

Norges vassdrags og energidirektorat

## ► **Nasjonal ramme for vindkraft**

Økonomiske virkninger av vindkraftverk på regionalt og lokalt nivå

En litteraturgjennomgang

Oppdragsnr.: 5187522 Dokumentnr.: 01 Versjon: J02 Dato: 2019-02-28





**Oppdragsgiver:** Norges vassdrags og energidirektorat  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Erlend Bjerkestrand  
**Rådgiver:** Norconsult AS , Agenda Kaupang AS  
**Oppdragsleder:** Elise Førde  
**Fagansvarlig:** Erik Holmelin  
**Andre nøkkelpersoner:** Grete Klavenes

J02	2019-02-28	Endelig rapport	EHol, Elfor	Gkl	Elfor
B01	2019-02-10	Utkast til kunde for kommentar	EHol, Elfor	GKI	Elfor
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS og Agenda Kaupang AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## Sammendrag

I forbindelse med Norges vassdrags- og energidirektorats arbeid med nasjonal ramme for vindkraft, har Norconsult og Agenda Kaupang hatt i oppdrag å sammenfatte noen nyere studier av lokale og regionale økonomiske virkninger av vindkraftverk. Fire studier utarbeidet i USA, Tyskland og Sverige (to stk.) i perioden 2012-2018 er gjennomgått og hovedfunn er summert opp. I tillegg er hovedfunn fra to etterprøvningsstudier av noen norske vindkraftverk gjengitt.

*Den amerikanske studien* er en omfattende økonometrisk etterprøvningsstudie av virkninger av vindkraftutbygging på gjennomsnittlig personinntekt og sysselsetting i vel 1000 amerikanske fylker (counties) i rurale områder av prærien i Midt Vesten, i perioden 2000 - 2008.

Konkret forsøker en å finne ut ved hjelp av multivariabel regresjonsanalyse om det er en statistisk utsagnskraftig sammenheng på fylkesnivå mellom vekst i installert effekt vindkraft og vekst i henholdsvis gjennomsnittlig personinntekt og sysselsettingen i fylket. Man forsøker også å måle hvor stor denne virkningen har vært i perioden. Beregningene viser at for hver ny installert megawatt vindkraft i et fylke økte den totale personinntekten i fylket med 11 150 USD, og sysselsettingen med 0,48 arbeidsplasser. Studien klarer dermed å vise en statistisk utsagnskraftig sammenheng mellom vindkraftutbygging og henholdsvis personinntekt og antall arbeidsplasser.

*Den tyske studien* har to hovedproblemstillinger. En ønsker på teoretisk grunnlag å vise at beslutninger om vindkraftutbygging ikke nødvendigvis blir tatt ut fra lokale økonomiske hensyn alene, men også er påvirket av storsamfunnets holdninger til miljøvennlig kraftproduksjon. Dette ble gjort ved hjelp av en teoretisk velferdsmodell der et fylkes nyttefunksjon ble forsøkt maksimert under budsjett- og arealrestriksjoner. Analysen viser at dersom fylkets inntekt pr arealenhet fra annen arealbruk enn vindkraft er større enn inntekten av arealbruk til vindkraft, og fylket likevel avsetter arealer til vindkraft på bekostning av annen inntektsgivende bruk, så må dette skyldes at andre faktorer enn de rent økonomiske, for eksempel miljømessige forhold, styrer denne beslutningen.

Videre forsøker man gjennom en empirisk multivariabel regresjonsanalyse av paneldata for tyske fylker, å undersøke statistisk om utbygging av vindkraft øker fylkets verdiskaping pr innbygger og dermed er et selvstendig argument for å gjøre dette, eller om andre forhold også må ha påvirket slike beslutninger. Studieområdet var nesten alle 400 tyske fylker. En vanlig multivariabel regresjon viste en svak sammenheng mellom installert vindkraft og økning i en regions bruttoregionprodukt, men når man korrigerer for sammenhenger mellom vindkraftutbygging og økonomisk utvikling, er ikke resultatene statistisk utsagnskraftige.

Nå betyr ikke dette nødvendigvis at det ikke er noen regional sammenheng mellom vindkraftutbygging og økonomisk utvikling i Tyskland. Man klarte bare ikke statistisk å påvise en slik sammenheng. Årsaken kan være at mens den amerikanske studien ser på rurale områder der det er liten konkurranse om arealer, og vindkraft utgjør en betydelig del av økonomien, så behandler den tyske studien i hovedsak tettbygde områder med en mye større økonomi. Dermed er det nok fare for at de økonomiske virkningene av vindkraft for slike fylker er temmelig marginale, og vanskelige å påvise statistisk.

*Den svenske studien om lokal nytte av vindkraft* er en ren kvalitativ studie, der man fokuserer på mulighetene for å forenkle beslutningsprosessen for vindkraftutbygginger gjennom å forsterke de lokale nytteeffektene og forsøke å bøte på de lokale ulempene gjennom kompenserende tiltak. En ser særlig på mulighetene for å løse konflikter gjennom en tidlig og nær dialog mellom utbygger og lokalsamfunnet, og på muligheter for å øke den lokale nytten av vindkraftverk gjennom kompenserende tiltak og økonomiske incentiver. Studieområdet var berørte lokalsamfunn rundt 15 vindkraftverk i midtre Norrland, men man så også på nasjonal politikk og økonomiske incentiver.

Studien viser at større vindkraftutbygginger gir betydelig lokal nytte i form av grunneierstatninger og lokal verdiskaping og sysselsetting i utbyggingsperioden. Dette videreføres i noen grad også i driftsfasen. Imidlertid støter mange utbyggingsprosjekter på lokal motstand, og blir forsinket eller stopper opp. Mye av denne motstanden skyldes ofte konflikter som kan blegges ved tidlig dialog mellom lokalsamfunn og utbygger, bedre informasjon om miljøvirkninger ved prosjektet og kompenserende ordninger som øker lokalsamfunnets nytte av prosjektet. Kompenserende ordninger kan for eksempel være tilbud om medeierskap, infrastrukturutbygging eller økonomiske tilskudd til berørte lokalsamfunn (bygdepenger), gjerne knyttet opp mot vindkraftverkets produksjon. Kommunal eiendomsskatt kan også være et egnet virkemiddel.

*Den svenske driftsstudien* er en nasjonal dybdestudie av drift og vedlikehold av vindkraftverk, utviklingstrender i denne sektoren, eiernes og vindturbinprodusentenes holdninger til dette, og svensk næringslivs muligheter til å delta på dette markedet. Studieområdet omfatter dermed hele Sverige og svensk vindkraftrelatert næringsliv.

Studien fokuserer på et økende marked for drift og vedlikehold av vindturbiner og vindkraftverk i Sverige, og søker å utvikle metoder og strategier for svensk næringsliv til å delta mer aktivt på dette markedet. Drift og vedlikehold av landbaserte vindkraftverk står i dag for 20 – 35 % av livssyklus kostnadene for vindkraftverket, og det pågår et omfattende forskningsarbeid både i Sverige og internasjonalt for å få disse kostnadene ned. Ny produktteknologi og nye driftsovervåkingssystemer blir tatt i bruk og vedlikehold av turbinene blir stadig mer spesialisert. En følge av dette er at de fleste nye vindkraftverkeiere nå inngår fullserviceavtaler med vindturbinprodusentene om vedlikehold, slik at de har rask tilgang på reservedeler og reparasjoner. Få vindkraftverkeiere bygger egen kompetanse på turbinvedlikehold, og tredjepartsaktører kommer vanligvis først inn etter mange års drift, når fullserviceavtalene med leverandøren går ut.

Når det gjelder drift og overvåking, ser vindturbinleverandørene dette som en del av sin driftsmodell og tilbyr gjerne slike tjenester. Finansielle vindkrafteiere og mindre aktører kjøper gjerne slike tjenester fra turbinleverandøren eller tredjepartsleverandører, mens store kraftselskaper og vindkraftselskaper med mange vindkraftverk, gjerne ønsker å bygge opp egen kompetanse på dette området.

For å ta vare på de mulighetene den raske vindkraftutbyggingen i Sverige nå gir for svensk næringsliv, er det behov for et tett samarbeid mellom mange aktører. Derfor foreslås det å bygge opp et nettverk av svensk næringsliv, vindkraftbransjen, myndigheter og forskningsinstitusjoner som kan ivareta de identifiserte markedsmulighetene som dette økende drifts- og vedlikeholdsbehovet gir.

*De to norske studiene* er regnskapsbaserte etterprøvingstudier av utvalgte vindkraftverk, der en fokuserer på vare og tjenesteleveranser til bygging og drift av vindkraftverket. Studien viser en norsk andel av verdiskapingen i byggeprosjektene på mellom 21 % og 36 % av investeringskostnadene, i hovedsak knyttet til terrengarbeid og fundamentering, men også til interne kraftkabler og kraftledninger for nettilknytning. Den norske andelen har økt over tid, i hovedsak som følge av sterkt økende bygge og anleggskostnader.

Lokal andel av verdiskapingen i byggeprosjektene varierte betydelig fra 10 % til hele 58 %. Høyest var andelen der hovedentreprenøren var et lokalt firma, og der utbygger etablerte en lokal utbyggingsorganisasjon. Det skjer imidlertid sjelden.

I driftsfasen ble den norske andelen av driftsleveransene beregnet til mellom 60 % og 90 %, avhengig av om vindkraftprodusenten eller eier ivaretar vedlikehold av turbinene. Det meste av dette er lokal verdiskaping.

Den svenske studien av lokal nytte av vindkraft og den amerikanske studien viser begge at utbygging og drift av vindkraft faktisk gir regionale virkninger. Det samme viser etterprøvingstudier av norske vindkraftverk. Men også i disse studiene ser en at virkningene på fylkesnivå er forholdsvis små i forhold til resten av den

regionale økonomiske aktiviteten. Det er først på lokalt nivå, kommune eller lokalsamfunn, at virkningene av vindkraft gjør seg gjeldende.

Den amerikanske studien peker på at de regionale og lokale økonomiske virkningene av vindkraftverk er mye større dersom eierne er lokale enn om eierne kommer utenfra. Det stemmer også godt med den svenske og de norske erfaringene, både i utbyggingsfasen og i driftsfasen. Bruk av regionale og lokale entreprenører bidrar mye til dette. Regionale eiere er også viktig for regional verdiskaping i driftsfasen.

Ellers viser den svenske studien om lokal nytte av vindkraft at mange utbyggingsprosjekter møter lokal motstand, fordi lokal nytte av prosjektet sett fra lokalsamfunnets synspunkt blir for liten i forhold til lokale ulemper. Sverige mangler lovfestede kompensasjonsordninger for berørte lokalsamfunn, for eksempel bygdepenger, og eiendomsskatten er statlig.

Her er det noe annerledes i Norge. Utover grunneiererstatning har Norge heller ikke noen lovfestede kompensasjonsordninger ved vindkraftutbygging. I stedet har Norge imidlertid kommunal eiendomsskatt som gir berørte kommuner en betydelig ekstraintekt som de kan bruke til nytte for lokalbefolkningen. I tillegg kommer lokale vare- og tjenesteleveranser og noe lokal sysselsetting. Den lokale nytten av vindkraftverk i Norge blir dermed normalt betydelig større enn i Sverige, noe som nok ofte bidrar til å dempe lokal motstand mot vindkraftprosjekter, i alle fall hos kommunepolitikere.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>8</b>
1.1	Bakgrunn og formål	8
1.2	Metode og avgrensing	8
<b>2</b>	<b>Oppsummering av utvalgte studier</b>	<b>9</b>
2.1	Utenlandske erfaringer	10
2.1.1	<i>Ex post analysis of economic impacts from wind power development in U.S. counties</i>	10
2.1.2	<i>The Local Economic Impact of Wind Power Deployment</i>	12
2.1.3	<i>Lokal nytta av vindkraft</i>	14
2.1.4	<i>Fördjupande studie - Drift och underhåll</i>	17
2.2	Etterprøving av norske vindkraftverk	19
2.2.1	<i>Utførte studier</i>	19
2.2.2	<i>Metode</i>	19
2.2.3	<i>Resultater</i>	21
<b>3</b>	<b>Drøfting og oppsummering</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>25</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og formål

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) fikk i februar 2017 i oppdrag fra Olje- og energidepartementet (OED) å lede et arbeid med å utarbeide forslag til nasjonal ramme for landbasert vindkraft [1]. En viktig målsetting for arbeidet er å peke ut større områder som kan legges til rette for utbygging, med utgangspunkt i vindressurser og eksisterende og planlagt nettkapasitet. Dette skal så avstemmes mot viktige miljø- og samfunnshensyn. Formålet er å bidra til at de beste vindkraftlokalitetene blir valgt når det søkes om konsesjon.

En annen viktig del av arbeidet er å gi en samlet framstilling av kunnskapsgrunnlaget om virkninger av vindkraft. Kunnskapsgrunnlaget skal sammenfattes i en rapport og vil være basert på gjennomgang av litteratur og erfaringer knyttet til ulike relevante virkningstema. Rapporten vil inneholde vurderinger av hvilke virkninger som bør vektlegges i konsesjonsbehandlingen og skal også inngå i grunnlaget for utpeking av «egne områder» i den nasjonale rammen for vindkraft.

Virkninger av vindkraft på lokalt og regionalt næringsliv, både ved bygging av vindkraftverket og i driftsfasen, er ett av en rekke deltema som omfattes av denne kunnskapsoppsummeringen.

Ask Rådgivning/Norconsult, har sammen med Agenda Kaupang AS tidligere utarbeidet to etterprøvningsrapporter der erfaringer med lokale og regionale ringvirkninger av sju norske vindkraftverk er summert opp og sammenliknet med antatte effekter beskrevet i KU-rapporter for de respektive vindkraftprosjektene.

Det foreligger også noen utenlandske studier av lokale næringsvirkninger av vindkraftetablering fra hhv Sverige, Tyskland og USA. Norconsult og Agenda Kaupang har fått i oppdrag av NVE å summere opp norske og utenlandske erfaringer, basert på de overnevnte studiene.

## 1.2 Metode og avgrensning

Norconsult mottok fra NVE fire utenlandske artikler/rapporter om vindkraftverks lokale effekter. Studiene er publisert i perioden 2011 til 2018 og hovedfunn i hver av studiene er oppsummert i kap. 2 i denne rapporten. I tillegg er våre egne etterprøvningsstudier fra 2010 og 2016 kort oppsummert i samme kapittel.

I kap. 3 gis en kort sammenfatning av resultatene fra studiene og resultatene sammenliknes med erfaringene fra de norske vindkraftverkene.



## 2 Oppsummering av utvalgte studier

Dette kapitlet presenterer metode og resultater av fire utvalgte utenlandske studier om lokale nyttevirkninger. Studiene er publisert i perioden 2012-2018. I tillegg oppsummeres kort hovedresultater fra to etterprøvningsstudier av norske vindkraftverk publisert hhv i 2010 og 2016.

Tabell 2-1 Studier som er gjennomgått i denne rapporten

Opphavsland	Publisert årstall	Tittel	Sentrale problemstillinger
USA	2012	<i>Ex post analysis of economic impacts from wind power development I U.S. counties</i>	Etterprøver sammenheng mellom vekst i installert effekt vindkraft og vekst i personinntekt og sysselsetting i aktuelle fylker.
Tyskland	2015	<i>The Local Economic Impact of Wind Power Deployment.</i>	Viser at beslutninger om vindkraftutbygging ikke nødvendigvis blir tatt ut fra lokale økonomiske hensyn alene, men også er påvirket av storsamfunnets holdninger til miljøvennlig kraftproduksjon. Statistiske analyser for å belyse om utbygging av vindkraft øker fylkets verdiskaping pr innbygger
Sverige	2014	<i>Lokal nytta av vindkraft</i>	Vurderer muligheter for å forenkle beslutningsprosessen for vindkraftutbygginger og å forsterke de lokale nytteeffektene av en vindkraftutbygging gjennom kompenserende tiltak og økonomiske incentiver.
Sverige	2018	<i>Førdjupande studie – drift och underhåll</i>	Vurderer muligheter og tiltak for at svensk næringsliv skal delta mer aktivt i et økende marked for drift og vedlikehold av vindturbiner og vindkraftverk i Sverige, herunder undersøkes utviklingstrender for hvordan drift og vedlikehold av vindturbiner utføres i mer modne markeder som Danmark, Tyskland og USA.
Norge	2010	<i>Regionale og lokale ringvirkninger av vindkraftutbygging</i>	Etterprøving av fem norske vindkraftverk med hensyn på verdiskaping nasjonalt, regionalt og lokalt knyttet til planlegging, bygging og drift.
Norge	2016	<i>Samfunnmessige virkninger av vindkraftverk. En etterprøving av fire vindkraftverk.</i>	Etterprøving av fire norske vindkraftverk med hensyn på nasjonal, regional og lokal verdiskaping, samt mulige positive og negative virkninger for reiseliv og friluftsliv.

For hver av de utenlandske studiene beskrives kort:

- Forskningsmiljøene som er ansvarlig for studien
- Hovedproblemstilling som er forsøkt belyst
- Studieområde og datagrunnlag
- Beregningsmetode og gjennomføring
- Resultater

Studiene som er gjennomgått har ulike fokusområder, se kort beskrivelse av sentrale problemstillinger i Tabell 2-1 og grundigere redegjørelser i kap. 0.

## 2.1 Utenlandske erfaringer

### 2.1.1 *Ex post analysis of economic impacts from wind power development in U.S. counties*

Forskningsartikkel i Energy Economics 34 (2012), skrevet av Jason P. Brown, John Pender, Ryan Wiser, Eric Lantz og Ben Hoen [4]. Forfatterne er forskere ved USDA, Economic Research Service, Washington D.C, National Renewable Energy Laboratory, Golden Colorado og Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley California.

#### Hovedproblemstillinger i studien

Artikkelen oppsummerer en omfattende økonometrisk etterprøvningsstudie av virkninger av vindkraftutbygging på gjennomsnittlig personinntekt og sysselsetting i et bredt utvalg av amerikanske fylker (counties) i perioden 2000 - 2008.

Konkret forsøker en å finne ut om det er en statistisk signifikant (utsagnskraftig) sammenheng på fylkesnivå mellom vekst i installert effekt vindkraft, målt i antall mega watt (MW) og vekst i henholdsvis gjennomsnittlig personinntekt i fylket og sysselsettingen i fylket, når man samtidig tar hensyn til virkningen av en rekke andre faktorer som kan påvirke inntekt og sysselsetting. Man forsøker også å måle hvor stor virkningen av vindkraftutbygging har vært på gjennomsnittlig personinntekt og sysselsetting i perioden.

#### Studieområde og datagrunnlag

Etterprøving av effekter av vindkraftutbygging på sosioøkonomiske forhold kan gjøres på flere måter. De fleste studier som i 2012 var gjennomført på regionalt nivå i USA var foretatt på prosjektnivå. Her hadde man i noen etterprøvningsstudier bare fokusert på direkte virkninger, og med utgangspunkt i regnskapstall for en konkret vindkraftutbygging, beregnet verdien av regionale og lokale vare- og tjenesteleveranser til utbyggingsprosjektet og direkte sysselsettingseffekter av dette. I andre studier hadde man gått et skritt videre og benyttet regionale kryssløpsmodeller til også å beregne indirekte leveransevirksomheter og konsumvirkninger av utbyggingsprosjektet, med tilhørende sysselsettingseffekter.

Ulike etterprøvningsstudier basert på disse metodene viste i 2012 et bredt spekter av virkninger av vindkraftutbygging. Med hensyn til sysselsettingseffekter viste ulike studier basert på kryssløpsberegninger at det på regionalt nivå i utbyggingsfasen, var skapt 0,1 – 2,6 arbeidsplasser pr MW installert effekt. I driftsfasen fant man tilsvarende en sysselsettingseffekt på 0,1 – 0,6 arbeidsplasser pr MW. Resultatene i driftsfasen var de samme enten vindkraftverket var eiet lokalt eller av en nasjonal aktør.

Med hensyn til arbeidsinntekt viste kryssløpsbaserte etterprøvningsstudier i 2012 en samlet regional arbeidsinntekt i vindkraftverkets driftsfasen på USD 5 000 – 18 000 pr MW installert effekt, dersom en nasjonal aktør eide vindkraftverket, og en arbeidsinntekt på USD 18 000 – 43 000 pr MW i de sjeldne tilfellene der en lokal aktør stod som eier av vindkraftverket.

Studier på prosjektnivå viste altså store variasjoner i regional inntektsøkning og sysselsetting som følge av utbygging og drift av vindkraftverk, og det forelå i 2012 ingen overordnede regionale studier om slike forhold. Regionale myndigheter manglet dermed sikker kunnskap om sosioøkonomiske virkninger av vindkraftutbygging, som grunnlag for politikktutforming. Hensikten med foreliggende studie var derfor å fremskaffe en slik kunnskap, gjennom en stor overordnet regional studie som omfattet mange fylker over et stort område.

Valg av studieområde ble gjort ut fra to hovedhensyn. Man ønsket å studere fylker med høy gjennomsnittlig vindstyrke, og dermed gode muligheter for utbygging av vindkraft. Man ønsket videre å studere fylker med forholdsvis like demografiske og sosioøkonomiske forhold, slik at man ikke behøvde å korrigere for forskjeller i disse forholdene i analysen. Velegnede forhold ut fra begge hovedhensyn fant en i rurale landbruksområder på prærien i midt-vesten og de østlige kantene av Rocky Mountains. Her etablerte forskerne et stort studieområde med 1009 fylker, fordelt på 12 stater.

Som inngangsdata, tok studien utgangspunkt i årlig regional statistikk på fylkesnivå over installert effekt i vindkraftutbygginger i perioden 2000 - 2008. Ut fra dette beregnet man for hvert fylke total installert effekt i hele perioden i MW, og delte dette på fylkes gjennomsnittlige innbyggertall i perioden. Man fikk da statistikk for antall MW installert vindkrafteffekt pr innbygger i hvert fylke i perioden 2000 – 2008, og kunne beregne som forklaringsfaktor endringen i installert effekt pr innbygger i fylket i løpet av perioden.

Som indikatorer på sosioøkonomiske virkninger av vindkraftutbygging var man også avhengig av tilgjengelig statistikk på fylkesnivå, og tok utgangspunkt i statistikk for personinntekt og sysselsetting. For hvert fylke beregnet man endringen i personinntekt pr innbygger i perioden 2000 – 2008 og endringen i sysselsetting pr innbygger i den samme perioden.

Nå er det også mange andre faktorer enn vindkraftutbygging som påvirker økonomisk vekst i et fylke. I beregningene la man derfor også inn en rekke andre faktorer som fylkes naturressurser, befolkningstetthet, sysselsettingsandel, utdanningsnivå, avstanden til større byer mv. Samlet ga dette et stort datagrunnlag, egnet for en multivariabel regresjonsanalyse.

### **Beregningsmetode og gjennomføring**

Utgangspunktet for modellberegningen var en hypotese om at endringer i personinntekt pr innbygger og endringer i sysselsetting pr innbygger i et fylke i den aktuelle tidsperioden er påvirket av fylkes sosioøkonomiske og demografiske forhold og av hvor mye vindkraft som var bygget ut i perioden.

For å undersøke dette i en økonometrisk analyse, brukte man tre forskjellige beregningsmodeller, for å undersøke hvilken modell som ga best resultat.

Den første modellen var en lineær multivariabel regresjonsanalyse, en såkalt OLS-modell (Ordinary Least Squares) der installert vindkrafteffekt pr innbygger ble behandlet som en eksogen variabel, altså en variabel som ikke er påvirket av fylkets inntektsnivå og sysselsetting.

Nå kan det argumenteres for at en endring i et fylkes inntektsnivå eller sysselsetting kan påvirke mulighetene for lokale investorer til å gjennomføre en vindkraftutbygging. For å forholde seg til en slik avhengighet, har man i stedet benyttet en annen type økonometrisk beregningsmodell, en såkalt IV-modell (Instrumental Variables estimation), der man i stedet for installert effekt vindkraft pr innbygger bruker fylkets vindressurser (tilgang på egnet vind for vindkraftproduksjon), som eksogen variabel.

I en tredje liknende IV-modell tok man i tillegg hensyn til at vindkraftutbygging i nabofylker kan smitte over på den økonomiske utviklingen i studiefylket.

### **Resultater**

Beregninger ble gjennomført med alle tre modellene, for å se hvilken modell som ga best resultat i form av høy forklaringsverdi ( $R^2$ ) og statistisk signifikante (utsagnskraftige) resultater for inntekt pr innbygger og

sysselsetting pr innbygger. Det viste seg her at modell 3, som også tok hensyn til smitteeffekter fra vindkraftutbygging i nabofylker, ikke ga signifikante resultater for smitteeffekten. Modellen ble derfor forkastet.

Begge de to andre modellene ga gode signifikante resultater for personinntekt. Imidlertid ga IV-modellen (modell 2) litt høyere forklaringsverdi enn OLS-modellen (modell 1), så IV-modellen ble foretrukket.

*Beregningen med IV-modellen viste at for hver ny installert MW vindkraft i et fylke i perioden 2000 - 2008, økte den totale personinntekten i fylket med 11 150 USD. Dette var litt høyere enn estimatet fra OLS-modellen som viste 9 326 USD.*

Sysselsettingsberegningene med OLS-modellen ga ikke signifikante resultater for vindkraftutbyggings effekt på fylkets sysselsetting. *Beregning med IV-modellen ga imidlertid signifikante resultater som viste at for hver ny installert MW vindkraft i et fylke i perioden 2000 – 2008, økte antall arbeidsplasser i fylket med 0,48.*

Studien klarte dermed å vise en statistisk utsagnskraftig sammenheng mellom vindkraftutbygging og henholdsvis økt personinntekt og økt sysselsetting i et fylke. Studien viser dermed positive effekter av vindkraftutbygging for disse forholdene.

Selv om resultatene fra denne studien ikke er direkte sammenliknbare med resultatene fra etterprøvningsstudiene på prosjektnivå ovenfor, er resultatene interessant nok, likevel i samme størrelsesorden.

Mens kryssløpsmodellene viste en effekt på inntektsnivået (lønnsinntekt) mellom 5 000 og 18 000 USD pr MW installert effekt, fant en i denne studien en effekt på inntektsnivået på rundt 11 000 USD pr MW.

Tilsvarende viste kryssløpsmodellene en sysselsettingseffekt på 0,1 – 0,6 arbeidsplasser pr MW i driftsfasen for eksternt eide vindkraftverk, mens en i denne studien fant en sysselsettingseffekt på rundt 0,5 arbeidsplasser pr MW.

### **2.1.2 The Local Economic Impact of Wind Power Deployment**

IZA discussion Paper no. 9025, April 2015. IZA er et tysk institutt for arbeidsmarkedsstudier i Bonn. Studien er skrevet av Nils G. May ved forskningsinstituttet DIW i Berlin og Øyvind A. Nilsen ved IZA og Handelshøyskolen i Bergen.

#### **Hovedproblemstillinger i studien**

Studien har to hovedproblemstillinger. En ønsker på teoretisk grunnlag å vise at beslutninger om vindkraftutbygging ikke nødvendigvis blir tatt ut fra lokale økonomiske hensyn alene, men også er påvirket av storsamfunnets holdninger til miljøvennlig kraftproduksjon. Dette gjøres ved hjelp av en teoretisk velferdsmodell der et fylkes nyttefunksjon søkes maksimert under budsjett- og arealrestriksjoner. Videre forsøker en gjennom en empirisk flervariabel regresjonsanalyse av paneldata for tyske fylker, å undersøke statistisk om utbygging av vindkraft øker fylkets verdiskaping pr innbygger og dermed er et selvstendig argument for å gjøre dette, eller om andre forhold også må ha påvirket slike beslutninger.

#### **Studieområde og datagrunnlag**

Den innledende teoretiske studien av hvordan bruk av landarealer til vindkraftproduksjon påvirker et tysk fylkes velferdsfunksjon, har et uspesifisert tysk fylke som studieområde, og skjer på et teoretisk nivå som ikke krever empiriske inngangsdata.

I den påfølgende regresjonsanalysen benyttes imidlertid et omfattende datamateriale. Studieområdet er 393 (av 402) tyske fylker (Landkreise oder kreisfreie Städte) i 12 delstater. Med få unntak omfatter studieområdet dermed alle tyske fylker. Bare en delstat (Sachsen-Anhalt) med avvikene statistikkgrunnlag og noen storbyer som har spesiell regional status eller som er egne delstater, er utelatt.

I disse fylkene produseres det årlig paneldata for vindressurser, landareal avsatt til vindkraftproduksjon og installert vindkrafteffekt. En har videre tilgang på sosioøkonomiske data som befolkning, regional produksjon (bruttoregionalprodukt), industriell utvikling, fylkes urbanitet mv. Til sammen er et datasett på 3 144 observasjoner benyttet.

Som tidsperiode for studien har en ut fra tilgang på sammenliknbare data valgt perioden 2002 – 2009.

### **Beregningsmetode og gjennomføring**

Den innledende velferdsteoretiske analysen tar sikte på å vise at et fylkes avsetting av arealer til vindkraftproduksjon ikke bare er avhengig av den økonomiske avkastningen dette gir, men også av andre forhold, for eksempel ønske om en mer miljømessig kraftproduksjon.

Analysen tar utgangspunkt i en samfunnsøkonomisk nyttefunksjon for et vanlig tysk fylke, der man i tillegg til fylkets samlede inntekt, særlig fokuserer på fylkets nytte av alternativ bruk av sine arealer til henholdsvis vindkraftverk, annen inntektsgivende virksomhet og til rekreasjon. For arealer avsatt til vindkraft legges det videre inn en skiftparameter som viser hvor sterkt storsamfunnet vektlegger nytten av vindkraft for eksempel av miljøhensyn. Ved å skille ut arealer avsatt til vindkraft fra annen arealbruk i modellen, forsøker en å fange opp at også andre forhold enn rent økonomiske kan påvirke en beslutning om å avsette arealer til vindkraft.

Fylket vil i tillegg til en begrenset arealtilgang, som altså kan brukes til vindkraft, andre inntektsgivende aktiviteter eller til rekreasjonsarealer, også ha en budsjettrestriksjon. I denne anses fylkets samlede inntekt å komme fra tre kilder, avkastning av vindkraftarealer, avkastningen av arealer til annen inntektsgivende virksomhet og andre kilder. Rekreasjonsarealene regnes ikke som inntektsskapende.

En søker så å maksimere fylkets nytte av ulike arealbruk under disse restriksjonene. Uten å gå nærmere inn på matematikken i beregningene, gjøres dette ved å sette inn fylkets nyttefunksjon og fylkets budsjett og arealtilgangsrestriksjoner i en såkalt Lagrangefunksjon, og bruker denne til å vise hvordan fylket verdsetter nytten av ulike arealbruk, herunder nytten av vindkraftarealer opp mot nytten av mer inntekt.

Den teoretiske analysen viser at dersom fylkets inntekt pr arealenhet fra annen arealbruk enn vindkraft er større enn inntekten av arealbruk til vindkraft, og fylket likevel avsetter arealer til vindkraft på bekostning av annen inntektsgivende bruk, så må dette skyldes at andre faktorer enn de rent økonomiske styrer denne beslutningen. Videre finner man at jo høyere fylket verdsetter andre forhold, for eksempel miljømessig kraftproduksjon, desto større inntektsforskjell mellom annen inntektsgivende arealbruk og arealbruk til vindkraft er man villig til å akseptere. Analysen viser også at økt etterspørsel etter vindkraftarealer, for eksempel som følge av økte subsidier, vil øke leieprisen og dermed inntekten fra vindkraftarealene, og under rimelige forutsetninger føre til økt avsetning av arealer til vindkraftformål.

Den velferdsteoretiske analysen viser dermed at både rene økonomiske betraktninger og andre forhold, for eksempel miljømessige forhold, kan være drivere for utvikling av vindkraft på fylkesnivå.

Den empiriske hovedstudien i denne forskningsrapporten er som tidligere nevnt en flervariabel regresjonsanalyse basert på årlige paneldata fra 393 tyske fylker i tidsrommet 2002 – 2009. Regresjonsanalysen tar sikte på å undersøke om man i dette datamaterialet kan finne en statistisk utsagnskraftig (signifikant) sammenheng mellom økt installert effekt vindkraft og økt fylkesinntekt, uttrykt ved bruttoregionalprodukt pr innbygger.

For å undersøke dette etablerte man en flervariabel (multivariabel) regresjonsmodell, der en så på sammenhengen mellom en logaritmisk transformasjon av bruttoregionalprodukt pr innbygger og installert vindkrafteffekt i GW (gigawatt) i tidsperioden, og der man også kontrollerte for forskjeller mellom fylker i sosioøkonomiske forhold som befolkningsstørrelse, aldersprofil og utdanningsnivå, og økonomiske forhold som grad av urbanisering, næringsmessige og arbeidsmarkedsmessige forhold. Man la også inn et restledd for uobserverte fylkesavhengige forhold som politiske preferanser og reguleringer i modellen.

Man forsøkte først en vanlig multivariabel regresjon, en OLS – estimering, basert på minstekvadraters metode, der installert vindkrafteffekt ble betraktet som en eksogen variabel, uavhengig av bruttoregionalproduktet.

Videre tester av resultatene tydet imidlertid på at det eksisterte en avhengighet mellom fylkets inntektsnivå og dets muligheter til å installere vindkraft. For å ta hensyn til dette gjennomførte man i stedet en såkalt IV-analyse (Instrumental Variable estimation), der en i stedet for installert vindkraft i et fylke, brukte et uttrykk for fylkets vindpotensial for kraftproduksjon multiplisert med årlig andel av installert vindkrafteffekt på nasjonalt nivå i hele perioden, som eksogen variabel (instrumentvariabel) i regresjonen. Gjennomførte tester viste at denne variabelen var uavhengig av fylkes inntektsnivå, slik at resultatene var holdbare statistisk.

## Resultater

Resultatene fra den velferdsteoretiske analysen er vist under beskrivelsen av datagrunnlaget for analysen ovenfor.

Når det gjelder den empiriske studien, viste den multivariabel OLS-regresjonen, der installert vindkraft ble betraktet som uavhengig av fylket økonomiske utvikling, en statistisk utsagnskraftig (signifikant) sammenheng mellom fylkets inntektsnivå pr innbygger og installert vindkraft i fylket i perioden, for store vindkraftinstallasjoner. Man fant her at 1 GW installert vindkraft resulterte i en økning i bruttoregionalprodukt pr innbygger på 0,389 %.

Dersom en imidlertid korrigerer for antatt avhengighet mellom vindkraftutbygging og økonomisk utvikling, og kontrollerer for en rekke observerte og uobserverte faktorer gjennom en multivariabel IV-regresjon som angitt ovenfor, finner en ikke lenger noen statistisk utsagnskraftig (signifikant) sammenheng mellom et fylkes vindkraftutbygging og økonomiske utvikling. En årsak til dette kan være at tysk vindkraftutbygging ofte skjer i sentrale og industrialiserte strøk, og at virkningene dermed blir marginale i forhold til størrelsen på den regionale økonomi.

Resultatene støtter ellers opp under resultatene fra den velferdsteoretiske analysen ovenfor som viser at det ikke bare er lokale økonomiske forhold som ligger til grunn for vindkraftutbygging. Andre faktorer, som for eksempel et ønske om miljømessig kraftproduksjon spiller også en rolle i en slik beslutning.

### 2.1.3 Lokal nytta av vindkraft

ETOUR Report 2014:6. ETOUR er et forskningsinstitutt med fokus på turisme ved Mittuniversitet i Östersund i Sverige. Instituttet har sammen med regionale utbyggingsselskaper for vindkraft i midtre Norrland, gjennomført et forskningsprosjekt på lokal nytte av vindkraftutbygginger. Prosjektet er finansiert av det svenske Nettverket for vindkraft hos Energimyndigheten. Rapporten er skrevet av Bosse Bodén.

### Hovedproblemstilling

Prosjektet fokuserer på mulighetene for å forenkle beslutningsprosessen for vindkraftutbygginger, gjennom å forsterke de lokale nytteeffektene av en vindkraftutbygging og forsøke å bøte på de lokale ulemper, gjennom kompensierende tiltak. En ser særlig på mulighetene for å løse konflikter gjennom en tidlig og nær dialog mellom utbygger og lokalsamfunnet, og på muligheter for å øke den lokale nytten av vindkraftverk gjennom kompensierende tiltak og økonomiske incentiver.

### Studieområde og datagrunnlag

Studieområdet var i utgangspunktet berørte lokalsamfunn rundt 15 etablerte vindkraftverk i midtre Norrland, der en ønsket å se nærmere på hvordan nasjonal vindkraftpolitikk og nasjonalt lovverk påvirket den lokale beslutningsprosessen for vindkraftutbyggingen, og den lokale nytten for berørte bygdesamfunn, grunneiere og lokalt næringsliv av utbygging og drift av disse vindkraftverkene.

Studieområdet ble underveis utvidet til også å studere forhold på nasjonalt nivå, med hensyn til vindkraftpolitikk, lovverk og fordeling av ansvarsforhold og økonomiske incentiver for vindkraftutbygging mellom den svenske staten og kommunene. Som supplement til dette så en også kort på tilsvarende forhold i Danmark, Tyskland, Storbritannia og Norge.

Datagrunnlaget for studien er rent kvalitativt: Litteraturstudier, supplert med intervjuer, deltakende observasjoner, arbeidsmøter og samtaler med samarbeidsgrupper og samrådsgrupper.

### Metode og gjennomføring

Studien fokuserer på lokale beslutningsprosesser for etablering av vindkraftverk, og lokal nytte av utbygging og drift av vindkraftverk for næringsliv, grunneiere og lokalsamfunn. For å belyse dette, ble det gjennomført litteraturstudier om disse forhold i Sverige og utvalgte naboland. Videre ble det etablert en samarbeidsgruppe der en samlet fem vindkraftselskaper med utbyggingsinteresser i midtre Norrland, og gjennomførte dybdeintervjuer med ledende representanter for disse. Som oppfølging av intervjuene ble det gjennomført tre felles arbeidsmøter med hele gruppen, der disse problemstillingene ble drøftet. I tillegg ble det i løpet av studien knyttet et tett samarbeid med fem nasjonale vindkraftforeninger i Sverige, og gjennomført intervjuer og samtaler med disse.

Studien tar utgangspunkt i en teoretisk analyse der en ved hjelp av tre metaforer setter fokus på kompleksiteten i en beslutning om vindkraftutbygging, ulike typer konflikter som kan oppstå i en slik prosess og den nytten en vindkraftutbygging gir for utbygger og lokalsamfunn.

Tre-metaforen ser på kompleksiteten i en svensk beslutning om vindkraftutbygging, og hvilken nytte eller ulempe en slik utbygging kan medføre på ulike nivåer i samfunnet. Vindkraftutbygging har en global og vanligvis også en nasjonal nytte, uten store negative konsekvenser. På lokalt nivå må nytten for næringsliv og grunneiere imidlertid veies opp mot ulemper for lokalsamfunn og andre næringsinteresser som reindrift og turisme, noe som kan skape konflikter dersom en ikke har ordninger som kompenserer for dette.

Beslutningsprosessen ved svensk vindkraftutbygging er lang og komplisert. Kommunene er lokal planmyndighet, og kan i kommuneplanen peke ut egnede områder for vindkraftutbygging. En slik utbygging krevde tidligere en detaljplan og byggesaksbehandling i tillegg til en miljøkonsekvensutredning, en såkalt dobbelprøving. Dette ble svært komplisert og tidkrevende. Etter en lovendring i 2009, ble regelverket derfor forenklet slik at større vindkraftutbygging i rurale strøk bare krevde en miljøkonsekvensutredning, og kommunal tilslutning til utbyggingsprosjektet. Kommunene kan imidlertid fortsatt på politisk grunnlag stoppe utbyggingsprosjekter dersom den lokale motstanden mot prosjektet er stor, og en finner at ulemper er større enn den lokale nytten av prosjektet.

I Sverige har man ikke lovfestet kompensasjonsordninger for berørte lokalsamfunn ved vindkraftutbygging. Regjeringen er positiv til frivillige avtaler om økonomisk kompensasjon til berørte lokalsamfunn, såkalte bygdepenger, men slike avtaler er i liten grad inngått. Dette påvirker lokalsamfunnenes interesse for vindkraftutbygging, og fører ofte til konflikter som forsinker eller stopper utbyggingsprosjektene.

Vippe-metaforen deler konflikter ved vindkraftutbygging inn i uekte og ekte konflikter. Uekte konflikter skyldes vanligvis ulik informasjon mellom partene, og kan gjerne bilegges gjennom gode utredninger og kompenserende tiltak. Ekte konflikter krever prioritering mellom mål og ressurser som partene ikke rår over, og må derfor løses av en tredjepart. Det kan for eksempel gjelde andre næringsinteresser som turisme eller reindrift.

En tredje metafor, Illusjons-metaforen peker på at store vindkraftutbyggere i dag er svært opptatt av sitt miljømessige og sosiale ansvar. Ved utbyggingsprosjekter gjelder det dermed å komme i dialog med lokalsamfunnet om kompenserende tiltak slik at prosjektet blir bærekraftig ved at det er bedriftsøkonomisk lønnsomt, samtidig som berørte lokalsamfunn vurderer den lokale nytten som større enn ulempene.

Den empiriske delen av studien begynner med et overblikk over lokale kompensasjonsordninger ved vindkraftutbygging i Sveriges naboland. I Danmark har lokalbefolkningen lovmessig rett til å kjøpe seg inn med 20 % i nye vindkraftverk til selvkost (Kjøpsrettordningen), samtidig som grunneiere har rett på kompensasjon dersom deres eiendom faller i verdi (Verditapsordningen). I Norge betales grunneierkompensasjon, og vertskommunene kan i tillegg innkreve eiendomsskatt av vindkraftinvesteringen, eller forhandle med utbygger om en liknende lokal kompensasjon. I Tyskland betaler vindkraftselskapene skatt til vertskommunen ut fra sin sysselsetting i kommunen, så også der får lokalsamfunnet nytte av vindkraftverket. I Storbritannia har man ikke lovfestet en kompensasjon til lokalsamfunnene ved vindkraftutbygging, men myndighetene oppfordrer til en frivillig ordning (community benefits) i størrelsesorden 1000 – 5000 GBP pr installert MW (megawatt) vindkraft.

I den empiriske delen av studien gjennomgås videre 15 ulike vindkraftutbygginger i midtre Norrland med fokus på lokal nytte i form av grunneiererstatninger, lokal sysselsetting og bygdepenger. Det vises også til hvordan lokal kompensasjon har bidratt til å løse konflikter og dempet lokal motstand mot prosjektet.

## Resultater

Den empiriske analysen viser at større vindkraftutbygginger gir betydelig lokal nytte i form av grunneiererstatninger og lokal verdiskaping og sysselsetting i utbyggingsperioden. Dette videreføres i noen grad også i driftsfasen.

Imidlertid støter mange utbyggingsprosjekter på betydelig lokal motstand, og blir forsinket eller stopper opp. Mye av denne motstanden skyldes ofte uekte konflikter som kan bilegges ved tidlig dialog mellom lokalsamfunn og utbygger, bedre informasjon om miljøvirkninger ved prosjektet og kompenserende ordninger som øker lokalsamfunnets nytte av prosjektet. Kompenserende ordninger kan for eksempel være tilbud om medeierskap, infrastrukturbygging eller økonomiske tilskudd til berørte lokalsamfunn (bygdepeng), gjerne knyttet opp mot vindkraftverkets produksjon. Kommunal eiendomsskatt kan også være et egnet virkemiddel.

En savner imidlertid en lovfestet rett til kompensasjon for vertskommune og lokalsamfunn, eller i det minste en klar statlig føring om dette.



### 2.1.4 Fördjupende studie - Drift og underhåll

Vindkraftcentrum.se 2018. Vindkraftscentrum.se er en del av Nätverket for vindbruk, som finansieres av den svenske Energimyndigheten. ÅF er et svensk konsulentfirma innenfor ingeniørtjenester, energi og samferdsel. Rapporten er finansiert av Nätverket for vindbruk og er skrevet av Christer Andersson og Susanne Tellström Vindkraftcentrum.se og Tobias Bondesson ÅF.

#### Hovedproblemstilling

Prosjektet fokuserer på et økende marked for drift og vedlikehold av vindturbiner og vindkraftverk i Sverige, og søker å utvikle metoder og strategier for svensk næringsliv til å delta mer aktivt på dette markedet. For å identifisere framtidige markedsmuligheter, undersøkes utviklingstrender for hvordan drift og vedlikehold av vindturbiner utføres i mer modne markeder som Danmark, Tyskland og USA, og hvilke aktører som utfører disse oppgavene. Videre undersøkes spesielle behov for vedlikehold av vindkraftverk i kalde områder. En ser også på forskning på ny teknologi og nye styrings- og overvåkningssystemer.

#### Studieområde og datagrunnlag

Studien er en nasjonal dybdestudie av drift og vedlikehold av vindkraftverk, utviklingstrender i dette arbeidet, eiernes og vindturbinprodusentenes holdninger til dette, og svensk næringslivs muligheter til å delta på dette markedet. Studieområdet omfatter dermed hele Sverige og svensk vindkraftrelatert næringsliv.

Utgangspunktet for studien var en nasjonal kartlegging av vindkrafteiere, bedrifter og investorer som var engasjert i drift og vedlikehold av svenske vindkraftverk, basert på egne kontakter, medlemslister og tilgjengelige databaser. Bedrifter som var engasjert på dette markedet ble kontaktet for intervjuer på telefon eller mail. En samlet også inn sekundærdata fra hjemmesider, brosjyrer mv. I tillegg ble det gjennomført personlige intervjuer av noen sentrale markedsaktører, og gjennomført litteraturstudier og en oversikt over forskning på feltet.

For å fange opp utviklingstrender intervjuet man videre 15 vindkrafteiere om deres driftsorganisasjon, bruk av vedlikeholdspersonell og eventuelle bruk av lokale bedrifter i drift og vedlikehold av deres vindkraftverk. Det ble også gjennomført dybdeintervjuer av ledelsen ved tre store vindkraftverk, komplettert med samtaler med andre sentrale personer i samme organisasjon.

For å skaffe et internasjonalt overblikk om utvikling av drifts- og vedlikeholdsmarkedet i andre land, gjennomførte ÅF videre en litteraturstudie og en rekke intervjuer med sentrale aktører med kunnskap om disse forholdene.

#### Metode og gjennomføring

Den innledende spørreundersøkelsen til vindkrafteiere, bedrifter og investorer ga et omfattende datamateriale som ble brukt som grunnlag for analyser av det svenske drift- og vedlikeholdsmarkedet. Kartleggingen ga god oversikt over aktørene på dette markedet, og variasjonsbredden i arbeidsoppgaver innenfor drift- og vedlikehold av vindturbiner.

For å få nærmere kunnskap om ulike modeller for hvordan svenske vindkraftverk vedlikeholdes, og utviklingstrender på dette feltet, ble det gjennomført dybde intervjuer hos tre store vindkrafteiere (Vattenfall Vindkraft, Statkraft og Rabbalshede Kraft). Dette er store vindkraftselskap med god kunnskap om vedlikeholdsoppgaver, og ressurser til å bygge opp egne driftsorganisasjoner der det skulle være ønskelig. En kontaktet videre 15 mindre vindkrafteiere, for å undersøke hvordan de ivaretok disse oppgavene.

For å undersøke internasjonale trender innenfor drift og vedlikehold av vindkraftverk, ble det gjennom intervjuer sett nærmere på forholdene i mer modne markeder som Danmark, Tyskland og USA. En så også på Norge, som riktignok ligger langt etter Sverige i utvikling av vindkraft, men som har samme marked og likeartede støtteordninger som Sverige.

### Resultater

Svensk vindkraftproduksjon er i rask vekst. På ti år er installert effekt mer enn ti-doblet og var i 2016 på litt over 6000 MW. Mange store vindkraftverk er nå under utbygging, og vindkraftproduksjonen ventes å øke svært raskt, fra 17 TWh (terrawatt-timer) i 2017 til hele 30 TWh allerede i 2021. Vindkraftproduksjon er dermed i ferd med å bli en svært viktig del av svensk kraftproduksjon.

Utviklingstrenden for nye svenske vindkraftverk er at det bygges store enheter som eies av selskap som mangler egen kompetanse på drift og vedlikehold, og derfor inngår langtidskontrakter med turbinleverandøren for å løse disse oppgavene. Dette framgikk også av intervjuene med de 15 mindre vindkrafteierne, som alle hadde ulike typer serviceavtaler med turbinleverandøren, særlig de første driftsårene. For eldre vindkraftverk blir imidlertid dette for dyrt, slik at en enten bygger egen kompetanse, eller setter oppgavene ut til en tredjepartsaktør.

De tre store selskapene som ble intervjuet driver og vedlikeholder i stor grad sine vindkraftverk i egen regi, med eget vedlikeholdspersonell og omfattende driftsovervåkingssystemer. Reservedeler blir kjøpt inn fra flere leverandører, og en søker å ansette lokalt personell til å ivareta driftsoppgaver så langt det lar seg gjøre.

Sverige har mange eldre vindkraftverk, så her kan det være et voksende marked for svensk næringsliv, og gode muligheter for samarbeid mellom aktører. Det vil også være et voksende marked innenfor Re-powering. Et vindkraftverks levetid er gjerne 20 – 25 år. Deretter må man enten renovere de eksisterende vindturbinene for å øke levetiden, eller demontere turbinene og gjenvinne materialene. Dette kan gi et betydelig marked for svensk næringsliv. Markedet er allerede i utvikling, men vil ekspandere kraftig noen år fram i tid.

Omtrent halvparten av svenske vindkraftverk ligger i skogsområder med kaldt klima, og denne andelen vokser raskt. Drift og vedlikehold i slike omgivelser har utfordringer med hensyn til tilgjengelighet på vinterstid, ising og skader på drivlinjen og bladene. Dette krever god vedlikeholdsplanlegging, avanserte driftsovervåkingssystemer og personell med spesialkompetanse. Her vil det også være et voksende marked for svensk næringsliv, kanskje særlig innenfor driftsovervåking.

Svensk forskning har driftsovervåking som tema. En bred studie av forskningsprosjekter viser at avanserte driftsovervåkingssystemer og vedlikeholdssystemer er et viktig forskningstema. Det samme gjelder muligheter for å redusere driftskostnadene gjennom planlagt utskifting av viktige komponenter, reparasjoner, innkjøp av reservedeler direkte hos produsenter i stedet for hos turbinleverandører mv.

Danmark, Tyskland og USA var alle tidlig ute med å installere vindkraftverk, og har derfor erfaring med hvordan vedlikeholdsmarkedet utvikles med turbinenes alder. I disse landene er det mange små, gamle vindkraftverk som eies av private og vindkraftkooperativer. Disse vindkraftverkene vedlikeholdes vanligvis av tredjepartsaktører, gjerne små og ofte spesialiserte bedrifter som ivaretar ulike former for service og reparasjoner. Det finnes også et marked for reservedeler og et sterkt prispress i markedet. Vindturbinprodusentene har stort sett bare en vedlikeholdsrolle for nyere kraftverk. I Norge har man i stor grad hoppet over perioden med små lokale vindkraftverk, og gått rett på store anlegg. Her har vindturbinprodusentene derfor en mye sterkere rolle i vedlikeholdsarbeidet, og det finnes få tredjepartsaktører på dette markedet.

Drift og vedlikehold av landbaserte vindkraftverk står i dag for 20 – 35 % av livssyklus-kostnadene for vindkraftverket, og det pågår et omfattende forskningsarbeid både i Sverige og internasjonalt for å få disse kostnadene ned. Rapporten gir en omfattende gjennomgang av dette forsknings- og utviklingsarbeidet. Vindturbinene blir stadig større, og krever ny materialteknologi både for rotorblader, maskineri og tårn. Overvåkingssystemene for vindturbiner blir også stadig mer avanserte og proaktive, og kan avdekke driftsproblemer før de blir alvorlige for produksjonen.

Ny produktteknologi og nye driftsovervåkingssystemer blir hele tiden tatt i bruk og vedlikehold av turbinene blir stadig mer spesialisert. En følge av dette er at omtrent alle nye vindkraftverkeiere nå inngår fullserviceavtaler med vindturbinprodusentene om vedlikehold av vindturbinene, slik at de har rask tilgang på reservedeler og reparasjoner. Få vindkraftverkeiere bygger i dag egen kompetanse på turbinvedlikehold, og tredjepartsaktører kommer vanligvis først inn etter mange års drift, når fullserviceavtalene med leverandøren går ut.

Når det gjelder drift og overvåking, ser vindturbinleverandørene dette som en del av sin driftsmodell og tilbyr gjerne slike tjenester. Finansielle vindkrafteiere og mindre aktører kjøper gjerne slike tjenester fra turbinleverandøren eller tredjepartsleverandører, mens store kraftselskaper og vindkraftselskaper med mange vindkraftverk, gjerne ønsker bygge opp egen kompetanse på dette området.

For å ta vare på de mulighetene den raske vindkraftutbyggingen i Sverige nå gir for svensk næringsliv, er det behov for et tett samarbeid mellom mange aktører. Derfor foreslås det avslutningsvis å bygge opp et nettverk av svensk næringsliv, vindkraftbransjen, myndigheter og forskningsinstitusjoner som kan ivareta de identifiserte markedsmulighetene som dette økende drifts- og vedlikeholdsbehovet gir.

## **2.2 Etterprøving av norske vindkraftverk**

### **2.2.1 Utførte studier**

Det er gjennomført to norske studier som etterprøver virkninger av vindkraftetableringer på lokalt og regional verdiskaping. Den eldste rapporten «Regionale og lokale ringvirkninger av vindkraftutbygging» ble utarbeidet i 2009 - 2010 av Ask Rådgivning (nå en del av Norconsult) og Agenda Kaupang [2]. Gjennom studie av fem etablerte norske vindkraftverk forsøker denne rapporten å belyse lokale og regionale ringvirkninger av vindkraftutbygging i plan-, anleggs- og driftsfase. Hovedvekt er lagt på virkninger på lokal og regional verdiskaping, næringsliv og kommunal økonomi. Følgende fem vindkraftverk var omfattet av studien:

- Smøla I – 40 MW, Møre og Romsdal, i drift 2002
- Smøla II – 110 MW, Møre og Romsdal, i drift 2005
- Hitra I – 54 MW, Sør-Trøndelag, i drift 2004
- Bessakerfjellet – 57,5 MW, Sør-Trøndelag, i drift 2008
- Kjøllefjord – 39 MW, Finnmark, i drift 2006

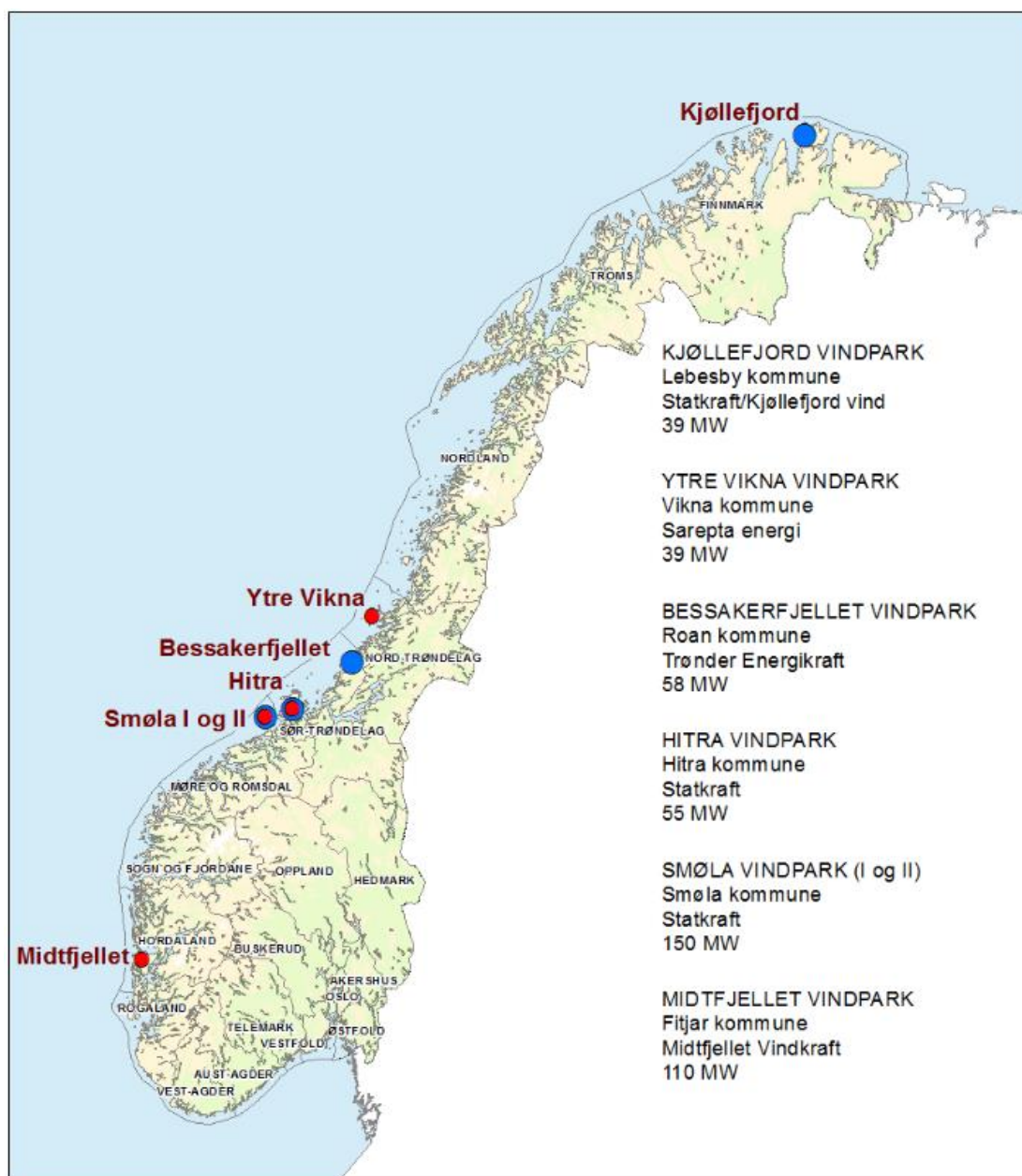
I desember 2016 presenterte Norconsult og Agenda Kaupang en supplerende etterprøvningsstudie, «Samfunnsmessige virkninger av vindkraftverk. En etterprøving av fire vindkraftverk». [3]. Formålet med denne supplerende studien var å oppdatere kunnskapen med nyere utbyggingsprosjekter og erfaringer fra drift av de første større vindkraftverkene i Norge. Studien omfattet de to nyere vindkraftverkene Midtfjellet (110 MW, i drift 2013) i Hordaland og Ytre Vikna (39 MW i drift i 2012) i Nord-Trøndelag, samt vindkraftverkene Smøla I og II og Hitra, som ble bygget i perioden 2000 – 2005 og som også var omfattet av den første studien. Rapporten tar for seg nasjonal, regional og lokal verdiskaping, samt mulige positive og negative virkninger for reiseliv og friluftsliv. Resultatene sammenliknes med studien fra 2010.

### **2.2.2 Metode**

Ved etterprøving av de over nevnte vindkraftverkene påvirkning på lokal og regional verdiskaping, er det benyttet en metode utviklet av Agenda Kaupang. Metoden tar utgangspunkt i en oppsplitting av prosjektregnskapene og driftsregnskapene for de aktuelle vindkraftverkene på et tilstrekkelig detaljert nivå til at strukturen i vare- og tjenesteleveransene til vindkraftverkene framgår. I samarbeid med prosjektlederen for utbyggingsprosjektene og med driftslederne i de deltakende vindkraftverkene, er norsk, regional og lokal

andel av verdiskapingen innenfor hver underkategori identifisert. Videre er hovedleverandørene til utbyggingsprosjektene bedt om en tilsvarende vurdering på deres områder.

Norsk verdiskaping omfatter kontraktsverdien av norsk produksjon fratrukket verdien av eventuell import til kontrakten fra utlandet. I tillegg kommer norsk vare- og tjenesteleveranse til utenlandske kontrakter. Verdiskaping på regionalt og lokalt nivå beregnes på tilsvarende måte, men da sett fra regionens, eller lokalsamfunnets ståsted.



Figur 2-1 Vindkraftverkene som var omfattet av de to etterprøvningsstudiene. Blå markering, studien fra 2010, rød markering studien fra 2016.

## 2.2.3 Resultater

### Byggefasen

Studiene viste at den norske andelen av verdiskapingen lå mellom 21 % og 36% av total verdiskaping, se Tabell 2-2. Norsk verdiskaping er i hovedsak knyttet til terrengarbeid og fundamentering, men også interne kraftkabler og kraftledninger for nettilknytning. Også planlegging og administrasjon er vanligvis norske leveranser. Selve vindturbinene utgjorde nær 75 % av totalkostnadene i de vindkraftverkene som ble studert i 2010, og disse var produsert i utlandet med svært små eller ingen norske andeler av verdiskapingen.

I studien fra 2016 ble det i Vikna og Midtfjellet vindkraftverk, som ble bygget i perioden 2011 – 2013, registrert en norsk andel av verdiskapingen i utbyggingsprosjektene på henholdsvis 36 % og 32 %. Dette var en klar økning i forhold til de fem vindkraftverkene som ble bygget i perioden 2001 – 2008, der norsk andel av verdiskapingen med samme metode, ble beregnet til 21 % - 26 %.

*Tabell 2-2 Beregnet norsk, regional og lokal verdiskaping i prosent av totalinvesteringen i vindkraftverket. De fem nederste vindkraftverkene ble vurdert i studien i 2010.*

Vindpark	Oppstartsår	Turbin produsent	Antall turbiner	Norsk andel verdiskaping	Regional andel verdiskaping	Lokal andel verdiskaping
Midtfjellet	2013	Nordex	44	32 %	12 %	11 %
Ytre Vikna	2012	Enercon	17	36 %	30 %	14 %
Bessakerfjellet	2008	Enercon	25	21 %	17 %	12 %
Kjøllefjord	2006	Siemens	17	26 %	9 %	4 %
Smøla 2	2005	Siemens	48	21 %	7 %	2 %
Hitra	2004	Siemens	24	25 %	17 %	5 %
Smøla 1	2002	Siemens	20	22 %	13 %	5 %

Årsaken til dette viste seg å være at importerte vindturbiners andel av totalinvesteringen i vindkraftverkene hadde gått betydelig ned i den aktuelle perioden, fra rundt 75 % i den tidligere studien til rundt 60 % i studien fra 2016. Dette skyldes ikke at vindturbinene var blitt billigere, det skjedde først noen år senere. Årsaken var i stedet at kostnadene til bygge- og anleggsarbeider og elektrotekniske installasjoner i vindkraftverkene var blitt svært mye dyrere, slik at norsk andel av verdiskapingen hadde økt. Dette påvirket også den regionale og lokale verdiskapingen i utbyggingsprosjektene, som i disse vurderte vindkraftverkene også viste økning fra de første til de nyeste vindkraftverkene.

Regional andel av den norske verdiskapingen i utbyggingsprosjektene viste seg å variere betydelig, fra rundt 33 % ved Kjøllefjord og Smøla II til 68 % for Hitra og 84 % for Bessakerfjellet. Den regionale andelen av verdiskapingen er direkte knyttet sammen med regionens størrelse, industrielle tyngde og kapasiteten til entreprenørene innenfor bygg- og anlegg. Videre er utbyggingens størrelse og utbyggingshastighet viktig.

I det hele tatt er regional andel av verdiskapingen i et byggeprosjekt et vanskelig begrep som bør brukes med forsiktighet. Det viktigste spørsmålet for vertskommunene er hva utbyggingen vil bety for lokalsamfunn og lokalt næringsliv.

Lokal andel av verdiskapingen i utbyggingsprosjektene er vurdert i forhold til det lokale bolig- og arbeidsmarkedet rundt vindkraftverkene. En fant i studiene at lokal andel av den norske verdiskapingen varierte betydelig, fra 10 % for Smøla II (18 MNOK 2002 kr), i underkant av 40% for Midtfjellet (ca 125 MNOK i 2013 kr) og til hele 58 % for Bessakerfjellet (58 MNOK 2008 kr). Bessakerfjellet var imidlertid et nokså uvanlig utbyggingsprosjekt fordi lokalsamfunnet hadde en stor entreprenør som sto for mesteparten av grunnarbeidene, og fordi utbyggeren opprettet en egen lokal utbyggingsorganisasjon. Vanligvis kommer

hovedentreprenør og prosjektadministrasjon utenfra, slik at lokal andel av verdiskapingen blir betydelig lavere enn i dette tilfellet.

Den lokale verdiskapingen består i hovedsak av grunnarbeider knyttet til fundamenter, veg og kabelgrøfter, transporttjenester og byggarbeider som utføres av lokale entreprenører. I tillegg inngår losji og forpleining, samt kompensasjon som utbetales til berørte grunneiere før anlegget er i drift.

Konklusjonen på sammenlikning av andeler lokal verdiskaping var ganske klar. Ønsker man å maksimere regional og lokal verdiskaping, er det viktig å velge en regional hovedentreprenør til bygge- og anleggsarbeidene i vindkraftverket, og helst en med et godt utbygget lokalt nettverk.

### Driftsfasen

I studiene fra hhv 2010 og 2016 [3] ble det også gjort en etterprøving av verdiskaping lokalt, regionalt og nasjonalt knyttet til drift av de tidligere omtalte vindkraftverkene. Studien fra 2016 omfattet driftserfaringer fra de fire vindkraftverkene Smøla I og II (her betraktet som ett vindkraftverk), Hitra, Midtfjellet og Ytre Vikna.

De viktigste elementene i verdiskapingen knyttet til drift av vindkraftverk, er eieroppfølging inklusive administrasjon, kraftomsetning og forsikringer, grunneiererstatninger, eiendomsskatt til vertskommunen samt driftskostnader knyttet til vindturbinene og infrastrukturen, se eksempel i Tabell 2-3. Typiske tjenester som kan ligge lokalt er, i tillegg til grunneiererstatninger og eiendomsskatt, drift og daglig vedlikehold av vindturbiner og infrastruktur.

Tabell 2-3 Verdiskaping ved drift av Smøla vindkraftverk I og II 2014, norsk andel av total verdiskaping, regional andel av norsk og lokal andel av regional verdiskaping

Drift Smøla 2014	Drift		Norsk verdiskaping		Regional verdiskaping		Lokal verdiskaping	
	Mill 2014-kr	(%)	Mill 2014-kr	(%)	Mill 2014-kr	(%)	Mill 2014-kr	(%)
<b>Eieroppfølging</b>								
Administrasjonskostnader mv.	0,9	100 %	0,9	40 %	0,4	100 %	0,4	
Kraftomsetning mv.	0,5	100 %	0,5	0 %	-	0 %	-	
Forsikring	2,8	100 %	2,8	0 %	-	0 %	-	
<b>Drift av vindparken</b>								
Driftsmateriell/reservedeler	2,7	15 %	0,4	70 %	0,3	70 %	0,2	
Tjenester fra Statkraft Energi	15,7	100 %	15,7	90 %	14,1	100 %	14,1	
Drift infrastruktur	0,9	100 %	0,9	90 %	0,8	100 %	0,8	
Uforutsett, andre driftskostnader	0,7	80 %	0,6	60 %	0,3	90 %	0,3	
<b>Grunneiererstatning</b>	1,1	100 %	1,1	85 %	0,9	70 %	0,7	
<b>Kommunal eiendomsskatt</b>	8,8	100 %	8,8	100 %	8,8	100 %	8,8	
<b>Sum driftskostnader</b>	34,1	93 %	31,7	81 %	25,7	98 %	25,3	

Resultatet fra etterprøvingen viste at norsk andel av verdiskapingen har gått betydelig opp fra den første studien til den andre studien, fra rundt 60 % i 2009 til rundt 90 % i 2015. Årsaken til dette var dels at vindkraftverkeiere som Statkraft selv hadde overtatt tyngre vedlikehold av vindturbinene, og dels at i alle fall to av vindturbinprodusentene, Enercon og Nordex, de siste årene hadde bygget opp egne vedlikeholdsorganisasjoner i Norge, og vedlikeholder sine vindkraftverk med norsk personell. Når det gjelder regionale og lokale verdiskapingsandeler av driftskostnadene, så hadde det ikke skjedd noen strukturelle endringer i perioden, men andelene hadde gått betydelig opp som følge av at norsk verdiskaping hadde økt.

Det avgjørende for størrelsen på lokal verdiskaping og sysselsetting vil være om drift og tyngre vedlikehold utføres av lokalt personell. Reservekomponenter til vindturbiner samt spesialisttjenester vil normalt måtte hentes utenfra.

### 3 Drøfting og oppsummering

Alle de seks studiene som er gjennomgått ovenfor tar sikte på å belyse regionale og lokale økonomiske virkninger av bygging og drift av vindkraftverk. Studieområde og metodevalg er imidlertid svært forskjellige, og strekker seg fra store statistiske makrostudier av alle vindkraftverk i et stort geografisk område, til regnskapsmessig etterprøving av enkeltkraftverk. Dette gjør studiene vanskelig å sammenlikne og kommentere samlet. Noen interessante forhold er imidlertid kort kommentert nedenfor.

Den amerikanske og den tyske etterprøvningsstudien har begge som hovedtema å undersøke virkningen av bygging og drift av vindkraftverk på den økonomiske utviklingen på fylkesnivå i henholdsvis midt-vesten i USA og i Tyskland. Den amerikanske etterprøvningsstudien fant statistisk utsagnskraftige tall som viste at bygging og drift av vindkraftverk ga økonomiske virkninger på regionalt nivå i form av økt personinntekt og økt sysselsetting. Den tyske etterprøvningsstudien fant imidlertid ingen slik statistisk sammenheng.

Nå betyr ikke de tyske resultatene nødvendigvis at det ikke er noen regional sammenheng mellom vindkraftutbygging og økonomisk utvikling i Tyskland. Man klarte bare ikke statistisk å påvise en slik sammenheng i det datamaterialet en analyserte. Årsaken til dette kan være at mens den amerikanske studien så på rurale områder der det er liten konkurranse om arealer, og vindkraft utgjør en betydelig del av økonomien, så behandlet den tyske studien i hovedsak tettbygde områder med en mye større økonomi. Dermed er det nok fare for at de økonomiske virkningene av vindkraft for slike fylker er forholdsvis marginale, og dermed vanskelig å påvise statistisk.

At utbygging og drift av vindkraft faktisk gir regionale virkninger viser ellers både den svenske studien om lokal nytte av vindkraft, amerikanske etterprøvningsstudier av konkrete vindkraftprosjekter og våre egne etterprøvningsstudier av norske vindkraftverk. Men også i disse studiene ser en at virkningene på fylkesnivå er forholdsvis små i forhold til resten av den regionale økonomiske aktiviteten. Det er først på lokalt nivå, kommune eller lokalsamfunn, at virkningene av vindkraft virkelig gjør seg gjeldende.

Den tyske etterprøvningsstudien har ellers som hovedtema både på teoretisk og empirisk grunnlag, å vise at beslutninger om utbygging av vindkraft ikke tas ut fra regionale økonomiske betraktninger alene. Også andre forhold som for eksempel miljømessige argumenter er viktige i en slik beslutningsprosess. Det stemmer også godt med norske erfaringer på området.

Den amerikanske studien peker på at de regionale og lokale økonomiske virkningene av vindkraftverk er mye større dersom eierne er lokale enn om eierne kommer utenfra. Det stemmer også godt med den svenske og de norske erfaringene, både i utbyggingsfasen og i driftsfasen. Bruk av regionale og lokale entreprenører bidrar mye til dette. Regionale eiere er også viktig for regional verdiskaping i driftsfasen.

Ellers viser den svenske studien om lokal nytte av vindkraft at mange utbyggingsprosjekter møter lokal motstand, fordi lokal nytte av prosjektet sett fra lokalsamfunnets synspunkt blir for liten i forhold til lokale ulemper. Sverige mangler lovfestede kompensasjonsordninger for berørte lokalsamfunn, og eiendomsskatten er statlig. Selv om bygging og drift av vindkraftverk gir lokale leveranse og sysselsettingsvirkninger blir den lokale nytten av vindkraftverkene likevel liten, og utbyggingsprosjekter har lett for å møte stor lokal motstand.

Her er det noe annerledes i Norge. Utover grunneiererstatning har vi heller ikke noen lovfestede kompensasjonsordninger ved vindkraftutbygging. I stedet har Norge imidlertid kommunal eiendomsskatt som gir berørte kommuner en betydelig ekstraintekt som de kan bruke til nytte for lokalbefolkningen. Dette kommer i tillegg til lokale vare- og tjenesteleveranser og noe lokal sysselsetting. Den lokale nytten av vindkraftverk i Norge blir dermed normalt større enn i Sverige, noe som nok ofte bidrar til å dempe lokal motstand mot vindkraftprosjekter, i alle fall hos kommunepolitikere.

Den svenske driftsstudien viser at det i Sverige i løpet av få år trolig vil oppstå et betydelig marked for drift og vedlikehold av eldre vindkraftverk. I tillegg vil det oppstå et stort marked for oppgradering av eldre vindturbiner, samt for demontering og gjenvinning av eldre vindturbiner der de skiftes ut i repowering prosjekter. Den samme utviklingen kan ventes i Norge, men markedsutviklingen vil trolig komme betydelig senere da vi har få gamle vindkraftverk.



## 4 Referanser

- [1] Olje og energidepartementet 09022017 brev til Norges vassdrags- og energidirektorat. Bestilling - nasjonal ramme for vindkraft.
- [2] Ask Rådgivning as og Agenda Kaupang as, september 2010. Regionale og lokale ringvirkninger av vindkraftutbygging. Rapport 09-165-1.
- [3] Norconsult AS og Agenda Kaupang AS, 2016. Samfunnsmessige virkninger av vindkraftverk. En etterprøving av fire vindkraftverk.
- [4] Energy Economics 34 (2012). Jason P. Brown, John Pender, Ryan Wiser, Eric Lantz og Ben Hoen. Forfatterne er forskere ved USDA, Economic Research Service, Washington D.C, National Renewable Energy Laboratory, Golden Colorado og Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley California. "Ex post analysis of economic impacts from wind power development in U.S. counties".
- [5] IZA discussion Paper no. 9025, April 2015. Nils G. May ved forskningsinstituttet DIW i Berlin og Øyvind A. Nilsen ved IZA og Handelshøyskolen i Bergen. "The Local Economic Impact of Wind Power Deployment"
- [6] ETOUR Report 2014:6. Lokal nytta av vindkraft.
- [7] Vindkraftcentrum.se 2018. Førdjupande studie – drift och underhåll.