



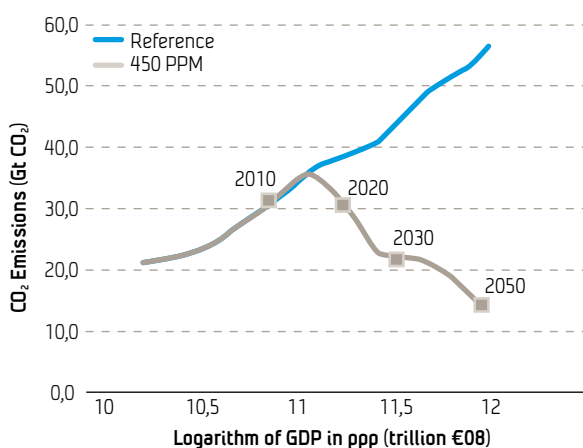


Nils A. Røkke, klimadirektør i SINTEF

Energirevolusjonen

Energi og klimaendringer er knyttet sammen og utgjør to sentrale globale utfordringer. Anslag tyder på at verdens energibehov øker med nær 50 prosent frem til 2030. Hittil har økt bruk av energi vært uløselig knyttet til økte klimagassutslipp. "Energirevolusjonen" handler om å bryte denne sammenhengen.

Økonomen Joseph Schumpeter populariserte begrepet kreativ destruksjon for over 50 år siden for å forklare essensen i begrepet innovasjon. Innovasjon betyr å forlate gamle tenkemåter og måter å gjøre ting på. Utdanning, forskning og innovasjon blir de viktigste verktøyene for å realisere energirevolusjonen.



Energirevolusjonen – nødvendige utslippsendringer for å møte 450 ppm-scenariet* (Eurelectric 2010).

Verdens energisystemer må transformeres, vi trenger miljøvennlig energi og utgangspunktet vårt er svært dårlig, verdens energibehov er i hovedsak basert på fossile energibærere. Oppgaven består i å transformere ryggraden i verdens energiforsyning med minst mulig skade for pasienten. Denne transformasjonen er omtalt som en av verdens "Grand Challenges". Det er omtalt i Lund-deklarasjonen av 2009 som sier "Challenges must turn into sustainable solutions in areas such as global warming, tightening supplies of energy, water and food, ...".¹ Dette betyr at forskning og innovasjon må struktureres slik at man kan takle de store utfordringene verden står overfor.

Transformasjonen kan ikke skje uten betydelige investeringer i utdanning, forskning og innovasjon. Dette er også hovedbudskapet i rapporten "A business plan for America's energy future"² fra American Energy Innovation Council. Investeringene i energiforskning og utvikling er langt lavere hva som trengs for å takle utfordringen, og har de siste 25 årene vært nærmest neglisjert. For USAs del anbefaler man en økning på 3 ganger dagens nivå for FoU, Stern-rapporten³ anbefaler en global dobling av innsatsen på FoU, mens IEA estimerer den nødvendige økte innsatsen til 2 til 5 ganger dagens nivå.⁴

Siden Copernicus beviste at sola var sentrum i vår del av universet, har drivkraften i utviklingen vært basert på kunnskap og teknologi.

¹ Research and Innovation for the next decade, se www.vr.se/lunddeclaration

² American Energy Innovation Council 2010, se www.americanenergyinnovation.org/

³ The Stern Review on the Economics of Climate Change, 2006

⁴ IEA Energy Technology Perspectives 2010

* 450 ppm-scenariet henspeiler på maks atmosfærisk konsentrasjon av CO₂ som er forenlig med en global oppvarming på 2-2,5 grader

Vi har fulgt teknologisporet. Dette har gitt oss store innovasjoner og økt levestandard om enn med betydelige miljøpåvirkninger. Vi må nå benytte teknologisporet til å løse miljøutfordringen og skaffe verden bærekraftige energiløsninger.

Norge har helt spesielle fortrinn på energiområdet. Vannkraften var en muligjørende faktor for byggingen av det norske samfunnet. Den første elektriske dynamoen ble produsert i Tyskland i 1866. Dette muliggjorde elektrisk kraft fra fossekraft via vannhjul og senere vantturbinteknologi, overføringslinjer og kraftelektronikk, et reelt paradigmeskifte. Man gikk fra stedegne installasjoner basert på mekanisk energi til distribuerte systemer basert på overføring av elektrisitet.

Tilgangen på rimelig kraft bidro til industriell innovasjon, etablering av "industrielle lokomotiver" og tiltrakk seg internasjonal kapital. Vår fossekraft kunne temmes og produsere elektrisitet til industriell utvikling og allmenn forsyning. Dette kommer for eksempel til uttrykk i historiske utsagn slik som "Norge er utvilsomt i en heldigere stilling enn noe annet land i verden når det gjelder vannkraft"⁵. Vi har i dag en elektrisitetsforsyning som er unik på verdensbasis, 96 prosent av elektrisitetsproduksjonen i Norge kommer fra vannkraft. Vi har Europas største vannkraftproduksjon på 122 TWh i et normalår.

Petroleumseventyret på norsk sokkel har tilført verden en viktig og stabil tilgang på olje og gass med store økonomiske ringvirkninger for nasjonen. I 2007 stod petroleumssektoren for om lag en fjerdedel av norsk økonomi. Vi er en betydelig gassleverandør til Europa, dette er en effekt av framsynt tenking med forbud mot produksjonsfåling av gass på sokkelen på 1970-tallet.

Tilgangen på rimelig og stabil energi har vært grunnsteinen i den industrielle utviklingen i landet vårt, og den har ført til at vi har kunnet kombinere tilgangen på naturressurser på en måte som har skapt vekst og velstand. Prosessindustrien skaper store verdier gjennom kunnskapsbasert foredling av skog, mineraler, vannkraft, olje og gass og står for halvparten av eksporten fra fastlands-Norge.

Hva vil så energirevolusjonen bety for Norge, og hvilke strategiske veivalg står vi overfor? Og hvilken rolle kan forskning og innovasjon spille i dette bildet?

Veivalg

Norge kan velge mellom ulike innfallsporter til å bidra til energirevolusjonen. Nedenfor beskrives to scenarier for å belyse noe av utfallsrommet:

- **Konsolidering:** Primært å sørge for egen energisikkerhet og effektiv energiforsyning. Bidra i begrenset grad som leverandør av energi og effekt til Europa gjennom noen overføringskabler. Sørge for effektivitet i samfunnets bruk av energi og levere rene produsert fossil energi fra landet.
- **Ekspansjon:** Bruke våre unike naturgitte fordeler innen energi til å bli et globalt utstillingsvindu for bærekraftig leveranse av flere typer energibærere til Europa og verden. Oppfylle visjonen om "Europas batteri", og bli en betydelig leverandør av ren energi og effekt til Europa. Øke eksporten av moderne energiintensive materialer basert på tilgang til ren energi.

Konsolideringsmodellen: Norden som kraftområde vil i årene som kommer, muligens få et overskudd av kraft, det vil kanskje produseres mer enn det brukes. Dette henger sammen med energieffektivisering på forbrukersiden, endringer i industristrukturen og gjennomføring av EUs fornybardirektiv. For Norges del betyr dette eksport av ren energi og effekt, nær slik vi kjenner det i dag. Den kraftintensive industrien i Europa drives videre uten sterke tiltak for å demme opp for karbonlekkasje. Sannsynligvis vil dette føre til en viss nedbygging over tid.

Det europeiske kraftmarkedet vil imidlertid endre seg dramatisk i årene som kommer, i forhold til dynamikk i produksjonsleddet. Typisk for situasjonen i dag er et system hvor kjernekraft og kullkraft utgjør basisproduksjonen, med svingkraft fra gasskraft og noe balanse for fornybare. En ny situasjon trer frem hvor man primært har kjernekraft⁶ som basisproduksjon med krav om full integrering av den til enhver tid genererte fornybare energien. Da vil hele det fossile kraftproduksjonsleddet med CO₂-håndtering (CCS)⁷ måtte fungere som svingkraft.

På forbrukersiden er det forventet at en større andel av persontransporten vil bli basert på elektrisitet. Naturgass vil også få en større rolle i transportsystemet, for eksempel for gassdrevne båter og tyngre kjøretøy, særlig i form av LNG og CNG⁸. Den økte bruken av elektrisitet vil stille nye krav til energisystemet. Eurelectric har estimert at elektrisitetsbehovet vil øke fra 70 til 1600 TWh bare i transportsektoren i Europa frem til 2050, per i dag er produksjonen i EU ca 3.500 TWh/år.⁹ Både kontrollert (vann- og tidevannskraft) og ukontrollert fornybar kraft (vind, sol) vil dominere nettet. Det betyr at fossile kraftverk må ta opp dynamikken, og energilagring blir ekstremt viktig. Dette peker på to viktige FoU- og innovasjons-områder:

- Smarte og robuste kraftnettssystemer
- Energilagring og effektivisering av produksjonssystemet

Smarte og robuste kraftnettssystemer:

I et system hvor det blir flere aktive brukere og småprodusenter og hvor energi og effekt blir fasett inn og ut plutselig, stilles kraftnettet overfor nye utfordringer. Man trenger såkalte smarte nettverk, smarte måle-, overvåkings- og styringssystemer og informasjon/kommunikasjons-teknologi som en muliggjører. Det må tillates energiflyt til og fra små forbrukere og lokale produsenter, og legges til rette for mer aktiv deltakelse i energimarkedene fra forbrukernes side.

Energilagring og effektivisering av produksjonssystemet:

Det vil være stort behov for lagring av energi i fremtidens energisystem hvor så mye som 20–30 prosent av produksjonen kommer fra ukontrollerbare energibærere. Økt bruk av pumpekraftverk er en åpenbar mulighet for oss. Dette stiller imidlertid krav til miljøvennlig drift med hensyn til blant annet vannføring og ferskvannsutveksling i fjorder. Det er også behov for en satsing på effektivisering av det eksisterende vannkraftsystemet i Norge.

Ekspansjonsmodellen

Man kan argumentere for at Norge bør bidra etter beste evne til å

⁵ Thue, Lars, 2006, "Statens Kraft 1890-1947", side 74 (Historien om Støt kraft)

⁶ Forutsatt at man finner omforente løsninger for bruk, lagring og ikke-spredning i de europeiske land

⁷ CCS, CO₂ Capture and Storage – CO₂ fangst, transport og lagring også ofte omtalt som CO₂-håndtering

⁸ LNG – Liquefied Natural Gas, CNG – Compressed Natural Gas

⁹ Power choices, 2010, se www.eurelectric.org/powerchoices2050

sikre ren energi til verden. Hvert land må bidra ut fra sine naturlige fortrinn på ressurser, inkludert kompetanse. Våre egne behov blir da bare ett av flere elementer – landet skal strutte av energi!

Dette betyr satsing på noen områder hvor Norge kan bety en forskjell, og vi må våge å være selektive. Vi vil trekke frem fire områder av særskilt betydning:

- Offshore vindkraft
- Miljøvennlig ekspansjon av vannkraft
- CCS (fangst, transport og lagring av CO₂)
- Eksport av ren energi gjennom produksjon av avanserte materialer

Offshore vindkraft fordi Europa må øke andelen fornybar kraft. Vi har særskilt gode forhold for dette i Norge på ressursiden og i operasjonen av triangelet forskning, industri og samfunn. EUs 2020-målsetting har som en av forutsetningene at 20 prosent av elektrisitetsforsyningen i EU skal komme fra vindkraft i 2020.¹⁰

Det er et stort potensial for mer vannkraft her i landet, omlag 37 TWh/år, som ikke er vernet mot kraftutbygging.¹¹ Deler av dette potensialet kan sannsynligvis frigjøres for produksjon av ren energi under miljømessige forsvarlige rammer.

Satsingen på CCS fra norsk side er unik, og vi må sikre at investeringene kaster av seg på bred basis. Norge burde kunne bygge gasskraftverk med CCS, vi tar hånd om "emballasjen" til naturgassen og leverer ren energi. Lagring av CO₂ utgjør et stort verdiskapingspotensial for Norge, og våre lagringsvolumer er viktige for utvikling av det Europeiske CCS-markedet.

Vår historie som foredler av metaller gjennom bruk av ren energi har kontinuitet gjennom for eksempel produksjon av aluminium og silisiummetall for solceller. Denne rollen som leverandør av ren energi i form av materialer er ofte undervurdert og må løftes frem. Dette er viktige bidrag til energirevolusjonen fra Norge. Mer kompetanse inn i produktene er et sentralt tema for å opprettholde global konkurransekraft. I tillegg er det viktig at Europa finner frem til en modell for å gi denne industrien rammebetingelser hvor man unngår såkalte karbonlekkasjer til andre deler av verden. En mulig modell for å ta tak i dette er å innføre tollsatser ved import fra land som unndrar seg CO₂-kostnader internt, og eksportsubsidier ved eksport til markeder uten tilstrekkelige CO₂-kostnader. Denne modellen kalles "border tax adjustment"^{12,13} og sees på av flere økonomer som en interessant tilnærming til problemstillingen.

Petroleumssektorens strategiske rolle i fremtiden er i stor grad avhengig av FoU og innovasjon – hvordan kombinere hensynet til energiforsyning og miljø. I energirevolusjonen trenger man også fossile energibærere og særlig naturgass. Ved innføring av CO₂-avgifter på utslipp gjennom kvoter eller skatter vil gass fremstå som gunstig på grunn av lavere CO₂-utslipp per generert kWh. Ved

en kvotepris på om lag 30 €/tonn CO₂ er gasskraft med CO₂-håndtering konkurransedyktig med kullkraft med CCS, ved økende kvotepris vil fordelene generelt være i gasskraftens favør. På grunn av synkende gasspriser og forventninger om høyere kvotepriser særlig etter 2013¹⁴ ser vi nå at gasskraft videreutbygges i Europa, mens investeringer i kullkraftverk settes på vent. Kvotepriser og behovet for lastfølging i kraftforsyningen teller også i dette bildet. Det er med andre ord behov for satsing på bærekraftig økt utvinning og utnyttelse av våre petroleumsressurser på sokkelen.

Hvordan fremme energirevolusjonen ved satsing på forskning og innovasjon

I en global kontekst er de fleste energiteknologiene vi bruker i dag, de samme som for 50 år siden. De vil bli kostbare, er sårbare og mangler bærekraft. Vi trenger nye teknologier som er mer effektive, sikre og bærekraftige. Dette er understøttet av bl.a. IEA¹⁵, EUs SET-plan¹⁶ og IPCC¹⁷. Energiinnovasjonen må starte nå i form av en energirevolusjon.

Energirevolusjonen kan ikke innledes uten forsterket og vedvarende satsing på forskning og innovasjon. Det kreves en holistisk strategi for å få til dette og en kobling mellom ulike disipliner; Teknologi, samfunn og økonomi. SET-planen i EU peker på behovet for sterkere kobling mellom disse elementene og sammenkobling av ressursene i Europa for å ta tak i de store utfordringene. Dette er i ferd med å manifestere seg gjennom blant annet "Joint Undertakings", teknologiplattformer, anvendelse av §169 mellom medlemslandene, de såkalte "European Industrial Initiatives", samt etableringen og anvendelsen av ERC (European Research Council).

I rapporten "Norway – a global maritime knowledge hub" (Reve¹⁸) pekes det på to områder der Norge kan spille en rolle på global basis – maritim sektor og energi. Den nasjonale strategien for energi er forankret i det rådgivende organet Energi21 og for petroleumsaktiviteten er den forankret i OG21¹⁹. Føringsene fra Energi21s rapport "En sømlende FoU-strategi for energisektoren" samt det brede klimaforliket i Stortinget har gitt oss instrumentet FME – Forskningscentre for Miljøvennlig Energi innenfor de tematiske områdene vind, CCS, sol, vannkraft, bioenergi og energibruk i bygninger. Det vi trenger nå er å forsterke og forstørre disse satsingene i noe som vi her kaller "energiunivers".

Energiunivers

Iht Reve¹⁸ er kjernen i fremtidens innovasjonssystemer utdanning, forskning og innovasjon – og vil med kapital, industriell tilknytning og involvering av universiteter være i stand til å danne såkalte "global knowledge hubs". Norge bør ha som ambisjon å bli attraktiv på den internasjonale arena innen energi, og trekke til oss menneskelig kapital. Vi må tørre å satse for å få avkastning og utfylle en større rolle enn den nasjonale. Dersom vi ønsker å realisere dette potensialet fra ord til handling, er etablering av et "energiunivers"²⁰

¹⁰ http://ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/doc/2009_comm_investing_development_low_carbon_technologies_roadmap.pdf

¹¹ Fakta 2008 Energi og vannkraftressurser i Norge, OED, se www.oed.dep.no

¹² Jordan-Korte, Karin and Mildner, Stormey, 2008, "Climate Protection and Border Tax Adjustment: Economic Rationale and Political Pitfalls of Current U.S. Cap-and-Trade Proposals, se www.aicgs.org/documents/acet/jordan.faceta01.pdf

¹³ Cosby, Aaron, 2008, "Border Tax Adjustment", se www.iisd.org/pdf/2008/cph_trade_climate_border_carbon.pdf

¹⁴ Fra 2013 forventer man at kvotesystemet i EU opererer med kvoteauksjoner og gradvis tilstrømming av frikvoter frem til 2020

¹⁵ Se for eksempel IEA – ETP 2010 og World Energy Outlook 2009

¹⁶ SET plan; Strategic Energy Plan, se ec.europa.eu/energy/technology/set_plan/set_plan_en.htm

¹⁷ IPCC, Intergovernmental Panel of Climate Change, 4th assessment report, se www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4

¹⁸ Reve, Torger, Norway – a global maritime knowledge hub, se web.bi.no/forskning/papers/nsf/01/.../FILE/2009-05-reve.pdf

¹⁹ OG21 – Olje og gass for det 21 århundret

²⁰ Første gang brukt i denne betydningen her

nødvendig. Etablering av et "landslag" bestående av et tett nettverk med de sterkeste kreftene innenfor disiplinene teknologi, samfunn og økonomi langs aksene utdanning, forskning og utvikling, innovasjon og næringsutvikling blir en sentral del av dette. Det er behov for å samle energiaktivitetene for å oppnå kritisk masse, være relevant internasjonalt og ha ressurser for å fremme innovasjon, gründervirksomhet, bedriftsetableringer og anvendelse i industrien på global basis. Det er naturlig at NTNU og SINTEF med sine tunge laboratorier blir kjernen i den teknologiske delen av et slikt energiunivers. En slik satsing må kobles mot nye infrastrukturinvesteringer, fordi moderne laboratorier er en viktig forutsetning for å kunne lykkes.

Høyrisikofond

Et annet betimelig spørsmål er om vi fremmer innovasjon godt nok og oppmuntret til å utvikle høyrisiko-ideer, ideer av transformerende art. Ideer som innebærer høy risiko og høyt potensial. I USA har man gjort dette med stor suksess, det såkalte ARPA-E²¹. Dette fondet har blitt en yngleplass for venture-dannelser og gründeraktivitet med god oppmerksomhet fra det private næringsliv. Av de prosjektskissene som kom inn i første utlysning, kunne ARPA-E finansiere 1 prosent, mens 7 prosent av prosjektene ble finansiert senere av privat næringsliv.

Teknologipilotfond

I innovasjonsskjeden er det særlig ett ledd som ikke er tilstrekkelig stimulert i Norge, og det er støtten til finansiering av teknologipiloter. Foruten CCS hvor store midler investeres i TCM (Teknologisenter Mongstad) er det tilfeldige og mer spredte satsinger på teknologipiloter. Norsk Industri har også tatt til orde for dette, hvordan unngå snubletråden mellom utvikling fra konsept til produkt. Vi foreslår at det etableres en ordning for dette i Norge som kan ta frem teknolo-

gipiloter innen for eksempel vindkraft, nye tilvirkingsmetoder for solcellematerialer, bioenergi, mm. I SINTEF og NTNUs råd til de politiske partiene foran det forrige stortingsvalget anslo vi dette behovet til å være i størrelsesorden 1,3 milliarder kroner.²² Dette er nødvendig for å sikre full effekt av investeringer i forskning og utvikling til produkter og avkastninger innen grønn energi. Denne anbefalingen er i tråd med NHOs initiativ til å etablere et CO₂-fond for understøttelse av slike piloter.²³

Anbefalinger

Våre anbefalinger for å bidra til energirevolusjonen fra, for og i Norge er:

- Forsterke Energi21 sin rolle – det bør tilstrebes å omsette strategier som blir utviklet i slike organer, i større grad til aktiv politikk og bruke kunnskapen som genereres, mer aktivt.
- På samme måte bruke OG21 aktivt for å få frem bærekraftig utnyttelse av petroleumsressursene.
- Utnytte vårt naturlige fortrinn vedrørende god tilgang på ren energi til å innta en sterk global posisjon innen moderne materialteknologi basert på omfattende teknologiutvikling og produksjon i Norge.
- Doble investeringene i FoU og innovasjon knyttet til energi.
- Etablere et energiunivers i Norge.
- Sette av et fond for utvikling av nye ideer for energi og klima etter mal fra det amerikanske "ARPA-E", må også omfatte petroleumsaktiviteten.
- Sette av ressurser til et fond for etablering av teknologipiloter.

²¹ ARPA-E: Advanced Research Projects Agency – Energy, se <http://arpa-e.energy.gov/>

²² "En helhetlig satsing på klima og energi", se www.ntnu.no/info/klimasatsing-2009.pdf

²³ NHOs brev til Statsminister Stoltenberg av 16. desember 2008, se www.nho.no/getfile.php/.../Finanskrisen_-_tiltak_10-12-08.pdf