

# **[ Miljøteknologi og nasjonale fortrinn ]**

**Miljøteknologiområder i Norge med  
potensial for internasjonal vekst.**

**MENON-publikasjon nr. 4/2010**

Januar 2010

Av

**Leo A. Grünfeld**

**Gjermund Grimsby**

**Tor-Petter Johnsen**



## FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av MENON Business Economics og Tor-Petter Johnsen på oppdrag for Klima- og forurensningsdirektoratet (daværende Statens forurensingstilsyn). Prosjektet har til hensikt å identifisere enkelte fortrinn vi har i Norge som kan være utløsende for fremvekst av miljøteknologier og miljøtjenester med et betydelig internasjonalt markedspotensial i årene som kommer.

Prosjektet peker på enkelte teknologiområder/nisjer som i lys av Porter-modellen synes å kunne utvikle seg til områder med tydelige klyngeegenskaper. Slike egenskaper vil i kombinasjon med norske fortrinn igjen kunne bidra til at norske teknologileverandører har gode forutsetninger for å hevde seg på det internasjonale markedet i årene fremover. Vi har særlig valgt å trekke frem den rolle myndighetene kan spille i en slik utvikling, dels basert på tidligere erfaringer, og dels basert på vurderinger av behovet for virkemidler og offentlig sektors medvirkning mer generelt.

Vi takker Trond Syversen, Kjetil Næss og Per Døvlø for svært produktive diskusjoner og innspill. Alle synspunkter og tolkninger i denne rapporten står for forfatterens regning.

MENON Business Economics

Oslo 31. Januar 2010

## SAMMENDRAG

Denne rapporten er utarbeidet av MENON Business Economics og Tor-Petter Johnsen på oppdrag for Klima og forurensningsdirektoratet. Rapporten tar i bruk et enkelt rammeverk for identifisering fortrinn vi har i Norge, som kan være utløsende for fremvekst av miljøteknologier og miljøtjenester med et betydelig internasjonalt markedspotensial i årene som kommer. En felles metodisk tilnærmingen er viktig når man skal enes om premisser for valg av eventuell teknologispissing. I en parallell rapport utarbeidet av ECON Pöyry (2010) rettes søkelyset mot hvordan offentlige myndigheter kan utforme en politikk som fremmer norsk utvikling av miljøteknologi med internasjonalt potensial. Her er det særlig lagt vekt på hva vi kan lære fra andre land. I vår rapport har vi tilsvarende trukket frem fem case som viser hvordan norske myndigheter har vært involvert i utviklingen av norske miljøteknologiske suksesser.

Vårt rammeverk tar utgangspunkt i noen analytiske grep som sammen forventes å gi relevant informasjon om et miljøteknologirområde og dets potensial for fremtidig internasjonal konkurransedyktighet. Fokuset er med andre ord rettet mot teknologienes (eventuelt tjenestenes) internasjonale potensial. Rammeverket må ses i lys av de omfattende problemer som dukker opp når man skal plukke ut fremtidens teknologivinnere. Det er en rekke faktorer vi ikke har mulighet til å ta hensyn til og rammeverket kan ikke ta eksplisitt høyde for en rekke risikofaktorer.

For det første benytter vi klyngeteorien til Porter (1988) for å identifisere egenskaper ved næringer eller teknologirområder som gjør dem særlig konkurransedyktige. Disse egenskapene hviler på eksistensen av sterke koblinger mellom aktørene i næringen, og ikke minst et konkurransedrevet og innovativt marked i vekst. Et helt sentralt element i denne tilnærmingen er forventet internasjonal markedsvest. Rammeverket løfter eksplisitt frem ulike typer fortrinn som teknologirområdene har her i Norge, og som kan tenkes å være utløsende for at teknologiene blir interessante for internasjonale markeder. Vi løfter systematisk frem ulike typer fortrinn som man kan utnytte for å styrke sin posisjon og sitt potensial som teknologileverandør på internasjonale markeder. Disse fortrinnene står også sentralt i Porter-teorien. Vi ser nærmere på teknologiområdenes naturgitte fortrinn, kompetansefortrinn, næringsmessige fortrinn, markedsmessige fortrinn og fortrinn knyttet til offentlig sektor og politiske rammevilkår. På samme måte forsøker vi å gå gjennom tydelige risikofaktorer av samme typologi, som preger de ulike teknologirområdene vi drøfter.

For det andre går vi gjennom – basert på tilnærmingene over - utvalgte norske teknologirområder som har vist omfattende evne til internasjonal suksess. Dette gjør vi for å lære og for å identifisere offentlige aktørers rolle i disse suksessene. Denne typen informasjon gjør det lettere å argumentere for eller imot myndighetenes medvirkning i utviklingen av teknologirområder med potensial.

For det tredje tar rammeverket tydelig hensyn til forventet tid frem til marked. Med dette mener vi at noen teknologirområder allerede er svært modne og har kort vei til de internasjonale markedene, mens andre teknologier kun ligger på idestadiet og har kanskje 10-15 år med FoU og testing før de er klare for markedet. Dette er et viktig poeng fordi teknologiens modenhetsgrad legger føringer på hva myndighetene kan og bør gjøre for å stimulere til teknologiutvikling.

Sist men ikke minst tar vi utgangspunkt i de store offentlige FoU og teknologisatsninger som retter seg mot miljøteknologier, både med et kort, mellomlangsigtig og langsigtig fokus. Dette gjør vi for å

identifisere eksisterende stasjoner som kan være med på å styrke teknologiområder i tiden fremover. Tanken er at slike satsninger kan være varselamper for teknologiområder som har særlig sterke miljøer i Norge i dag. Programmer og satsninger som gjennomgås inkluderer Arena, NCE, BIA, FMEe, SFler og SFFer.

Med dette som utgangspunkt har vi trukket frem åtte lovende teknologiområder med ulik modningsgrad og grad av teknologispesifisering. Vi har implisitt lagt til grunn at myndighetene forventes å kunne spille en rolle i utviklingen av disse områdene over tid. De åtte områdene har som hensikt å illustrere hvordan rammeverket kan anvendes. Listen er på ingen måte fullt utfyllende. Det finnes et stort antall andre miljøteknologiområder som kan betraktes som lovende. Samtidig må leseren være oppmerksom på at gjennomgangen er i stor grad skissepreget. Det er mange perspektiver ved disse teknologiområdene som ikke er vurdert grundig og som kan bidra til å nyansere og moderere våre betraktninger. De fire teknologiområdene som ligger lengst frem i tid er beskrevet i en mer perspektivorientert form, ettersom teknologiområdene er mer generiske og markedets anvendelse mer usikker. De åtte teknologiområdene er:

<b>Teknologiområder med potensial</b>	Tid til marked
Hydrobaserte småkraftanlegg	0-5 år
Offshore vind	0-10 år
Rensing av Ballastvann	0-5 år
Rensing av avløps- og drikkevann	5-15 år
Vannforsyning fra dype reservoarer	10-15 år
Avanserte, trådløse sensorer og integrerte sensornettverk	0-15 år
Miljøvennlige energikilder i nasjonale nett	0-10 år
Avanserte miljøovervåknings- og beslutningsstøttesystemer	5-15 år

Teknologiens modenhet er avgjørende for i hvilken grad det offentlige kan tenke miljøpolitiske mht målsetting. Jo lenger veien er frem til marked, jo tydeligere kan man tenkte miljøpolitikk. Miljøeffekten av teknologiområder som allerede står på terskelen til internasjonal lansering vil derimot i stor grad være bestemt. Her blir det næringspolitiske perspektivet viktigere. De åtte teknologiområdene vi har løftet frem har ulik modenhetsgrad. De fire med kortest vei til markedet vil i større grad være relevante i lys av næringspolitikken, mens miljøpolitiske målsettinger i større grad kan være med på å forme de fire teknologiområdene som har en lengre vei å gå.

En miljøteknologistrategi bør ta eksplisitt hensyn til de ulike teknologiområdenes modenhet. Offentlige virkemidler og offentlig satsning må struktureres mht teknologiens modenhet. Store generiske forskningsprogrammer bør innrettes mot brede teknologiområder med langsiktig horisont. Kommersialiseringsstøtte, virkemidler for internasjonalisering, demo- og pilotfasilitering og kapital/investeringsvirkemidler bør rettes mot de mer modne segmentene med kortere vei til markedet.

Vårt rammeverk presiserer at det ikke er tilstrekkelig at et selvstendig teknologiområde blir utviklet her i landet. For å øke sannsynligheten for kommersiell suksess er det nødvendig at teknologiprodusentene opererer i et næringsmiljø der det finnes krevende kunder og avanserte

underleverandører. Slike forhold finner vi ofte i tilknytning til de store og tunge næringsklyngene i Norge (offshore, maritim, metall, marin). Det er også av stor betydning at flere aktører konkurrerer mot hverandre på samme marked (slik som vi ser innen eksempelvis rensing av ballastvann, som igjen er koblet til maritim næring). Sist men ikke minst er det helt avgjørende at teknologileverandørene står overfor en betydelig markedsetterspørsmål i årene som kommer. På miljøområdet står myndighetene ofte sentralt på kundesiden, som innkjøper av ulike typer miljøteknologi. Det offentlige som krevende kunde er et sentralt og effektivt virkemiddel for utvikling av teknologiområder innen miljøfeltet.

De 8 ulike teknologiområdene vi har løftet frem som områder med betydelig fremtidig potensial har ulik modningsgrad og derfor varierende avstand frem til markedet. Det offentlige har derfor ulike roller å spille.

Innen **småkraftanlegg** ser vi allerede i dag at enkelte norske aktører operer i store og voksende markeder ute. Her finner vi utfordringer knyttet til myndighetenes vilje til å la hjemmemarkedet i større grad virke som et aktivt testmarked. Det ligger også et betydelig potensial i offentlig medvirkning til internasjonale fremstøt, ikke minst innen utviklingsfeltet.

Teknologi utviklet for å rense **ballastvann fra skip** er på full fart inn i markedet og norske leverandører ligger langt fremme. Men dette er et marked som vil bli stort og mange aktører kommer til å prøve over de neste årene. De norske teknologileverandørene er relativt små og trenger aktiv bistand for internasjonal markedsposisjonering og mer spesialisert kundetilpasning. Her vil eksempelvis IFU-virkemidler kunne spille en rolle.

Utvikling av bunnfaste **offshore-vindinstallasjoner** krever deltakelse fra en rekke aktører. Mange av de norske aktørene innen offshore petroleum har kort vei over til vindsegmentet, og det er en åpenbar fordel ettersom deres evne til å betjene slike prosjekter innen kort tid må verifiseres for at norske aktører skal få tildelt sentrale roller på eksempelvis britisk sokkel. Her kan det se ut som at offshore-aktørene ikke har sterke nok insentiver til å vri oppmerksomheten over til offshore vindkraft, muligens fordi lønnsomheten innen petroleum fortsatt er høy. Her bør man således vurdere om myndighetene kan insentivere aktørene til å endre fokus gjennom ulike leverandørutviklings- og samarbeids/koordineringsprogrammer.

Innen utvikling av teknologi for **rensing av drikke- og avløpsvann** kan det være et potensial for sterkere samspill med det offentlige gjennom en mer bevisst innkjøpspolitikk. Det ser også ut som at man nå har fått offentlig finansierte FoU-satsninger gjennom Forskningsrådet og andre institusjoner.

Når det gjelder **vannforsyning fra dype reservoarer** har myndighetene roller å spille både i forhold til utvikling av kunnskapsgrunnlaget og i forhold til promotering av teknologien i tilknytning til bistandsprosjekter.

I tillegg til å understøtte grunnleggende og anvendt forskning kan miljømyndighetene være kompetente kunder knyttet til utvikling av **avanserte trådløse sensorer og sensornettverk**; Dvs. kunder som er med og utvikler leverandørene gjennom omforente kravspesifikasjoner og ikke bare gjennom krav til pris og BAT. Dette kan skje i tilknytning til langsiktig utvikling av nasjonale overvåkningsprogrammer og inkludering av nye parametre.

Når det gjelder utvikling av **miljøvennlige energikilder i nasjonale nett** har myndigheter på ulike nivåer en rolle å spille som reguleringsinstans og som kjøper av tjenester. På begge områdene kan myndighetene være med å utvikle et hjemmemarked. I tillegg kan norske myndigheter være med å promotere emnet og støtte opp gjennom virkemidler i Innovasjon Norge.

I tillegg til generelle langsiktige og fokuserte FoU-satsinger, kan myndighetene fungere som en pådriver i markedet for **avanserte miljøovervåknings- og beslutningsstøttesystemer** ved å være med å utvikle og etablere internasjonale standarder for miljøovervåkning og dataregistrering. Dette kan både gjelde offentlige systemer og offentlige krav til industriaktører som er mer involvert i potensielt miljøbelastende virksomhet. Kravet til overvåkning i Nordområdene er et nærliggende eksempel som kan være med å drive frem ny teknologi finansiert av f.eks. petroleumsvirksomheten.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>FORORD .....</b>	<b>1</b>
<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INNLEDNING OG BAKGRUNN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. HVORDAN IDENTIFISERE TEKNOLOGIOMRÅDER MED INTERNASJONALT MARKEDSPOTENSIAL?.....</b>	<b>4</b>
2.1. NORSKE FORTRINN FOR UTVIKLING AV MILJØTEKNOLOGI .....	5
2.2. PORTERS KLYNGEMODELL SOM RAMMEVERK .....	6
2.3. INTERNASJONAL MARKEDSUTVIKLING .....	8
2.4. TIDSHORISONT OG TEKNOLOGIKARTLEGGING .....	9
2.5. RISIKOFAKTORER .....	11
<b>3. FEM HISTORISKE EKSEMPLER PÅ TEKNOLOGIOMRÅDER MED INTERNASJONAL SUKSESS .....</b>	<b>12</b>
3.1. OM LÆRING FRA TILDLIGERE SUKSESSER .....	12
3.2. OPTISK AVFALLSORTERING: TITECH .....	12
3.3. MILJØVENNLIG SKIPSCOATING: JOTUN COATING .....	15
3.4. PHOTOVOLTAISK SOLCELLEENERGI.....	19
3.5. INTEGRERTE OPERASJONER (IO).....	24
3.6. MILJØOVERVÅKING TIL HAVS: FUGRO OCEANOR OG AANDERAA DATA INSTRUMENTS.....	26
3.7. ERFARINGER KNYTTET TIL MYNDIGHETENES ROLLE.....	30
<b>4. OFFENTLIGE SATSINGER PÅ FOU OG INNOVASJON MED RELEVANS FOR UVIKLING AV MILJØTEKNOLOGI .....</b>	<b>32</b>
4.1. ANVENDTE INNOVASJONS OG NETTVERKSSATSINGER RETTET MOT MILJØTEKNOLOGI .....	32
4.2. TUNGE OG LANGSIKTIGE FOU-SATSINGER MED RELEVANS FOR MILJØTEKNOLOGI .....	35
4.2.1. SFI: SENTRE FOR FORSKNINGSBASERT INNOVASJON .....	36
4.3. SFF: SENTRE FOR FREMRAGENDE FORSKNING: .....	39
4.4. FME: FORSKNINGSSENTERNE FOR MILJØVENNLIG ENERGI.....	40
<b>5. ÅTTE TEKNOLOGIOMRÅDER MED INTERNASJONALT POTENSIAL.....</b>	<b>44</b>
5.1. HYDROBASERT SMÅKRAFT-ANLEGG.....	45
5.2. OFFSHORE VIND:.....	49
5.3. RENSING AV BALLASTVANN.....	54
5.4. RENSING AV AVLØPS- OG DRIKKEVANN: .....	57
5.5. VANNFORSYNING FRA DYPE RESERVOARER .....	63
5.6. AVANSERTE, TRÅDLØSE SENSORER OG INTEGRERTE SENSORNETTVERK .....	63
5.7. MILJØVENNLIGE ENERGIKILDER I NASJONALE NETT .....	64
5.8. AVANSERTE MILJØOVERVÅKNINGS- OG BESLUTNINGSTØTTESYSTEMER.....	64
<b>6. KORT POLICYRELATERT OPPSUMMERING.....</b>	<b>65</b>
<b>7. LITTERATURHENVISNINGER.....</b>	<b>67</b>



# 1. INNLEDNING OG BAKGRUNN

Denne rapporten er utarbeidet av MENON Business Economics og Tor-Petter Johnsen på oppdrag fra Klima og forurensningsdirektoratet. Tor-Petter Johnsen har særlig bidratt med beskrivelse av de mer langsiktige FoU-satsningene og brede teknologiområder med potensial lenger frem i tid. Rapporten tar i bruk et enkelt rammeverk for identifisering av fortrinn vi har i Norge som kan være utløsende for fremvekst av miljøteknologier og miljøtjenester med et betydelig internasjonalt markedspotensial i årene som kommer. Prosjektet er en direkte utvidelse av prosjektet "Miljøteknologi: Potensial og hindre for utvikling av norske konkurransedyktige bedrifter", utført av MENON Business Economics for Klima og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT) våren 2009.

Prosjektet peker ut noen teknologiområder/nisjer som i lys av Porter-modellen synes å kunne utvikle seg til områder med tydelige klyngeegenskaper. Slike egenskaper og næringsfortrinn vil kunne bidra til at norske teknologileverandører har gode forutsetninger for å hevde seg på det internasjonale markedet i årene fremover. Vi har lagt som kriterium at norske myndigheter potensielt kan spille en rolle i utviklingen av teknologiområdene, men myndighetenes involvering preges i stor grad av hvor modne teknologiene er.

I tabellen nedenfor oppsummerer vi hvilke teknologiområder som er gjennomgått. Denne listen inkluderer både de områder som vi har sett på for å lære, og de områdene som vi har løftet frem med betydelig potensial.

---

---

## **Teknologiområder med tidligere internasjonal suksess**

---

Optisk avfallsortering: Titech

Miljøvennlig skipscoating: Jotun coating

Photovoltaisk solcelleenergi

Integrerte operasjoner (io)

Miljøovervåking til havs: Fugro Oceanor og aanderaa data INstruments

---

---

## **Teknologiområder med potensial**

---

Hydrobasert småkraft-anlegg

Offshore vind:

Rensing av Ballastvann

Rensing av avløps- og drikkevann:

Vannforsyning fra dype reservoarer

Avanserte, trådløse sensorer og integrerte sensornettverk

MILJØVENNLIGE energikilder i nasjonale nett

Avanserte miljøovervåknings- og beslutningsstøttesystemer

---

---

Å plukke fremtidige vinnerteknologier er vanskelig. Verden har det med å endre seg på måter som ikke lett lar seg forutse, både teknologisk, politisk og markedsmessig. Følgelig er det en svært ambisiøs oppgave vi gir oss i kast med. Det er viktig å presisere at vi i denne rapporten er bevisst på



denne problemstillingen. Vi har derfor valgt å beskrive et grovt rammeverk for hvordan man kan tilnærme ulike miljøteknologiområder.

Rammeverket tar utgangspunkt i klyngeteorien til Porter (1988) som identifiserer egenskaper ved næringer eller teknologiområder som gjør dem særlig konkurransedyktige. Disse egenskapene hviler på eksistensen av tette koblinger mellom aktørene i næringen, og ikke minst et konkurransedrevet og innovativt marked i vekst. Rammeverket løfter eksplisitt frem ulike typer fortrinn som teknologiområdene har her i Norge og som kan tenkes å være utløsende for at teknologiene blir interessante for internasjonale markeder

Rammeverket tar også tydelig hensyn til forventet tid frem til marked. Med dette mener vi at noen teknologiområder allerede er svært modne og har kort vei til de internasjonale markedene, mens andre teknologier kun ligger på ide-stadiet og har kanskje 10-15 år med FoU og testing før de er klare for markedet. Dette er et viktig poeng fordi teknologiens modenhetsgrad legger føringer på i hvor stor grad man kan hvile på Porters klyngemodell, samt hva myndighetene kan og bør gjøre for å stimulere til teknologiutvikling. Poenget er også viktig fra et risikoperspektiv, ettersom mange typer risiko vokser med teknologiens grad av umodenhet. Sist men ikke minst er modenhetsgrad også avgjørende for om offentlige aktører kan tenke miljøpolitikk (miljøeffekt) eller om de i stor grad må forholde seg til en gitt teknologi og i større grad tenke næringspolitikk. Teknologiområdene vi trekker frem får ulik omtale avhengig av hvor langt frem det er til kommersiell introduksjon. De teknologiområdene som ligger lengst frem i tid blir presentert i mer overordnet form ettersom de både er mer generiske og møter en mer usikker etterspørsel i fremtidige markeder.

En miljøteknologistrategi bør ta eksplisitt hensyn til de ulike teknologiområdenes modenhet. Offentlige virkemidler og offentlig stasjon må struktureres mht teknologiens modenhet. Store generiske forskningsprogrammer bør innrettes mot brede teknologiområder med langsiktig horisont. Kommersialiseringsstøtte, virkemidler for internasjonalisering, demo- og pilotfasilitering og kapital/investeringsvirkemidler bør rettes mot de mer modne segmentene med kortere vei til markedet.

Vårt rammeverk presiserer at det ikke er tilstrekkelig at et selvstendig teknologiområde blir utviklet her i landet. For å øke sannsynligheten for kommersiell suksess er det nødvendig at teknologi produsentene opererer i et næringsmiljø der det finnes krevende kunder og avanserte underleverandører. Slike forhold finner vi ofte i tilknytning til de store og tunge næringsklyngene i Norge (offshore, maritim, metall, marin). Det er også av stor betydning at flere aktører konkurrerer mot hverandre på samme marked (slik som vi ser innen eksempelvis rensing av ballastvann, som igjen er koblet til maritim næring). Sist men ikke minst er det helt avgjørende at teknologileverandørene står overfor en betydelig markedsetterspørsel i årene som kommer. På miljøområdet står myndighetene ofte sentralt på kundesiden, som innkjøper av ulike typer miljøteknologi. Det offentlige som krevende kunde er et sentralt og effektivt virkemiddel for utvikling av teknologiområder innen miljøfeltet.

De 8 ulike teknologiområdene vi har løftet frem som områder med betydelig fremtidig potensial har ulik modningsgrad og derfor varierende avstand frem til markedet. Det offentlige har derfor ulike roller å spille. I konklusjonskapittelet går vi raskt gjennom noen utfordringer som det kan være formålstjenelig at det offentlige tar tak i for å styrke disse teknologiområdene.



## 2. HVORDAN IDENTIFISERE TEKNOLOGIOMRÅDER MED INTERNASJONALT MARKEDSPOTENSIAL?

Å plukke fremtidige vinnere i næringslivet har vist seg å være en nærmest umulig oppgave. Dette problemet gjelder ikke bare enkeltbedrifter, men også teknologiområder og bransjer. Verden har det med å endre seg på måter som ikke lett lar seg forutse, både teknologisk, politisk og markedsmessig. Følgelig er det en ambisiøs oppgave vi gir oss i kast med når målsettingen er å peke ut noen miljøteknologiområder som vi synes innehar egenskaper og som opererer med den typen fortrinn som vi tror kan påvirke sannsynligheten for at et internasjonalt kommersielt gjennombrudd lar seg gjennomføre.

Det er viktig å presisere at vi i denne rapporten er ydmyke overfor denne innsikten. Vi har derfor valgt å kun lansere et grovt rammeverk for hvordan man kan tilnærme seg potensialet for ulike miljøteknologiområders markedsvekst. Prosjektet er lite i omfang, og vi kan derfor ikke gå i dybden på de ulike teknologiske og kommersielle aspektene ved teknologiområdene som gjennomgås her.

Vi har valgt å løfte frem fem miljøteknologiområder som kan vise til omfattende internasjonal suksess gjennom de seneste årene. Innsikt fra disse historiene danner rammen for å forstå hvordan viktige ressurser, markedsforhold, konkurranse og næringskoblinger har spilt inn i utviklingen av teknologiene og bedriftene. Og ikke minst kan de fem eksemplene fortelle noe om i hvilken grad myndighetene kan spille en rolle som promotor for utvikling av miljøteknologier og nye bedrifter.

Å drøfte disse forholdene er i stor grad konsistent med den tilnærming som Porter (1988) anvender i sine klyngeanalyser av ulike bransjer. Vi har derfor valgt å eksplisitt ta i bruk Porters rammeverk for både å kunne trekke ut lærdom av de fem suksesshistoriene, og for å kunne si noe om potensialet i utvalgte miljøteknologiområder som ennå ikke har vist sitt kommersielle potensial (se kapittel 2.2). Når dette er sagt, så er ikke Porter-modellen egentlig designet for å forutsi fremtidig nærings- og teknologiutvikling. Vi har derfor hatt behov for å utvikle et rammeverk for analysen som tydeliggjør tidshorisontens rolle. Jo lenger ut i tid vi tenker oss at et teknologiområde vil ha kommersielt potensial, eller sagt med andre ord: jo lenger veien er til mål, jo mindre relevant og nøyaktig vil Porter-rammeverket være. Dette drøfter vi nærmere i kapittel 2.4.

Et annet element vi har hatt behov for å se nærmere på i enkelte av våre teknologiområder er usikkerhetselementet. Teknologisk, politisk, markedsmessig og forretningsintern usikkerhet er typiske elementer en hver investor vil se nøye på før hun velger å investere i et nytt prosjekt. Usikkerhet reduserer sannsynligheten for å nå kommersielt interessante løsninger på sikt. Det er derfor nødvendig å diskutere dette i tilknytning til flere av teknologiområdene som vi trekker frem. Risikofaktorene drøftes i kapittel 2.5.

Vi har særlig vektlagt betydningen av FoU-satsninger og brede virkemidler (som nettverks- og klyngeprogrammer) for fremtidig teknologiutvikling. På litt kortere sikt vil de anvendte forskningsprosjektene og nettverskprogrammene kunne fungere som kvalitetsbarometere med hensyn til teknologisk og markedsmessig potensial (for eksempel Arena og NCE-programmer), mens vi på lengre sikt i større grad må se til de bredere og mer generiske og store FoU-satsningene som Sentere for fremragende forskning (SFF), Forskningsentre for miljøvennlig energi (FME), Sentere for innovasjon (SFI) og lignende. Slike virkemidler og FoU-satsninger er nærmere beskrevet i kapittel 4.

Det er et viktig poeng at energibaserte miljøaktiviteter har et helt annet markedspotensial enn teknologier som ikke har en kostnadsreducerende effekt, men kun en miljøeffekt. I sistnevnte gruppe vil landenes reguleringspraksis og lovpraksis være avgjørende for det internasjonale markedspotensialet. Prosjektets mandat retter særlig søkelys mot denne siste gruppen av teknologier.

## 2.1. NORSKE FORTRINN FOR UTVIKLING AV MILJØTEKNOLOGI

Denne rapporten tar utgangspunkt i at vi her i Norge står overfor fortrinn som man kan utnytte for å styrke sin posisjon og sitt potensial som teknologileverandør på internasjonale markeder. Dette perspektivet er på ingen måte nytt. Så tidlig som på 1600-tallet beskrev den kjente økonomen David Ricardo (1689) slike fortrinn som kilde til internasjonal handel gjennom det han kaller komparative fortrinn. Men hva mener vi egentlig med fortrinn for utvikling av miljøteknologi i Norge. Nedenfor følger noen sentrale former for fortrinn som vil prege analysen i denne rapporten.

**Naturgitte fortrinn:** Denne typen fortrinn er gitt fra naturens side, eksempelvis gjennom rik tilgang på naturressurser, eksempelvis silisium og vannkraft til solcelleindustri, eller store havområder som bereder grunnen for aktiv teknologiutvikling i tilknytning til miljø og marine ressurser. Også klimatiske forhold kan gi enkelte leverandører av teknologi fortrinn, eksempelvis i tilknytning til energieffektivisering i bygg.

**Kompetansefortrinn:** Her tenker vi primært på kompetanse- og kunnskapsfortrinn som kommer i tilknytning til et velutviklet forsknings- og kunnskapssystem. For eksempel har vi i Norge en lang og sterk fagtradisjon innen systemintegrering ved universiteter og høyskoler. Dette gjør det lettere å utvikle kommersielle integrerte systemer for miljøovervåking og i ulike habitater. Kompetansefortrinn kan vel så gjerne være koblet opp mot enkelte næringer, men da kaller vi det heller.

**Næringsmessige fortrinn:** Disse fortrinnene kommer som en naturlig følge av at vi i Norge er særlig langt fremme innen enkelte næringer, som offshore petroleum, sjøfart, sjømat, metallindustri, telekommunikasjon med mer. Bedrifter som retter sin miljøteknologi mot og baserer seg på kommersiell interaksjon med disse næringene vil kunne utnytte de sterke kunnskaps- og klyngeegenskapene som allerede råder i disse næringene. Med et tydelig og stort marked av krevende kunder, vil veien ut på internasjonale markeder bli betydelig kortere. Innen økonomifaget kalles denne typen fortrinn ofte for dynamiske fortrinn.

**Markedsmessige fortrinn:** Her tenker vi primær på kjennetegn ved etterspørselsiden som er særegne for Norge. Holdninger til miljøvern kan i enkelte sammenhenger være mer uttalte i noen land. Etterspørsel etter miljøteknologi i konsummarkedet kan også være en funksjon av innbyggernes inntekt. I Norge er inntektsnivået høyt, noe som kan danne grunnlag for høy etterspørsel etter teknologier som er kostbare. Da vil markeder som det norske være tidlig ute, sammenlignet med andre land.

**Fortrinn knyttet til offentlig sektor og politiske rammevilkår:** I den grad norske myndigheter legger forholdene til rette for utvikling av ny teknologi, enten gjennom støtte eller gjennom særegne reguleringer vil nye teknologiområder kunne få et fortrinn i Norge sammenlignet med andre land. Et eksempel på dette er den norske ordningen for flaskeretur som var med på å drive frem Tomras

returteknologi. På samme måte vil offentlig sektors innkjøpspolitikk kunne gi norske teknologileverandører et fortrinn i form av et større hjemmemarked. Den såkalte Porter hypotesen (Porter et al 2001) fremhever at man som offentlig myndighet på miljøområdet kan dyrke frem langsiktige konkurransemessige fortrinn for bedriftene gjennom å være særlig aktive gjennom regulering og miljølovgivning. Denne hypotesen er dog svært omdiskutert og en større studie i Sverige (Brännlund, 2008) viser at hypotesen ikke synes å være gyldig for svenske leverandører av miljøteknologi.

## **2.2. PORTERS KLYNGEMODELL SOM RAMMEVERK**

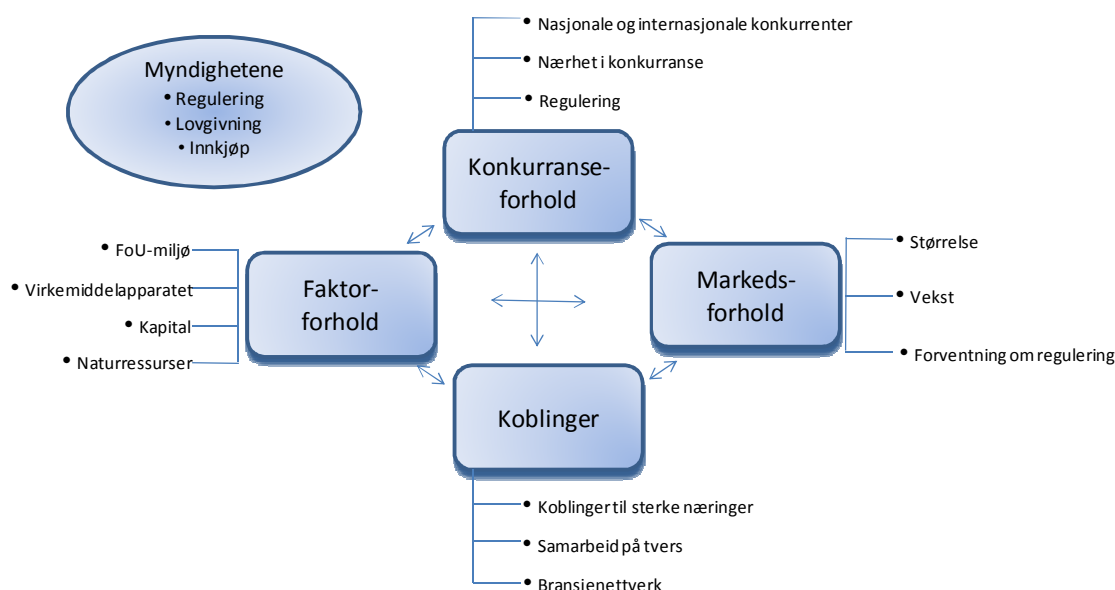
Når man skal forsøke å identifisere potensielle teknologiområder hvor Norge kan ha/få fortrinn i et internasjonalt miljøteknologimarked er det interessant å se på noen eksempler som konkretiserer prosess og forutsetninger for norske suksesshistorier innen miljøteknologi. For å systematisere erfaringene fra disse eksemplene, er de søkt analysert i forhold til Porters diamantmodell og Reve's oppgraderingsmekanismer (Reve & Jakobsen 2001). Denne modellen er i stor grad knyttet opp til den type fortrinn (ressurser) som er beskrevet over.

Bedrifters konkurransedyktighet avhenger av de omgivelsene de er en del av. Bedrifter og arbeidskraft vil alltid trekkes mot de områdene som totalt sett har de beste næringsomgivelsene. Dette fenomenet danner utgangspunkt for at næringer som opererer i attraktive omgivelser vokser raskere enn tilsvarende næringer andre steder eller under mindre gunstige betingelser.

Den første som beskrev denne sammenhengen var Michael Porter (1988). Han gjennomførte på åtti og nittitallet en rekke internasjonale forskingsprosjekter som forklarer hvorfor suksessraten til næringer er ulike innen geografiske avgrensede områder, til tross for at ressursgrunnlaget var tilnærmet likt. Han fant ut at en av de viktigste forklaringene lå i forskjellene i kvaliteten på innsatsfaktorene, der innsatsfaktorene i noen miljøer var så gode at de i seg selv bidro til en selvforsterkende vekst for bedriftene som lå lokalisert der. Han kalte dette fenomenet for klynger og klyngeeffekter.

Funnene fra studien resulterte i Porters diamantmodell som beskriver hvilke vilkår som avgjør om en næring klarer å utvikle seg til en klynge med selvforsterkende effekter som drar i retning av å øke bedriftenes konkurranseevne.

**Figur 2.2.1 Porters diamantmodell**



Modellen viser at det er fire viktige komponenter som må tilfredstilles. For det første må bedriftene stå overfor velutviklede faktorforhold der god tilgang på kunnskap, kapital og naturressurser, noe som er avgjørende for bedriftenes vekstevne. For det andre spiller konkurranseforholdene en viktig rolle som drivkraft. Gjennom konkurranse drives bedriftene til innovasjon og effektivisering. En annen sentral faktor knytter seg til sterke koblinger mellom aktører i verdikjeden. Krevende kunder og leverandører vil i samspill styrke hverandre gjennom kunnskapsutveksling og rask tilpasning. Tilsvarende vil tett interaksjon med kunnskapsmiljøer være avgjørende for næringens eller teknologiområdets evne til å utvikle seg sterkt. Sist, men ikke minst, kreves det at bedriftene står overfor markedsforhold som tilsier stabilt voksende etterspørsel. Samspillet mellom og styrken til disse fire faktorene avgjør om næringen blir en klynge, og det er evnen til å utnytte disse forholdene som betegnes som klyngeegenskaper.

I tillegg er myndighetenes rolle helt sentral i modellen. Det er myndighetene som legger premisene for utviklingen av en næring gjennom tilrettelegging av rammebetingelser, tiltak gjennom virkemiddelapparatet og andre støtteordninger, tiltak gjennom reguleringer, som markedsfasilitator og som krevende kunde.

Reve og Jakobsen (2001) peker på at det i utgangspunktet er få næringer i Norge som kan vise til at de er en fullstendige og komplette klynger. Samtidig er det mange næringer som har elementer av klyngeegenskaper ved seg. Eksempelvis så regner vi at næringer som olje- og gass, sjømat og maritim næring er sterke klynger i Norge, mens andre næringer og teknologiområder har klyngetrekk eller potensial for å bli sterkere klynger.

Fornybar energi og miljøteknologi/miljøtjenester danner ikke en næring slik man tradisjonelt tenker på det i forbindelse med eksempelvis sjømat, olje og gassindustrien og maritim næring. Til det er denne næringsgruppen for bredt definert og for urelatert. Med unntak av enkelte teknologiområder (som rene energiformer) opererer bedriftene inn mot et stort antall næringer, der hver enkelt næring krever sine spesifikke løsninger for effektiv håndtering av miljøproblemer. Det at man i begrenset

grad kan snakke om en næringsklynge i Porter-forstand, innebærer ikke at bedriftene som leverer teknologi- eller tjenester som reduserer miljøbelastningen operer uten produktive næringskoblinger, men koblingene er ofte sterkere relatert til aktører i andre næringer enn til andre aktører innen miljøteknologi.

I søken etter teknologiområder som synes å ha potensial til å kunne konkurrere på internasjonale markeder for miljøteknologi legger vi til grunn at dersom de har sterke koblinger til og anvendelse innen de næringsklynger som i er sterke i Norge, vil sannsynligheten for suksess være større, ettersom aktørene innen disse næringene vil være mer krevende, ha høyere betalingssevne og være internasjonalt ledende i sine strategier i valg av miljøløsninger.

### **2.3. INTERNASJONAL MARKEDSUTVIKLING**

En kartlegging av potensialet for norsk miljøteknologi må ta utgangspunkt i de globale drivkrefter som i tiden fremover vil øke behovet for og etterspørselen etter miljøteknologi. Det er blitt nedsatt er virkemiddelgruppe bestående av NHD, MD, Klima og forurensningsdirektoratet, Innovasjon Norge og Forskningsrådet som har pekt ut seks sentrale drivkrefter som vil prege utviklingen av miljøteknologi årene som kommer (SFT, 2009). Disse driverne er tuftet på store og overordnede utviklingstrekk som har globale miljøperspektiver. De tar utgangspunkt i de mest presserende miljøbehov verden står overfor i tiden fremover, som drivhuseffekt, avfallshåndtering, behov for energieffektivisering, behov for rent vann og behov for kartlegging av miljøtilstanden i ulike sammenhenger. Følgende seks drivere er løftet frem:

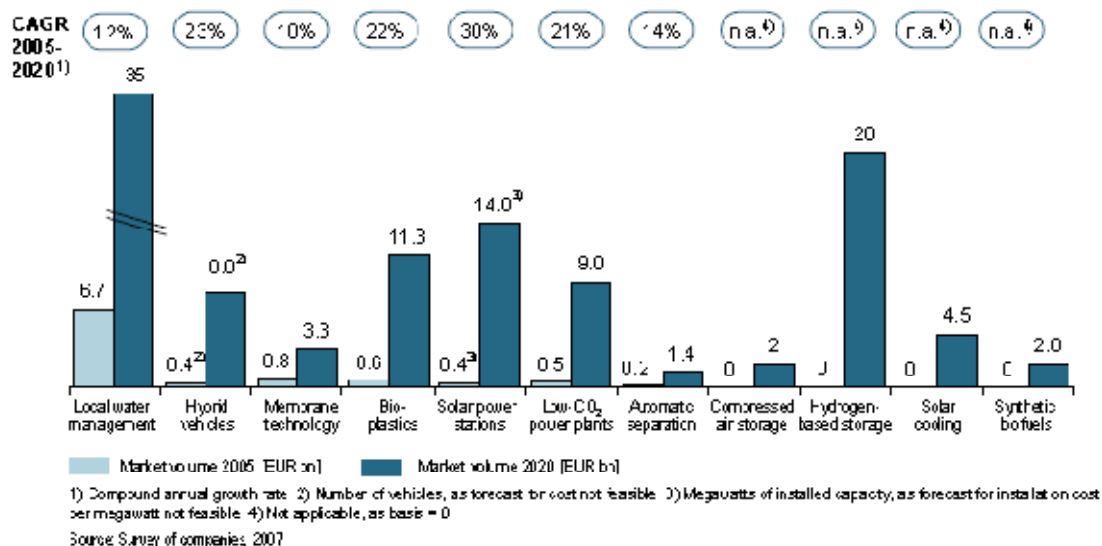
- 1. Verden trenger mer ren energi**
- 2. Fossile energikilder kommer til å dominere også i fremtiden**
- 3. Globaliseringen øker transportbehovet**
- 4. Produktene må tilvirkes og avhendes på en bærekraftig måte**
- 5. Rent vann kan bli fremtidens konfliktområde**
- 6. Tiltakene og miljøstatus må overvåkes (Informasjons- og overvåkingsteknologi)**

Teknologiområder som forventes å kunne vise betydelig internasjonal omsetningsvekst antas i utgangspunktet å berøre en av disse seks driverne. I Roland Berger (2007) går man gjennom ulike estimater for markedsvekst over perioden 2005 til 2020.

Det forventes særlig høy vekst innen solenergi, hybridbiler og energiproduksjon med lavkarbonteknologi. Samtidig antas markedsvolumet å være størst innen vannrensing og avløpshåndtering. Biodrivstoff og avfallssortering er teknologiområder der markedene forventes å være mer begrensede i volum i tiden fremover. I Roland Berger (2007) pekes det videre på at energieffektivisering i bred forstand vil representere mer enn 80 av veksten innen miljøteknologisegmentet over de neste 20 årene. Dette er et sentralt perspektiv, men fordi energieffektivisering som område er lite konkret og berører et stort antall aktører, både i form av teknologit utvikling og implementering, er det vanskelig å anvende perspektiver knyttet til markedsutvikling i en mer operasjonell tilnærming til lovende teknologiområder.



**Figur 2.3.1. Estimer for vekst og markedsstørrelse innen ulike miljøteknologirområder i Europa**

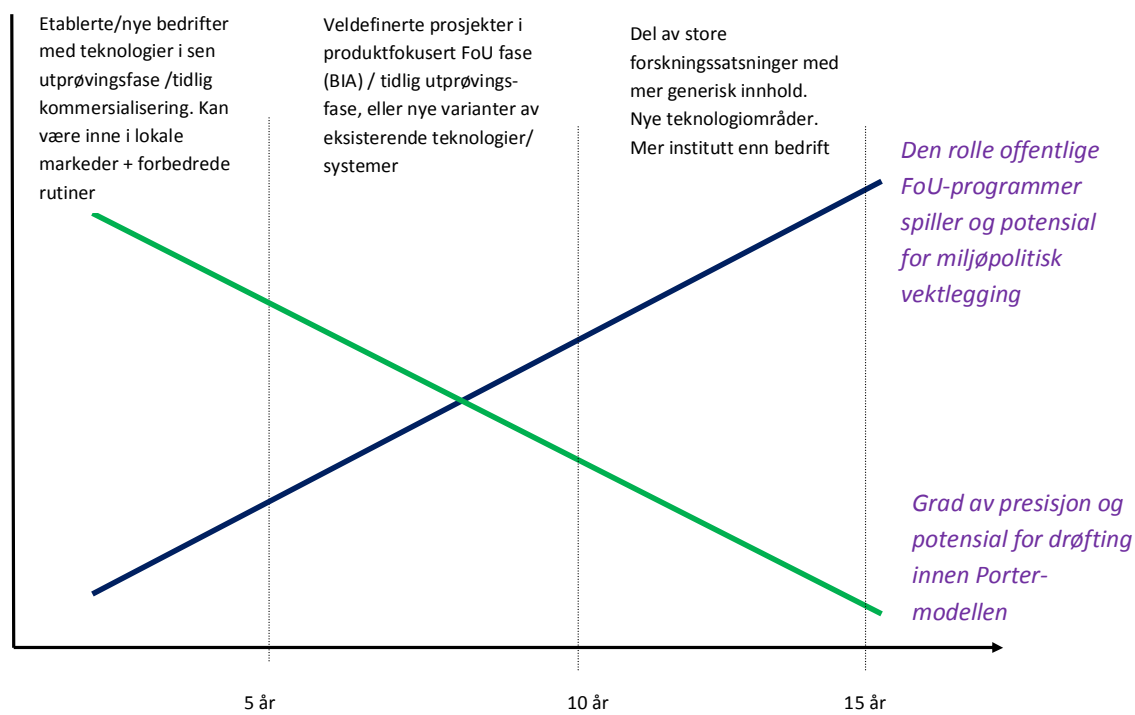


## 2.4. TIDSHORISONT OG TEKNOLOGIKARTLEGGING

I vår tilnærming til å identifisere miljøteknologirområder med internasjonalt salgspotensial må vi eksplisitt ta hensyn til hvor langt det er frem til at en teknologi kan antas å selges i et internasjonalt marked. Jo lengre tidsperspektivet er, jo mindre eksakt kan man være med hensyn til markedspotensial, teknologiske utfordringer og industrielle koblinger. Sagt på en annen måte. Porter-modellen får gradvis mer begrenset relevans jo lenger fremover i tid vi forsøker å se. I figur 2.4 illustrer vi hvordan tidsperspektivet legger føringer for våre vurderinger av teknologirområder og ulike offentlige virkemidlers relevans.

Miljøteknologier som antas å kunne omsettes på internasjonale markeder innen 5 år vil allerede i dag ha kommet langt i form av utprøving og tidlig kommersialisering. Eksempelvis vil teknologien/teknologirområdet allerede kunne operere på lokale markeder. På enkelte områder vil det også være naturlig å forvente at ennå ikke ferdig utviklede teknologier kan nå internasjonal lansering innenfor en periode på mindre enn 5 år. Dette er særlig relevant der teknologisk endring foregår raskt, men ikke i store skift (dette kalles gjerne for inkrementell innovasjon), som for eksempel innen IKT-baserte teknologier. Dersom det er behov for bruk av offentlige virkemidler overfor teknologier i denne fasen, så vil gjerne virkemidlene måtte rette seg mot behov i en kommersialiserings og markedsførings/introduksjonsfase. Typiske ordninger som er relevante i denne sammenheng er eksportgarantier, IFU-kontrakter, internasjonaliseringsstøtte, aktiv bruk av utekontorene i virkemiddelapparatet, etc. For de teknologiene som ennå ikke er ferdig utviklet vil også støtte til verifikasjon, utvikling av prototyper og etablering eller bruk av demo-anlegg også være relevant. Fordi en god del relevante bedrifter ofte vil operere innenfor segmenter med denne modningsgraden, og fordi kunnskapsmiljøene er etablert og etterspørselen er definert, vil bruk av Porter-modellen for å identifisere teknologirområdenes styrker og svakheter representere et slagkraftig verktøy.

**Figur 2.4: Teknologisk modenhet og politiske utfordringer**



Miljøteknologier og miljøtjenester som ennå har 5 til 10 år frem til internasjonal kommersialisering, vil normalt basere seg på utviklingsprosjekter som er relativt nye men likevel produktfokuserede. Med dette mener vi at teknologiens spesifikke anvendelse i stor grad er identifisert, og at økende grad fokuseres på i hvilken grad teknologien kan løse spesifikke miljøproblemer, samt at markedenes potensial er tydelige. Prosjekter som opererer i denne fasen kan stimuleres gjennom brukerstyrte FoU-programmer som BIA. Gjennom ulike nettverks-programmer og støtte til samarbeidsarenaer. Innen denne tidshorizonten er det også mulig å tenke seg at statlige så vel som internasjonale reguleringer og pålegg kan bidra til å igangsette mer anvendte utviklingsprosjekter som leder frem til nye og etterspurte teknologier. Man kan hevde at det er naturlig å trekke frem kombinasjonen av gulrot og pisk overfor teknologiprojekter som befinner seg i en så vidt umoden fase.

Prosjekter knytte til miljøteknologier som har over 10 år foran seg før det kan være aktuelt med en kommersiell inntreden i internasjonale markeder, vil normalt hvile på brede og relativt generiske forskningsprosjekter. Her vil teknologiens anvendelse være mer uklar. Markedets etterspørsel vil også være dårlig definert og det vil normalt ikke eksistere en relevant klynge som med egneskaper som bidrar til å styrke teknologiområdets konkurransevne. For denne typen umodne teknologiområder vil en Porter-analyse kun i begrenset grad kunne gi meningsfulle tolkninger. Offentlige virkemidler som egner seg til støtte opp under denne typen miljøteknologiprojekter vil normalt ta form av brede og langsiktige FoU-satsninger med relativt frie mandater for satsning og med mer begrenset involvering av næringsliv. FMEer og SSFer er forskningsprogrammer som antas å egne seg for teknologier i denne fasen.

Tiden fra ide til marked er normalt 10-15 år, men ser man på den grunnleggende forsknings- og teknologikompetansen som gir opphavet til innovasjonene, må man legge på ytterligere 5-10 år før man finner utgangspunktet for suksessen. Dette gjelder ikke bare komplekse systemer, men også "enkler" produkter hvor innsikt i teknologi og anvendelsesmuligheter både fra bedrift og "bakenforliggende" forskningsmiljø har blitt bygget over tid. Det er ingen grunn til på tro at miljøteknologinæringen er annerledes når det gjelder systemer og fysiske produkter. Tradisjonelt snakker vi her om del-løsninger og -systemer som inngår i ulike industrielle sammenhenger og derfor møter de samme krav til kvalitet, industrialisering og kost/nytte som andre teknologiområder.

## 2.5. RISIKOFAKTORER

Fra et bedriftsøkonomisk (så vel som et samfunnsøkonomisk) perspektiv er usikkerhet en kostnad som må tas inn i beregningen når nye prosjekter igangsettes. Normalt er det slik at jo kortere man har kommet i utviklingen av en miljøteknologi, jo flere usikkerhetsfaktorer må man forholde seg til. Men dette mønsteret gjelder ikke på alle områder. Enkelte teknologiområder kan ha systematisk høyere usikkerhet, og jo større denne teknologispesifikke usikkerheten er, jo mindre er fortrinnet for å utvikle teknologien til en konkurransedyktig satsning. I denne rapporten ser vi det som hensiktsmessig å drøfte følgende risikofaktorer knyttet til ulike miljøteknologiområders potensial

- Teknologisk usikkerhet: Den teknologiske usikkerheten knytter seg til sannsynligheten for at teknologien (eventuelt teknologiområdet) ikke evner å løse de miljø- eller energiutfordringer som de er laget for. I tillegg faller kostnadselementet inn under denne typen usikkerhet. Det er rimelig å forvente at den teknologiske usikkerheten øker med teknologiens modenhet og avstand i tid frem til kommersiell virksomhet.
- Markedsusikkerhet: Denne typen usikkerhet knytter seg til hvor sterk etterspørselen blir i tiden fremover. Etterspørselen etter miljøteknologi styres i stor grad av to faktorer: kundenes og forbrukernes preferanser (herunder offentlig sektor som innkjøper) og offentlige reguleringer og insentivordninger både hjemme og internasjonalt. Jo lengre veien er frem til markedet, jo større vil også markedsusikkerheten være. Men på enkelte områder går utviklingen i en så vidt entydig retning (eksempelvis klimaproblemene), at markedsusikkerheten er lav, også langt frem i tid.
- Politisk usikkerhet: Denne typen usikkerhet er først og fremst relatert til stabilitet og forutsigbarhet i det politiske beslutningssystem. Politisk usikkerhet legger føringer på markedsforholdene både på kort, mellomlang og lang sikt. Ettersom politikk også virker inn på teknologiutvikling gjennom virkemiddelapparatet og ulike former for regulering og lovgivning vil også politisk og teknologisk usikkerhet være nært knyttet sammen.
- Bedrifts/forretningsintern usikkerhet: Denne typen usikkerhet relaterer seg til i hvilken grad bedriftens eller prosjektets interne ressurser og organisering er tilpasset de utfordringer man står overfor i sammenheng med forretningsdrift. Ikke minst spiller usikkerhet knyttet til ledelse og strategi en viktig rolle. Usikkerheten har først og fremst relevans i et kortere perspektiv (opp til 5 år)

### 3. FEM HISTORISKE EKSEMPLER PÅ TEKNOLOGIOMRÅDER MED INTERNASJONAL SUKSESS

#### 3.1. OM LÆRING FRA TIDLIGERE SUKSESSER

Når man skal prøve å identifisere potensielle teknologiområder hvor Norge kan ha/få fortrinn i et internasjonalt miljøteknologimarked er det derfor interessant å se på noen eksempler som konkretiserer prosesser og forutsetninger for norske sukseshistorier innen miljøteknologi. For å systematisere erfaringene fra disse eksemplene, er de søkt analysert i forhold til Porters diamantmodell. I enkelte sammenhenger har vi også valgt å drøfte såkalte oppgraderingsmekanismer (Reve & Jakobsen 2001) som er en raffinering av Porters begrepsapparat.

I regi av Forskningsrådet er det i løpet av de siste årene også gjennomført et prøveprosjekt som ser på såkalte "lange spor" knyttet til petroleumsnæringen. Metodikken som legges til grunn er å ta utgangspunkt i et knippe norske produkter/teknologier og bedrifter som i dag fremstår som vellykkede i et internasjonalt marked. Man foretar så en "hindsighting" som følger bedrift(er), teknologiområder og nøkkelpersoner bakover i tid og relaterer disse til ulike utviklingsbaner, milepæler og offentlige virkemidler. På denne måten danner man grunnlag for å lære av tidligere suksesser. På mange måter er gjennomgangen nedenfor av fem eksempler innenfor miljøteknologiområdet en tilsvarende tilnærming, som kan fortelle noe om hva vi kan hente ut av Porter-modellen.

#### 3.2. OPTISK AVFALLSORTERING: TITECH

Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Omfattende offentlig satsning på forskning rundt optisk gjenkjenningsteknologi i SINTEF. Krav knyttet til offentlig pålagte returordninger
- **Næringsfortrinn:** En sterk og internasjonalt unik bedrift som har tatt denne typen teknologi i bruk (Tomra)
- **Kompetansefortrinn:** Drevet av fortrinnene over
- **Markedsfortrinn:** Ingen her hjemme
- **Naturlige fortrinn:** Ingen

*"TITECH has pioneered the automation of waste sorting and is known as the world leader in this field. Founded in 1993, TITECH developed the world's first NIR (Near InfraRed) sensor for waste sorting applications. With a strong focus on R&D (Research & Development), TITECH continues to spearhead the development of this market by offering cutting edge technology for the sorting of recyclables.*

*Today there are more than 2000 TITECH units in operation in 25 countries. Right from the start, TITECH has invested substantial resources in developing sorting technology geared to the needs of a changing world. Waste handling is one of the most severe environmental issues facing our society, and TITECH contributes to tackling this problem by fulfilling one of the most important steps in the recycling chain: **providing pure fractions for material and energy recycling.**"*

Denne suksesshistorien fremstår i dag i to avsnitt på Titech's hjemmeside som en naturlig og enkel bakgrunnen for et norsk miljøteknologiprodukt som har blitt verdensledende på sitt område. Som for de fleste andre tilsvarende historier ligger 90% av isfjellet under overflaten og er et resultat av kompetanse, heldige omstendigheter og målrettet satsing i mer enn 20 år.

Kort sammenfattet investerte Norges Teknisknaturvitenskaplige Forskningsråd (NTNF) og Senter for Industriforskning (SI, senere SINTEF SI) i Oslo, penger i IR-forskning (infrarød optikk) gjennom hele 1970- og 80-tallet. Rundt 1980 baserte to innovative gründere panteautomatbedriften Tomra på dette fagmiljøet, men ønsket ikke å utnytte teknologiens muligheter for materialgjenkjenning. Teknologisamarbeidet mellom SINTEF og Tomra fortsatte; til dels med støtte fra offentlige FoU-satsinger, men det var først i 1992 at noen tok tak i materialanvendelsen og mulighetene for hurtig sortering av avfall.

Bakgrunnen var at Tiedemanns-gruppen (senere Ferd) som eide drikkekartongprodusenten Elopak møtte strenge gjenvinningskrav for å kunne komme inn i det tyske kartongmarkedet. De måtte garantere for resirkulering av 80% av kartongene og trengte en teknologi som automatisk kunne gi en slik renhetsgrad i en kommunal avfallsstrøm. Det ble ikke stilt eller forespeilet tilsvarende krav i Norge.

Gjennom innovasjonsselskapet TiTech tok en erfaren industriteknolog tak i IR-teknologien, gikk til NTNF og foreslo et FoU-prosjekt under Miljøteknologiprogrammet. Selskapet Autosort ble så opprettet med en ansatt og et 4-årig FoU-prosjekt med TiTech, SINTEF og NTNF-finansiering etterfulgt av enda et 4-årig NTNF-prosjekt. I tillegg til den avanserte IR-kunnskapen til SINTEF bidro initiativtakeren fra TiTech med mangeårig erfaring fra flyindustrien og kunnskap om hvordan man møter ekstreme krav til driftssikkerhet i krevende installasjonsmiljøer som et kommunalt avfallsanlegg. Et teknologisamarbeid med bedriften CargoScan bidro til industrialisering.

Bedriften utnyttet i de første 10 årene av sin eksistens Elopaks verdensomspennende distribusjons- og kontaktnett og fikk økonomisk backing fra Tiedemanns til å kjøpe opp sin sterkeste konkurrent som også tilførte andre optiske løsninger. Da Tomra i 2004 overtok selskapet som Titech var det et internasjonalt veletablert selskap med solid FoU-basis i Norge.

### **Kort omtale i lys av Porter-modellen**

Ser vi på suksessfaktorene bak Titech i lys av Porters diamantmodell finner vi i styrker i alle hjørner:

#### **Faktorforhold:**

- Mangeårig grunnforskning og anvendt forskning som ikke hadde miljøanvendelse som primært mål
- Et kompetent og finansielt sterkt kapital og industrimiljø

#### **Markedsforhold:**

- Et initialt industribehov hos en norsk aktør i et internasjonalt marked
- Et udekket internasjonalt behov drevet av BAT
- Samtidig var det et fravær av hjemmemarked. Ikke ressursgrunnlag og infrastruktur for implementering i Norge

**Konkurransen og innovasjonspress:**

- Elopak må finne en løsning på gjenvinningskravet i Tyskland for å kunne selge drikkekartongsystemer og kan ikke vente på at noen andre tar initiativet.
- Kravet om gjenvinning er så strengt at det ikke er mulig å nå med eksisterende metoder
- IR-miljøet i SINTEF ser aktivt etter innovative anvendelser av sin teknologi
- Ellers ingen konkurrenter, men et pågående internasjonalt race for å finne gode løsninger.

**Koblinger og komplementariteter:**

- Sterke koblinger til kundene Elopak og CargoScan
- Tette koblinger til teknologifundamentet Tomra, som senere kjøpte opp TiTech
- Sammenslåing med sterk norsk bedrift i samme marked, og senere oppkjøp av internasjonal konkurrent
- Omfattende kunnskapsspredning mellom SINTEF og TiTech, og mellom Tomra og TiTech
- 

**Myndighetenes rolle:**

- Teknologidrivende miljøkrav fra myndighetene i Norge som har skilt seg fra krav i andre land
- Betydelig og langsiktig offentlig støtte til grunnforskning innen optisk gjenkjennings-teknologi.

**Risikofaktorer:**

Både Tomra og TiTech har hele tiden måttet forholde seg til en betydelig politisk usikkerhet knyttet til viljen til å regulere returordninger og fraksjonsortering i store europeiske land. For TiTech er det særlig offentlige aktørers vilje til å kjøpe inn teknologien for avfallshåndtering som er avgjørende. Denne viljen er sterkt styrt av prisene som markedet betaler for ulike fraksjoner som sorteres ut. Markedsrisikoen har derfor også hele tiden vært tydelig.

Med dette som bakgrunn har Titech blitt i stand til å utnytte teknologikunnskapen i SINTEF, til dels sammen med Tomra og CargoScan, på en måte som internasjonale konkurrentene ikke kunne uten å pådra seg en høy inngangskostnad

### 3.3. MILJØVENNLIG SKIPSCOATING: JOTUN COATING

#### Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Norske myndigheter har vært pådrivere for regulering av coating og tinnholdighet. Kan ha gitt Jotun en fordel.
  - **Næringsfortrinn:** Tette koblinger til maritim næring i Norge, men samtidig er både Jotun og denne næringen svært internasjonalisert, noe som demper dette fortrinnet.
  - **Kompetansefortrinn:** Noe kontakt på forskningsområdet med SINTEF og gjennom Rederiforbundet, men ellers begrenset med relevant kompetanse utenfor konsernet.
  - **Markedsfortrinn:** Et stort hjemmemarked med tung interaksjon med rederinæringen.
- Naturlige fortrinn:** Ingen

#### Verdensledende miljøvennlig bunnstoff: SeaQuantum fra Jotun

Jotun er en av fem dominerende aktører på verdensmarkedet for maling til maritime applikasjoner, heriblant bunnstoff til skrog samt maling til ballasttanker. Disse fem selskapene hadde ifølge IPPIC til sammen en markedsandel på om lag 80 % av verdensmarkedet i 2007<sup>1</sup>. Samme rapport anslår at markedet for Marine Coatings i 2007 hadde en samlet verdi på cirka USD 4 mrd. Til sammenligning solgte Jotun i 2008 maling til maritim bruk (Marine Coatings) for NOK 3.7 mrd.

I 2000 lanserte Jotun det tinnfrie bunnstoffet SeaQuantum. Ett år senere, i 2001, besluttet FNs sjøfartskommisjon (IMO) at det f.o.m. 1. januar 2003 skulle være forbudt å påføre nytt tinnholdig bunnstoff på skipsskrog, mens det f.o.m. 1. januar 2008 ble total forbud mot tinnholdig bunnstoff som fører til økt tinnkonsentrasjon i marine miljøer (AFS/CONF/26). Bakgrunnen for reguleringen var at bunnstoffene tidligere inneholdt stoffet tributyltinn (TBT). TBT er et effektivt biocid mot alger og slimbelegg, men bieffekten er at det fører til økt tinnkonsentrasjon i havet med negative virkninger på havets økosystem. SeaQuantum er nå Jotuns flaggskip innen bunnstoff til skipsskrog, og en av de ledende TBT-frie bunnstoffteknologiene i verden.

SeaQuantum tilhører en ny generasjon bunnstoff som både er tinnfritt, gir effektiv grobeskyttelse og er selvpolerende. Effektiv grobeskyttelse og evne til å selvpolere har også en viktig miljøeffekt ettersom det reduserer CO<sub>2</sub>-utslippene fra skipene på grunn av lavere drivstofforbruk, samt redusert transport av fremmede arter (invasive species). Varigheten av bunnstoffet som en effektiv beskyttelse mot groe og lav friksjon er viktig. De beste bunnstoffene har lang varighet, mens mindre høyteknologiske bunnstoff krever at skipet må dokkes oftere for å opprettholde den samme drivstoffeffektivitet.

#### Omtale i lys av Porter-modellen

#### Faktorforhold

Viktigste innsatsfaktorer i dag er kobberoksid og organiske biocider (e.g. Cupper Omadine, Zineb, Seanine 211), disse handles fritt på verdensmarkedet, og Norge har ingen særskilte fortrinn for disse

<sup>1</sup> IPPIC, 2007, "Global Paint and Coatings Industry Market Analysis Report (2007-2012)"



produktene i dag. I tillegg er bindemiddelteknologien som brukes i antifouling produkter viktig for performance, og er i dag det som skiller mest mellom de forskjellige produkter og selskaper som er involvert i det marine marked.

### **Markedsforhold**

Norge har vært et stort hjemmemarked for maling til tross for en liten befolkning. Dette har gjort at det har vært plass til flere konkurrerende malingsprodusenter i Norge over tid, samtidig som det har til et attraktivt marked for utenlandske større aktører som igjen har presset de norske aktørene til å være effektive. I 1971 bestemte de fire største malingsprodusentene i Norge, Alf Bjercke A/S, Fleichers Kjemiske Fabrikker A/S, A/S De-No-Fa Lilleborg Fabrikker, og A/S Jotun Odd Gleditsch for å fusjonere til A/S Jotungruppen.

Utvikling gjennom nærhet til markedet. Så tidlig som i 1926 startet Jotun opp i Sandefjord med produksjon av maling til Hvalfangstflåten som hadde sitt hovedsete i samme by. Nærheten til sjøfartsnæringen som kunde har vært en viktig driver for utviklingen av Jotun som produsent av bunnstoff. De andre store produsentene av bunnstoff i verden i dag kommer også fra typiske sjøfartsnasjoner som Storbritannia (AkzoNobel), Japan (Chugoku Marine Paints), Danmark (Hempel's Marine Paints), i tillegg til USA (PPG).

Finanskrise har ført til overkapasitet innen skipsfart, hvilket har ført både til kansellering av planlagte nybygginger samt mindre aktivitet generelt. Dette reduserer den generelle etterspørselen etter bunnstoff.

Jotun påpeker at i 2003 snudde etterspørselen på verdensmarkedet fra 75 % bruk av høyteknologi bunnstoff (allà SeaQuantum), og 25 % etter lav kostprodukter, til det motsatte. Høy oljepris øker viktigheten av å ha det beste bunnstoffet som skaper minst friksjon. Det er per i dag tendenser til at markedsetterspørselen etter høyteknologisk bunnstoff er i ferd med å snu igjen.

I dag er drivstoff relativt dyrt og fraktratene er lave. Høy pris på drivstoff øker viktigheten for rederiene av at båtene har bunnstoff som minimerer friksjonen og således drivstoffutgiftene. På den annen side gjør lave fraktrater det mindre kostbart for båtene å øke dokkinghyppigheten. Forskning viser at økt frekvens på dokking, alt annet gitt, reduserer drivstofforbruket med om lag 5 prosent<sup>2</sup>. Dette gjør at skipene ved å øke frekvensen for å legge på nytt bunnstoff, heller kan velge et rimeligere og mindre høyteknologisk bunnstoff.

Det er en uheldig ansvarsfordeling i markedet for sjøfart mellom charter, som har ansvaret for driftkostnader av skipet, og eier som har ansvar for vedlikehold deriblant valg av bunnstoff for skipet. Ved at eier ikke er ansvarlig for drivstoffkostnadene direkte (time charter kontrakter), påpekes det at eier har insentiver til å velge billigste bunnstoff, uten hensyn til hvilket bunnstoff som gir mest effektiv drivstoffbruk.

### **Myndigheters rolle**

Regulering har vært avgjørende for å skape etterspørsel etter Jotuns SeaQuantum bunnstoff. I 2001 besluttet FNs sjøfartskommisjon (IMO) at fom 1. januar 2003 var det forbudt å føre på nytt tinnholdig

---

<sup>2</sup> AEA Energy & Environment, 2008, "Green house gas emissions from shipping"

bunnstoff på skipsskrog, mens fom 1. januar 2008 ble det total forbud mot tinnholdig bunnstoff som fører til økt tinnkonsentrasjon i marine miljøer (AFS/CONF/26). Det var lav etterspørsel etter SeaQuantum før reguleringen av tinnfri bunnstoff kom på plass i 2003.

Påføring av bunnstoff er også regulert av EUs Biosid direktiv. Av direktivet følger det at alle biosider i bunnstoff, slik som kopperoksid og organiske biocider, og tidligere tinn, må bli grundig testet og godkjent før det kan selges på markedet. Dette bidrar til at biocider som ikke er godt dokumentert mht fravær av skadevirkninger på naturen ikke kan anvendes i bunnstoffet. Fra næringshold påpekes det imidlertid at de restriktive kravene til test og godkjenning også føre til mindre innovasjon i bunnstoffer på grunn av økte kostnader ved å bringe frem et godkjent produkt til markedet.

Som en av verdens største sjøfartsnasjoner har Norge innflytelse i IMO. Norske myndigheters arbeid for å få innført et forbud mot bruk av TBT i bunnstoff for båter har således vært viktig for etterspørselen etter den nye generasjonen miljøvennlig bunnstoff som Jotun har i form av SeaQuantum.

Reguleringer bidrar sterkt til at FoU-innsatsen innen bunnstoff går i en miljøgunstig retning. Jotun forsker nå blant annet på bunnstoff uten kopper som samtidig er en effektiv beskyttelse mot begroing.

### **Konkurranse og innovasjonspress**

Jotun etablerte sin første fabrikk utenfor Norge i Libya i 1962. Jotun Konsernet har i dag lokal tilstedeværelse globalt med til sammen 71 selskaper i 36 land og til sammen 40 fabrikker. 80 prosent av salgsinntektene er utenfor Norges grenser. Produksjon og salg av SeaQuantum foregår i all hovedsak utenlands.

Internasjonalt står man overfor en konsolidert næring for bunnstoff, med Jotun som en av fem store aktører med til sammen dekker omtrent 80 prosent av verdensmarkedet. Det eksisterer to konkurrerende miljøteknologier innen bunnstoff. Den ene typen har mindre utslipp til vann, mens den andre innebærer mindre utslipp til luft i form av redusert drivstoff utslipp fra skipet.

Jotun jobber kontinuerlig med å videreutvikle varianter av SeaQuantum som spesialdesignes for ulike segmenter innen skipsfart. Det er umulig å være stor aktør i markedet for bunnstoff uten også å tilby den mest avanserte teknologien.

Variierende faktorpriser og regulering i sjøfartsnæringen over tid bidrar til innovasjonspress langs ulike dimensjoner både mht til mindre skadelige biosider, reduksjon av friksjon og lenger seiletid med samme virkningsgrad. I forbindelse med stengningen av Suezkanalen i 1967 ble det underskudd på frakttonnasje og fraktratene ble svært høye. Behovet for bunnstoff med lang virketid for å unngå kostbar dokking førte til Jotuns utvikling av Seamaster som tillot en fordobling av seilingstid mellom hver dokking.

I perioder hvor oljeprisen har vært høy har rederiene fokusert på kostnadene ved drivstoff. På slutten av 1970-tallet utviklet Jotuns japanske samarbeidspartner, NOF Corporation, det første selvpolerende TBT-holdige bunnstoffet.

### **Koblinger og komplimentariteter**

- Sterke koblinger til annen prosess- og petrokjemisk industri i Norge. Norge har kompetanse og god tilgang på human kapital på dette området
- Jotun er et stort konsern med produksjon av maling til mange forskjellige applikasjoner. Dette gir en produksjons- og kompetansekomplimentaritet innad i konsernet som de fire divisjonene kan dra gjensidig nytte av også i sin produksjon av tinnfri bunnstoff.
- Produksjon av bunnstoff, og maling generelt, er en næring hvor produksjonsprosessen er en viktig del av forretningsmodellen, og i prinsippet en forretningshemmelighet. Med de største produsentene av bunnstoff lokalisert langt fra hverandre er potensialet for kunnskapsspredning mindre.
- Jotun har siden midten av 1970-tallet hatt en japansk samarbeidspartner innen forskning og utvikling i NOF Corporation. Jotuns tinnfrie SeaQuantum bunnstoff er basert på et bindemiddel utviklet av NOF Corporation. Denne typen bunnstoff har vært i bruk på det japanske markedet siden midten av nittitallet. Felles forskningsprosjekter pågår fortsatt. Jotun har også forskningssamarbeid med universitetet i Hull i Storbritannia.
- MARMIL er et nylig avsluttet større samarbeidsprosjekt mellom kunder (Rederiforbundet), produsenter og SINTEF med finansiell støtte fra Forskningsrådet. Prosjektet "Green efforts on existing ships - Test Programme for TBT-free Anti-fouling Paints" gikk ut på å prøve ut en rekke ny generasjon tinnfrie bunnstoff og sammenligne med tinnholdige bunnstoff med hensyn til begroing av skipsskrog i ulike farvann. Slike prosjekter er viktig for både brukere og produsenter av bunnstoff ettersom det kan bekrefte eventuelt avkrefte i hvilken grad bunnstoff som ikke inneholder tinn har samme funksjonalitet som tinnholdig bunnstoff.

### **Risikofaktorer:**

Den største risikofaktoren for SeaQuantum coatingen er knyttet til markedsforhold. Fraktrater, drivstoffkostnader og prisen på innsatsfaktorer er avgjørende faktorer for etterspørselen etter bunnstoff. Det er også alltid en teknologiskrisiko knyttet til å henge med i konkurransen om å ha det beste bunnstoffet mht. pris, kvalitet og miljøpåvirkning. Dette henger også nøye med den politiske risikoen knyttet til hvilke eventuelle nye miljøreguleringer som vil komme i fremtiden mht. til biosider i bunnstoffene.

### 3.4. PHOTOVOLTAISK SOLCELLEENERGI

#### Norske fortrinn:

- **Kompetansefortrinn:** Velutviklet kunnskapsmiljø knyttet til silisiummaterialer for produksjon av solceller. Relativt sterkt forskningsmiljø, både privat gjennom Elkem og Hydro, og i offentlig regi ved NTNU/SINTEF og Institutt for energiteknikk.
- **Naturlige fortrinn:** Lave energipriser og god tilgang på silisium.
- **Myndighetsfortrinn:** Lett tilgjengelige produksjonsanlegg i Glomfjord med omfattende oppstarts- og etableringsstøtte. Men ingen subsidiering av solenergi i Norge.
- **Næringsfortrinn:** Sterk metallindustri med mye kompetanse med relevans for solcellenæringen. Et investormiljø som har vært villig til å satse på nye energiformer (Hafslund Venture, Hydro, kraftselskapene, Orkla og ulike venturekapital-aktører)
- **Markedsfortrinn:** Ingen. Heller ulempe.

Norsk solcelleindustri har kanskje noe overraskende etablert seg som ledende i verden innen produksjon av materialer og utstyr for photovoltaisk soleenergi. Dette kan anses som overraskende ettersom det nærmest ikke eksisterer et hjemmemarked (bortsett fra et lite marked knytte til energiproduksjon til hytter). Men denne industrien har til de grader vist at rikelig tilgang på råvarer, utnyttelse av effektiv teknologi og tilgang på relevant kompetanse sammen kan være tilstrekkelig til å bryte gjennom i et internasjonalt marked, der enkelte land er villige til å subsidiere kraft fra solenergi.

Det drivende lokomotivet i denne næringen er selskapet Renewable Energy Corporation (REC) som gjennom de tre første kvartalene i 2009 kunne vise til en omsetning på 6,5 milliarder NOK. REC produserer alt fra materialet som danner basis for solcelle-waferne til fullt ferdige paneler. Selskapet dekker med andre ord store deler av verdikjeden. Selskapet er verdensledende, og blant de aller største i de to første segmentene. Innenfor det siste segmentet, produksjon av paneler, er det tyske, japanske, amerikanske og kinesiske bedrifter som dominerer<sup>3</sup>.

Rundt REC har det nå vokst frem en flora av relaterte selskaper:

**Norsun:** Produserer monocrystalinske solceller i Norge og Finland)

**Scatec Solar:** Setter opp ferdige solcelleparker (turn key leverandør)

**Umoe solar:** Utvikler solcelleteknologi i Canada

**Metallkraft:** Resirkulerer silisiummaterialer for å øke verdien i materialet. Ledende i verden

**Innotech Solar:** Gjenbraker og foredler avfall fra andres waferproduksjon. Leverer deretter i hele verdikjeden frem til klare solparker. Eneste operative aktøren innen dette segmentet

**Elkem solar:** Produserer store mengder høyverdig silisium til wafere fra sin nye fabrikk i Kristiansand. Elkem er en av verdens største produsenter av silisium til solceller gjennom selskapene Elkem Silicon

og Elkem Solar. De har utviklet en energibesparende metallurgisk prosess som gjør den nye fabrikk på Fiskaa utenfor Kristiansand til en verdens mest energieffektive silisiumprodusenter.

**Hydro Solar:** Aktivt investormiljø med hovedsatsning i USA

**Tordivel solar:** Vedlikehold og reparasjon av wafere.

**Statkraft** driver omfattende produksjon av energi basert solcelleparker i Italia og Spania.

Næringen har utviklet en bransjeforening (**Norsk solenergiforening**) med 20 medlemsbedrifter, i tillegg omtrent 90 personlige medlemmer. Foreningen omfavner både fotovoltaisk (solceller) og solvarme (til oppvarming av vann og bygninger). Innen silisiums- og waferproduksjon samler den de viktigste aktørene slik som REC, Elkem og ScanWafer. Hele verdikjeden dekkes inn: forskning (IFE og SINTEF), arkitekter (DARK), konsulenter (Asplan Viak), utstyrsleverandører (SPG Varmeteknikk) og kraftprodusenter (Statkraft, Skagerrak og Akershus Energi).

### **Historikk og fremvekst av industrien.**

Det er innen tilvirking av silisium og silisiumplater (såkalte wafere) at Norge er med i tetskittet internasjonalt. Verdikjeden her starter med utvinning av silisium, og fortsetter med smelting og raffinering. Dette er en svært energikrevende prosess, hvor tilgangen til billig kraft er avgjørende for konkurranseevnen. Silisiumplatene blir så omdannet til solcellepaneler som igjen blir solgt til solkraftoperatører (eksempelvis finnes det solparker med betydelig strømproduksjon basert på solceller i Spania og California). En del av solcellepanelene blir også solgt til private brukere.

Solceller til strømproduksjon baseres på en velkjent teknologi som opplever en kraftig vekst i mange land, etter hvert også i utviklingsland (som ofte har svært gode solforhold). Bransjens spesielle utfordringer ligger dels i knappe ressurser (tilgang til silisium), og dels i å få opp effektiviteten slik at enhetskostnadene reduseres og bidrar til at solcellestrøm blir konkurransedyktig.

Norsk solcelleindustri bygger i stor grad på den kompetanse og teknologi som er utviklet i Elkem og andre selskap innen metallindustrien. Elkem er en av verdens største produsenter av silisium og silikater, en produksjonsprosess som er kraftintensiv og som derfor har hatt gode vilkår i Norge. Alf Bjørseth står frem som en sentral skikkelse i utviklingen av en industriell tilnærming til solcelleproduksjon i Norge. Bjørseth kom fra Hydro og Elkem før han ble med på å starte opp ScanWafer. Historien bak ScanWafer er illustrerende for hvilke faktorer som må være på plass for at denne typen teknologi skal kunne vokse i en industriell sammenheng. Bjørseth kom i kontakt med David Hukin i Crystalox i England som ønsket å bli med på et utviklingsløp der man tok i bruk kjent teknologi for å produsere wafere i større mengder. I forbindelse med industriomveltningen i Glomfjord med nedleggelse av tidligere aktivitet, kom Reidar Langmo i kontakt med Bjørseth og sammen fikk de gehør for lokalisering av en wafer-fabrikk i Glomfjord, en lokalisering med rik tilgang på energi og kjølevann. Bedriften ble gitt navnet ScanWafer, og gjennom en større sammenslåing av relaterte bedrifter oppsto REC i 2000. Oppkjøpene og konsolideringen ble muliggjort gjennom tilførsel av kapital fra eksterne kapitalmiljøer.

## **Omtale i lys av Porter-modellen:**

### **Faktorforhold**

Både Universitetet i Oslo, SINTEF og Institutt for energiteknikk (IFE) har vært ledende innen forskning på silisiumbaserte solceller, og sistnevnte leder også den nye FME-en for solenergi. Ressursgrunnlaget for utvikling og produksjon av solcelleteknologi er åpenbart til stede i Norge. Silisium finnes i overflod i Norge. Foruten silikatene trengs mye kraft, og her har Norge et viktig fortrinn. Dersom fabrikkene kan få vesentlig billigere kraft utenlands, flytter de, og da flytter forskningen etter<sup>4</sup>. Dette innebærer at det er de nasjonale myndighetene som rår over de viktigste virkemidlene, gjennom å sikre billig kraft.

### **Myndighetenes rolle**

Norske myndigheter har ikke lagt opp til et regime der energi fra solceller støttes gjennom subsidier. Norske solcelleprodusenter har derfor vært fullt ut avhengige av andre lands rammevilkår. Den mest utbredte og vellykkede formen for subsidiering er såkalte feed-in tariff, som innebærer at produsenten får garantert en minstepris når han leverer solcellestrøm inn til nettet. Dette oppmuntrer til utbygging som ellers ikke ville vært lønnsom. Subsidiene kan rettes både til profesjonelle utbyggere og til privatpersoner som bygger ut småskala på hustaket (og som kan være interessert i å selge overskuddsproduksjonen inn til sentralnettet).

Heller enn å legge til rette for mer bruk i Norge, har det norske virkemiddelapparatet i den senere tid spilt en rolle gjennom å (del)finansiere FoU samt å tilby lave kraftpriser. I tillegg har mange av aktørene innen denne bransjen i den senere tid fått tildelt noe finansiell støtte gjennom virkemiddelapparatet (Innovasjon Norge). I en undersøkelse utført av MENON (2010) finner vi at 78 prosent av respondentene innen solenergi-segmentet på Østlandet rapporterer å ha benyttet seg av tjenester/virkemidler gjennom Innovasjon Norge, SIVA, Forskningsrådet eller liknende. Det bør likevel presiseres at omfanget av offentlig støtte og medvirkning til denne industrien har vært svært moderat sammenlignet med det man finner i andre land.

### **Markedforhold**

Ettersom elektrisitet fra solcellepaneler ennå ikke er kostnadmessig konkurransedyktig med andre former for energiproduksjon, kreves det betydelige subsidier for at etterspørselen skal komme på plass. Kun land som opererer med slike ordninger har i dag et marked for kjøp og salg av solcellegenerert elektrisitet. Spania og Tyskland utgjorde de største markedene i 2008 med henholdsvis 2.4 og 1.8 GWt av et samlet globalt marked på 6 GWt (en total omsetningsverdi på 170 mrd NOK).

Blant andre Tyskland, Spania og California har i flere år benyttet dette virkemiddelet for å støtte solcellekraft. Tyskland har gjennom sitt subsidiesystem sørget for at solceller i dag står for litt mer enn en prosent av den samlede tyske kraftproduksjonen. Ved utløpet av 2007 lanserte den tyske regjering "The Integrated Energy and Climate Programme" (IEKP). Som en del av dette programmet, finansierer det tyske Miljøministeriet derfor forskning for å fremme "bruken av fornybar energi, styrke konkurransevnen til tyske bedrifter og tyske forskningsmiljøer, samt skape og opprettholde

---

<sup>4</sup> Erik Marstein ved Solenergiavdelingen ved IFE trakk frem lave kraftpriser som et avgjørende premiss for norsk solenerginæring under intervjuet i oktober 2009.

fremtidsrettede arbeidsplasser".<sup>5</sup> Japan opererer med et frivillig kvotehandelssystem for å erverve kunnskap om kosteffektiv utslippsreduksjon og handel. Regjeringen bidrar med økonomiske incentiver til bedriftene som klarer å nå de frivillige avtalte reduksjonsmålene.<sup>6</sup> USA har gjennom programmet California Solar Initiativ (CSI) bevilget \$3,3 mrd som skal kompensere for kostnadene ved å installere PV i privatboliger gjennom investeringsstøtte.<sup>7</sup>

Norske selskaper (og da særlig REC) har siden begynnelsen sett mot Tyskland, og generelt innen norsk solcellebransje ser man tydelig "born global"-fenomenet (selskaper som allerede ved oppstart orienterer seg mot eksport uten å gå veien om hjemmemarkedet).

### **Konkurranse og innovasjonspress**

Verdens største solcelleprodusent i 2007 var tyske Q-Cells som omsatte paneler med en samlet kapasitet for strømproduksjon på 390 MW. REC var ikke på listen over de 10 største i dette segmentet, men selskapet vil med stor sannsynlighet rykke opp på listen når det om et par år ferdigstiller sin nye solcellefabrikk i Singapore. Den vil ha en produksjonskapasitet på 1,5 GW (1500 MW). Til sammenligning antas Q-Cells å øke sin produksjon til 1,57 GW i løpet av 2009. Det er innen tilvirkning av silisium og silisiumplater for solcellepaneler, såkalte waferer, at Norge er med i toppsjiktet internasjonalt, hovedsakelig gjennom REC, som konkurrerer med giganter som Q-cells (Tyskland) og Sharp og Sanyo (Japan). Solenergibransjen er med andre ord svært konkurranseutsatt i et høyst internasjonalt marked. I tillegg er det et konstant press på selskapene i form av å kunne tilby de mest effektive waferne. Effektiviteten relaterer seg til wafernes evne til å utnytte solenergien. Ved å kunne tilby så lite som 1 prosent høyere effektivitet, tar man betydelige markedsandeler fra de andre konkurrentene. Innovasjonspresset drives også av myndighetenes krav til lavere energikostnader over tid (særlig i de store markedene som Tyskland).

RECs betydelige internasjonale vekst har kommet i kjølvannet av en strategi der selskapet hele tiden har hatt ordreinngang som overstiger kapasiteten. Kapasitetsvekst har derfor hele veien blitt sikret gjennom allerede inngåtte kontrakter. Denne strategien har gjort det lettere å skaffe til veie nødvendig kapital til nye investeringsprosjekter. Den nye fabrikk i Singapore vil i denne sammenheng ha en kapasitet som er 150 ganger høyere enn RECs første fabrikk.

### **Koblinger og komplimentariteter**

I MENON (2010) er det foretatt en kartlegging av hvilke koblinger aktørene innen solenergi-segmentet opplever som viktigst. Kartleggingen viser at bransjen har sterke koblinger til materialteknologimiljøene og kraftkrevende industri. Som kjent har mye av den norske teknologien knyttet til utnyttelse av solenergi sprunget ut fra Elkem og Hydro, og mer generelt det sterke miljøet vi finner i Norge knyttet til produksjon og foredling av metaller.

---

<sup>5</sup> Tor-Petter Johansen; Grønne penger, 2009

<sup>6</sup> Tor-Petter Johansen; Grønne penger, 2009

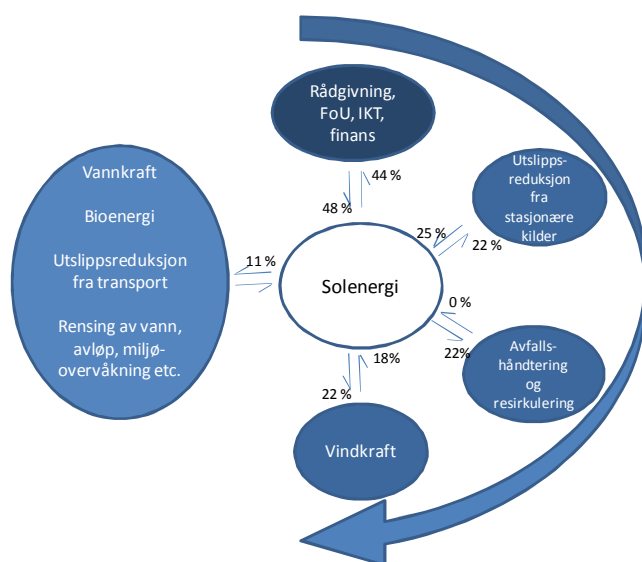
<sup>7</sup> Tor-Petter Johansen; Grønne penger, 2009



**Figur 3.4.1: Solcellebedriftenes koblinger til andre næringer**

Materialteknologi	44 %
Metall/kraftkrevende industri	33 %
Skog/tre/papir	33 %
Annen kraftkrevende industri	11 %
Annet	11 %
Transport	11 %
Sjømat	11 %
Olje- og gassnæringen	0 %
Maritim/skipsfart	0 %

I samme undersøkelsen viser Figur 3.4.1 andelen av respondentene innen solenergi som har en sterk kobling til de andre teknologiområdene innen ren energi og miljøteknologi/tjenester. Koblingene til andre miljøteknologiområder er relativt svake, og det er rådgivning, FoU og finansmiljøene som spiller den viktigste rollen.



På spørsmål om hva koblingene omfatter av aktiviteter, oppga 56 prosent av respondentene at disse primært handlet om FoU-samarbeid og bedrifter de solgte til. Dette fremhever den rolle som FoU-aktørene IFE, NTNU og UiO har spilt for kunnskapsutveksling og innovasjon i bransjen. I den senere tid har disse miljøenes rolle blitt tydeliggjort gjennom etableringen av store forskningsstasjoner for fornybar energi (FMEer).

### 3.5. INTEGRERTE OPERASJONER (IO)

#### Norske fortrinn:

- **Kompetansefortrinn:** Tunge miljøer innen systemintegrasjon ved NTNU som har gitt bransjen gjennom utdanning av studenter. Velutviklet kunnskapsmiljø knyttet til silisiummaterialer for produksjon av solceller. Relativt sterkt forskningsmiljø, både privat gjennom Elkem og Hydro, og i offentlig regi ved NTNU/SINTEF og Institutt for energiteknikk.
- **Naturlige fortrinn:** I den grad systemintegrasjon knytter seg til miljøfunksjoner tilhavs har den norske kontinentalsokkelen spilt en viktig rolle (eksempelvis dynamisk posisjonering)
- **Myndighetsfortrinn:** strenge sikkerhets- og miljøkrav til havs og på sokkelen. Bred satsning på FoU, men vanskelig å si i hvilken grad denne satsningen har vært mer omfattende enn i andre land. Gjennom sitt eierskap i Kongsberg-gruppen kan staten ha spilt en stabiliserende rolle
- **Næringsfortrinn:** Sterk koblinger til tunge industrielle miljøer innen offshore, maritim, tekom og IT. Tette koblinger i små geografisk konsentrerte klynger.
- **Markedsfortrinn:** Ingen utover det som knytter seg til næringsfortrinn

#### "Integrerte Operasjoner": Norske systemleveranser

I løpet av det siste ti-året har behovene knyttet til petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel bidratt til etablering av et stort antall små og store bedrifter som leverer løsninger i det internasjonale markedet for "Integrerte Operasjoner" (IO).

Begrepet IO dekker grovt sett sanntids dataløsninger som bidrar til mer effektiv informasjonstilgang og -behandling, og som gir mulighet for fjernstyring av ulike typer operasjoner. Dette er løsninger som er relevante for mange sektorer; også i tilknytning til miljøovervåking og offshore vindteknologi, men som har blitt store i Norge på grunn av den åpenbare nytteverdien for petroleumsvirksomheten i krevende norske farvann. Løsninger og produkter er likevel generiske og blir eksponert i det internasjonale markedet både gjennom Statoils internasjonale operasjoner og gjennom store multinasjonale oljeselskaper som også er aktive i Norge.

Teknologisk involverer IO områder som sensorteknologi, trådløs kommunikasjon, dataintegrasjon, dynamisk posisjonering, modellering, visualisering og avanserte samhandlings- og beslutningsstøttesystemer. Industrielt involverer IO store bedrifter som ABB, Kongsberggruppen, Aker Solutions og FMC, og mindre bedrifter som Epsis, eDrilling Solutions og BiotaGuard.

Selv om aktørbildet og dimensjonene i dette case'et er helt annerledes enn for optisk avfallssortering og for den saks skyld skipscoating, har det teknologiske og industrielle bakteppet mange av de samme elementene.

### **Omtale i lys av Porter-modellen:**

Ser vi på suksessfaktorene bak IO i lys av Porters diamantmodell finner vi følgende:

#### **Faktorforhold:**

- 20-30-årig grunnforskning og anvendt forskning innen mobil telekommunikasjon og datamodellering. 10-20 år med FoU knyttet til sensortechnologi og avansert MOT<sup>8</sup>-forskning.
- Et profesjonelt industrialiseringsmiljø og store, langsiktige industriaktører som har vist evne til å skifte bransje ved å utvikle sin kompetansebase. (Eks: Kongsberg Våpenfabrikk til FMC og Kongsberg Intellifield)
- Et stort antall ingeniører som utdannes innen systemintegrasjon ved NTNU. Et sterkt universitetsmiljø i internasjonal sammenheng.
- Mange forskningsbaserte spinn-off bedrifter fra forskningsmiljøene og fra industrien

#### **Markedsforhold:**

- Nasjonalt marked med stor investeringsvilje (produkter) og langsiktig horisont (forskning). Mange tunge og kjøpesterke sektorer på kundesiden som har drevet frem teknologiutviklingen.
- Et internasjonalt offshoremarked i vekst pga fortjenestepress og vanskeligere tilgjengelig ressurser, som driver frem etterspørselen etter teknologi som tillater mer komplekse produksjonsprosesser

#### **Konkurransen og innovasjonspress**

- Åpenhet om pre-kompetitiv kunnskap; Joint Industry Projects (JIP)
- Konkurransen og samhandling mellom nasjonale og internasjonale aktører; Mye oppkjøps- og sammenslåingsaktivitet. Mye spinn-offs og spinn-outs som stimulerer innovasjonsaktivitet.
- Høyst internasjonalt marked der aktørene både har omfattende leveranser til hjemmemarkedet (norsk sokkel og skipsfartsnæring) og elsportmarkedet.
- Økonomi knyttet til gevinst ved økt levetid, økt evne til å forstå og utnytte petroleumsreservoarene, økt sikkerhet og redusert bemanning.

#### **Myndighetenes rolle:**

- Teknologidrivende krav til sikkerhet som legger press på innovasjon og produktutvikling; konsesjonsdrevet fokus på utvinningsgrad på sokkelen.
- Offentlig støtte til grunnforskning, anvendt forskning og demonstrasjonsprosjekter. Men også her anser vi omfanget som relativt moderat.
- OG21: Strategisk prosess/organ for etablering av konsensus om bransjens teknologi- og kompetansebehov fremover

---

<sup>8</sup> Menneske, Organisasjon, Teknologi. IFE Halden er internasjonalt ledende.

### Koblinger og komplementariteter:

- Et variert aktør bilde med tilstrekkelig størrelse til å være over industriell og kunnskapsmessig kritisk masse.
- Tradisjonelt tett kobling mellom industrien og de norske teknologimiljøene
- Bedriftene er i stand til å utnytte komplementær FoU gjennom tett kobling og innsikt i avanserte norske teknologiskemiljøer som f.eks. SINTEF. Mange internasjonale oljeselskaper er aktivt med i norske FoU-prosjekter, mens konkurrentene på leveranser av IO-løsninger har begrenset tilgang hvis de ikke går til oppkjøp; en driver i bransjen.
- Tette koblinger til telekommunikasjonsindustrien, IT-industrien og petroleumsindustrien i små og tette geografiske klynger som Kongsberg og Horten har gitt unike muligheter for kunnskapsspredning og utnyttelse av fordeler knyttet til samspillet med krevende kunder og leverandører.
- Potensielt stor nytte ved anvendelse i andre sektorer generelt og i tilknytning til lagring av CO<sub>2</sub> i reservoarer spesielt

### 3.6. MILJØOVERVÅKING TIL HAVS: FUGRO OCEANOR OG AANDERAA DATA INSTRUMENTS

#### Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Gjennom bistandsprosjekter med blandede kreditter bidro norske myndigheter til at norsk havovervåkingsteknologi ble brukt i utenlandske markeder. Denne typen bistandspolitikk brukes ikke i dag. Potensielt fortrinn med myndighetene som stor kunde i hjemmemarked.
- **Næringsfortrinn:** Stort hjemmemarked i offshore, maritim og marin næring. Tett samarbeid med offshoreindustrien som kunde.
- **Kompetansefortrinn:** Sterk bånd til norske FoU-miljøer innen havovervåking
- **Markedsfortrinn:** Potensielt fortrinn med utvikling systemer for havovervåking langs norskekysten, og særlig Barentshavet.
- **Naturlige fortrinn:** Nærhet til sjø og vann.

#### Norsk avansert teknologi for overvåking og varsling i maritime miljøer

Fugro OCEANOR og Aanderaa DATA Instruments er to norske firmaer som er ledende internasjonalt når det gjelder utvikling og produksjon av miljøovervåkingsteknologi til havs. Utvikling av avansert miljøovervåkingsteknologi til havs har en viktig funksjon ved at den blant annet kan bidra til tidlig varsling ved utslipp til vann, for eksempel ved oljeutslipp, og ved at den kan gjøre gode og koordinerte sanntidsmålinger over større havområder som igjen setter oss i stand til å overvåke endringer i de marine miljøer over tid, herunder klimaendringer så vel som algeforekomster.

Fugro OCEANOR produserer integrerte sanntidssystemer for miljøovervåking og varsling av marine miljø, ferskvann og grunnvann (radioaktivitet, oljeutslipp, alger osv). Deres mest profilerte produkt per dags dato heter Seawatch, og er en bøye som gjør sanntidsmålinger av meteorologi, bølger og strømprofil for offshore vind. Teknologien kan benyttes både på dypt og grunt vann.

Seawatch bøyen er utstyrt med diverse avanserte oseanografiske og metrologiske måleinstrumenter, hvorav mange av instrumentene og sensorene produseres av det Bergen-lokaliserte selskapet Aanderaa Data Instruments AS (AADI). Fugro OCEANORs Seawatch er blant annet utstyrt med AADI-produserte sensorer til måling av vindhastighet (AANDERA 2740), vindretning (AANDERAA 3590), bøyens himmelretning (AANDERAA 2864) og lufttemperatur (AANDERAA 3455). Fugro GEOS, søsterselskapet til Fugro OCEANOR, er også en stor kunde av AADIs Seaguard-produkter. Seaguard er et system for undervannsobservasjoner, og i prisnippet en videreutvikling av det produktet som Aanderaa startet med på 1960-tallet.

Bergensbaserte Aanderaa Data Instruments AS (AADI) ble etablert i 1966 av Ivar Aanderaa, den gang Aanderaa Instruments. Selskapet designer, produserer og selger sensorer, instrumenter og systemer for måling og overvåking i krevende miljøer. I 2008 hadde selskapet nærmere 100 ansatte og omsatte for 159 mill. NOK. Selskapet eksporterer mer enn 80 pst. av sine produkter og tjenester utenlands, hvorav flere av produktene er verdensledende.

Fugro OCEANOR ble etablert i 1984, den gang som OCEANOR, og er i dag en del av det internasjonale Fugro Group konsernet. I 2008 hadde selskapet en omsetning på 109 mill. NOK, med til sammen 51 ansatte. Bedriften har hovedkontor Trondheim og et avdelingskontor i Sandnes. I tillegg har bedriften datterselskap i Spania, Polen og Thailand. Miljøovervåkingsteknologien til Fugro OCEANOR er i dag internasjonalt ledende med løpende FoU aktiviteter.



Seaguard RCM LW til AADI



Seawatch-bøyene til Fugro Oceanor

### **Omtale i lys av Porter-modellen**

#### **Faktorforhold**

Begge selskaper har nytt godt av nærhet til havet, samt god tilgang til miljøer med relevant kompetanse innen oseanografi og metrologi. Blant annet har kontakten vært nær til Geofysisk institutt (GFI) ble etablert så tidlig som 1917.

## **Markedsforhold**

- Stort markedspotensial i hjemmemarkedet med en stor offshorenæring innen olje og gass, fokus på havovervåkning blant myndigheter samt en stor sjøfartsnæring.
- Oljespill og overgjødning i Nordsjøen og internasjonalt fokus på havovervåkning på slutten av 80- og tidlig 90-tallet ga politisk legitimitet og grobunn for utvikling av miljøovervåkningsteknologi (Seawatch). OCEANOR, med utspring fra SINTEF, var tidlig ute med fokus på miljøovervåkning (1984). Selskapet var det første i verden med havvarslingsteknologi. Dette ga et forsprang, men var også en ulempe fordi miljømyndighetene gjennomgående var konservative med å ta ny teknologi i bruk.
- For at havovervåkningsteknologien skal bli anvendt i utenlandske markeder er man avhengig av nasjonale prosjekter som kan verifisere teknologien. Fugro OCEANOR håper at BarentsWatch, et helhetlig overvåkings- og varslingssystem for de nordlige havområder, skal bli en demonstrator for Seawatch-bøyen. Dette vil kun være et viktig prosjekt som vil legge til rette for større innpass internasjonalt.
- Aanderaas teknologi for måling av strømmer til havs var verdensledende allerede på slutten av 1960-tallet, og gjennom Geofysisk Institutt lokalisert i Bergen fikk Aanderaa god kontakt med markedet. Aanderaa måleutstyr anvendes i dag av flere næringer blant annet olje- og gassindustrien offshore, miljøforskning, fiskeoppdrettnæringen og skipsfartsnæringen.

## **Myndigheters rolle**

- Det offentlige EUREKA-programmet, ASIA-planen og u-hjelps programmer gjennom "blandede kreditter" har vært viktig for OCEANORs markedstilgang, salg og utvikling. "Blandede kreditter" innebar at bistanden til u-land var betinget på gjenkjøp av norske produkter. De senere årene har man gått bort i fra denne typen blanding av bistand- og handelspolitikk.
- Havovervåkning er blitt en stadig mer prioritert oppgave, og offentlige myndigheter er viktige kunder både nasjonalt og internasjonalt.
- Aanderaas teknologi for å måle strømminger i havet over tid ble opprinnelig utviklet ved hjelp av NATO-midler. Etter at teknologien var utviklet fikk Aanderaa beholde produksjonsrettighetene til instrumentet, og fikk blant finansiering til å utvikle produktet videre gjennom lisensinntekter fra utleasing av produksjonsrettigheter.
- Fugro OCEANOR har designet SEAWATCH-bøyen slik at den er i overensstemmelse med standarden stipulert i Global Ocean Observation System (GOOS). Denne standarden utvikles nå av FN og the Intergovernmental Oceanographic Commission. Dette innebærer at overvåkningssystemet kan fungere som et mellomledd i utveksling av oseanografisk og metrologisk miljødata mellom land og offentlige myndigheter.

## **Konkurransen og innovasjonspressen**

- Fugro OCEANOR har i hovedsak offentlige kunder internasjonalt og det oppleves som et problem at man mangler et nasjonalt hjemmemarked som fungerer som demonstrator for teknologien. For eksempel har bedriftens argeste konkurrent fra Canada 60-70% av sin omsetning fra hjemmemarkedet, mens Fugro OCEANOR kun har 5%.

- Fugro OCENAOR og Aanderaa er to av flere aktører som konkurrerer internasjonalt om å levere den beste havovervåkningsteknologien. Axys Technologies Inc fra Canada konkurrerer i samme segmentet og leverer blant annet bøyer spesialdesignet for havovervåkning, oljeutslipp i vann og skadelige algeforekomster. Eksempler på andre konkurrenter er Ifremer (Frankrike), General Oceanis (USA) og Teledyne Technologies Inc (USA).
- Krevende kunder og et generelt behov for koordinert klimaovervåkning over større områder er en viktig kilde til videre teknologisk utvikling og et kontinuerlig og betydelig innovasjonspress.

### **Koblinger og komplementariteter**

Havovervåkningsteknologien er avansert og kombinerer en rekke teknologier til et sammensatt produkt. Foruten at Seawatch bøyen har en rekke måleinstrumenter, skal bøyen også behandle data og kommunisere med omverdenen i sanntid, dette krever avansert informasjonsteknologi. Her må man både besitte den riktige sammensetningen av kompetanse internt, samt ha tett kontakt med underleverandører slik at produktene tilpasses anvendelsen. Fugro OCEANOR oppgir at de har særlig tette forbindelser med offshorenæringen for olje og gass samt til relevante forskningsmiljøer som SINTEF, Havforskningsinstituttet og Metrologisk institutt.

Langsiktige samarbeid med kundene er et avgjørende element i Fugro OCENAOR forretningsmodell. Fugro OCEANOR fremhever særlig oljeselskapene som krevende kunder som har vært viktig for den teknologiske utviklingen til bedriftens produkter. Forskningsinstitusjoner innen havovervåkning og teknologiutvikling er også viktige kunder og samarbeidspartnere.

Fugro OCEANOR deltar i flere internasjonale FoU-programmer. Deres marine overvåknings bøyer og systemer utvikles i nært samarbeid det europeiske forskningsprogrammet EUREKA/EUROMAR (11 deltagende land), IOC Intergovernmental Oceanography Commission) og med anbefalinger fra GOOS (Global Observing System Program).

Aanderaa har siden oppstarten på 1960-tallet hatt tett kontakt med Geofysisk Institutt (GFI) i Bergen. Dette har vært et gunstig samarbeid ved at GFI har kunnet verifisere teknologien, hvilket har spart Aanderaa for mye kostnader, samtidig som båndet til GFI også har hjulpet med å få innpass på markedet for avanserte måleinstrumenter til havs.

### **Risikoelementer:**

Den største usikkerheten knytter seg til hvorvidt man vil få innpass på internasjonale markeder. For å få innpass må man ha en teknologi som er vel utprøvd og som har vist seg å fungere. For Fugro OCEANORs Seawatch teknologi ville det her vært viktig å kunne prøve ut havovervåkningsteknologien i det norske markedet. Her knytter det seg en risiko til for eksempel om Seawatch vil bli mye anvendt i det offentlige Barentswatch programmet som skal være på plass i 2015.



### **3.7. ERFARINGER KNYTTET TIL MYNDIGHETENES ROLLE**

Porter-modellen for næringsklynger vektlegger betydningen av myndighetenes rolle i utvikling og vedlikehold av klyngeegenskaper. I forbindelse med nye energiformer og miljøteknologi er myndighetenes medvirkning ofte avgjørende ettersom man i dette næringssegmentet i stor grad er avhengige av det offentlige som kunde eller som kravstiller. Uten offentlige innkjøp, offentlig regulering eller offentlig subsidiering vil mange miljøteknologier miste markedet. Det er derfor viktig å studere nærmere myndighetenes rolle, ikke minst i tilknytning til miljøteknologiområder som har vist stor suksess på internasjonale markeder.

#### **Myndighetene som regulator**

I tilfellene Titech/Tomra og Skipscoating har det offentlige spilt en sentral rolle i form av å være med på å utforme reguleringer og ordninger som skaper et marked for miljøteknologi. I tilfellet med Skipscoating har norske myndigheter spilt en viktig rolle internasjonalt som igjen har åpnet et mulighetsrom for en stor internasjonal malingaktør med norske røtter. Mange vil hevde at den samme historien nå gjentar seg i forbindelse med regulering av NOx-utslipp fra skip, som blir allment implementert gjennom IMO i 2016. I Norge har vi kommet langt i utviklingen av teknologier som reduserer NOx-utslippene, eksemplifisert gjennom Yarwills teknologi. I kapittel 5 går vi nærmere inn på et miljøteknologiområde der norske aktører kan ta ledende posisjoner som leverandører av renseteknologi for balastvann. Også her har norske myndigheter vært pådrivere for å redusere problemene knyttet til transport av ballastvann. Mange av leverandørene av integrerte operasjoner har også drevet teknologiutvikling for å tilfredsstille krav fra myndighetene vedrørende utslipp og overvåking. Eksemplene viser med all tydelighet at det offentlige som regulator kan være med på å presse frem nye teknologier som får et internasjonalt marked. Samtidig viser kanskje særlig TiTech-caset av det i slike sammenhenger kreves at offentlig sektor i andre land også regulerer eller eventuelt velger å gå inn som kunde (slik de har gjort i TiTech-caset).

#### **Myndighetene som innkjøper/investor**

I vår gjennomgang av miljøovervåkningscasene har vi sett at Fugro Oceanor og Aanderaa i stor grad leverer overvåkningsutstyr til offentlig sektor i en rekke land. Vi har også sett at ulike former for bistandsrelaterte innkjøp har bidratt til at bedrifter som Fugro Oceanor og Aanderaa har fått innpass i markeder utenfor Europa. Eksemplene angir hvor viktig rolle offentlig sektor spiller i sammenheng med utvikling av teknologi som i liten grad etterspørres av private aktører. I kapittel 5 ser vi nærmere på den rolle myndighetene kan spille som innkjøper av renseteknologi for vann og avløp.

#### **Myndighetene og insentiveringsmekanismer og FoU-støttespiller**

I vår gjennomgang av solcelleindustrien viste vi at denne typen teknologi ikke ville funnet noe marked om ikke land som Tyskland, Spania og Italia ga sterke subsidier til produsenter/konsumenter av energi fra denne typen teknologi. Dette eksempelet viser at så lenge markedene er internasjonalisert, så er det ikke nødvendigvis et behov for insentivering gjennom subsidier i Norge. Et slikt argument kan potensielt anvendes overfor utviklingen av offshore vindteknologi i Norge. Men samtidig må man være oppmerksom på at sannsynligheten for å feile i konkurranse med andre aktører i land med bedre rammevilkår øker dersom det lokale markedet er borte. Titech slet lenge

med å finne kunder i utlandet da mange potensielle kunder var skeptiske til at man ikke først hadde et solid lokalt ankerfeste.

Som et alternativ til subsidiering og insentivering kan FoU-støtte og et velutformet virkemiddelapparat bidra til å lette teknologiutviklingsprosessen, hvertfall i tidlig fase. Både TiTech-caset og eksemplene fra miljøovervåkning og integrerte operasjoner har vist at det offentlige gjerne spiller en viktig rolle i tidlig fase gjennom FoU-finansiering og det offentlige kunnskapssystemet. Våre siste fire teknologiområder i kapittel 5 er eksempler på områder som neppe vil utvikle seg til internasjonalt konkurransedyktige teknologier uten tung FoU-satsning med offentlig medvirkning.

## **4. OFFENTLIGE SATSNINGER PÅ FOU OG INNOVASJON MED RELEVANS FOR UVIKLING AV MILJØTEKNOLOGI**

I dette kapitlet går vi gjennom relevante FoU-satsninger og brede virkemidler (som nettverks- og klyngeprogrammer) for fremtidig teknologiutvikling innen miljøfeltet. På litt kortere sikt vil de anvendte forskningsprosjektene og nettverskprogrammene kunne fungere som kvalitetsbarometere med hensyn til teknologisk og markedsmessig potensial (for eksempel Arena og NCE-programmer), mens vi på lengre sikt i større grad må se til de bredere og mer generiske og store FoU-satsningene som Sentere for fremdragende forskning (SFF), Forskningssentre for miljøvennlig energi (FME), Sentere for innovasjon (SFI) og lignende. Det er ikke nødvendigvis slik at denne typen offentlig stasning fører til teknologiske nyvinninger som igjen får suksess på internasjonale markeder. Særlig er usikkerheten knyttet til fremtidig suksess stor for de prosjektene som faller inn i porteføljen til SFFene, SFIene og FMEene. Men samtidig vil store offentlige teknologisatsninger vise veien til områder der vi har et kompetansegrunnlag, ettersom miljøene som når opp i konkurransen om å få tildelt slike ressurser går gjennom en nøye faglig screening-prosess.

### **4.1. ANVENDTE INNOVASJONS OG NETTVERKSSATSNINGER RETTET MOT MILJØTEKNOLOGI**

#### **Arena-programmet:**

Arenaprogrammet tilbyr finansiell og faglig støtte til langsiktig utvikling av regionale næringsmiljøer. Formålet er å stimulere til økt innovasjon og verdiskaping basert på samarbeid mellom bedrifter, FoU og utdanningsmiljøer og offentlige utviklingsaktører. Arenaprogrammet er et nasjonalt program med 15-20 regionale prosjekter eid av Innovasjon Norge, SIVA og Norges forskningsråd. Innovasjon Norge administrerer programmet.

Programmet tilbyr faglig og finansiell støtte til å etablere Arena-nettverk. Støtten gis til miljøer med en konsentrasjon av bedrifter innen samme bransje/verdikjede, et klart potensial for å forsterke nettverket og danne et felles kompetansemiljø. Et Arena-prosjekt går ordinært over tre år. Antall prosjekter innenfor programmet vil normalt være rundt 20. Flere av Arena-prosjektene er knyttet til ulike typer miljøteknologier. Her følger en kort presentasjon av disse:

#### **Arena Norwegian Offshore Wind (ARENA NOW)**

Mer enn 20 vestlandsbedrifter samarbeider i ARENA-prosjektet ARENA NOW.

Bedriftene i vestlandsnettverket utfører til sammen alt fra prosjektutvikling, operatørskap, planlegging, engineering, produksjon, installasjon og drift og vedlikehold av vindparker offshore. Klynge-samarbeidet skal gjøre bedriftene bedre rustet i eksportmarkedet, slik at vi blant annet kan vinne flest mulig oppdrag på de store vindutbyggingene som er planlagt i Nordsjøen i tiden framover.

Kjernebedrifter i prosjektet er NorWind (prosjektleder), Lyse Produksjon, BKK Produksjon, Met-Sentret, Bergen Group Engineering, Bergen Group Rosenberg, OceanWind, Sway, Scanwind, Owec Tower, Troll Windpower og Technocean.

Flere av bedriftene har allerede store kontrakter i Nordsjøbassenget og er tungt inne i pågående prosjekter med bunnfaste vindparker. Det er også etablert samarbeid for kompetanseoverføring mellom offshoremiljøene på Vestlandet, både for maritime operasjoner, subsea-disipliner, undersjøiske kraftnett og utstyr, samt metoder og tjenester for drift og vedlikehold. I tillegg vil ARENA-prosjektet bidra til at vi har midler til å bygge nødvendige allianser og kompetanse, utvikle nye tjenester og produkter, og til å fremstå som et sterkt lag i utenlandske markeder. Et av prosjektene det samarbeides om er å få på plass et nasjonalt demo anlegg for vindkraft. Her ønsker man også å involvere vindklyngen i Midt-Norge, energiselskapene samt de to forskningssentrene for offshore vindenergi, NORCOWE i Bergen og NOWITECH i Trondheim.

### **Arena Vindenergi**

Arena Vindenergi skal videreutvikle en regional klynge, bestående av industri-, energi- og FoU-aktører, med en posisjon i markedet for vindenergi. Drivkraften er blant annet det felles markedsfokus som aktørene har for å ta del i verdiskapingen knyttet til EUs storsatsing på fornybar energi. Etablering av felles testfasilitet er et hovedelement i prosjektet.

Medlemmene av nettverket er Proneo AS, Aker Verdal, Scanwind, Fugro Oceanor, NTNU/SINTEF/NOWITECH/NORCOWE, Smartmotor, ChapDrive, Viva, Main Tech, Linjebygg Offshore, Norsk Transformator, Sarens Transrig, Dynavec, Lyng Composite, Odfjell Drilling og Aak Group.

### **Arena Bioenergi Innlandet**

Fylkene i Innlandet har stor tilgang til råstoff, spesielt fra skog. Satsingen på næringsaktivitet innen fornybar energi og bioenergi i Norge er økende. Flere miljøer med skogfylkene Oppland og Hedmark i tet innehar bioenergi-kompetanse på et høyt internasjonalt nivå.

Arena Bioenergi innlandet retter seg mot næringsklynger og kompetansemiljøer innen energi. Målet er å bidra til økt verdiskaping ved å styrke samspillet og evnen til innovasjon og videreutvikling mellom næringsaktører, kunnskapsmiljøer og det offentlige. Prosjektets strategi dekker hele verdikjeden, og samler deltakere fra de fem markedsarenaene: storskala biovarme, småskala biovarme, biodrivstoff, bioressurser og bioavfall.

Arena Bioenergi involverer aktører som Eidsiva Energi med ambisjoner om 1 TWh basert på bioenergi innen 2012, Opplandske biovarme, Solør Bioenergi AS, Hamarregionens Fjernvarme, Trysil Fjernvarme. Kunnskapsmiljøene satser nå innen bioenergi, blant annet gjennom to professorater ved Høgskolen i Hedmark, Rena og Evenstad og ved Høgskolen på Gjøvik. Kurs-, utdannings-, forsknings- og utviklingsmiljøer er også involvert gjennom Energigården, Skogbrukets Kursinstitutt, Bioforsk Øst, Østlandsforskning og andre.

### **Andre relevante Arena-nettverk:**

I tillegg til de overnevnte Arena-prosjektene som er direkte knyttet til miljøteknologi bør også nettverkene for *Integrerte Operasjoner* og *Trådløs Framtid* nevnes. Disse miljøene representerer teknologier som indirekte har potensial til å gi betydelige miljøeffekter gjennom mer effektive samarbeidsformer og redusert ressursbruk.

Nettverket for integrerte operasjoner jobber med E-drift som innebærer å ta i bruk IKT-løsninger basert på sanntidsdata (real time) for å integrere arbeidsprosesser på tvers av fag og mellom organisasjoner. Ved hjelp av e-drift kan operasjoner styres uavhengig av avstand, for eksempel mellom hav og land. Video- og visualiseringsverktøy kan brukes slik at en ekspert hvor som helst i verden kan løse teknisk og operativt problem "live" et helt annet sted.

Flere norske bedrifter er helt i front innen trådløs teknologi med store muligheter til å lykkes internasjonalt. Trådløs Framtids visjon er å samle næringen for å arbeide mot en internasjonalt ledende posisjon. Trådløs framtid strategiske innsatsområder er de vertikale sektorene helse, olje og gass, bygg, transport, samt mobile media.

### **Norwegian Centres of Expertise (NCE):**

Programmet Norwegian Centres of Expertise (NCE) er etablert for å forsterke innovasjonsaktiviteten i de mest vekstkraftige og internasjonalt orienterte næringsklyngene i Norge. Programmet som forvaltes av SIVA, Forskningsrådet og Innovasjon Norge skal bidra til å målrette, forbedre og akselerere pågående utviklingsprosesser i disse klyngene.

NCE-programmet har et langsiktig perspektiv. Klyngene tilbys faglig og finansiell støtte til utviklingsprosesser i opptil ti år. En av de 12 klyngene som har blitt innvilget NCE-status er IT klyngen i Halden som utvikler systemer knyttet til energi- og kvotehandel.

Energy and Emissions Trading Halden (NCE Halden) har et bredt sammensatt konsortium av industri- og forskningspartnere som over lang tid har lyktes med internasjonal virksomhet innenfor forskjellige deler av verdikjeden knyttet til IT, energi og klima. NCE Halden bidrar til signifikant grønn vekst, grønn innovasjon og grønn næringsutvikling ved å kapitalisere på de enorme vekstmulighetene det internasjonale markedet for omsetning av energi, råvarer og klimakvoter åpner for i dag. Næringsklyngen har blant annet gjennomført leveranser av verdens første kraftbørs, verdens første børs for Kyotokvoter og verdens første aktørsystemer for markedsbasert energi- og kvotehandel.

NCE Halden har en bredt sammensatt gruppe av industri- og forskningspartnere i bedrifter som Statkraft, NASDAQ OMX, Point Carbon, Det Norske Veritas, Norsk Hydro og Montel, for å nevne noen.

### **Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)**

Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA) er et av Forskningsrådets største programmer, og er en viktig samarbeidspartner for næringslivet. 50 prosent av FoU-investeringene i Norge gjøres av bedrifter som har BIA som eneste finansieringskilde. BIA finansierer FoU-prosjekter som tar utgangspunkt i bedriftenes egne strategier. særlig innenfor solenergi er det mange forskningsprosjekter som har blitt satt i gang det siste året.

Eksempler på nye forskningsprosjekter innenfor miljøteknologi med BIA-støtte er:

- Repower technologies and processes for miss-colored and micro cracked solar cells (2009-2012),
- Sustainable Rehabilitation of Civil and Building Structures (2009-2011),

- NEXT GENERation production equipment for the production of ultra-thin Silicon solar cell wafers (2009-2013)
- Høyeffektive solceller basert på Elkem Solar Silisium (2009-2011)
- Gjenvinning av solcellesilisium fra sageprosesser (2009-2011)
- Biomass2Products (2009-2013)

#### **4.2. TUNGE OG LANGSIKTIGE FOU-SATSNINGER MED RELEVANS FOR MILJØTEKNOLOGI**

Porters diamantmodell peker på en rekke faktorforhold som kan være med å styrke konkurransevnen til et cluster innen et markedssegment eller et teknologiområde. I dette kapitlet ser vi nærmere på kunnskapsgrunnlaget som fortrinn og spesielt de teknologiområdene hvor Norge, av ulike årsaker, investerer ressurser i form av langsiktig forskning og utvikling.

På området langsiktig FoU spiller Norges forskningsråd en sentral rolle i nært samarbeid med norske næringslivs- og forskningsmiljøer. Gjennom strategiske prosesser og etablering av konkurransearenaer, kanaliserte Forskningsrådet relativt store ressurser inn i FoU-satsinger på områder hvor forskningsmiljøene i samspill med næringslivet fremstår som internasjonalt ledende og hvor det vurderes som strategisk riktig at vi investerer offentlige midler.

Nedenfor er det trukket frem eksempler på teknologisatsinger med potensiell miljøteknologirelevans fra tre ulike virkemidler i Forskningsrådet: Sentre for Fremragende Forskning (SFF), Sentre for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI) og Forskningscentre for Miljøvennlig Energi (FME). De tre ordningene som er gjennomgått representerer en samlet FoU-investeringer i størrelsesorden 7 mrd NOK eller 7.000 årsverk over 8-10 år. Dette er for Norge en tung, fremtidsrettet satsing som både strateger og forskere tror på. Aktørene har konkurrert om støtten, blitt vurdert av internasjonale ekspertpaneler og representerer derfor konstellasjoner med høy kvalitet og stort potensial.

Utfordringen i denne analysen og rapporten er å peke på teknologier hvor vi kan se for oss norske konkurransefortrinn i et miljøteknologimarked. Ved å velge blant satsningene under har vi allerede definert kompetanseoppbygging basert på strategisk offentlig satsing i gode fagmiljøer, ofte i nært samarbeid med langsiktige, ledende industriaktører som en hjørnestein i utpeking av potensielle teknologier.

Kombinerer vi dette med analyser av fremtidige markedsmuligheter og industriell styrke i en internasjonal kontekst, har vi lagt et analytisk underlag for videre diskusjon og operative vurderinger knyttet til myndighetenes rolle.

I gjennomgangen er det lagt vekt på å få frem teknologifokus som kan gi assosiasjoner til miljøteknologi, fagmiljøer som viser bredde og styrke samt å gi en oversikt over bedrifter som satser langsiktig og/eller ser nære gevinster innen det angjeldende området.

#### 4.2.1. SFI: SENTRE FOR FORSKNINGSBASERT INNOVASJON

Ordningen skal styrke innovasjon gjennom satsing på langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom forskningsintensive bedrifter og fremstående forskningsmiljøer. SFI skal utvikle kompetanse på høyt internasjonalt nivå på områder som er viktig for innovasjon og verdiskaping.

Samlet investeres det 100 mill NOK/år fra Forskningsrådets side og ca 200 mill/år fra industrien over en 8-års periode. Det betyr en samlet innsats på 2,5 mrd NOK eller 2.500 årsverk i teknologiutvikling innenfor de 14 områdene som hittil er valgt ut.

Første halvår 2010 vil det mest sannsynlig bli pekt ut ytterligere 6-8 SFI'er hvor vitenskapelig kvalitet og potensial for innovasjon og verdiskaping er de overordnede kriteriene. Likevel peker utlysningsteksten på noen områder der Forskningsrådet særlig ønsker søknader:

- Privat tjenesteyting
- Offentlig sektor / helsesektoren
- Transport
- Mat
- Miljøteknologi

Dersom en miljøteknologi-SFI når opp i konkurransen vil dette være en godt synlig og potensiell drivkraft for nye ideer og produkter hvor industri og forskning sammen setter målene.

I utvalget av eksempler nedenfor er det lagt vekt på at kunnskapen som utvikles kan være sentral i å møte aktuelle miljøutfordringer i fremtiden i form av kommersielle produkter og tjenester. Et konkurransefortrinn som utvikles gjennom SFI-satsingene er evne til overføring og implementering; fra ide og forskning til industrielle løsninger og anvendelser.

##### **1) IO-CENTER - Center for Integrated Operations in the Petroleum Industry**

Teknologifokus: Hovedmålet med IO-senteret er å utvikle kunnskap, metoder og verktøy for å drive integrerte operasjoner et solid stykke framover. Grunnlaget for forskningsprogrammene er at integrasjon i seg selv vil være en pådriver for nye løsninger som kan utkonkurrere eksisterende teknologi og praksis når det gjelder sikkerhet, miljø og økonomi. Forskningsprogrammer:

- Boring og brønnkonstruksjoner
- Reservoarstyring og produksjonsoptimalisering
- Operasjon og vedlikehold
- Integrasjon på tvers av fagområder

Innen informasjonssikkerhet er risikovurderinger av SCADA-systemer, arkitekturer for aksesskontroll, prosedyrer for distribuerte prosesskontroll- og sikkerhetssystemer, holdninger og bevissthet, samt krisehåndtering noen av nøkkelområdene som skal behandles.

Fagmiljøer: NTNU, SINTEF, IFE

Industri: Statoil, ConocoPhillips, Shell, Total, Eni, GdF Suez, IBM, Kongsberg Maritime, FMC, Aker Solutions, DNV

**Miljøteknologirelevans:** Forskingen i dette senteret er svært relevant for miljøteknologi i forbindelse med sensorutvikling, sanntids miljøovervåking samt modellutvikling og beslutningsstøttesystemer. Bedriftene som er involvert er også potensielle markedsdrivere i tilknytning til fremtidige krav på miljøområdet. Forskningsmiljøene er alle aktive også innenfor direkte rettet miljø(teknologi)forskning. Teknologioverføringskostnadene er derfor lave.

## **2) COIN - Concrete Innovation Centre**

**Teknologifokus:** COIN har en visjon om å skape attraktive betongbygg og -konstruksjoner. Hovedmålet er å bringe utviklingen et stort skritt framover ved å utvikle avanserte materialer, effektive konstruksjonsteknikker og nye designkonsepter kombinert med mer miljøvennlig materialproduksjon.

**Fagmiljøer:** SINTEF Byggforsk, NTNU

**Industri:** Norcem AS, UNICON AS, Maxit Group AB, Borregaard Ligno Tech, Rescon Mapei AS, Aker Solutions, Veidekke Entreprenør ASA, Statens vegvesen, Spenncon AS og Skanska Norge AS

**Miljøteknologirelevans:** Relevant i forhold til mer miljøvennlig produksjon og anvendelse av byggematerialer.

## **3) CREATE - SFI in Aquaculture Technology**

**Teknologifokus:** CREATE vil fokusere på forskning og aktiviteter rettet mot utvikling av løsninger og teknologi for tilvekstfasen i sjø; fra fisken blir satt ut i sjøen til den blir fraktet til slakteriet. Senteret har definert tre forskningspilarer; 1) Utstyr og konstruksjoner, f.eks. nye notmaterialer, flytekrager og fôringsanlegg. 2) Drift og operasjon, f.eks. fôringsstidspunkter, fôringsmengder, håndtering av levende not og utstyr osv. 3) Farming Intelligence, f.eks. bruk av innsamlet informasjon og produksjonsdata om alle forhold som har med fiskens vekst og velferd å gjøre, som grunnlag for å fatte bedre beslutninger om fôring, belysning etc.

**Fagmiljøer:** NTNU, Havforskningsinstituttet, SINTEF, NOFIMA Marin

**Industri:** AKVA group ASA, Egersund Net AS, Erling Haug AS

**Miljøteknologirelevans:** Ett av hovedmålene er å etablere kunnskapsgrunnlag, kapasitet og løsninger i forhold til biologisk belastning. Dette inkluderer miljøvennlige løsninger fra drift til sensorer.

## **4) NORMAN - Norwegian Manufacturing Future**

**Teknologifokus:** Satsingen vil engasjere seg i vedvarende utvikling av produkter, blant annet til bil, fly- og annen verkstedsindustri, næringsmiddelindustri, elektro, forsvarsindustri, møbelproduksjon og klesproduksjon. Like viktig som selve produktene er produksjonsprosessene og verdikjedene som ligger bak. Alle prosjektene skal ende opp med en demoversjon eller en demonstrator.

**Fagmiljøer:** SINTEF, NTNU

**Industri:** Elko AS, Helly Hansen Pro AS, Pipelife Norge AS, Teeness ASA, Ekornes AS, Plasto AS, Hexagon AS, Hydro Aluminium AS, Kongsberg Automotive AS, Nammo Raufoss ASA, Raufoss Technology ASA, Volvo Aero Norge AS, Raufoss Industrial Tools AS



**Miljøteknologirelevans:** Miljøvennlige produksjonsprosesser rettet mot en rekke internasjonalt viktige sektorer. Dette kan gi miljøfortrinn til de norske aktørene; et hjemmemarked for systemleverandører, og et konkurransefortrinn i eksportmarkedet for de samme.

#### **5) Michelsen IMT - The Michelsen Centre for Industrial Measurement Science and Technology**

**Teknologifokus:** Senteret utvikler innovativ måle- og instrumenteringsteknologi på en tverrfaglig basis innenfor anvendelsesområdene petroleumsvirksomhet, fiskeri og havbruk samt miljøovervåking- (Eksempler: CO2 sensor; Nedihulls ultralydkamera)

**Fagmiljøer:** Christian Michelsen Research AS, Universitetet i Bergen, Høgskolen i Bergen

**Industri:** Anderaa Data Instrument AS, CGG Veritas, FMC Kongsberg Metering, MMC Tendos AS, Roxar Flow Measurement AS, Seadrill Engineering AS, Statoil ASA

**Miljøteknologirelevans:** Miljøovervåking, CO2 (klima), verifisering av modeller og kunnskapsunderlag for regulering.

#### **6) TTL - Tromsø Telemedicine Laboratory**

**Teknologifokus:** Senterets hovedmål er å etablere et tverrfaglig forskningsmiljø innen telemedisin og e-helse. Senteret skal legge grunnlaget for nye produkter og tjenester for behandling av kroniske sykdommer og aldrings- og livsstilssykdommer.

Forskningsoppgavene i TTL relateres til hvordan nye intelligente sensorer og personlige terminaler kan tilpasses personer med kronisk sykdommer og trådløst og usynlig integreres mot helsetjenesten. Disse nye pasientnære informasjonskildene må integreres mot eksisterende pasientinformasjon og vil gi mulighet for utvidet klinisk beslutningstøtte som dataassistert diagnostikk og automatisk helseovervåking på individ og gruppenivå. Helhetlige pasientforløp må etableres med datastøttet samarbeidsteknologi der brukergrensesnitt, integrasjon, sikkerhet og reorganisering av helsetjenester er sentrale forskningstemaer.

**Fagmiljøer:** Universitetssykehuset Nord-Norge v/ Nasjonalt senter for telemedisin, Universitetet i Tromsø, Norut IT

**Industri:** Telenor, IBM, DIPS, Well Diagnostics, Norsk helsenett, Helse Nord IKT

**Miljøteknologirelevans:** Bytter vi ut menneskets helse med naturens helse åpner det seg en rekke nye miljøteknologiske muligheter i noe som kanskje blir ett av de viktigste markedene fremover; overvåking og beslutningsstøtte, tradisjonelle norske styrkeområder. Koblingen til offentlige databaser og sanntidsbeslutninger er like relevant ved akutte eller truende miljøkatastrofer.

### **4.3. SFF: SENTRE FOR FREMRAGENDE FORSKNING:**

Ordningen skal stimulere norske forskningsmiljøer til å etablere sentre viet langsiktig, grunnleggende forskning på høyt internasjonalt nivå, og har som mål å heve kvaliteten på norsk forskning. Selv om stikkordet her er mer langsiktig grunnforskning er det også aktiv deltakelse fra industribedrifter i flere av sentrene.

Det finnes 21 SFF'er som hver mottar 10-12 mill NOK/år over en 10-års periode. Dette utgjør en satsing på ca. 2,2 mrd NOK tilsvarende 2.200 årsverk

#### **1) Bjerknes Centre for Climate Research**

Teknologifokus: Klimaendringer. På Bjerknessenteret for klimaforskning (BCCR) forskes det på klimaendringer basert på modeller og feltobservasjoner i havet, på land, isen og i atmosfæren.

Fagmiljøer: Universitetet i Bergen, Havforskningsinstituttet, Nansen senter for miljø og fjernmåling, Uni Research

Miljøteknologirelevans: Overvåkning, modellering og underlag for satsinger/ markedsutvikling

#### **2) Centre for Integrated Petroleum Research**

Teknologifokus: Kunnskap om flerfasestrømning i porøse media, hurtige modeller for heterogene reservoarer, økt utvinning og forbedrede modeller for sikker CO<sub>2</sub>-lagring.

Fagmiljøer: Matematisk institutt, Fysisk institutt, Geologisk institutt, Geofysisk institutt, Institutt for mikrobiologi og Kjemisk institutt; alle Universitetet i Bergen

Miljøteknologirelevans: CO<sub>2</sub>-lagring.

#### 4.4. FME: FORSKNINGSSENTERNE FOR MILJØVENNLIG ENERGI

Ordningen skal etablere tidsbegrensede forskningssentre som har en konsentrert, fokusert og langsiktig forskningsinnsats på høyt internasjonalt nivå for å løse utpekte utfordringer på energi- og miljøområdet. Senterne er i stor grad bygget opp etter modell av SFI'er med aktiv industrideltakelse og en oversiktlig tidshorisont i forhold til anvendelige resultater. På noen områder er det likevel innslag av større langsiktighet som i en SFF.

Senterne er pr. definisjon miljøteknologirelevante.

Sentrene får 125 mill/år og tilsvarende fra industrien over en 8-års periode. Dette blir en investering på 2 mrd NOK eller ca. 2.000 årsverk

##### **1) BIGCCS Centre – International CCS Research Centre**

Teknologifokus: Senteret skal utvikle kunnskap, metoder og løsninger som gir effektiv, rimelig og sikker CO<sub>2</sub>-håndtering for gass- og kullkraftverk og annen industri. Det skal også bidra til å finne ut hvor stor lagringskapasitet vi har offshore for CO<sub>2</sub>.

CO<sub>2</sub>-håndtering kan utgjøre 25-30 prosent av de nødvendige kuttene i utslipp av klimagasser. Det er et av de viktigste verktøyene vi har for å begrense menneskets påvirkning på klimaendringene. ***I tillegg har lagring av CO<sub>2</sub> et stort potensial for verdiskaping.***

Fagmiljøer: SINTEF Energiforskning AS, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), British Geological Survey (BGS ), CICERO , Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR ), Geological Survey of Denmark and Greenland, (GEUS), Norges geologiske undersøkelse (NGU), RFF, Sandia National Labs, Technische Universität München (TUM), og Universitetet i Oslo (UiO)

Industri: Aker Clean Carbon, ALSTOM AG, ConocoPhillips Norge, Det Norske Veritas (DNV ), Dong Energy, Gassco, Hydro ASA, Schlumberger, Shell, Statkraft SF, Statoil, TOTAL E&P Norge AS,

##### **2) Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN)**

Teknologifokus: Senteret skal videreutvikle vannkraften slik at den blir tilpasset fremtidens mer fleksible energisystem i samspill med andre fornybare energikilder. I tillegg skal senteret jobbe med miljødesign av annen fornybar energi som, i likhet med vannkraften, også må ta hensyn til lokale miljøvirkninger.

Senteret vil bidra til at vi tar vare på naturen lokalt, samtidig som vi forbedrer det globale miljøet ved å tilpasse vannkraft, vindkraft og andre fornybare energikilder mest mulig til det naturlige økosystemet.

Fagmiljøer: SINTEF Energiforskning AS Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norges teknisk-vitenskapelige universitet (NTNU), Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), Unifob, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Direktoratet for naturforvaltning (DN), NVE, International Centre for Hydropower (ICH ), The University of Life Sciences and Natural Resources (A), Kungliga Tekniska högskolan (S), Sveriges lantbruksuniversitet, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)

Industri: Agder Energi, EBL, Eidsiva Vannkraft, Hydro, Sira-Kvina kraftselskap, Statkraft, Statnett, , Norconsult, SWECO, Multiconsult, HydroNet (CAN)

### **3) Bioenergy Innovation Centre (CenBio)**

Teknologifokus: Senteret skal vise hvordan Norge kan doble bruken av bioenergi basert på norsk råstoff innen 2020. Forskerne skal vise hvordan vi effektivt og miljøvennlig kan høste mer av skogen, utnytte mer avfall for energiformål, lage biobrensel med riktig kvalitet, og forbedre virkningsgraden. Utdanning og opplæring av neste generasjons bioenergiforskere og industriaktører er sentralt.

Gjennom dette skal forbrukerne kunne velge mellom flere ulike former for miljøvennlig energi. Samfunnet får tilgang til mer fornybar og CO<sub>2</sub>-nøytral energi, og CO<sub>2</sub>-utslippene reduseres. I tillegg kan oppbyggingen av en norsk bioenerginæring skape et betydelig antall nye arbeidsplasser, særlig i distriktene.

Fagmiljøer: Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), : Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTN U), SINTEF, Energiforskning AS, Norsk institutt for skog og landskap, Bioforsk, og Vattenfall R&D (S), Stanford University (USA), US Forest Service (USA), University of Minnesota (USA), Finnish Forest Research Institute (FIN ), Chalmers University of Technology (S), Åbo Akademi University (FIN ), Technical University of Denmark (DK), University of Copenhagen (DK), Vienna University of Technology (A), og University TU Bergakademie Freiberg (D)

Industri: Arena Bioenergi Innlandet, Norges skogeierforbund, NORSKOG , Agder energi, Eidsiva Bioenergi AS, Hafslund ASA, Trondheim energi fjernvarme AS, Vattenfall Heat Nordic (S), Norske skog ASA, Xynergo AS, Norsk Protein AS, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk Holding AS, Norges bondelag, Energigjenvinningsetaten i Oslo kommune, Avfal Energie Bedrijf (NL ), Avfall Norge, Energos AS, Cambi AS, Jøtul AS, Bionordic AS, og Grant Kleber AS.

### **4) Norwegian Centre for Offshore Wind Energy (NORCOWE)**

Teknologifokus: Senteret skal være et kompetanse- og ressurscenter for utvikling av kraftproduksjon fra vind til havs. Det skal bygge på kunnskapen som finnes i norsk offshoreteknologi og kompetansen på vindenergi fra Danmark. Forskningen ved senteret skal bidra til å få ned kostnadene for offshore vindkraft, og utvikle ressurspersoner med spisskompetanse som næringslivet kan bruke direkte.

Fagmiljøer: Christian Michelsen Research (CMR), Unifob, Universitetet i Bergen, Universitetet i Agder, Universitetet i Stavanger og Universitetet i Aalborg

Industri: Statkraft Development AS, Vestavind Offshore AS, Agder Energi AS, Statoil Petroleum AS, Lyse Produksjon AS, Aker MH AS, National Oilwell Norway AS, Origo Engineering AS, Norwind AS

### **5) Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology (NOWITECH)**

Teknologifokus: Senteret skal kombinere kunnskap om vindkraft med offshoreerfaring for å styrke utviklingen av vindparker til havs. Målet er å utvikle ny kunnskap, metoder og teknologi som basis for industriell utvikling av offshore vindparker. Senteret vil ta i bruk innomhus laboratorier som Marintek i Trondheim og fullskala feltforsøk som HyWind utenfor Karmøy. Senteret vil utdanne mange doktorgradsstipendiater og forskere som vil jobbe sammen med industrien for å utvikle teknologien.

Forskningen ved senteret skal bringe teknologien for flytende vindturbiner nærmere en kommersiell fase.

Fagmiljøer: SINTEF Energy Research, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Institute for Energy Technology (IFE), Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK), SINTEF Materials and Chemistry, SINTEF Information and Communication Technology

Industri: Aker Solutions AS, Det Norske Veritas AS, Devold AMT AS, DONG Energy Power AS, Fugro OCEANOR AS, Lyse Produksjon AS, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk Holding AS, SmartMotor AS, Statkraft Development AS, Statnett SF, Statoil Petroleum AS, Trønder Energi Kraft AS, Vestas Wind Systems AS, Vestavind Kraft AS

## **6) The Norwegian Research Centre for Solar Cell Technology**

Teknologifokus: Senteret skal samle et landslag i solcelleforskning i Norge for å takle de store forskningsutfordringene. Alle de viktigste forskningsmiljøene og industripartnerne i Norge innen solcelleteknologi skal delta. Gjennom senteret skal norsk solcelleindustri få lett tilgang til et verdensledende miljø.

Forskningen i senteret skal bidra til mer konkurransedyktige strømpriser fra solceller. Forskningsresultatene vil få betydning for folk flest over hele verden i takt med økt utbygging av solcelleanlegg. Samtidig skal forskningen ved senteret sikre at norsk industri fortsetter å ha en ledende posisjon på verdensmarkedet.

Fagmiljøer: Institute for Energy Technology (IFE), NTNU, SINTEF, The University of Oslo

Industri: Elkem Solar, Fesil Sunergy, Hydro, Innotech Solar, Norsun, Prediktor, REC, Scatec, Umoe Solar

## **7) SUBsurface CO2 storage – Critical Elements and Superior Strategy (SUCCESS)**

Teknologifokus: Senteret skal bidra til å finne gode og pålitelige måter å lagre CO<sub>2</sub> på. Det skal gjøres ved å se på ulike lagringsmetoder for CO<sub>2</sub> og hvordan CO<sub>2</sub> oppfører seg ved lagring i undergrunnen. Senteret skal også finne de beste metodene for å injisere CO<sub>2</sub> og for overvåking av at CO<sub>2</sub> holder seg i undergrunnen når den er lagret. Allerede i dag er det teknisk mulig å injisere og lagre CO<sub>2</sub>, men det er fortsatt usikkert hva som skjer når CO<sub>2</sub>-en ligger i undergrunnen og kostnadene for å lagre CO<sub>2</sub>.

Fagmiljøer: *Christian Michelsen Research (CMR), Institute for Energy Technology (IFE), Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Norwegian Geotechnical Institute (NGI) Unifob University of Bergen (UiB), University of Oslo (UiO), University Centre in Svalbard (UNIS)*

Industri: StatoilHydro, ConocoPhillips, CGGVeritas, Tracerco, CodaOctopus

## **8) The Research Centre on Zero Emission Buildings – ZEB**

Teknologifokus: Senteret skal utvikle bygg som gir null utslipp av klimagasser ved å se på hele byggets livsløp fra komponenter og materialer til drift av bygget. Senteret skal se på alt fra forskning på materialer til forskning på hele bygg og systemene i bygg, og utvikle nye materialer og komponenter

der dagens ikke er gode nok. Foruten reduserte klimautslipp og redusert energibruk, vil arbeidet resultere i mer konkurransedyktige bedrifter og flere arbeidsplasser i byggsektoren.

Fagmiljøer: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Fakultet for Arkitektur og billedkunst, SINTEF,

Industri: Skanska, Maxit, Isola, Glava, Protan, Hydro Aluminium, YIT Building Systems, ByBo, Multiconsult, Brødrene Dahl, Snøhetta, Forsvarsbygg, Statsbygg, Husbanken

Andre: Byggenæringens landsforening, Norsk Teknologi, Statens bygningstekniske etat

## 5. ÅTTE TEKNOLOGIOMRÅDER MED INTERNASJONALT POTENSIAL

Basert på de erfaringer vi har trukket fra de fem teknologiområdene med internasjonal suksess som vi gikk gjennom i kapittel 3, samt de satsninger vi har pekt på i kapittel 4, har vi løftet frem 8 teknologiområder som vi anser som interessante fordi de fremviser et potensial for å betjene internasjonale markeder med konkurransedyktig teknologi.

Det er viktig å presisere at denne gjennomgangen ikke er utelukkende i form av at andre teknologiområder kan være vel så lovende. Fordi miljøteknologier dekker et stort aktivitetsområde, vil det i alle sammenhenger være vanskelig å drive såkalt negativ seleksjon av teknologiområder. Det vil alltid finnes et betydelig antall teknologiområder som fortjener oppmerksomhet. Vår tilnærming er basert på at vi har hatt tilstrekkelig med informasjon til å identifisere kjennetegn ved teknologiområdene som gjør at de tilfredsstillende mange av de kriterier vi løfter frem gjennom det beskrevne rammeverk i tidligere kapitler. Denne tilnærmingen kan med andre ord betegnes som positiv seleksjon. Vi legger ikke skjul på at andre teknologiområder også kan fremstå som interessante.

De åtte teknologiområdene er behandlet i en rekkefølge som tydeliggjør hvor lang vei det er til kommersiell betjening av internasjonale markeder. Det området som behandles først er det som har kortest vei (hydrobaserte småkraftanlegg), mens det siste teknologiområdet ligger lengre frem i tid. De fire teknologiområdene som ligger lengst frem i tid er beskrevet i en mer perspektivorientert form, ettersom teknologiområdene er mer generiske og markedets anvendelse mer usikker. I lys av drøftingen om tidshorisontens betydning er dette perspektivet avgjørende for hvilke type offentlige virkemidler som er relevante, hvilke typer risiko som dominerer, og ikke minst, i hvor stor grad man kan vektlegge Porter-modellen som rammeverk for å identifisere lovende teknologiområder.

Når det gjelder de mer langsiktige mulighetene er det de samme tre forholdene som legges til grunn for valgene; forskning i internasjonal front, en realistisk industribase og en fremskrivning av en markedsutviklingen for miljøteknologi.

Den første faktoren er illustrert gjennom beskrivelsen av konkrete, langsiktige forskningssatsinger med offentlig støtte i det foregående kapitlet. De samme beskrivelsene viser at det finnes industriaktører i Norge som satses langsiktig og strategisk og som er åpne for vesentlige endringer i markedene de i dag betjener; de kan dreie og de kan forsvinne; nye kan dukke opp. For mange av disse bedriftene er det viktig å bidra til norsk kunnskaps- og kapasitetsutvikling gjennom styrking av universitetsmiljøene på fagområdet og "produksjon" av doktorander.

Når det gjelder fremskrivningen av miljøteknologimarkedet er den like vanskelig som den alltid har vært for miljøteknologi. Å si hvilke miljøutfordringer som gir grunnlag for næringsaktivitet; hvilke som "forsvinner" eller blir nedprioritert av politiske og/eller andre grunner og hvilke som antar en annen form enn vi tror, har i tilbakeblikkets klare lys vist seg tilnærmet umulig på 10-15 års sikt. Det er særlig mange eksempler på forventede markeder som ikke har blitt realisert. Likevel synes det å være en del klare trender i det internasjonale bildet når det gjelder miljøutfordringene. Vi har tatt utgangspunkt i de trendene som er beskrevet i kapittel 2. Valget av eksempler på "lange" teknologier er også gjort ut fra et ønske om å illustrere bredden i muligheter som springer ut fra en langsiktig satsing på å utvikle/opprettholde kompetansebasen.

## 5.1. HYDROBASERT SMÅKRAFT-ANLEGG

### Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Ved utbyggingen av norsk vannkraftindustri var det et konsesjonskrav at produsenten av anlegget skulle være norsk. I dag, ingen spesielle.
- **Næringsfortrinn:** Tunge og erfarne teknologimiljøer som allerede i dag er ute på eksportmarkedene.
- **Kompetansefortrinn:** Lang erfaring fra stor norsk vannkraftindustri. Sterke ingeniørmiljøer ved NTNU/SINTEF og Kjeller.
- **Markedsfortrinn:** Tilbudssiden: fortsatt stort utbyggingspotensial i hjemmemarked så vel som internasjonalt. Etterspørselssiden: det norske strømmettet er koblet opp mot det nordiske og nederlandske nettet hvilket gjør markedet større. Store behov for mer ren energi i utviklingsland
- **Naturlige fortrinn:** Mye nedbør og mange vannfall i Norge

De overstående klimaproblemene som følge av utslipp fra fossile brensler har skapt en renesanse i markedet for kraft fra småskala vannkraftverk. Nødvendigheten av en overgang fra fossile til fornybare energikilder har ført til oppgradering av eksisterende kraftverk og vurdering av utbygging av vannfall som tidligere ikke har blitt vurdert som lønnsomme. Utvikling av teknologi som kan monteres mer anonymisert i terrenget, samt vektlegging av klimatrusselen, gjør også at motargumentet om sjenanse i naturlandskapet er blitt mindre sterkt. Regjeringen har signalisert i Soria Moria at de ønsker å utnytte potensialet som ligger i bygging av små- mini- og mikrokraftverk.

Små vannkraftverk (<10 MW effekt) har i følge mange mindre negativ påvirkning på naturen ettersom de ikke er "dammet" opp. Dette gjør at vannstanden i elven ikke blir påvirket på samme måte. Dette er imidlertid omdiskutert. I de tilfellene der småskala kraftanlegg er dammet opp vil de ha større negativ effekt på livet i elven ettersom de mindre anleggene ikke har samme mulighet til å la en viss andel av vanne flyte forbi.

Produksjon av kraft fra vannkraftanlegg er et modent marked. Det finnes per i dag flere norske produsententer som satser og konkurrerer på internasjonale markeder med egenutviklede verdensledende teknologier til hydrobaserte småkraft-anlegg. Bedrifter som Small Turbine Partners, Water power industries, Clean Power AS, DynaVec AS, Rainpower AS og Energiteknikk er alle eksempler på dette. Et felles fokus område for alle disse bedriftene ligger i utvikling av turbinteknologien til vannkraftanlegget. De norske bedriftene lever imidlertid alt fra planlegging og prosjektering til levering og installasjon av vannkraftteknisk utstyr.

**Rainpower (Omsetning: ca. 300 mill. 2008, tidligere del av Kværner):** Har siden opprettelsen jobbet med å utvikle en ny og egen turbinteknologi. Resultatet av denne utviklingen var Rainpower Storm, en helt ny serie med lav- og mellomtrykks Francisturbiner, utviklet fra grunnen av ved kombinasjon av teoretisk analyse, strømningsberegninger (CFD) og modellforsøk. Siden den første modellen ble lansert i 2008, har de i dag tre egenutviklede turbiner varianter med virkningsgrad i verdensklasse.

**Small Turbine Partner (Omsetning: 51 mill. 2008):** Konstruerer, produserer og selger patenterte vannkraftturbiner med høy virkningsgrad, -kvalitet og -driftsikkerhet til mini- og småkraftverk (effektområdet 400 kW til 10 MW).



DynaVec AS (Omsetning: 10 mill. 2008): Har utviklet et turbin løpehjul med høy virkningsgrad og høy motstandsevne mot sandslitasje. Dette gir en bedre utnyttelse av tilgjengelige vannfallsressurser enn ved tradisjonelle turbin løpehjul, hvilket gjør det mulig å drive turbiner og produsere energi i områder der dette før har vært umulig eller vanskelig.

Water Power Industries (Omsetning: 0.3 mill. 2008): har laget en turbin vannturbin som kan produsere elektrisitet fra vann med lavere hastighet enn de fleste andre teknikker. Teknikken egner seg like godt for tidevann som elver, og hevdes per dags dato å være økonomisk konkurransedyktig med alternative energikilder.

CleanPower (Omsetning: 0.6 mill. 2008): har utviklet rørturbinen (CleanPower IG) for mini- og småkraftutbygginger. Turbinen kan monteres rett i en rørgate uten kraftverkshus, noe som gjør at utbyggingen kan skjules i terrenget. I rørturbinen har de bygget sammen generator og turbin i et enkelt og kompakt aggregat.

### **Omtale i lys av Porter-modellen:**

#### **Faktorforhold**

Norske produsenter av vannturbiner til småskala kraftanlegg har fordel av et hjemmemarked med mye vannressurser og kupert terreng. Norge har også betydelig humankapital på dette området som følge av at vannkraft har vært en av de viktigste industrialiserte virksomhetene i Norge i over hundre år.

#### **Markedsforhold**

**Norge.** NVE anslår at potensialet for hydrobaserte småkraftverk i Norge (investeringsgrense 3 kr/kWh) er ca. 25 TWh/år. NVE antar at opp mot 5 TWh/år av dette potensialet kan realiseres innen 2015. Det resterende småkraftpotensialet utgjør om lag halvparten av det utbyggbare vannkraftpotensialet i Norge.

**Europa.** I EU-25 er det til sammen 17.200 småkraftverk med en samlet kapasitet på 11 GW. Det anslås at mer enn 65 prosent av ressursene knyttet til småskala vannkraftverk allerede er utnyttet i EU-15. Til sammen anslås potensialet for utbygging i EU-27 å være 47 TWh/år. Potensialet som er igjen består hovedsakelig av utbedring av eksisterende kraftverk og elver med relativt lav fallhøyde. I europeisk målestokk er det norske markedet stort med et ytterligere potensial som utgjør over 50 pst. av utvinningspotensialet i EU27<sup>9</sup>.

**Verden.** De største potensielle markedene for småskala vannkraftverk anslås å være i Asia, særlig Kina og India, samt Afrika, som anslås bare å ha bygd ut 5 prosent av den potensielle annkraften.

Utbygging av nye småskala vannkraftverk har frem til nylig først og fremst vært konkurransedyktige på pris i ikke perifere områder som ikke er koblet opp mot på større kraftnett. Småkraftverkene kan forsyne lokalområdet med elektrisitet. Småskala kraftverk konkurrerer i disse områdene mot diesellaggregater, lokale vindmøller og solkraft. I andre områder vil de være avhengig av subsidier. Med økende kraftpriser, lavere produksjons- og vedlikeholdskostnader og tilgang på bedre finansieringsordninger for utbygger, ligger det forventninger om dette er i ferd med å endre seg.

---

<sup>9</sup> Det er ukjent til hvilken utvinningskostnad utvinningspotensialet i EU27 er beregnet.

Ifølge Water Power Industries har både det norske og svenske markedet for turbiner i saktegående vassdrag/tidevann et potensial for 400-500 turbiner hver, mens det finske et sted mellom 100-150 turbiner.

### **Myndigheters rolle**

Når vannkraftbyggingen startet i Norge var konsesjonsbetingelsene slik at utbyggere var nødt til å bruke norskprodusert utstyr. For å bygge ut vannkraftverk kreves det konsesjon fra myndighetene. I Norge ble det i 2008 gitt 42 konsesjoner for småkraftverk på om lag 510 GWh. Per februar 2009 lå det til sammen konsesjonssøknader hos NVE med en potensiell utbygging på 5 TWh/år. Opphoping av saker hos myndigheter bidrar ifølge enkelte turbinprodusenter til å begrense etterspørselen etter deres produkter. Andre produsenter anser flaskehalsen som gunstig ettersom deres produksjonskapasitet allerede er sprengt.

Regjeringen har besluttet at vedtak i konsesjonssaker om mini- og mikrokraftverk inntil 1 MW skal delegeres fra NVE til fylkeskommunen. Endringen er planlagt iverksatt fra 1. januar 2010. Det skjer også endringer i lovverket slik at netteier har en plikt til å tilknytte produsenter når produksjonsprosjektet og nettinvesteringen samlet sett er samfunnsmessig rasjonell.

I Norge ble det på 1980-tallet utarbeidet en *Samlet plan* for videre utbygging av vannkraftanlegg i Norge. Dette har medført problem knyttet til å få konsesjoner for nye småkraftanlegg ettersom mange av konsesjonene er delt ut, men ikke utbygd. På denne måten kan konsesjoner som er gitt, men som ikke er blitt benyttet, bli en propp for nye utbyggere som ønsker å sette i gang med konkrete prosjekter.

Norge har inngått intensjonsavtale med Sverige om å lage et felles marked for grønne sertifikater. Størrelsen på markedet for småskala vannkraftverk vil avhenge av størrelsen på subsidieelementet. I forhold til internasjonal markedsadgang kan myndighetene spille en viktig rolle gjennom Garantiinstituttet for Eksportkreditt. Vannkraftanlegg er en stor investering, og garantier fra myndigheter kan bidra til å redusere usikkerhet knyttet til prosjektet slik at det blir lettere å gjennomføre. Et eksempel her er garantien som ble gitt for GIEK i forbindelse med Rainpowers siste kontrakt i Tyrkia.

### **Konkurranse og innovasjonspress**

Norge har per i dag flere eksempler på produsenter av turbinteknologi som selger sine produkter på internasjonale markeder. Eksempler her er Rainpower AS (Tyrkia), Water Power Industries (Nederland og Romania) og DynaVec AS (Peru). Rainpower AS er de som syntes å ha kommet lengst med blant annet en 170 millioners kontrakt på 4 småkraftverk i Tyrkia, som er et av verdens største markeder for vannkraft.

Ved at det norske markedet er stort, også i internasjonal sammenheng, har norske produsenter hatt mulighet til å bygge både kapasitet og kompetanse over tid. Størrelsen på det norske markedet har også bidratt til at det har vært plass til flere bedrifter, både norske og utenlandske, som har konkurrert om å lage de beste og billigste turbinene. I følge Rainpower har selskapet og dets forgjengere gjennom Kværner-historien, levert hele 90 % av alle kraftverk som er bygd i Norge, og ti prosent av alle vannkraftverk i hele verden.

Vannturbiner har vært brukt siden 1800-tallet. Utgangspunktet for mye av turbinteknologien som brukes i dag er således gammel og kjent<sup>10</sup>. Effektiviteten til turbiner basert på konvensjonell teknologi i småskalaanlegg har allerede med en virkningsgrad på 85-95 prosent. Potensialet til ny teknologi mht til økt effektivitet er derfor relativt begrenset. En stor del av utviklingen går derfor på forhold som produksjonskostnader, vedlikeholdskostnader og muligheter for lokale tilpasninger av turbinen, gjerne slik at anlegget synes minst mulig. For norske produsenter fører det til at hele produksjonen eller deler av den flyttes til lavkostland som Øst-europa og Kina. I det man flyttet ut produksjonen øker imidlertid faren for at teknologien "stjeles" av andre. Man er derfor avhengig av å spre underleverandører.

### **Koblinger og komplimentariteter**

Tradisjonelt har industrien vært samlokalisert med vannkraftanleggene. Produksjon av kraft har således vært en del av industrien. Med utbygging av effektiv infrastruktur for strømforsyning har denne samlokaliseringen blitt gradvis svakere.

Rettighetene til mindre vannfall er spredt blant et stort antall lokale grunneiere i Norge. Utbygging av småskala vannkraftverk anses som god distriktpolitikk med hensyn til lokal verdiskaping.

Den klareste koblingen er mellom storskala og småskala kraftverk. Teknologien for småskalaturbiner har nytt godt av at det har vært betydelige økonomiske gevinster i å utvikle mer effektive turbiner til store vannkraftverk. Et eksempel på dette er Rainpower som utvikler produserer og utvikler turbiner til både større og mindre vannkraftverk.

Utvikling av turbinteknologi i Norge er også nært knyttet opp mot teknologimiljøer i Trondheim og på Kjeller. NVE har i samarbeid med NTNU har eksempelvis tatt initiativet til å bruke vannkraftlaboratoriet i Trondheim som kontroll-laboratorium for små turbiner som selges i det norske markedet. Dette er en kvalitetskontroll og kan benyttes av alle leverandører og kjøpere av småturbiner for testing av virkningsgrad og kavitasjon. Potensielt kan man se for seg en komplementaritet hvor Norge gjennom finansiering av utbyggingsprosjekter for miljøvennlig energi i motsvar mot CO<sub>2</sub>-kvoter, kan bidra til at norske hydrobasert småkraft-teknologi (og annen vannkraft) bringes ut til internasjonale markeder. Utvikling av egen turbinteknologi er i utgangspunktet en bedriftshemmelighet. Både Rainpower og Small Turbin Partners er eksempler på bedrifter som er lokalisert i, eller i nærheten av, forsknings- og utviklingsmiljøer innen fornybarenergi slik som NTNU/SINTEF i Trondheim og Kjeller i Akershus.

Small Turbin Partners er et eksempel på et selskap med utspring fra et FoU-miljø. Selskapet ble etablert i juni 2000 med utspring fra Vannkraftlaboratoriet ved NTNU i Trondheim.

---

<sup>10</sup> Kjente utviklere som har fått turbiner oppkalt etter seg: Francis (England), Pelton (USA), Kaplan (Østerrike), Banki (Ungarn). Hva slags turbin som er mest effektiv avhenger av kombinasjonen av størrelsen på vannføringen og type fall.

## Risikoelementer:

Den største usikkerheten for hydrobaserte småkraftverk knytter seg til prisen på el-kraft. Her vil både fundamentale etterspørselsforhold i markedet og/eller myndigheters evne til å regulere og subsidere fornybar energi være avgjørende for hvor stort markedet for småskalavannkraftverk vil bli. Ellers vil det alltid være en politisk usikkerhet knyttet til hvorvidt hvor mange vassdraget som tillates å bygges ut, og hvor lang tid det tar før man eventuelt får klarsignal for at det kan gjøres.

## 5.2. OFFSHORE VIND:

### Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Få initiativet fra norske myndigheters side som gir gode rammevilkår. Unntaket er muligens satsning på brede FoU-programmer, og vilje til å satse små beløp til SMBer gjennom virkemiddelapparatet.
- **Næringsfortrinn:** Tette koblinger til internasjonalt ledende offshore og maritim næring, som dekker nærmest hele verdikjeden til offshore vind (med unntak av turbiner). Unikt fortrinn. Koblinger til investeringsvillig kraftindustri og kompetente kraft og el-miljøer
- **Kompetansefortrinn:** Mye offshorerrelevant kompetanse ved universiteter, forskningsinstitutter og sterke koblinger til industrien.
- **Markedsfortrinn:** Ingen markedsfortrinn på hjemmemarkedet. Preferanser i befolkningen hindrer kystnærutbygging.
- **Naturlige fortrinn:** Tilgang til hav og stabile vindforhold

Fra naturens side er Norge et godt egnet sted for utnytte og produsere energi fra vind, både på land og på havet. Av preferansemessige årsaker har vi i Norge vært skeptiske til utbygging av landbasert vindkraft. Befolkningen har vist betydelig skepsis til etablering av vindparker på land, både av estetiske og støymessige årsaker. Det har også vist seg vanskelig å få folkelig støtte til utvikling av landnære vindparker til havs. Til en viss grad kan denne motstanden knyttes opp til Norges rike tilgang på ren og billig energi gjennom vannkraft, og det er ingen tydelige grunner til at denne preferansen vil endre seg betydelig over tid.

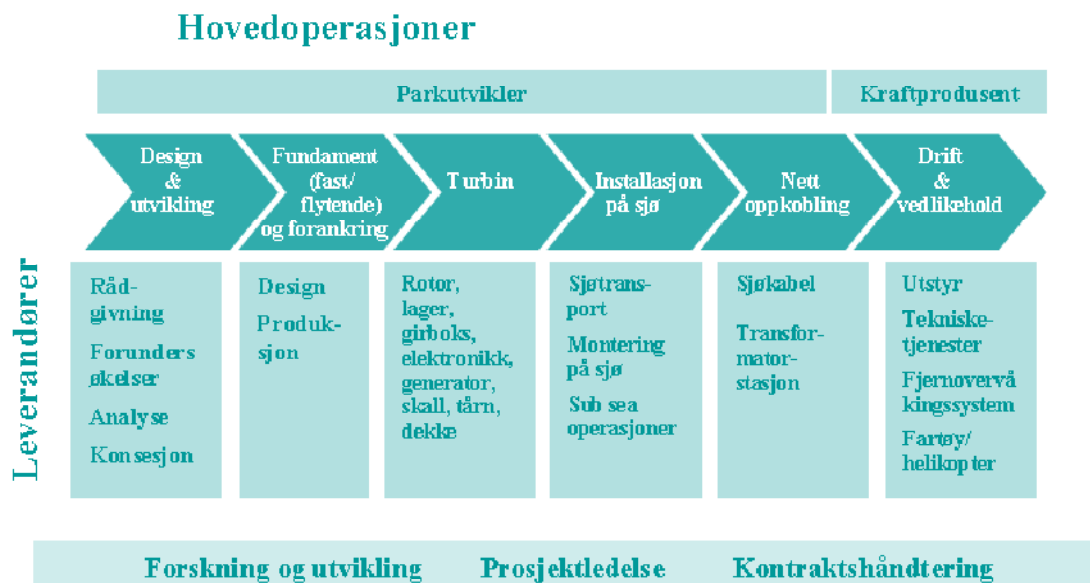
Offshore vindkraft som produseres lengre ute på havet vil derimot ikke møte denne motstanden, men denne typen vindkraftproduksjon er mer komplisert, dels på grunn av lange avstander for frakt av energi og vedlikehold av møller, og dels på grunn av store havdyp. Det er grovt skissert to typer vindkraft-installasjoner man snakker om i forbindelse med offshore vindkraft: Bunnfaste og flytende. Fra et modningsperspektiv er veien til kommersiell drift lang for flytende installasjoner, mens man for bunnfaste møller allerede er godt i gang med å etablere parker (eksempelvis i Danmark og Tyskland). Norske utbyggere (Statkraft og Statoil) har nå også fått tildelt store prosjekter på britisk sokkel i forbindelse med utbygging av feltene Sheringham Shoar og Doggerbank.

Teknologien knyttet til bunnfaste møller er i stor grad på plass, men det stilles ambisiøse krav til økt kostnadseffektivitet i årene fremover, både med hensyn til selve energieffekten, og med hensyn til drifting og installasjon. Det er først og fremst innen sistnevnte område at norske aktører har et omfattende potensial og en rekke fortrinn som kan legge grunnlaget for en sterk og internasjonalt

konkurransedyktig næring i årene fremover. Og veien frem til mål er ikke lang. Innen 2013 må eksempelvis Statoil og Statkraft ha på plass en fullt operativ og kostnadseffektiv løsning for utbygging og drifting av de nevnte offshoreparkene.

Utbygging og drifting av denne typen vindmølleparker krever at en rekke typer tjenester og produkter integreres og håndteres på en effektiv måte. Sintef (2009) har utarbeidet en verdikjedemodell som beskriver dette samspillet mellom ulike aktører i verdikjeden.

**Figur 5.2.1: Verdikjeden i offshore vindkraft**



Kilde Sintef (2009)

I tabellen nedenfor presenteres en liste over bedrifter som enten er aktive innen offshore vindkraft eller forventes å bli det i løpet av noen år. Listen er lang og illustrerer potensialet i allerede eksisterende bedrifter innen offshorenæringene og i deres samspill med det raskt voksende miljøet som i dag er mer spesialisert inn mot vindproduksjon:

**Tabell 5.2.1: Bedrifter med relevans for offshore vindproduksjon**

<b>Aktivitetsområde</b>	<b>Selskap</b>
<b>Fundament/Forankring</b>	Aker Verdal AS , Owec Tower, Seatower AS, Technip Norge
<b>Installasjonsservice</b>	Hytech, Master Marine, GC Rieber Shipping, Grieg Logistics, Oceanteam, Enerquip, Force technology
<b>Konsulent</b>	Rambøll Norge, Det Norske Veritas, Sweco, NLI Innovation, Falck Nutec
<b>Nett og transformator</b>	GE Energy, Nexans Norway, Parker Scanrope, Møre Trafo, Brattvåg Elektro, Siemens Wind Power, Powel, HighComp AS,
<b>Prosjekteiere</b>	SAE Wind, Statkraft, Statoil, Havgul AS, , NORWIND, Lyse Energi, Vestavind
<b>Prosjektering og system</b>	Zephyr, OCEANWIND AS, Baze, Norsk Vind Energi, Windsim
<b>Flytende vindturbinløsninger</b>	Hywind, SWAY, WinSea AS
<b>Teknologi for flytende enheter</b>	Kongsberg Maritime (dynamic positioning), Norcon Engineering
<b>Leverandør av vindturbin</b>	ScanWind, Innowind
<b>Underleverandør vindturbin</b>	Chapdrive, Umoe Blades, Umoe Rywing, Devold AMT, Jotun Coating, Rolls-Royce Marine , Smartmotor, Vestas Casting Kristiansand
<b>Vindmåling</b>	Kjeller Vindteknikk AS, Vektor AS, Meteorologisk institutt, Storm Weather Center
<b>Forskning og utvikling</b>	SINTEF, NTNU, Christian Michelsen Research, IFE

Kilde: Sintef (2009) og egne kartlegginger

**Omtale i lys av Porter-modellen:**

**Faktorforhold:**

- Norsk sokkel egner seg i utgangspunktet godt til bunnfaste vindmøller, i de områdene som er grunne ute på sokkelen, men ilandføring av elektrisitet må gjøres over lange avstander. For flytende enheter vil også Norge ha gode naturgitte faktorforhold ettersom vindforholdene er relativt stabile.
- Norske offshoreleverandører ligger fremst i verden innen en rekke områder som er relevante for både installasjon, drift og vedlikehold av bunnfaste vindmøller. Også på områder knyttet til utvikling av energirealverte komponenter som skal stå på bunnen har norske aktører et betydelig forsprang. Norske bedrifter ligger, med noen få unntak (Scanwind/GE power), betydelig etter andre aktører når det gjelder produksjon og design av bunnfaste tårn og turbiner.

- Norske kunnskapsmiljøer er i økende grad internasjonalt konkurransedyktige på dette temaet. Nylig har man finansiert opp to store satsninger gjennom forskningsrådets FME-program. Christian Michelsens Institutt Research leder offshore vind prosjektet NORCOWE og SINTEF leder prosjektet NOWITEC. Begge prosjektene involverer relevante miljøer ved en rekke universiteter og høyskoler, og samspiller aktivt med en lang rekke bedrifter som står oppført på listen ovenfor. Institutter som SINTEF, IFE, MARINTEK, Havforskningsinstituttet med mer er alle aktive på området.

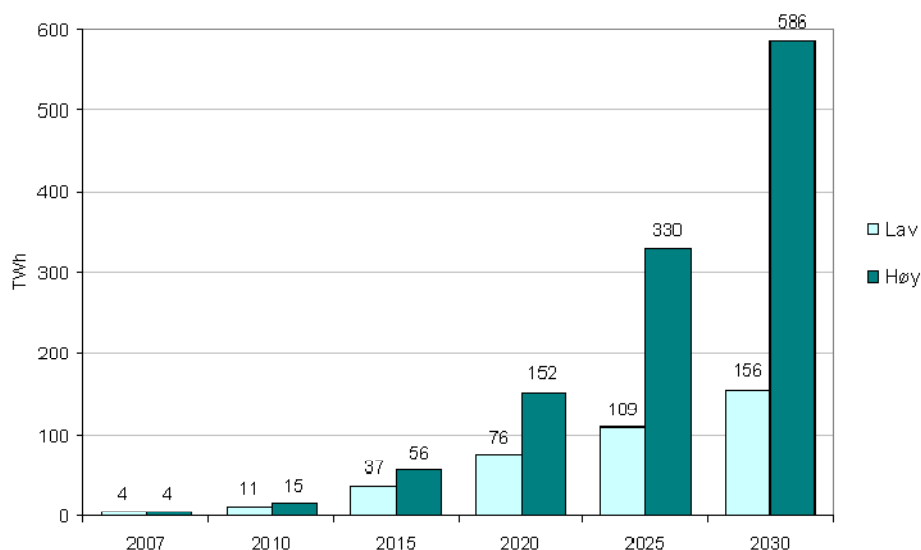
### **Markedsforhold**

Utbygging av offshore vindkraft krever at myndighetene går inn og subsidierer denne typen kraft ettersom den ikke er konkurransemessig tilstrekkelig kostnadseffektiv. Dette innebærer med andre ord at land som ikke tilbyr denne formen for subsidier heller ikke utvikler slike parker. Norge har så langt ikke innført tilstrekkelig gode insentivordninger for investeringer i offshore derfor er det foreløpig ikke bygget offshore vindparker i Norge, men flere studier viser at de tilgjengelige områdene for utnyttelse av offshore vindkraft utenfor Norge er store, og det er tilnærmet ubegrensede vindenergiressurser tilgjengelig (NVE, 2007).

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE, 2008) har beregnet potensial for *bunnfast* vindkraft utenfor norskekysten. De fastslår at vindkraftpotensialet i områder med dybder mindre enn 20 m er eller ca. 90 TWh kraft per år når minsteavstanden til land er 1 km. Økes maksimaldybden til 50 m øker potensialet til 55 000 MW eller ca. 165 TWh/år. Ifølge EWEA (2007) var det i 2007 etablert 25 offshore vindparker i Europa. Alle disse var basert på bunnfaste vindmøller. Anleggene hadde en totalkapasitet på ca. 1 100 MW. Verdens hittil største offshore vindpark ligger på Horns Rev utenfor vestkysten av Jylland i Danmark. Parken består av 80 vindturbiner og er bygget på grunt vann 14-20 km ute i Nordsjøen.

I følge beregninger utført av EWEA vil man kunne forvente at offshore vindkraftproduksjon mer enn 20-dobles frem til 2030. I det mest aggressive scenariet kan aktiviteten mer 100-dobles over de neste 20 årene. Markedspotensialet er med andre ord markant.

**Figur 5.2.2. Scenarier for fremtidig offshore vindkraftproduksjon i Europa**



Kilde: EWEA (2009a)

### **Konkurransen og innovasjonspress**

- Til dels sterk konkurranse knyttet til markedet for tårn /rigger og turbiner. Turbinmarkedet domineres av store utenlandske aktører som Vestas, Siemens og GE energy. Aker Verdal har hatt suksess med å levere rigger til ulike prosjekter i Tyskland og det antas at en rekke andre norsk riggselskaper lett kan bli med i dette markedet så fort de fanger interessen.
- Innen segmentene installasjon, vedlikehold og drift er konkurransen allerede sterk innen offshore-markedet, med et betydelig kostnads- og innovasjonspress. MMO-bedriftene og supply-selskapene får gradvis mindre å gjøre i forbindelse med oppdrag innenfor petroleumsnæringen og vil fort kunne bidra til økt konkurranse rundt offshore vind.

### **Koblinger og komplimentariteter**

- Sterke koblinger til ledende teknologimiljøer innen et vidt spekter av offshore-operasjoner
- Sterke koblinger til tyngre selskaper som er villige til å satse på vindkraft: Statoil, Hydro, Statkraft og mange andre kraftselskaper
- Norske aktører som er inne som utbyggere på store felter i Nordsjøen gir betydelig potensial for å utnytte eksisterende kunde/leverandørforhold med norske aktører.
- Betydelig kunnskapsutveksling mellom bedrifter og kunnskapsinstitusjoner gjennom større FoU-satsninger.



### Myndighetenes rolle

- Tidshorison: 1-5 år for bunnfaste vindmøller. Virkemidler bør rettes mot kommersielle problemstillinger eller sen utviklingsfase.
- Bidra til å vekke økt interesse i en offshore leverandørnæring som nyter høye marginer innen petroleumsrelatert virksomhet.
- IFU-kontrakter, eksportgarantier, internasjonalisering
- Tidshorison for flytende vindmøller: 10-15 år. Dette innebærer at offentlig satsningen bør fokusere på mer generiske FoU-programmer, men med sterk involvering av bedrifter som er relevante i dag: Integreerte operasjoner, ankerhåndtering, dynamisk posisjonering etc.

### Risikofaktorer

- Politisk usikkerhet: Vilje og evne til å fortsatt subsidiere offshore vindkraft
- Teknologisk usikkerhet: Evne til å håndtere slitasje knyttet til havkrefter og salt
- Markedsusikkerhet: Landenes evne til å utnytte en variabel energikilde i strømsystemet.

## 5.3. RENSING AV BALLASTVANN

### Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Norske myndigheter har vært en pådriver for et internasjonalt regel- og avtaleverk for rensing av ballastvann. Norge har implementert IMO-konvensjonen i nasjonal regulering.
- **Næringsfortrinn:** Stor norsk maritim næring som potensiell kunde.
- **Kompetansefortrinn:** Utviklet teknologien gjennom erfaring fra sterke norske næringer innen maritim, offshore og marin. Norge har også sterke kompetanseinstitusjoner som DNV og Ballasttech-NIVA. Disse gjør det enklere å teste ut og videreutvikle norsk teknologi for rensing av ballastvann.
- **Markedsfortrinn:** Tidlig ute. To av få teknologier som allerede er godkjent i hht. IMO-kravene. OceanSaver er eneste renseteknologi godkjent for tankskip.
- **Naturlige fortrinn:** Nærhet til sjø og vann i Norge.

Etter global oppvarming anses urensert ballastvann som en av de største truslene mot verdensmiljøet. Ballastvann fører med seg mikroorganismer og dyrearter inn i nye havområder hvor de opprinnelig ikke hører til. Dette utgjør en fare for stabiliteten i lokale marine økosystem.

For å få bukt mot denne trusselen innførte IMO i februar 2004 en global konvensjon om rensing av ballastvann fra skip. Påbudet om et system for rensing av ballastvann gjelder alle nye skip som bygges fra 2009, og skal innføres gradvis på eldre fartøyer fram til et totalt påbud i 2016. Uavhengig av hverandre har de to norske selskapene Optimarin og OceanSaver utviklet hver sin metode for rensing av ballastvann, hvorav begge teknologiene er testet og sertifisert i henhold til kravene i IMO-konvensjonen.

Drammensbaserte OceanSaver ble etablert i 2003 og har utviklet en teknologi som rens ballastvann blant annet ved metning av vann med nitrogen som fjerner oksygen. Dette sørger for å

drepe organismene i vannet, i tillegg har tilsetning av nitrogen i vannet en positiv bieffekt ved å beskyttet ballastvanntanken mot korrosjon, noe som øker tankens forventede levetid.

OptiMarin er basert i Stavanger og startet sin virksomhet med ballastvannrensing i 2000. Renseteknologien deres, The OptiMarin Ballast System, er en kombinasjon av filtrering og UV-stråling. Med filtreringen og UV-bestråling drepes 99,99 prosent av alle organismer og planter i ballastvannet. Systemet til Optimarin var det første ballastrensesystemet i verden installert på et skip i operasjon.

### **Omtale i lys av Porter-modellen**

#### **Faktorforhold**

Nærhet til sjø og vann.

#### **Markedsforhold**

Markedspotensialet for ballastvannrensing er enormt. Konvensjonen omfatter alle skip i internasjonal fart, og det anslås at minst 10.000 skip av den eksisterende verdensflåten, innen 2016 må installere nye systemer for rensing av ballastvann. I tillegg bygges om lag 1.200 nye skip pr. år som også vil trenge rensesystem. Tidligere har det blitt anslått at verdensmarkedet fom. 2007 ville utgjøre 1 mrd. USD.

Det er stor etterspørsel etter norsk teknologi. Begge bedriftene rapporterer at de merker stor pågang fra rederiene, og at ordreserven begynner å hope seg opp som følge av at IMO-konvensjonens krav har tredd i kraft for alle ny skip fom. 2009. I november 2009 hadde Optimarin en ordreservert for 2010 på rundt 40 mill. kroner, mens den totale ordremassen som er under behandling og forhandling utgjør mer enn en milliard NOK. I desember 2009 kunngjorde OceanSaver på sin side at de hadde underskrevet 18 kontrakter for levering av ballastvannsystemer på nye tankskip bygget i Asia. OceanSaver er den eneste godkjent for rensing av ballastvann på tankskip. OceanSaver har målsetning om å ha mellom 100-150 ansatte i 2013 og en omsetning på 2 mrd. NOK.

#### **Myndigheters rolle**

Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen IMO krever rensing av ballastvann. Påbudet gjelder alle nye skip som bygges fra 2009, og skal innføres gradvis på eldre fartøyer fram til et totalt påbud i 2016. Norge var en av pådriverne for et slikt internasjonalt regel- og avtaleverk. Det nye skatteregimet for skipsfarten er forbundet med et svært gunstig miljøfond, som gir betydelige skattereduksjoner ved investeringer i miljøtiltak. Betingelsen for å nyte godt av ordningen er at rederne handler i forkant, ikke først når forskriftene tvinger dem til det. Dette miljøfondet kan bidra til at norske rederier velger å investere i ballastvannrensingssystem til sine skip også før de er pliktig til å gjøre det.

Både OceanSaver og Optimarin har mottatt støtte fra Innovasjon Norge til utvikling av sine teknologier. Dette har vært viktige drahjelp. OptiMarins renseteknologi har til sammen tatt 10 år og 10 millioner å utvikle. OceanSaver oppgir at de til nå brukt 130 millioner på ny patentert og sertifisert teknologi.

## Konkurranse og innovasjonspress

I de første årene som kommer er det grunn til å tro at etterspørselen etter godkjent renseteknologi vil være så stor at alle produsentene vil ha mer enn nok å gjøre. Det viktigste nå er å ha en testet og sertifisert teknologi. De norske teknologiene er blant få renseteknologier sertifisert i hht. IMO-standardene.

I tillegg vil det være avgjørende for bedriftene å kunne skalere opp virksomheten raskt nok i mht. den økende etterspørselen. Optimarin påpeker også at utfordringen blir å finne nok ingeniører og kvalifisert maritimt personell til å håndtere den store ordremassen. OptiMarin legger opp til å rekruttere opp mot 60 personer i en treårs periode, og har etablert samarbeidspartnere i mange europeiske og asiatiske land. Det samme gjelder OceanSaver som legger opp til å ha 100-150 ansatte i 2013 sammenlignet fra rundt 20 i dag.

Det finnes mange bedrifter som utvikler egne systemer for rensing av ballastvann. IMO rapporterer om bedrifter fra Sør-Korea, Japan, Sverige, Tyskland, Norge, Sør-Afrika, USA, og Danmark. Alfa Laval (Sverige) og Hamman (Tyskland) var tidligst ute med å få typegodkjenning hos IMO. Aalborg Industries (Danmark) i samarbeid med Aquaworx (Tyskland) er kommet langt i ferd med å få endelig godkjenning for deres teknologi som er en blanding av filtrering og uv-stråling. Dette er en teknologi som ligner teknologien til norske Optimarin.

De to norske bedriftene har imidlertid kommet langt ved å allerede ha patentert og sertifisert sine teknologier, og har fått skryt for å ha å ha særlig gode teknologier. I 2006 ble OceanSaver® tildelt den prestisjetunge Seatrade Awards, samt at selskapet ble tildelt den norske miljøprisen Glassbjørnen. California State Commission, som har ligget langt i forløypa hva angår regulering knyttet til rensing av ballastvann, har på sin side uttalt at OptiMarins teknologi er verdensledende.

OceanSaver® er særlig gunstig fordi nitrogenet som tilsettes vannet også har en beskyttende effekt på ballasttanken mht. til korrosjon. OptiMarins teknologi er forholdsvis kompakt og standardisert, og er lett å integrere med systemene for håndtering av ballastvann i skip. Begge bedriftene påpeker at det er fordel i konkurranse med andre teknologier at deres rensemetoder ikke innebærer tilsetning av kjemikalier. Det eksisterer mange alternative teknologier. Det er usikkert hvilken som vil vinne frem enda. Både teknologien til OceanSaver og OptiMarin er sertifisert i hht. IMO-konvensjonens krav. I en vitenskapelig artikkel fra 2008 som sammenligner ulike typer renseteknologier kommer det frem i vurdering at renseteknologier basert på filtrering synes å være den beste teknologien mht. kombinasjonen av effektivitet og kostnad<sup>11</sup>. Nest best ut kommer teknologier basert på uv-stråling og ultralyd. Det påpekes imidlertid at alle disse alternativene kan brukes til å produsere effektive og sikre rensesystemer for ballastvann. De dårligste teknologialternativene for rensing av ballastvann er radiolyse og tilsetning av kjemikalier. Disse teknologiene er både dyre og innebærer større usikkerhet mht vellykket resultat. Ingen av de norske teknologiene innebærer tilsetning av kjemikalier eller radiolyse.

---

<sup>11</sup> Mamlook et. Al., 2008, "Fuzzy sets analysis for ballast water treatment systems: best available control technology", Clean Technologies and Environmental Policy, Volume 10, Number 4 / November, 2008

### Koblinger og komplimentariteter

OceanSaver har en fordel med hensyn til internasjonal markedsadgang ved å ha sterke internasjonale eiere som Statoil, Leif Høegh & Co AS, Fednav Limited (Canada) og Sumitomo Corporation Ltd (Japan). Både Fednav Limited og Leif Høegh & Co har signert kontrakter for levering av ballastvannrensingssystemer. Det er skrevet under 10 kontrakter med Leif Høegh & Co til en verdi av 50 millioner kroner.

Optimarin oppgir også at det er viktig at Norge er en stor skipsfartsnasjon og norske redere eier og driver en stor del av verdensflåten gjennom rederier registrert i andre land. Dessuten er den norske offshoreflåten og riggflåten blant de største i verden. Både Optimarin og OceanSavers teknologi har blitt utviklet gjennom flere års erfaring innen sjøfart, offshore og vannbehandlingsindustrier. Eksempelvis ble utgangspunktet for Optimarin-teknologien utviklet av den tidligere sjøkapteinen Halvor Nilsen. UV-strålingsteknologien til Optimarin, MicroKill UV, ble utviklet basert på erfaring fra vanninjeksjoner på offshoreplattformer, vannbehandling i forbindelse med fiskeoppdrett og drikkevannsstasjoner i Norge.

Både OptiMarin og OceanSaver har testet sine ballastvannteknologier hos Ballasttech-NIVA, som er et heleid datterselskap av Norsk Institutt for Vannforskning. Testene herfra har dannet grunnlag for sertifiseringen fra DNV. Ballasttech-NIVA fra Norge har vært en pioner innen testing av ballastvannrensingssystemer, og Alfa Walls (Sverige) Pure Ballast rensesystem var den første renseteknologien som fikk sertifikat basert på tester fra Ballasttech-NIVA. Nærhet til denne typen kompetanse er viktig for å kunne teste ut renses teknologien.

### Risikoelementer

Evne til å skalere opp bedriftens virksomhet raskt er den største usikkerheten knyttet til hvorvidt Optimarin og OceanNor vil klare å utnytte potensialet i markedet for rensing av ballastvann. Det knytter seg også en viss usikkerhet knyttet til hvilken teknologi som vil bli den mest kostnadseffektive.

## 5.4. RENSING AV AVLØPS- OG DRIKKEVANN:

### Norske fortrinn:

- **Myndighetsfortrinn:** Norske myndigheter opererer ikke med spesielt strenge reguleringer som skulle insentivere teknologiutvikling. FoU-satsningen gjennom offentlig finansierte prosjekter har vært begrenset og ustrukturert. Noe støtte gjennom virkemiddelapparatet. Lite miljøbevisst innkjøppolitikk i mange kommuner legger en demper på det lokale markedet.
- **Næringsfortrinn:** Relevante koblinger til olje- og gassnæringen som står overfor strenge utslippskrav. Også forbindelser inn mot sjøfart. En viss opphopning av bedrifter i Sandefjord
- **Kompetansefortrinn:** Spredt kompetanse på NTNU, NIVA, og ute i bedriftene. Ingen sentrale satsninger som koordinerer FoU og kompetanse i dag. Men sterke miljøer hver for seg og betydelig potensial for samarbeid og konsolidering av aktivitet.

- **Markedsfortrinn:** Lite hjemmemarked og lite aktiv offentlig innkjøpspolitikk. Der kommunene har blitt med Et stort hjemmemarked med tung interaksjon med rederinæringen.
- **Naturlige fortrinn:** Ingen

Tilgang til rent vann er en av de største utfordringene man står overfor globalt i tiden som kommer. Rent vann er derfor løftet frem som en av de seks globale miljødriverne, som vil prege etterspørselen etter miljøteknologi i mange år fremover. Som vist i kapittel 2.3, er det europeiske markedet for vann og avløpsrensing stort, men samtidig skal man være bevisst på at markedet er fragmentert og at lokale eller nasjonale leverandører gjerne foretrekkes.

Norske bedrifter som leverer renseteknologi for drikke og avløpsvann er stort sett små in internasjonalt sammenheng. De store bedriftene i norsk sammenheng er Krüger Kaldnes (eid av Veolia), Enwa og Goodtech. De to førstnevnte ligger i Sandefjord. I den senere tid har vi sett en spesialisering av norske teknologier i retning av applikasjoner som er tilpasset problemstillinger rundt olje- og gassvirksomhet og i noen grad vann- og avløpssystemer for skip (herunder rensing av ballastvann, som er trukket ut som et eget teknologiområde).

I tillegg til de større bedriftene finner vi en underskog av mange mindre bedrifter som satser tungt på ny renseteknologi. Enkelte av dem har også nylig fått til et betydelig internasjonalt salg. Salsnes filter i Namsos er et eksempel på dette. Det er dog gjennomgående at veien fram til kommersiell aktivitet er relativt lang. Enkelte av teknologiene er såpass lovende at ulike typer private kapitalmiljøer har valgt å gå inn med betydelige midler for å støtte opp om FoU og kommersialisering (eksempelvis Ecowat, Sorbwater og Salsnes Filter).

#### **Utvalgte teknologibedrifter som opererer innenfor vann- og avløpsrensing**

**Salsnes Filter:** Bedriften i Namsos leverer en patentert mekanisk filtreringsteknologi for vannbehandling og avløpsrensing. Teknologi basert på separering med høytrykkluft gjør at det avskilte slammet fra avløpsvannet egner seg til produksjon av biogass. Miljøeffekten av teknologien er redusert utslipp til luft, vann og avfallsreduksjon. Salsnes har kraftig vekst på eksportmarkedene.

**Krüger Kaldnes:** Leverer utstyr og totalentrepriser for rensing av avløpsvann, drikkevann, prosessvann og slam. Leverer nøkkelferdige totalentrepriser så vel som enkeltkomponenter og reservedeler. Lokalisert i Sandefjord. 44 ansatte og omsetning på 180 mill NOK i 2008. Eid av Veolia Water Solutions and Technology.

**Enwa:** Leverer rent, bakteriefritt vann til et stort antall applikasjoner på land og til havs. Produserer drikkevann verden rundt, samt vannbaserte kjøle- og varmesystem. Leverer omfattende tekniske entrepriser till store vannverk og fjernvarmeanlegg. Norges største på vannbehandling for bade- og svømmeanlegg. Lokalisert i Sandefjord. Omsetter for 71 mill NOK i 2008. Omfattende konsern med datterselskaper i en rekke land. Privat eiet gjennom Interinvest AS (Stavanger).

**Biowater:** Et selskap med fokus på utvikling og salg av teknologier for biologisk rensing av vann og avløp. Retter seg mot rensing av avløps og prosessvann innen kommunale samt ulike industri anlegg der det er behov for biologiske løsninger i kombinasjon med ulike typer separasjonsteknologier. Lokalisert i Tønsberg. Ingen omsetning. Etablert 2007.

**EUbizz Water:** Leverer komplette løsninger for rensing av drikkevann og avfallsvann fra industri og kloakk. Forbedret vannkvalitet med egenprodusert teknologi som fokuserer på å ta livet av virus, bakterier som salmonella og legionella, samt å fjerne humus, biofilm, sporer og sopp. Lokalisert i Høyanger, etablert 2007, lav omsetning.

**Goodtech:** Goodtech er markedsledende i Skandinavia på leveranse og drift av små og mellomstore Biovac® avløpsrensianlegg. Siden 1982 er det levert i overkant av 7000 Biovac-anlegg til små tettsteder, enkelthusholdninger, næringsbygg og industri i Norge. Anlegg er også levert til Sverige, Danmark, Polen og Østerrike. Biovac® rensianlegg er en miljøvennlig løsning for rensing av avløpsvann fra hus og hytter. Prosessen i Biovac avløpsrensianlegg skjer ved hjelp av velkjent SBR-teknologi etter "aktivt slam"-metoden. Fluidtec membranrensianlegg for rensing av drikkevann. Fluidtec er markedsledende innenfor membranfiltrering av drikkevann i Norge. Over 100 anlegg er levert til norske kommuner. Anlegg er også levert til Sverige og Irland. Teknologien kan også benyttes i industrielle prosesser. Goodtech har hovedkontor i Oslo.

**Waterment:** Waterment AS er et selskap som utvikler og markedsfører rensianlegg for gråvann fra enkeltboliger og hytter. Dette betyr rensing av vann fra vask og dusj, ikke kloakk. Waterments rensianlegg er lite i volum og lite kostnadskrevenende. Lokalisert i Porsgrunn, lav omsetning, etablert 2002.

**MI SWACO Epcon technology:** Ulike typer vannrenseteknologi i tilknytning til offshore O&G produksjon. Omfattende omsetning. Kjøpt opp av SWACO.

**Agronova:** Teknologien ANP hurtigkomposterer våtorganisk materiale på få dager, og omdanner avfallsprodukter til høyverdig jord- og gjødselprodukter: Teknologien Fibral® SFH Prosessen som hygieniserer kloakkslam i en hurtigkomposteringsprosess. Den ferdige behandlede biomassen tilføres en rekke jordforbedringsegenskaper ved tilsetning av Fibral® SFH. Agronova etablert 1997. Omsatte for 5 mill NOK i 2008

**Sorbwater:** Kjemikalie som gjør vannet rent. Opprettet 2007, Bergen, 2 mill i omsetning i 2008. Eid av blant annet Sarsia Seed. Retter seg primært mot rensebehovet innen offshore-næringen.

**Ecowat:** Ny vannrenseteknologi gjennom krystallisering (NTNU/SINTEF-utviklet teknologi), mer effektiv enn annen teknologi, særlig mot olje og kjemikalier. Rettet mot petroleumsindustri. Omsetning 2008: 5 mill NOK, oppstart 2007, Trondheim, SINTEF, Viking Venture og ansatte som eiere. Plan: Kommersialisering innen 2012.

**Labolo:** Produktet Bacscan: Alternativ til klor, hindrer biofilm i rør og overflatevann. Rettet mot offshore-næringen og maritime næringer. Etablert 2007. Lav omsetning.

**Energy Recovery:** Teknologi for å redusere energiforbruket knyttet til avsaltingsanlegg, sterkt internasjonalisert. Hovedkontor i California, listet på NASDAQ, levert anlegg på alle kontinenter. Inntekter på ca 300 mill NOK i 2008. Norske eiere dominerer med redere som Skaugen og Lorentzen i spissen. Teknologien er i utgangspunktet norsk-utviklet.

**Viking Desalting System:** Avsaltingsteknologi, Trondheim (SINTEF-miljøet), utvikler testanlegg på barbados. Oppstart 2008, ingen inntekter, eid av gründere med mer.

**Malthe Vinje DWS:** Nystartet i 2008, Mobilt og kompakt vannrensessystem, særlig godt egnet til små vannmengder / utviklingsland, Eid av konsernet MV, ingen inntekster i 2008.

**Aquateam:** Konsulenttenester innen vann og avløp (bredt spekter), Oppstart 1984, Oslo, 25 mill i omsetning.

**Bio Tek AS:** Utstyr og engineering rettet mot avløpsrensing og bioenergi fra våravfall i kommunal og industriell sektor. Oppstart 2002, Porsgrunn, 26 ansatte, 60m i oms, eid av BTV-fondet og industrielle aktører.

### **Omtale i lys av Porter-modellen**

#### **Faktorforhold**

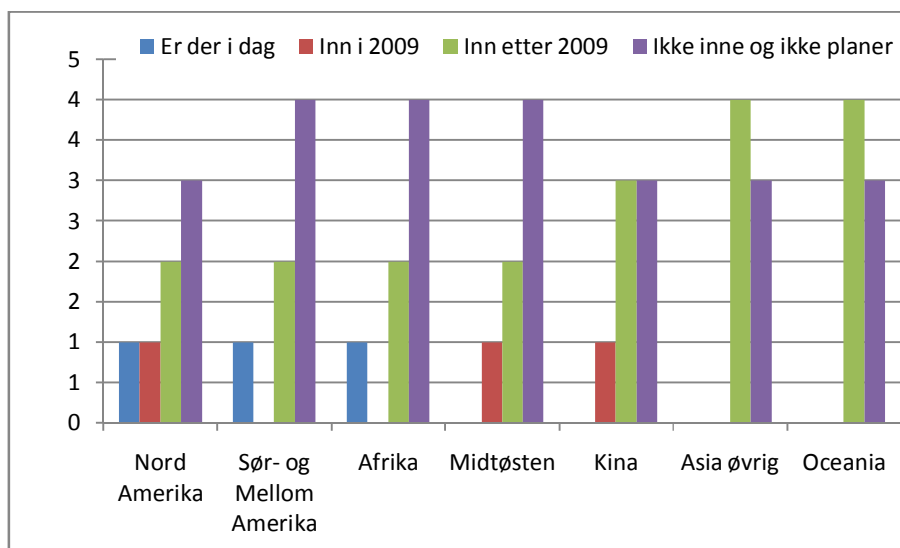
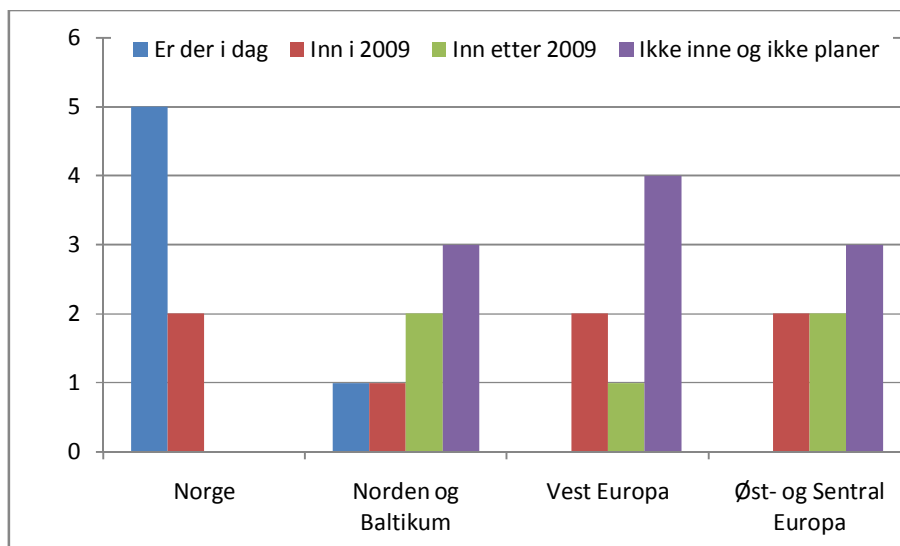
Det eksisterer flere relativt tunge offentlig finansierte forskningsmiljøer som fokuserer på vann og avløpsproblematikk. NIVA har bred kompetanse og erfaring innen vannforsyning og avløpsteknologi og er nasjonalt ledende kunnskapssentra innen utvalgte fagområder. Spesiell kompetanse er etablert på tilførsler av miljøgifter i avløpsvann og overvann, overvåking og tiltak i forbindelse med gruveavrenning, samt effekter av klimaendringer med hensyn på drikkevannskvalitet og urbanhydrologi. Institutt for vann- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) har en rekke prosjekter med kommersiell relevans for dette området. Det samme har Sintefs avdeling for Vann og Miljø. Innen renseteknologi har man spesialisert oss på humusfjerning fra drikkevann ved hjelp av biopolymerer, desinfeksjon av alle typer vann (inkl. ballastvann på skip), biologiske renseprosesser for avløpsvann, og vannbehandling i landbaserte oppdrettsanlegg og i fiskeindustri (UV-bestråling, ozonering, partikkelfjerning, biofiltrering). Det finnes også solid kompetanse på slambehandling og styring av slambehandlingsprosesser, noe som er særlig relevant i sammenheng med petroleumsaktivitet.

På området rent drikkevann er det viktig å påpeke at mye av det norske teknologien knytter seg til rensing av overflatevann, ettersom det er denne typen drikkevann som dominerer i Norge. I mange andre land er det derimot grunnvann som tas i bruk, og det gir norske aktører en ulempe på internasjonale markeder.

#### **Markedsforhold**

I henhold til MENON (2009) oppgir bedriftene med fokus på drikkevann at de anser sitt marked for i hovedsak å være internasjonalt. Samtidig viser undersøkelsen at få av respondentene (primært mindre bedrifter) at inne i andre markeder enn det norske. Som nevnt over er mange av markedene i andre land preget av relativt høye inngangshindre. Det har de siste årene utviklet seg et mønster der noen store internasjonale aktører (som Veolia) har tatt en voksende andel av markedene. Her i Norge er markedet for både vann og avløpsrensing nært knyttet til offentlige innkjøp i kommunene. Teknologit utviklingen her hjemme er derfor i stor grad styrt av offentlig sektors innkjøpspraksis.

**Figur 5.4.1 Markedene forvaltning og rensing av avløpsvann er inne i**

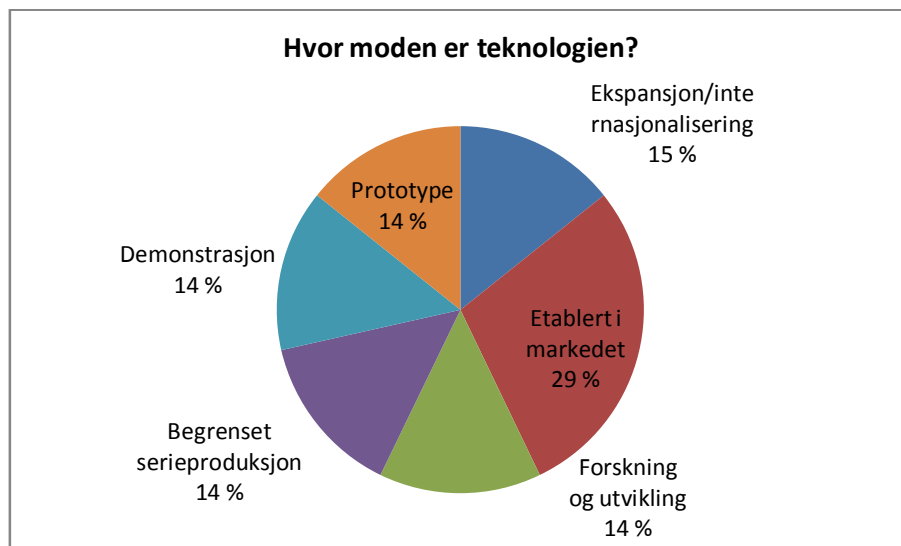


**Konkurransen og innovasjonspress**

Innen forvaltning og rensing av avløpsvann oppgir 58 prosent av bedriftene i MENON (2009) at de er ute i markedet med teknologien sin. Bedriftene oppgir at den verste fasen å komme igjennom er kommersialiseringsfasen. En bedrift i undersøkelsen hevdet at norske bedrifter per i dag er for små for å bli internasjonalt ledende. Potensialet til å ekspandere til internasjonale markeder er derimot tilstede og en respondent sier at *det er stort potensial i Kina og Thailand i forbindelse med rensing av oppdrettsanlegg og klekkerier.*”



**Figur 5.4.2. Hvor moden er teknologien?**



Figuren over viser hvor vann og avløpsbedriftene som rapporterte i MENON (2009) er med hensyn til teknologisk modenhet. Teknologiene som utvikles oppgis i stor grad å være relativt umoden enda.

#### **Koblinger og komplementariteter**

Teknologiområdet har sterke koblinger til Offshore-industrien og maritim sektor. I tillegg ser vi en gryende aktivitet i grenselandet mellom avløpsrensing og bioenergi. Avsalting er også et område der norske bedrifter ligger langt fremme, og dette er en energikrevende aktivitet der bedrifter med norsk utspring har ligget langt fremme med hensyn til energieffektivisering. Miljøet i Sandefjord er sterkt på grunn av to store bedrifter. Det pågår aktiviteter for å styrke koblingene mellom ulike relevante miljøer i Vestfold. Koblingen til instituttene og UogH-miljøene er også tydelige.

#### **Myndighetenes rolle**

Det offentlige står helt sentralt som hovedinnkjøper av denne typen teknologi i kommunal sammenheng, men i mer spesialiserte anvendelser er det privatmarkedet som dominerer. Tradisjonelt har mye av teknologiutviklingen blitt drevet frem av reguleringer, men Norge har de siste årene ikke fulgt en politikk som stiller strengere karva enn i andre land rundt oss. Vi har heller ikke identifisert omfattende forskningsprogrammer som kan bidra til å stimulere ytterligere til teknologiutvikling.

#### **Oppsummering:**

Teknologier knyttet til vann- og avløpsrensing, samt overvåking av miljøet dekker et stort antall markeder og aktivitetsområder. Vi har primært fokusert på rensing av vann og avløp. Her vokser det frem en underskog av bedrifter som lanserer nye teknologier, ikke minst i tilknytning til maritimt næringsliv (bl.a. ballastvann) og offshorenæringen. Kunnskapsmiljøene er godt utviklet og det finner sted en betydelig spin-off aktivitet ved universiteter og forskningsinstitutter. Flere kjente kapitalmiljøer har vist interesse for slike teknologier, men da gjerne de mer spesialiserte som rettes

inn mot anvendelser i industri. Man bør i denne sammenheng merke seg at viljen til å bruke offentlig innkjøp som virkemiddel for å fremme teknologiutvikling er begrenset og FoU-satsningen er i mye større grad rettet mot nye energiformer.

## 5.5. VANNFORSYNING FRA DYPE RESERVOARER

Den analytiske argumentasjonen for å peke på dette området er:

Faktorforhold: Mangeårig forskning på vannkilder og på geologi kombinert med 30-40 års petroleumsforskning på boring i dype geologiske formasjoner har lagt et grunnlag for å finne nye drikkevannsressurser i tørre og underforsynte områder. Det er allerede etablert et internasjonalt samarbeid mellom den neste kommersielle norske teknologileverandøren og et internasjonalt konsultentselskap.

Etterspørselsforhold: Behovet for rent vann er en av de viktigste globale miljøutfordringene for fremtiden og et garantert marked. Utfordringene ligger her i større grad på betalingsevne og vilje til å ta i bruk ny teknologi som rokker ved eksisterende markeds- og maktmekanismer.

Myndighetenes rolle: Myndighetene har roller å spille både i forhold til utvikling av kunnskapsgrunnlaget og i forhold til promotering av teknologien i tilknytning til bistandsprosjekter.

## 5.6. AVANSERTE, TRÅDLØSE SENSORER OG INTEGRERTE SENSORNETTVERK

Den analytiske argumentasjonen for å peke på dette området er:

Faktorforhold: Norge har i mange år hatt avanserte forskningsmiljøer knyttet til ulike typer sensorer og, i enda større grad, til trådløse kommunikasjonsnettverk. Drevet frem av behovene i petroleumsindustrien og økende krav til sikkerhet, vedlikehold og fjernstyring har vi både FoU-miljøer og industrileverandører som kan gå inn i et miljøteknologimarked for slike produkter på en effektiv og profesjonell måte.

Norsk forskning innen miljøeffekter er også langt fremme internasjonalt, noe som er helt avgjørende for å kunne utvikle sensorer som måler det vi bør måle på en korrekt måte. Nærheten mellom fagmiljøene i Norge gir et klart konkurransefortrinn fremfor land hvor avstand fra grunnforskning til industri er betydelig større.

Etterspørselsforhold: Behovet for å observere både hyppigere, "bredere" og billigere er økende; drevet av ønsket om bedre modeller og større systemforståelse. Markedet for sensorsystemer som kan beskrive naturfenomener og en kompleks miljøtilstand i sann tid øker i takt med mulighetene, men vil ennå ligge etter andre anvendelsesområder som f.eks. avanserte industrielle produksjonsprosesser.

Myndighetenes rolle: I tillegg til å understøtte grunnleggende og anvendt forskning kan miljømyndighetene være kompetente kunder; dvs. kunder som er med å utvikler leverandørene gjennom omforente kravspesifikasjoner og ikke bare gjennom krav til pris og BAT. Dette kan skje i

tilknytning til langsiktig utvikling av nasjonale overvåkningsprogrammer og inkludering av nye parametre.

## 5.7. MILJØVENNLIGE ENERGIKILDER I NASJONALE NETT

Den analytiske argumentasjonen for å peke på dette området er:

Faktorforhold: Norske aktører har lang erfaring med utbygging og integrasjon av vannkraft i landsdekkende nett med utfordringer knyttet til landskap, miljøeffekter og krevende driftsforhold. En veletablert norsk "klynge" bygget opp på vannkraft er i ferd med å forvitte, men har fortsatt mulighet og evne til å rette seg inn mot et voksende internasjonalt marked for nye miljøvennlige energiløsninger.

Ett initiativ er allerede tatt knyttet til FME'en CEDREN hvor sentrale aktører i grenselandet mellom energiforsyning og naturforvaltning har gått sammen.

Etterspørselsforhold: Nasjonalt vil det antagelig åpne seg et marked over noe tid i tilknytning til utbygging av nye energikilder; primært vindkraft. Vindmøllerparker og overføringsløsninger inn på nasjonalt nett må integreres i lokalmiljøet med minimale miljøeffekter.

Internasjonalt vil man i mange markeder ha helt ulike akseptkriterier fra de norske, men fokuset på å ivareta naturmiljø forventes å øke i de fleste land i takt med velstandsutviklingen. Ser vi denne muligheten i lys av det forventede presset på å introdusere nye, fornybare og til dels plasskrevende energikilder kan det være markedsmuligheter i flere nisjer.

Myndighetenes rolle: I denne konteksten har myndigheter på ulike nivåer en rolle å spille som reguleringsinstans og som kjøper av tjenester. På begge områdene kan myndighetene være med å utvikle et hjemmemarked. I tillegg kan norske myndigheter være med å promotere emnet og støtte opp gjennom virkemidler i Innovasjon Norge.

## 5.8. AVANSERTE MILJØOVERVÅKNINGS- OG BESLUTNINGSTØTTESYSTEMER

Den analytiske argumentasjonen for å peke på dette området er:

Faktorforhold: I tillegg til fagmiljøer og bedrifter som kan miljøobservasjon, har Norge allerede utviklet avanserte systemer for fjernovervåkning av både det naturlige miljøet og av industrielle installasjoner og prosesser til lands og til vanns. Vi har krevende anvendelser som har gitt grunnlag for fremvekst av innovative gründerbedrifter så vel som verdensledende fagmiljøer innen sanntids beslutningsstøtte. Vi har også flere kunnskapsmiljøer som er i internasjonal front når det gjelder interaksjonen mellom mennesker, organisasjon og teknologi. Satsninger som "fremtidens internett" og avanserte statistiske analyseverktøy vil kunne være med å legge grunnen for software- og systemleveranser til krevende internasjonale kunder.

Etterspørselsforhold: Det er en rekke potensielle drivere i dette markedet fra klimaendringer og petroleumsvirksomhet i arktiske strøk til akuttutslipp og nærmiljøovervåkning av vann, luft og støy. Det siste kan være et spesielt stort marked internasjonalt i tett befolkede områder ved fremtidig fokus på belastningsgrenser, transport og industriutslipp.

Integrasjonen av miljøovervåkning i sanntidssystemer hvis primære formål er et annet er også et interessant marked for norske teknologileverandører som kan systemintegrasjon og modellbasert simulering og styring.

Myndighetenes rolle: I tillegg til både generelle og fokuserte FoU-satsinger kan myndighetene fungere som en pådriver i dette markedet ved å være med å utvikle og etablere internasjonale standarder for miljøovervåkning og dataregistrering. Dette kan både gjelde offentlige systemer og offentlige krav til industriaktører som mer involvert i potensielt miljøbelastende virksomhet. Kravet til overvåkning i Nordmorådene er et nærliggende eksempel som kan være med å drive frem ny teknologi finansiert av f.eks. petroleumsvirksomheten.

## 6. KORT POLICYRELATERT OPPSUMMERING

Rapporten har, med utgangspunkt i Porters klyngeteori og et enkelt analytisk rammeverk, forsøkt å identifisere egenskaper ved teknologiområder innen miljøteknologiområdet som gir grunn til å forvente høyere sannsynlighet for evne til å oppnå internasjonal kommersiell suksess. Vi har fremhevet at det må være et potensial for fremvekst av klyngemekanismer over tid, noe som igjen krever en kritisk masse av relatert aktivitet innen feltet. Samtidig bør det finnes fortrinn for teknologi- og forretningsutvikling her i landet, det være seg naturgitte fortrinn, kompetansefortrinn, næringsmessige fortrinn, markedsmessige fortrinn og fortrinn knyttet til offentlig sektor og politiske rammevilkår.

Vi har også lagt vekt på at måten å identifisere egnede teknologiområder, vil variere avhengig av hvor modent teknologiområdet er. Langt frem i tid vil alle sammenhenger bli mer utydelige og anvendelsen av Porter-modellen bli mer diffus. Teknologiens modenhet er også avgjørende for i hvilken grad det offentlige kan tenke miljøpolitiske mht målsetting. Jo lenger veien er frem til marked, jo tydeligere kan man tenke miljøpolitikk. Miljøeffekten av teknologiområder som allerede står på terskelen til internasjonal lansering vil derimot i stor grad være bestemt. Her blir det næringspolitiske perspektivet viktigere. De åtte teknologiområdene vi har løftet frem har ulik modenhetsgrad. De fire med kortest vei til markedet vil i større grad være relevante i lys av næringspolitikken, mens miljøpolitiske målsettinger i større grad kan være med på å forme de fire teknologiområdene som har en lengre vei å gå.

Viktigheten av tidsperspektiv trekkes også frem i vår gjennomgang av store offentlige FoU og teknologisatsninger som retter seg mot miljøteknologier. Satsninger med både kort, mellomlangsigtig og langsigtig fokus. Slike satsninger kan være varselplamper for teknologiområder som har særlig sterke miljøer i Norge i dag og som kan legge grunnlag for sterke teknologiområder i morgen.

En miljøteknologistrategi bør ta eksplisitt hensyn til de ulike teknologiområdenes modenhet. Offentlige virkemidler og offentlig stasjon må struktureres mht teknologiens modenhet. Store generiske forskningsprogrammer bør innrettes mot brede teknologiområder med langsigtig horisont. Kommersialiseringsstøtte, virkemidler for internasjonalisering, demo- og pilotfasilitering og kapital/investeringsvirkemidler bør rettes mot de mer modne segmentene med kortere vei til markedet.

Vårt rammeverk presiserer at det ikke er tilstrekkelig at et selvstendig teknologiområde blir utviklet her i landet. For å øke sannsynligheten for kommersiell suksess er det nødvendig at teknologiproducentene opererer i et næringsmiljø der det finnes krevende kunder og avanserte underleverandører. Slike forhold finner vi ofte i tilknytning til de store og tunge næringsklyngene i Norge (offshore, maritim, metall, marin). Det er også av stor betydning at flere aktører konkurrerer mot hverandre på samme marked (slik som vi ser innen eksempelvis rensing av ballastvann, som igjen er koblet til maritim næring). Sist men ikke minst er det helt avgjørende at teknologileverandørene står overfor en betydelig markedsetterspørsmål i årene som kommer. På miljøområdet står myndighetene ofte sentralt på kundesiden, som innkjøper av ulike typer miljøteknologi. Det offentlige som krevende kunde er et sentralt og effektivt virkemiddel for utvikling av teknologiområder innen miljøfeltet.

I kapittel 3 gikk vi gjennom fem case som alle illustrerer myndighetenes sentrale rolle på veien mot en internasjonalt suksessfull miljøteknologisatsning (skipsmaling, avfallsortering, miljøovervåking, integrerte operasjoner og solceller). De fem casene illustrerer at det offentlige kan bidra både gjennom miljøregulering (eksempelvis skipscoating), FoU-stasning, innkjøp og insentivering. Men kanskje særlig på innkjøpssiden har vi hatt problemer med å identifisere gode eksempler på at norske myndigheter har bidratt til teknologiutvikling. Vi tror at dette er en viktig erkjennelse å ha med seg i arbeidet med fremtidig politikktutforming.

De 8 ulike teknologiområdene vi har løftet frem som områder med betydelig fremtidig potensial har ulik modningsgrad og derfor varierende avstand frem til markedet. Det offentlige har derfor ulike roller å spille.

Innen **småkraftanlegg** ser vi allerede i dag at enkelte norske aktører operer i store og voksende markeder ute. Her finner vi utfordringer knyttet til myndighetenes vilje til å la hjemmemarkedet i større grad virke som et aktivt testmarked. Det ligger også et betydelig potensial i offentlig medvirkning til internasjonale fremstøt, ikke minst innen utviklingsfeltet.

Teknologi utviklet for å rense **ballastvann fra skip** er på full fart inn i markedet og norske leverandører ligger langt fremme. Men dette er et marked som vil bli stort og mange aktører kommer til å prøve over de neste årene. De norske teknologileverandørene er relativt små og trenger aktiv bistand for internasjonal markedsposisjonering og mer spesialisert kundetilpasning. Her vil eksempelvis IFU-virkemidler kunne spille en rolle.

Utvikling av bunnfaste **offshore-vindinstallasjoner** krever deltakelse fra en rekke aktører. Mange av de norske aktørene innen offshore petroleum har kort vei over til vindsegmentet, og det er en åpenbar fordel ettersom deres evne til å betjene slike prosjekter innen kort tid må verifiseres for at norske aktører skal få tildelt sentrale roller på eksempelvis britisk sokkel. Her kan det se ut som at offshore-aktørene ikke har sterke nok insentiver til å vri oppmerksomheten over til offshore vindkraft, muligens fordi lønnsomheten innen petroleum fortsatt er høy. Her bør man således vurdere om myndighetene kan insentivere aktørene til å endre fokus gjennom ulike leverandørutviklings- og samarbeids/koorderingsprogrammer.

Innen utvikling av teknologi for **rensing av drikke- og avløpsvann** kan det være et potensial for sterkere samspill med det offentlige gjennom en mer bevisst innkjøpspolitikk. Det ser også ut som at man nå har fått offentlig finansierte FoU-satsninger gjennom Forskningsrådet og andre institusjoner.

Når det gjelder **vannforsyning fra dype reservoarer** har myndighetene roller å spille både i forhold til utvikling av kunnskapsgrunnlaget og i forhold til promotering av teknologien i tilknytning til bistandsprosjekter.

I tillegg til å understøtte grunnleggende og anvendt forskning kan miljømyndighetene være kompetente kunder knyttet til utvikling av **avanserte trådløse sensorer og sensornettverk**; Dvs. kunder som er med og utvikler leverandørene gjennom omforente kravspesifikasjoner og ikke bare gjennom krav til pris og BAT. Dette kan skje i tilknytning til langsiktig utvikling av nasjonale overvåkningsprogrammer og inkludering av nye parametre.

Når det gjelder utvikling av **miljøvennlige energikilder i nasjonale nett** har myndigheter på ulike nivåer en rolle å spille som reguleringsinstans og som kjøper av tjenester. På begge områdene kan myndighetene være med å utvikle et hjemmemarked. I tillegg kan norske myndigheter være med å promotere emnet og støtte opp gjennom virkemidler i Innovasjon Norge.

I tillegg til generelle langsiktige og fokuserte FoU-satsinger, kan myndighetene fungere som en pådriver i markedet for **avanserte miljøovervåknings- og beslutningsstøttesystemer** ved å være med å utvikle og etablere internasjonale standarder for miljøovervåkning og dataregistrering. Dette kan både gjelde offentlige systemer og offentlige krav til industriaktører som er mer involvert i potensielt miljøbelastende virksomhet. Kravet til overvåkning i Nordmorådene er et nærliggende eksempel som kan være med å drive frem ny teknologi finansiert av f.eks. petroleumsvirksomheten.

## 7. LITTERATURHENVISNINGER

Brännlund, R. (2008). Productivity and environmental regulations - A long run analysis of the Swedish industry. Umeå Economic Studies, no. 728.

ECON Pöyry(2010): Rammeverk for utvikling av miljøteknologi, Rapport.

Mandag Morgen og MENON Business Economics (2010): Miljøteknologi på Østlandet: Bedrifter, forskning og klyngeegenskaper, MENON publikasjon nr 6/2010. Oslo

MENON Business Economics (2009): Miljøteknologi: Potensial og hindre for utvikling av norske konkurransedyktige bedrifter, Av Espelien, Grimsby og Grünfeld. MENON-publikasjon nr 7/2009.

Reve, T. og E. W. Jakobsen (2001): Et verdiskapende Norge, Universitetsforlaget, Oslo

Porter, M. (1988): Competitive Strategy, The Free Press, New York, USA

Roland Berger Strategy Consultants (2007): Innovative environmental growth markets from a company perspective, Research Project on behalf of the Federal Environment Agency (UFOPLAN) 206 14 132/04.

SINTEF (2009): Vindkraft offshore og industrielle muligheter, Sintef rapport nr A12652, Oslo og Trondheim

SFT (2009) Mål og suksesskriterier for en nasjonal strategi for miljøteknologi, Statens Forurensingstilsyn, Oslo