



# Energi21

Nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknologi



energi21



# Energi21

Nasjonal strategi for forskning, utvikling, demonstrasjon  
og kommersialisering av ny energiteknologi





# Innhold

1	Forord	4
2	Sammendrag og konklusjoner	6
3	Innledning	10
4	Energi21	14
5	Energi21 – oppnådde effekter	18
6	Norge som energinasjon i det 21 århundre	22
6.1	Globale klimautfordringer	23
6.2	Internasjonalt marked	23
6.3	Energi- og forskningspolitiske drivkrefter	23
6.4	Nasjonale føringer	25
6.5	Fremtidens energisystem – en internasjonal kunnskaps- og konkurransearena	25
7	Energi21 - strategisk analyse	28
7.1	Introduksjon	28
7.2	Gjennomgang teknologi- og temaområder	30
7.3	Helhetlig strategisk sammenstilling av teknologi- og temaområder	52
8	Energi21 - scenarier - energimarkedene mot 2030	56
9	Energi21 – prioriterte områder for styrket innsats	60
10	Implementering av strategiske anbefalinger	64
10.1	Koordinering og samarbeid	65
10.2	Helhetlig og harmonisert virkemiddelstruktur	67
10.3	Insentivstruktur for realisering av målsetninger	67
10.4	Finansiering	70
<b>VEDLEGG</b>		
VEDLEGG A	Energi21 – Mandat	71
VEDLEGG B	Innsatsgrupper med deltakere	72

# 1 Forord

Energi21 ble etablert av Olje- og energidepartementet i 2008 og har som formål å utarbeide og implementere en nasjonal strategi for forskning og utvikling innenfor energisektoren. Ved overleveringen av sin første strategi i februar 2008, la energibransjen ved Energi21 grunnlaget for den første samlede FoU-D-strategi innenfor energiområdet. Strategien har visjonen "Norge: Europas energi- og miljønasjon – fra nasjonal balanse til grønn leveranse". Strategien fra 2008 dannet grunnlaget for en sterk forsknings- og utviklingsinnsats og demonstrasjonsaktivitet (FoU-D) begrunnet i et behov for å realisere et betydelig verdiskapingspotensial og bevisstgjøring med store utfordringer knyttet til forsyningssikkerhet under et regime med tydelige klimamål, krav til miljøhensyn og effektiv ressursforvaltning.

Ved etableringen av Energi21 som et permanent organ, fikk styret i oppdrag å handlingsrette strategien ytterligere. Denne strategien stiller aktørene overfor konkrete valg, prioriteringer og nedprioriteringer. Dette strategiarbeidets verdi vil måles i om industri, forskningssektor og myndigheter anser den analytiske delen som så overbevisende at det får konkrete følger for veivalg og ressursallokering. Den tradisjonelle energisektoren i Norge preges av for lavt innovasjonstempo. De overordnede klimamålene nasjonalt og internasjonalt vil ikke kunne nås uten en vesentlig økning i ressursene til forskning og utvikling, også fra energiselskapenes side. Norge har komparative fortrinn på en rekke felt som er av stor viktighet for realiseringen av morgendagens energisystem i Europa. Det er nå dette tidsvinduet er åpent.

Fremtidens klimavennlige energisystem har vært en viktig drivkraft i utviklingen av de strategiske anbefalingene i denne reviderte strategien. Fremtidens klimavennlige energisystem stiller krav til effektiv og fleksibel integrasjon av ulike typer energibærere, en effektiv infrastruktur, og energinoder, der det både produseres og forbrukes energi. For å komme dit kreves innsats og fokus på forskning, utvikling og demonstrasjon av klimavennlige energiteknologier. Energi21 har vektlagt en helhetlig strategi som bygger opp under verdikjeden i energisystemet og som dekker hele innovasjonsskjeden fra forskning til marked.

Vårt mandat har vært begrenset til stasjonær produksjon og forbruk av energi, samt CO<sub>2</sub>-fangst. I lys av dagens – og ikke minst fremtidens – bruk av elektrisitet og biomasse i transportsystemer, har vi i perioder vurdert hensiktsmessigheten av dette skillet, men har falt ned på å holde oss til det mandatet vi er gitt. I fremtidige strategier bør denne oppdelingen vurderes på nytt. Utarbeidelsen av denne strategien har vært en industridrevet prosess med tverrfaglig samarbeid mellom industri, forsknings- og utdanningsmiljøer og myndigheter, og bygger på et omfattende arbeid og innsats. Over 140 ressurspersoner fra energinæringen har deltatt i utarbeidelsen av de strategiske grunnlagsdokumentene fra innsatsgruppene. I tillegg har flere aktører gitt innspill under høringsprosessen. Styret i Energi21 vil takke alle som har bidratt med ressurser og engasjement i utarbeidelsen av energinæringens andre nasjonale strategi for forskning-, utvikling og demonstrasjon av klimavennlig energiteknologi.

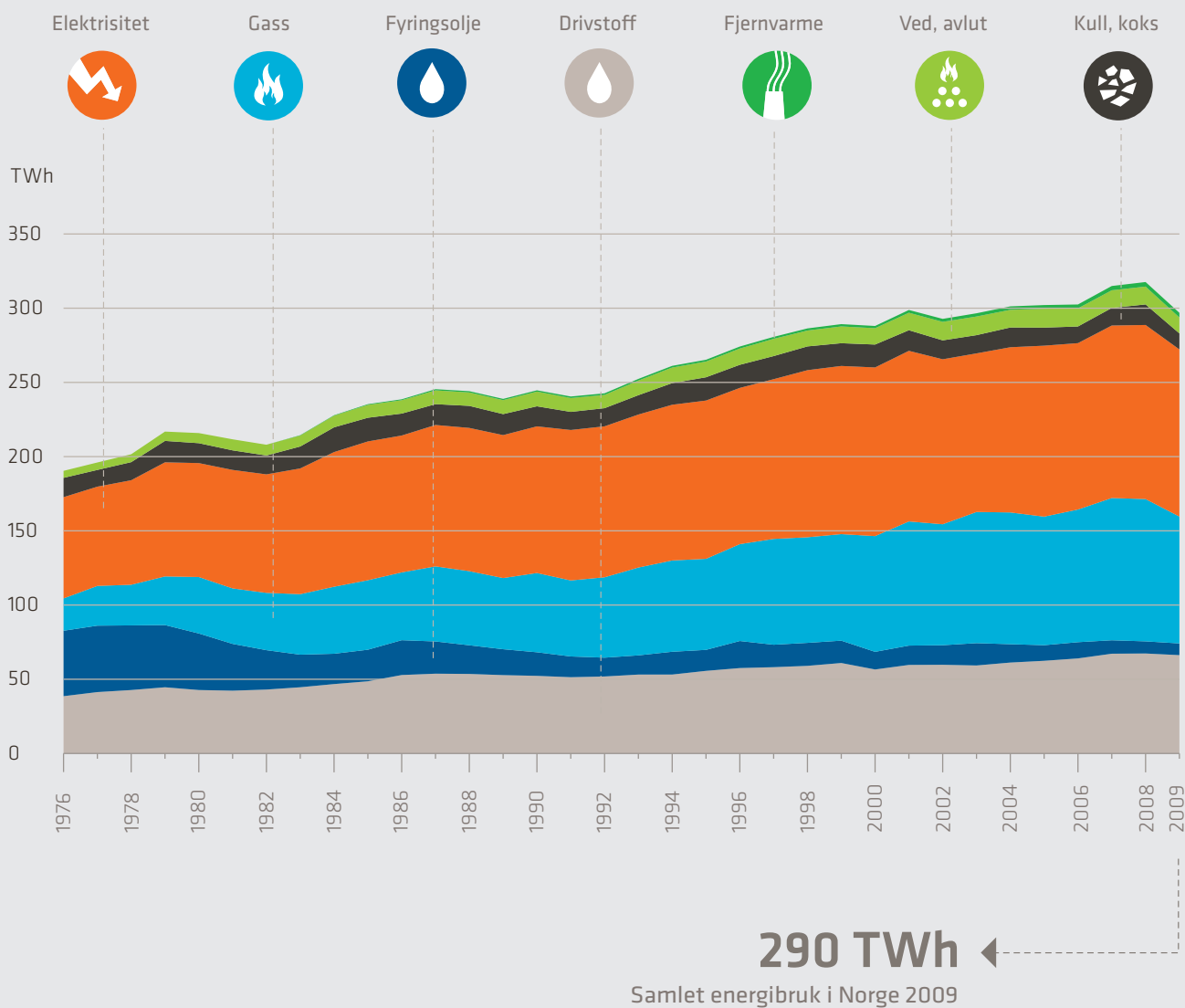
Styret i Energi21 er oppnevnt av Olje- og energidepartementet. Energi21 har eget sekretariat (administrasjon) som ledes av Lene Mostue. Styret har bred sammensetning der medlemmene er oppnevnt i kraft av sin kompetanse og erfaring, og er ikke ment å skulle representere sin virksomhet eller arbeidsgiver. Styret har følgende medlemmer: Sverre Gotaas (Statkraft, Kongsberg Gruppen), Petter Støa (Sintef Energi), Anne Strømmen Lycke (Statoil), Kjell Olav Skjølsvik (Enova), Audhild Kvam (Powel, Enova), Monica Havskjold (Xrgia), Anna Maria Aursund (Troms Kraftproduksjon), Morten Røsæg (Hydro), Gunn Oland (NVE), Mona Askmann (EnergiNorge, Energiakademiet), Arne Sveen (ABB), Bjørg Andresen (IFE), Arne Bredesen (NTNU), Fridtjof Unander (Norges Forskningsråd), Svein Eggen (Gassnova), Lars Kristian Vormedal (Statnett), Ann-Ingeborg Hjetland og Tore Grunne, Olje- og energidepartementet (observatører).

Energi21 er svært tilfreds med myndighetenes og virkemiddelapparatets oppfølging av forrige strategi. Den har allerede materialisert seg i gode forskningsprogrammer, en styrking av forskningsmiljøer og verdiskapende aktiviteter. Det er store forventninger til at foreliggende strategi skal gi fortsatt gode vekstvilkår innenfor energiområdet og tilgrensende næringer.

Sverre Gotaas,  
Styreleder

# Energibruk i Norge

1976 - 2009, fordelt på energibærere



Kilde: NVE Energistatus 2011

# Sammendrag og konklusjoner

# 2



Foto: Shutterstock.

Løsningen av globale- og europeiske energi- og klimautfordringer fordrer et høyt ambisjonsnivå for energiforskningen fremover. Skal utfordringene løses vil det skape betydelig vekst i markedene for ny teknologi.

Nasjonale- og internasjonale fremtidige energimarkeder genererer behov for internasjonalt samarbeid innen ressurstilgang, teknologiutvikling og kommersielle problemstillinger. Flerfaglig forskningssamarbeid på tvers av landegrensene vil være avgjørende.

Norge har ressurser, kompetanse og et velutviklet næringsliv på mange av de områdene som vil kreve økt innsats.

Energi21s oppgave (mandat) er på faglig grunnlag å prioritere mellom, og innenfor, satsingsområder og anbefale virkemidler. Denne prioriteringen tar utgangspunkt i hovedmålene i Energi 21s mandat, som omfatter økt verdiskaping, energiomlegging gjennom ny teknologi og utvikling av internasjonalt konkurransedyktig kompetanse. I arbeidet har styret lagt vekt på næringslivets og forskningsmiljøenes

ambisjoner og planer på de ulike områdene, og om norske miljøer besitter komparative fortrinn. I tillegg er områdene vurdert opp mot de mulige fremtidsscenariene strategien beskriver.

Blant de 14 tematiske områdene som Energi21s analyser har omfattet, har styret besluttet å prioritere 6 områder der satsingen bør styrkes.

[Energi21 anbefaler økt strategisk satsing innenfor følgende teknologi- og temaområder:](#)

#### Solceller- styrket næringsutvikling

Solindustrien har vokst kraftig de seneste 15 årene, og veksten vil fortsette. Norsk solindustri, med en fremvoksende leverandørindustri og norske forskningsmiljøer, ligger langt fremme, og det finnes et stort potensial for norske aktører i de deler av verdikjeden hvor de har komparative fortrinn.

#### Offshore vindkraft – næringsutvikling og ressursutnyttelse

Norge har komparative fortrinn når det gjelder det raskt økende markedet for offshore vindkraft. Norsk olje- og gassindustri og maritim virksomhet har gode forutsetninger for verdiskapende leveranser til dette markedet.

#### Økt ressursutnyttelse gjennom balansekraft

Norge har et betydelig potensial som produsent og leverandør av balansetjenester som vil kunne øke utnyttelsen av fornybar kraft i et integrert europeisk samarbeid. Dette krever forskning og utvikling over et bredt spekter, og innebærer store muligheter for økt verdiskaping samtidig som fornybarandelen i Europa kan økes.

#### Verdiskaping og verdisikring gjennom karbonfangst, - transport og lagring

Karbonfangst og lagring (CCS) er en nøkkelteknologi for å nå klimamålene. Norge har allerede lagt ned store utviklingsressurser på dette feltet, og ligger langt fremme i utviklingen mot kostnadseffektive løsninger. Gode løsninger vil også øke verdien av norske gassreserver i fremtiden.

#### Fleksible energisystemer – smartgrids

Samtlige strategiske områder som er beskrevet i denne strategien krever fleksible energisystemer som integrerer fornybar energi og er driftssikre i et langt mer komplekst system.

#### Energiutnyttelse – konvertering av lavtemperaturvarme til elektrisitet

Spillvarmeutnyttelse og konvertering av lavtemperatur varme til elektrisitet er et felt med mange uløste problemstillinger og med et stort uutnyttet potensial i Norge og internasjonalt. Samtidig er mer effektiv bruk av energi avgjørende for å møte klimautfordringen.

### Faglig og internasjonal integrering er nødvendig

Energi21s strategi vektlegger at verdiskaping på energiområdet må bygge på en internasjonal arbeidsdeling, og baseres på flerfaglige prosesser og tett samarbeid mellom sektorer. Disse momentene ligger til grunn for valg av prioriterte områder, men er også viktige for anbefalingene vedrørende virkemidler. Det er nødvendig med økt grad av koordinering mellom tilgrensende sektoransvarlige myndigheter og et tett samarbeid mellom industri og utdanningsinstitusjoner.

Forskningsinstitusjonene og næringslivet må i større grad finne sammen også i arbeidet med langsiktig forskning og utvikling.

### Bedre koordinering mellom aktørene

Erfaringene fra arbeidet med disse spørsmålene etter Klimaforliket viser at de økte midlene har utløst både høy forskningsaktivitet og nytenkning når det gjelder organisering og virkemidler, for eksempel Forskningsssentrene for miljøvennlig energi (FME). Denne strategien vektlegger behovet for et felles strategisk grunnlag for koordinering av formål og virkemidler. Blant annet foreslås et topplederforum for virkemiddelapparatet. På samme måte foreslås en felles møteplass for aktørene både i virkemiddelapparatet og i prosjektene.

### Støtte til test- og demonstrasjonsanlegg må styrkes

Virkemidlene må differensieres både i forhold til type teknologiutvikling og i forhold til plassering i innovasjonkjeden. Energi21s strategi anbefaler økt støtte til test- og demonstrasjonsanlegg innen offshore vindkraft, vannkraft/pumpekraft og transmisjons-/distribusjonsnett.

Støtte til test- og demoanlegg må omfatte både finansiering og regulatorisk tilrettelegging.

### Nytt forskningssenter for energisystem

Strategien beskriver de temaområdene og de virkemidlene Energi21 anbefaler. Anbefalingene omfatter også opprettelsen av et nytt FME på området fremtidens fleksible energisystem. Alle analyser legger til grunn at fremtidens energisystem vil bestå av parallelle infrastrukturer og vil kreve en langt større fleksibilitet enn tilfellet er i dagens system. En viktig problemstilling for et nytt FME vil være tilrettelegging for økt grad av balansetjenester basert på vannkraft.

### Energiomlegging, økt verdiskaping og bedre forsyningsikkerhet

Mange av strategiens anbefalinger vil kunne realiseres allerede i dag ved tilretteleggelse av markedsinsentiver. På noen felt er det allerede etablert støtteordninger som fungerer. I tillegg har dette strategiarbeidet identifisert og prioritert et antall områder hvor det anbefales fortsatt økt offentlig innsats. Behovet er omtrentlig anslått til en dobling av den offentlige innsatsen til forskning og utvikling og demonstrasjon på feltet fornybar energi.

### Innovasjon i bredden og spissing på strategisk prioriterte områder

Budsjettveksten til energiforskning etter Klimaforliket har virket sterkt mobiliserende. Det har vært en kraftig økning i antall søknader, og med gjennomgående høy kvalitet, til Forskningsrådets programmer innenfor hele bredden av de innsatsområder som ble indentifisert i Energi21s første strategi.

Det vil fortsatt være et behov for å legge til rette for støtte til innovative prosjekter i

hele denne bredden, i tillegg til å styrke den strategiske satsingen på de seks områdene som denne strategien har identifisert.

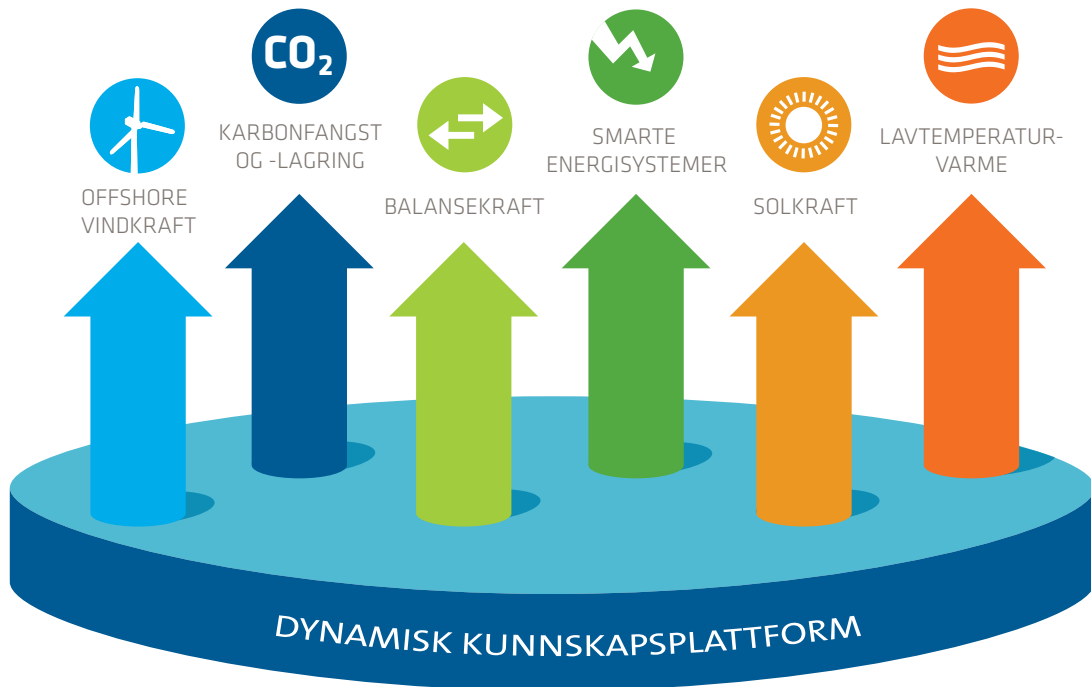
Totalt anslås det at det vil være behov for en dobling av den offentlige innsatsen til forskning og utvikling og demonstrasjon innen fornybar energi, energieffektive løsninger og CCS.

### Økt innovasjonstakt – nøkkelelement for å lykkes

Det er avgjørende at også de kommersielle aktørene i energisektoren ser at fremtidens energiløsninger krever forskning og utviklingsressurser på et helt annet nivå enn det som har vært vanlig i deler av energisektoren i Norge. Økt innovasjonstakt hos næringslivsaktørene og industrien er et nøkkelelement for å lykkes i de fremtidige energimarkedene.

Opptrappingen etter Klimaforliket har vært en suksess. Energinæringen har svart med en kraftig mobilisering og står sterkt rustet til å ta ledende roller på viktige områder – og med det sikre gode energiløsninger og fremtidig verdiskaping i et internasjonalt marked med formidabel vekst.

## Prioriterte satsingsområder fra Energi21



Figur 2.1: Prioriterte satsingsområder fra Energi21



# Innledning

# 3



Foto: Hurtigruten/Nina Bailey.



Dette dokumentet beskriver en helhetlig nasjonal strategi for forskning, utvikling og demonstrasjon av klimavennlig energiteknologi. Strategisk tilnærming og avgrensning bygger på mandat fra Olje- og Energidepartementet til styret i Energi21 datert 2008<sup>1</sup>.

Formålet med strategien er å beskrive nødvendig innsats for å oppnå:

- økt verdiskaping på grunnlag av nasjonale energiresurser og energiutnyttelse
- energiomlegging gjennom utvikling av ny teknologi og effektiv produksjon av miljøvennlig energi
- utvikling av internasjonal konkurransedyktig kompetanse og næringsliv for energisektoren.

Strategien er, i tråd med mandatet, avgrenset til produksjon og forbruk av energi. Det betyr at et viktig område som transport i henhold til mandatet ikke inngår i strategiens anbefalinger. Klare koblinger med direkte effekter for energisystemet er imidlertid vurdert og integrert.

Strategien bygger på en bredt forankret prosess, med tverrfaglig samarbeid mellom næringsliv, forsknings- og utdanningsmiljøer, myndigheter og andre relevante aktører. Åpenhet og transparente prosesser er vektlagt i utformingen av de strategiske anbefalingene.

Hovedfokus under strategiarbeidet har vært å revidere, konkretisere og operasjonalisere Energi21-strategien fra 2008 med utgangspunkt i følgende satsingsområder:

- **Fornybar kraft**
  - Vannkraft
  - Vindkraft
  - Solkraft
- **Fremtidens energisystem**
  - Transmisjonsnett
  - Distribusjonsnett
  - Rammer, politikk, marked
- **Energieffektivisering i industrien**
- **Fornybar termisk energi**
  - Bioenergi
  - Geotermisk energi
  - Distribuert varme og kjøling
- **Karbonfangst, -transport, og -lagring**
- **Rammer og samfunnsanalyser**

I de strategiske analysene er det tatt hensyn til at fremtidens energisystem er forventet å ville bestå av parallelle infra-strukturer basert på flere energibærere i tillegg til elektrisitet.

#### Definisjon fornybar energiresurs:

*Energiressurs som inngår i jordas naturlige kretsløp og dermed kontinuerlig "fornyes". Dette er kretsløp med svært kort omløpstid i forhold til tiden det tar å danne olje, kull og gass. I Norge er vannkraft den viktigste fornybare energiresursen.*

*Kilde: Enova*

Strategiske forutsetninger er justert i forhold til utvikling i energisektoren nasjonalt og internasjonalt. I tillegg er det vektlagt beskrivelser av strategisk viktige temaområder innenfor hver teknologi. Strategien beskriver forskningsområder og tiltak for realisering av mål. Teknologiene har blitt vurdert opp mot grad av modenhet og i hvilken grad de støtter Energi21s visjon og hovedmålsetninger slik de er presentert i mandatet fra Olje- og energidepartementet<sup>2</sup>.

Strategien presenterer handlinger for realisering av målsettingene.

Målene kan realiseres med ulike typer virkemidler og bidrag fra aktørene. Tiltakene differensieres i forhold til teknologiens og markedets grad av modenhet. Følgende begrep er benyttet for beskrivelse av nødvendig tiltak for realisering av ambisjoner og målsetninger:

<sup>1</sup> Mandat fra Olje og Energidepartementet til styret i Energi21 er vedlagt i vedlegg 1

<sup>2</sup> Energi21s hovedmålsettinger presenteres i mandat fra OED – juni 2008

Forskning (F)	<p>Med forskning menes aktivitet på spesifikke teknologi- og temaområder for å komplettere kunnskapsgrunnlaget innenfor teknologi- og temaområder med lav grad av modenhet og <u>stor</u> forskningshøyde. <i>Strategisk grunnforskning</i> som er eksperimentell eller teoretisk virksomhet som primært utføres for å skaffe til veie ny kunnskap for å styrke kunnskapsgrunnlaget på utpekte områder eller temaer.</p> <p><i>Anvendt forskning</i> er også virksomhet av original karakter som utføres for å skaffe til veie ny kunnskap primært rettet mot bestemte praktiske mål eller anvendelser.</p>
Utvikling (U)	<p>Med utvikling menes aktivitet innenfor spesifikke temaområder for komplettering av kunnskapsgrunnlaget innenfor teknologi- og temaområder med relativt <u>lav</u> forskningshøyde. Bruk av prototyper, komponenttesting og nedskalerte piloter faller innenfor utviklingsbegrepet.</p>
Test- og demonstrasjon (demo,D)	<p>Test- og demonstrasjonsanlegg er relevant for teknologi- og temaområder hvor det er behov for å verifisere og justere inn teknologiske produkter og løsninger i realistisk skala. Test- og demonstrasjonsanlegg kan både være isolert og integrert i et operativt anlegg.</p>
Markedsvirkemidler	<p>Benyttes der FoU-D-aktivitet ikke er den drivende faktoren for kommersialisering. Teknologi- og temaområdet er teknologisk modent og kan introduseres i i markedet.</p>

På lang sikt ligger den viktigste forutsetning for å realisere målsettingene gjennom utdanning av kunnskapsrike kandidater som drar ut i samfunn og næringsliv og anvender den til å løse problemer og utvikle nye løsninger.

#### Strategidokumentets oppbygning

Første del av strategidokumentet omfatter innledende kapitler med generell informasjon om Energi21s rolle og funksjon og en tydeliggjøring av mål og hensikt med strategien (kap 1-4). Realiserte anbefalinger fra den første Energi21-strategien beskrives i kap.5. Deretter følger en gjennomgang av det internasjonale- og nasjonale strategiske landskapet med fokus på drivkrefter

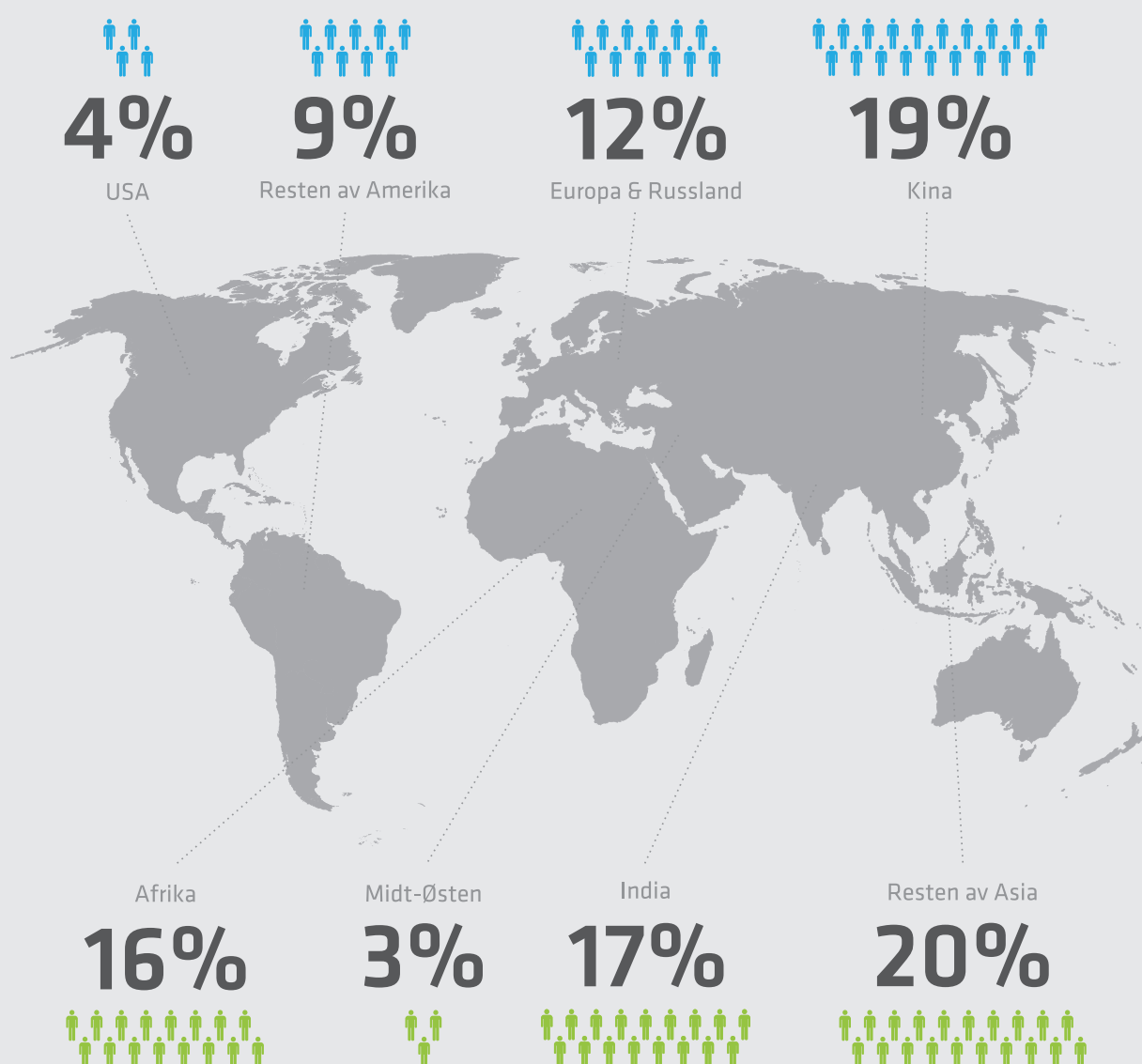
og samarbeidsarenaer av betydning for Energi21 (kap. 6). Dette danner grunnlag og føringer for strategiske analyser og anbefalinger i tillegg til Energi21s visjon og tilhørende målsetninger i kapittel 7.

I tillegg presenterer kapittel 7 en sammenstilling av de ulike teknologiområdene i et helhetlig energiperspektiv, og i forhold til hovedmålsettinger for Energi21. Fremtidens energimarkeder preges av usikkerhet og mange mulighetsrom. Basert på dette har styret utarbeidet et sett scenarier for fremtidige energimarkeder (2030+) som styrets anbefalinger vurderes opp mot.

Kapittel 8 beskriver Energi21-scenariene, og gir et utgangspunkt for forståelse av fremtidige verdiskapingsmuligheter og tilhørende nødvendig innsats. Basert på den strategiske analysen presenterer Energi21 seks prioriterte områder i kapittel 9. Strategiens siste kapittel (kap.10) presenterer anbefalinger knyttet til implementering av de strategiske satsingsforslagene.

# Verdens befolkning i 2020

(Angitt i % av global andel)



# 4

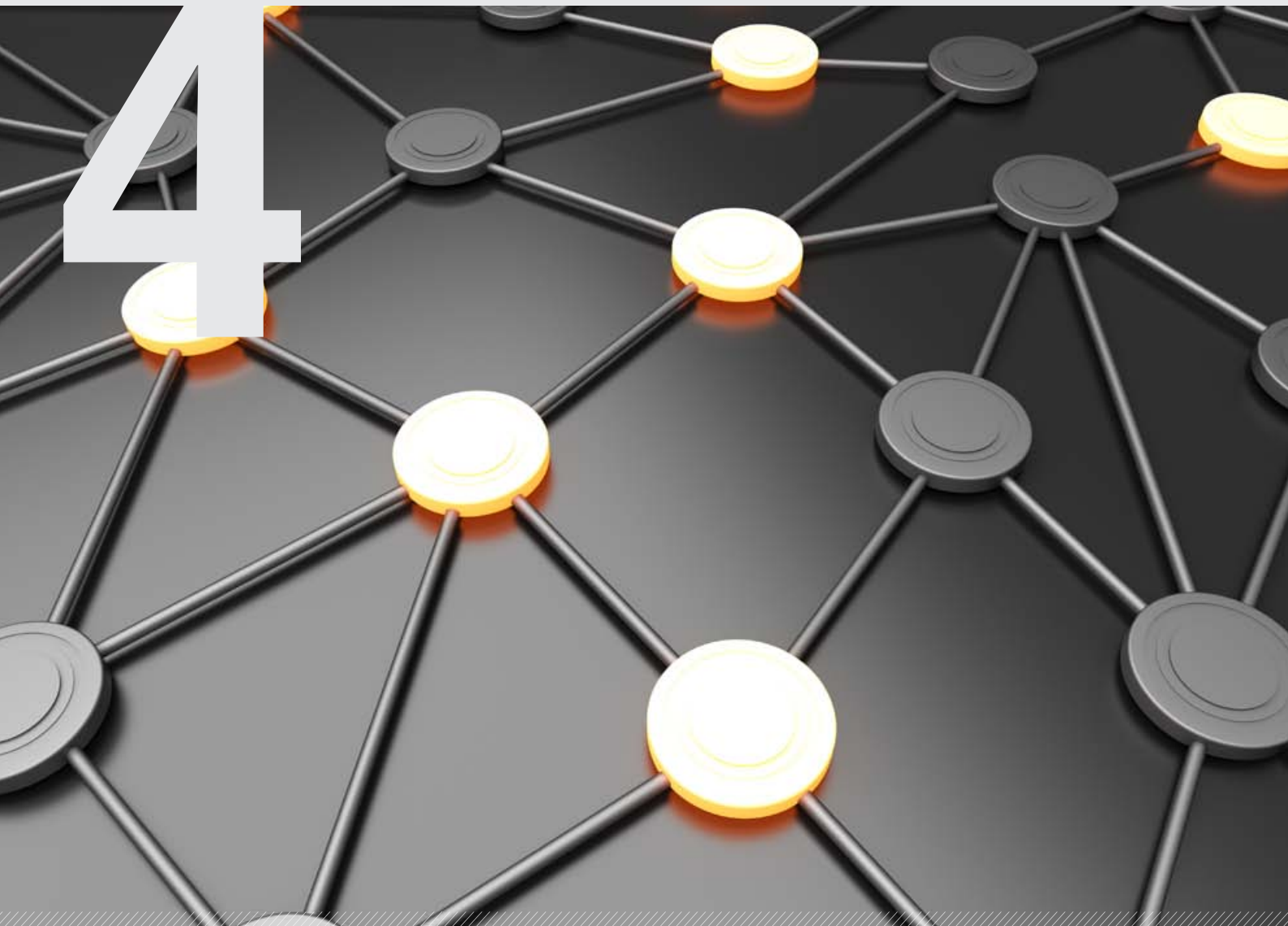
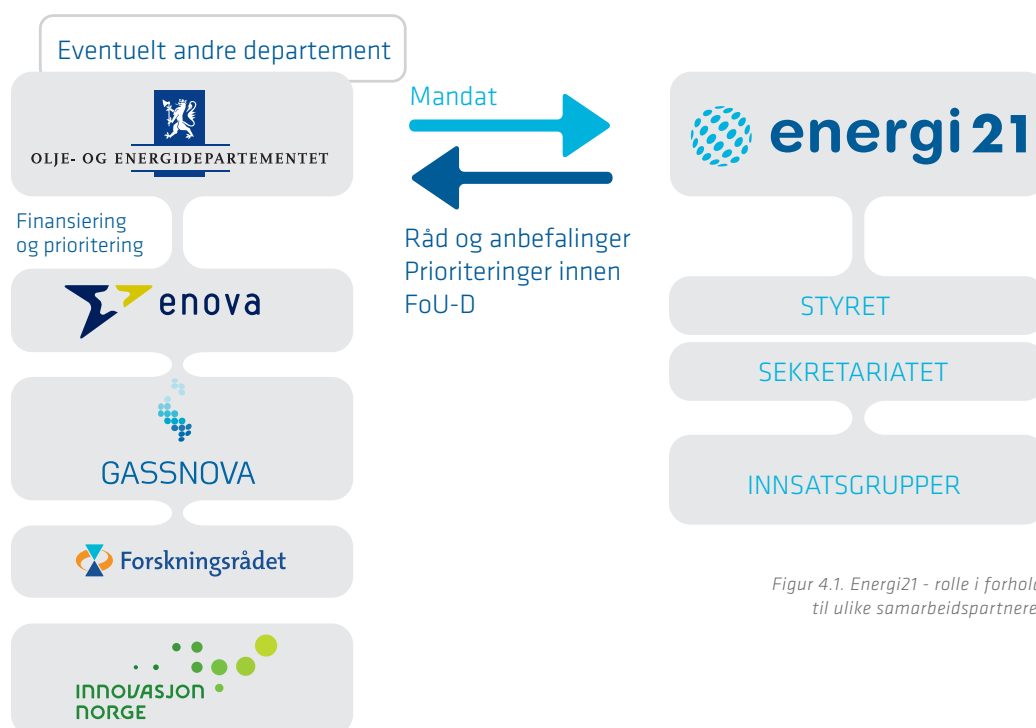


Foto: Shutterstock.

Energi21 vektlegger helhetlig tenkning rundt satsing på klimavennlig energiteknologi gjennom strategisk flerfaglig samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og forsknings- og utdanningsmiljøer.



Figur 4.1. Energi21 - rolle i forhold til ulike samarbeidspartnere.

Formålet med organiseringen av Energi21 er å bidra til økt bærekraftig verdiskaping og forsyningssikkerhet, gjennom et samordnet og økt engasjement i energinæringen. Energi21 har et eget styre oppnevnt av Olje- og energidepartementet, og et eget sekretariat.

Det strategiske operasjonelle arbeidet knyttet til strategidokumentet har blitt utført av innsatsgrupper innenfor hver av Energi21s områder med tilhørende faglige fokusområder (undergrupper):

- **Fornybar kraft**
  - Vann, vind og sol
- **Energisystemer**
  - Transmisjon, distribusjon og rammer, politikk og marked
- **Energieffektivisering i industrien**
- **Fornybar termisk energi**
  - Geotermisk energi, bioenergi, distribuerte varme- og kjøleløsninger
- **Karbonfangst-, transport og lagring (CCS)**
- **Rammer og samfunnsanalyser**

Innsatsgruppene har vært industridrevet, med flerfaglig samarbeid mellom næringslivet og forsknings- og utdanningsmiljøene. Vedlegg 2 gir en detaljert beskrivelse av representanter i de ulike innsatsgruppene med tilhørende undergrupper.

Figur 4.2. på neste side viser organiseringen av strategiarbeidet til Energi21.



STYRET

STRUKTUR

INNSATSGRUPPER

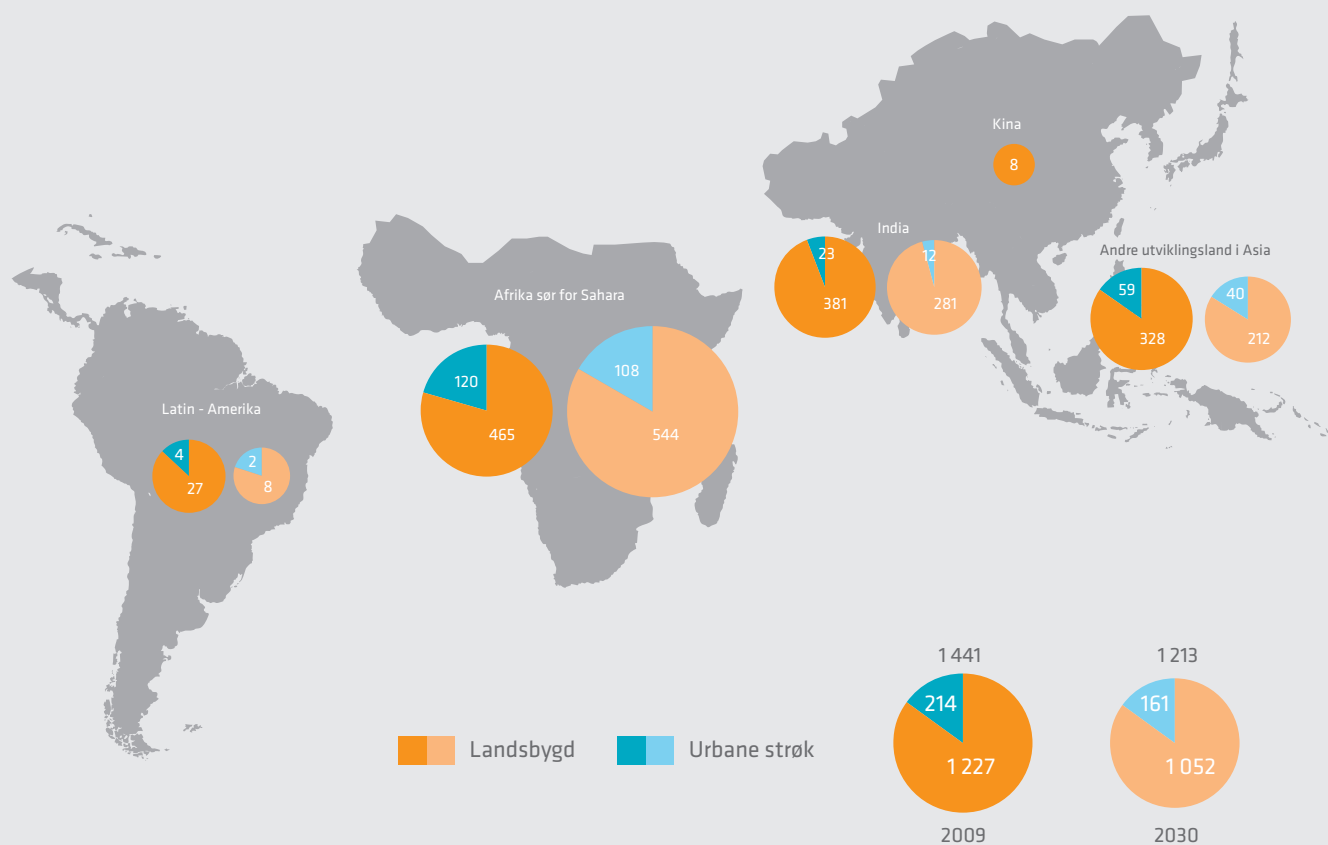
Administrasjon  
Lene Mostue



Figur 4.2. Organiseringen av strategiarbeidet i Energi21.

# Andel av verdens befolkning uten tilgang til elektrisitet

Tall angitt i millioner



# Energi21 - oppnådde effekter

5



Foto> Shutterstock.



Energi21 er svært tilfreds med myndighetenes, næringslivets og virkemiddelapparatets oppfølging av anbefalinger gitt i forrige Energi21-strategi (2008). Anbefalinger knyttet til forskningsfinansiering og -organisering har blitt fulgt opp og materialisert de siste årene, og representerer nå et godt fundament for videre satsing innen energiområdet.

Energi21-strategien fra 2008 ble utviklet i en periode preget av sterkt klimafokus og stor dynamikk innen energifeltet. Siden overleveringen av forrige strategidokument har energiområdet fått en sterkere posisjon i klimapolitikken, og rammebetingelsene har endret seg.

#### Energi21 – strategisk premissgiver for Klimaforliket

Strategidokumentet med sine godt forankrede anbefalinger ble en viktig premissgiver i forhandlingene om Klimaforliket<sup>1</sup> i 2008. Det faktum at et strategidokument med tydelige begrunnede forslag eksisterte, ga Stortinget et faglig fundert grunnlag og en gjennomtenkt plan for opptrapping. Det utgjorde dermed et godt utgangspunkt for et ambisiøst og omfattende Klimaforlik.

#### Anbefalinger fra 2008 – hva har skjedd?

Energi21-strategiens hovedanbefalinger fra 2008 var:

- Sterk økning i offentlig forskningsfinansiering
- Etablere sentre for forskning innen klimavennlig energiteknologi og samfunnsvitenskap. "Spyspisser innen forskning" med internasjonal og industriell orientering.
- Etablere Energi21 som en permanent aktivitet med eget styre og sekretariat

Klimaforliket ble en katalysator for realisering av de strategiske anbefalingene fra 2008. Det ble en sterk opptrapping av ressurser til forskning og utvikling.

<sup>1</sup> Klimaforliket: Under behandlingen av Klimameldingen (Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) Norsk klimapolitikk inngikk de fleste partiene på Stortinget et politisk kompromiss i 2008 – Klimaforliket.



Myndighetenes oppfølging gir et godt fundament for videre satsing innen energiområdet. Foto: Stortinget©.

Porteføljeanalyser hos Forskningsrådet viser at forskningsbevilgningene fra myndighetene til energiområdet har mer enn doblet seg i perioden 2007-2010.

En stor del av de økte midlene til energiforskning er kanalisert til programmene RENERGI og CLIMIT. I tillegg har også en rekke andre programmer fått vekst. Dette er programmer som kompletterer energiforskningen i RENERGI med blant annet materialforskning for energiformål. Dette er vist i Figur 5.2 (side 21).

I tillegg til den økonomiske opptrappingen av programsatsingen, ble også anbefalingen om etableringen av sentre innenfor miljøvennlig energiteknologi og samfunnsvitenskapelig forskning realisert. Den 9. februar 2009 ble 8 forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) etablert, og den 15. februar

2011 ble tre nye sentre innen samfunnsvitenskapelig energiforskning tilført senterporteføljen. Drivkraften bak senteretableringen er systematisk og konsentrert kompetanseoppbygging, helhetlig energiforskning og forsterket langsiktig samarbeid mellom forskningsmiljøer, utdanningsmiljøer og næringsliv.

Sentrene er sikret finansiering i 8 år fra myndighetene og næringslivet, og gir forutsigbare rammer for resultatproduksjon.

Det er nå våren 2011 tatt initiativ for å utvikle et tverrfaglig nasjonalt utdanningstilbud innen fornybar energi. Der skal man utnytte forskerutdanningen som nå er i gang gjennom stipendiatene i de 11 FME-ene til å lage en nasjonal forskerskole på fornybar energi.

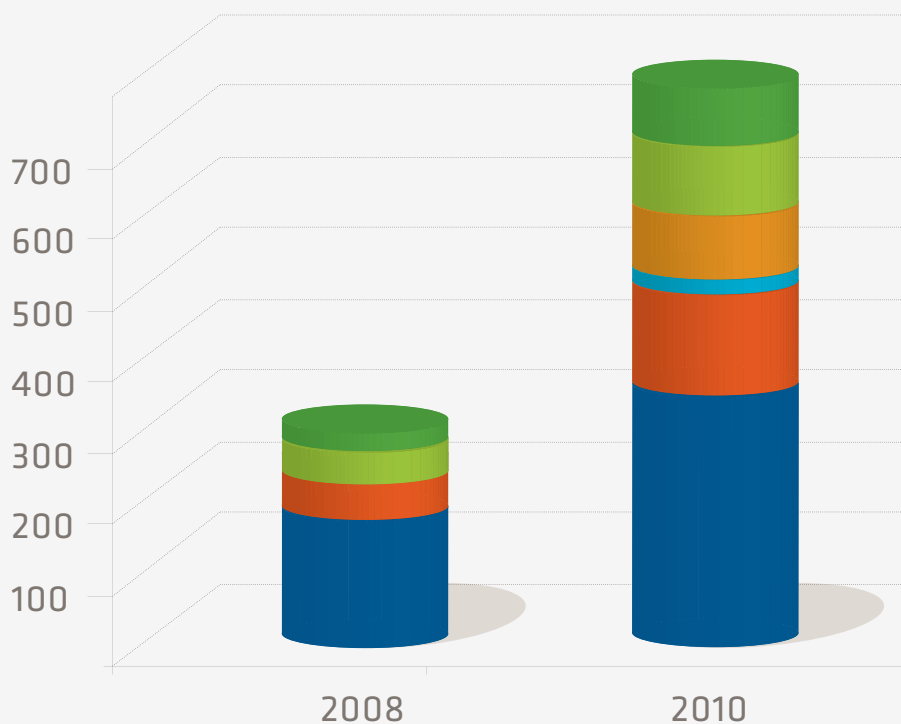
Samlet ga Klimaforliket en økning på 600 millioner kroner til energiforskning i perioden 2008 - 2010. Økningen fordelte seg slik Figur 5.1. viser.

Den solide opptrappingen av innsatsen på forskning og utvikling innen

energiområdet, både finansielt og organisatorisk, har allerede gitt gode resultater. Dette er et godt fundament for videre arbeid, og danner grunnlaget for den handlingsretting og prioritering av innsats som dette strategidokumentet representerer.

I tillegg til økt forskningsinnsats organisatorisk og finansielt, ble Energi21 etablert som en permanent aktivitet med eget styre i 2008 og sekretariat i 2009<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Organiseringsen av Energi21 er beskrevet i kapittel 4.



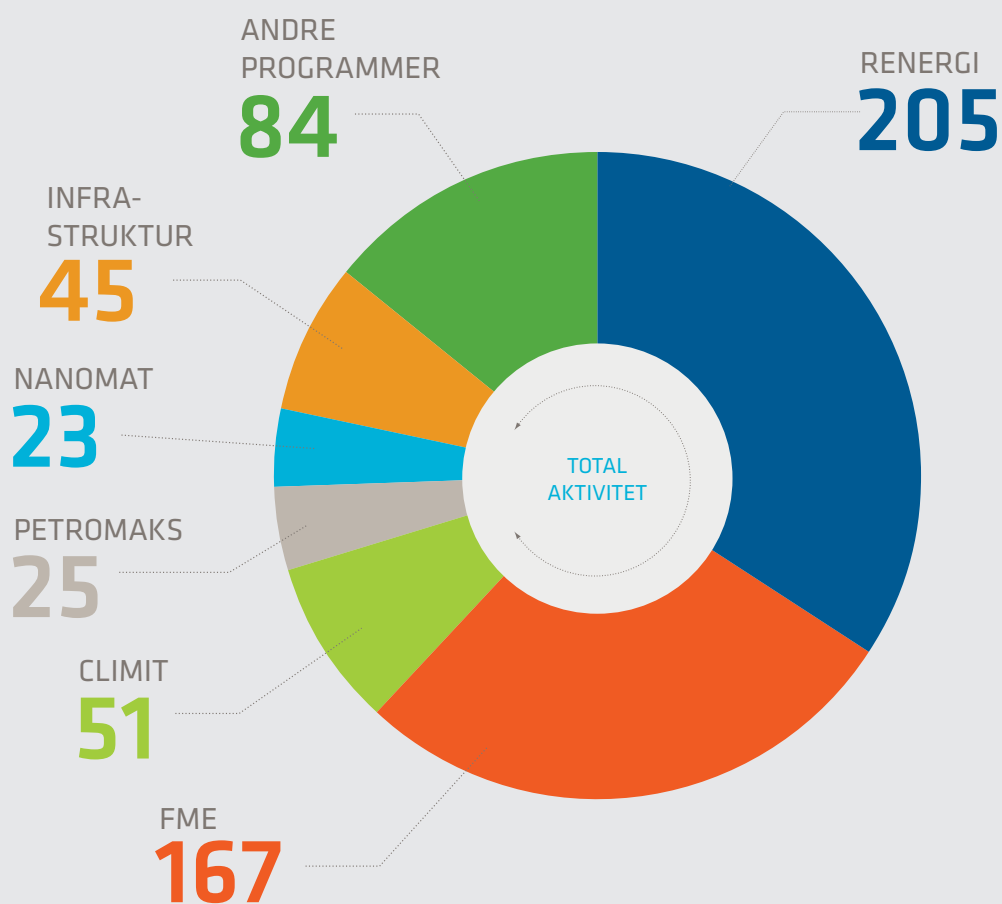
Alle tall i millioner.

- Andre programmer
- CLIMIT
- Infrastuktur
- NANOMAT
- FME
- RENERGI

Figur 5.1 Figuren viser veksten i finansieringen av energirelatert FoU fra Forskningsrådet fra 2008 - 2010

# Fordeling av midlene fra klimaforliket

- totalt 600 mill. kroner i 2009 og 2010



Figur 5.2 Fordeling av midlene fra klimaforliket  
- totalt 600 mill. kroner i 2009 og 2010.

Alle tall i millioner.

- Andre programmer
- CLIMIT
- Infrastruktur
- NANOMAT
- FME
- RENERGI

# Norge som energinasjon i det 21 århundre

# 6



Foto: NorWind.

Løsning av globale og europeiske energi- og klimautfordringer fordrer et høyt ambisjonsnivå for energiforskningen fremover. Skal utfordringene løses, vil det skape betydelig vekst i markedene for ny teknologi. Økt innovasjonstakt blir dermed et nøkkelement for å lykkes. Dette genererer behov for internasjonalt samarbeid innen ressurstilgang, teknologiutvikling og kommersielle problemstillinger, der flerfaglig forskningssamarbeid på tvers av landegrensene vil være avgjørende. Norge har ressurser, kompetanse og et velutviklet næringsliv på mange av de områdene som vil kreve økt innsats.

### 6.1 Globale klimautfordringer

Klimautfordringen er en av de største utfordringene verdenssamfunnet står overfor. Langsiktig og målrettet global og nasjonal satsing på klimavennlige energiteknologier er avgjørende dersom man skal nå to-graders målet til FNs klimapanel<sup>1</sup> som vil kreve en reduksjon på minst 85 % i verdens klimagassutslipp innen 2050. Ambisiøse målsetninger internasjonalt med nullutslippssamfunn og mål om kraftige reduksjoner av klimagassutslipp innen 2050 er etablert, og nøkkelen til et nullutslippssamfunn er innovative løsninger basert på internasjonalt og flerfaglig samarbeid.

#### Klimavennlig energi og teknologi - forutsetning for fremtidig velferdsutvikling

Vi er helt avhengige av energi for å dekke grunnleggende menneskelige behov som mat, klær, hus, transport, helse, rekreasjon mm, kort sagt alt som skal til for å leve et godt liv. Energiområdet spiller derfor en vesentlig rolle i velferdsutviklingen, og representerer en hovednerve i samfunnets infrastruktur. Sikker og stabil tilgang til elektrisitet er for mange utviklingsland veien ut av fattigdom og grunnlag for næringsutvikling og verdiskaping.

I følge Det internasjonale energibyrået (IEA)<sup>2</sup> relaterer 68 % av verdens samlede CO<sub>2</sub>-utslipp seg til industri, stasjonær energiproduksjon og forbruk, der produksjon av elektrisitet og varme alene står for 41 %. Fossile energikilder utgjør motoren i verdens velferdssamfunn, og vil ha en sentral rolle i energikjeden fortsatt mange i år fremover. En viktig utfordring er

derfor konvertering til et effektivt globalt energisystem basert på klimavennlige ressurser og teknologier som bidrar til reduserte utslipp fra fossile energikilder.

#### Teknologimix – en nøkkel i fremtidens energisystem

Analysen IEA har utført viser at et bredt spekter av energiteknologier er nødvendig for å nå klimamålsetningene<sup>3</sup>, herunder energieffektivisering. Alle steiner må snus, og det vil kreve at det satses på teknologiutvikling på bred front. Konverteringen til nullutslippssamfunnet vil kreve store investeringer i en effektiv kombinasjon av eksisterende og ny teknologi. De økte investeringskostnadene for å nå et to-graders mål beløper seg til 1100 mrd. dollar i gjennomsnitt hvert år frem mot 2050. Dette representerer samtidig store markedsmuligheter for teknologileverandører. IEA peker på at teknologioverføring til utviklingsland og ambisiøse energipolitiske virkemidler vil være avgjørende for å gjennomføre denne "energirevolusjonen".

### 6.2 Internasjonalt marked

Klimavennlig teknologi er nå et av verdens raskest voksende teknologimarkeder, til tross for at deler av markedet i dag i stor grad er nytt og umodent. Verdensmarkedet forventes en høy vekst fremover. Anslagene varierer fra teknologi til teknologi, der sol og vind har hatt svært stor vekst de siste årene. Ulike aktører gir ulike anslag på hvor mye veksten i markedet for klimavennlig energiteknologi vil vokse i årene som kommer. Felles for dem alle er at de indikerer en høy vekst. Mange ser

forretningmuligheter innenfor denne nye industrien, og stadig flere land posisjonerer seg i forhold til dette markedet.

Mange land velger ut noen avgrensede miljøteknologiområder som det satses særskilt på, og innretter virkemidlene på en slik måte at en får til effekt langs hele innovasjonskjeden innenfor disse satsningsområdene. Et eksempel er Tyskland innen vindkraftområdet.

I mange land settes det nå svært ambisiøse mål for utbygging av fornybar energi, og for effektivisering og implementering av ulike former for klimavennlig teknologi. Utviklingen innenfor disse markedene går raskt og det er viktig å etablere en posisjon som aktør.

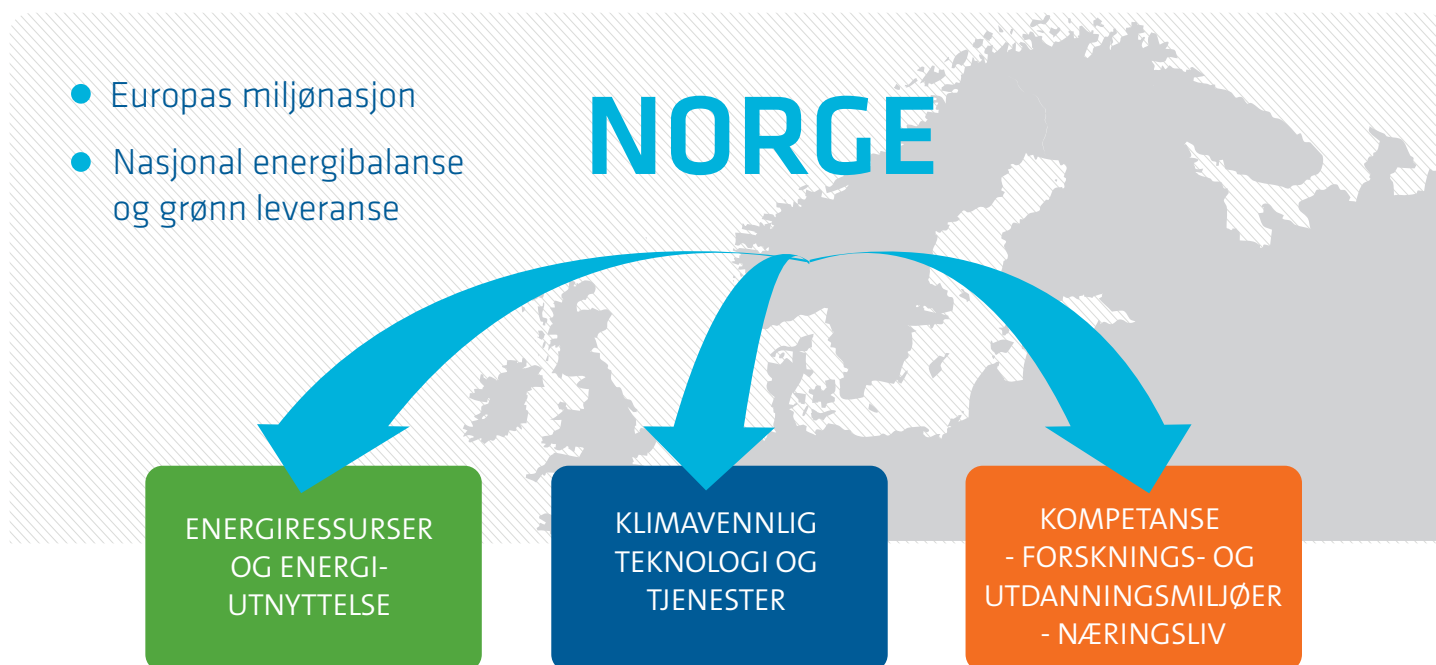
Norsk næringsliv kan ha fortrinn i disse vekstmarkedene i kraft av sitt ressursgrunnlag, sin teknologiske kompetanse og erfaring. Kompetanse fra petroleumsindustri, maritim virksomhet, prosessindustri, materialteknologi samt kraftmarked er viktige områder. Dette danner et godt fundament for å utvikle en lønnsom norsk næring i et klimavennlig energiteknologimarked i sterk vekst. Innenfor teknologiprodukter og tjenester er en stor andel rettet mot eksportmarkedet i Europa. Spesielt innenfor solindustri, vannkraft og offshore vindkraft har Norge markert seg som anerkjente teknologi- og tjenesteleverandører. Norge har gode komparative fortrinn innen utvalgte teknologiområder; det er viktig at disse utnyttes på en effektiv og lønnsom måte for å sikre fremtidig verdiskaping og god ressursutnyttelse.

1 FNs Klimapanel / IPCC :Intergovernmental Panel on Climate Change.

2 IEA - CO<sub>2</sub>-emissions from fuel combustion 2010.

3 IEA - Energy Technology Perspectives 2010





Visjon: Europas energi- og miljønasjon: Nasjonal energibalanse og grønn leveranse

### 6.3 Energi- og forskningspolitiske drivkrefter

Internasjonal energi- og forskningspolitikk viser en stadig klarere innretning i forhold til fremtidens energi- og klimautfordringer. Målsetningene strekker seg mot å bli mindre avhengig av fossile energikilder og substituere disse med effektive klimavennlige alternativer.

Energipolitikken legger sterke føringer for energiforskningen. Forsyningssikkerhet, nye arbeidslasser og klimavennlig energiteknologi fremstår som to klare drivkrefter på den internasjonale energipolitiske agendaen, og gir premisene for retning og innsats.

#### EU's energi- og miljøprogram 20/20/20

EU-kommisjonen vedtok i desember 2008 Fornybardirektivet (Directive 2009/28/EC), som ett av flere tiltak for å redusere klimagassutslippene. Fornybardirektivet beskriver klare målsetninger i forhold til utslippsreduksjon, fornybarsatsing og energieffektivitet. Innen 2020 skal EU redusere CO<sub>2</sub>-utslippene med 20 %,

kutte 20 % av energiforbruket og øke andelen fornybart energiforbruk fra 8,5 % til 20 % (av sluttforbruket).

Direktivet er EØS-relevant, og legger føringer for Norges energipolitikk. Implementering av direktivet vil måtte medføre en økning i fornybarandelen i Norge. Det må for Norges del i hovedsak gjøres i transportsektoren og varmesektoren, da el-produksjonen i realiteten allerede er nær 100 % fornybar i Norge.

Det har vist seg at nødvendig energiomlegging til et bærekraftig system går for langsomt i forhold til de vedtatte 20/20/20 målene og langtidsmålet om 85 -90 % reduksjon i utslipp i 2050. Med bakgrunn i dette har Kommisjonen utarbeidet en ny europeisk energistrategi mot 2020<sup>4</sup> og et veikart for implementering av tiltak<sup>5</sup>. Hovedfokuset er bærekraftig utvikling

<sup>4</sup> Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy [10.11.2010]

<sup>5</sup> EUs roadmap 2050 – mars 2011

av en felleseuropeisk intern og ekstern energipolitikk. Strategien bygger på fem prioriterte målsetninger:

- Et energieffektivt Europa
- Et pan-europeisk velfungerende energimarked
- Styrke forsyningssikkerhet og kunders rettigheter
- Utvide EUs lederskap når det gjelder energiteknologi og innovasjon
- Styrke den eksterne dimensjonen i EUs energimarked

#### EUs tredje Energimarkedspakke

EUs vedtak av den 3. Energimarkedspakken i 2009 innebærer strukturelle endringer i energimarkedet i EU, der hovedintensjonen er å sikre et mer velfungerende marked gjennom strengere organisatoriske skiller mellom de ulike energiaktørene (produksjon, omsetning, ulike infrastrukturer). En sentral del av dette er utvikling av en felles nettutviklingsplan for Europa, der hensikten er å sikre mer rasjonell bruk av ressursene og sikre et effektivt marked, markedsadgang og bedre tilgang for ny klimavennlig energiproduksjon.

Norge er involvert i dette arbeidet.

### NER300

EU har delt ut rundt 1 milliard euro til seks demonstrasjonsprosjekter i forbindelse med krisepakken etter finanskrisen. EU skal også bruke inntekter fra kvotesystemet til å finansiere demonstrasjonsanlegg. I den såkalte NER300-prosessen vil inntekten av 300 millioner CO<sub>2</sub>-kvoter bli brukt for å delfinansiere demonstrasjonsprosjekter for CO<sub>2</sub>-håndtering, samt fornybare innovative prosjekter. Kravet for å motta støtte fra NER300-prosessen er at anlegget skal være operativt innen 31. desember 2015.

### Utvikling av ny energiindustri og nye arbeidsplasser

EU bruker klimamålene som en drivkraft for å fremme næringsutvikling og nye arbeidsplasser innenfor energiområdet. Det gjennomføres en bevisst kobling mellom energi- og næringspolitikk for å stimulere etablering av en europeisk energiindustri, både for å betjene eget marked, men også for å konkurrere på det internasjonale markedet. Ved å bruke sterke insentiver og virkemidler for å stimulere investeringer i ny fornybar produksjon og ny energiteknologi for å nå 20/20/20-målene, oppnås det samtidig gode rammebetingelser for etablering og styring av europeisk energiindustri.

### EUs 7. rammeprogram for forskning (2007-2013)

EUs 7. rammeprogram for forskning (2007-2013) er sentralt, og gir støtte til FoU- og demonstrasjonsprosjekter spesielt rettet mot klimavennlige energikilder, energieffektivisering, elektrisitetsnett samt karbonfangst, transport og lagring (CCS). EUs rammeprogram er et viktig supplement til våre nasjonale forskningsprogrammer. De er ofte konkrete i sine utlysninger der europeisk industri og forskningsmiljøer i stor grad er med og påvirker innholdet, som ofte er spesifisert og tilpasset de problemstillinger disse jobber med. Arbeid er nå igangsatt for å definere innretningen av EUs 8. rammeprogram.

### Strategic Energy Technology Plan (SET- planen )

Strategic Energy Technology Plan<sup>6</sup> legger sterke føringer for utvikling og implementering av klimavennlige energiteknologier i Europa. SET-planen er å betrakte som teknologipilaren i EUs energi- og klimapolitikk. Planen skal gi et rammeverk for akselerering av FoU- og demonstrasjonsinnsats rettet mot teknologier som kan bidra til å møte 20/20/20-målene. I et 2050-perspektiv skal planen bidra til å ytterligere redusere kostnader for teknologier som kan møte EUs visjon om 85-90% utslippsreduksjon. Det er et mål at planen skal løfte den europeiske energiindustrien. Gjennom implementeringen av planen legges det opp til et høyt ambisjonsnivå for europeisk forskningssamarbeid og fellesfinansieringer av prosjekter.

### Norsk-svensk el-sertifikatordning

Regjeringen har fremmet forslag til lov (15.4.11) om innføring av et felles el-sertifikatmarked med Sverige fra 2012. Dette er et markedsbasert virkemiddel, som har til hensikt å stimulere til økte investeringer i fornybar kraftproduksjon. Det forventes at el-sertifikatmarkedet vil utløse totalt 26 TWh ny klimavennlig energiproduksjon i det norsk-svenske markedet.

### 6.4 Nasjonale føringer

#### Klimaforliket

Klimaforliket bidro til:

- anerkjennelse av klimautfordringene
- enighet om en nasjonal innsats for å redusere utslippene av klimagasser
- kanalisering av ressurser til å nå utslippsreduksjoner, herunder midler for FoU og demonstrasjoner
- tallfestede utslippsmål

Klimaforliket var også det politiske grunnlaget for etableringen av ordningen

<sup>6</sup> EU SET Plan: Strategic Energy Technology Plan. Samlet plan for å for utvikling av energiteknologi i EU.

med fornybare el-sertifikater<sup>7</sup>. Klimaforliket gir helt sentrale premisser for Energi21s anbefalinger.

### Forslagene i Klimakur – 2020

Klimakur tar utgangspunkt i Klimaforliket. Målet er at utslippene i Norge skal reduseres med 15 - 17 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2020, i forhold til referansebanen slik den er presentert i nasjonalbudsjettet for 2007, når skog er inkludert. Skogtiltakene anslås å gi et nettoopptak på 3 millioner tonn CO<sub>2</sub>. De innenlandske utslippene skal dermed reduseres med 12 - 14 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, slik at de ikke overstiger 45 - 47 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020 og være klimanøytrale i 2050. I tillegg er det beregnet et betydelig potensial knyttet til energi i bygninger, der det påpekes at reguleringer, økonomiske virkemidler og kompetanseheving er de mulige virkemidlene. Klimakur peker også på CCS – karbonfangst og -lagring, som et bidrag til utslippsreduksjoner primært gjennom CO<sub>2</sub>-fangst fra store punktutslipp i industrien.

Regjeringen arbeider nå med innretningen av de fremtidige klimapolitiske virkemidlene i forbindelse med fremleggningen av en ny klimamelding høsten 2011, der det er forventet at de ulike forslagene fra Klimakur 2020 vil bli behandlet.

### Energimelding i 2012

Regjeringen vil etter planen presentere en energimelding i 2012. Energimeldingen vil omfatte en langsiktig energi- og kraftbalanse for Norge fram til 2030 og 2050, i tillegg sentrale faktorer som påvirker denne. Energimeldingen vil legge sterke føringer for energi- og energiforskningspolitikken i Norge.

### Forskningsmeldingen "Klima for forskning"

I St. meld. nr. 30 (2008–2009) Klima for forskning, peker regjeringen ut kursen for norsk forskningspolitikk i årene framover.

<sup>7</sup> Et felles norsk-svensk el-sertifikatmarked som skal gi 26,4 TWh fornybar kraft fra 2012 til 2020, fordelt på 13,2 TWh i hvert land. Oppstart første januar 2012.

Regjeringen fremhever klimaendringene som den viktigste utfordringen i samfunnet, og dermed også et sentralt målområde for forskningen.

Forskningspolitikken skal styres ut fra forskningspolitiske mål. Målene handler om hvordan forskningen skal bidra til å møte globale utfordringer som energitilgang, klima, miljø og utvikling, hvordan videreutvikle det norske velferdssamfunnet, blant annet gjennom forskning på velferdsstatens yrker, og om å legge grunnlaget for morgendagens verdiskaping. Energi trekkes frem som et av de strategiske områdene for næringsrelevant forskning.

I tillegg settes gjennomgripende målsetninger relatert til hvordan vi skal skape kvalitet, markere oss internasjonalt, bruke resultater og ressurser mer effektivt og å skape et velfungerende forskningssystem.

### OG21 og Maritim21

Olje- og gass industrien og maritim sektor har tilsvarende strategisk organisering som Energi21 gjennom OG21 og Maritim21<sup>8</sup>. Disse strategiske plattformene legger føringer for verdifulle samarbeidsarenaer for ulike fagområder i porteføljen til Energi21. Det er klare synergieffekter å hente mellom områder rent prosessuelt, men også gjennom felles utvikling av strategiske områder med sammenfallende grenseflater. De ulike strategiske plattformene spiller på forskjellige industrier og næringslivsaktører.

Et samarbeid er lønnsomt for alle parter, og bidrar til mer robuste strategiske anbefalinger og handlingsrettede løsninger.

### Klima 21

Klima21<sup>9</sup> er en oppfølging av Klimaforliket, og skal legge til rette for at klimapolitikk,

forvaltning og handling bygger på forskningsbasert kunnskap. Klima21 skal i henhold til sitt mandat dekke forskningsområdene klimautvikling og klimaendringer med påfølgende konsekvenser og tilpasning, i tillegg til klimapolitikk og tiltak for utslippsreduksjoner.

Klima21 har med basis i dette mandatet utarbeidet en rapport som peker på sentrale områder med relevans for Energi21. I tillegg til de nevnte strategiske organene er det også tilsvarende organer under oppstart innenfor sektorene havbruk og bygg, henholdsvis Hav21 og Bygg21. Begge disse vil ventelig behandle enkeltområder som grenser mot Energi21.

### 6.5 Fremtidens energisystem – en internasjonal kunnskaps- og konkurransearena

Fremtidens klimavennlige energisystem krever innovative løsninger utviklet gjennom flerfaglig nasjonalt og internasjonalt samarbeid. Målrettet innsats innen forsknings- og innovasjonsaktiviteter, både fra myndighetenes og næringslivets side, er en vesentlig suksessfaktor.

Deltakelse i internasjonale forsknings-samarbeid er avgjørende for etablering av nødvendige kunnskapsplattformer og utvikling av innovative energiløsninger.

Nasjonale forskningsmiljøer med internasjonal høy kvalitet er viktig for å etablere og få tilgang til internasjonal kunnskapsproduksjon. I tillegg bidrar internasjonalt samarbeid til å videreutvikle og fremme et kunnskapsbasert og konkurransedyktig næringsliv i Norge. Det europeiske samarbeidet er en hovedarena for internasjonalt samarbeid og en hovedprioritet for norsk forskning.

Norge har siden 1994 deltatt i EUs ramme-programmer for forskning, med stort utbytte. Norge er aktivt med i flere initiativ under EUs SET-Plan og deltar i prosjekter finansiert gjennom EUs 7. rammeprogram.

I tillegg har Norge bred deltakelse i det Internasjonale energibyråets (IEA) teknologiprogrammer, spesielt innenfor grupperingene knyttet til fornybar energi, energibruk og fossil energi.

Tilstedeværelse på disse arenaene er vesentlig for å vinne posisjoner og være med i forskningsfronten. Det er viktig at Norge opprettholder sine internasjonale samarbeidsposisjoner og at disse forsterkes der det gir mest effekt.

Bilateralt samarbeid med andre sterkt fremvoksende forskningsnasjoner utenfor Europa bør prioriteres der det gir økt kvalitet i forskningen, bidrar til nødvendig kunnskapsgrunnlag, og der det danner grunnlag for utvikling av norsk næringslivs muligheter i internasjonale markeder. Nord-Amerika og raskt fremvoksende økonomier i Asia er områder der samarbeid bør være særlig relevant.

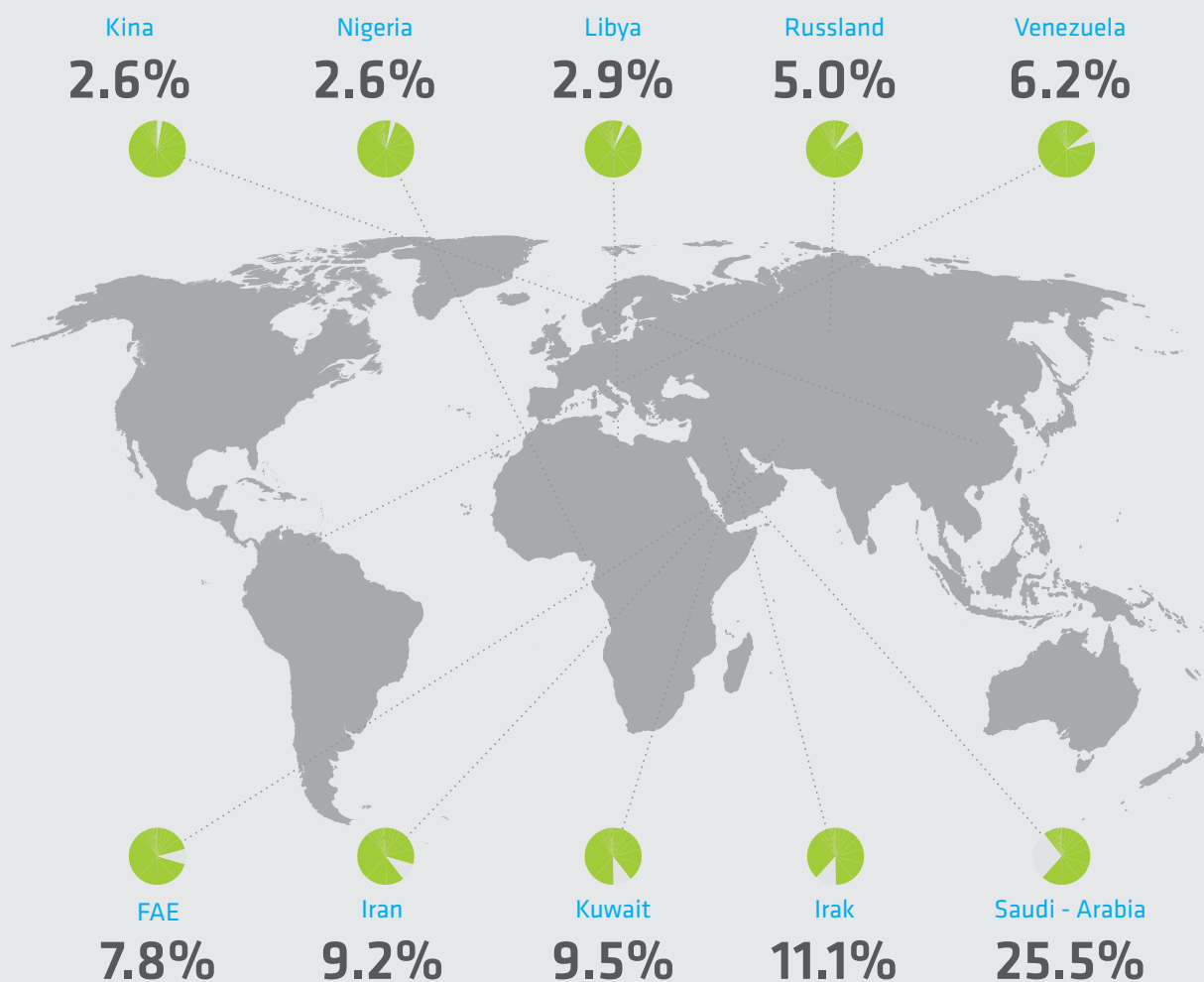
<sup>8</sup> OG21 og Maritim 21. OG21 er en parallell organisasjon til Energi21 oppnevnt av Olje- og energidepartementet. Maritim21 er en helhetlig maritim forsknings- og innovasjonsstrategi utviklet av nærings- og innovasjonsdepartementet. Mer informasjon på hhv web-sidene [www.og21.no](http://www.og21.no) og [www.maritim21.no](http://www.maritim21.no)

<sup>9</sup> Klima21 har sitt mandat fra Kunnskapsdepartementet og overleverte sin første strategi februar 2010.



# Verdens oljereserver

Angitt i %



Andre:  
USA 2.2%  
Mexico: 1.5%  
Qatar: 1.4%  
Algerie: 1.3%  
Norge: 1.0%  
Brasil: 0.8%  
EU: 0.7%  
Indonesia: 0.7%

Grafikk: [www.altkanendres.no](http://www.altkanendres.no) © 2011  
Kilde: Global oil Reserves

# Energi21 - strategisk analyse



Foto: Shutterstock.

## 7.1. Introduksjon

I det følgende presenteres analysen av aktuelle teknologi- og temaområder. De fleste av disse er behandlet i innsatsgruppene. Analysene synliggjør hvilke forhold Energi21 tillegger mest vekt og som danner grunnlaget for prioriterte strategiske områder (kap.9). Analysen omfatter en spissing og handlingsretting innen viktige områder.

Gjennomgangen av hvert tema avrundes med en vurdering av de mest sentrale:

- industrielle ambisjoner
- strategiske forskningstemaer og mål
- handlinger for iverksettelse

Innsatsgruppene synliggjør i sine rapporter en detaljert presentasjon av egne ambisjoner, forskningsområder og foreslåtte handlinger for realisering av ambisjoner og mål. Innen teknologi- og temaområder Energi21 har valgt å prioritere, kan man finne supplerende og mer detaljert informasjon i innsatsgruppens rapporter.

Energi21 vil likevel påpeke at innsatsgruppens rapporter er deres innspill, og representerer deres vurdering av eget område. Styret i Energi21 har foretatt en helhetlig vurdering av alle innsatsområdene, hvor teknologi-

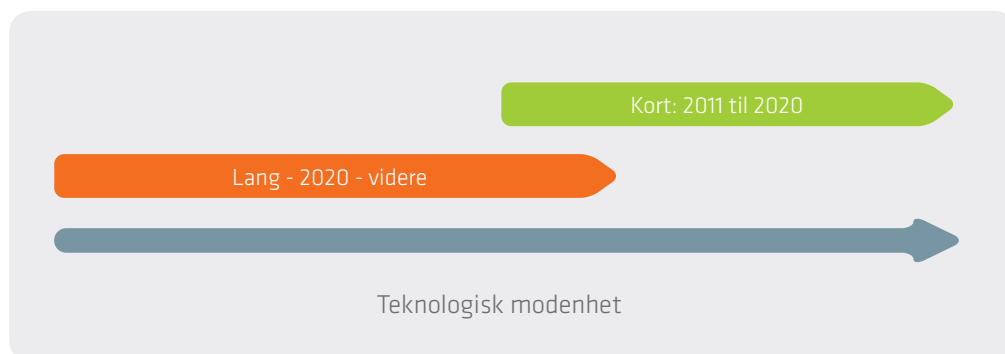
og temaområder er vurdert opp mot hverandre.

For hvert teknologi- og temaområde følger en enkel figur som viser hvilke hovedmål teknologien primært støtter opp under, slik figur 7.1. viser.

Fargen på teknologipilene angir teknologiens modenhet (Figur 7.2.), dvs. i hvilken grad dette er teknologi som kan tas i bruk før 2020 (grønn) eller om det gjenstår forskningsutfordringer som gir et tidsperspektiv etter 2020 (oransje) før teknologien er realiserbar.



Figur 7.1. Bidrag til realisering av mål. Modenhet indikert ved at farge grønn er moden. Oransje indikerer fortsatt behov for teknologiske forbedringer.

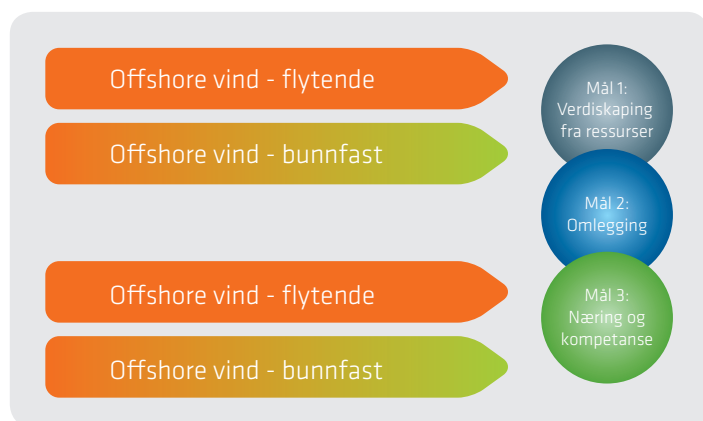


Figur 7.2. Teknologisk modenhet og tidsperspektiv illustreres ved farge og plassering på de ulike teknologipilene.



Den første pilot-vindmøllen i Hywind-konseptet ble satt i drift sørvest for Karmøy høsten 2009. Foto: Statoil.

## 7.2 Gjennomgang av teknologiområder



### 7.2.1 Offshore vindkraft - bunnfast og flytende

Dagens leverandørindustri i Norge er knyttet opp både mot land- og offshorebaserte vindkraftanlegg. Norske bedrifter har ambisjoner om en betydelig eksport av teknologi og tjenester inn mot det voksende vindkraftmarkedet offshore. Det finnes allerede en del eksempler på norske leverandørbedrifter og energiselskaper som lykkes med å levere til dette markedet, spesielt i Tyskland, Storbritannia og Danmark.

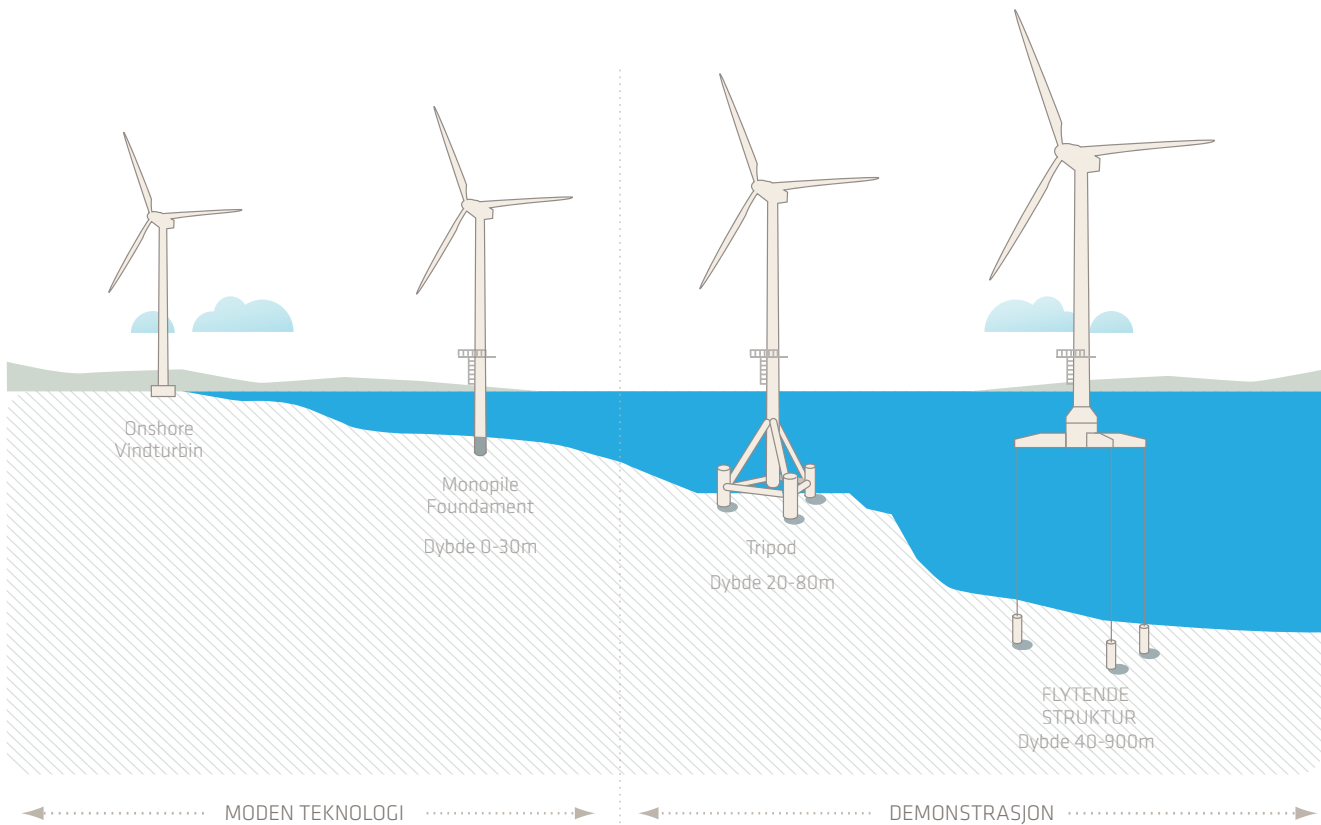
### Internasjonalt marked

Offshore vindkraft representerer en ny satsning, med umodent marked og teknologi. Norske aktører har en kompetansebase bygget på offshore olje- og gassvirksomhet siden 1970-tallet. Det er en bred oppfatning at denne representerer industrielle forretningsmuligheter innen offshore vindkraft.

Per 2010 var det installert litt over 3000 MW vindkraft til havs, hvorav 2946 MW i Europa<sup>1</sup>. Det er kun Kina (103,5 MW) og Japan (28,5 MW) som har installert offshore vind utenfor Europa per 2010. Markedet for offshore vindkraft ventes å vokse kraftig framover. Offshore vindkraft utgjør kun 1 % av installert vindkraftkapasitet i verden (2010: 197 000 MW), og det er foreløpig få land i Nord-Europa som har etablert aktivitet innenfor området. Sterke politiske drivere, subsidieordninger og investeringsvilje tilsier en fremtidig sterk vekst i det internasjonale markedet for offshore vindkraft. Den Europeiske vindkraftforeningen (EWEA) opererer med et mål om 40 000 MW offshore vindkraft innen 2020, og 150 000 MW innen 2030. I 2011 venter EWEA mellom 1000 og 1500 MW ny installert effekt fra offshore vindkraft og en samlet omsetning for næringen på over € 3 mrd.

Det er viktig å ha bevissthet om at markedet for offshore vindkraft er internasjonalt, og at dette også omfatter et eventuelt fremtidig norsk marked med stort vindpotensiale. Selv om det er klart at et norsk

<sup>1</sup> Vindkraftforeningen NORWEA



Illustrasjon: Endre Barstad © 2011.

marked vil kunne innebære en nærhet som kan gi enkelte fortrinn, vil det ikke være realistisk å bygge opp en industri på en forventning som utelukkende er rettet mot et norsk marked som vil være langt frem i tid.

Det virker sannsynlig at de første utbyggingene innen offshore flytende vindkraft vil finne sted på andre sokler enn den norske, og de aktørene som skal innta posisjoner innen offshore vindkraft vil måtte rette seg mot dette internasjonale markedet.

### Norges komparative fortrinn

Nye forbedrede metoder og teknologi for installasjon og fundamentering av turbiner til havs, både for bunnfast og flytende, sammen med effektive drifts- og vedlikeholdsystemer kan bidra vesentlig til å redusere kostnadene for offshore vindkraft. Dette representerer muligheter for norske bedrifter for utvikling av ny teknologi og tjenester til et voksende internasjonalt marked. Norsk industri har gode forutsetninger for å lykkes basert på kompetanse og erfaring fra olje- og gassvirksomheten. Her er enkelte norske aktører godt posisjonert med utgangspunkt i nasjonale komparative fortrinn fra maritim virksomhet.

Energi21s søstergruppe Maritim 21 peker også på skip og utstyr for maritime operasjoner ved utnyttelse av havområdet som et viktig forskningsområde med stort potensial for norske aktører.

### AMBISJONER

- Utvikle norsk leverandøriindustri rettet mot offshore vindkraft – først bunnfast, så flytende
- Økt kostnadseffektivitet i alle ledd fra design, via installasjon til drift og vedlikehold uten at det går på bekostning av HMS

### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Optimale fundamentdesign for ulike bunnforhold
- Forbedret installasjon og fundamentering av turbiner offshore
- Kostnadseffektivt system for drift og vedlikehold
- Utvikle metoder og systemer for tilstandsbasert vedlikehold

### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN<sup>1</sup>- og forskersprosjekter<sup>2</sup> innenfor de strategiske forskningstemaene beskrevet ovenfor
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området.
- Støtte test- og demonstrasjonsanlegg

1 KPN-prosjekter: Kompetanseprosjekter for næringslivet. Prosjekttype i Norges forskningsråd der forskningsinstitutter og universiteter bygger opp kompetanse som industrien sier de trenger og der industrien er med og finansierer deler av kunnskapsoppbyggingen.

2 Forskerprosjekter: Strategiske grunnleggende forskningsprosjekter i universitets- og instituttsektoren.



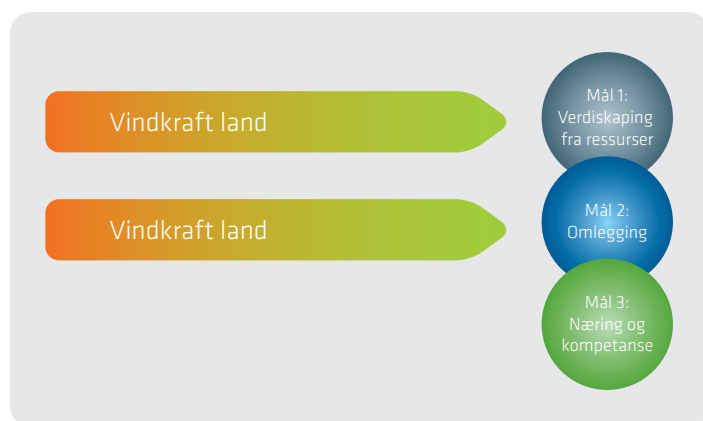


Vindpark på Smøla. Foto: Statkraft.



Hundhammerfjellet. Foto: NTE/Steinar Johansen.

### 7.2.2 Vindkraft på land



Det er et stort potensial for utnyttelse av landbasert vindkraft i Norge. Potensialet kan utnyttes uten innslag av tyngre teknologisk forskning. Etablering av det norsk-svenske el- sertifikatmarkedet vil kunne bidra til økt utbygging.

Verdien av norsk vindkraft styrkes gjennom mulighetene for samkjøring med vannkraftsystemet. Vannkraftanlegg med pumpekraftmuligheter kan øke verdien ytterligere. Realisering av verdiskapingspotensialet knyttet til vindkraft vil kunne realiseres gjennom ordinære eksisterende og fremtidige insentiver.

#### AMBISJONER

- Økt kostnadseffektiv utnyttelse av tilgjengelige ressurser

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Kostnadseffektivt system for drift og vedlikehold
- Utvikle metoder og systematikk for tilstandsbasert vedlikehold

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Realiseres gjennom den allerede planlagte ordningen med grønne el-sertifikater
- Støtte næringslivets initiativ på de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området.



Småskala vannkraftverk i Høyen, Sogn & Fjordane. Foto: Endre Barstad.



Laksetrapp. Foto: Seagull Production.

### 7.2.3 Småskala vannkraft



Interessen for utbygging av småkraft har blitt svært stor de siste 5 årene. I hovedsak designes disse med nedskalerte løsninger og dimensjoner fra store anlegg. Utvikling og utbygging av småkraft er marginale investeringer og krever kostnadseffektive løsninger.

For å legge til rette for ytterligere utbygging av småskala vannkraft er det viktig å sikre at prosjektene får en robust økonomi, både i utbyggingsfasen og i den langsiktige inntjeningen over prosjektenes levetid.

En ting er god kostnadskontroll og tekniske løsninger som gir lavere utbyggingskostnader. Like viktig er det at inntektsgrunnlaget blir som forventet over tid. Tilsig er en av flere forhold som har stor betydning for inntektene. Ofte har en ikke nok oversikt over fremtidig tilsig, og dette utgjør en betydelig økonomisk risiko. Normalt sett benyttes hydrologiske historiske tidsserier til å lage prognoser om fremtidig produksjon. Dersom det historiske underlaget er lite, betyr dette ofte stor økonomisk usikkerhet og risiko.

#### AMBISJONER

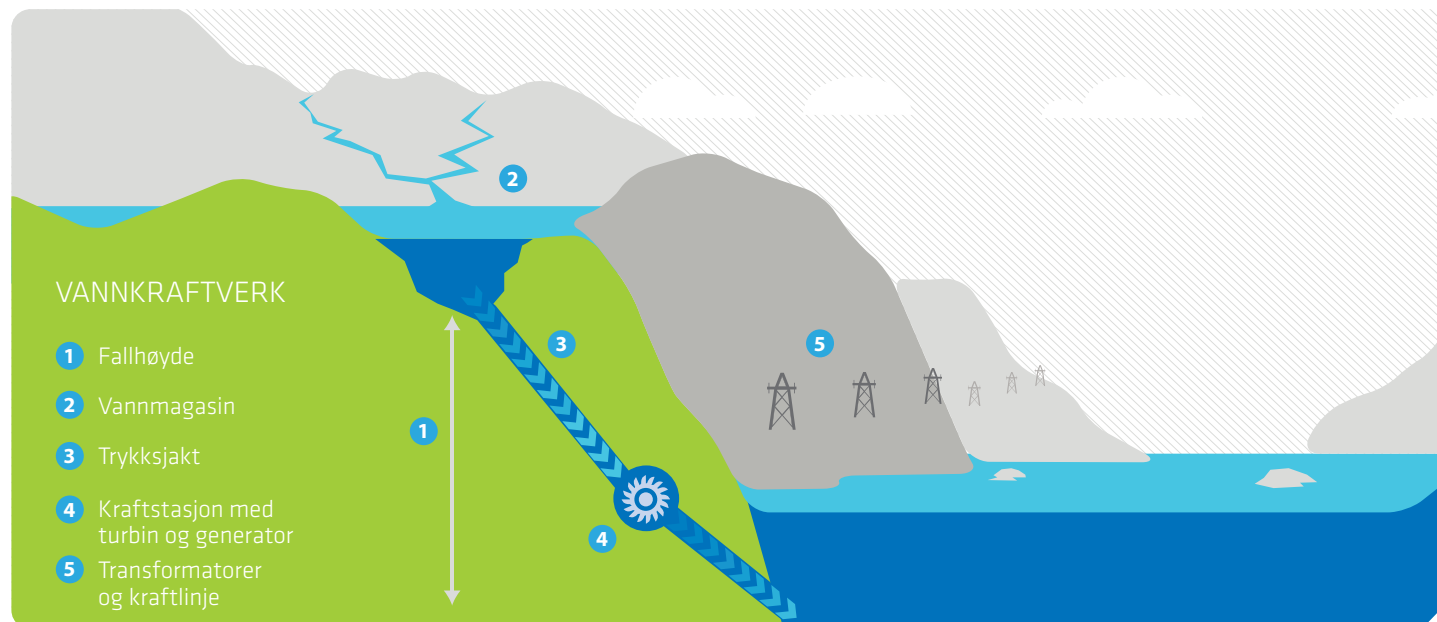
- Utnytte tilgjengelige ressurser

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Hydrologi og tilsig – bedre systematisering av erfaringsdata for tilsig til små nedbørfelt og utvikling av gode hydrologiske beregningsmetoder for umålte felt
- Videreutvikle boreteknologi for miljøvennlige vannveier uten synlige inngrep

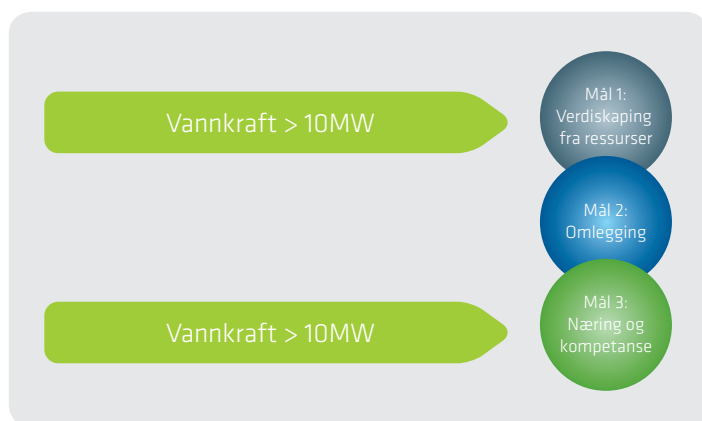
#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Realiseres gjennom den allerede planlagte ordningen med grønne el-sertifikater
- Iverksette KPN- og forskerprosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor



Figuren illustrerer prinsippet for et større vannkraftverk. Ill: © www.altkanendres.no

#### 7.2.4 Vannkraftteknologi, anlegg >10MW



Norsk industri- og energibransje har muligheter til å være med i den store internasjonale utbyggingen av vannkraft med installert kapasitet over 10 MW. Internasjonal vannkraftutbygging øker. Store vannkraftprosjekter er relevante for Asia, Latin-Amerika, på Balkan og etter hvert også i Afrika. Med over hundre års erfaring innenfor bygging og drift av vannkraft, besitter Norge en solid kunnskaps- og erfaringsbase.

Det er viktig at Norge bevarer og forsterker sin posisjon innenfor vannkraft for å kunne opprettholde og videreutvikle norsk kompetanse på miljøvennlig vannkraftteknologi. Dette er dessuten avgjørende kompetanse for å sikre effektiv drift og vedlikehold av eksisterende norske vannkraftanlegg. Fremtidig verdiskaping

og næringsutvikling innen vannkraftsegmentet krever solid kompetanse og erfaring innenfor vannkraftteknologi.

#### AMBISJONER

- Miljøvennlig og kostnadseffektiv bygging av ny vannkraft internasjonalt
- Videreutvikle og styrke norsk vannkraftkompetanse for å
  - Sikre god drift og videreutvikling av norske anlegg
  - Være en attraktiv partner for å bygge, eie og drive prosjekter internasjonalt

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Effektiv og riktig drift og vedlikehold av eksisterende vannkraft
- Internasjonale problemstillinger knyttet til stor vannkraft:
  - Erosjon og sedimenttransport
  - Klimagassutslipp fra magasin
  - Metoder for integrering av miljø- og samfunnsmessige konsekvenser av vannkraft
  - Klimaendringenes betydning for endret potensial
- Videreutvikling av norsk spesialkompetanse på fjellanlegg
- Vann- og flomdirektivenes konsekvenser for eksisterende og ny vannkraft

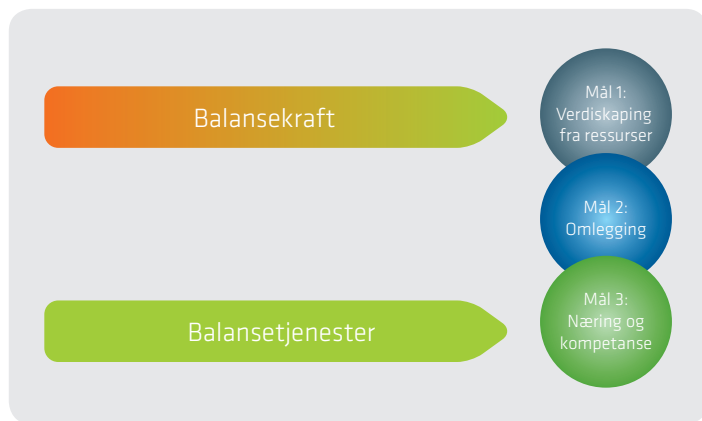
#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Iverksette tiltak spesielt rettet mot utdanning på master- og doktorgradsnivå samt sikre forskerrekuttering
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området





Blåsjø. Foto: Statkraft.



### 7.2.5 Balansekraft<sup>1</sup> – vannmagasin som energilager

Norge står alene for nesten 50% av den totale kapasiteten av vannkraftmagasiner i Vest-Europa. Imidlertid er Norges vannkraft energidimensjonert, det vil si primært bygd ut for å dekke det norske behovet for energi, ikke for å levere fleksibilitet. Derfor er den gjennomsnittlige brukstiden i norsk vannkraft over 4100 timer, mens den til sammenligning er ca. 1750 timer i det samkjørende systemet på kontinentet (UCTE).

#### Europeisk utfordring

Drevet fram av klimakrisen og behovet for forsyningssikkerhet har Nordsjølandene konkrete planer for en økende utbygging av

<sup>1</sup> Produksjon av balansekraft eller kort-tids balansekraft omtales også av og til i litteraturen som sving-produksjon.

offshore vindkraft. Storbritannias planer alene er på fra 15-30 GW innen 2020. Svært mye av vindkraften forutsettes å komme i og rundt Nordsjøområdet, i første omgang utenlandsk sokkel. Tilsvarende fases det også inn mye ny variabel kraftproduksjon basert på solceller i Europa. Spesielt land som Tyskland, Spania og Italia har allerede stor installert kapasitet og planer om installasjon av ytterligere kapasitet i stor skala.

I perioder vil produksjonen fra vind- og solkraft overstige mulighetene for forbruk og overføringskapasiteten til naboland, og resultere i null eller negativ kraftpris dersom ikke denne kraften avkortes. I andre perioder vil det kunne være svært liten vind- og solkraftproduksjon, og dermed underskudd og høye priser. Behovet for balanseringskilder vil være betydelig.

#### Norsk komparativt fortrinn

Europa selv må være i stand til å finne muligheter for å løse denne utfordringen. Norsk vannkraft og magasiner er en av mulighetene, men vil konkurrere med andre former for kraftproduksjon og andre løsninger for lagring, samt spille på utkobling og innkobling av forbruk. Bruk av norsk vannkraft er teknologisk og kostnadmessig attraktivt, men det kreves utvikling av nye europeiske løsninger for regulering og markedsdesign som samtidig sikrer tilfredsstillende leveringssikkerhet til enhver tid. Likevel er det åpenbart at Norge kan spille en rolle i dette markedet gjennom å utnytte mulighetene i de eksisterende norske vannkraftmagasinene til å levere et signifikant bidrag til det store behovet for fleksibilitet i det europeiske kraftsystemet.



Behov for balansering av sol- og vindkraft . Foto: Shutterstock.



Svartevatn, vannmagasin til Vemundsbøtt kraftverk. Foto: BKK.

### Mulig løsning for implementering

For å realisere dette må vannveier, turbiner og effektinstallasjon i generatorer utvides og økes. Det vil være aktuelt å øke turbinytelse i norske vannkraftverk, sette inn reversible enheter (pumper) hvor det ligger til rette for det, samt å knytte det norske systemet tettere til det øvrige europeiske kraftsystemet ved å bygge ut flere likestrømskabler. Dette er en stor norsk forretningsmulighet, og vil kunne bidra til å erstatte bruk av fossil kraftproduksjon og dermed bidra til en betydelig reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp.

Dette kan både øke norsk verdiskapning gjennom salg av effekt, og samtidig bidra til å løse de reguleringsmessige utfordringene som det europeiske kraftsystemet vil møte med en sterk økning i andelen fornybare energikilder, som for eksempel vind- og solkraft.

Vannkraftens mulige rolle som leverandør av reguleringsressurser i Europa vil skape behov for investeringer i anlegg. Dette gir økt aktivitet for leverandørindustri og konsulenter, samtidig som næringen styrkes og utvikles ved å anvende vannkraftkompetansen på nye måter.

Økt utnyttelse av norsk vannkraft som balansekraft kan realiseres på 3 ulike nivåer:

**Nivå 1:** Bevisst utnyttelse av de norske vannkraftinstallasjonene slik de er i dag og med de overføringslinjene som finnes i dag for å produsere når vind- og solkraften er fraværende på kontinentet.

**Nivå 2:** Økt utnyttelse ved installasjon av større turbinkapasitet i eksisterende anlegg for å øke mulighetene for høyere effektleveranse.

**Nivå 3:** Ytterligere økt utnyttelse av magasinkapasitet ved installasjon av økt turbinkapasitet og pumper i eksisterende magasiner for å pumpe vann i overskuddsperioder og rask nedtapping i underskuddsperioder.

Første nivå lar seg realisere innenfor dagens regimer for systemutvikling. De to siste krever strukturelle grep nasjonalt og på europeisk nivå.

En forutsetning for realisering av balansekraft, uansett nivå, er et velfungerende energisystem, herunder et godt utviklet transmisjonssystem med nødvendig kapasitet og realisering av et marked for effekt på europeisk nivå. Dette er behandlet videre i neste kapittel, kap 7.1.4 Energisystem – transmisjon og fleksible energisystemer – SmartGrids.

#### AMBISJONER

- Realisering av vannkraftverdier gjennom utvikling av fleksibilitetstjenester.

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Utvikling av rammer for et effektmarked og innsikt i størrelsen på effektmarkedet i Europa
  - utarbeide modell for hvordan et marked for effektleveranse skal etableres og driftes
  - avdekke behovet og betalingsvilligheten for effektleveranse i Europa
- Modeller for miljøkonsekvenser av kort- og langtid balansekraft
- Teknologiske løsninger og systemer for pumpekraft
- Miljøeffekter ved rask tapping og større endringer i vannmagasiner
- Økt innsikt i turbin- og elektromekaniske belastninger ved økt effektuttak og dynamikk

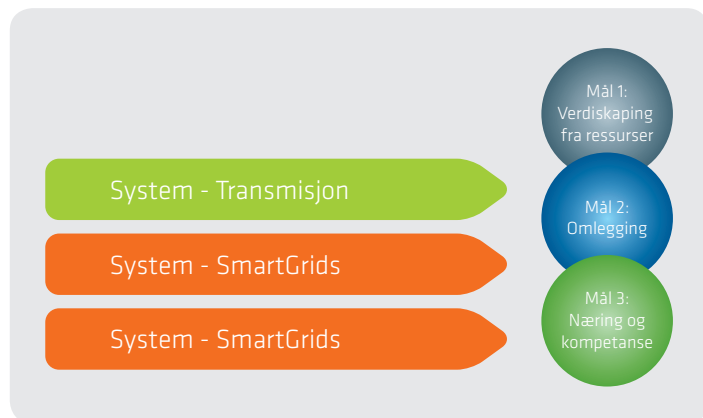
#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Igangsettelse av en FME på området Energisystem – balansekraft som blant annet favner de strategiske forskningstemaene ovenfor (se også anbefaling i 7.2.6)
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskapning på området
- Støtte test- og demonstrasjonsanlegg og storskala lab i operativ installasjon. Utprøving og verifisering av nye tekniske løsninger. Et slikt anlegg skal også fungere som et opplæringscenter for vannkraftkompetanse med fokus mot kort- og langtid balansekraft



Flexible energisystemer. Foto: Statkraft, Nexans, Siemens, Shutterstock. Montasje: Trond Moengen.

### 7.2.6 Energisystem – transmisjon og fleksible energisystemer - SmartGrids



#### Transmisjon

Forsterket transmisjonskapasitet mot Europa bygger blant annet på Europas behov for balansetjenester og Norges enestående posisjon som mulig leverandør av storskala balanse- og systemtjenester med basis i norsk vannkraft og magasinkapasitet, beskrevet i foregående kapittel. Kabelforbindelser og internasjonale markedsløsninger for balansekraft er viktige forutsetninger for at dette kan bli en realitet. I tillegg vil en mulig fremtidig integrering av storskala offshore vindkraft og elektrifisering av olje og gass-aktiviteten i Nordsjøområdet generere et komplekst nordsjønett. Veien frem til et helhetlig samkjørt Nordsjønett krever forskning og utvikling av både elektrotekniske komponenter og systemløsninger.

Norge har naturlige forutsetninger og næringsklynger som kan posisjonere seg internasjonalt i flere nisjer innen

transmisjonsområdet. Offshore teknologi utviklet for henholdsvis kraftutveksling og subsea olje og gass-formål er eksempel på dette. Det er utfordringer og verdiskapingsmuligheter både knyttet til systemtjenester, effekt-, energi- og teknologileveranser.

#### Systemutfordringer – tilretteleggelse for både økt fornybar produksjon og balansekraft til Europa

Utbygging av fornybar kraft gir økt kraftproduksjon, som igjen kan bidra til økt eksport. Dette vil i perioder gi en mer anstrengt drift av kraftsystemet. Ulike produksjonsteknologier har ulik reguleringsevne og produksjonsprofil over året. Dette utløser behov for reguleringsreserver. Erfaring viser at vannkraften på grunn av store tilsigsvariasjoner (sammen med begrensninger i kraftnettet) i perioder av året ikke kan fremskaffe disse reservene. Utfordringen fremover vil dermed bli at en binder opp store reguleringsressurser for å utjevne variasjonene i en økende andel uregulert produksjon av fornybar kraft.

En økning av overføringskapasiteten mellom Norge og Europa gjennom likestrømsforbindelser (HVDC) vil i tillegg gi store utfordringer i hovedsak knyttet til den momentane balanseringen, det vil si forholdet mellom produksjonsendring og forbruksendring inkludert eksport/eksport av kraftsystemet. En ser allerede i dag betydelige systemdriftsmessige problemer ved raske endringer av store kraftvolumer (flere 1000 MW) mot kontinentet. Hovedutfordringene ved utveksling av system- og balansetjenester på utenlandsforbindelsene vil først og fremst være at en vil påvirke behovet for å kunne håndtere flere og større endringer i planlagt kraftflyt nært opp til, og i driftstimen, det vil si store endringer over kort tid.

Norge kan i enda større grad enn i dag bli en leverandør av



balansekraft som eksporteres når forbruket i Europa er høyt og sol- og vindkraftproduksjonen lav, og importere når forbruket er lavt og sol- og vindkraftproduksjonen høy. Hvis visjonen om "grønn leveranse" også innebærer stor produksjon og leveranse av fornybar, uregulert kraft, vil denne produksjonen imidlertid "spise av" regulerings- og balanseressursene i det norske kraftsystemet. Rollen som stor eksportør av grønn kraft vil dermed kunne stå i et motsetningsforhold til rollen som eksportør av balansekraft til Europa.

Disse utfordringene må løses hvis visjonen om norsk vannkraft som grønt batteri for Europa skal bli en realitet. Flexibilitet og eksport av klimavennlig kraft som energirike produkter, for eksempel metallurgisk fremstilte produkter som trenger mye energi, kan i denne sammenheng også gi et viktig bidrag.

#### Fleksible energisystemer - Smart Grid for norske behov.

Energiomleggingen stiller nye krav til energisystemet, både for å få inn ny innmating og redusere energibruken, blant annet gjennom aktiv involvering av sluttbrukere. En spesiell og viktig problemstilling for norske forhold er den store andelen kraftintensiv industri som i så måte representerer både betydelige utfordringer, men også muligheter i forhold til fleksible smarte energisystemer.

Effektiv energiutnyttelse innebærer også muligheter for riktig bruk av termisk varme, noe som innebærer at utvikling av fleksible smarte energisystemer også må kunne håndtere varme, ikke bare elektrisitet.

Et energisystem som skal kunne takle denne type utfordringer må ha dynamiske egenskaper og karakteristika og kunne håndtere:

- Betydelige innslag av innmating av varierende fornybar energi og effekt, i første rekke fra småskala vannkraft og vind.
- Aktive sluttbrukere som gjennom en tett markedskobling opptrer mer energieffektivt ved hjelp av AMS<sup>1</sup> og nye tariff- og markedsstrukturer.
- Nye typer forbruk (f. eks. elektriske biler) med mindre forutsigbart effekt- og energiuttak.
- Forbrukere som det ene øyeblikket tar ut effekt i nettet og som i det neste øyeblikket leverer inn, prosumers<sup>2</sup>, eksempelvis plussenergihus.

Man må forvente at dette innebærer at nettet, og spesielt distribusjonsnettet, vil bli utnyttet av eksterne aktører, først og fremst produsenter og sluttbrukere. Dette er ikke dagens nett i

<sup>1</sup> AMS: Avanserte Måle- og Styresystemer

<sup>2</sup> Prosumer: Begrep brukt om noder i energisystemet som både kan bruke og levere energi inn på nettet, f.eks. husholdninger med egen el. produksjon

stand til å møte uten at personsikkerhet, forsyningssikkerhet og leveringskvalitet blir skadelidende.

Det er nødvendig å utvikle distribusjonsnettet for å møte disse utfordringene. Det er også rimelig å forvente at sluttbrukeres og samfunnets krav til leveringskvalitet og forsyningssikkerhet vil øke. Et energinett som håndterer alle disse forholdene kan beskrives som et aktivt nett og omtales nå stadig oftere som Smart Grid.

Smart Grid defineres også på andre måter, men felles for definisjonene er beskrivelsen av et energisystem der de ulike komponentene spiller sammen på en langt mer dynamisk måte enn det vi ser i dag for å sikre god energiforsyning, der eksempelvis lasten hos energibrukere utnyttes mer eller mindre kontinuerlig, der enkeltkomponenter som for eksempel elektriske biler aggregeres og benyttes som energilagre ved behov, eller der desentrale produksjonsløsninger integreres og utnyttes for å redusere kraftflyt og for å håndtere flaskehals i nettet. I et Smart Grid gjøres dette mer eller mindre automatisert ved omfattende bruk av moderne informasjons- og kommunikasjonsteknologi, og mye forskning er rettet inn mot dette.

#### AMBISJONER

- Utbygging av fremtidens energisystem, med tilhørende primær- og sekundærteknologi (Smart Grid-løsninger, overvåking, kontroll og vern) samt nødvendige planleggings- og driftsverktøy som øker fleksibiliteten og opprettholder forsyningssikkerheten i Norge.
- Tilrettelegging av salg av systemtjenester (balansekraft) mot Europa, gjennom en integrering av fremtidens energisystem mot kontinentet, først ved ytterligere HVDC-forbindelser og senere utbygging av ett integrert offshore kraftsystem i Nordsjøen

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

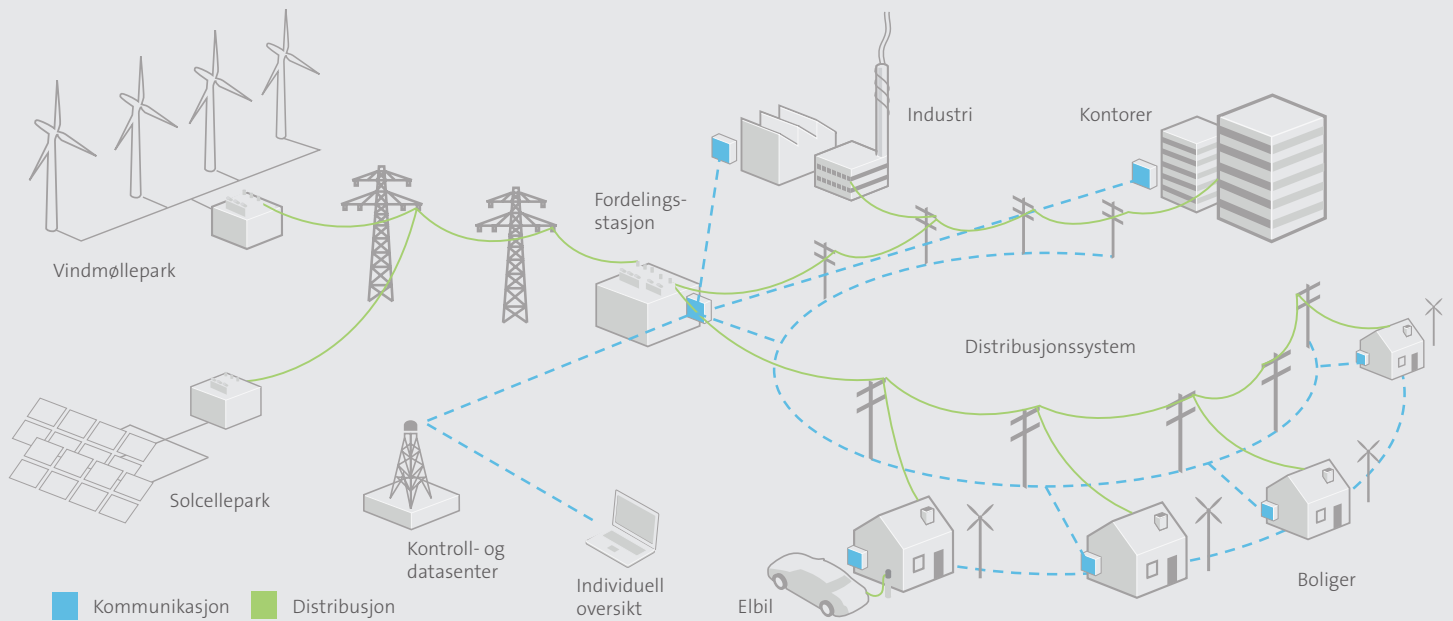
- Primær-, og sekundærteknologi (elektrotekniske komponenter og systemløsninger.)
- Smart Grid-teknologier samt overgangsstrategier fra dagens arkitektur og teknologiutnyttelse
- Ny kunnskap for å oppnå økt lønnsomhet og verdiskaping knyttet til norsk leveranse av primærkomponenter og infrastruktur-løsninger

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

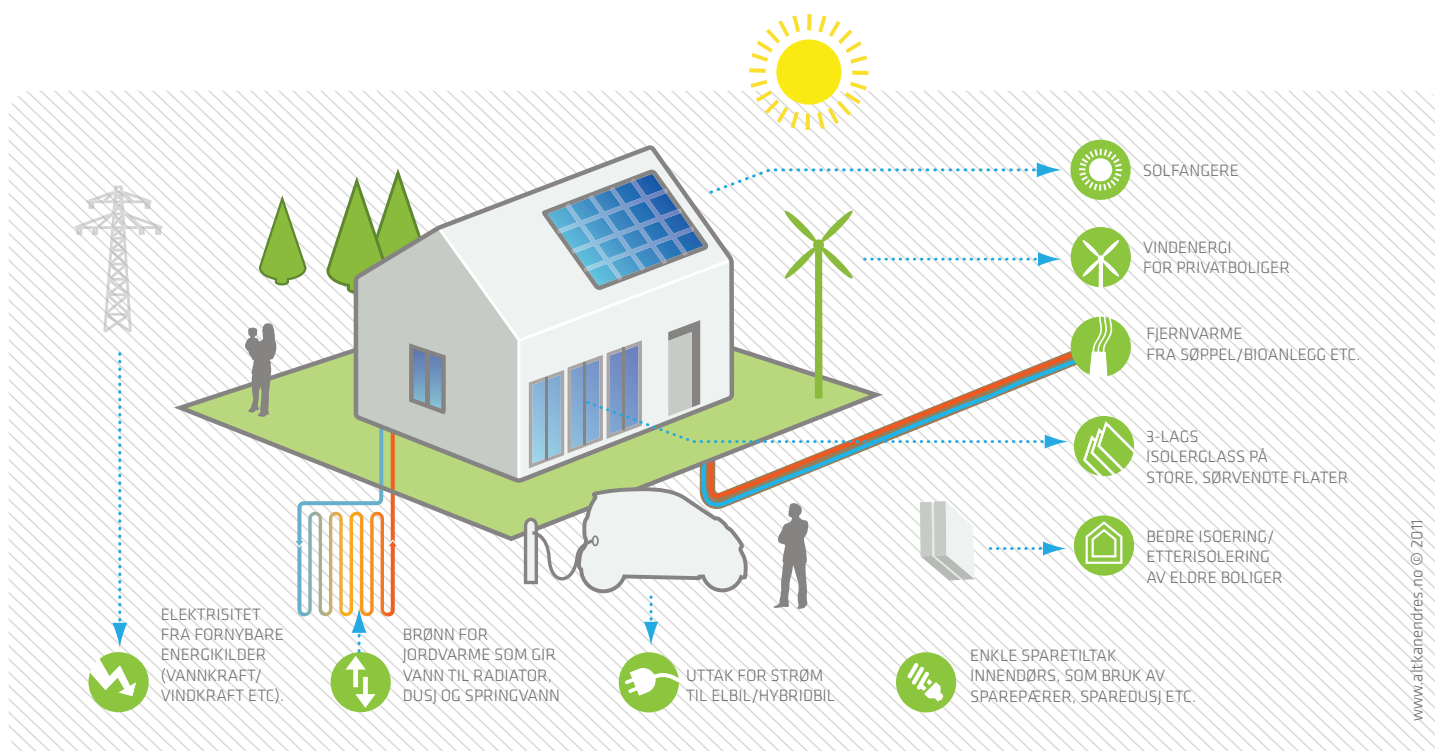
- Igangsettelse av en FME på området Energisystem – balansekraft som blant annet favner de strategiske forskningstemaene ovenfor (se også anbefaling i 7.2.5)
- Iverksette KPN-prosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området.
- Test- og demonstrasjon: Uttesting og verifisering av systemtekniske løsninger og systemer for fremtidens transmisjons- og distribusjonsnett.

# Smart Grid

Den smarte løsningen for effektiv energiutnyttelse



Princippskisse for et aktivt nett, også kalt SmartGrid.  
Illustrasjon: Endre Barstad © 2011. [www.altkanendres.no](http://www.altkanendres.no)



### 7.2.7 Energieffektivisering i bygninger



Styret i Energi21 har ikke igangsatt en egen innsatsgruppe for å legge frem forskningsutfordringer på området Energibruk i bygninger. Dette er et område der det allerede i dag er et bredt spekter av teknologier og løsninger som er klare for implementering. Dette gjelder både for den eksisterende bygningsmassen og for nybygg. For eksisterende bygningsmasse er en viktig barriere knyttet til adferd og kunnskap.

Virkemidler for å stimulere til gjennomføring av tiltak for å redusere energibruken er derfor viktig. Den viktigste forskningen knyttet til dette på kort sikt er dermed av ikke-teknologisk karakter, og omtales nærmere i kap 7.2.14 *Utvikling av insentiver og rammer*. Den tekniske forskningen bør rettes mot innovative løsninger med et stort potensial.

Nye bygg er underlagt kravene i Plan- og bygningsloven og de retningslinjer denne gir for energibruk. Man ser nå også en svært rask vekst i bruken av passivhus-standard<sup>1</sup>, noe som vil redusere spesifikk energibruk i den nye bygningsmassen betydelig. I et mer langsiktig perspektiv vil framtidens bygninger bli null-energibygninger og senere energileverandører, og som forberedelse til slike bygg vil det være enkelte delområder der norske aktører kan bidra.

Energi for drift av bygninger summerer seg til 80 TWh årlig i Norge. Det anslås at potensialet for redusert energibruk er 10 TWh innen 2020 og 40 TWh innen 2040<sup>2</sup>. Dette er et felt hvor det er mange modne teknologier og løsninger som kan komme til nytte, og der barrierene er knyttet til iverksettelse. Men det er også behov for helt nye løsninger som det arbeides med ved flere norske forskningsmiljøer.

#### AMBISJONER

- Redusert energibruk i den norske bygningsmassen

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Insentiver med god effekt for å stimulere nye energiløsninger og endret adferd
- Teknologi som kommer inn under fremtidige "plussenergihus"
- Tematikk knyttet til utnyttelse av overskuddsenergi og forbruksstyring

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området

<sup>1</sup> Passiv hus: Hus som har et veldig lavt behov for tilført energi til oppvarming.

<sup>2</sup> KRDS arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg.

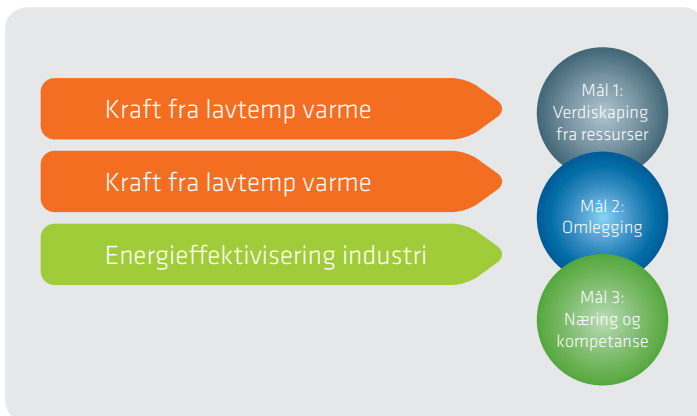


Prosessanlegg. Foto: Shutterstock.



Overskuddsvarme fra prosessanlegg. Foto: Siemens.

### 7.2.8 Energieffektivisering i industrien – utnyttelse av lavtemperatur varme



Det ligger et betydelig energieffektiviseringspotensial i industrien. En stor del av dette potensialet kan realiseres med dagens teknologiske løsninger, men realisering av dette potensialet er sterkt knyttet til avkastningskrav i den aktuelle næringen, energipriser og øvrige rammevilkår for den aktuelle industribedriften. Det betyr at teknologiutvikling for å senke tiltakskostnaden, samt kunnskapsutvikling for å utvikle riktige rammevilkår som stimulerer realisering av dette potensialet, vil være av betydning.

Deler av potensialet fordrer både bransjespesifikk og bransje-overskridende teknologiutvikling.

Bransjespesifikk teknologiutvikling defineres ofte som konkurransesensitive fortrinn. Slike er det vanskelig å dele med andre bedrifter. Som del av Energi21s strategi vektlegges bransjeoverskridende teknologiutvikling.

Utnyttelse av lavtemperatur varme til strømproduksjon representerer et stort potensial på tvers av bransjer. Utfordringen i Norge er relativt store punktutslipp av lavverdig varme uten at et tilsvarende behov for lavverdig varme finnes lokalt. Gjenvunnet energi må derfor konverteres til elektrisitet for å kunne utnyttes. Norge ligger langt framme på høytemperatur konvertering. Denne kompetansen bør brukes til å utvikle et konkurransefortrinn også på lavere temperaturnivåer.

#### AMBISJONER

- Redusert spesifikk energibruk og økt utnyttelse av overskuddsvarme i all landbasert industri
- Utnyttelse av lavtemperatur varme til oppvarming og elektrisitetsproduksjon

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Utvikle nye teknologiløsninger og metodikk for konvertering av lavtemperatur varme

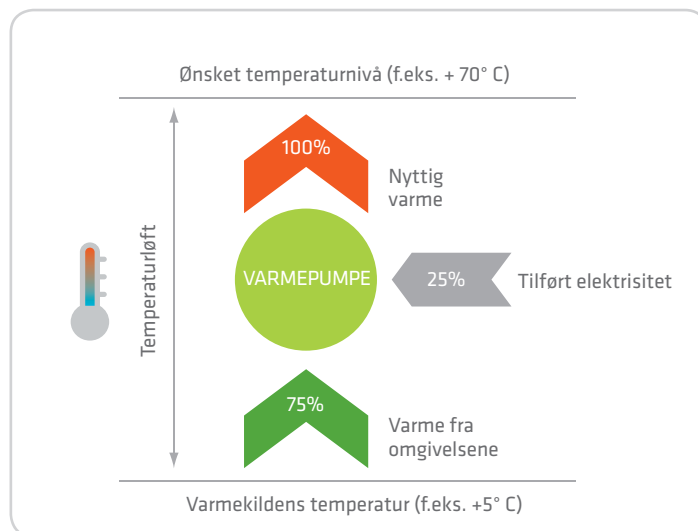
#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter på løsninger for konvertering av lavtemperatur varme til elektrisitet
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området knyttet til lavtemperaturvarme og andre områder som kan gi viktig energieffektiviseringsgevinst i industrien





Foto: Shutterstock.



Varmepumpeprinsipp. III: www.altkanendres.no © 2011

### 7.2.9 Varmepumper



Årlig varmeleveranse fra varmepumper i Norge er beregnet til 8 - 9 TWh (5 - 6 TWh spart energi). Det er anslått at dette kan økes med ytterligere 10-14 TWh i 2020 på en bedriftsøkonomisk forsvarlig måte<sup>1</sup>. Dette vil samtidig kunne frigi rundt 8 - 9 TWh elektrisk energi. Dette vil i mindre grad kreve bred ny forskningsinnsats, men bruk av andre virkemidler rettet mot sluttbrukerne og bygnæringen.

Norske aktører har god kompetanse på feltet. IEA har i ETP 2010<sup>2</sup>

1 Gorud, Rasmussen & Strøm, 2007

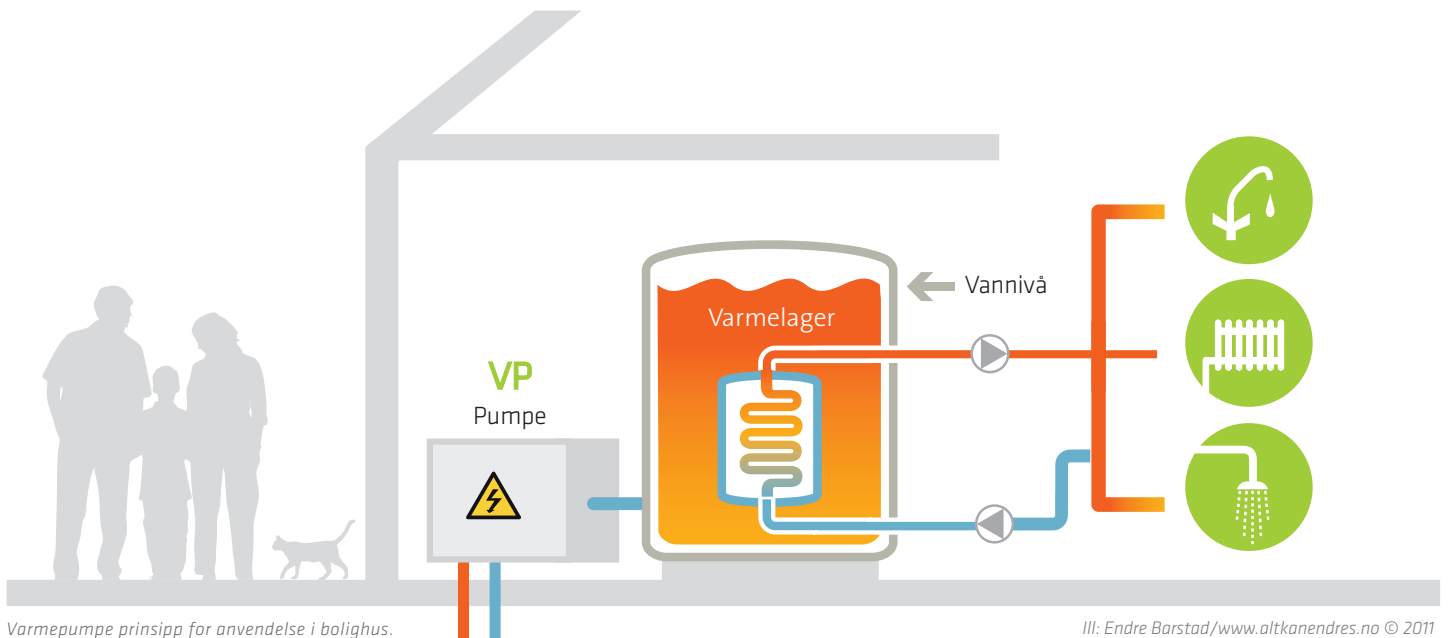
2 IEA ETP – IEA Energy Technology Perspectives, 2010. Baseline-scenariet representerer "business as usual" mens deres Blue Map-scenario representerer et scenario der de mulige teknologiske løsningene tas i bruk

anslått at 38% av gapet mellom Baseline-scenario og BLUE-map-scenario (hhv 57 og 14 GT utslipp av CO<sub>2</sub> i 2050) skal dekket ved energieffektivisering.

Optimal implementering av varmepumper/kuldeanlegg i det norske energisystemet sammen med annen fornybar energiproduksjon er et viktig bidrag i energiomleggingen. Dette er viktig fordi dagens energiproduksjon endres fra en situasjon med i hovedsak elektrisitet og fossilt brensel, til en mer sammensatt situasjon. Varmepumper og kuldeanlegg har en viktig plass i dette nye bildet, men teknologien er avhengig av tilpassede temperaturnivåer.

Implementering av varmepumpeteknologi i energisystemet er primært avhengig av moderate temperaturnivåer i fjernvarmeanlegg og at infrastrukturen er tilpasset bruk av varmepumper og kuldeanlegg.

Norge har siden midten av 80-tallet spilt en sentral rolle i den internasjonale forskningen på bruk av CO<sub>2</sub> som miljøvennlig arbeidsmedium i varmepumper. NTNU-SINTEF har sammen med industrien gjennom strategiske forskningsprosjekter, kunnet bygge opp en internasjonal kompetanse på anvendelse



av CO<sub>2</sub> som arbeidsmedium. Dette er teknologi som er kommet til industriell anvendelse i dag og er kommersialisert bl.a. i Japan. I Norge er det imidlertid en begrenset industriell aktivitet knyttet til dette.

Kompetansen bør imidlertid opprettholdes og være tilgjengelig for utdanning av fagfolk til norsk industri som kan utvikle og levere tappevannsvarmepumper til større bygninger. Dette er teknologi som får enda større relativ effekt med økt innslag av lavenergihus, da energiandelen som går til tappevannsoppvarming vil utgjøre en økende relativ andel.

Varmepumper og grunn geovarme er et område der de tekniske løsningene i stor grad er tilgjengelig, og hvor det er andre barrierer som hindrer mer utbredt bruk. Barrierene knytter seg til behovet for økt informasjon og kunnskap hos brukerne og behovet for økonomiske insentiver.

#### AMBISJONER

- Økt bevissthet og kunnskap om varmepumper for energieffektivisering og bruk av fornybar varme og kjøling i bygninger og industri
- Økt implementering av varmepumper/kuldeanlegg i det norske energisystemet
- Økt brukerkompetanse – i næringen og hos brukere.

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Nye teknologier med potensial for lavere kostnader og større effektivitet
- Utvikling av fritt tilgjengelige datamodeller for beregning av lønnsomhet ved bruk av varmepumpeteknologi.
- Utvikling av nær- og fjernvarmesentraler som utnytter lavtemperatur energi.

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

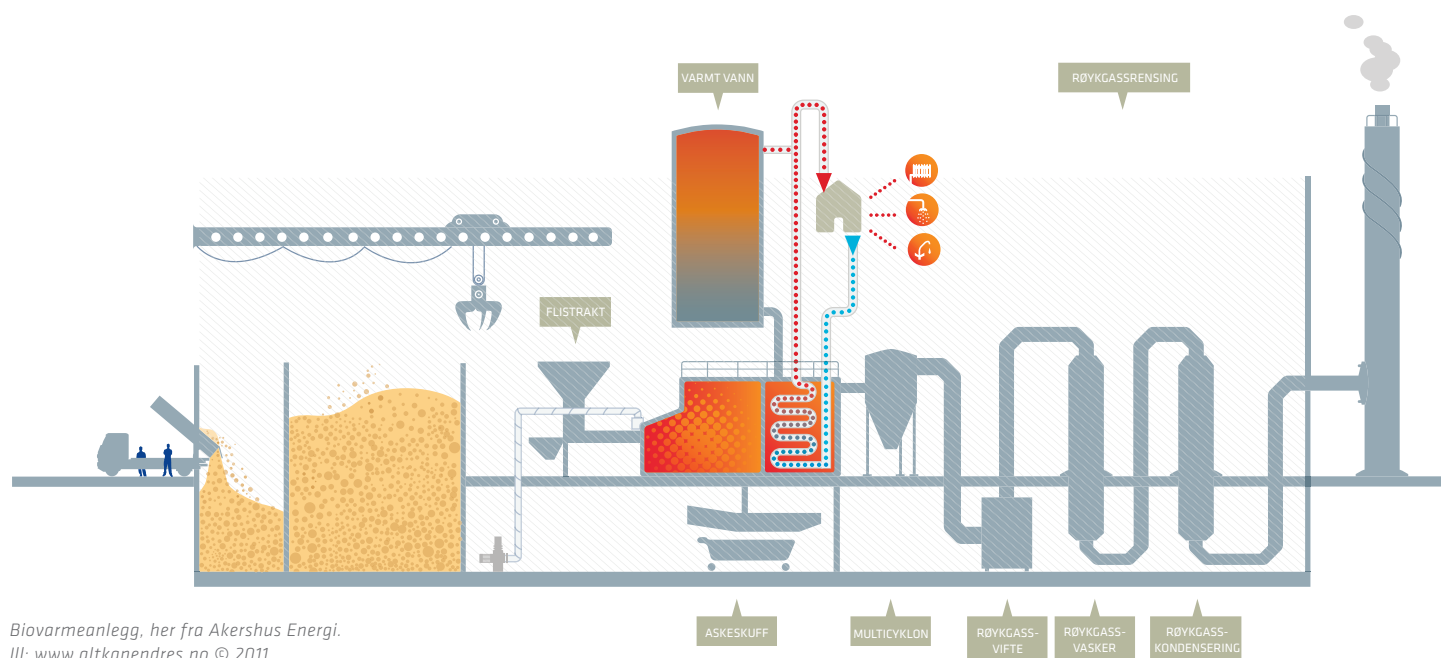
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området
- Utvikling av brukerkunnskap:
  - Feltnålinger for å identifisere de beste løsningene og spre kunnskap om disse.
  - Identifisere og kommunisere beste praksis innenfor kulde- og varmepumpeinstallasjoner
- Styrke markedsrettede virkemidler



#### Bare en grad mindre

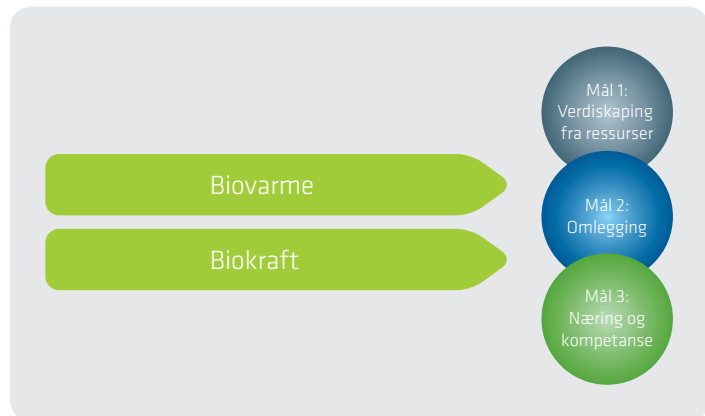
Om man skrur ned innetemperaturen med bare 1°C, kan man spare 5-10% av strømregningen, og man kan spare naturen for inntil 300 kg CO<sub>2</sub>

Kilde: EU



Biovarmeanlegg, her fra Akershus Energi.  
 Ill: www.altkanendres.no © 2011

### 7.2.10 Bioenergi



Det ligger et potensial knyttet til enda bedre utnyttelse av bioenergi i det norske energisystemet. Det er et godt tilfang av modne teknologier og løsninger som kan tas i bruk i dag. Det er imidlertid et stort behov for en mer systematisk gjennomgang av hvordan den biologiske massen utnyttes best mulig, gitt at den er en begrenset ressurs. I et slikt perspektiv kommer også bruk av biomasse til biodrivstoff for anvendelse i transportsektoren inn. I tillegg til en vurdering av kostnadseffektivitet ved bruk av biomasseressurser, bør derfor også mangel på alternativer være med på å avgjøre hvor biomasseressursene bør allokere.

Det bør søkes å oppnå en mer omforent og bevisst nyansering av bioenergiressursene som sådan. Som et viktig element i dette bildet kommer også karbonbinding i stående biomasse. Det vil i et klimaperspektiv kunne være uriktig å sidestille bruk av for eksempel boreal skogsbasert biomasse med slamavfall, deponigass eller annet biologisk avfall, inkludert skogsavfall

der det er et potensial for økt utnyttelse.

En sentral utfordring knyttet til utnyttelse av nasjonal biomasse er derfor å øke den faktabaserte kunnskapen omkring hvordan den nasjonale stående skogsbaserte biomassen best kan utnyttes, til hvilke formål, og hvordan dette påvirker klimagassutslippene.

I fremtiden vil man se en utbredelse av integrerte anlegg som kombinerer for eksempel fremstilling av 2. generasjons biodrivstoff og andre produkter, herunder varme til oppvarming eller foredlede biomasseprodukter til stasjonære formål.

I en orientering mot slike løsninger vil det være avgjørende at næringen og norske forskere etablerer godt internasjonalt samarbeid med sterke internasjonale forskningsmiljøer, blant annet i Norden, men også andre deler av verden.

#### AMBISJONER

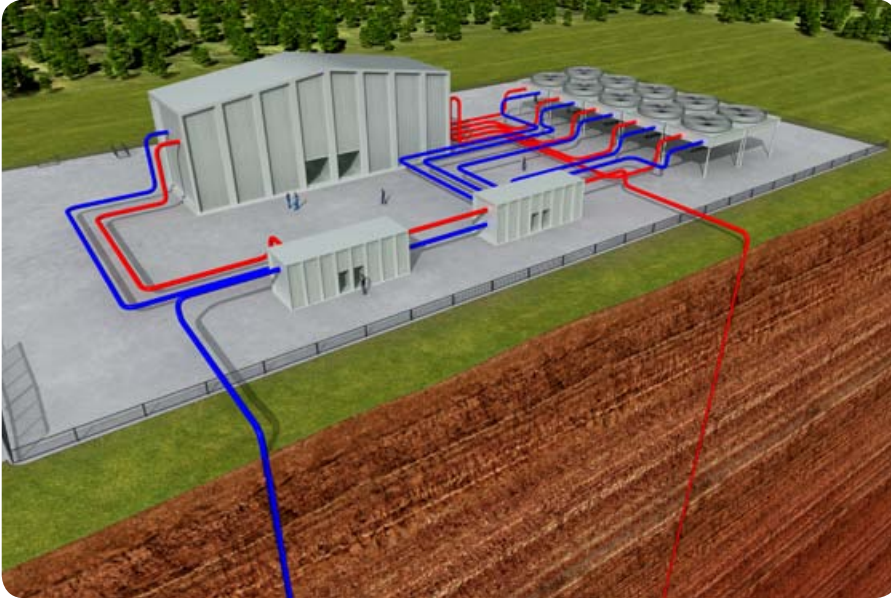
- Økt verdiskaping ved bruk av bioenergi fra bærekraftig biomasse
- Bredt forankret forståelse for klimamessig riktig forvaltning av den norske biologiske biomassen

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Barrierer for økt bruk av bioenergi i det norske systemet
- Faktabasert kunnskap om karbonsykluser og økosystemeffekter knyttet til stående skogsbasert biomasse

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter på de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området



Anlegg for dyp geotermisk energi. Foto: Shutterstock.

### 7.2.11 Dyp geotermisk



Det er i dag en relativt begrenset aktivitet knyttet til utnyttelse av dyp geotermisk energi. Det er likevel enkelte mindre aktører som ser på mulighetene for utnyttelse av denne energiressursen.

Det finnes enkelte synergiområder mellom petroleumsvirksomhet og geotermisk energiproduksjon, som boring, brønn og reservoar. Borekostnadene anses som den største barrieren for utnyttelse av dyp geotermisk energi, og kostnadene knyttet til boring av dype geotermiske brønner og brønnsystemer utgjør i dag mer enn 50 - 70 % av kostnadene knyttet til etablering av slike anlegg.

Selskaper som i dag ser på muligheter innenfor geotermisk energi, har i hovedsak sin bakgrunn fra olje- og gassvirksomheten. Norske aktører kan ha muligheter for å betjene et slikt marked, men dette er foreløpig ikke et utviklet marked.

Det er fortsatt store ubrukte grunne geotermiske ressurser som man kan forvente det blir kostnadseffektivt å høste først. I enkelte utenlandske markeder er slike anlegg lønnsomme uten subsidier.

Det er derfor lite trolig at det finnes et stort norsk marked for dyp geotermisk varme på kort og mellomlang sikt.

#### AMBISJONER

- Utikle en ny norsk næring

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Boretologi i hardt fjell

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området.

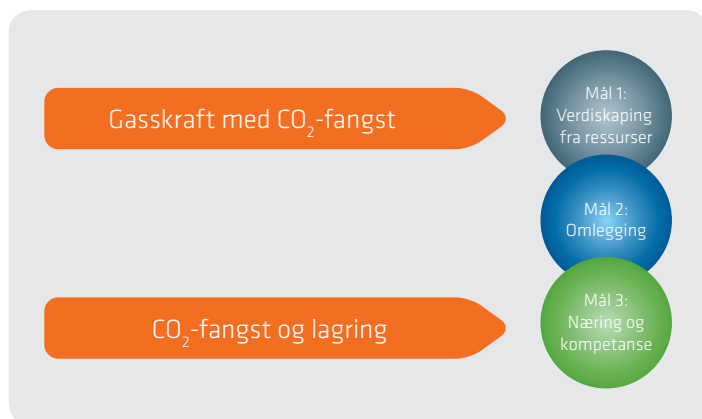


På Sleipner man så langt har injisert og lagret mer enn 10 millioner tonn CO<sub>2</sub> i Utsira-reservoaret. Mengden utgjør mer enn den samlede norske bilparken slipper ut på to år. Foto: Statoil.



Transport av CO<sub>2</sub> fra fangst-anlegg på land til injeksjonslokalitet på sokkelen. Ill: Gassnova.

### 7.2.12 Karbonfangst og -lagring (CCS)



To viktige elementer i en CO<sub>2</sub>-håndterings-strategi er 1) at eksisterende norsk industri opprettholder eller øker sin konkurransekraft og 2) etablering av en ny konkurransedyktig norsk leverandørindustri på området.

#### Sikre verdi av norske ressurser

Norge har som global petroleumspresident tatt en offensiv rolle innen innføring av karbonfangst og -lagring som klimatiltak. Med potensielt strammere klimaregimer vil de norske gassreservene i fremtiden kunne være eksponert en risiko for verdifall.

Forskning for å utvikle løsninger som muliggjør gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering kan bidra til å sikre avsetning for de gjenværende

gassreservene, og vil kunne betraktes som verdisikring og ha potensielt stor samfunnsøkonomisk betydning. Karbonfangst og -lagring knyttet til gasskraft vil kunne bidra til å posisjonere denne energiformen i forhold til kullkraft, samt å balansere et stort innslag av variabel fornybar energi i Europa.

For petroleums- og prosessindustrien vil et fremtidig internasjonalt regime der man legger ytterligere klima-ambisjoner til grunn, kunne endre rammebetingelsene. Gjennom påbud og reguleringer vil kostnadsnivået påvirkes, og etterspørsel etter produktene vil endres. Det er ikke utenkelig at olje- og gassindustrien direkte eller indirekte i større grad blir stilt til ansvar for CO<sub>2</sub>-utslipp fra den oljen og gassen som selges. Dette kan på lang sikt bety at tilgjengelighet av kostnadseffektive løsninger for CO<sub>2</sub>-håndtering vil ha økt betydning for produksjonsverdien av norsk gass.

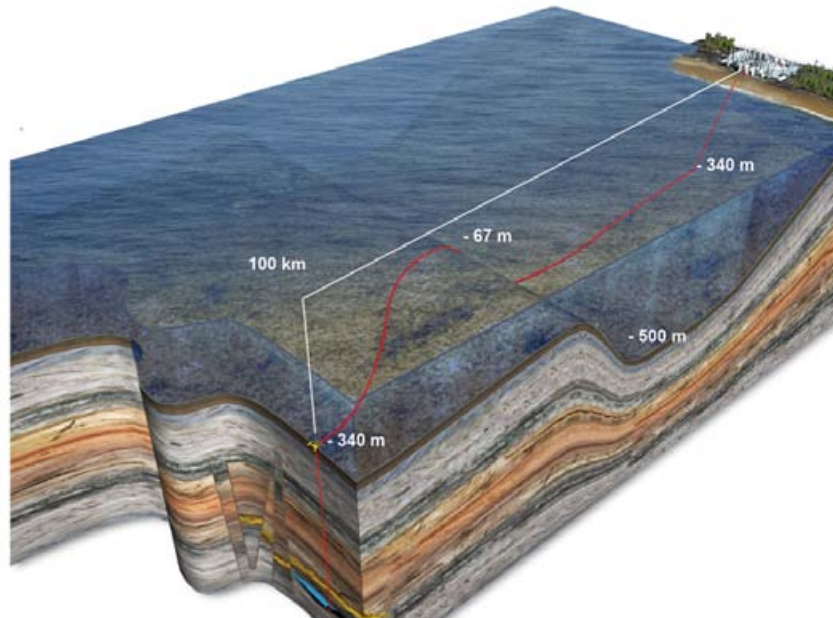
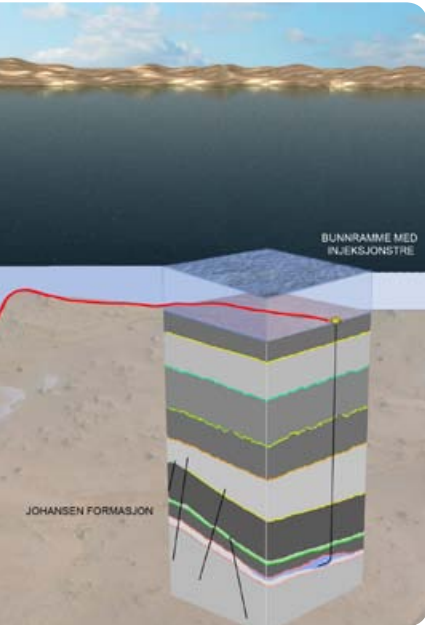
#### CO<sub>2</sub>-håndtering – mulig fortinn for øvrig industriell virksomhet

CO<sub>2</sub>-håndtering kan også bli en vesentlig kostnadsfaktor for flere andre typer industri. Som følge av dette vil det bli endrede konkurranseforhold mellom selskaper som i ulik grad innehar kunnskap om CO<sub>2</sub>-håndtering. Det kan også bli endrede regionale konkurranseforhold på grunn av forskjellige rammebetingelser og muligheter for CO<sub>2</sub>-lagring.

#### Norske komparative fortrinn

Fremtidig utvikling innenfor dette området vil ha sin basis i komparative fortrinn bygget opp gjennom de siste 10 årenes





Illustrerer et konsept for lagring av CO<sub>2</sub> fra et fangstanlegg på Mongstad der man planlegger injeksjon av CO<sub>2</sub> i den såkalte Johansen-formasjonen - en regional saltvanns akvifer som ligger vest av Mongstad. Illustrasjon: Gassnova.

innsats innen området samt gjennom erfaring og teknologi fra norsk petroleums- og prosessindustri. Kunnskap, teknologi- og tjenesteutvikling innenfor dette området vil først og fremst være rettet mot et internasjonalt og nasjonalt marked for CO<sub>2</sub>-håndtering. Det er utviklet norsk kompetanse langs hele kjeden fangst, transport og lagring. De fremste norske komparative fortrinn vurderes å ligge innenfor lagring basert på norsk petroleumsindustri, samt mange års erfaring med CO<sub>2</sub>-injeksjon på Sleipner og Snøhvit. Tilgang på reservoarer for lagring av CO<sub>2</sub> på norsk sokkel vurderes videre som et mulig fortrinn for verdiskaping.

#### AMBISJONER

- Kostnadseffektiv fangst og lagring samt overvåking av CO<sub>2</sub>
- Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering

#### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Utvikle kunnskap og verifisere teknologi for sikker og kostnadseffektiv lagring og overvåking av CO<sub>2</sub>
- Helt nye teknologier med potensial for lavere kostnader ved CO<sub>2</sub>-fangst fra kraftproduksjon og prosessindustri
- Utvikle, bekrefte og kommersialisere metoder og tjenestekonsepser rettet mot å vurdere og kvalifisere lagringslokaliteter med hensyn til lagerkapasitet og lagringssikkerhet

#### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte næringslivets initiativ med potensial for verdiskaping på området

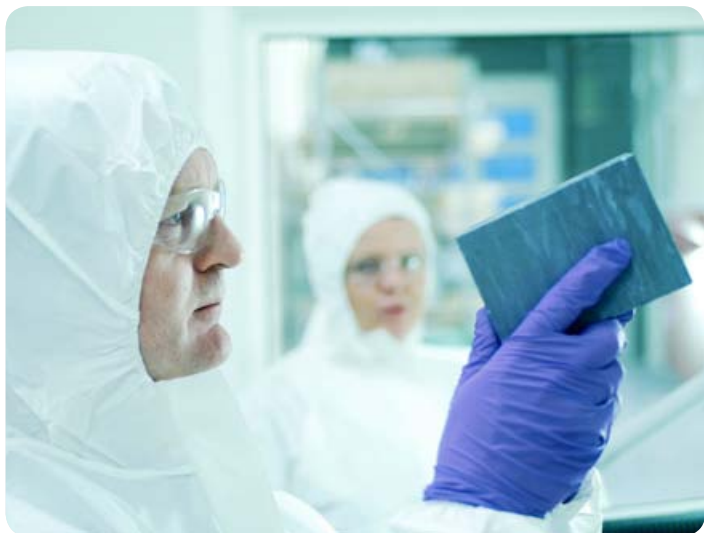
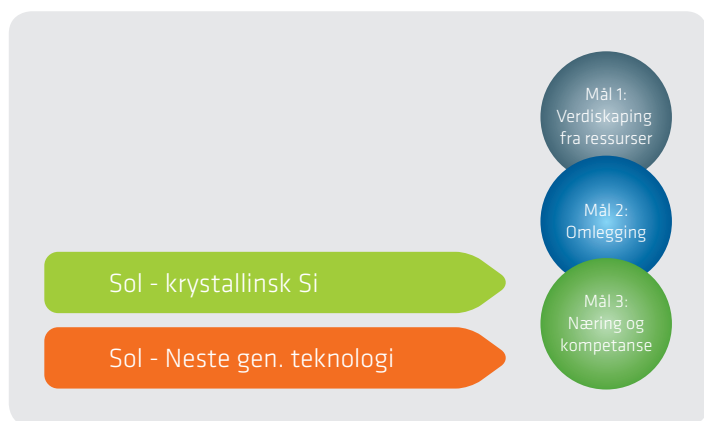


Foto: Elkem Solar/Nicolas Tourenc..



Foto: Scatec.

### 7.2.13 Solelektrisk – næringsutvikling



#### Internasjonal utvikling

Solenergi er en industri i sterk vekst og utvikling. Selv om den fortsatt er drevet av subsidier, har betydelig kostnadsreduksjon nå gjort at solstrøm begynner å bli konkurransedyktig i forhold til andre alternativer i områder med svært gode solforhold og høy etterspørsel på dagtid. Dette inkluderer store energimarkeder som California, Japan, Tyskland og Italia.

Ytterligere kostnadsreduksjon er imidlertid nødvendig for at utviklingen skal fortsette.

I 2008 og 2009 ble det hvert år produsert henholdsvis ca 7 og 13 GW solpaneler. 2010 ble det produsert solceller tilsvarende anslagsvis 27 GW<sup>1</sup>, og veksten fortsetter. Dette er et raskt voksende marked som er i ferd med å få et stort volum. Med den raske veksten er det et marked med muligheter både for de som er på plass og også for nye aktører som vil etablere seg.

#### En ny norsk industrigren

Siden midt på 90-tallet har den norske solindustrien vokst fra ett selskap etablert i 1995 til å bli en betydelig industri i Norge. Vi snakker nå om en solenergiklynge. I perioden 2003 – 2009 har det vært en økning i omsetning på over 2000 %.

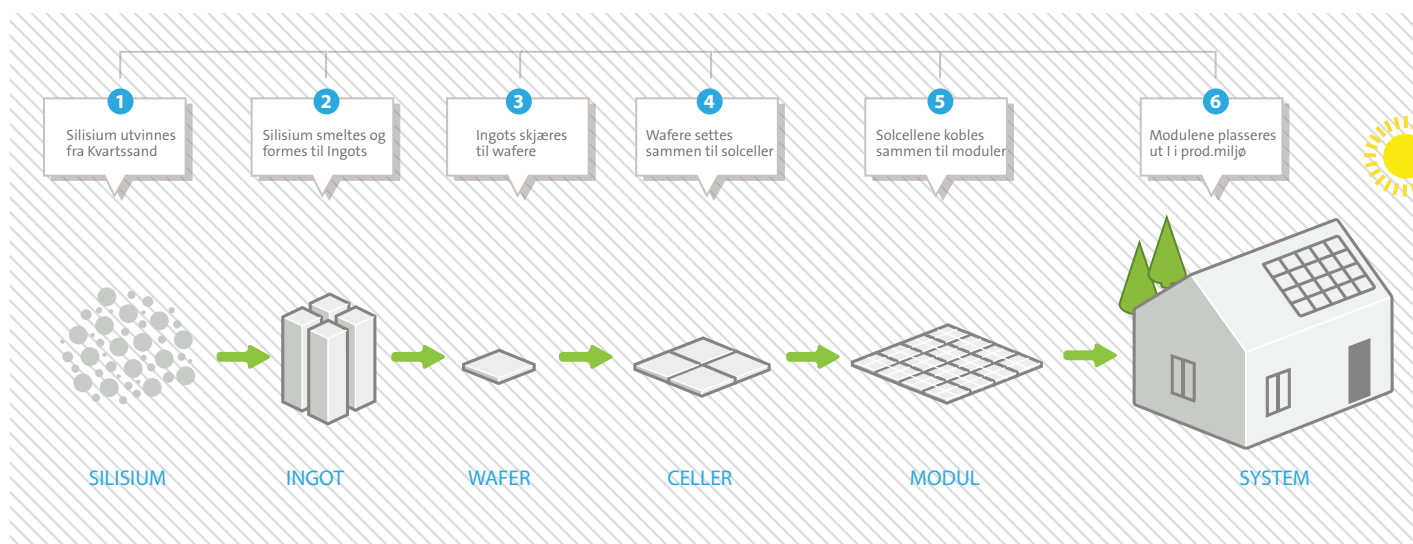
I dag utgjøres den norske solcelleindustrien av mange titalls selskaper og hadde i 2010 omkring 2500 ansatte i Norge og en omsetning på ca 10 mrd. kr. Fra å være en industri forankret i silisium-produksjon utgjøres nå denne industrien av flere typer selskaper langs hele verdikjeden. I tillegg har vi sett en fremvekst av leverandørindustri som leverer teknologi og tjenester inn til deler av verdikjeden. Dette er også nye selskaper som har gode muligheter for å ta posisjoner i det internasjonale markedet, og mange er der allerede.

Solforskningsmiljøet i Norge er stort, med betydelige forskningsmiljøer både i industrien og ved forskningsinstituttene og universitetene. Det har blitt bygget opp høy kompetanse på en

<sup>1</sup> Photon Int'l, 2011



## SOLCELLER VERDIKJEDE



Verdikjede solceller. III: Endre Barstad©2011 www.altkanendres.no

rekke områder langs hele verdikjeden for fremstilling av silisiumbaserte solcellepaneler, fra produksjon av silisium, via modellering og utvikling av karakteriseringsteknikker, til komponentfremstilling.

### Norske komparative fortrinn

Industrien har uttrykt et klart mål om å opprettholde posisjonen som verdensledende leverandør av silisium og wafere ved å bruke den sterke silisiumkompetansen til å optimalisere silisiummaterialer med hensyn på produksjonskostnad og materialkvalitet.

Det må jobbes videre med å redusere kostnadene på solstrøm ved å redusere kostnadene per W for solceller, gjennom å øke virkningsgrader og redusere produksjonskostnader, samt ved å redusere kostnadene forbundet med installasjon. I tillegg er det et mål å legge til rette for langsiktig utvikling av nye materialer og teknologier for framtidens solcellepaneler.

Norske aktører har et sterkt komparativt fortrinn knyttet til fremstilling og foredling av silisium. Industriell modning, økende grad av spesialisering samt sterkere internasjonal konkurranse understøtter en anbefaling om å konsentrere innsatsen omkring den delen av verdikjeden der de norske komparative fortrinnene er størst. Det er viktig å sikre en god kunnskapsutvikling på dette området og gjennom det kunne bidra til å utvikle neste generasjons solceller basert på silisium.

### AMBISJONER

- Opprettholde en posisjon som verdensledende leverandør av solcellesilisium og wafere av krystallinsk silisium
- Sikre kunnskapsgrunnlag for videre utvikling av solcelleklyngen og ny industri basert på neste generasjons løsninger

### STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL

- Øke forståelsen av silisium som solcellemateriale
- Økt materialforskning med fokus på anvendelse inn mot neste generasjon solceller, både silisium og andre materialer

### HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte initiativ fra solcelleprodusenter og leverandørindustri med potensial for verdiskaping på området

## 7.2.14 Utvikling av insentiver og rammer - markedsutvikling



Som et avsluttende temaområde vil Energi21 trekke frem betydningen av ny kunnskap om rammer, insentiver, virkemidler og markedsmekanismer betydning for realisering av industrielle energirelaterte ambisjoner.

**Energiomlegging** fordrer et marked karakterisert ved riktige insentiver og reguleringer for å stimulere til økt produksjon av miljøvennlig energi og redusert energibruk. Dette må innebære stimulering av sentral og distribuert miljøvennlig kraftproduksjon og økt varmeutnyttelse.

Samtidig vil fortsatt utvikling av insentiver og reguleringer som begrenser energibruken og øker energieffektiviteten være viktig. Her er kunnskapsbehovet om virkningen av ulike rammebetingelser og insentiver fortsatt stort, og utgjør et viktig område for fortsatt forskning og utvikling.

**Balanskraft** med basis i norske ressurser vil forde kunnskap for utvikling av et marked for effekt og balansetjenester. Behovet for regulering er til stede, og mulighetene for norske bidrag til realisering er der, men det er foreløpig ikke noe marked som kan klarere dette.

**Realisering** av potensialet for redusert energibruk i bygninger fordrer innsikt i beslutningsmekanismer hos både beboere, byggeiere og entreprenører.

En av forutsetningene for et velfungerende energisystem er tekniske løsninger som muliggjør den funksjonalitet som er ønskelig, men det vil ha liten eller ingen betydning uten markedsmekanismer og reguleringer som får dette til å skje. Innfasing av mer fornybar kraft i det norske og europeiske kraftsystemet fordrer virkemidler og markedsmekanismer som stimulerer en slik utvikling. Innføring av grønne el-sertifikater for fornybar kraftproduksjon er eksempel på et slikt virkemiddel.

Økt innsikt som grunnlag for politikktutforming, markedsdesign og beslutningsgrunnlag er et fundament for å sikre implementering og gjennomføring av de gode løsningene som er eller blir mulig. I rapporten fra innsatsgruppen for Energisystemer, undergruppe Rammer, politikk og marked, er et bredt spekter av disse problemstillingene beskrevet.

**AMBISJONER**

- Samfunnsmessige rammevilkår som stimulerer energiomlegging
- Grunnlag for utvikling av nødvendig energi-infrastruktur

**STRATEGISKE FORSKNINGSTEMAER OG -MÅL – ET UTVALG:**

- Hvilken insentivstruktur og hvilke øvrige mekanismer fører til en samfunnsmessig optimal respons på prissignaler?
- Kunnskap om effekter av stimulert ny kraftproduksjon i et marked med konvensjonell produksjon.
- Hvordan kombinere lik markedstilgang med selgerlands ønske om å la nasjonale konsumenter betale for de mest kostnadseffektive prosjektene? Hvordan ivareta umodne teknologier i et slikt marked?
- Hva er potensialet for fornybart forbruk og samfunnsmessige konsekvenser av konvertering innenfor eksempelvis transportsektoren (elbiler), petroleumsektoren (elektrifisering), og varmesegmentet?

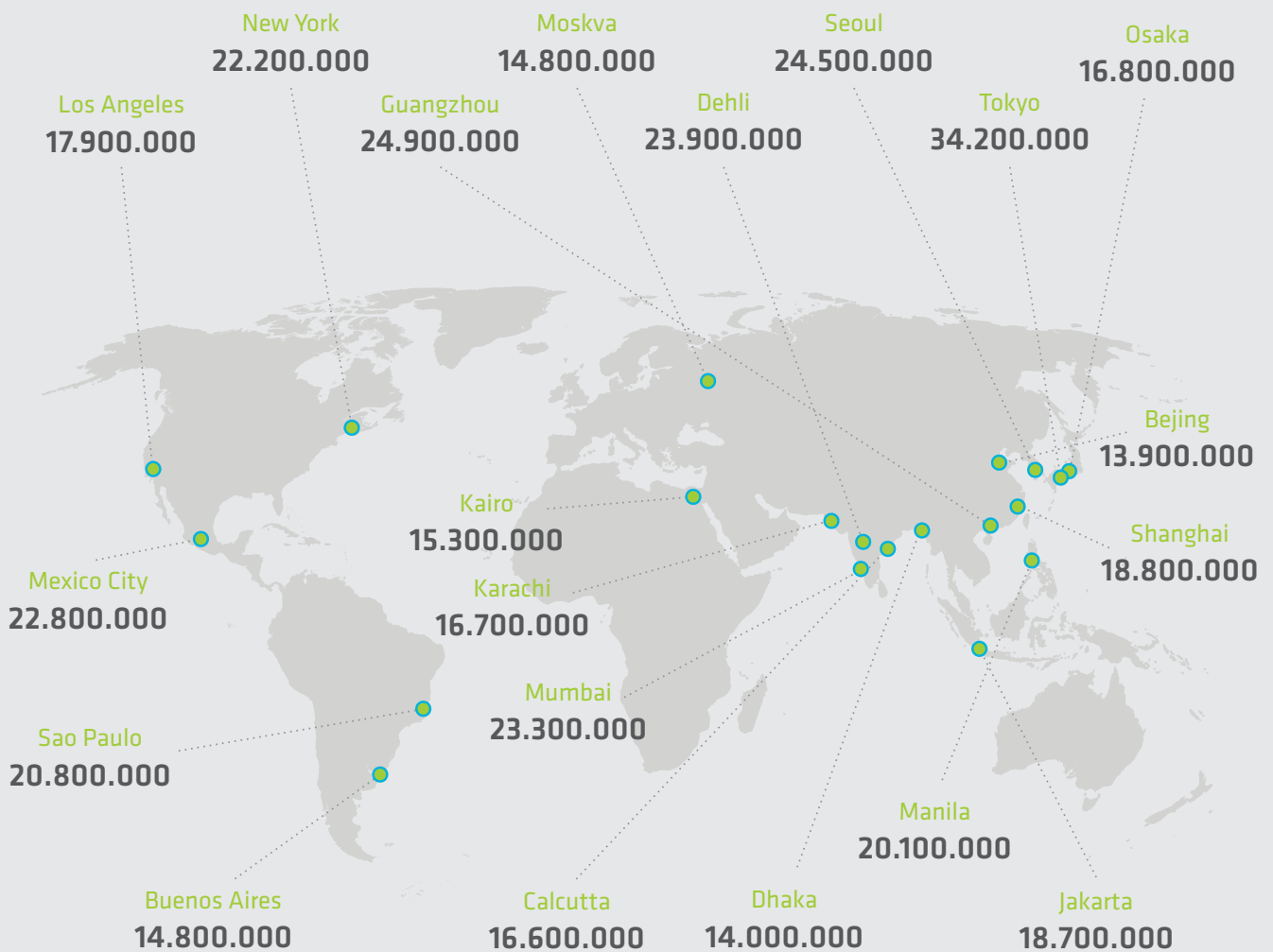
**HANDLINGER FOR IVERKSETTELSE**

- Iverksette KPN- og forskerprosjekter innenfor de strategiske forskningstemaene ovenfor
- Støtte næringslivets og andre brukeres initiativ på området.

# Megabyer

## Megabyer

I 2009 finnes det ca. 20 såkalte megabyer globalt. En megaby defineres ved at det bor minst 10 millioner mennesker i byen og i dens „naturlige utstrekning“. På tross av deres synlighet og dynamikk utgjør megabyene kun 9,4% av jordens befolkning, men dette vil øke til 10,3% innen 2025.



### 7.3 Helhetlig strategisk sammenstilling av teknologi- og temaområder

Energi21s strategiske fundament bygger på anbefalinger gitt av faglige innsatsgrupper, høringsuttalelser samt styrets helhetsvurderinger knyttet opp mot visjonen til Energi21 og tilhørende hovedmålsettinger. Energi21 har gjennom sine strategiske prosesser vektlagt teknologier og innsats som bidrar til realisering av følgende hovedmålsettinger:

1. Økt verdiskaping på grunnlag av nasjonale energiresurser og energiutnyttelse
2. Energiomlegging gjennom utvikling av ny teknologi for å begrense energibruken og produsere mer miljøvennlig energi på en effektiv måte
3. Utvikling av internasjonalt konkurransedyktig kompetanse og næringsliv innenfor energisektoren

Strategiske vurderinger av de ulike teknologi- og temaområdene bygger på industriens ambisjoner, et helhetlig energiperspektiv og i hvilken grad områdene bidrar til hovedmålsettingene. Komparative fortrinn i forhold til naturressurser, næringsliv og kompetanse er vektlagt i vurderingene.

#### Teknologisk modenhet og behov for virkemidler

Et sammensatt system av teknologier og løsninger bidrar til å realisere strategiske ambisjoner og målsetninger. Teknologiene og løsningene har ulike potensial og viser ulik teknologisk og kommersiell modenhet. Virkemiddelbehov varierer i forhold til teknologienes plassering i innovasjonsskjeden. Umodne teknologier krever langsiktig innsats innenfor FoU i motsetning til modne teknologier hvor andre virkemidler enn FoU er nødvendig for realisering av potensial og muligheter.

Samtlige faser av innovasjonsskjeden er viktige, og nødvendige for vellykket kommersialisering av resultater. I de strategiske analysene som er gjennomført, er dette tillagt vekt. Teknologiområder som eksempelvis har relativt stor grad av modenhet kan representere "lavt hengende frukter" med stor betydning for realisering av ambisjonene på energiområdet.

Dette er områder hvor tyngre teknologisk forsknings- og utviklingsinnsats ikke anses å være utløsende faktor, men hvor andre markedsnære virkemidler er nødvendige. Dette kan innebære at disse teknologi- og temaområdene ikke er gitt høyeste prioritet for forskningsinnsats.

#### Helhetlig strategisk sammenstilling

Med utgangspunkt i teknologi-gjennomgangen i kap 8.1 er det i det følgende avsnittet gitt en samlet presentasjon av teknologier og fagområder vurdert i forhold til modenhet, potensial og betydning for realisering av de overordnede målsetningene.

Teknologisk modenhet illustrerer potensial for teknologiforbedring, som i praksis ofte betyr potensial for kostnadsreduksjoner.

Det er etablert et diagram for hver målformulering. Diagrammet har til hensikt å illustrere følgende:

- **Potensial:** Indikere teknologi områdenes potensial (høyt, middels eller lavt) i forhold til det aktuelle målet
- **Teknologisk modenhet /Teknologi-områdets plassering i innovasjonsskjeden** Indikere hvor i utviklingsløpet/ innovasjonsskjeden de ulike teknologiområdene befinner seg i dag.

- **Tidsperspektiv**

Angir når man kan forvente at teknologiområdet representerer en konkurransedyktig næring (oransje eller grønt)

Det er viktig å bemerke at teknologier som allerede er etablert i et marked og er indikert med grønn pil og plassert langt til høyre også vil kunne ha behov for forskning og forbedring for å styrke sin konkurransekraft gjennom å redusere kostnader og forbedre ytelse. Eksempel på dette er for eksempel den eksisterende norske solcelleindustrien eller internasjonal bilindustri. For fortsatt å være i markedet og bidra til verdiskaping må det finne sted en kontinuerlig forbedring som sikres gjennom ny kunnskap, erkjennelse og innovasjon og økt industriell modenhet.

### Mål 1: Økt verdiskaping på grunnlag av nasjonale energiresurser og energiutnyttelse

Utnyttelse av nasjonale energiresurser har vært bærebjelken for norsk verdiskaping i over 100 år. Energiressursene vann, olje og gass har bidratt til at Norge er et av verdens rikeste land. Betydningen av nasjonale naturressurser vil fortsatt dominere verdiskapingen i et langsiktig perspektiv.

I dette perspektivet spiller vannkraften en betydelig rolle. I tillegg er det et potensial for ytterligere vannkraft og store tilgjengelige ressurser knyttet til vindkraft og havenergi. Vannkraften representerer et betydelig verdiskapingspotensial som energi, men med magasinkapasitet også et mulig stort potensial som regulerbar effekt. Videre har vi et potensial knyttet til å utnytte fornybar termisk energi som for

eksempel bioenergi eller spillvarme på en effektiv måte, noe som også vil gjøre mer elektrisk kraft tilgjengelig.

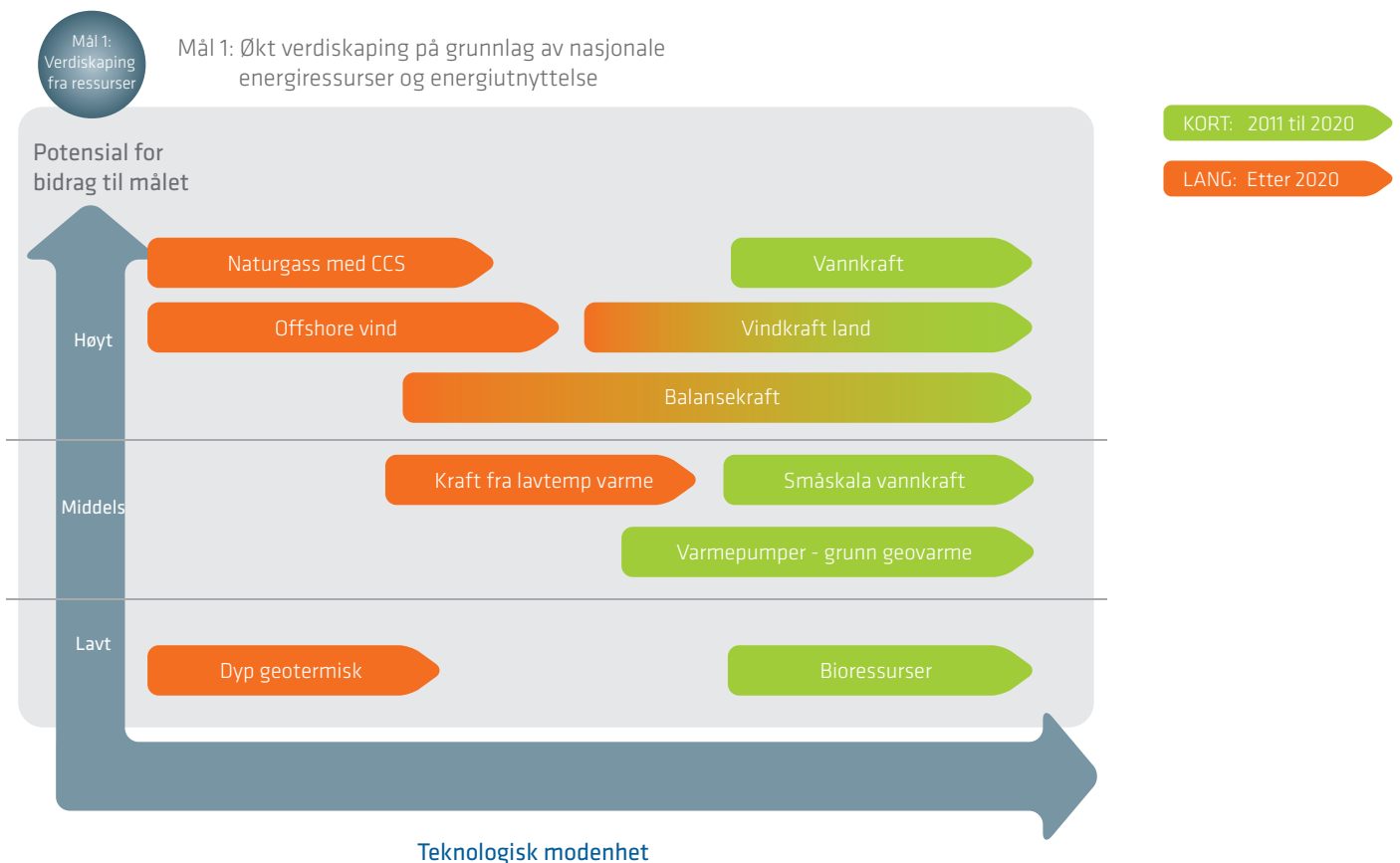
Figuren nedenfor illustrerer hvordan Energi21 vurderer mulig betydning og potensial for verdiskaping basert på norske energiresurser. Figuren illustrerer samtidig en vurdering av modenhet for den aktuelle teknologi samt i hvilken grad det anses at forskning og utvikling vil være kritisk for å realisere dette potensialet.

Utnyttelse av norske energiresurser gjennom eksport av kraft til Europa og salg av systemtjenester som balansekraft står helt sentralt i Energi21s visjon, og vurderes som et område der Norge og norske aktører kan tjene penger. Dette er komplekse energirelaterte problemstillinger hvor både produksjons- og

overførings-(transmisjons)-kapasitet er gjensidig avhengig av hverandre og hvor systemhensyn og krav til reguleringssevne hele tiden vil være viktige parametere.

Den internasjonale energiomleggingen vektlegger reduksjon av klimagassutslipp og samarbeid mellom nasjonene både på ressurs-, system-, og markedssiden. Norges ressurser i denne sammenheng vil være:

1. Klimavennlig kraftproduksjon basert på vann og vind
2. Utvikling og effektiv anvendelse av fornybare termiske energikilder
3. Utvikling og tilrettelegging for bruk av norske energiresurser som balansekraft (systemtjenester).



Figur 7.3: Nasjonale energiresurser. Forventet betydning for verdiskaping indikert vertikalt i 3 hovedgrupper. Plassering horisontalt indikerer modenhet og i hvilken fase de ulike teknologiene befinner seg i i dag.

## Mål 2: Energiomlegging gjennom effektiv energibruk og økt fleksibilitet i energisystemet

Energiomlegging har vært en sentral del av den norske energipolitikken de siste årene. Dette er et fokusområde også internasjonalt, og har høy prioritet som en av løsningene for å møte klimautfordringen. Etableringen av Enova og det mandat de er gitt, er eksempel på politiske grep som er gjort for å stimulere til denne energiomleggingen. Sentrale elementer i energiomleggingen er større bidrag fra distribuert fornybar energi, redusert energibruk, økt energieffektivitet og fleksible oppvarmings- og kjøleløsninger.

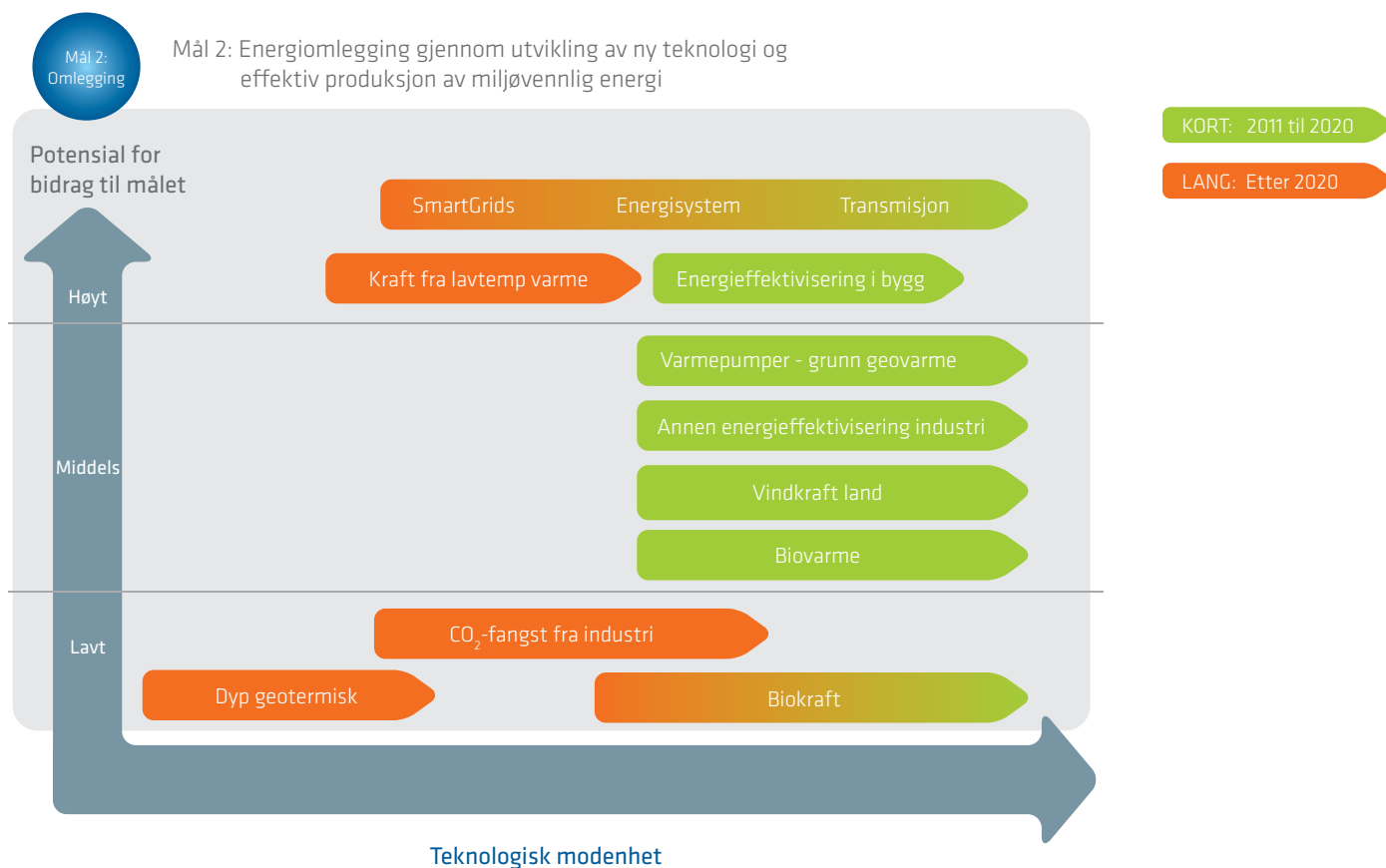
Disse endringene krever delvis nye teknologier og løsninger, delvis ulike andre incentiver av økonomisk eller regulativ karakter. I tillegg krever energiomlegging kunnskapsoverføring til forbrukerne i forhold til nye systemer og verdien av nye løsninger.

Den mest miljøvennlige og bærekraftige løsningen vil nesten alltid være å redusere energibehovet. Endringer i infrastruktur eller bygningsmasse har lang levetid. Bevissthet og kunnskap når det gjelder tiltak som gjennomføres er derfor viktig.

Energieffektivisering i bygningsmassen vil gi store effekter. Teknologi og løsninger for realisering av energieffektiviserende tiltak er derfor viktige og må gis høy prioritet.

Et fleksibelt energisystem er en vesentlig forutsetning for å realisere energiomlegging og utnytte energiressursene optimalt.

Teknologi- og temaområder som er behandlet i Energi21 og deres potensial i forhold til å realisere et mål om energiomlegging er illustrert i figuren nedenfor.



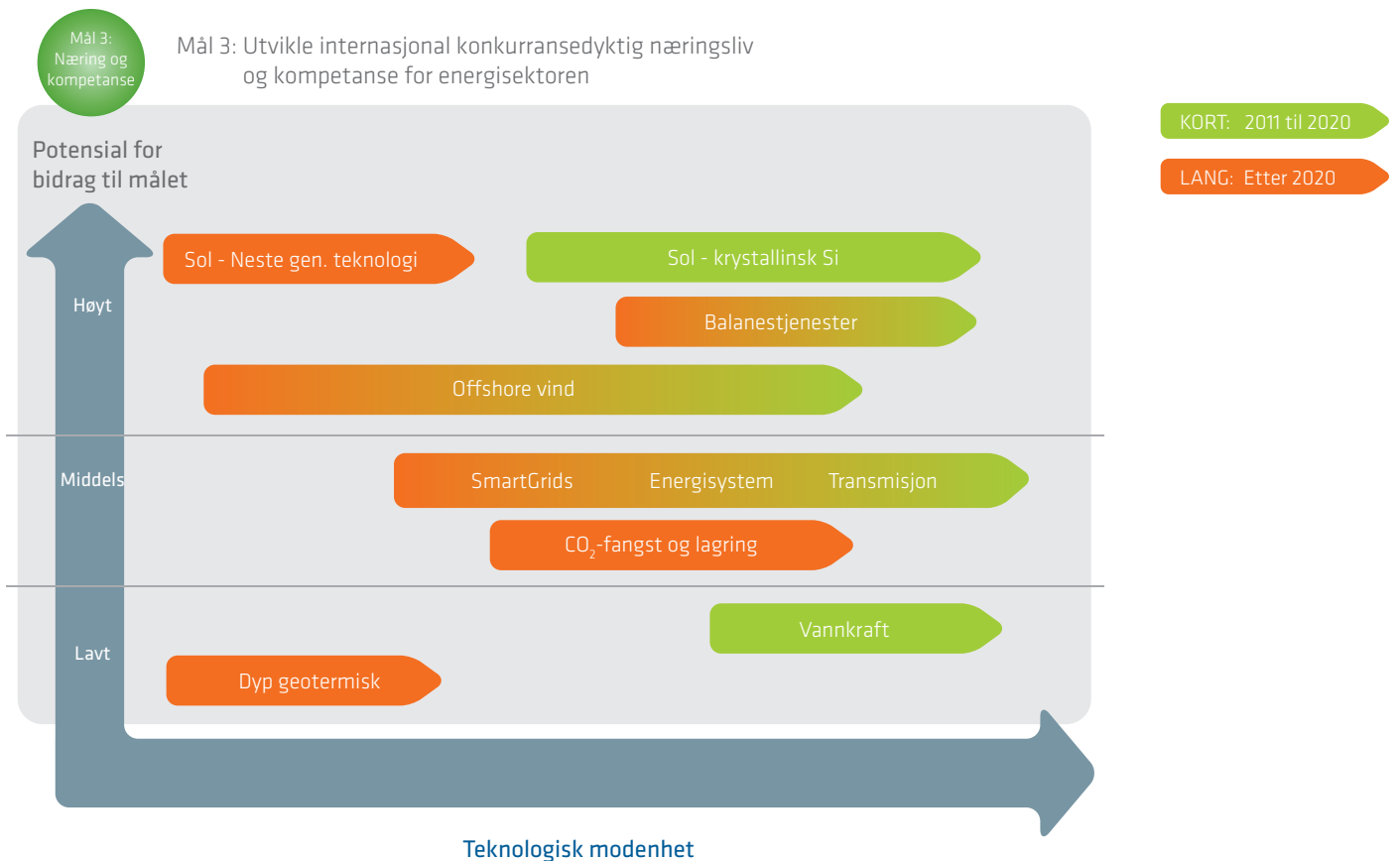
Figur 7.4: Nasjonal energiomlegging. Forventet betydning for energiomlegging indikert vertikalt i 3 hovedgrupper. Plassering horisontalt indikerer modenhet og i hvilken fase de ulike teknologiene befinner seg i i dag.

### Mål 3: Utvikling av internasjonalt konkurransedyktig næringsliv og kompetanse innenfor energisektoren

Sterke internasjonale politiske drivkrefter og energipolitiske målsetninger bidrar til et voksende marked for klimavennlige energiteknologier.

Kompetanseoppbygging med internasjonal tyngde er en vesentlig faktor for å forsterke Norge som energinasjon.

I tillegg er det nå gode muligheter for å etablere et nasjonalt næringsliv med kunnskaps- og teknologiintensive aktører. Vellykket verdiskaping krever posisjonering og anerkjennelse i et voksende og stadig mer tilspisset klimavennlig teknologimarked. Det er viktig å utnytte Norges komparative fortrinn i form av kompetanse, erfaring og naturgitte energiressurser og satse fokusert der vi har best forutsetninger for å lykkes.



Figur 7.5: Utvikling av konkurransedyktig næringsliv og kompetanse. Forventet potensial for å utvikle norsk næringsliv eller konkurransedyktig kompetanse er indikert vertikalt. Plassering horisontalt indikerer modenhet og i hvilken fase de ulike teknologiene befinner seg i i dag.

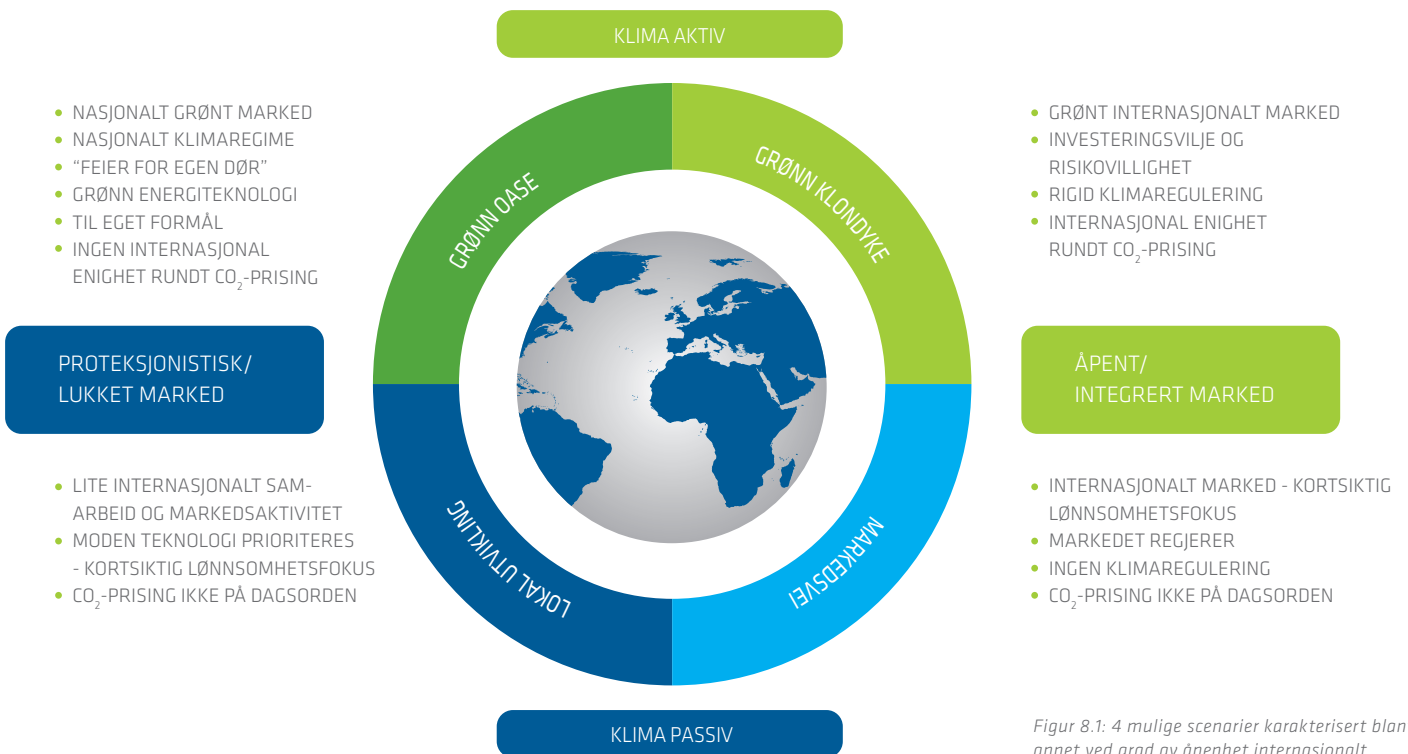


# Energi21 - scenarier - Energimarkedene mot 2030

# 8

Foto: Shutterstock.

En betydelig utfordring i forhold til utvikling av ny energiteknologi og etablering av næring innenfor dette feltet er forventede rammebetingelser. Dette er, sammen med den teknologiske risikoen, kanskje den største usikkerheten og dermed utfordringen for aktørene.



Figur 8.1: 4 mulige scenarier karakterisert blant annet ved grad av åpenhet internasjonalt og grad av aktiv handling for å redusere klimagassutslippene.

Fremtidig usikkerhet for utviklingen av det internasjonale energimarkedet er sterkt knyttet til politiske regimer og reguleringer, incentiver og markedsstimulans. I tillegg kan også enkelthendelser eller gjennombrudd på andre områder påvirke markedsutviklingen, og med det også politikktutforming. Som ett eksempel kan den siste tidens utvikling på området skifergass føre til store endringer i konkurranseforholdene mellom energibærere. Dette kan skje både ved at skifergass i større grad dekker behovet for forsyningssikkerhet og at den politiske viljen til å stimulere markedet for klimavennlig energi dermed

reduseres. Dette vil i så fall kunne påvirke markedsmulighetene for ny energiteknologi. Man kan også se "game changers" på andre områder. Kjernekraftulykken i Japan våren 2011 er også et eksempel på en enkelthendelse man ikke kunne forutsi og som vil kunne påvirke dette markedet og konkurranseforholdet mellom de ulike alternative energiløsningene.

For å strukturere denne usikkerheten har Energi21 i sitt arbeid utviklet mulige scenarier for å adressere robusthet for ulike teknologiområder når de strategiske vurderingene er gjort.

Det er spesielt to grunnleggende spørsmål scenariene er tuftet på:

- Hvordan utvikler energimarkedene seg frem mot 2030?
- Hvilke FoU-D prioriteringer kan bidra til mest mulig verdiskaping for Norge innenfor Energi21s prioriterte sområder?

Myndighetenes og allmennhetens holdning til klimautfordringen, samt vilje og evne til internasjonal utveksling av elkraft, ekspertise og klimavennlige løsninger er avgjørende for hvordan energimarkedene vil utvikle seg fremover. Visjonen til Energi21 har et internasjonalt perspektiv, der Norge

skal utnytte sine komparative fortrinn innenfor klimavennlige energiresurser, - teknologi og kompetanse til verdiskaping gjennom kraftutveksling, utvikling av "grønne" produkter og tjenester, samt etablering av et internasjonalt forsknings- og utdanningsmiljø. Med bakgrunn i dette er følgende diametrale motsetninger valgt som reisverk for scenarioutviklingen:

- Klima-aktiv versus klima-passiv
- Integreert/åpent energimarked versus proteksjonistisk/lukket energimarked

### Grønn oase

Norge er som en grønn markedsoase for klimavennlige løsninger, systemer og teknologi. Myndighetene arbeider aktivt for å nå sine klimamål og følge opp klimaforpliktelser. Det er et rigidt reguleringsregime for å fremme og gjennomføre klimatiltak. Internasjonale klimaavtaler er ikke etablert, og ulike land "feier for sin egen dør". Nasjonale FoU-D aktiviteter innenfor klimavennlig energi har høy prioritet. Internasjonalt forskersamarbeid er utfordrende, da de ulike land hegner om sin egen kunnskapsplattform. Industrien investerer i Norge, og eksporterer til internasjonale markeder hvis det er lønnsomt. Teknologi og kunnskap utvikles for et "hjemmemarked", og myndighetene legger til rette for nasjonal klimaindustri og nasjonalt klimavennlig energisystem. Det er ikke etablert internasjonal enighet om CO<sub>2</sub>-prising, og dette skaper utfordringer knyttet til markedsmuligheter innen karbonfangst og -lagring og annen kostnadsintensiv energiteknologi.

### Grønn Klondyke

Energimarkedet er internasjonalt, med flyt av kompetanse, teknologi og kraft over landegrensene. Det er sterk erkjennelse av global klimautfordring og motivasjon for rask handling med innføring av klimatiltak. Robuste systemer er etablert for å dokumentere effekt av klimatiltak med tilhørende sanksjonsmuligheter. Rammebetingelser og virkemidler som favoriserer teknologiutvikling og verdiskaping innenfor klimavennlige energiteknologier er etablert. Kommersiell barrierer reduseres ved bruk av statlige finansieringsmidler. Myndighetene fører en internasjonal energipolitikk, hvor det vektlegges internasjonalt samarbeid og utnyttelse av ressurser. Industrien preges av investeringsvilje og risikovillighet. Det er et integreert europeisk energisystem med utveksling av kraft og samspill mellom ressursene. Det er stor aktivitet innenfor forskning, utvikling og demonstrasjon av ny teknologi. Myndighetene og industriens klimavennlige langsiktighet bidrar til solide offentlige bidrag og gode finansieringsmuligheter for industriaktørene. Internasjonal enighet om CO<sub>2</sub>-prising fremmer karbonfangst og -lagring og annen kostnadsintensiv klimavennlig energiteknologi.

### Markedsveien

Myndighetene fører en nøytral energipolitikk med liten resultatoppfølging i forhold til klimamål og forpliktelser. Markedet styrer utviklingen av energiteknologiene, og det er ikke innført regulering og virkemidler for å fremme "grønn" verdiskaping. Klima blir vurdert på lik linje med andre rammebetingelser. Egne nasjonale ressurser

utnyttes maksimalt for kommersialisering i et fritt internasjonalt marked. Moden teknologi og løsninger prioriteres, og industrien har liten risikovillighet og investeringsvilje for klimavennlige energiprojekter. Overføringskapasitet til utlandet etableres kun der det er lønnsomt for utjevning av prisforskjeller og sikring av kraftbalansen.

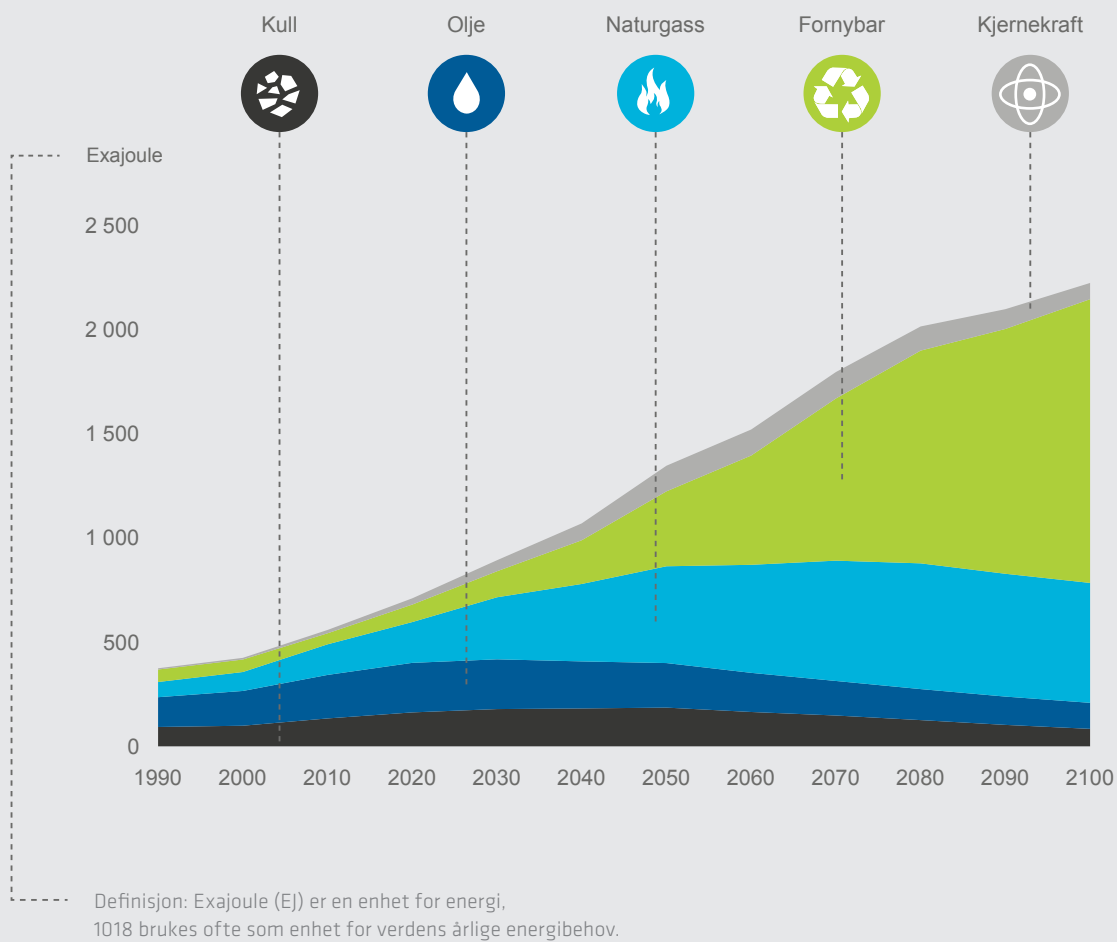
### Lokal utvikling

Klimautfordringen er ikke en reell driver for utviklingen av energi- og forskningspolitikken. Næringspolitikk er viktigere en klimapolitikk, og det er liten bruk av virkemidler for å fremme grønn verdiskaping. Industrien har kortsiktig tiltaks- og lønnsomhetsfokus, og viljen er liten til å ta kostnader for å nå langsiktig klimaeffektive mål. Energimarkedet er markedsstyrt, og investeringsbeslutninger tas når markedet skaper lønnsomhet. Industrien "flagger" ut til land med bedre vekstvilkår for grønne teknologier og tjenester, men liten grad av internasjonal standardisering kan skape barrierer for eksport/import av tjenester.

Forsyningslinjer til andre land i Europa vurderes kun hvis det vil avhjelpe nasjonal forsyningsikkerhet. Det er liten grad av internasjonalt samarbeid innen handel og kunnskapsutvikling. Forskning, utvikling og demonstrasjon av ny klimavennlig teknologi blir ikke tillagt vekt, og det er nøkterne finansielle bidrag fra myndigheter og industri. Manglende internasjonal enighet rundt CO<sub>2</sub>-pris bremser utviklingen av karbonfangst og -lagring og andre kostnadsintensive energiteknologier.

# Verden trenger mer energi

Beregnet fremtidig utnyttelse av de enkelte energikilder



Grafikk: [www.altkanendres.no](http://www.altkanendres.no) © 2011

Kilde: The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), SRES (Special Report on Emission Scenarios, Alt. 1).

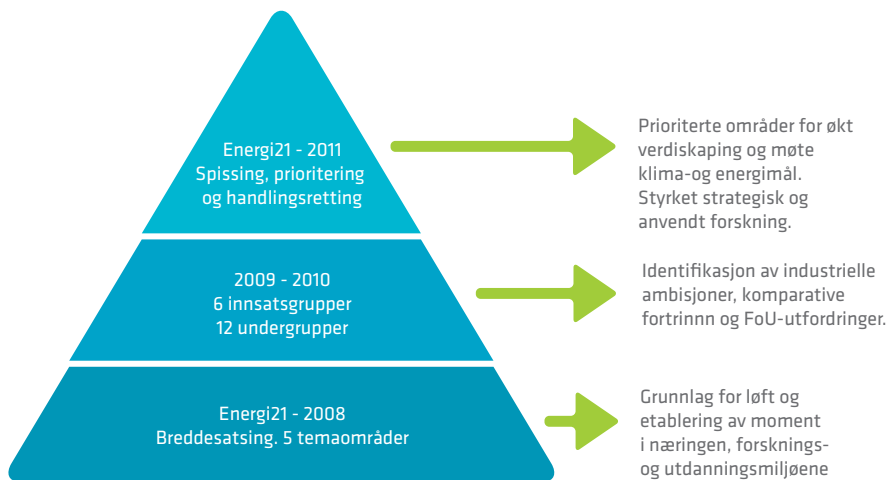


# Energi21 - prioriterte områder for styrket innsats

# 9



Blant de tematiske områdene som Energi21s analyser har omfattet, har styret besluttet å prioritere 6 områder der satsingen bør styrkes.



Figur 9.1: Strategisk prosess i regi av Energi21. Grunnlag for løft, identifikasjon av ambisjoner og fortrinn til tematiske områder for ytterligere styrket innsats.

Det er siden 2008 gjennomført to viktige prosesser for å styrke norsk posisjon på energiområdet. Den ene er myndighetens sterke opptrapping som følge av Klimaforliket og Energi21s anbefalinger.

Den andre er Energi21 sin grundige kartlegging og analyse for ytterligere handlingsretting og prioritering av energiteknologi- og temaområder for styrket innsats. Hele strategiprosessen til Energi21 er er illustrert i Figur 9.1 til venstre.

Kapittel 7 gir en presentasjon og analyse av til sammen 14 tematiske områder basert på innsatsgruppene arbeid og styrets vurderinger. I styrets analyser og grunnlag for prioriteringer er blant annet følgende forhold tillagt vekt:

- De enkelte områdenes forventede betydning for å nå de 3 hovedmålene som ligger i Energi21s mandat.
- Norsk næringsliv og forskningsmiljøers ambisjoner og potensial innen området.
- Norske komparative fortrinn som må være tilstede på minst ett av følgende områder:
  - Spesiell kompetanse i nærings-
  - Sterk kompetansebase i forskningsmiljøene

- Fortrinn i form av naturressurser
- Robusthet i forhold til de scenarier som er utviklet og endringer av sentrale karakteristika ved disse.

Begrunnelsen for prioriteringene er beskrevet i kap 7. Forskningstemaer og tilhørende tiltak som bør iverksettes er også presentert her. I innsatsgruppene rapporter vil man finne ytterligere detaljert informasjon om sentrale forskningsmål og konkrete forskningsutfordringer som industrien og forskningsmiljøene står overfor. I kap 10 presenteres forslag til implementering av de strategiske anbefalingene og forslag til innretning og styrking av virkemidler for å nå de ambisjoner som er satt.



Figur 9.2: Prioriterte satsingsområder fra Energi21

## Energi21 anbefaler styrket innsats innenfor følgende teknologi- og temaområder:



### Sol – styrket næringsutvikling

Den internasjonale veksten på dette området har vært formidabel gjennom 15 år og er forventet å fortsette. Det er gjennom de siste 15 årene utviklet en norsk solenerginæring og en betydelig forskningskompetanse på området. Kompetansen har sine røtter hovedsakelig i materialkunnskap generelt og silisium spesielt. Basert på denne kompetansen er det nå etablert flere norske leverandører av solcellesilisium med ulik grad av integrasjon nedstrøms i verdikjeden. I tillegg ser vi en rask fremvekst av leverandørindustri til denne næringen. Den internasjonale konkurransen er sterk og mange aktører fra lavkostland etablerer seg. Det blir viktig at de norske aktørene fokuserer og styrker sin posisjon på de delene av verdikjeden der de har sine komparative fortrinn, primært tidlig i verdikjeden med basis i materialkompetanse, samt fordelen av å være tidlig på banen. Samvirket mellom de norske aktørene i denne klyngen bidrar til å forsterke mulighetene for å lykkes.

En styrket innsats på solindustri anses robust i forhold til alle de fire scenariene som Energi21 har utviklet. Den største usikkerheten vil være knyttet til radikale endringer i incentivordninger for solenergi internasjonalt eller en reversering av globaliseringen av verdenshandelen.



### Offshore vind – næringsutvikling og ressursutnyttelse

Det internasjonale vindkraftmarkedet har hatt en eksponentiell vekst de siste fem årene, og en tilsvarende vekst er forventet i fremtiden. Med et kartlagt potensial på 18 - 44 TWh ny vindkraftproduksjon på norsk sokkel, store utbyggingsplaner internasjonalt og en offshore og maritim industri i verdensklasse, er både motivasjon og forutsetninger til stede for at Norge og norske aktører kan spille en betydelig rolle i utnyttelsen av denne fornybare energiresursen og utviklingen av en næring.

Norge har komparative fortrinn innenfor det raskt voksende offshore vindkraftmarkedet. Med vår teknologi- og kunnskapsbase fra olje/gass industrien, samt maritim virksomhet, har vi gode forutsetninger til å utvikle verdiskapende leveranser til dette markedet. Mulighetsvinduet har åpnet seg, men norske aktører må være tidlig på banen for å vinne strategiske posisjoner. Det er neppe en forretningsmessig bærekraftig strategi å vente på eventuelle prosjekter på norsk sokkel.

Eventuell høsting av det nasjonale ressurspotensialet vil skje frem i tid. Markedet innenfor offshore vindkraftteknologi vil på kort- og mellomlang sikt omfatte internasjonale sokler. Dette gjelder både for bunnfaste- og flytende løsninger.

En satsing på offshore vindkraft anses robust i forhold til begge scenariene med åpne integrerte markeder, men noe mindre hvis man går mot et mindre integrert og mindre åpent marked. Med redusert fokus på klimautfordringer vil insentivene for offshore vindkraft reduseres og markedet svekkes. Det ligger en viss usikkerhet knyttet til grad av teknisk og regulatorisk systemintegrasjon av kraftmarkedene. Denne usikkerheten vil gjelde alle satsninger innenfor el-området.



### Økt ressursutnyttelse gjennom balansekraft

Norge har et betydelig potensial som produsent og leverandør av balansetjenester for å kunne øke utnyttelsen av intermitterende (tilfeldig varierende) fornybar kraft, både i Norge og ikke minst i Europa.

Ambisjonene kan legges på flere nivåer der oppskalering av eksisterende anlegg, inkludert turbinkapasitet og bruk av pumpekraft, er noen av variablene. I dette ligger det et stort mulig potensial for økt verdiskaping, samtidig som det kan gi et viktig bidrag til utfordringene med å øke fornybarandelen i Europa. Utfordringene har mange fasetter, og relateres til kraftsystemets transmisjonskapasitet og dynamiske egenskaper, utvikling av et marked som verdsetter balansetjenester og miljø- og systemeffekter ved mer dynamisk kjøring av norske vannkraftverk. Norske energiselskaper og forskningsmiljøer er allerede i en god posisjon til å utvikle den kompetanse og de løsninger som skal til for å realisere dette potensialet. Ressursutnyttelse gjennom balansekraft krever forskningsaktiviteter innenfor ulike fagretninger og internasjonalt samarbeid. Realiseringen av et slikt marked med tilhørende infrastruktur vil også åpne muligheter for energi-intensiv norsk industri med fleksibilitet i forbruket.

Satsingen på balansekraft vil vise størst robusthet i de to scenariene med åpenhet, og avhenger av et tett integrert europeisk samarbeid med overføringskapasitet, vilje til markedsutvikling av balansetjenester og integrasjon av disse. Her vil det foreligge en politisk usikkerhet, både knyttet til europeisk og norsk politikk der grad av proteksjonisme og vilje til systemintegrasjon er avgjørende.



### Verdiskaping og verdisikring gjennom karbonfangst, -transport og lagring (CCS)

Karbonfangst og -lagring er en nøkkeltknologi for å nå klimautfordringene. IEA anslår at karbonfangst og -lagring vil spille en betydelig rolle for å nå



utslippsreduksjonene. I sitt ETP BlueMap Scenario anslår IEA at kraftproduksjon med karbonfangst og -lagring skal stå for 11000 TWh i 2050. Norge er godt posisjonert for å bidra inn i dette med teknologi, løsninger og også lagringskapasitet for CO<sub>2</sub>. Med den innsatsen som er lagt ned på området allerede har Norge og norske aktører en "early mover advantage" som det er riktig å følge opp. Norsk leverandørindustri vil kunne dra nytte av dette ved utvikling av kostnadseffektive løsninger først og fremst for rensing av kullkraft internasjonalt, rensing av gasskraft og industriens behov for CO<sub>2</sub>-fangst lenger fram i tid. I tillegg til komparative fortrinn i kraft av lagringsmuligheter og sterk kompetanse i forskningsmiljøene, sitter også Norge på betydelig gassreserver. Dette er naturgass hvis verdi vil kunne bli påvirket av fremtidige CO<sub>2</sub>-avgiftsregimer.

Med muligheter for gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering vil dette risikobildet endres betydelig. Innsats på forskning og utvikling for å muliggjøre karbonfangst og -lagring er dermed av stor betydning for å sikre nasjonens fremtidige verdiskaping basert på vår naturgass. Utvikling av teknologi for gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering representerer med det en potensiell nasjonal verdiskaping. Gasskraft kan videre få en viktig rolle for å balansere stort innslag av fornybar energi i Europa, og vil kunne erstatte kullkraft. Løsninger for karbonfangst- og lagring er et område der Norge og norske aktører kan forventes å spille en betydelig rolle i det internasjonale samarbeidet på klimaområdet.

Karbonfangst og -lagring vil ha størst robusthet i de klimaaktive scenariene. Satsingen avhenger av en internasjonal enighet om CO<sub>2</sub>-prising og fortsatt innsats på dekarbonisering av fossile energibærere som en viktig del av landenes arbeid for reduksjon av klimagassutslipp. En reversering av et slikt fokus vil representere et svekket marked for denne teknologien.



### Fleksible energisystemer - SmartGrids

En forutsetning for realisering av mulighetene som er beskrevet i denne strategien er et fleksibelt og effektivt energisystem. Dagens nettdesign og systemløsninger må utvikles videre for å møte fremtidens krav, både i forhold til tekniske løsninger og funksjonalitet. Følgende elementer gir sterke føringer for design av fremtidens klimavennlige energisystem:

- Økt integrasjon av ny fornybar kraft og fremtidens energiteknologi
- Nye driftsmønstre ved norske vannkraftanlegg som følge av økt bruk av balansetjenester nasjonalt og internasjonalt
- Subsea transmisjonsnett for tilknytning til Europa,

høsting av offshore vindkraft og elektrifisering av olje- og gassvirksomheten

- Sikre tilfredsstillende drifts- og leveringssikkerhet i et felles kraftsystem der kompleksiteten er sterkt økende
- Energiomlegging og økt grad av parallelle infrastrukturer basert på varme og elektrisitet
- Økt grad av sluttbrukerfleksibilitet

God forskning og utvikling på dette feltet er avgjørende for å nå de mål som er satt. I tillegg vil utvikling av kunnskap og gode løsninger på dette området representere tjenester og produkter med egenverdi i et internasjonalt marked som etterspør det samme. Innsats rettet mot utvikling av Fleksible energisystemer - SmartGrids, er nødvendig i alle de 4 scenariene som er utviklet. Graden av internasjonal integrasjon vil påvirke problemstillingene som vil måtte løses, men alle scenariene har i seg store systemutfordringer som ikke kan løses med dagens kunnskap og teknologi.



### Energiutnyttelse - konvertering av lavtemperaturvarme til el

IEA peker på energieffektiv bruk av energi som en av de viktigste løsninger for å møte klimautfordringen.

Økt energieffektivitet både i industri, næringsbygg og boliger står derfor høyt på den energipolitiske agendaen, og ligger i bunn som en viktig del av arbeidet med den nasjonale energiomleggingen. Som et viktig element i dette arbeidet stimuleres det til økt bruk av lavtemperatur-varme til oppvarming der det er mulig.

Et viktig energieffektivt tiltak i industrien er utnyttelse av spillvarme fra prosessindustrien. Det er utfordrende å utnytte varmeressursen optimalt i Norge, med bakgrunn i lite utbredt infrastruktur. Det er derfor rettet et spesielt fokus mot også å kunne utvikle løsninger for konvertering av lavtemperatur-varme til elektrisitet. Spillvarmeutnyttelse og konvertering av lavtemperatur-varme til elektrisitet representerer et komplekst fagfelt med mange uløste problemstillinger. Teknologiområdet er også relevant innenfor geovarme og solvarme. Utvikling av teknologiske løsninger for utnyttelse av spillvarme og konvertering til elektrisitet representerer et svært viktig bidrag i den norske energiomleggingen.

Fokus på økt energiutnyttelse gjennom økt bruk av spillvarme er robust i forhold til alle de scenariene som er utviklet. Dette vil være løsninger som vil finne sin nytte, der den største usikkerheten vil være grad av lønnsomhet som følge av energipriser.

# Implementering av strategiske anbefalinger

# 10



Foto: Shutterstock

Implementering av Energi21s strategiske anbefalinger krever personellressurser samt finansiell- og kunnskapsbasert kapital. Lojalitet mot langsiktige mål og effektive kortsiktige handlinger er nøkkelementer for vellykket implementering. Behov for virkemidler avhenger av teknologienes -og markedets modenhet og type aktør som er teknologiutvikler.

### 10.1 Koordinering og samarbeid

Fremtidens verdiskaping innenfor energiområdet bygger på flerfaglige innovasjoner og samarbeid mellom sektorer. En vellykket implementering krever samarbeid og koordinering mellom myndighetene, virkemiddelapparatet, forsknings- og utdanningsmiljøene og ikke minst næringslivet som i de fleste tilfeller skal realisere de nye løsningene

#### 10.1.1 Sikre rekruttering og langsiktig kompetanseutvikling

Teknologi- og markedsutviklingen går raskt, og det krever kunnskap og kapital for å vinne markedsposisjoner.

For å møte morgendagens utfordringer må bedriftene være i front, og ha kompetente medarbeidere. Industrien selv er ansvarlig for langsiktig kompetansebygging og rekruttering til egen virksomhet. Innenfor visse bransjer er rekruttering

en reell barriere, og det er kamp om de "gode hodene". For å sikre at riktig kompetanseressurser utdannes er det viktig med et samspill mellom næringslivet og forsknings- og utdanningsmiljøene. Næringslivets tilstedeværelse bidrar til et solid fundament gjennom integrasjon av praktisk og teoretisk kunnskap. I tillegg vil dette bidra til fremtids- og markedsrettet kompetanse.

### Energi21 anbefaler følgende tiltak for å styrke samspill mellom aktørene og sikre langsiktig kompetanseutvikling:

**Sterkere koordinering og samspill mellom tilgrensende sektoransvarlige myndigheter**  
Gjensidige påvirkninger og synergieffekter realiseres gjennom strategisk tilnærming og handling. Harmonisert utvikling av kunnskap, løsninger og rammebetingelser

**Tett samarbeid mellom næringsliv og utdanningsmiljøer**  
Utdanne og rekruttere ressurspersoner med spesialist- og fagkunnskap for sikring av Norges energiresurser og systemer.

**Tett samarbeid mellom forskningsmiljøene og industrien**  
Etablere en kunnskapsplattform som gjenspeiler næringslivets- og samfunnets fremtidige behov, og som bidrar til fremtidig verdiskaping.

**Tett samarbeid mellom næringslivet og myndighetene**  
FoU-D virkemidler og prosjekter som bidrar til fremtidig verdiskaping, og kommersialisering av forskningsresultater.

**Deltakelse på den internasjonale kunnskapsarena**  
Internasjonalt forskningssamarbeid bidrar til konkurransedyktig kunnskapsgrunnlag og næringsliv.

#### 10.1.2 Næringslivets involvering – forutsetning for vellykket satsing

Industrielle initiativ og involvering i FoU-D prosjekter er avgjørende for implementering av strategiens anbefalinger. Samtlige faser i innovasjonsskjeden krever tilstedeværelse av næringslivet for kommersialisering av resultater og ønsket verdiskaping. Offentlig støtte bidrar til å redusere risiko og øke gjennomføringsevnen til utførende aktører, men næringslivet selv må stå for

ideer og tematikk og den største andelen av finansieringen. Industriens bidrag er også avgjørende i forhold til målretting og en effektiv struktur på FoU-D aktiviteter.

#### Innovasjonsevne og vilje til forskningsrelatert virksomhet

Innovasjonsevne og vilje til forskningsrelatert virksomhet hos næringslivsaktørene er en forutsetning for vellykket satsing, og differensierer mellom næringslivsaktørenes

teknologi- og markedsområder. I tillegg til kortsiktig lønnsomhetsfokus er tradisjon og bedriftskultur med på å forme de kommersielle aktørenes holdning til fremtidsrettet teknologi- og virksomhetsutvikling. Innovasjonsevnen påvirkes av flere faktorer som finansielle ressurser, regulatoriske forordninger og andre rammebetingelser som påvirker driften. Energi21s anbefalinger krever innovasjoner innenfor teknologiske-

og systemtekniske fag. Dette fordrer langsiktig strategisk fokus hos næringslivsaktørene og tilretteleggelse for innovasjonsarenaer og aktiv klyngeutvikling.

#### **Energi21 anbefaler følgende for å fremme industriens involvering og innovasjonsevne:**

**Regulatoriske virkemidler som belønner forskningsinnsats hos næringslivsaktørene**

Rammebetingelser som bidrar til å styrke selskapenes innovasjonsevne og konkurransedyktighet.

**Bygge innovasjonsarenaer**

Utvikle og ta aktivt eierskap i felles innovasjonsarenaer, som FMEer og lignende, og infrastruktur av felles nytte.

**Kunnskapsdeling og nettverksbygging**

Samarbeide gjennom felles prosjekter både på forskning, utvikling og demonstrasjon for økt kunnskapsdeling og kunnskapsforedling.

**Sterke internasjonale konkurransedyktige forskningsmiljøer med høy kvalitet**

Tilgang til internasjonale konkurransedyktige forskningsmiljøer er en sentral forutsetning for at internasjonale aktører velger å utføre FoU-D aktiviteter i Norge.

**Økt involvering fra små virksomheter i forskning, utvikling og testanlegg**

Etablere rammebetingelser som bidrar til reduksjon av barrierer for mindre gründerbaserte virksomheter for å delta i forskningsaktiviteter og testanlegg for teknologiverifisering.

#### **10.2 Helhetlig og harmonisert virkemiddelstruktur**

En gjennomgående felles forankring i virkemiddelstrukturen i forhold til hva som skal oppnås er viktig. Forståelse hos næringslivsaktørene for virkemidlenes funksjon og virkemåte bidrar til riktig utnyttelse av offentlige ressurser, gjennomføringsevne og tilfang av gode prosjektideer. Klimaforlikets ambisjoner og anbefalte satsingsområder i Energi21-strategien bør være et felles strategisk grunnlag for virkemiddelapparatets virksomhetsområder.

#### **Energi21 anbefaler gjennomføring av følgende for å oppnå en mer helhetlig og harmonisert virkemiddelstruktur:**

**Felles strategisk grunnlag for virkemiddelaktørene – Koordinerte formål og virkemidler**

Klimaforliket og Energi21 strategien representerer en felles strategisk plattform.

**Strategisk forum for toppledelsen i virkemiddelapparatet**

Det bør avholdes to møter i året hvor ledelsen i virkemiddelapparatet harmoniserer strategisk grunnlag for utlysning og tildeling av prosjektmidler. I tillegg bør en øke utveksling av informasjon knyttet til trender, søkertilfang og løsninger for fremme interesse innenfor mangelfulle kunnskapsområder.

**Differensierte virkemidler i forhold til type teknologiutviklere og plassering i innovasjonskjeden**

Virkemidlene bør dekke alle typer teknologiutviklere – fra mindre gründerbaserte virksomheter til større mer kapitalintensive bedrifter.

**Felles møteplass for virkemiddelaktører og prosjektutviklere**

Samarbeid mellom Norges Forskningsråd, Innovasjon Norge, Enova, og Gassnova: Møteplass for prosjekt- og teknologiutviklerne med hensikt om å etablere forståelse for virkemidlenes formål, oppbygning, funksjon og bruk. I tillegg må det fremmes god dialog mellom virkemiddelaktørene og brukerne.

### 10.3 Incentivstruktur for realisering av målsetninger

Hver fase i innovasjonskjeden er viktig for å bringe frem, realisere og kommersialisere forskningsresultater. Virkemiddelstrukturen må være sammenhengende og dynamisk i forhold til innovasjonskjedens utfordringer og behov.

De virkemiddelaktørene som har størst innflytelse på realisering av Energi21s ambisjoner og mål er Forskningsrådet, Innovasjon Norge, Enova og Gassnova. I tillegg har andre offentlige aktører også stor innflytelse, eksempelvis gjennom reguleringer, krav og forskrifter.

Det er viktig å unngå situasjoner der en teknologi som prioriteres tidlig i innovasjonskjeden stoppes når den nærmer seg realisering fordi formålet med de ulike virkemidlene ikke harmonerer eller de tematiske prioriteringene er annerledes. I dag fremstår det som en utfordring å sikre tilstrekkelig offentlig støtte til prosjekter på energiområdet som er nådd pilot- og testfasen. En stor andel av teknologi- og temaområder innenfor Energi21 har behov for test- og demonstrasjonsanlegg som et nødvendig virkemiddel for realisering av industriens ambisjoner og målsetninger.

Kostnader for slike anlegg og prosjekter er vesentlig høyere enn kostnader til FoU, men er nødvendige for å vise teknologiens effektivitet for å motivere videre implementering. Det er et behov for å tette "gapet" mellom forskning og utvikling på den ene siden og virkemidler for markedsintroduksjon på den andre siden. Med de programmer og virkemidler Forskningsrådet, Enova, Innovasjon Norge og Gassnova nå har i sin portefølje synes det som at hele innovasjonskjeden er dekket.

Det er imidlertid ikke nødvendigvis tilstrekkelig at virkemidlene dekker hele kjeden. Det er også avgjørende at formålene med virkemidlene er sammenfallende. Dagens virkemidler, f.eks; Forskningsprogrammet RENERGI og FME-sentrene, er igangsatt med en todelt målsetting: 1) energiforsyning og energiomlegging<sup>1</sup> på den ene siden og 2) næringsutvikling innen energifeltet på den andre siden. Miljøteknologiprogrammet til Innovasjon Norge har et klart fokus på næringsutvikling. Dette innebærer at prosjekter hvor behovet er å utvikle

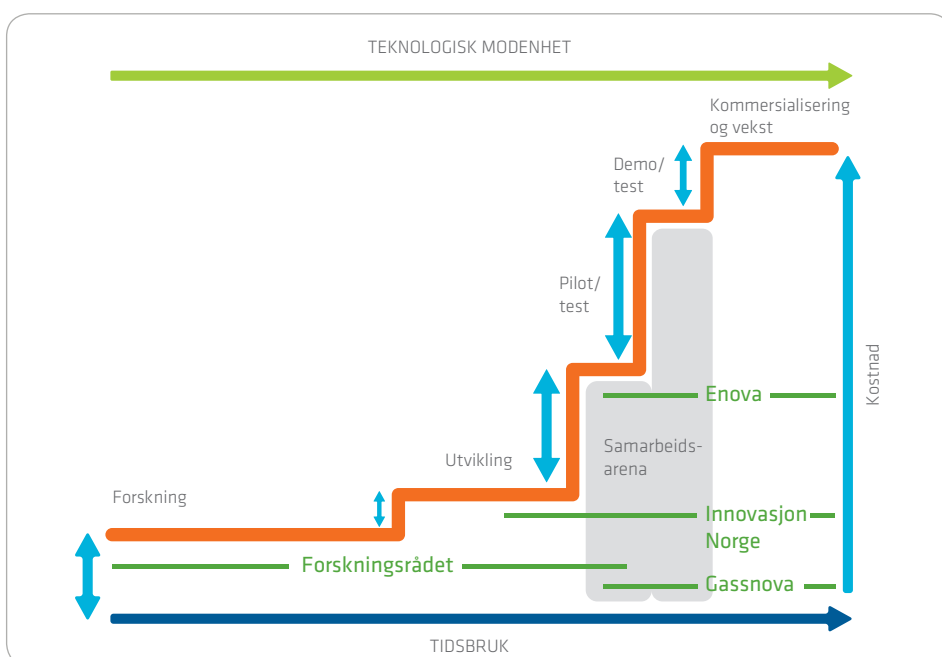
<sup>1</sup> Energiforsyning og energiomlegging – Dette reflekter OEDs ansvar for å utvikle og sikre kunnskap og løsninger som sikrer god forvaltning av det norske energisystemet og energiressursene.

og realisere løsninger for å forbedre det norske energisystemet vanskeligere kan realiseres i de tilfellene det ikke er et klart element av næringsutvikling involvert. Dette rammer for eksempel prosjekter knyttet til energisystemutvikling, viktige miljøprosjekter eller prosjekter der verdiskapingen kan være indirekte uten at den tilfaller en bestemt utførende aktør.

Den andre avgjørende faktoren er at det er tilstrekkelig med ressurser. Når teknologier nærmer seg fasen for pilot, test og demonstrasjon, øker kostnadene betraktelig. Det må derfor være tilstrekkelig med kapital til å finansiere slike løft, både gjennom de offentlige virkemidlene og hos næringsaktørene.

Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge har nylig tatt et initiativ for å synliggjøre og samordne de respektive organisasjonenes virkemidler rettet mot test og demonstrasjon. Dette er et viktig initiativ som det bør arbeides videre med for å sikre effektiv utnyttelse av offentlige midler og tydeliggjøring av hvordan de ulike virkemidlene spiller sammen.

Det vil være viktig at teknologier i størst mulig grad utvikles gjennom FoU-fasen før det investeres i test- og demoanlegg. Etter en lengre fase med forskning og utvikling stiger kostnadene, og i denne fasen er det avgjørende at alle aktører i det offentlige apparatet og næringsaktørene har en tettere dialog enn det som har vært tidligere, der man i enda større grad søker å harmonisere formålene. Det er uheldig at prosjekter som innvilges offentlig støtte i en tidlig fase senere i utviklingsløpet stoppes fordi det ikke "passer inn" tematisk når det ellers innfrir alle kriterier for offentlig risikoavlastning.



Figur 10.1

Det må være sammenheng og kontinuitet mellom aktører som skal bistå næringslivet med realisering av ny verdiskaping og de formålene virkemidlene er satt opp for.

**Energi21 anbefaler følgende tiltak for etablering av en komplett insentivstruktur for energiområdet:****Støtte til test- og demonstrasjonsanlegg – Finansieringsordning og regulatorisk tilretteleggelse**

En målrettet innsats på klimavennlig energiteknologi har bidratt til at norske næringsaktører i samarbeid med forskningsmiljøer har utviklet gode løsninger med et stort potensial for implementering nasjonalt eller internasjonalt. Denne suksessen innebærer økt behov for støtte til test- og demoanlegg for verifisering og testing av teknologiske løsninger og systemer i stor skala. Energi21 anbefaler støtte til test- og demonstrasjonsanlegg innenfor følgende teknologi- og temaområder:

Tett samarbeid mellom Industri og utdanningsmiljøer. Utdanne og rekruttere ressurspersoner med spesialist- og fagkunnskap for sikring av Norges energiresurser og systemer.

- Offshore vindkraft
- Vannkraft - pumpekraft
- Fremtidens transmisjon- og distribusjonsnett – fleksible nett

**Vekst på forsknings- og utviklingsprosjekter innenfor Energi21s prioriterte områder**

Det er gått 3 år siden den forrige strategien ble presentert. Det er gjort et godt arbeid i forskningsmiljøene og i industrien, og myndighetene har med sitt løft i finansiering tatt sin del av ansvaret i dette brede samarbeidet. Det er nå etablert en tyngde, fremdrift og et engasjement i næringen som danner et svært godt fundament for å kunne løfte disse helt sentrale områdene videre og realisere de verdiskapingspotensialer som er identifisert.

Satsingen som er etablert med Energi21s første strategidokument skal nå videreføres, og i denne nye strategien er de prioriterte satsingsområdene ytterligere utviklet og handlingsrettet. Drivkreftene i form av klimaforpliktelsene og forsyningsikkerhet er blitt enda tydeligere i denne perioden – de områdene hvor norske aktører kan spille en rolle internasjonalt trer klarere frem. Disse er lagt til grunn i denne strategien, og må følges opp med en fortsatt stabil og god forskningsfinansiering.

Energi21 anbefaler en styrking av forsknings- og utviklingsprosjekter innenfor følgende strategiske teknologi- og temaområder:

- **Offshore vindkraft**
  - Optimale fundamentdesign for ulike bunnforhold
  - Forbedret installasjon og fundamentering av turbiner offshore
  - Kostnadseffektivt system for drift og vedlikehold
  - Utvikle metoder og systematikk for tilstandsbasert vedlikehold
- **Fremtidens fleksible energisystem**
  - Transmisjons- og distribusjonsnett: Primær- og sekundærteknologi, elektrotekniske komponenter og systemløsninger
  - SmartGrid-teknologier og overgangsstrategier
  - Infrastrukturløsninger

Tabellen fortsetter på neste side >



- **Fremtidens fleksible energisystem**

- Transmisjons- og distribusjonsnett: Primær- og sekundærteknologi, elektrotekniske komponenter og systemløsninger
- SmartGrid-teknologier og overgangsstrategier
- Infrastrukturløsninger

- **Energieffektivisering i industrien**

- Konvertering av lavtemperaturvarme til elektrisitet

- **Karbonfangst, -transport og -lagring**

- Teknologi for sikker og kostnadseffektiv lagring og overvåkning av CO<sub>2</sub>
- Kostnadsreducerende teknologier for CO<sub>2</sub>-fangst fra kraftproduksjon og prosessindustri
- Metoder og tjenestekonsepser rettet mot å vurdere lagring av CO<sub>2</sub>

- **Solkraft (Solelektrisk)**

- Silisium som solcellemateriale
- Neste generasjon solceller, både silisium og andre materialer.

- **Insentiver og markedsutvikling**

#### Etablering av et FME

På området Fremtidens fleksible energisystem er det behov for en målrettet innsats med fokus på fleksibilitet og tilretteleggelse for balansekraft. Dette er en egnet ramme for et senter. Det er i dag en betydelig KPN-portefølje på energisystemområdet i Forskningsrådet, og en naturlig tilnærming kan være å ta utgangspunkt i deler av denne som grunnlag for en sentersatsing. I tillegg må det suppleres med aktiviteter knyttet til de teknologiske og regulerings tekniske utfordringene realisering av balansekraft vil innebære. Det vil i en slik sammenheng også være naturlig å se på en tett integrasjon med de nyetablerte samfunnsvitenskapelige FME-senterne, bla for å se på de markedsmessige utfordringene ved økt utnyttelse av norsk vannkraft som balansekraft.

#### Markedsbaserte virkemidler

Gjennom strategidokumentet er det presentert et mangfold av teknologier og løsninger som allerede nå har en tilstrekkelig teknologisk modenhet for å kunne bidra til måloppnåelse og realisering av mål om økt utnyttelse av nasjonale energiresurser, energiomlegging og økt verdiskaping. En fortsatt utvikling av markedsbaserte virkemidler for å realisere disse potensialene er viktig. Innføring av el- sertifikater er et slikt eksempel.

#### Forskningsinfrastruktur

Midler til forskningsinfrastrukturmidler for å støtte laboratorier, testutstyr og testanlegg er av stor betydning. Disse midlene anrettes mot forskningsmiljøene med et kriterium om at de skal være tilgjengelige for norske aktører, mao ikke eksklusiv rett hos en industripartner.

## 10.4 Finansiering

Finansieringsbehov varierer med teknologiens plassering langs innovasjonsskjeden. Kapitalbehovet øker med teknologiens nærhet til markedsintroduksjon og kommersialisering.

### 10.4.1 Finansieringsbildet i dag

Dagens virkemiddelapparat er i ulik grad utviklet for å støtte teknologiutvikling frem til markedsintroduksjon. Gjennom Renergi, Climit og støtte til FME 'er stilles det i 2011 til rådighet i størrelsesorden 600 millioner til forskning og utvikling.

Enova har et budsjett på 400 millioner i 2011 til demonstrasjonsprosjekter, der 250

millioner er rettet mot offshore vind og annen marin fornybar kraftproduksjon. Innenfor noen av satsingene under Energi21 er markeds "pull" tilstrekkelig til at industrien har incentiver for å engasjere seg tungt innen oppskalering, pilotering demonstrasjon (f.eks vannkraft, landbasert vindkraft, solceller). Innen noen områder er det etablert støtteordninger for pilotanlegg og demonstrasjon ut fra en erkjennelse om manglende incentiver for at industrien satser alene, slik som innen gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering og offshore vind, bølge- og tidevannskraft der henholdsvis GASSNOVA og Enova har etablert støtteordninger.

### 10.4.2 Finansieringsbehov fremover

For å realisere de muligheter som er identifisert gjennom arbeidet med strategien og de prioriterte områder, anbefales en fortsatt styrking av forskningsfinansieringen til forskningsprogrammene og forsknings-sentrene. Det må videre stilles til rådighet offentlige midler til å støtte opp om de løsninger som nå nærmer seg test- og demonstrasjonsfasen.

Tabellen under gir en oversikt over Energi21s anbefalinger knyttet til finansieringsbehov for implementering av strategiens satsingsområder:

	Finansiering i dag (mill. kr. årlig)	Energi21s anbefaling	Kommentar
<b>Forskningsrådet</b>			
RENERGI	350	500	Øke "fri tematisk" FOU for å bedre rekruttering, sikre framtidig innovasjon. Styrke prioriterte områder
	0	100	Nye initiativ som følge av høyt næringsmessig engasjement i FME-ene
CLIMIT	100	150	
FME	150	220	Nytt FME: Fremtidens energisystem
<b>Enova</b>			
Demonstrasjonsprogram	400	550	
Test- og demonstrasjonsanlegg (nytt)	0	300	
<b>Innovasjon Norge</b>			
Miljøteknologiprogrammet	250	videreføres	Finansieres av Nærings- handelsdepartementet

## VEDLEGG A

## Mandat for styret i Energi21 fra

## DET KONGELIGE OLJE- OG ENERGIDEPARTEMENT – Juli 2008

**Formålet med Energi21**

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

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

Formålet med strategien skal være å sikre økt bærekraftig verdiskaping og forsyningssikkerhet, gjennom et mer samordnet og økt engasjement i energinæringen når det gjelder forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny energiteknologi. Strategien skal også bidra til at Norge kan bli en stor leverandør av miljøvennlig kraft til Europa.

Strategien skal skape en helhetlig tenking rundt satsingen på ny energiteknologi

gjennom å koble myndigheter, næringslivet og forskningsmiljøer nærmere sammen. Samtidig er det et mål å få større oppslutning om energiforskning generelt og bidra til økt satsing på FoU i næringslivet.

**Styrets oppgaver**

Styret for Energi21 skal bidra til organisering og gjennomføring av Energi21-strategien i henhold til dens formål.

Strategien må kommuniseres og forankres hos relevante aktører slik som energibransjen ved energiselskapene og leverandørbedriftene, forskningsmiljøene, bevilgende myndigheter, Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge.

Styret skal konkretisere, spisse og handlingsrette strategien ytterligere.

Det skal etableres arbeidsgrupper på de prioriterte innsatsområdene og deres arbeid skal følges opp.

Styret må holde seg orientert om og ha et bevisst forhold til nasjonale strategier og aktiviteter som er av betydning for Energi21. Dette inkluderer eksempelvis regjeringens bioenergi-strategi, departementenes

hydrogenstrategi og myndighetenes satsing på karbonfangst og -lagring (CCS).

Styret skal gi råd til bevilgende myndigheter (inkl. Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge) og energibransjen om forskningsprioriteringer i henhold til Energi21.

Styret skal bistå forskningsmiljøene med å kartlegge kompetanse som vil etterspørres av energiselskapene og leverandørindustrien.

Styret skal bidra til å samordne forskningsaktiviteter og motivere energiselskapene (styrer og administrasjon) til økt FoU-satsing i tråd med Energi21.

Styret skal årlig ha en intern evaluering av sin virksomhet.

Strategien skal revideres 2-3 år etter oppstart.

## VEDLEGG B

## INNSATSGRUPPER MED DELTAKERE

## Innsatsgruppe Fornybar kraft

Innsatsgruppeleder for Fornybar kraft: **Ragne Hildrum, Statkraft**

## Vindkraft

Gruppeleder: **Arne Aamodt, Lyse Produksjon as**

Sekretær: **Trond Moengen, Energidata Consulting as**

Mats Sjøberg	Fred Olsen Renewables
Nils Arne Nes	Nord Trøndelag Elektrisitetsverk (NTE)
Øyvind Kristiansen	Statkraft
Elly Karlsen	Statoil
Stig Svalheim	Vestavind Kraft
Hans Axel Bratfors	DNV
Erik Olav Bærug	DNV
Christopher Kjølner	GE
Tore Tomter	Siemens Norge
Sigurd Øvrebø	Smartmotor
Ivan Østvik	Norwind
John Olav Tande	Sintef Energi /Nowitech
Terje Nøstdal	Belief
Solgun Furnes	Energi Norge/Energiakademiet

## Vannkraft

Gruppeleder: **Erik Høstmark, Statkraft**

Sekretær: **Trond Moengen, Energidata Consulting as**

Ånund Killingveit	NTNU
Siri Stokseth	Energi Norge/Energiakademiet
Svein Haugland	Agder Energi
Jan Helge Mårdalen	Hydro
Sigve Næss	BKK
Atle Harby	Sintef Energi/Cedren
Steinar Faanes	Rainpower
Torodd Jensen	NVE

## Solkraft

Gruppeleder: **Anne Jorun Aas, Scatec**

Ragnar Trondstad	Elkem
Erik Stensrud Marstein	IFE/Solunited
Anders Elverhøi	Universitetet i Oslo

Deltakere fra Energi21:

Kjell Olav Skjølvsvik, Enova, fadder fra styret i Energi21

Lene Mostue, Energi21

## Innsatsgruppe Energisystemer

**Innsatsgruppeleder for Energisystemer: Terje Gjengedal, Statnett**

### Transmisjonsnett (offshore/onshore)

Gruppeleder: Jan Ove Gjerde, Statnett

Sekretær: Trond Moengen, Energidata Consulting as

Georg Ballog	Nexans
Øyvind Bergvoll	Statoil
Arne Dybdal	Statnett
Nils Martin Espegren	NVE
Anen Sofie Risnes	NVE
Lars AudunFodstad	Statkraft
Olav Bjarte Fosso	NTNU
Albert Leirbukt	ABB
Petter EgilRøkke	Sintef Energi
Kjetil Uhlen	NTNU
Anne Johanne Kråkenes	OED
Laila Berge	OED

### Distribusjonsnett (onshore/offshore)

Gruppeleder: Ketil Sagen, Energi Norge/Energiakademiet

Eilert Bjerkan	Nortroll
Karstein Brekke	NVE
Per Bjørn Larsen	Nexans
Bjørn Lauritzen	Småkraftforeningen
Rolf Pedersen	Aidon
Knut Samdal	Sintef Energi
Jens Skår	BKK Nett
Eva Solvi	Transnova
Bjørn Utgård	Helgelandskraft
Trond Østrem	Høgskolen i Narvik

### Regulatoriske forhold, politikk og marked (RPM)

Gruppeleder: Audun Ruud, Sintef ER

Magnus Korpås	Sintef ER
Mette Bjørndal	NHH
Erlend Brolie	Statkraft
Øystein Galaaen	Norwea
Bernt Anders Hoff	Statnett
Hans Olav Ween	EnergiNorge

#### Deltakere fra Energi21:

Lars Kristian Vormedal, Statnett, fadder fra styret i Energi21

Petter Støa, Sintef Energi, fadder fra styret i Energi21

Lene Mostue, Energi21

## Innsatsgruppe Energieffektivisering i industrien

**Innsatsgruppeleder for Energieffektivisering i industrien: Are-Magne Kregnes, Siemens**

Sekretær: Benedicte Langseth, Xrgia

### Aluminium, ferrolegeringer, papirmasse, papir og papirvarer

Gruppeleder: Hans Petter Lange, Hydro Aluminium

Alf Tore Haug	Elkem Thamshavn
Gunnar Vegge	ABB
Johan W.Brekke	Statkraft
Olav Dehli	Norske Skog
Petter Nekså	Sintef Energi

### Kjemiske produkter og raffinerier

Gruppeleder: Anne Karin Hemmingsen, Sintef Energi

Birger Bergesen	NVE
Knut Grande	Statoil
Steinar Kvisle	Ineos

### Næringsmiddel og øvrig industri

Gruppeleder: Trygve Magne Eikevik, NTNU

Stein Rund Nordtvedt	IFE
Torbjørn Kvia	Tine Meierier Sør Jæren
Marit Sandbakk	Enova
Arne Norland	Felleskjøpet Rogaland
Hans Even Helgerud	NEPAS

Deltakere fra Energi21:

Arne Bredesen, NTNU, fadder fra styret i Energi21

Lene Mostue, Energi21



## Innsatsgruppe Fornybar termisk energi

**Innsatsgruppeleder for Fornybar termisk energi:**

**Mats Eriksson VKE- Ventilasjon Kulde Energi /Norsk**

Sekretær: Benedicte Langseth, Xrgia

## Geotermisk energi

Gruppeleder: Jan Evensen, Rock Energy

Håkon Bergan	TTS Sense
Per Håvard Kleven	Kongsberg Decotek
Rune Helgesen	Geoenergi
Jane Nilsen Alshus	Statoil
Odleiv Olesen	NGU
Inga Berre	UIB
Erling Næss	NTNU

## Bioenergi

Gruppeleder: Morten Fossum, Trondheim Energi

Lars Sørum	Sintef Energi
Erik Trømborg	UMB
Per Arne Karlsen	Akershus Energi
Anette Solheim	Dovre AS
Tone Knudsen	Bellona
Helle Grønli	Enova
Bjørn Håvard Evjen	Norges Skogeierforbund
Arnold K. Martinsen	Nobio
Rune Dirdal	Avfall Norge
Jon Iver Bakken	Hafslund

## Distribuerte varme- og kjøleløsninger

Gruppeleder: Tom Erik Hole, Buskerud Kulde AS

Lars Haua	Johnson Controls Norway AS
Daneil M. Kristiansen	ABK AS
Jørn Stene	COWI AS
Ole Jørgen Veiby	GK Norge AS
Jens Petter Burud	YIT AS
Stein Terje Brekke	Teknotherm Industri AS
Per G. Vemork	VKE
Helge Folkestad	Ener-Produkt AS

**Deltakere fra Energi21:**

Monica Havskjold, Xrgia, fadder fra styret i Energi21

Lene Mostue, Energi21

## Innsatsgruppe CCS – karbonfangst,- transport og -lagring

Arbeidet innenfor IG CCS bygger på et samarbeid mellom OG21 og Energi21. Programstyret i CLIMIT har fungert som ressursgruppe for utarbeidelse av anbefalinger og målsetninger innenfor karbonfangst, -transport og -lagring.

Sekretærfunksjon : [Lars Ingolf Eide](#)  
Fra styret i Energi21: [Svein Eggen](#), [Gassnova](#)

### Programstyret i Climit:

Kjell Bendiksen,	IFE, styreleder
Olav Kårstad,	Statoil
Åse Slagtern,	Aker Solutions
Marianne Holmen,	Statkraft
Niels P. Christensen,	Vattenfall , Danmark
Nils A. Røkke,	Sintef Energi
Guttorm Alendal,	Universitetet i Bergen
Kristin Margrethe	Flornes, IRIS
Marit Larsen,	Teltek
Juergen Mienert,	Universitetet i Tromsø

## Innsatsgruppe Rammer og samfunnsanalyser

Styret i Energi21 har fungert som innsatsgruppe innenfor rammer og samfunnsanalyser.







Energi21  
Stensberggata 26  
Postboks 2700 St. Hanshaugen  
NO-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00  
Telefaks: +47 22 03 70 01  
lm@forskningsradet.no  
www.energi21.no

Utgiver:  
Energi21  
Norges forskningsråd

Direktør: Lene Mostue  
Telefon: +47 41 63 90 01  
lm@forskningsradet.no

Design: Endre Barstad Grafisk  
www.altkanendres.no

Trykk: 07 Gruppen  
Opplag: 2000  
Oslo 06/2011