
This is the Accepted version of the article

Havvind: Strandet energikilde innenlands, men muligheter for teknologiekspport basert på petro-maritime ressurser?

Asbjørn Karlsen og Markus Steen

Citation:

Karlsen & Steen (2018) Havvind: Strandet energikilde innenlands, men muligheter for teknologiekspport basert på petro-maritime ressurser? I: Rusten, G. & H. Haarstad (red.). Grønn omstilling – norske veivalg. Universitetsforlaget: Oslo. 129-149

This is the Accepted version.
It may contain differences from the journal's pdf version

This file was downloaded from SINTEFs Open Archive, the institutional repository at SINTEF
<http://brage.bibsys.no/sintef>

Denne versjonen er akseptert manuskript. Det kan være forskjeller i teksten mellom denne og publisert versjon. Publisert som: Karlsen & Steen (2018) Havvind: Strandet energikilde innenlands, men muligheter for teknologiekspert basert på petro-maritime ressurser? I: Rusten, G. & H. Haarstad (red.). Grønn omstilling – norske veivalg. Universitetsforlaget: Oslo. 129-149

Havvind: Strandet energikilde innenlands, men muligheter for teknologiekspert basert på petro-maritime ressurser?

Asbjørn Karlsen og Markus Steen

Innledning

På siste halvdel av 2000-tallet fikk offshore vindkraft (eller havvind) betydelig oppmerksomhet som en ny industrimulighet for norsk olje og gassektor og andre maritime næringer. Dette sammenfalt med en markant markedsvekst i denne relativt nye bransjen i våre nordeuropeiske naboland, spesielt Tyskland og Storbritannia. I disse landene var og er havvind en del av løsningen på utfordringen med å redusere klimagassutslipp fra elektrisitetsproduksjon. I Norge, hvor nær all elektrisitet genereres av vannkraft, har det vist seg vanskelig å legitimere havvind som en teknologi for kraftproduksjon, særlig grunnet høye kostnader sammenlignet med mer modne energiteknologier slik som vannkraft. Havvind har snarere blitt pekt på som en av flere muligheter for grønn omstilling av den petro-maritime industrien (Hansen & Steen, 2015; Normann, 2015).

Populært sagt står havvind fram som en løsning på to problemer vi står overfor. Denne relativt nye energiteknologien kan bidra til å løse et globalt problem og samtidig svare på utfordringer på nasjonalt og regionalt nivå. Det globale problemet er global oppvarming som en følge av utslippene av drivhusgasser fra fossile brennstoffer. Den nasjonale utfordringen er norsk økonomis avhengighet av inntekter fra olje og gassektoren (heretter petroleumssektoren). Petroleumssektoren står i 2015 for om lag førti prosent av norsk eksport, men beskrives gjerne som en solnedgangsnæring. At sektoren er i rask avvikling er en forhastet slutning, men på norsk sokkel vil trolig både investeringer og sysselsetting reduseres i tida framover. Vestlandet og deler av Sørlandet er spesielt sårbare regioner med et næringsliv som i betydelig grad er innrettet mot sektoren. Nedturen i petroleumssektoren siden 2015 har gjort temaet høyaktuelt, spissformulert som «livet etter oljen». Industrien har dermed behov for å finne alternative markeder. Her er det imidlertid viktig å ha i mente at petroleumsindustrien er mangesidig og at de fleste aktørene er leverandørbedrifter (Vatne, 2015) som leverer mange ulike produkter og tjenester, hvilket betyr at de alternative markedene burde være mange.

Når havvindsektoren så har blitt løftet fram som 'naturlig' alternativ til petroleumsvirksomhet så skyldes det at den i likhet med offshore petroleum er en sektor med svært store og komplekse prosjekter til havs. Havvind framstår derfor som et marked hvor mange ulike kompetanser og teknologier fra petroleumssektoren kan få alternativ anvendelse. Forskning på grønn omstilling ser typisk på hvordan en type teknologi eller energikilde som ikke er bærekraftig kan erstattes, for eksempel ved overgang fra fossil til fornybar energi. I dette kapitlet diskuterer vi imidlertid havvind primært i lys av industriell omstilling og potensiale for verdiskaping i Norge. Vi diskuterer denne omstillingen ved hjelp av teoretiske perspektiv på stivhengiget – det vil si tendensen til at historien legger premisser for framtidig utvikling – også i form av hvordan nye stier (her forstått som nye industrielle utviklingsspor) vokser fram i det økonomiske landskapet.

Tradisjonelt har norsk forskning på omstilling hatt et noe begrenset perspektiv, både med hensyn til geografisk skala og med et noe avgrenset fokus på enkeltsektorer. For det første har den nasjonale forståelsesrammen vært fremtredende. Dette skyldes gjerne at viktige norske næringssektorer (f.eks gruvedrift, vannkraft, olje og gass, landbruk, fiskeri, oppdrett) har vært gjenstand for nasjonal ressursforvaltning gjennom bruk av konsesjoner, lisenser, kvoter og krav om forsknings og teknologioverføring. Noen av disse sektorene har i større eller mindre grad også vært skjermet for internasjonal konkurranse. For ny fornybar energi skal vi se at internasjonale klimamål og subsidieregimer i andre land har vært viktige drivere for norske leveranser av teknologi, utstyr og tjenester. Særlig ved grønn omstilling blir det imidlertid viktig å se omstillingen i lys av politikk og markedsutvikling både på regionalt, nasjonalt og internasjonalt plan. At det er snakk om eksport, gjør det aktuelt å drøfte tradisjonelle og nye former for internasjonalisering. Når det gjelder bokas tema veivalg for grønn omstilling, er et sentralt spørsmål her hvordan man ved hjelp av virkemidler og rammebetingelser kan legge til rette for næringsmessig omstilling mot nye fornybarbransjer. Bør fremvoksende næringer som havvind få teste ut og verifisere sin teknologi på (noe skjermede) nasjonale markeder, for å skaffe seg erfaringer og referanser, som ballast for å komme inn på internasjonale markeder, eller skal staten legge til rette for at bedrifter kan gå direkte ut i internasjonale markeder? Bør sentrale politiske aktører forsøke å dempe aktiviteten i fossilt baserte sektorer for å gi den grønne omstillingen til fornybare sektorer et ekstra skyv?

For det andre så vil grønn omstilling gjerne innebære ulike typer utvekslinger og dynamikker mellom tradisjonelle og fremvoksende sektorer. Når det gjelder havvindindustrien, så representerer den et møte mellom offshore petroleumsindustri på den ene siden og

kraftsektoren på den andre. Framveksten av den norske havvindindustrien må i så måte forstås i lys av relevante, hensiktsmessige og komplementære ressurser som kan overføres mellom sektorene, men også markedsdynamikk og omstillingspress. Ved å anlegge et såkalt «to-sektorperspektiv» skal vi se hvordan sektorer delvis og periodevis kan ha et tett samspill og en synergi med ressursoverføringer (omtalt som to-sektorsperspektivets forside), for i andre perioder å konkurrere om oppmerksomhet, investeringer og personell (omtalt som to-sektorperspektivets bakside).

Nedenfor vil vi kort presentere det teoretiske rammeverket for vår studie av fremveksten av havvindsektoren. Deretter følger vi denne sektoren gjennom tre faser med framvekst, tilbakeslag og revitalisering før vi diskuterer internasjonalisering av norske havvindressurser. Vi følger opp med å vurdere hvordan internasjonale marked er åpne eller lukket for fremtidig norsk deltakelse. Deretter foretar vi en sammenligning av fremveksten av norsk petroleums-, sol- og havvindindustri som omstillinger i norsk industri. Vi konkluderer med å trekke trådene fra omstillingshistoriene sammen og diskutere norske veivalg for havvindsektoren.

Stiavhengighet og stietablering

I vår tilnærming til grønn omstilling anlegger vi perspektiver fra litteratur om «stiavhengighet» og «stiu utvikling», som tar høyde for at historien legger premisser for framtidig utvikling. Stiavhengighet peker på historiske føringer for næringsutviklingen som følge av teknologiske valg som er gjort og stabile politiske og sosiale institusjoner. Dette perspektivet som påpeker omstillingens begrensninger, er senere utfordret av begrepet stiu utvikling eller stietablering (eng.: *path creation*). Sistnevnte perspektiv favner også mulighetene for at nye næringssektorer kan vokse fram (Garud & Karnøe, 2003; Simmie, 2012). Det skjer gjerne ved at industrielle og politiske aktører orienterer seg mer eller mindre bevisst mot nye næringssektorer ved å inngå i prosesser der de kombinerer eksisterende ressurser på nye måter slik at de blir relevante for den nye næringen (Garud & Karnøe, 2003; Steen, 2016). Dette skjer helst når de involverte næringssektorene er kunnskapsmessig beslektet, og samtidig besitter kompetanser som kompletterer hverandre (Neffke & Henning, 2013). Sagt på en annen måte dreier det seg om gjenbruk av ressurser, erfaringer, kompetanse, infrastruktur og nettverk i nye næringsaktiviteter (Karlsen, 2011; Karlsen & Isaksen, 2008). Slik sett vil nye stier ofte være forgreininger fra eksisterende stier (Martin, 2010). Derfor analyserer vi her grønn omstilling og norske veivalg med ståsted i både en tradisjonell næringssektor (spesielt petroleum) og den framvoksende havvindsektoren. Dessuten

reflekterer vi over at industriell omstilling til nye fornybare energiteknologier i en norsk sammenheng gjerne innebærer en direkte form for internasjonalisering, som er forskjellig fra den mer stegvise internasjonaliseringen vi kjenner fra leverandørindustrien til olje og gass (Carlsson & Dale, 2011, Sæther et al. 2011, Karlsen & Nordhus 2011). Den såkalte Uppsalaskolen mener at virksomheter har størst sjanse for å lykkes dersom prosessen skjer stegvis, gjerne med å skaffe seg markedserfaringer innenlands før eksport (Johanson og Valne 2009). Oppmerksomheten rundt «born globals» der aktørene etablerer seg i det internasjonale markedet fra dag en, står i kontrast til den klassiske litteraturen om internasjonalisering nevnt over (Løvdal & Aspelund, 2012). Fordelen med utprøving i avgrensede markeder eller nisjer understøttes også av forskning på industriell transformasjon. Her argumenter blant andre Huenteler m.fl. (2016) for at et innenlandsk marked med en viss skjerming mot internasjonal konkurranse har vist seg å være viktig for innovasjon innen vindkraftindustrien. Dette skyldes at utvikling av komplekse produkter som må testes og verifiseres i realistisk fullskala sammenheng nyter godt av geografisk nærhet mellom ulike aktører.

Havvind – en kort introduksjon

Ser vi internasjonal energiproduksjon samlet, sørger havvind så langt for svært begrensede energimengder, særlig sammenlignet med modne fornybarteknologier som solenergi og landbasert vindenergi. Solenergisektoren produserer eksempelvis 7-8 ganger så mye som havvindsektoren. Havvind er en ung sektor, som inntil nylig har hatt et svært høyt kostnadsnivå som har gjort sektoren mindre konkurransedyktig. Internasjonalt har det dog vært en eksponensiell vekst i havvindinvesteringer siden 2010. Mens eksport av produkter og tjenester knyttet til fornybar energisektor utgjør en svært liten andel av samlet norsk eksport er leveransene til havvind betydelige og i vekst (Ramsdal, 2016).

Utbygging av havvind skjer nå først og fremst i Nord-Europa. Danmark og Tyskland har vært foregangsland på utbygging av vindkraft og i utviklingen av en tilsvarende industri, i første omgang for landbasert vindkraft. De største markedene for havvind er nå Storbritannia, Tyskland, Belgia, Nederland, og Danmark. Det er særlig politisk vedtatte målsettinger om å redusere CO₂-utslipp fra kraftsektoren som er driveren bak investeringer i havvind, men også energisikkerhet og 'grønn vekst' er vektige argumenter som legitimerer subsidieringen av denne framvoksende nisjen. I fjernere havområder har utviklingen startet senere, men Kina er i ferd med å komme sterkt på banen, mens land som Japan, Sør-Korea, Taiwan og USA utgjør gryende markeder.

Norge har så langt en eneste vindturbin til havs – det flytende pilotprosjektet Hywind utenfor Karmøy som ble installert i 2009. Norges naturressursriktighet i form av vannkraft gjør oss til et annerledesland også i havvindsammenheng. Der andre land må erstatte store deler av sin fossilt baserte kraftproduksjon med miljøvennlige løsninger, er Norge selvforsynt med relativt billig fornybar energi. Den særlige strukturen i norsk energisektor sørger for relativt svake politiske incentiver til å støtte nye fornybarteknologier for hjemlig kraftproduksjon, deriblant havvind (Hansen, 2013; Normann, 2015).

For å forstå norsk industri sin posisjon i internasjonale verdikjeder for havvind, er det nødvendig å si noe om hvordan denne industrien er organisert. Havvindindustrien er tuftet på kompetanse fra landbasert vindkraft (utvikling og fabrikasjon av vindturbiner), kraftbransjen, offshore olje- og gassindustri og maritime næringer generelt (Normann & Hanson, 2015; Steen & Hansen, 2014). Dette brede kompetansespekteret reflekter dessuten at vindkraft – og offshore vindkraft i særdeleshet – er en sektor med svært komplekse verdikjeder, noe den har til felles med offshore petroleumssektor. Den viktigste teknologien er vindturbinene, men for havvind utgjør disse kun halvparten av investeringskostnadene ved et utbyggingsprosjekt.

Grovt sett kan vi si at havvind består av to verdikjeder (Lema et al., 2011). Den første er leveranser til og produksjon av vindturbiner. Den andre er utvikling, utbygging og drift av vindparkene. Her inngår en lang rekke ulike komponenter som fundamenter og kabler, samt komplekse maritime operasjoner og tjenester. Organisering av verdikjeder og konkurransedynamikk i ulike segmenter er i stor grad betinget av de 'ledende selskapene', dvs henholdsvis turbinprodusenter (som Siemens) og energiselskaper (som DONG eller Statoil). Norske bedrifter med erfaringer fra offshore petroleum og tilgrensende bransjer som har orientert seg mot havvindbransjen, har da også primært siktet seg inn mot de verdikjedeselementene som går på komponenter i eller under vann – samt installasjonstjenester knyttet til disse.

Fortellingen om havvind i Norge

Fortellingen om havvind i Norge kan deles i tre tidsepoker eller faser som er definert ut fra sektorens vekslende moment og utviklingsretninger. Den første fasen benevner vi her 'Framvekst'. Den starter rundt årtusenskiftet og varer til omlag 2011. I denne perioden tas det en rekke initiativ fra både privat og offentlig sektor mot havvind både som en energiløsning for Norge og som en industrimulighet. Denne fasen avløses av en fase hvor mye av det tidlige momentet går tapt, blant annet grunnet manglende nasjonale støtteordninger for ny fornybar

energi og et oppsving i petroleumsbransjen. Vi kaller denne andre fasen for 'Tilbakeslag'. Den tredje (og nåværende) fasen kaller vi 'Revitalisering', primært på bakgrunn av at det er økt industriell oppmerksomhet fra aktører i petroleumssektoren som opplever press for å diversifisere sin virksomhet, men også grunnet framvekst av nye muligheter i internasjonale havvindmarkeder hvor norsk kompetanse kan ha særlige fortrinn.

Framveksten

Noen norske aktører har vært etablert som leverandører til bransjen helt siden verdens første havvindpark ble etablert i Danmark i 1991. Rundt 2000 dukket de første spesialiserte norske havvindleverandørene. Omtrent samtidig begynte Hydro å utvikle det som etterhvert skulle bli Statoils Hywind-teknologi for flytende vindkraft. Midt på 2000-tallet dukket de første initiativene til å bygge ut havvind i Norge opp, blant annet knyttet til elektrifisering av petroleumsutvinning på norsk sokkel.

Årene 2007-8 hadde økonomiske aktører så vel som sentrale politikere store forventninger til norsk deltakelse i den framvoksende havvindsektoren. Optimismen støttet seg på tydelige positive signaler fra daværende olje- og energiminister Åslaug Haga som var svært entusiastisk til havvind (Normann, 2015). Det skjedde i en situasjon hvor klimautfordringene fikk økt oppmerksomhet, det var finanskriser med relativt lave oljepriser, og leverandørindustriens ordrebøker var magre.

Så vel økonomiske aktører som politikere så potensialet i gjenbruk av ressurser fra maritim sektor generelt og petroleumssektoren spesielt. De nye rammebetingelsene satte leverandørindustrien i en situasjon der den søkte etter alternative markeder. Det var nærliggende å rette oppmerksomheten mot et internasjonalt havvindmarked i vekst. Petroleumssektoren skulle dog vise seg å fungere tvetydig i forhold til et norsk engasjement i havvind. På den ene siden med opparbeidede ressurser som utgangspunkt, på den andre siden som en sentral del av problemkomplekset. For å forstå utviklingen i norsk havvindsektor, må vi trekke inn kunnskap både om ressursene relatert til petroleumssektoren, samt om sektorens aktivitetsnivå gitt av prisutvikling og funn på sokkelen. Vi må med andre ord legge det vi kaller et «to-sektorperspektiv til grunn.

Gjennom flere år har forskere og politikutformere vektlagt at nasjoner, sektorer og regioner bør bygge opp systemer for kunnskapsutveksling, for å oppnå innovasjon og økonomisk vekst (Fagerberg, 2016). Et bredt perspektiv på innovasjonssystemer krever en innsats utover tiltak basert på forskningspolitikk (Hansen, 2013). Den fordrer at det tilrettelegges for utvikling av

kunde-leverandør-relasjoner og læring ved bruk og gjennom interaksjon mellom bedrifter i ulike ledd av verdikjeden, FoU-aktører og dessuten aktører innen regelutforming, forvaltning og virkemiddelapparat. Innovasjonsforskningen har sterke argumenter for at «learning by interacting» og «learning by doing», har de beste vilkår i et innenlandsk marked noe skjermet fra internasjonal konkurranse.

Et innenlands marked er altså sett på som viktig for å lykkes med eksport og internasjonalisering, særlig for næringer som vindkraft med høy grad av teknologisk kompleksitet og stadige produktinnovasjoner (Huenteler et al., 2016). Ikke minst er verifisering av ny teknologi og en viss erfaring viktig for å få innpass i internasjonale markeder for kapitalkrevende utbyggingsprosjekter hvor risikominimering er vesentlig. Enova gav tidlig støtte til Statoils Hywind I -demonstrasjonsprosjekt som ble installert utenfor Karmøy i 2009. Utvikling og drift av denne flytende vannturbinen skulle ga selskapet viktige erfaringer på veien til deres utbygging av en pilotpark, Hywind II, utenfor Skottland i 2016. Slik sett representerer Statoils internasjonale gjennombrudd med flytende havvindturbiner, et unntak hva gjelder offentlig suksess med tilrettelegg for demonstrasjonsanlegg innenlands. Oppstartsforetaket Sway utviklet både en løsning for flytende vindturbiner samt en ny turbintype. Sway fikk tilsagn om betydelig Enova-støtte til å sette opp og teste turbinen, men uten egenkapital og industrielle investorer ble pilotprosjekt aldri realisert (Nilsen, 2014). I en tidlig fase ønsket mange av næringsaktørene offentlig støttede test- og demonstrasjonsanlegg i Norge hvor nye løsninger kunne utprøves og verifiseres, ikke minst for å gjøre det lettere å nå fram med produkter og tjenester til utbyggere av havvindparker i internasjonale farvann. Fravær av test- og demonstrasjonsanlegg ble særlig vurdert som et problem blant forskere og utviklere, konsulenter og tjenesteleverandører samt fundamentprodusenter (Normann & Hanson, 2015).

Statlig støtte til havvindsektoren kom indirekte gjennom finansiering av ulike nettverks- og klyngeinitiativ. Intpow (nå del av Norwegian Energy Partners) ble opprettet i 2009 som en organisasjon eid av Staten og industrielle aktører, som fasiliteter nettverksdannelser og internasjonalisering av norske fornybarvirksomheter, herunder mange innenfor sektoren havvind. Samme år kom det initiativ for å utvikle klynger innen havvind i Midt-Norge og på Vestlandet, som begge ble innvilget støttet over Arenaprogrammet.¹ Windcluster (Mid)Norway i Midt-Norge og Arena NOW i Hordaland ble møteplasser for aktører innenfor havvind i de respektive regionene og innen rammene av disse ble det igangsatt ulike utviklings- og markedstiltak. I 2009 ble dessuten de to store forskningssentrene for havvind

NORCOWE (med base i Bergen med Universitetet i Bergen og Christian Michelsen Research som sentrale aktører) og NOWITECH (med base i Trondheim med NTNU og SINTEF som tyngdepunkt) etablert.

Fasen med framvekst av havvind demonstrerer stutvikling (Garud & Karnøe, 2003). Når de øynet mulighetene orienterte årvåkne aktører seg mot nye markeder. Det var ikke bare næringsaktører som tok bevisste valg med tanke på å diversifisere egen aktivitet. Også FoU-aktører og utviklingsaktører på nasjonalt og regionalt plan støttet opp under bestrebelsene på å diversifisere en økonomi med sterk oljeavhengighet. Det er tydelig at diversifisering mot den nye næringssektoren hovedsakelig skjedde med utgangspunkt i beslektede næringer (Neffke & Henning, 2013). Dette fenomenet kaller vi to-sektorperspektivets forside. Vi kan omtale prosessen som gjenbruk av eksisterende kunnskaper, ressurser, nettverk og infrastruktur. Som det kommer fram av det ovenstående dreide havvind i Norge seg i liten grad om norsk klimapolitikk. I den grad staten engasjerte seg i havvind var det primært gjennom innovasjonspolitiske og til en viss grad næringspolitiske virkemidler, blant annet tilrettelegging for internasjonalisering.

Tilbakeslag

Det momentet som ble etablert i framvekstfasen (ca. 2000-2011) ble imidlertid svekket i tilbakeslagsfasen (2012-2014). En viktig årsak til det var at petroleumsindustrien ble revitalisert da store olje- og gassfunn ble gjort på norsk kontinentalsokkel (ikke minst gigantfeltet Johan Sverdrup) i 2010/2011. Dette kombinert med høyere oljepris skapte helt nye rammebetingelser og forventinger innen norsk offshore leverandørindustri. Flere av leverandørene som hadde diversifisert eller prøvde å orientere seg mot havvind kom nå til å reorienterte seg til petroleumssektoren som fremsto som mer kjent og trygg. Dessuten framsto sistnevnte sektor langt mer lønnsom enn havvindmarkedet.

Helt fram til 2012 var det dessuten forventninger om støtteordninger for utbygging av havvind i Norge. Den felles norsk-svenske ordningen med elsertifikater, innført i januar 2012, traff imidlertid ikke en ung og kostbar energiteknologi som havvind. Ettersom ordningen var teknologinøytral ble prosjekter med lavere kostnader, slik som vannkraftprosjekter i Norge, og landbaserte vindkraftprosjekt i Sverige, prioritert foran havvindprosjekter med høyere kostnadsnivå. På markedssida tok altså ikke norske myndigheter et bevisst valg for å prioritere utviklingen av en norsk havvindsektor, men anla en heller passiv og næringsnøytral industripolitikk. Det at havvind i Norge ikke kom til å dreie seg om klimapolitikk eller

energiforsyning, men næringspolitikk, støttet opp om at havvind først og fremst måtte bli en ny eksportnæring. Dette rasjonalet lå også til grunn for at havvind fikk en viktig posisjon i den nasjonale energistrategien ENERGI 21. Grunnet manglende støtteordninger ble de kommersielle havvindprosjektene som var i støpeskjeen i Norge terminert, og mange av de aktørene som primært var innrettet mot et eventuelt hjemmemarked la havvindaktiviteter på is (Steen, 2016). Også klyngeprosjektet Arena NOW som var nært tilknyttet den planlagte havvindparken Havgul (eneste norske havvindpark med konsesjon) utenfor Møre og Romsdal, ble nedlagt ett år før finansieringsperioden utløp.

I Windcluster (Mid)Norway bidro manglende støtteordninger for et hjemmemarked for havvind til at fokuset dreide seg fra havvind til vindkraft på land, noe som også ble stimulert av planene om store utbygginger av onshore vindkraft i Trøndelag (Steen & Karlsen, 2014). Forøvrig gikk de norske turbinselskapene Blaaster og Sway, som begge var innrettet mot offshoremarkedet, konkurs i denne perioden hvor danske og tyske turbinprodusenter (Siemens, Vestas) kom til å dominere i bransjens vekstfase. Uten et hjemmemarked var nå de internasjonale markedene eneste mulighet. Felles for mange aktører var at det hersket en usikkerhet om de framtidige rammebetingelsene i viktige havvindmarkeder som Storbritannia og Tyskland (Steen & Hansen, 2014). En rekke norske bedrifter som forsøkte å komme inn i internasjonale markeder opplevde dessuten at det var krevende å slippe til uten konkrete erfaringer å vise til, til tross for at mye av teknologien var velkjent fra offshore petroleum. Statoil og mange av leverandørene opprettholdt imidlertid sin oppmerksomhet og sitt engasjement mot havvind gjennom denne perioden.

Fasen med tilbakeslag viser at diversifikasjon kan være både krevende og sårbar, særlig når den måtte kombineres med internasjonalisering. Slik sett kunne tilbakeslaget peke på begrensninger for stitviklingsperspektivet. Altså at stitavhengigheten tross alt gjelder på litt lengre sikt, i alle fall når vi har med trege og seiglivede industrielle strukturer å gjøre. Bestrebelsene på diversifisering var ikke bare sårbar for negativ markedsutvikling i den nye sektoren man hadde sett et potensial i. De var også sårbare for positiv markedsutvikling i den etablerte sektoren som i perioden konkurrerte om oppmerksomhet og ressurser. Tilbakeslaget med reorientering mot etablert sektor omtaler vi som to-sektorperspektivet bakside. At stitavhengigheten er ufravikelig kan allikevel være en forhastet slutning da utviklingen potensielt kunne blitt ledet i den nye retningen med større styrke. Den gryende diversifisering ble i begrenset grad støttet opp politisk og da tenker vi særlig på et manglende hjemmemarked som kunne gitt norske virksomheter bedre utviklingsmuligheter.

Revitalisering

Siden 2015 har vi opplevd et markant fall i prisene på råolje. Med dette har lønnsomhetsmarginene for nye felt falt, og ordreservene for leverandørindustrien er kortet dramatisk ned. Dette har slått ut i oppsigelser i leverandørindustrien og særlig oljeavhengige regioner har opplevd svakere sysselsettingstall. Nedgangen i olje har samtidig bidratt til en revitalisering av interessen for havvind blant aktører fra petroleumsnæringen, og på Vestlandet er det på ny tatt initiativ til et klyngeinitiativ for havvind. I 2015 meldte imidlertid Statkraft at selskapet vil trekke seg ut av havvind. Dreiningen i selskapets strategi fra utenlandske til innenlandske prosjekter synes i hht. konsernsjefens uttalelse i børsmelding i 16.12.2015, å være et resultat av at staten kom til å endre selskapets finansielle rammebetingelser i statsbudsjettet for 2016.

Mens prosjektpartneren Statkrafts engasjement skulle bli kortvarig, kom Statoil til å få kontinuerlige og langvarige engasjement i havvindsektoren, særlig i britisk sektor. Statoil har brukt sine finansielle muskler opparbeidet gjennom olje- og gassaktivitetene til å kjøpe seg inn i vindparkprosjekter slik som Sheringham Shoal, UK (produksjon fra 2012), Dodgeon, UK (produksjon fra 2017), Arkona, Tyskland (sammen med EoN, produksjon planlagt fra 2019), Doggerbank, UK (i konsortiet Forewind, gradvis utbygging med planlagt produksjon fra 2020) og New York, USA (tidligfase planlegging). Ettersom utbygging havvindparker er svært kapitalkrevende, er det i første rekke store selskaper som har finansielle ressurser til å delta.

Flere aktører har nettopp pekt på at store kunder og systemleverandører kan fungere som lokomotiver for norsk industris internasjonalisering og bistå leverandørindustrien i å koble seg opp i de globale leverandørnettverkene for havvindindustrien (Normann og Hanson, 2015; Steen et al. 2017). Store investeringer i nye og krevende omgivelser er imidlertid forbundet med risiko. Leverandører må derfor ha verifisert teknologi for å være foretrukne blant utbyggerne og andre kunder som vil minimalisere risiko. Dette skjer i en fase der havvindsektoren er i ferd med å modnes. og blir i stand til å konkurrere med mer etablerte energiteknologier. Det er et sterkt fokus på kostnadsutt i sektoren. For Statoils del reduserer de kostnader/MW med 30 prosent for hvert nye vindparkprosjekt i England.

Det er et åpenbart potensial for omstilling i gjenbruk av erfaringer, kompetanse, nettverk og infrastruktur fra petroleumssektoren spesielt og maritime næringer mer generelt, og det det

store flertall av norske aktører innen havvind har da også bakgrunn i og tette koplinger til disse næringene. Typisk er at de fortsatt opererer i disse næringene, der leveranser til havvind representerer kun et supplement (Normann og Hanson, 2015). En liten andel av aktørene er nyetablerere og dedikerte for havvind, men også disse har gjerne bakgrunn fra petroleumssektoren (Steen og Hansen, 2014).

Omstilling av norsk petroleumsbasert industri til produksjon av flytende vindturbiner er et særlig godt eksempel på gjenbruk av norske ressurser. Som vi kommer tilbake til er Statoil sterkt på banen og trekker veksler både på egne erfaringer samt sitt eksisterende nettverk av underleverandører. At flytende vindparker blir løftet fram som naturlig markedssegment med potensial for norsk industri er ikke tilfeldig da det ligger teknologisk tett opp til flytende installasjoner norsk industri har utviklet for petroleumsvirksomheten. Dertil kommer at norsk infrastruktur og havner innfrir logistiske krav (både fysisk utforming og tjenester) som stilles for sammenstilling av flytende havvindturbiner.

Norske virksomheter involvert i havvind har typisk tilhold i regioner som tradisjonelt er tunge innenfor maritime og petroleumsbaserte industrier. Det vil si store deler av Vestlandet (oljeselskap, logistikk, rederi og leveranser av skip og utstyr) med et visst tyngdepunkt rundt Bergen, hovedstadsregionen (konsulentselskap, hovedkontorer, rederier og kabelprodusenter) og i noen grad Midt-Norge (spesielt aksene Trondheim-Verdal) og Sørlandet. Den regionale strukturen i havvind avspeilte seg i klyngeinitiativene, Arena Now på Vestlandet og Windcluster Norway i Midt-Norge. At dette er regioner som også har hatt lange tradisjoner fra deltakelse i maritime næringer generelt og petroleumssektoren spesielt, er med på å underbygge forståelsen av at denne industriomstillingen skjer gjennom gjenbruk av opparbeidede ressurser.

Gyldigheten i stutvikling med gjenbruk av eksisterende ressurser bekreftes av aktivitetenes konsentrasjon til regioner som kan fundere diversifiseringen på en dynamisk utveksling av ressurser mellom relaterte næringer. Fasen med revitalisering fører oss dermed tilbake til to-sektorperspektivet forside. Gjenbruk av opparbeide kompetanser, kunnskaper, infrastruktur og nettverk er tydeligvis en territorielt forankret prosess. Dette er særlig tydelig for flytende vindturbiner. Fasen med revitalisering viser at direkte internasjonalisering tross alt er mulig. Særlig de større aktørene synes ikke å være avhengige av en stegvis internasjonalisering.

Vinduer for fremtidig norsk deltakelse

Havvindsektoren er forventet å vokse raskt internasjonalt (Normann og Hanson, 2015). Den sterke veksten er drevet fram av global klimapolitikk og internasjonale klimaavtaler som forplikter stater til å redusere klimagassutslipp. I ulik grad følger nasjonalstater opp gjennom reguleringer og subsidier for å fasilitere både teknologi- og markedsutvikling for havvind og andre fornybarsektorer.

Norge har ingen vindturbinprodusenter pr. dato og få leverandører av turbinkomponenter. Norske aktører med suksess i havvindmarkedet er rederier med fartøy spesialisert for installering av turbiner, sertifiserings/klassifikasjonsselskap, byggere av substasjoner (transformatorstasjon for vindturbiner), kabelprodusenter, verft m.m. En del norske verft har bygd installasjonsfartøy eller servicefartøy, og enda flere rederier betjener vindparkene med slike fartøy. Vindparkene har et betydelig marked for logistikkjenester også når de kommer i driftsfasen. Mange norske virksomheter som opererer i havvindmarkedet vurderer selv at maritim prosjekterfaring er et særlig fortrinn de har i internasjonale markeder spesielt fordi mange av de Europeiske eierne og utviklerne av havvindparker mangler slik erfaring. Store kapitalkrevende og komplekse prosjekter til havs etterspør i så måte kompetanse innenfor planlegging, leverandørstyring, logistikk, HMS og andre risikovurderinger som norsk industri kan svare på.

Når norske havvindaktører blir spurt om hva de største barrierene for internasjonalisering er, så nevner de usikker etterspørsel, at det er krevende å finne kunder samt at det er hardt å konkurrere med etablerte virksomheter som har vunnet posisjoner i markedet (Steen, 2016). De synes det er vanskelig å få verifisert sine varer eller tjenester og mange leverandører og teknologiutviklere har savnet et norsk lokomotiv som kan kompensere for fravær av innenlandske markeder (Normann og Hanson, 2015). Som vi skal se er det fortsatt åpninger for norske leverandører, men flere markedssegmenter anses som vanskelig å innta.

De aller fleste norske aktørene involvert i produksjon og installasjon av kabler synes fortsatt å ha mulighet til å videreføre sine aktiviteter innenfor havvind. Likedan har norske leverandører av operasjonsvedlikehold og sensorikk/posisjonering, og installasjon av utstyr/løftefartøy opprettholdt sin posisjon. Når norske leverandører har levert fundamenter til havvindparker, så har det vært en form for gjenbruk av erfaringer fra konstruksjon av stål- og betongfundamenter til oljeplattformer. Disse to teknologiene har imidlertid hatt begrenset gjennomslag i markedet, ettersom monopelfundamenter (der norske leverandører ikke har noe

konkurransefortrinn) har blitt dominerende selv også på stadig dypere vann. Det kan altså synes som at markedssegmentet for bunnfaste installasjoner er i ferd med å lukkes (Make 2016; Normann og Hanson, 2015; Steen og Hansen, 2014).

Etter hvert som havvindsektoren modnes frakobles den til dels petroleumssektoren. Teknologisk ser vi det for eksempel i utvikling av spesialiserte fartøy for havvind. Frakobling skjer også organisatorisk ved at selskaper som har det meste av sin forretningsvirksomhet innen petroleum etablerer egne divisjoner eller enheter rettet mot fornybarfeltet. I 2016 etablerte for eksempel Statoil et forretningsområde for nye energiløsninger der store deler av aktiviteten er rettet mot havvind. Høsten 2016 synes det å ha skjedd et internasjonalt kommersielt gjennombrudd for havvind. Toneangivende stater i Nord-Europa har dreid sitt regulatoriske regime til forutsigbare anbud av utbyggingsprosjekter med innføring av auksjoner. Slik oppnås større priskonkurransen som kan gi de nødvendige kostnadsuttil å gjøre havvindteknologien konkurransedyktig med andre energiformer. Særlig i Danmark, Nederland og Tyskland er de nyeste tildelte lisensene for utbygging av havvindparker gitt til prosjektutviklere som setter en ny standard for kostnadsnivå og utfordrer leverandørindustrien, ikke minst i et høykostnadsland som Norge. Særlig småbedriftene opplever et stadig sterkere press for å kutte kostnader (Normann og Hanson, 2015).

Trenden i havvind går mot større turbiner, på dypere vann, og lenger til havs, noe som gjør norsk offshore kompetanse stadig aktuell. Flytende vindturbiner fremstår som eneste mulighet for land med dypere kystfarvann. I dette framvoksende markedsegmentet norsk industri i ferd med å få en posisjon. Hywind I utenfor Karmøy var som sagt et viktig steg på veien til Statoils flytende havvindpark Hywind II (demonstrasjonspark utenfor østkysten av Skottland). På Stordbase sammenstilles turbiner og de flytende fundamentene og flere andre norske leverandører også inne i bildet (Afewerki et al., 2017). Det er ikke tilfeldig at sammenstillingen skjer på Leirvik på Stord, med dyp havn og lang erfaring med leveranser til petroleumsindustrien generelt og bygging av plattformer spesielt. I forhold til leveranser til bunnfaste installasjoner er det en annen logistikk ettersom de flytende fundamentene slepes til feltene for så å forankres i vindparkene. Dette er et svært godt eksempel på resirkulering av eksisterende utstyr, infrastruktur og kompetanser, og flytende havvind utgjør da kanskje et markedssegment hvor norsk industri har særlige fortrinn. At Statoil i stor grad benytter seg av norsk infrastruktur og norske leverandører i byggingen av Hywind II bryter nok med skotske myndigheters forventninger om lokal aktivitet og leveranser (såkalt local content), men disse forventningene om lokal verdiskaping vil trolig i sterkere grad imøtekommes i driftsfasen.

DNV-GL (i Norge) har lagt ned betydelig innsats med å utvikle spesifikke standarder for flytende havvindturbiner. I dette arbeidet trekkes det veksler på industrielle erfaringer (herunder samarbeid med Statkraft). Gjennom standardisering stilles det tekniske krav og kriterier for at leveranser kan sertifiseres. Når produsenter og leverandørers produkter er sertifiserte i forhold til gitte standarder, dokumenteres innholdet og kunden kan ha tillit til at kvaliteten er på plass. Med standarder reduseres forøvrig risiko ved operasjoner i krevende maritime omgivelser, og HMS-krav kan sikres.

Standarder gjør det lettere for kunden å sammenligne tilbud, og kan dermed konsentrere seg mer om prisforskjeller enn kvaliteten som vurderes som gitt. Standardiseringen er slik med å legge til rette for priskonkurranse og legger føringer for kostnadskutt. Standardiseringen er en internasjonal norm og muliggjør dessuten masseproduksjon og replikasjon fra prosjekt til prosjekt. I dette ligger også effektiviseringspotensial aktualisert gjennom økt digitalisering, automatisering og robotisering. Å ta i bruk av slike nye muliggjørende teknologier er en hensiktsmessig strategi for aktører i høykostland som opererer i et marked med stadige krav om kostnadskutt. Et eksempel her er satsningen på robotisering og automasjon ved Kleven verft i Ulsteinvik, noe som også er aktuelt for produkter og komponenter til havvindsektoren.

Det er imidlertid ingen automatikk i forhold til en slik implementering av ny teknologi for serieproduksjon av standardiserte komponenter. Det kan herske industrikulturelle barrierer for radikal omlegging av produksjon. Petroleumsindustrien preges av skreddersømløsninger tilpasset enkelte kunder og utbyggingsprosjekter, noe som er vesensforskjellig fra den standardiserte serieproduksjonen en finner blant komponentleverandører til bil- eller flyindustrien. Slik sett vil denne maritime leverandørindustrien møte utfordringer, men også kunne se potensialet i å lære om ny teknologi og alternative produksjonsmetoder fra andre industrikulturer og kompetansesentra som finnes i andre leder av landet.

Historiske og samtidige omstillinger i norsk energisektor

Har utviklingen av havvind i Norge historiske paralleller i petroleumsindustrien eller i solenergibransjen, som også er en fornybarbransje som utvikles i fravær av et hjemmemarked? Når det gjelder petroleumsindustrien er svaret både ja og nei. Da oljeeventyret startet tidlig på 1970-tallet hadde Norge ingen direkte erfaring med petroleumsutvinning. Derimot fantes tradisjonelle maritime næringer med relevante kunnskaper om blant annet maritim logistikk, materialkunnskap og operasjoner til havs. Ikke minst fantes en rederinæring med erfaring med frakt av olje, med markedsrelasjoner og

kjennskap til spillereglene i den internasjonale oljeindustrien. Vitale kunnskaper om oljeutvinning måtte skaffes gjennom teknologioverføringer fra store internasjonale oljeselskaper, fortrinnsvis amerikanske, men også egenutvikling spesielt tilpasset forholdene på norsk sokkel med dypt hav og høyt trykk. Dette hjemmemarkedet for petroleumsutvinning skapte grobunn for en offshore leverandørindustri som de siste tiårene i stor grad har blitt internasjonalt rettet (Carlsson og Dale, 2011; Karlsen og Nordhus, 2011).

Denne stegvise måten å internasjonalisere på står i kontrast til den direkte internasjonaliseringsmåten som skjer innenfor norske fornybarsektorer i dag. For solenergisektoren kan vi se en parallell i gjenbruk av etablerte ressurser, kompetanser, nettverk og infrastruktur som det vi finner innen havvind. Innenfor den energiintensive metallindustri innenlands fantes relevant og egnet kompetanse, ikke minst innenfor produksjon av silisium (Hanson, 2013). Etableringer av solenergiindustri fant typisk sted på ensidige industristeder, men også industribyer med mer allsidig industri. Her fantes infrastruktur og billig vannkraft, og arbeiderkultur som kunne opplæres og omstilles. Industrien kunne dessuten hvile seg på FoU i regi av selskapene og offentlige institusjoner. Industrielt var solenergi tidlig mer eller mindre knyttet til store prosessindustrielskaper, men i kommersialiseringsfasen fra slutten av 1990-tallet skjedde industriveksten primært i spesialiserte selskaper som REC (Hanson, 2008; Karlsen, 2008).

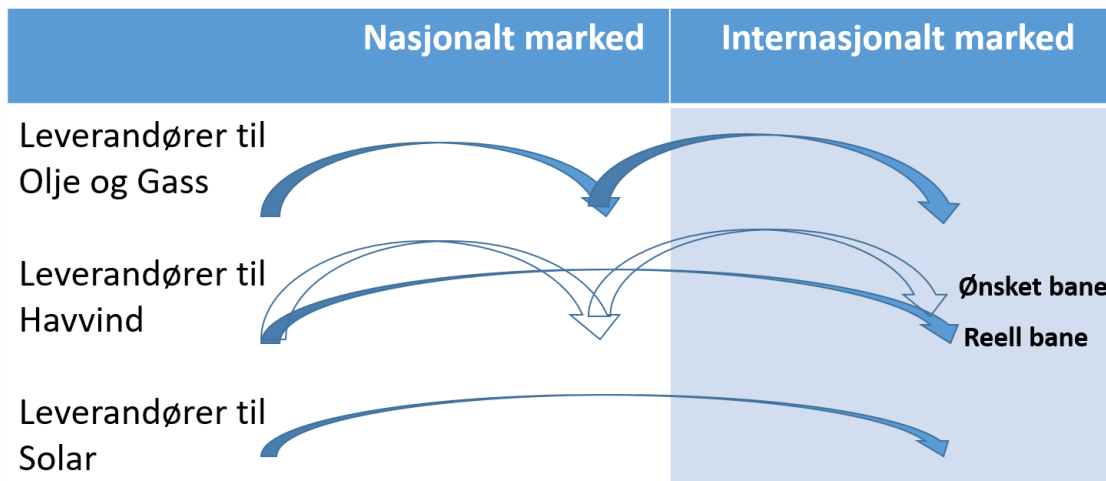
Felles for norske leverandører til solenergi- og havvindsektoren er at begge kategorier må forholde seg til internasjonale markeder med sterk konkurranse også fra andre energibærere. Dessuten preges sektorene av store investeringer og små lønnsomhetsmarginer, med krav om kontinuerlige kostnadsutt. For leverandører til solenergi er allikevel produktendringer tydeligere enn hva som er avkrevd av flertallet av leverandører mot havvindmarkedet som gjerne leverer mer kjente produkter med begrensede tilpasninger. De fleste nye selskapsdannelser var dedikert for solenergisektoren, mens blant aktørene innenfor havvind var hovedsakelig eksisterende selskap også engasjert i andre næringssektorer.

Felles for oljehistorien, utviklingen av leveranser til solindustri og havvind er at det dreier seg om å spille på og gjenbruke eksisterende ressurser og erfaringer opparbeidet innenlands. Det er også snakk om å lære av etablerte sektorer. Det dreier seg altså om å kombinere ulike erfaringer og ulike ressurser på nye måter. Havvind har imidlertid mer komplekse produkter og systemer enn solindustrien som i større grad er basert på serieproduksjon (Huenteler et al.

2016). Dette tilsier at behovet for å teste ut og verifisere havvindteknologi i et hjemmemarked er større enn tilsvarende for solenergieknologi.

Figur 2 viser hvordan forløpet for internasjonalisering av leverandører til olje- og gassektoren, var forskjellig fra forløpet for leverandører til havvind og leverandører til solenergisektoren.

Figur 2 Stegvis vs. direkte internasjonalisering



Sammenlignet med andre land har Norge relativ sett betydelig forskning på havvind hovedsakelig finansiert av Norges Forskningsråd. Den tunge og noe ensidige offentlige havvindsatsning på forskningssiden kan minne om en såkalt «technology push»-tilnærming, hvor avkastningen helst vil komme på noe sikt. Et bredere perspektiv som er opptatt av gjensidig interaksjon, læring gjennom praksis og bruk av teknologi, er ikke like tydelig i norsk innovasjonspolitik på havvindfeltet (Steen og Hansen, 2014).

Konklusjon

Norske veivalg for utviklingen av fornybar industri i Norge dreier seg ikke bare om ressursene som settes inn, men også hvordan industripolitikken utformes. Til forskjell fra petroleumssektoren har havvind og solindustrien hovedsakelig blitt en eksportnæring fra dag en. Men kunne et (begrenset) hjemmemarked for havvind lettet omstillingen fra petroleum spesielt, og styrket verdiskapingsmulighetene innen havvind for offshore/maritim næring mer generelt? Kunne en dempet utbyggingstakt og tempo i leteaktiviteten etter olje og gass gitt et ekstra skyv for grønn omstilling?

Vi kan slå fast at i Norge har industriell aktivitet knyttet til ny fornybar energi (som solenergi og havvind) oppstått på grunnlag av eksisterende industri. Mens norsk solindustri har basis i energiintensiv metallproduksjon har havvindindustrien røtter i maritim næring generelt og petroleum spesielt. Sagt på en annen måte har eksisterende industri kunnet avgi og dele ressurser som har fremstått som relevante, egnete og i stor grad også tilgjengelig for framvoksende industri. Slik sett kan vi si at både sol og havvind har gitt omstillingsmuligheter, der nye industrielle «stier» har forgrenet seg fra eksisterende «stier» (Hanson et al., 2015; Isaksen, 2014).

Selv om enkelte markedssegmenter synes å lukke seg for norske leverandører, eksisterer fortsatt åpninger for norske aktører innenfor havvindsektoren internasjonalt. Ikke minst er Statoil sterkt på banen både som utbygger og eier av felt og kan som et norsk industrilokomotiv til en viss grad trekke med seg norske leverandører. Det er spesielt store muligheter for at norske aktører kan ta en posisjon innenfor markedssegmentet for flytende vindturbiner når teknologien blir kommersiell, nettopp fordi opparbeide infrastrukturelle og kunnskapsmessige ressurser fra petroleumssektoren er så relevante og nærliggende. Her har norske leverandører spesielt gode forutsetninger for å kunne lykkes.

Det er flere grunner til å se petroleumssektoren og havvindsektoren i sammenheng, spesielt i Norge. Fra et «to-sektorperspektiv», ser vi at aktører opererer i et spenningsfelt mellom stiavhengighet og ny stiu utvikling. På den ene side representerer tunge etablerte sektorer en barriere for sådan utvikling, noe som er mest tydelig for havvind. Selvsagt er det avhengig av markedsutviklingen i eksisterende sektor sammenholdt med framvoksende sektor, men det er også snakk om nasjonal politikk. Dominerende industriselskaper, fagforeninger, politikere og departementer knyttet til petroleumssektoren kan ha sterke interesser i bestående strukturer. Dette innebærer en reell fare for negativ stiavhengighet hvor aktører låses fast i eksisterende spor. Slik sett er det viktigste veivalget for grønn omstilling om politikerne våger å dempe utbyggingstakten og tempoet i leteaktiviteten etter olje og gass i norsk sektor. Erfaringene vi kan trekke fra to-sektorperspektivets bakside er at redusert aktivitet i norsk olje og gassektor er det viktigste skyvet for å få norsk leverandørindustri til å diversifisere til fornybare næringer som havvind.

På den annen side fremstår etablerte energisektorer som en kilde til omstilling og nyskaping gjennom spillover av kunnskap mellom sektorene for eksempel ved at bedrifter diversifiserer. I opparbeidede erfaringer, kunnskap, kompetanse, nettverk og infrastruktur ligger en kime til

omstilling og utvikling av nye utviklingsbaner. Selv om bestrebelsene på å utvikle havvind som en norsk næring har vært sårbar for tilbakeslag som for en stor del skyldes et positivt oppsving i petroleumssektoren, kom den i en viss grad til å bli revitalisert når det nok en gang buttet imot i petroleumssektoren.

Hva gjelder norske veivalg, har vi i dette kapitlet spurt om norsk industripolitikk kunne ha mildnet dette midlertidige problemet og med en bedre form for bistand til norske leverandører på deres vei til å få fotfeste i internasjonale markeder. Vi har argumentert for at myndighetene burde ha lagt en stegvis modell for internasjonalisering til grunn og bidratt med å skape innenlandske markeder som et springbrett for internasjonaliseringen. Dette har vært ønskelig blant aktører relatert til havvind. Modellen har også vist seg å ha suksess i tilfelle med Statoil internasjonale gjennomslag med flytende havvindturbiner. Dette er et reelt veivalg som ennå er aktuelt i norsk politikk. Eksempelvis kan staten stimulere nisjemarkeder ved å intensivere bruk av for eksempel havvindteknologi på offshore petroleumsinstallasjoner som må elektrifiseres. En annen mulighet er å gå sammen med andre europeiske naboland om å utvikle felles demonstrasjons- og pilotparker for ny havvindteknologi. For å gi størst mulig grønn omstilling kan slike stimulanser innenlands med å utnytte effektene av to-sektorperspektivets forside, gjerne kombineres med bestrebelser på å dempe aktiviteten i petroleumssektoren og dermed begrense effektene av to-sektorperspektivets bakside.

Men havvindmarkedet kan neppe bli den eneste redningsplanken. I lys av sin beskjedne posisjon, ikke minst som energikilde innenlands, vil havvindsektoren etter all sannsynlighet representere kun ett av flere bidrag til den nødvendige omstillingen av norsk petroleumsindustri. Politikere kan allikevel bruke disse lærdommene fra havvind til å se etter nye måter å gjenbruke opparbeide erfaringer, kompetanser og infrastruktur i bestrebelsene på å omstille økonomier nasjonalt og regionalt til å bli mindre avhengig av enkelt næringer og å gjøre dem grønnere.

Referanser

- Afewerki, S., Karlsen, A., MacKinnon, D. 2017 Strategic coupling in two regions: comparing inside-out and outside-in modes of incorporation into GPN. Paper presented at the annual American Association of Geographers meeting, Boston (US) 5-9 April 2017
- Garud, R., Karnøe, P., 2003. Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. *Research Policy* 32, 277-300.
- Hansen, G.H., 2013. New renewable energy and the Norwegian policy triangle, in: Rusten, G., Potthoff, K., Sangolt, L. (Eds.), *Norway: Nature, Industry and Society*. Fagbokforlaget, Bergen, pp. 139-156.
- Hansen, G.H., Steen, M., 2015. Offshore oil and gas firms' involvement in offshore wind: Technological frames and undercurrents. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 17, 1-14.
- Hanson, J., 2008. Fra silisium til solceller - fremveksten av norsk solcelleindustri, in: Hanson, J., Wicken, O. (Eds.), *Rik på natur*. Fagbokforlaget, Bergen, pp. 43-58.
- Hanson, J., 2013. Dynamics of innovation systems for renewable energy technology: the role of post-introduction improvements, Centre for Technology, Innovation and Culture. University of Oslo, Oslo.
- Hanson, J., Steen, M., Weaver, T., Normann, H., Hansen, G.H., 2015. Complementarities and relatedness: implications for the interlinking between established and emerging paths, *International Sustainability Transitions Conference*, Brighton, UK.
- Huenteler, J., Schmidt, T.S., Ossenbrink, J., Hoffmann, V.H., 2016. Technology life-cycles in the energy sector — Technological characteristics and the role of deployment for innovation. *Technological Forecasting and Social Change* 104, 102-121.
- Isaksen, A., 2014. Industrial development in thin regions: trapped in path extension? *Journal of Economic Geography* 15, 585-600.
- Karlsen, A., 2008. Generasjoner av metaller produsert på norske industristeder, in: Isaksen, A., Karlsen, A., Sæther, B. (Eds.), *Innovasjoner i norske næringer: et geografisk perspektiv*. Fagbokforlaget, Bergen.

- Karlsen, A., 2011. Cluster Creation by Reconfiguring Communities of Practice. *European Planning Studies* 19, 753-774.
- Karlsen, A., Isaksen, A., 2008. Den historiske dimensjonen ved kunnskaps- og teknologiutvikling, in: Isaksen, A., Karlsen, A., Sæther, B. (Eds.), *Innovasjoner i Norge. Et geografisk perspektiv*. Fagbokforlaget, Oslo, pp. 41-58.
- Karlsen, A., Nordhus, M., 2011. Between close and distanced links: Firm internationalization in a subsea cluster in Western Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography* 65, 202-211.
- Lema, R., Berger, A., Schmitz, H., Song, H., 2011. Competition and Cooperation between Europe and China in the Wind Power Sector. *IDS Working Papers* 2011, 1-45.
- Løvdal, N., Aspelund, A., 2012. Characteristics of Born Global Industries - The Birth of Offshore Renewables, in: Gabrielsson, M., Kirpalani, V.H.M. (Eds.), *Handbook of Research on Born Globals*. Edward Elgar, Cheltenham, pp. 285-309.
- Martin, R., 2010. Roepke Lecture in Economic Geography—Rethinking Regional Path Dependence: Beyond Lock-in to Evolution. *Economic Geography* 86, 1-27.
- Neffke, F., Henning, M., 2013. Skill relatedness and firm diversification. *Strategic Management Journal* 34, 297-316.
- Nilsen, J., 2014. Derfor gikk Sway Turbine konkurs, *Teknisk Ukeblad*.
- Normann, H., Hanson, J., 2015. Exploiting global renewable energy growth. Opportunities and challenges for internationalisation in the Norwegian offshore wind and solar energy industries. Centre for sustainable energy studies (CenSES), Oslo.
- Normann, H.E., 2015. The role of politics in sustainable transitions: The rise and decline of offshore wind in Norway. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 15, 180-193.
- Ramsdal, R., 2016. De største fornybar-eksportørene, *Teknisk Ukeblad*, Oslo.
- Simmie, J., 2012. Path Dependence and New Technological Path Creation in the Danish Wind Power Industry. *European Planning Studies* 20, 753-772.
- Steen, M., 2016. Reconsidering path creation in economic geography: aspects of agency, temporality and methods. *European Planning Studies* 24, 1605-1622.
- Steen, M., Hansen, G.H., 2014. Same Sea, Different Ponds: Cross-Sectorial Knowledge Spillovers in the North Sea. *European Planning Studies* 22, 2030-2049.
- Steen, M., Karlsen, A., 2014. Path creation in a single-industry town: The case of Verdal and

Windcluster Mid-Norway. Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of
Geography 68, 133-143.

ⁱ Arenaprogrammet finansieres av Innovasjon Norge, SIVA og Forskningsrådet og har som formål å stimulere til økt innovasjon og samarbeid mellom bedrifter, forsknings- og utdanningsmiljøer og offentlige aktører.