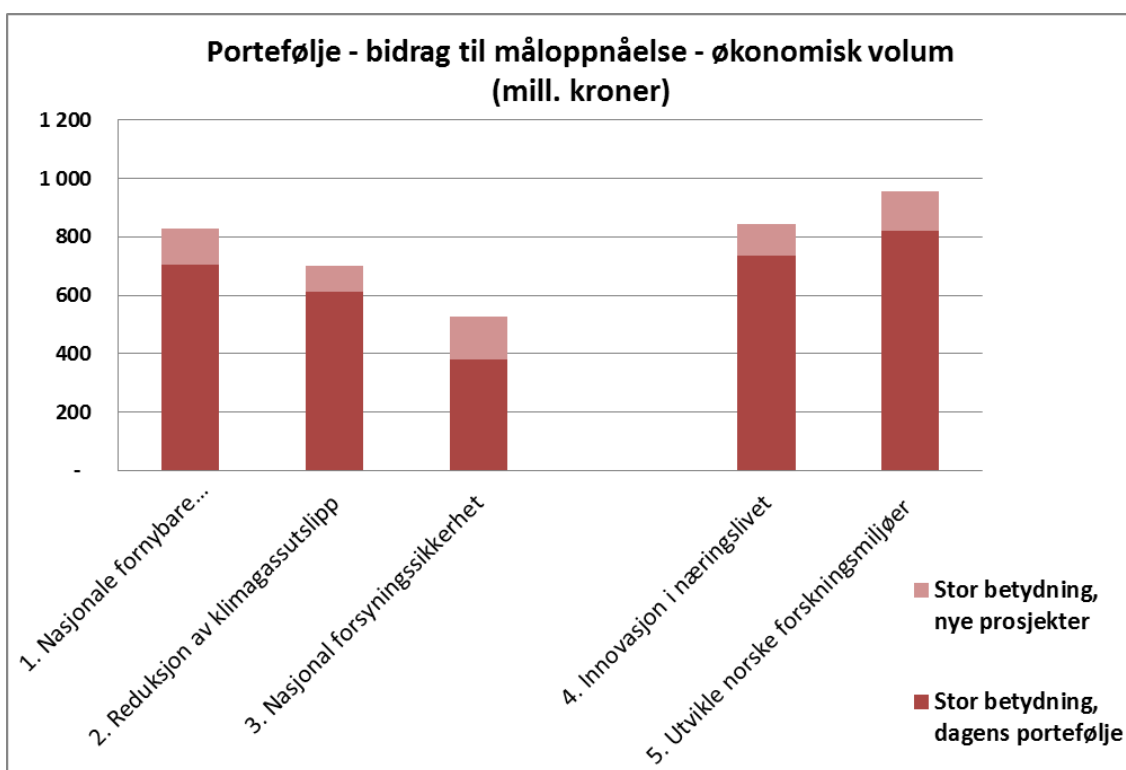
EU EnergiUnion og European Strategic Energy Technology Plan (SET-plan) angir prioriterte områder innen energiforskning i Europa. ENERGIX innsats vil bli koordinert med dette, men programmet vil også legge til rette for satsing på særnorske behov. Utviklingen av SET-planen og Horizon2020

innebærer økt fokus på programsamarbeid gjennom flere instrumenter. ENERGIX vil allokere midler til denne type samarbeid. Tiltak for å stimulere FoU- og industrimiljøer til å delta i EU-samarbeid og medvirke i utvikling av strategier vurderes kontinuerlig.

I tillegg til EU-forskningen foregår det viktig forskningsaktivitet i nordisk regi, gjennom IEA og med grunnlag i bilaterale avtaler med en rekke land. Det globale Mission Innovation initiativet kan også åpne for nettverk og samarbeidsarenaer som kan bli viktige for norske forskningsmiljøer. ENERGIX kan styrke norske fagmiljøers kunnskap om og tilgang til nettverk gjennom sin rådgivnings- og møteplassfunksjon og målrettede mobilitetsstøtte. ENERGIX kan også tilrettelegge for samarbeid med de beste fagmiljøene internasjonalt.

Forventede resultater, virkninger og samfunnseffekter

ENERGIX skal ha en portefølje som leverer resultater på alle de fem hovedmålene til programmet. Det er ikke et mål i seg selv at bidraget skal være like stort på alle målene, men det er viktig å sikre at det er god og relevant aktivitet rettet mot samtlige mål. Dette følges opp årlig i et format som vist i figuren under.



Figur 4. ENERGIX portefølje – bidrag til måloppnåelse.

Hovedmålene til ENERGIX kan også beskrives som ønskede samfunnseffekter. Det er derfor en god indikator for programmet at utlysningene resulterer i en portefølje av prosjekter som bidrar til samtlige hovedmål. En annen viktig indikator for programmet vil være addisjonalitet² for å sikre at programmet utløser innovasjon og forsterker aktørenes FoU-innsats.

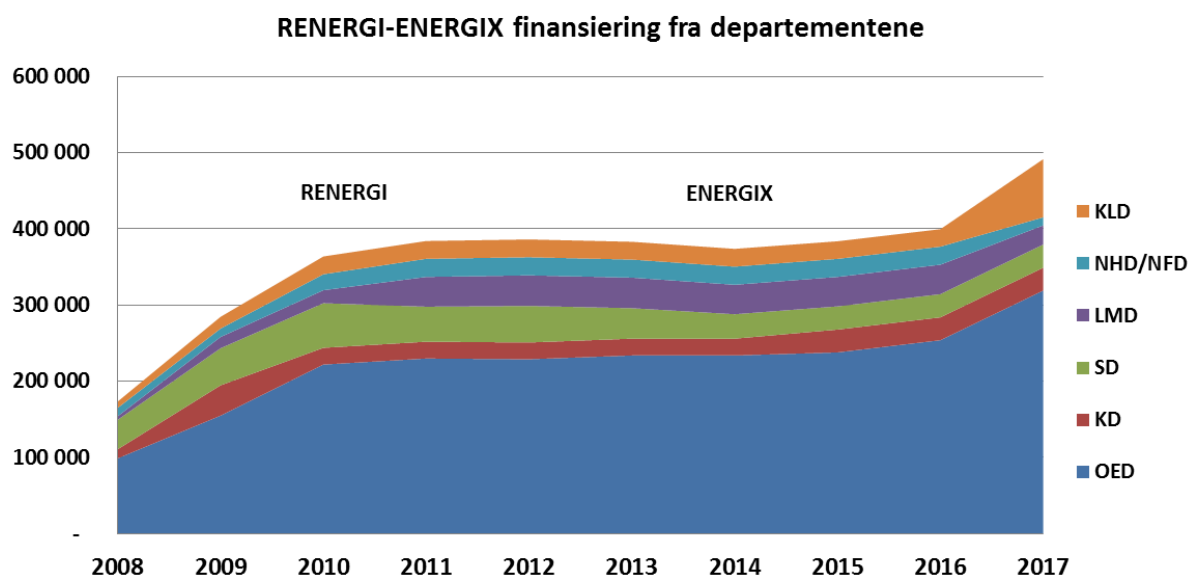
² Ved siste evaluering av ENERGIX (Oxfords underveisevaluering, 2016) svarte 85 % av prosjektledere og 65 % for avslåtte prosjekter at prosjektet er avhengig av programmet for å bli realisert i samme omfang og med samme tidsskjema. Programmet har derfor svært høy addisjonalitet. Over halvparten av respondentene sa også at det er krevende eller umulig å finne alternative finansieringskilder.

Høy andel forskning i og for næringslivet og offentlig sektor er avgjørende for at forskningen blir tatt i bruk og for at resultatene fra prosjektene faktisk bidrar til måloppnåelse. En annen viktig indikator vil derfor være høy andel av innovasjonsprosjekter i den totale prosjektporteføljen. Målsettingen er at denne andelen skal være nær 40 prosent.

Resultater fra prosjekter som programmet har finansiert vil bli oppsummert i faktaark og rapporter som dokumenterer "lange spor". Følgforskning over tid vil kunne gi svar om summen av porteføljene innen viktige områder gir resultater. ENERGIX porteføljen bør sees i sammenheng med FME og andre virkemidler når det er relevant.

Ressurser og budsjett

ENERGIX finansieres av Olje- og energidepartementet (OED), Klima- og miljødepartementet (MD), Samferdselsdepartementet (SD), Landbruks- og matdepartementet (LMD), Kunnskapsdepartementet (KD) og Nærings- og handelsdepartementet (NHD). Disse representerer flere sektorer hvor det er utfordringer og muligheter som grenser til eller ligger innenfor energiområdet, og bidrar til bredden i programmet. OED finansierer rundt 2/3 av den samlede rammen og er den viktigste eier av programmet.



Figur 5. Finansiering RENERGI og ENERGIX 2008 til 2017.

Utfordringene på energi- og klimaområdet tilsier et fortsatt høyt nivå på bevilgningene gjennom ENERGIX. I forbindelse med klimaforhandlingene i Paris i desember 2015 (COP 21), sluttet Norge seg til initiativet «Mission Innovation», et initiativ fra "US Department of Energy" som 22 land og en ressurssterk gruppe med nærmere 30 internasjonale investorer har stilt seg bak. Regjeringen har sagt at Norge over en femårs-periode minimum skal søke å doble offentlige utgifter til forskning, utvikling og innovasjon av miljøvennlig energi. Dette inkluderer støtte til forskning, utvikling, uttesting og implementering av fornybar energi, energioverføring, energieffektivisering, og CO₂-håndtering.

Styring og organisering

Programstyret for ENERGIX oppnevnes av og rapporterer til Divisjon for energi, ressurser og miljø (ERM). Programstyret skal gjennom programmets virkemidler bidra til å realisere programmets mål. Dette gjennomføres i samsvar med intensjoner og ambisjoner nedfelt i Forskningsrådets strategi, føringer fra Forskningsrådets hovedstyre og divisjonsstyret i ERM og ENERGIX programplan.


Prioriteringer, oppgaver og økonomiske rammebetingelser avveies etter endringer i statsbudsjettet og de årlige tildelingsbrevene fra de finansierende departementer. Programstyret arbeider i henhold til Forskningsrådets overordnede retningslinjer for etablering, drift og avslutning av forskningsprogrammer. Programstyret opptre på vegne av Forskningsrådet og rapporterer til divisjonsstyret gjennom divisjonsdirektøren.

Programadministrasjonen for ENERGIX skal ivareta daglig drift av programmet. Den består av en programkoordinator supplert med faglig og administrativ kapasitet som har ansvar for alle faglige og administrative funksjoner i programmet. Den legger til rette for styrets arbeid og skal sørge for at styrets vedtak blir gjennomført. Programkoordinator står faglig ansvarlig overfor programstyret og skal proaktivt bidra til at programmet gjennomføres i samsvar med godkjent programplan.

Søknadsbehandlingen

Forskerprosjekter (FP), Nye energikonsepter og kompetanseprosjekter (KPN) blir primært vurdert av internasjonale referees. Der det er praktisk mulig blir disse samlet til konsensusdiskusjoner. Innovasjonsprosjekter (IPN) blir vurdert gjennom konsensusdiskusjoner i nasjonale fagpaneler. Denne prosessen gir det formelle grunnlaget for evaluering av søknadene og vurderingene blir lagt til grunn for programadministrasjonens innstilling til programstyret. Søkere som ønsker konfidensiell behandling av sine innovasjonsprosjekter vil eksplisitt måtte be om dette. Søkere vil i så fall gis anledning til å kommentere foreslåtte eksperter.

I arbeidet med evaluering for tildeling til prosjekter skal ENERGIX la kjønn, alder og internasjonal fagkompetanse være representert på en balansert måte i eksterne ekspert- og evalueringspaneler.



Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd
Drammensveien 288
Postboks 564
N0-1327 Lysaker

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

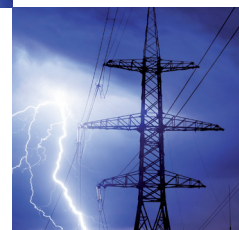
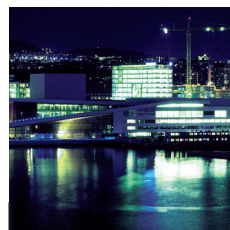
Utgiver:
© Norges forskningsråd
Stort program for
energiforskning – ENERGIX
www.forskningsradet.no/energix

April 2018
ISBN 978-82-12-03688-8 (pdf)

Design: Fete typer
Foto: Istockphoto

Vedlegg til programplan Gjelder fra 2018

Stort program
Energiforskning – ENERGIX



Store programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder

**Vedlegg til programplan for ENERGIX
Gjelder fra 2018**

© Norges forskningsråd 2018

Norges forskningsråd
Postboks 564
1327 Lysaker
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design omslag: Fete typer
Foto/ill. omslagsside: Istockphoto

Oslo, april 2018

ISBN 978-82-12-03689-5 (pdf)

Hensikten med vedlegget

Dette dokumentet er vedlegg 1 til Programplan for ENERGIX, revidert i 2017. Vedlegget går i dybden på de ulike delområdene av programmet som er skissert i Programplanen, og beskriver hvordan de respektive områdene skal bidra til oppnåelse av ENERGIX' fem mål for de neste tre årene.

Hvert tematisk område har forskjellige behov avhengig av teknologisk modenhet, kunnskapsstatus eller aktørbilde. Dette danner grunnlag for valg av virkemidler og tematikk i utlysningene for de kommende tre årene. De tematiske beskrivelsene av hvert delområde representerer ikke en prioritering, men beskriver hva som vil være kvalifiserte tematiske områder og rammer for utlysningene fra programmet de neste årene.

I utlysningstekstene som legges ut på ENERGIX' nettsider, vil det fremgå om det er spesielle føringer eller prioriteringer for den aktuelle utlysningen. Slike eventuelle prioriteringer vil alltid ligge innenfor rammene for det som er angitt i dette vedlegget.

Innhold

Energipolitikk, økonomi og bærekraft	2
Fornybar energi.....	5
Energisystem og -marked	11
Energibruk og konvertering	14
Nye konsepter innen energiområdet.....	22

Energipolitikk, økonomi og bærekraft

Innledning

Dette området omfatter generering av forskningsbasert kunnskap om økonomi, bærekraft og adferd på energiområdet; et viktig grunnlag for myndighetenes og næringslivets langsiktige strategier.

Forskningen skal bygge og videreutvikle kunnskap og løsninger innenfor flere områder som også er tett knyttet opp til de teknologiske områdene, og vil supplere forskning som utføres i prosjekter innenfor de andre temaområdene i programmet. Sentrale forskningsfelt er:

- Energi- og miljøpolitikk og offentlige virkemidler i nasjonal og internasjonal kontekst. Dette inkluderer utvikling av energisystemet mot mer miljø- og klimavennlig energi og energimarkedsanalyser i Norge, Norden og Europa.
- Rammevilkår for innovasjon, nærings- og teknologiutvikling og omstilling i næringslivet.
- Ressurseffektivitet inkludert bærekraft- og livsløpsanalyser.
- Utviklingstrekk ved energibruk, teknologisk endring og forbrukeratferd, samt demokratiske dialoger og eksisterende maktstrukturer.



Energipolitikk, økonomi og bærekraft

Bakgrunn

Fornybar energi og effektiv energibruk er viktig for samfunnets overgangsstrategier mot et mer bærekraftig samfunn. En slik overgang må ta utgangspunkt i de økonomiske, industrielle, sosiale og kulturelle forhold som råder. Det er derfor behov for bred forståelse av hvordan samfunnsmessige rammebetingelser kan utgjøre både muligheter og utfordringer for endring. Porteføljen innen energipolitikk, økonomi og bærekraft skal gripe tak i disse mulighetene og utfordringene.

I kommende periode er det spesielt viktig å oppnå resultater innen:

- operasjonalisering av de store internasjonale og norske ambisjonene i energi- og klimapolitikken,
- kunnskapsbasis for utforming av politikk som gir godt nok samspill mellom teknologi og atferdsendringer slik at vi oppnår en bærekraftig utvikling, og
- kunnskap om forutsetningene for bærekraftighet og effektivitet i det økte fokus vi ser på aktive energibrukere, smarte byer og områder, industriparken, fornybar energiproduksjon, og samvirket mellom dem.

Muligheter og utfordringer

Forskningen innen dette temaområdet vil bidra til måloppnåelse av alle ENERGIX' fem mål. For å strukturere området har vi valgt å sortere forskningsporteføljen inn i følgende fire fagområder som må sees i sammenheng med hverandre:

Politikk og økonomi

Det er behov for kunnskap om offentlig politikk og virkemidler som grunnlag for å nå overordnede energi- og miljøpolitiske mål. Dette innbefatter studier om hvordan politikk og forvaltning materialiseres gjennom investeringer og økonomiske virkemidler (avgifter, subsidier, kvoter), samt studier av lovgivning, direktiver og standarder.

Kunnskapsgrunnlaget for politikktutforming er avhengig av forståelse av hvilken betydning nasjonale og internasjonale institusjonelle og politiske endringer har på utviklingen i Norge. Det er videre behov for kunnskap om energimarkeder i Norge, Norden og Europa; forbedring av styringsprinsipper, konsesjonsprosesser og samspill mellom offentlige instanser og mellom offentlig og private aktører; og hvordan forsyningssikkerhet og andre risikofaktorer spiller inn.

Næringsutvikling, innovasjon og spredning av teknologier

Det er behov for god forståelse av hva som kjennetegner innovasjonsprosessene for utvikling og spredning av energiteknologier, og for mekanismer for bedre evne til å utnytte norsk spisskompetanse. Videre er det behov for å studere samspillet mellom ny teknologi og miljømessige, sosiale, kulturelle og samfunnsmessige forhold.

Innovasjon og teknologispredning er ofte hindret av imperfeksjoner i rammebetingelser, markeder, næringsstrukturer etc. Forståelse av disse faktorene som grunnlag for utvikling av virkemidler er sentralt. Det er knyttet stor usikkerhet og risiko til offentlige og private investeringer i FoU, demonstrasjon og kommersialisering innen energifeltet. Det er viktig å forstå denne usikkerheten, samt å identifisere hindre for å få til en god overgang mellom de ulike fasene i verdikjeden.

Bærekraft og ressurseffektivitet

Bærekraft og ressurseffektivitet skal være en integrert del av alle prosjekter innen ENERGIX' ulike temaområder. Mer generiske prosjekter og prosjekter som skal utvikle fagfeltet vil falle inn under temaområdet Energipolitikk. Forskning innen dette området skal utvikle kunnskap om ressurseffektivitet, livssyklusperspektiver og bærekraft i skjæringspunktet lokale – globale utfordringer for klima og miljø.

Det er behov for kunnskap om i hvilken grad ulike spesifikke teknologier og/eller miks av energiteknologier er bærekraftige ut i fra det ressursgrunnlaget som er tilgjengelig og ut i fra virkning på miljøet. Eksempelvis er dette ressursbruk og utslipp knyttet til energisystemet, og konsekvenser for naturmangfold, økosystemtjenester og menneskelig helse og velferd. Det er også behov for å kunne anskueliggjøre, vurdere og avveie ulike typer miljøkonsekvenser.

Samfunn og adferd

Samfunn og adferd omfatter faktorer som fremmer og hindrer omstillingen til lavutslippssamfunnet. Dette inkluderer blant annet kunnskap om hvilke faktorer som påvirker ulike aktørers holdninger og handlinger og hvordan energibruk endrer seg i relasjon til samfunnsstrukturer og ny teknologi, herunder kulturelle endringer, kjønnsperspektiver, osv.

Det er også viktig med bedre forståelse av demokratiske dialoger, offentlig styring og planlegging, samt hvordan eksisterende maktstrukturer påvirker mulighetsrommet for endring i energisektoren.

Samspill mellom samfunnsvitenskapelig og teknologisk forskning

Delområdet Energipolitikk, økonomi og bærekraft er nært knyttet til de teknologiske fagområdene i ENERGIX. I mange tilfeller vil den samfunnsvitenskapelige forskningen best gjennomføres som integrerte komponenter i teknologiprojekter, og slike tverrfaglige prosjekter imøteses. Forskning i

tilknytning til energimarkedene er en sentral del av temaområdet Energisystem, og samfunnsvitenskapelig forskning på dette området omtales under temaområdet Energisystem.

Porteføljen vil bli koordinert med de samfunnsvitenskapelige FME-ene og den samfunnsvitenskapelige forskningen i de teknologiske FME-ene.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som:

- bidrar til tilstrekkelig forståelse og kunnskap på de fire områdene beskrevet innledningsvis
- involverer brukere slik at resultatene blir tatt i bruk i politikktutforming, i næringslivet og i samfunnet for øvrig
- bidrar til at det bygges robuste forskningsmiljøer innen samfunnsvitenskap
- innebærer internasjonalt samarbeid, spesielt på temaer som tar inn over seg den større internasjonale integreringen av energi- og markedssystemer

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjonsprosjekter og kompetanseprosjekter på alle innsatsområder
- forskerprosjekter på utvalgte områder

På områder der offentlige sektor og forvaltningen utgjør de viktigste brukerne, kan det søkes om kompetanseprosjekt med offentlige brukere som partnere. Forvaltning eller offentlige aktører kan bidra med egeninnsats i stedet for eller i tillegg til kontantfinansiering.

Fornybar energi

Innledning

Bærekraftig produksjon av energi fra fornybare energikilder er bærebjelken i det norske energisystemet. I Norge kommer mer enn 96 prosent av elproduksjonen fra vannkraft, mens økende deler av varmeproduksjonen kommer fra biomasse, avfall og lavtemperatur energikilder.

Energi21 sitt mandat fra Olje- og energidepartementet har tre hovedmålsettinger der det første er å *bidra til økt verdiskaping på grunnlag av nasjonale energiresurser og energiutnyttelse*.

ENERGIX vil stimulere forskning på dette området for å sikre at utnyttelsen av de fornybare energiresursene i Norge skjer på en bærekraftig måte der hensyn til naturmiljø og forsyningssikkerhet ivaretas. Forskingen skal også bidra til industriell utvikling på de områdene der norske aktører har komparative fortrinn og muligheter.



Fornybar energi - vannkraft

Bakgrunn

Norge har fortsatt en ledende rolle innenfor planlegging, utbygging og drift av vannkraft. De siste årene har vi sett en økning i reinvesteringer knyttet til oppgraderinger, utvidelser og vedlikehold. Det er viktig for Norge å opprettholde og fornye vannkraftkompetansen, blant annet gjennom forskning og utvikling. Forskningsaktivitet er et viktig element for å sikre kunnskapsutvikling og rekruttering på dette området som bidrar med høy verdiskaping og har stor betydning for det norske samfunnet.

Muligheter og utfordringer

Området fornybar vannkraft spiller en viktig rolle for å oppnå ENERGIX' mål om en bærekraftig utnyttelse av nasjonale fornybare energiresurser og et styrket næringsliv. Forskningsinnsats på området vil i tillegg føre til økt nasjonal forsyningssikkerhet og solide forsknings- og utdanningsinstitusjoner. For god måloppnåelse må det arbeides med blant annet disse områdene:

- Opprusting og utvidelse av eksisterende kraftverk og effektkjøring vil ha stor samfunnsøkonomisk verdi. Det er også et potensial for krafteksport og salg av balansetjenester. Dette krever at det opprettes nye markeder for slike tjenester, se avsnittet som omtaler energisystem.
- Utstyr og tjenester til vannkraft nasjonalt og internasjonalt representerer en betydelig mulighet for kompetanse- og utstyrsleverandører.
- Alle reguleringskonsesjoner står foran revisjoner frem til 2022 og miljøkonsekvenser av vannkraft representerer derfor viktige forskningsfelt. Kunnskap om løsninger som fremmer miljødesign for bærekraftig og effektiv produksjon bør frambringes.

Vannkraft er et felt med sterke næringsinteresser og det er viktig å rette FoU-arbeidet mot industriens prioriteringer. Dette er også i tråd med Energi21 anbefalinger. Det er etablert et FME innen vannkraft og dette dekker mye av behovet for kompetansebygging. Utvikling av modeller og verktøy for hydrologi og produksjonsplanlegging bør derfor foregå gjennom innovasjonsprosjekter.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som:

- bygger opp under eksportrettet næringsliv
- bidrar til økt og bærekraftig energiproduksjon fra nye og eksisterende anlegg
- gir økt kunnskap om miljøeffekter og –løsninger ved vannkraft
- gir økt kunnskap om vannkraft i et balansekraftsystem – enten mot Europa eller for økt fornybar energiproduksjon i Norge

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- Innovasjons- og kompetanseprosjekter for temaene i listen over
 - For FoU på modeller og verktøy for vær, hydrologi og produksjonsplanlegging vil innovasjonsprosjekter bli prioritert.

Øvrige sentrale aktiviteter vil være:

- tilrettelegge for at partnerne i FME benytter innovasjonsprosjekter

Fornybar energi - vind og hav

Bakgrunn

Vindenergi: Norske aktører har sterk kompetanse innenfor installasjon og drift av offshore-installasjoner, noe som danner et godt utgangspunkt for videre utvikling av en næring rettet mot det internasjonale markedet for offshore vindkraft. Satsingen innenfor forskning på offshore vind i Norge har vært betydelig de siste årene. Det er utviklingen i det internasjonale markedet som er den viktigste driveren for den norske innsatsen på dette området på kort sikt. Utnyttelse av nasjonale vindressurser offshore vil ligge noe lenger frem i tid.

Havenergi: Området er umodent og det er langt frem til et kommersielt marked. Utvikling av teknologi for havenergi krever betydelig innsats og ressurser over flere år, og det har vist seg at få aktører har vært i stand til dette. Lavere kostnader på vind- og solenergi kombinert med manglende teknologisk gjennombrudd har redusert interessen for havenergi fra energiproduksjonsselskaper.

Muligheter og utfordringer

Området fornybar vind og hav spiller en sentral rolle for å oppnå ENERGIX' mål om et styrket norsk næringsliv rettet mot globale markeder. Forskningsinnsats på området vil i tillegg føre til reduserte klimagassutslipp globalt.

Norske aktører har betydelig erfaring fra bygging og drift av offshore installasjoner, og med basis i denne type kompetanse og erfaring har aktører i Norge muligheter innenfor vindkraft, særlig som et alternativ til olje- og gassmarkedet. Offshore vindkraft har blitt mer modent og det bygges på større dyp. Det er fortsatt muligheter for norske leverandører for utvikling og leveranse av produkter og tjenester til denne sektoren. Offshore vindkraft må gjøres mer robust og kostnadene må reduseres betydelig. På kort og mellomlang sikt vil dette være hovedutfordringen. Det bør legges opp til å bruke kompetanseprosjekter og innovasjonsprosjekter for å bygge opp leverandører for et internasjonalt marked.

Landbasert vind er mer modent. Utfordringen er ytterligere kostnadskutt, mer effektivt drift- og vedlikehold og økt kunnskap om miljø- og samfunnsmessige konsekvenser og løsninger ved etablering av vindparker.

Aktiviteter

Porteføljen bør inkludere prosjekter som:

- gir kunnskaps- og innovasjonsløft til aktører som kan levere til et internasjonalt marked, herunder kompetanseprosjekter som fokuserer på kompetanseoppbygging for leverandører
- gir økt kunnskap om miljøeffekter og –løsninger

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjons- og kompetanseprosjekter for temaene i listen over
- forskerprosjekter innen miljøeffekter og –løsninger

Fornybar energi - sol

Bakgrunn

Solindustrien har vokst kraftig de seneste 15 årene og veksten i dette internasjonale markedet fortsetter. Det har vært sterk vekst i produksjonskapasitet, særlig fra kinesiske aktører, og fallende priser. Dette har først og fremst rammet den europeiske og amerikanske industrien, men de fleste norske aktørene har kommet seg igjennom dette. Man ser en konsolidering og markedet er i hurtig vekst, noe som gir muligheter for næringsaktører i hele verdikjeden.

Solenergibransjen i Norge har frem til nå i hovedsak vært knyttet til aktiviteter tidlig i verdikjeden. Mange av disse aktørene er innbyrdes konkurrenter. Andre er underleverandører. Det finnes teknologutviklere, teknologileverandører og teknologibrukere. Samlet utgjør disse et norsk solenergicluster. Man ser nå også at det gradvis vokser frem et marked for solceller i Norge, og det installeres solceller både i nye bygg og i eksisterende bygningsmasse. Dette drives frem av fallende kostnader og krav om redusert energibruk i bygg. Det er en fremvekst av nye aktører og konturer av helt nye forretningsmodeller på dette området. Dette er starten på en det som kan være en vekst for bruk av solceller i Norge.

Muligheter og utfordringer

Området solenergi representerer et område med en betydelig vekst fra et allerede stort volum internasjonalt. Satsing mot dette området representerer gode muligheter for oppnåelse av ENERGIX' mål om å utvikle konkurransedyktig norsk næringsliv rettet mot eksport. Lavere priser gjør at solceller tas i bruk med raskt vekst også i Norge, representerer muligheter for bærekraftig utnyttelse av nasjonale fornybare energiresurser, reduserte klimagassutslipp og sikring av nasjonal forsyningssikkerhet.

Potensialet for utnyttelse av solenergi er ubegrenset, og utnyttelse av solenergi representerer allerede nå et stort marked. Betydelige pris- og kostnadsreduksjoner innebærer fortsatt utfordringer for inntjeningen i bransjen, men gir samtidig en vekst i markedet som mer enn oppfyller alle forventninger og prognoser. Prisreduksjonene innebærer at solenergi blir aktuelt i mange nye markeder og bygges i dag også uten tilskudd enkelte steder.

Per i dag er det i realiteten bare sol og vindkraft, i tillegg til vannkraft, som kan bidra signifikant for å dekke etterspørselen etter fornybar energi i det omfang som må til for å nå de målsettinger som er satt. Norske aktører har betydelig kompetanse og posisjon som følge av det solclusteret som er bygget opp. Markedsvolumet og veksttakten gir et utgangspunkt for å ta posisjoner i ulike deler av denne

verdikjeden. Man ser også en fremvekst av nye norske aktører som kombinerer kunnskapen i det norske solclusteret med egen spisskompetanse og sikter seg inn mot nisjer i markedet for solenergi. Med kostnadsreduksjonene som har funnet sted bygges det nå også solcelleanlegg i Norge. Bygningsintegriert solenergi representerer et spennende potensial gitt varslede byggeforskrifter med krav om nær null-energinivå fra 2020.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som:

- styrker kompetansen i forskningsmiljøene på materialer for bruk i solceller
- styrker mulighetene for utnyttelse av solenergi i Norge

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjons- og kompetanseprosjekter for all nevnt tematikk
- forskerprosjekter rettet mot utvalgte områder

Øvrige sentrale aktiviteter vil være:

- mobilisere det nye næringslivet som vokser frem knyttet til bruk av solenergi i Norge
- mobilisere eksisterende og nytt næringsliv innenfor større og mindre deler i verdikjeden for fremstilling av materiale, celler og lenger ut i verdikjeden
- styrke forskningsmiljøene så de kan betjene denne norske næringen
- tilrettelegge for at partnerne i FME industrialiserer forskning med relevans for egen virksomhet

Fornybar energi - bio

Bakgrunn

Mer bærekraftig biomasse og -avfall kan utnyttes og foredles til energi til stasjonær sektor og transport. I Norge utnyttes bioenergi hovedsakelig til varmeformål, men det er behov for å utvikle nye løsninger for å utnytte biomassen til flere formål. Ny forbehandling av biomassen kan utløse dette. Det ligger et potensial knyttet til økt produksjon og bedre utnyttelse av bioenergi i det norske energisystemet, særlig til transport.

Når bioenergi utnyttes, er det viktig å ta hensyn til bærekraft, samt effektiv utnyttelse og lønnsomhet. Hensynet til biologisk mangfold, økosystemtjenester og netto gevinster i forhold til CO₂-opptak og -binding over tid er sentralt. Dette fordrer økt kunnskap om muligheter for bærekraftig uttak av biomasse og energigjenvinning fra avfall. Økt og mer kostnadseffektiv utnyttelse av norske bioenergiressurser vil kunne bidra til bedre forvaltning og bruk, reduserte klima- og miljøutslipp, styrket forsyningsikkerhet og til ny bioraffinering.

Muligheter og utfordringer

Området fornybar bioenergi spiller en sentral rolle for å oppnå ENERGIX' mål om en bærekraftig utnyttelse av nasjonale fornybare energiresurser, reduserte klimagassutslipp og sikring av nasjonal forsyningsikkerhet og fleksibilitet. Forskningsinnsats på området vil i tillegg føre til et styrket næringsliv, godt samarbeid mellom teknologisk og biologisk forskning og et sterkt tverrfaglig miljø innen temaet bærekraft.

Økt bruk av biomasse og -avfall til energi- og transportformål representerer et stort potensial i Norge. Potensialet omhandler både bedre ressursutnyttelse, og effektiv utfasing av fossil energi. Utnyttelse av disse mulighetene fordrer forbedringer langs hele verdikjeden der nye løsninger for bærekraftig innhøsting og forbehandling av særlig skogbasert biomasse er viktig. Innhøstings- og logistikk-løsninger for restråstoff/avfall fra jordbruk, havbruk, alger og annen marin biomasse, husdyrhold, husholdninger og industri vil også stå sentralt for å bidra til økt bruk av denne ressursen til energiformål. Bioenergi kunne bidra til økt grad av sirkulærøkonomi i norsk samfunns- og næringsutvikling.

Bærekraft er sentralt i forvaltning og utnyttelse av biomasse og forskning må sikre faktabasert kunnskap om hva som er bærekraftig uttak. De viktigste utfordringene er biologisk mangfold, økosystemtjenester og utnyttelse, mens ny bioraffinering er den store muligheten. Det nye FME Bio4Fuels har drivstoff som hovedtema, men skal også se på utfordringer angående ressurser, klima og miljø som vil ha stor relevans for all økt bruk av bioenergi.

Økt og mer integrert bruk av biomasse, avfall og lavtemperatur energi kan bidra til videreutvikling av varmesystemet og bedre fleksibilitet i energisystemet totalt.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som kan gi:

- økt verdiskaping ved bruk av bioenergi fra alle former for bærekraftig biomasse
- effektiv og bærekraftig verdikjedeutvikling, forbehandling og produksjon
- kunnskap og beslutningsgrunnlag om klima- og miljøeffekter
- mer og bedre integrert energiproduksjon fra biomasse, avfall og lavtemperatur energikilder

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjons- og kompetanseprosjekter for all tematikk nevnt over
- forskerprosjekter som svarer på de store bærekraftsspørsmålene, særlig knyttet til klima

Øvrig sentral aktivitet vil være:

- økt norsk deltakelse i prosjekter finansiert av Horisont 2020

Geotermisk

Bakgrunn

Forskning og innovasjon på reservoarer og boring har utviklet seg betydelig de siste ti årene ettersom nye olje- og gassforekomster er mer marginalt tilgjengelig. Med kompetanse bygget opp i en sterk og innovativ oljevirkosomhet er Norge i en særstilling for å kunne hente opp geotermisk varme. Dette har stimulert til satsing på forskning og teknologiutvikling rettet mot dype geotermiske anvendelser, og det er etablert nasjonale nettverk mellom de mest sentrale aktørene. Interessen for dyp geotermisk energi er økende i Europa, og det er etablert flere nye Horisont 2020-prosjekter med deltakelse av norske aktører. IEA peker på at kommersialisering av dyp geotermisk energi vil være avgjørende for omstilling fra fossil til fornybar energiproduksjon.

Muligheter og utfordringer

Forskningsaktiviteter på området Fornybar geotermisk energi vil bidra til å nå ENERGIX' mål om å utvikle ny kunnskap, teknologi og løsninger for et internasjonalt marked. Gjennom et godt samarbeid mellom forskning og næringsliv kan norske bedrifter utvikle konkurransedyktig spisskompetanse for omstilling fra olje og gass til dyp geotermisk og utnytte mulighetene i nye energimarkeder. Samlet vil dette kunne bidra til økt fornybar kraftproduksjon og reduserte globale klimagassutslipp.

På kort sikt vil såkalt direkte utnyttelse av varme inn i nær- og fjernvarme kunne bli eksportmarked for norske boretjenester. Norge er langt framme i bygging og drift av energibrønner med lagring (grunn geotermisk) som leverer varme til store kunder med sammensatte energibehov. FoU-behov på dette området er omtalt i programplanen under Energibruk - Bygg og områder.

Mulighetene på mellomlang sikt innen dyp geotermisk (2030) ligger først og fremst utenfor Norge. Satsing på utnyttelse mot såkalte "nær magma soner" involverer allerede norsk bedrifter og forskningsmiljøer, og kan bidra til norsk eksport av materialer, boreutstyr og tjenester. I tillegg har Statoil ambisjon om å bli en operatør innen feltet, og dette kan ytterligere forsterke norske muligheter. Norsk forskning er også involvert i forsøk på dyp boring i hardt fjell, og potensialet for kraftproduksjon fra slik varme er svært stor, men har så langt høy risiko.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som kan gi:

- næringsmessig omstilling fra olje og gass til dyp geotermisk
- kompetansebygging innen dyp geotermisk
- økt eksport av norske varer og tjenester
- økt norsk deltakelse i viktige internasjonale nettverk

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjons- og kompetanseprosjekter for all nevnt tematikk i listen over

Øvrige sentrale aktiviteter vil være å:

- stimulere norsk forskning til økt deltakelse i Horisont 2020
- vurdere norsk deltakelse i ERA-NET innen området

Energisystem og -marked

Bakgrunn

Energisystemet er infrastruktur og markedsplass for utveksling av energi og energirelaterte tjenester. Det fremtidige energisystemet må effektivt kunne håndtere uregulert og distribuert energiproduksjon med lav marginalkostnad, nye energibruksmønstre og økende avsavnsverdier samtidig som forsynings-sikkerhet, personsikkerhet og etikk ivaretas.

Integrasjon mellom energibærere og mot andre land stiller nye krav både med hensyn til teknologiske løsninger, system-

utforming og fleksibilitet. I tillegg må det utvikles kunnskap om aktørroller, markedsplasser, rammebetingelser og forretningsmodeller som sikrer innovasjon og dynamikk slik at energisystemet blir den ønskede arena for bærekraftig utvikling.



Utviklingen av det norske energisystemet har for tiden mest fokus på innføring av toveismålere, digitalisering og forbedring av systemteknologien, men noen aktører er også i gang med å utvikle bedre brukertjenester. I flere land finnes det nå eksempler på fullt utbygde demonstrasjonsanlegg for «smarte» energisystem, og det arbeides med initiativ for en omorganisering av systemoppgavene som skal aktivisere nye og gamle aktører til større innovasjonstakt og dynamikk. EU har pekt på fri flyt av energi over landegrensene som en forutsetning for effektiv bærekraft. Det er i denne sammenheng vedtatt nye standarder (gridcodes) med sikte på bedre informasjonsutveksling mellom transmisjon og distribusjon, bedre koordinering av produksjon, overføring og forbruk og utvikling av selvregulerte Mikronett med lagring, produksjon, brukerfleksibilitet og samkjøring av flere energibærere.

Med utgangspunkt i de viktigste utfordringene er temaområdet energisystem inndelt i delområdene *systemteknologi, aktører, tjenester og markeder og organisering og regulering*.

For en nærmere strukturering av de forsknings- og innovasjonsrelaterte utfordringene se:

- «ETIP-SNET R&I roadmap 2017-2026» som angir FoU-aktiviteter som er nødvendig for å kunne implementerer fremtidens Europeiske energisystem iht. EU
- «2013 Smartgrids Strategic Research Agenda SRA 2035», ETP Smartgrids, 2012
- «Norwegian Smart Grid Research Strategy», The Norwegian Smartgrid Centre, 2015

FoU på temaområdet energisystem adresserer i første rekke ENERGIX' mål om å sikre nasjonal forsyningssikkerhet, men bidrar også til å muliggjøre integrasjon og effektiv utnyttelse av nasjonale fornybare energiresurser og til næringsutvikling.

Muligheter og utfordringer

Den teknologiske utfordringen er å finne løsninger som støtter elektrifisering, nye bruksformer, brukerfleksibilitet og full integrasjon av distribuert, uregulert energi og sømløs utveksling av energi, nett- og kundetjenester både lokalt, nasjonalt og over landegrensene.

Det fremtidige energisystemet må kunne utnytte ulike energibærere i både sentrale og distribuerte produksjonsanlegg. I et fremtidig energisystem med større variasjon både på forbruks- og produksjonssiden må systemintegreerte produksjonsløsninger og kostnadseffektive distribusjonssystemer benyttes. Utviklingen av lokal varme- og kjøleinfrastruktur må sees i sammenheng med kraftsystemet, tilgangen på lokale energiressurser som biomasse, geoenergi og spillvarme og behovet for lagring. En effektiv utnyttelse av vannmagasin for balansetjeneste må skje med ivaretagelse av økende krav til driftssikkerhet og natur- og miljøhensyn. Det er også behov for økt utvekslingskapasitet basert på bedre kabelteknologi. Norske aktører har muligheter til å delta i utvikling og levering av teknologi, systemkomponenter og løsninger for systemforvaltning, energiomforming og lokal lagring.

Aktiviteter og virkemidler

Forskningen skal bidra til tekniske løsninger som støtter effektiv og sikker integrasjon av fornybar energi og sømløs utveksling av energi, nett- og kundetjenester lokalt, nasjonalt og over landegrensene.

Porteføljen skal inneholde prosjekter som kan gi:

- tilstrekkelig systemkunnskap (inkl. miljø og ressurskunnskap) for en kostnadseffektiv utbygging og drift av el-, varme- og kjølesystemer
- teknologi og løsninger som bidrar til effektiv ressursutnyttelse gjennom økt bruk av fornybar energi, både distribuert og sentralt produsert
- teknologi og løsninger som muliggjør et smartere og tilstrekkelig robust transmisjons- og distribusjonssystem i henhold til SET-planens veikart samtidig som personsikkerhet og privatliv ivaretas
- bedre transmisjonsløsninger som gjør det mulig med bærekraftig kraftutveksling og utveksling av systemtjenester med andre land
- integrasjon av lagringsløsninger for fjernvarme, gassformige energibærere og termisk energi i berggrunnen

Det legges opp til utlysninger av:

- kompetanseprosjekter på områder som ikke dekkes av FME CINELDI og ERA-NET der den internasjonale dimensjonen er viktig
- innovasjonsprosjekter for å støtte norsk næringsutvikling og innovasjon i det norske energisystemet

Øvrige aktiviteter omfatter:

- koordinering med arbeidet i FME CINELDI
- deltakelse i ERA-NET Smartgrids
- å støtte norsk deltakelse i søknader til Horisont 2020

Marked

Muligheter og utfordringer

Fremtidens energisystem vil ha brukere med nye behov, nye aktører og flere energitjenester enn i dag. Nye effekt- og energikrevende anvendelser tas i bruk, sluttbrukere kan bli aktive leverandører av energi, lagring og fleksibilitet, og energiprodusenter kan bli leverandører av effekt og balansetjenester. For å møte utfordringene og tilrettelegge for mulighetene må det utvikles kompetanse og erfaring med markeds plasser som sikrer effektiv utveksling av energi- og energirelaterte varer og tjenester og som understøtter gode forretningsmodeller for aktørene.

Aktiviteter og virkemidler

Forskningen skal bidra til utvikling av de tjenester, aktører og markeds plasser som trengs for å utvikle, drifte og utnytte et fornybart og sikkert energisystem.

Porteføljen skal inneholde prosjekter som kan:

- realisere vannkraftverdier gjennom utvikling av fleksibilitets- og balansetjenester
- identifisere forretningsmodeller som gjør det mulig å lykkes for gode, miljøvennlige aktører
- identifisere, utvikle og evaluere nye energirelaterte tjenester og markedsdesign lokalt, nasjonalt og over landegrensene

Det legges opp til utlysninger av:

- kompetanseprosjekter vedrørende markeds plasser som sikrer effektiv utveksling av energi- og energirelaterte varer og tjenester og som understøtter gode forretningsmodeller for aktørene.
- innovasjonsprosjekter for utvikling av nye tjenester og markeds løsninger

Øvrige aktiviteter omfatter:

- deltakelse i ERA-NET Smartgrids og *Temporary Working Group for SET-Plan 4 - Energy Systems*
- mobilisering av gamle- og nye aktører

Organisering

Muligheter og utfordringer:

En forutsetning for at nye aktører skal utvikle bedre tjenester og effektive og bærekraftige forretningsmodeller er at sektorreguleringene understøtter innovasjon, konkurranse og samfunnsmessig lønnsomme tiltak., og at dette harmoniseres over landegrensene.

Aktiviteter og virkemidler:

Forskningen skal bidra til en sektororganisering og regulering som oppmuntrer innovasjon og gode utbyggingstiltak på veien til fremtidens energisystem.

Det legges opp til utlysninger av:

- kompetanseprosjekter som bidrar til en sektorregulering som understøtter innovasjon og konkurranse mellom nye og gamle aktører lokalt, nasjonalt og internasjonalt
- innovasjonsprosjekter for utvikling av nye aktørroller, forretningsmodeller og rammebetingelser for effektiv gjennomføring av samfunnsmessig lønnsomme tiltak
- forskerprosjekter utlyses under temaområdet energipolitikk, økonomi og bærekraft

Øvrige aktiviteter omfatter:

- deltakelse i ERA-NET Smartgrids og i *Temporary Working Group for SET-Plan Action 4 - Energy Systems*
- mobilisering av reguleringsmyndigheter og bransjeorganisasjoner

Energibruk og konvertering

Bakgrunn

Energibruk og konvertering omfatter både energi til stasjonære formål; bygg og bebygde områder, industri, samt energi til transport, herunder teknologier innen hydrogen, biodrivstoff og batteri. Byggsektoren forbruker årlig ca. 50 TWh, industri ca. 60 TWh (fratrasket energi brukt som råstoff), mens transport og annen bruk av motordrivstoff står for ca. 80 TWh. Hvis vi ser bort fra energibruk i petroleumsnæringene, representerer dette ca. 85 prosent av energibruken i Norge.



Energibruk - bygg og bebygde områder

Bakgrunn

Norske bolig- og næringsbygg står samlet for ca. en tredjedel av landets totale energibruk. Det totale varme- og kjølebehovet i Norge ligger på 45-50 TWh. I tillegg brukes en betydelig energimengde på drift av vifter, belysning, ventilasjon og annet elektrisk utstyr. Det omsettes nye bygg for over 160 mrd. kroner årlig i Norge, og i tillegg rehabiliteres eksisterende bygg for rundt 70 mrd. kroner hvert år. Energiprofilen til disse investeringene vil i stor grad påvirke den norske energisituasjonen flere tiår inn i fremtiden.

Klimameldingen av 25. april 2012 varslet revisjon av byggforskriften til passivhusnivå i 2015 og til nesten nullenergibygg i 2020. Reviderte energikrav i TEK10 trådte i kraft i 2016, med en overgangsordning på ett år. Der stilles det krav om blant annet bedre tetthet, lavere U-verdier og høyere virkningsgrad for varmegjenvinner enn i tidligere energikrav. I tillegg stilles krav om mer reelle energibudsjett, forbud mot fossilt brensel og energifleksible varmesystemer for store bygg. Men deler av næringen har høye ambisjoner, og allerede i 2012 ble det prosjektert og bygget energipositive bygg i Norge; det vil si bygg som gjennom sin levetid genererer mer energi enn de bruker. Samtidig er det en forutsetning for gjennombrudd at nye løsninger også sikrer godt innneklima og god funksjonalitet, er kostnadseffektive og har et bærekraftig livssyklusforløp.

Bygg står sjelden alene, og energibruken i den enkelte bygningen vil bli en viktig komponent i den konteksten bygget inngår i. Det enkelte byggs kobling til nærliggende bygg og omkringliggende energiinfrastruktur, kalles i denne sammenheng for "område". Et slikt område omfatter både termisk og elektrisk energiforsyning, inkludert lavtemperatur energikilder med varmepumper, annen infrastruktur, utnytting av solenergi, skjerming mot vind og krav til innneklima, osv. Med økt utbredelse av energipositive hus, kommer også spørsmål om hvordan overskuddsenergi best skal benyttes og distribueres. Spørsmålene er relevante for og må ses i sammenheng med både det lokale energisystemet, transportsektoren, inkludert lading av elektriske kjøretøy og lokal energilagring. På bakgrunn av dette må også de forskjellige forskningsområdene i sterkere grad kobles sammen.

Områdeutviklingen må foregå uten at det går på akkord med brukernes trivsel, komfort og mobilitet, samt andre hensyn man må ta i et komplekst områdebilde. Kommunene har svært ambisiøse klima- og energiplaner de arbeider med å realisere, blant annet gjennom offentlige innkjøp.

Forskning på områdeutviklingen vil måtte være utpreget tverrfaglig, der ny kunnskap innen energi- og byggteknologi må ses i sammenheng med samfunnsmessige rammebetingelser.

FME-et Zero Emission Neighbourhood (ZEN) vil være en sentral plattform for ny kunnskapsutvikling innen dette området i årene fremover. ZEN vil bidra med verdifull kjennskap til forskningsfronten og være oppdatert på eventuelle nye og endrede utfordringer som forskningen må håndtere.

Muligheter og utfordringer

Dette temaområdet spiller en sentral rolle i å nå ENERGIX' mål om å bidra til en bærekraftig utnyttelse og effektiv bruk av nasjonale fornybare energiresurser. Det vil også bidra til reduksjon av nasjonale klimagassutslipp, samt øke fleksibiliteten i lokale energisystemer. Et godt samspill mellom forskningsmiljøer, næringsliv og det offentlige vil være vesentlig for områdesatsingen, noe som vil styrke innovasjonen både i næringslivet og i offentlig sektor.

Porteføljen skal inkludere prosjekter som:

- utvikler nye løsninger som bidrar til å realisere myndighetenes ambisjoner og krav for energieffektive nye bygninger. Disse må være kostnadseffektive, energifleksible, brukervennlige, og godt tilpasset den enkelte bruker og beboers behov.
- utvikler nye løsninger for en funksjonell og kostnadseffektiv energioppgradering av eksisterende bygningsmasse
- utvikler løsninger for planlegging, prosjektering og smart drif av byer og områder, med en mer energieffektiv bygningsmasse og fleksibel energiinfrastruktur
- er tverrfaglige, kombinerer fagområder og kobler områdene bygg-, energi- og IKT-fag sterkere sammen. Videre må næringsaktører, kommuner og forskermiljøene etablere gode samarbeidskonsortier.

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjonsprosjekter i næringslivet og i offentlig sektor
- kompetanseprosjekter innen områder der det er behov for økt generisk kunnskap
- unntaksvis forskerprosjekter innenfor tema hvor det er behov for et større vitenskapelig løft og hvor det ikke er ønskelig med brukerinvolvering

Øvrige sentrale aktiviteter vil være:

- mobilisering av aktører fra både offentlig sektor og IKT-sektorene til deltakelse i prosjektkonsortier
- norsk deltakelse i prosjekter i Horisont 2020 rettet mot byer/områder
- vurdering av norsk deltakelse i fellesutlysninger og ERA-NET innen teknologiske utfordringer i byer og områder
- koordinering med arbeidet i FME ZEN

Bakgrunn

Norsk landbasert industri bruker årlig ca. 60 TWh, litt over en fjerdedel av Norges totale energiforbruk. Ca. 70 prosent av dette er elektrisk strøm. Kraftintensiv industri står bak majoriteten av energibruken knyttet til landbasert industri. De siste årene har energibruken for den samlede landbaserte industrien vært relativt stabil. Innsats knyttet til blant annet mer energieffektive løsninger for industrien har gjort at industriens energibruk per produserte enhet har gått ned. Likevel er det fremdeles et betydelig potensiale for ytterligere energieffektivisering og omlegging til fornybar energi, men realisering hindres av barrierer, blant annet bedriftenes avkastningskrav. I tillegg er norsk industris tradisjonelle geografiske plassering i grisgrendte strøk en barriere for optimal utnyttelse av spillvarme. Med basis i norsk kompetanse og tilgang til fornybare energiresurser kan det likevel ligge til rette for utvikling av ny, energiforedlende industri og økt verdiskaping basert på de nasjonale energiresursene.

Muligheter og utfordringer

Temaområdet spiller en vesentlig rolle med tanke på å nå ENERGIX' mål om reduserte klimagassutslipp, effektiv bruk av nasjonale fornybare energiresurser, sikre nasjonal forsyningsikkerhet og å styrke innovasjon i næringslivet. Forskningsaktiviteter på området vil også ytterligere styrke norske forsknings- og utdanningsmiljøer. For å kunne gripe disse mulighetene, er det viktig med aktiviteter rettet mot det som fremdeles fremstår som utfordringer. Mulighetene og utfordringene beskrives under.

Energiforedlende industri produserer for et globalt marked. Norsk industriell produksjon blir dermed en slags størknet fornybar energi, velegnet for eksport. I tillegg spiller industrien en sentral rolle som tilbyder av fleksibelt forbruk i energisystemet. Viktige muligheter og utfordringer er knyttet til å utvikle:

- mer energieffektive produksjonsmetoder og prosesser i industrien
- generiske og bransjespesifikke prosesser og løsninger for omlegging til fornybare energibærere og utfasing av fossile energibærere
- forbedrede automatikk- og styringssystemer som kan realisere et stort energieffektiviseringspotensial
- løsninger for økt utnyttelse og oppgradering av spillvarme, inkludert kjøle- og varmemetoder
- energieffektive industriklynger

FME Centre for an energy efficient and competitive industry for the future (HighEFF) vil bli en sentral spydspiss og samle viktig norsk kunnskap innen disse forskningsområdene i årene som kommer. Det er viktig at nasjonal og internasjonal innsats i ENERGIX- og HighEFF koordineres.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som:

- fører til kunnskap og løsninger som griper både industrispesifikke og bransjeoverskridende muligheter og utfordringer
- gir ny kunnskap om hvordan funksjonelle energieffektive industriclustre kan etableres og driftes

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjonsprosjekter for prosjekter av industrispesifikk art

- kompetanseprosjekter for prosjekter av både bransjeoverskridende og -spesifikk art
- unntaksvis forskerprosjekter innenfor tema hvor det er behov for et større vitenskapelig løft og hvor det ikke er ønskelig med brukerinvolvering

Øvrige sentrale aktiviteter vil være:

- mobilisering av aktører som representerer en stor bredde av norsk industri
- mobilisering av IKT-aktører i prosjektene
- koordinering med arbeidet i FME HighEFF
- vurdere deltakelse i ERA-NET

Energibruk i transport – overordnet

Bakgrunn

Det årlige forbruket innen transportsektoren på 80 TWh, hvorav mesteparten er fossil energi, representerer nesten halvparten av Norges utslipp av klimagasser. Energibruken genererer i tillegg omfattende lokal forurensning i form av NOx, uforbrente partikler og andre helseskadelige stoffer. Til tross for relativt mange ladbare biler, steg utslippene fra veitrafikken også fra 2014 til 2015. Selv om kjøretøyene blir mer energieffektive, motvirkes dette av et økende transportvolum.

Muligheter og utfordringer

Energibruk i transport spiller en viktig rolle i ENERGIX' mål om reduksjon av norske og globale klimagassutslipp, men kan også ha betydning for de andre hovedmålene i programplanen. For rask og optimal måloppnåelse når det gjelder klimagasser, er det viktig med en bred tilnærming på alle de angitte innsatsområdene nedenfor.

I Stortingets behandling av Energimeldingen 2016 handler 12 av de 18 anbefalingene om transport. Dette er et sterkt politisk signal om behovet for energiomlegging i transportsektoren og det er derfor behov for økt innsats innen en rekke temaer. Det er behov for økt forskning både på virkemidler og teknologiske løsninger, både i et transportperspektiv, i et energiperspektiv og i ulike systemperspektiv. Det er viktig at forskningen adresserer alle transportformene (vei, bane, sjø og luft) og også andre sektorer med mobilt energibehov (fiskeri, anlegg, landbruk). Forskningen må dekke både energiforsyning og relevant energiinfrastruktur, samt energibruk i forskjellige perspektiv som nevnt over. Den teknologiorienterte forskningen må integreres med samfunnsvitenskapelig forskning innen området.

I tillegg til forskning for omlegging til fornybare energibærere som batterielektrisk, hydrogen og biodrivstoff, er det også viktig å effektivisere energibruken:

- Omlegging til mer energieffektive transportformer, blant annet fra personbil til sykling, gange og kollektiv, og for godstransport; fra vei til sjø og/eller jernbane.
- Energieffektivisering av selve kjøretøyene/fartøyene, ved å få fram ny kunnskap om materialer, komponenter og tekniske systemer.

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som gir:

- energieffektivisering i transportarbeidet, både per person-km og per tonn-km

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- innovasjons- og kompetanseprosjekter innen teknologi som bidrar til energieffektivisering
- tverrfaglige kompetanseprosjekter som bidrar til å sikre et bærekraftig transportsystem med redusert fysisk transportarbeid, blant annet i tråd med ambisjonene i Klimaforliket av 2012
- unntaksvis forskerprosjekter innenfor tema hvor det er behov for et større vitenskapelig løft og hvor det ikke er ønsket/mulig med næringsinvolvering
- anvendt forskning (innovasjonsprosjekter og for eksempel samarbeidsutlysninger med Enova og Innovasjon Norge) for å sikre norsk verdiskaping knyttet til energiomlegging og effektivisering i transportsektoren

Se også området Energipolitikk, økonomi og bærekraft.

Hydrogen

Bakgrunn

Hydrogen i brenselcelle-baserte kjøretøy har i løpet av de siste par årene beveget seg fra rene demonstrasjonsprosjekter til tidlig kommersiell fase. Tidlig i 2017 var det noen hundre fyllestasjoner i verden, hvorav 5 i Norge. Det foregår nå en kraftig utbygging av fyllestasjoner spesielt i Japan, Sør-Korea, Tyskland, Frankrike, Danmark og i California. I følge vedtatte planer skal det være rundt 1000 fyllestasjoner i disse landene i 2020, og nærmere 100 000 biler. I Norge er det nå konkrete planer om minst 20 stasjoner innen 2020. Av bilprodusentene har Toyota og Hyundai modeller på markedet, mens Honda og Daimler har konkrete modeller som lanseres i 2017. I spesielle nisjemarkeder, slik som gaffeltrucker, er det allerede solgt over 11 000 hydrogendrevne enheter bare i USA.

Hydrogen/brenselcelle-teknologi kan bli et viktig supplement til batterielektriske systemer, spesielt for tungtransport, transport over lange avstander og skipstransport. Blant norske redere og skipsbyggere er det en stor interesse for å teste ut hydrogen.

Interessen for hydrogen for lagring av energi har også økt betydelig som følge av den store kraftproduksjonen fra sol og vind i Tyskland og andre land.

Norge har kommersielle leverandører av hydrogen-relevant utstyr, spesielt innen elektrolyse. De siste 10 årene har det blitt bygget opp en betydelig FoU-kompetanse på området, inkludert norsk deltakelse i en rekke EU-finansierte prosjekter. I tillegg har Norge tatt en posisjon som demonstrasjonsarena for bruk av hydrogenkjøretøyer, med biler, busser og fyllestasjoner.

Det nye FME-et Mobility Zero Emission Energy Systems (MoZEES) skal jobbe med nullutslippsteknologi i transportsektoren med særlig vekt på maritime applikasjoner. Nullutslippsteknologi er her rettet mot fremdriftssystemer basert på hydrogen og/eller batterielektriske løsninger.

Muligheter og utfordringer

Området Hydrogen spiller en sentral rolle for å oppnå ENERGIX mål om bærekraftig utnyttelse og effektiv bruk av nasjonale fornybare energiresurser ved at fornybar energi omdannes til en energibærer som erstatter fossile kilder. Ved økt bruk av hydrogen til transport vil dermed klimagassutslipp reduseres. FoU innen området vil også bidra til ny næringsvirksomhet og videreutvikle norsk FoU-sektor.

Hovedutfordringen innen hydrogenteknologi er å få redusert kostnadene gjennom økt volum, redusert bruk av kostbare materialer, etc. Viktige muligheter og utfordringer, som inkluderer forskning og kunnskapsutfordringer, er knyttet til:

- verdiskapning i norsk industri knyttet til det fremvoksende markedet for hydrogenteknologi
- utbygging av infrastruktur for produksjon, transport og distribusjon av hydrogen
- kunnskap og teknologiforbedring for å utvikle mer kostnadseffektive løsninger
- eksport av hydrogen fra Norge fra overskudd av fornybar energi
- Norge som tidligmarked for bruk av hydrogen i kjøretøy og i maritim sektor

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som gir:

- økt verdiskapning knyttet til produksjon og bruk av hydrogen, primært i transportsektoren
- viktig kunnskap for etablering av kostnadseffektive verdikjeder for hydrogen i Norge
- mulighet for storskala eksport av hydrogen fra Norge

For å støtte opp om punktene over, legges det opp til utlysninger av:

- forsker-, kompetanse- og innovasjonsprosjekter knyttet til teknologiutvikling der Norge kan bli leverandør av utstyr
- forsker-, kompetanse- og innovasjonsprosjekter for å få kunnskap om alle sider ved bruk av hydrogen, inkludert sikkerhet og bruk i maritim sektor
- kompetanse- og innovasjonsprosjekter for å fremme kunnskap for å muliggjøre hydrogeneksport fra Norge i et 2020-2030 perspektiv

Øvrige sentrale aktiviteter vil være:

- støtte opp om økt deltagelse for norske FoU-miljøer og bedrifter i EUs Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, IEAs Hydrogen-program og andre internasjonale samarbeidsarenaer
- mobiliseringsaktiviteter rettet mot spesielt maritim sektor, men også innen tungtransport
- samarbeide med Norsk Hydrogenforum om møteplasser og arrangementer for å fremme kompetanse i Norge og internasjonalt samarbeid

Biodrivstoff

Bakgrunn

Norge har forpliktet seg til å redusere utslipp fra transport med 40 prosent innen 2030, og om lag halvparten av reduksjonen forventes å måtte komme ved innfasing av biodrivstoff, både til erstatning for bensin, diesel og jetdrivstoff. Norske myndigheter ønsker at deler av dette kan leveres fra norsk produksjon, og flere norske næringsaktører undersøker muligheten for å etablere ny produksjon av avansert biodrivstoff. På kort og mellomlang sikt er nye anlegg gjerne planlagt knyttet til eksisterende infrastruktur for avfallshåndtering, og for avvirking og industri basert på skogråvarer, og det er et betydelig råstoffpotensiale knyttet til disse infrastrukturene.

Landbruk, havbruk, industri og avfallssektoren har de siste årene bygget omfattende kompetanse for biogassløsninger, rettet mot store miljø- og klimautfordringer. Norge har allerede demoanlegg i produksjon, og nye biogassanlegg er under bygging eller planlegging, blant annet for å levere flytende biogass.

Myndighetene arbeider i 2017 med forslag om innblanding av 20 prosent biodrivstoff i bensin og diesel. Av dette skal 8 prosent være avansert dobbelttellende biodrivstoff. Det er forventinger om at

denne opptrappingen vil bli støttet av gode virkemidler for risikoavlastning for bygging av både pilot, demo og storskala "first of a kind" anlegg.

Siden Klimaforliket i 2009, har Norge bygget tverrfaglige forskningsmiljøer innen både bærekraft og teknologi. I det nye FME-et Bio4Fuels legges det i tillegg til rette for at Norge får en sterk plattform for samarbeid mellom forskning, næringsliv, forvaltning i utvikling og implementering av biodrivstoff.

Muligheter og utfordringer

Norge kan, med tilgang til nasjonale ressurser, bidra med produksjon av biodrivstoff som reduserer klimagassutslipp fra transport, etablerer nye arbeidsplasser og bærekraftig forvaltning for økt og mer intensiv utnyttning av biomasse. Forskingen må bli mer tverrfaglige og integrere biologisk og teknologisk forskning. Dette vil legge grunnlag for ny kompetanse og nye bedrifter.

Skogindustrien er i sterk endring, både i Norge og internasjonalt, særlig drevet av nedgangen i markedene for avis- og magasinpapir. På andre områder er det store muligheter innen bioraffinering, der Norge har sterk prosess teknisk kompetanse. For å sikre arbeidsplasser og verdiskaping i de forskjellige delene av verdikjedene, er det derfor stor interesse for å utvikle nye, avanserte konverteringsprosesser for biodrivstoff. Avfallssektoren, landbruk, havbruk og industri videreutvikler sin satsing på avfall til biogass/biodrivstoff gjennom FoU og nye demoanlegg og blir viktig for sirkulær økonomi i Norge.

Det imidlertid fortsatt mye usikkerhet og stor risiko, og behov for:

- Å realisere pilot/demoanlegg på flere teknologiruter
- Ny lønnsom skogbasert verdiskaping som bygger på avansert omforming av biomasse
- Best mulig kompatibilitet med eksisterende marked og infrastruktur for drivstoff
- Effektiv og integrert energiforedling av avfallsstrømmer fra husholdninger, landbruk, havbruk og industri
- Ny bioraffinering som kan produsere både drivstoff, kjemikalier og andre produkter, som øker lønnsomhet og bærekraft
- Minimale utslipp til luft og vann, mest mulig gjenvinning av viktige næringsstoffer
- Å oppnå internasjonale rammebetingelser og kriterier for bærekraftig utnyttelse av biomasse

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som:

- bygger samarbeid mellom ENERGIX og FME-et Bio4Fuels og identifiserer spesielle tiltak som skaffer best mulig felles kunnskap om produksjon og bruk av biodrivstoff
- utvikler løsninger for bruk av ny biomasse, og øker effektiviteten i biogassanlegg
- støtter opp under etablering av nye lønnsomme pilot- og demoanlegg innen biogass og bioetanol
- bidrar til teknologigjennombrudd for biodieselproduksjon fra skogsråvarer og annen lignocellulose
- kan oppgradere pyrolyseolje til marine drivstoffkvaliteter

For å støtte opp om punktene over legges det opp til utlysninger av:

- innovasjonsprosjekter og kompetanseprosjekter som skal bidra til løsninger på beskrevne utfordringer
- forskerprosjekter som bidrar til å flytte kunnskapsfronten gjennom strategisk internasjonalt samarbeid og som kan bidra til innovasjon

Øvrige aktiviteter

- økt norsk deltakelse i prosjekter finansiert av Horisont 2020

Batteri

Bakgrunn

Ladbare kjøretøyer, nettbalansering og industrielle applikasjoner er nå samlet sett i ferd med å bli et større batterimarked enn markedet for forbrukerelektronikk. Globalt var det i 2016 solgt over 1,5 mill. ladbare biler, hvorav over 100 000 er solgt i Norge, mer enn en tidobling siden ENERGIX-programmet ble etablert. I Norge har også den maritime industrien begynt å bruke batterisystemer til hel- eller delvis elektrifisering av fremdriftssystemene. I tillegg er det kunngjort omfattende planer om å ta i bruk batterielektriske busser i de fleste store byene. Også markedene for de stasjonære, tunge batteriapplikasjonene er blitt store og raskt voksende.

Li-ion batterier i forskjellige varianter er den suverent dominerende batteritypen, og et viktig utviklingstrekk er at forskerne og produsentene finner stadig nye måter å blande inn mer silisium i karbonanoden, slik at energitettheten øker. Dette er et område hvor også norske aktører begynner å hevde seg. I tillegg pågår det omfattende FoU-arbeid på radikalt nye materialkombinasjoner og batterikonsepter. Dette vil kunne mangedoble energitettheten og bidra til å kutte kostnadene ytterligere. Et assosiert område er superkondensatorer, hvor vi også ser en sterk utvikling og nye, viktige applikasjoner, særlig innen nettbalansering.

Norge har noe pionervirksomhet og minst fem forskningsinstitusjoner som satser sterkt på å videreutvikle allerede fremragende materialkompetanse og andre relevante fagområder innen elektrokjemisk energilagring.

Det nye FME-et Mobility Zero Emission Energy Systems (MoZEES) skal jobbe med nullutslippsteknologi i transportsektoren med særlig vekt på maritime applikasjoner. Nullutslippsteknologi er her rettet mot fremdriftssystemer basert på hydrogen og/eller batterielektriske løsninger.

Muligheter og utfordringer

Området batterielektrisk kan ha relevans for alle ENERGIX' fem hovedmål, men innenfor de tematiske målene er det største potensialet innenfor transport. Forskningsinnsats på området vil i tillegg kunne føre til ny næringsvirksomhet og en fremtidsretting av norske forsknings- og utdanningsinstitusjoner. For rask og optimal måloppnåelse, er det enkelte områder og temaer som må vies skarpere fokus. Disse er beskrevet under.

I likhet med de fleste teknologiområdene i ENERGIX, er den overordnede utfordringen for batteriforskningen å drive ned teknologikostnaden. Viktige temaer i tilknytning til dette er:

- energitetthet
- brann- og eksplosjonssikkerhet
- materialgjenvinning
- miljøanalyser
- ladeløsninger og tilhørende systemeffekter. (Disse temaene vil til dels kunne ligge under området Energisystem eller Energipolitikk.)

Aktiviteter og virkemidler

Porteføljen skal inkludere prosjekter som gir:

- ny verdiskaping knyttet til bærekraftig produksjon av batterimaterialer, -celler, -moduler og -systemer
- kostnadseffektiv elektrifisering av så store deler av transportsektoren som mulig, og ny norsk verdiskaping i tilknytning til dette

For å støtte opp om dette, legges det opp til utlysninger av:

- kompetanse- og innovasjonsprosjekter på alle de angitte temaene over
- forskerprosjekter rettet mot ny verdiskaping innen nye strukturer og materialer for batterier

Øvrige sentrale aktiviteter vil være:

- særskilte mobiliseringsaktiviteter rettet mot maritime applikasjoner, tungtransport og kollektivtransport
- særskilte mobiliseringsaktiviteter knyttet til Norges satsing på å være et tidligmarked for introduksjon av ladbare kjøretøy - skal understøtte utviklingen og danne grunnlag for ny verdiskaping

Nye konsepter innen energiområdet

Bakgrunn

ENERGIX ønsker å stimulere til FoU-prosjekter på radikalt nye ideer og løsninger. Disse kan ha sitt utspring både i forskningsmiljøene og i bedriftene, og det kan dreie seg om alt fra grunnleggende vitenskapelig forskning, til nye måter å sette sammen løsninger på. Hensikten er at energibruk og utslipp kan reduseres drastisk, at man kan produsere fornybar energi ved hjelp av helt nye metoder, eller at man organiserer og anvender energisystemet med radikalt nye løsninger.

ENERGIX dekker utvikling av fornybar energi, og forvaltning og effektiv bruk av energi i energisystemet, i bygg, industri og transportsektoren. Innenfor tema 5 ønsker programmet å stimulere grensesprengende nytenkning for finne frem til helt nye konsepter og løsninger på disse områdene.

Programmet vil utvikle tilpassede virkemidler og vurderingskriterier som stimulerer til nytenkning og kreativitet, og som samtidig sikrer høy kvalitet på forskningen.


Muligheter og utfordringer

Nye konsepter spiller en særlig viktig rolle for å oppnå målet om å utvikle norske forskningsmiljøer og å legge til rette for nytenkende forskning om fremtidige forhold og utviklingstrekk som vi ennå ikke kjenner til.

Aktuelle utlysninger kan være:

- Nye konsepter - utlysninger rettet mot helt nye måter å løse en utfordring på.
- Ulike virkemidler for kortvarige prosjekter der man kan utforske om en idé har potensiale.





Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd
Drammensveien 288
Postboks 564
N0-1327 Lysaker

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

Utgiver:
© Norges forskningsråd
Stort program for
energiforskning – ENERGIX
www.forskningsradet.no/energix

April 2018
ISBN 978-82-12-03689-5 (pdf)

Design: Fete typer
Foto: Istockphoto