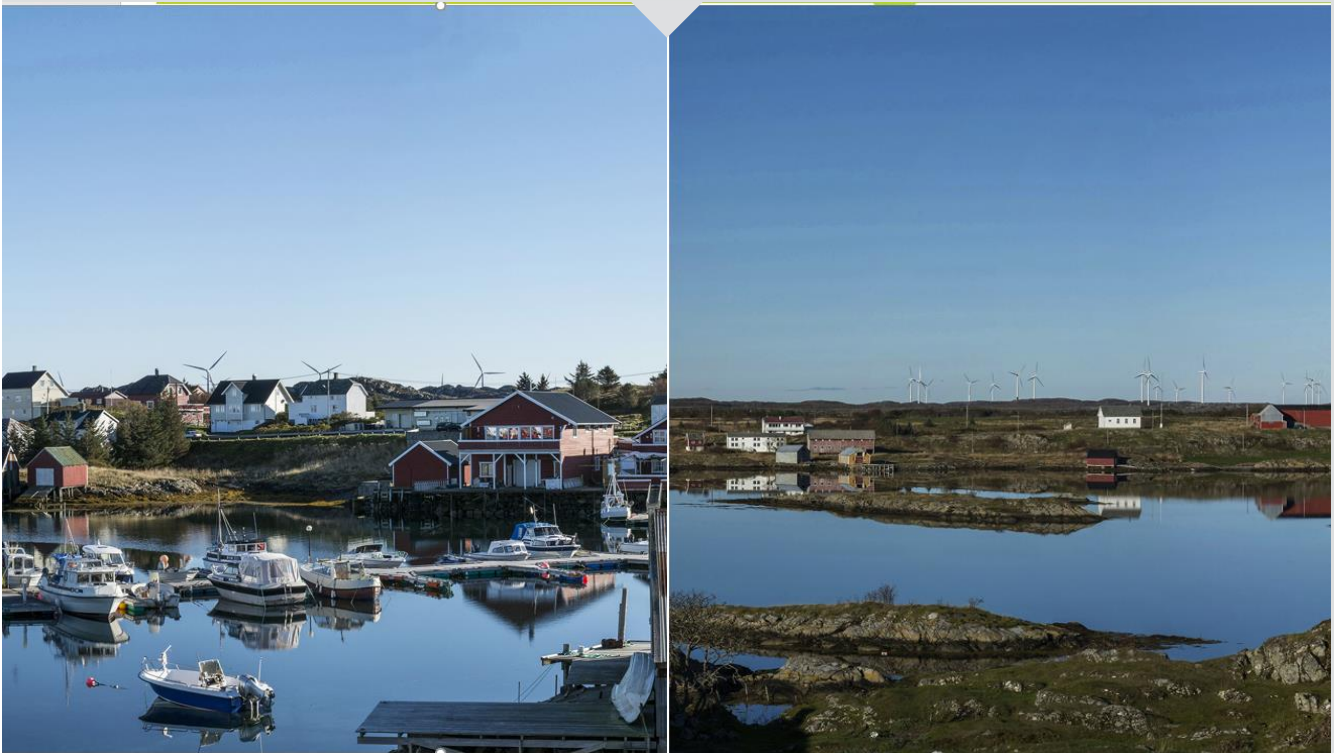


Norges vassdrags- og energidirektorat

Vindkraftverks påvirkning på eiendomspriser -

Oppsummering av noen internasjonale studier



Oppdragsnr.: 5176376 Dokumentnr.: 01- Versjon: D02
2017-11-13

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat
Oppdragsgivers kontaktperson: Bushra Butt
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Einar Berg
Fagansvarlig: Elise Førde
Andre nøkkelpersoner: Erik Holmelin, Agenda Kaupang

D02	2017-11-13	Endelig rapport	Erik Holmelin , Elise Førde	Elise Førde	Einar Berg
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) arbeider med et forslag til nasjonal ramme for landbasert vindkraft. En sentral del av arbeidet er å gi en samlet framstilling av kunnskapsgrunnlaget om virkninger av vindkraft. Ett av temaene som skal belyses er nabovirkninger. I den forbindelse har Norconsult i samarbeid med Agenda Kaupang utarbeidet denne rapporten som er en oppsummering av noen utenlandske studier av vindkraftverks påvirkning på eiendomspriser.

Fem studier er gjennomgått og hver enkelt er kort oppsummert i rapporten. Studiene er utarbeidet i perioden 2013-2016 av forskningsmiljøer i Tyskland, Nederland, Danmark, USA og Storbritannia. Overføringsverdi til norske forhold er kort vurdert.

Fire av de fem studiene som er gjennomgått, fra fire forskjellige land, viser at det statistisk sett er en signifikant eller utsagnskraftig negativ effekt på boligpriser tett opp mot vindturbiner, og at denne negative effekten avtar med økende avstand til turbinen. Dette må derfor betraktes som et etablert faktum.

Metodene som er brukt for å kvantifisere vindturbiners innvirkning på verdien av nærliggende boliger, er temmelig like i alle de fem gjennomgåtte studiene. Alle bruker multivariabel regresjon i ulike varianter, og kontrollerer resultatene ved bruk av standard statistisk verktøy.

Hovedfokus og dataomfang varierer mellom studiene. Noen ser både på visuelle virkninger og virkninger av støy. Noen vurderer bare visuelle virkninger. Noen studier ser på forholdet til enkeltturbiner, mens andre ser på vindparker. Noen fokuserer bare på avstand, andre på synlighet.

Som en kan vente varierer de statistisk signifikante resultatene mellom studiene. I studien fra Danmark er virkningene av støy og visuelle virkninger forsøkt separert. Studien konkluderer med at støy fra vindturbinene bidrar med en negativ effekt på eiendomsprisene på 3-7 %, men raskt avtakende ut mot 500 m fra vindturbinen. Støy gir altså svært lokal påvirkning på eiendomsprisene.

Studiene viser at visuelle effekter har lengre rekkevidde og gir en statistisk signifikant negativ virkning på boligprisene ut mot 4 km for enkeltturbiner og små vindparker og betydelig lenger for store vindparker. Effekten er målt til over 6 % innenfor 1 km fra vindparken, og kanskje mer ved ekstrem visuell belastning for boligen. Effekten avtar med økende avstand, og er målt til mellom 1,4 % og 6 % i en avstand av 2 km fra vindturbiner. Resultatene varierer dermed betydelig mellom de ulike studiene.

Noen av resultatene fra undersøkelsene ovenfor kan også være relevante for norske forhold, selv om de norske vindparkene er lokalisert i grigrendte strøk, ikke nær tettbebyggelse. En har klart å påvise at det er en negativ sammenheng mellom synlighet av vindturbiner og salgsprisen på nærliggende boliger. Det gjelder sannsynligvis også i Norge. Undersøkelsene har videre påvist at denne negative effekten på boligprisene avtar med økende avstand til synlige vindturbiner og er klart størst innenfor en avstand på 2 km fra nærmeste vindturbin. Lenger unna avtar effekten raskt, særlig for enkeltturbiner.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og formål	5
1.2	Innhold og avgrensning	5
2	Oppsummering av fem nyere studier	6
2.1	Virkninger av støy og visuell forurensning fra vindturbiner på eiendomspriser i Danmark (2013)	6
2.2	Effekten av vindparker på omkringliggende eiendomspriser i USA. (2013)	8
2.3	Verdsetting av visuelle virkninger av vindturbiner gjennom prisen på hus i England og Wales. (2015)	11
2.4	Synlighet av vindparkeres innvirkning på eiendomsverdier i Tyskland. (2016)	13
2.5	Effekten av vindturbiner på boligpriser i Nederland. (2016)	15
3	Drøfting og oppsummering	18
4	Referanser	21

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) fikk i februar 2017 i oppdrag fra Olje- og energi-departementet (OED) å lede et arbeid med å utarbeide forslag til nasjonal ramme for landbasert vindkraft [2]. Det skal utpekes 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 sentral 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 skal inneholde vurderinger av hvilke virkninger som bør vektlegges i konsesjonsbehandlingen. Den skal også kunne benyttes til å peke ut «egne områder» i den nasjonale rammen for vindkraft.

Ett deltema som vurderes nærmere er nabovirkninger. Påvirkningsfaktorer i forhold til naboer vil typisk være støy, visuell påvirkning, lysforurensning, skyggekast og refleksblink.

Det foreligger en del studier fra utlandet om virkninger på eiendomspriser i områder som ligger nær vindkraftverk. Påvirkning på eiendomsprisene vil kunne være en blant flere indikatorer på samlet belastning for naboer forårsaket av vindkraftverk. Norconsult fikk i oktober 2017 i oppdrag fra NVE å summere opp viktige funn i noen av disse studiene som et ledd i sammenfatning av kunnskapsgrunnlaget. NVE ønsker også å vurdere om resultatene fra studiene kan gi nyttige innspill til fastsettelse av anbefalt minsteavstand fra vindturbiner til bebyggelse.

1.2 Innhold og avgrensning

Norconsult mottok fem studier av vindkraftverks påvirkning på eiendomspriser fra NVE. Studiene var utarbeidet i perioden 2013-2016 av forskningsmiljøer i Tyskland, Nederland, Danmark og Storbritannia. Søk på Google Scholar på temaet vindkraftverk og boligpriser viste i hovedsak de samme studiene som mest relevante, men førte til at en noe eldre engelsk studie (Sims et al.) fra 2010 ble byttet ut med en nyere og langt mer omfattende studie fra USA.

De fem utvalgte studiene er gjennomgått og hver enkelt er kort oppsummert i kap. 2 i denne rapporten. I kap. 3 gis en sammenfatning av resultatene fra studiene og resultatenes overførbarhet til norske forhold drøftes.

Omfanget av dette utredningsarbeidet har vært begrenset av stramme ressurs- og tidsrammer. Kun et utvalg av nyere studier fra de siste fem årene er derfor gjennomgått, og dette utvalget kan naturligvis diskuteres. Imidlertid er det slik at statistiske metoder for å studere vindkraftverks påvirkning på eiendomspriser har utviklet seg over tid, samtidig som studiene av disse forhold de siste årene har blitt mye mer omfattende. Dette har ført til at man i flere av de utvalgte studiene har klart å finne statistisk utsagnskraftige sammenhenger mellom vindkraftverk og omkringliggende eiendomspriser, noe man i tidligere studier ikke hadde tilstrekkelig datagrunnlag til å påvise. Det er derfor de nyeste studiene som er mest relevante for å studere vindkraftverks påvirkning på eiendomspriser, og de fem utvalgte studiene gir etter vår mening et godt bilde av nyere forskning på dette området.

2 Oppsummering av fem nyere studier

I dette kapitlet gis det en kort sammenfatning av fem utvalgte nyere studier av virkninger av vindkraftverk på omkringliggende eiendomspriser fra USA, Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia. Alle studiene er utført i perioden 2013-2016. For hver av studiene beskrives kort:

- Hovedproblemstilling som er forsøkt belyst
- Studieområdet
- Metode
- Resultater og konklusjoner

En sammenfattende gjennomgang med vurdering av overførbare forhold til norske forhold er gitt i kapittel 3.

2.1 Virkninger av støy og visuell forurensning fra vindturbiner på eiendomspriser i Danmark (2013)

Formell referanse til studien er: Jensen, Panduro & Lundhede. The Vindication of Don Quijote: The impact of noise and visual pollution from wind turbines on local residents in Denmark. IFRO Working Paper 2013/13 [1].

Hovedhensikten med denne studien var:

- Å beregne vindturbiners påvirkning på eiendomspriser innenfor en avstand på henholdsvis 600 m og 2 500 m fra vindturbinen, med utgangspunkt i gjennomførte eiendomstransaksjoner.
- Å skille og kvantifisere negativ påvirkning på eiendomspriser forårsaket av hhv støy og visuelle effekter

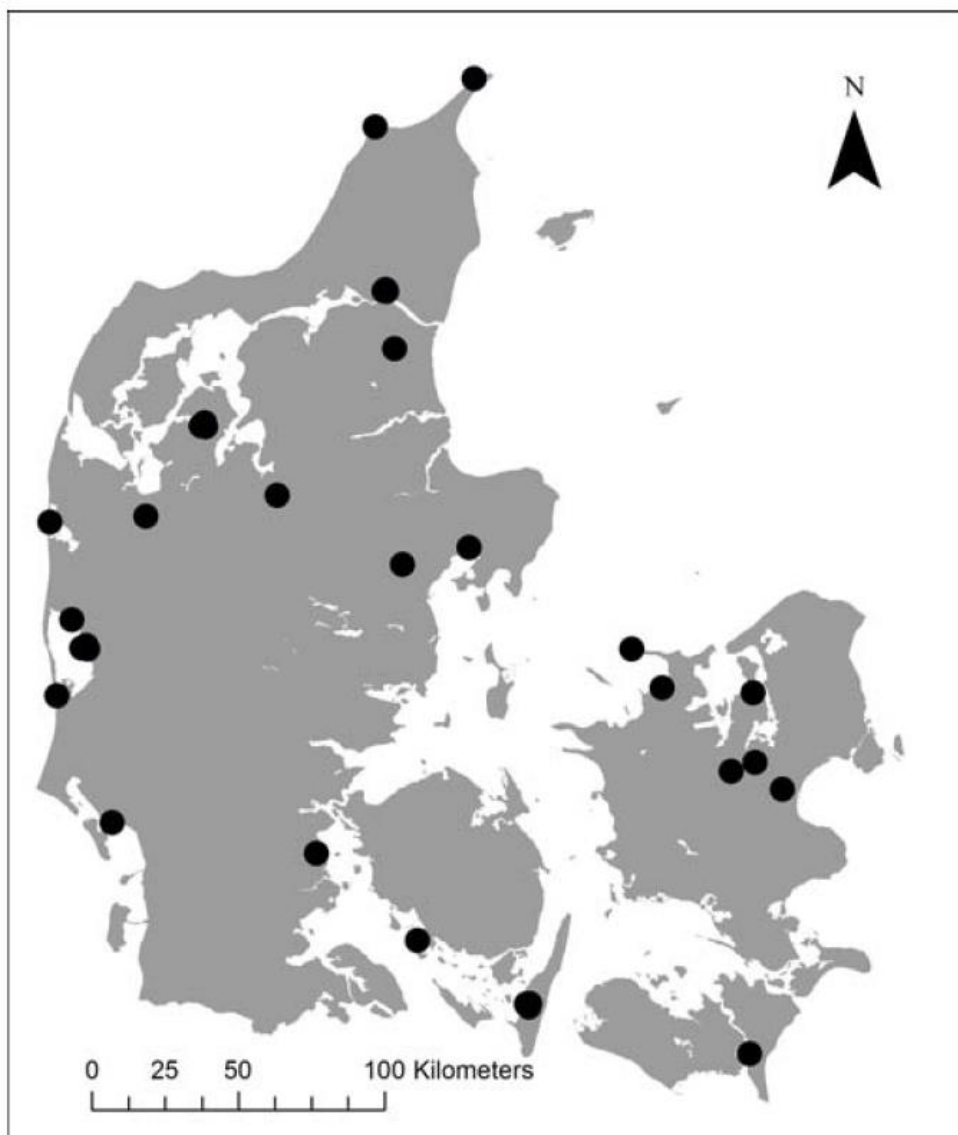
Studieområde og datagrunnlag

Studien baserte seg på det nasjonale danske eiendomsregisteret, og omfatter 12 460 eneboligsalg i perioden 2000 – 2011, innenfor 24 adskilte lokalsamfunn fordelt på 20 kommuner rundt omkring i Danmark. Studieområdenes geografiske spredning er vist i Figur 2-1. Datagrunnlaget omfattet også strukturelle forhold ved de omsatte husene, slik at type bolig, størrelse, bygningsmessig standard mv framgikk. Samlet omfattet studien et område på 647 km² med nær 56 000 hus.

De utvalgte lokalsamfunnene er i hovedsak tettsteder og mindre byer i landlige omgivelser. Hovedkriteriet for valg av lokalsamfunn var at de hadde nærliggende vindturbiner og at de hadde så mange eiendomstransaksjoner som mulig innenfor en radius på henholdsvis 600 m og 2 500 m fra nærmeste vindturbin.

Dataene som er benyttet i studien omfattet registrerte salgspriser på eiendommer over en 12 års periode fra 2000 til 2011. En rekke vindturbiner ble etablert nær de utvalgte lokalsamfunnene i denne perioden. Registrerte eiendomspriser før vindkraftetablering ble modellert med ingen ekstern negativ påvirkning på eiendommen.

Dataene for eiendomstransaksjoner ble kombinert med data for vindturbiner fra det danske energiverket, som omfattet turbinenes nøyaktige plassering, størrelse, høyde, rotordiameter mv. På dette grunnlag ble det for hver vindturbin etablert et detaljert synlighetsfelt ut til en radius på 2 500 m, som viste fra hvilke hus i det aktuelle området vindturbinen kunne sees. En innhentet også støydata fra vindturbinprodusentene og etablerte støysoner innenfor en radius på 600 meter fra turbinene, og merket seg hvilke hus som lå innenfor disse støysonene.



Figur 2-1 Lokalisering av studieområdene

Metode

For å kartlegge nærliggende vindturbiners innvirkning på lokalsamfunnet, bruker man i denne studien en såkalt hedonistisk boligprismodell, der en lar vindturbinenes innvirkning på boligprisene i området representere vindturbinenes innvirkning på innbyggernes samlede nytte eller om en vil behovstilfredsstillelse. Endringer i innbyggernes samlede nytte kan ikke uten videre måles. Man bruker derfor hva man er villig til å betale for en bolig innenfor og utenfor en vindturbiners influensområde på 2 500 m som mål på hvordan innbyggernes nytte påvirkes av vindturbinen. Metoden har selvsagt sine svakheter, men er for tiden det beste verktøyet samfunnsforskerne har for å kartlegge slike forhold.

En tostegs hedonistisk prismodell for eneboliger ble etablert i denne studien for å ta hensyn til ulike prisnivåer over tid og mellom ulike lokalsamfunn, og videre ulike prisnivå mellom boliger av forskjellig kvalitet og størrelse innenfor ulike deler av de aktuelle lokalsamfunnene. Virkningen av vindturbiner ble modellert ved hjelp av dummyvariabler som indikerer om vindturbinen kan sees eller høres fra den aktuelle bolig eller ikke, og ved avstanden til nærmeste vindturbin. Deretter brukes avanserte økonometriske regresjonsmetoder til å estimere henholdsvis visuelle og støymessige virkninger av en

vindturbin på innbyggernes samlede nytte, uttrykt gjennom forskjeller i salgsprisene for boliger innenfor og utenfor vindturbinens influensområde.

Til slutt tolkes resultatene statistisk med hensyn til statistisk signifikans (utsagnskraft) og det legges inn filtre for å skille ut virkningene av støy og virkningene av synbarhet i ulike avstander fra vindturbinen. En nærmere beskrivelse av modell og beregningsmetoder blir nødvendigvis svært teknisk, så det vises til artikkelen som er referert ovenfor for en gjennomgang av disse forhold.

Resultater og konklusjoner

Studien er basert på et meget stort datamateriale, og en har derfor som en av de første studiene på området lyktes med å få fram statistisk signifikante resultater. Studien konkluderer med at boliger med utsyn til en eller flere vindturbiner og/eller betydelig lydpåvirkning fra vindturbiner har oppnådd en betydelig lavere salgspris i markedet enn boliger uten en slik visuell påvirkning. I ekstreme tilfeller, der boligen ligger svært nær en vindturbin, kan reduksjonen i salgspris på boligen være opp mot 10 %, hvorav rundt 2/3 er virkninger av støy. Da snakker man imidlertid om boliger som ligger så nær vindturbinen at de får en støypåvirkning på 40 – 50 dB (desibel) og her har man svært få observasjoner. Effekten av støy avtar raskt med økende avstand fra turbinen. Effekten av synlige vindturbiner på boligprisen avtar også med avstanden mellom bolig og vindturbin, men betydelig langsommere. Studien måler denne effekten helt ut til 2 500 m.

Splittet på effekt av synbarhet og støy, viser resultatene at utsyn til en eller flere vindturbiner kan forklare en reduksjon i salgspris på 3,15 % for boliger i gjennomsnitt innenfor en radius fra nærmeste vindturbin på 2 500 m. Reduksjonen i salgspris er størst ved lokalisering tett opp mot vindturbinen, og avtar med 0,24 % for hver 100 m utover.

Effekten av synlighet endres til en positiv påvirkning ved en avstand på 1300 m. Dette forklares med at vindkraftanlegg oppleves på den ene siden som en negativ påvirkning ved nært naboskap. Ved større avstander endres dette bildet slik at de positive samfunnsmessige virkningene av vindkraft som en bærekraftig løsning for energiproduksjon blir dominerende. En annen tolkning i artikkelen er at disse eiendommene i utgangspunktet har så fin utsikt at en vindturbin i en avstand på 1300 m ikke gir vesentlig forringelse av denne.

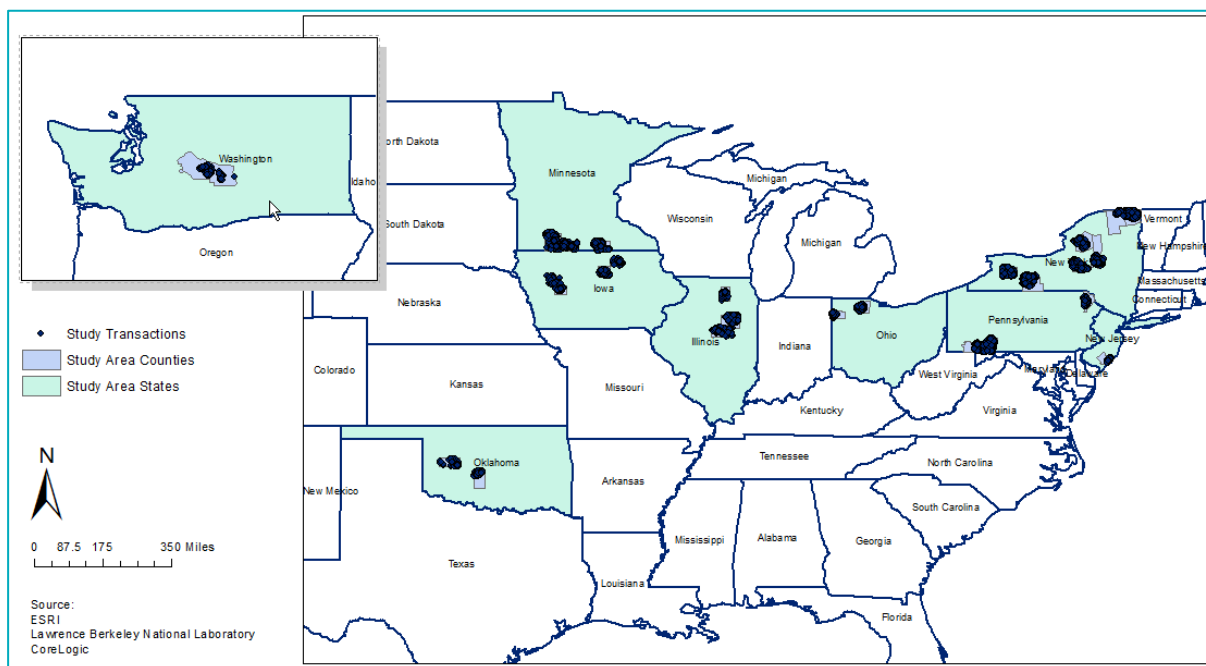
For støy er beregnet reduksjon i salgspris på 6,7 % for boliger med støybelastning på 40 – 50 dB, 5,5 % for boliger med støybelastning på 30 – 39 dB og 3,1 % for boliger med støybelastning på 20 – 29 dB.

En svakhet i studien er at akkumulerte effekter av flere synbare turbiner eller en større vindpark ikke er belyst. Det er kun virkningen av nærmeste turbin som er beregnet, og virkningene av en større vindpark innenfor synsfeltet fra en bolig kan være betydelig større. Mulig effekt av ulikt utseende av ulike vindturbiner er heller ikke analysert, selv om dette trolig er av mindre betydning.

2.2 Effekten av vindparker på omkringliggende eiendomspriser i USA. (2013)

Formell referanse til denne studien er: Hoen, Brown, Jackson, Wiser, Thayer & Cappers (2013): A Spatial Hedonic Analysis of the Effects of Wind Energy Facilities on Surrounding Property Values in the United States. Berkeley National Laboratory.

Hensikten med studien var å forsøke å finne statistisk signifikante virkninger av nærliggende vindturbiner på boligpriser, ved å bruke store datamengder fra vindturbinlokaliseringer og boligsalg over hele USA. Det har lenge vært en utbredt hypotese i USA at en slik virkning burde finnes, men en rekke tidligere studier hadde ikke greid å påvise en slik sammenheng statistisk.



Figur 2-2 Lokalisering av studieområdene i USA

Studieområde og datagrunnlag

Studieområdet i denne undersøkelsen bestod av 27 geografiske delområder (counties) fordelt på 9 forskjellige stater som vist i figur 2-2. De utpekte områdene ligger rundt til sammen 67 vindturbin installasjoner, bestående av en eller flere vindturbiner.

Fire typer data ble brukt i undersøkelsen: nøyaktige lokaliseringsdata for alle vindturbiner, salgsdata for boligtransaksjoner innenfor de aktuelle delområdene, karakteristika for solgte boliger i disse områdene og folketellingsdata som knytter befolkningsdata i nabolaget til de solgte boligene.

Nøyaktige lokaliseringsdata for vindturbin anlegg ble framskaffet fra den føderale luftfarts-administrasjonen og koblet opp mot data om antall vindturbiner i vindkraftanlegget, vindturbinetype, navnhøyde, rotordiameter mv. Videre data om annonseringstidspunktet for bygging av vindkraft-anlegget, når anlegget ble bygget og når det ble satt i drift.

Salgsdata (pris, salgsdato og adresse/ koordinater) for alle solgte enfamilie-eiendommer i de utpekte delområdene innenfor 10 miles (16 km) fra nærmeste vindkraftinstallasjon ble innsamlet for perioden 1996 – 2011, unntatt i staten New York hvor perioden var 2001 – 2012.

Karakteristika for hver bolig i undersøkelsen ble innhentet, herunder boligareal, tomtestørrelse, alder, vedlikeholdsstandard mv.

Videre koblet man opp folketellingsdata fra 2000 for nabolaget rundt hver bolig i undersøkelsen, med opplysninger om befolkningens alder, antall boenheter i nabolaget, antall tomme boliger, antall selveide boliger mv.

På grunnlag av disse fire datatypene kalkulerte man videre avstanden mellom hver bolig i undersøkelsen og nærmeste vindturbin, og delte disse i avstandsgrupper på mindre enn 0,5 mile (800 m), 0,5-1 mile, 1-3 miles og 3-10 miles. Videre delte man registrerte boligsalg opp i tre grupper avhengig av om salget fant sted før bygging av vindkraftanlegget ble annonsert, i byggeperioden eller etter at vindkraftanlegget var satt i drift.

Til sammen ga dette et datasett som omfattet vel 51 000 eiendomstransaksjoner i de 27 delområdene i USA.

Metode

Beregningsmetoden i undersøkelse ble lagt opp for å besvare følgende spørsmål:

1. Ble eiendommer som ble solgt før vindparken ble annonsert, men lokalisert nær (mindre enn 800 m) det stedet vindkraftanlegget senere ble bygget, solgt for en lavere pris enn tilsvarende eiendommer som lå lenger unna
2. Ble nærliggende eiendommer som ble solgt i byggeperioden for vindkraftanlegget, solgt for en lavere pris enn tilsvarende eiendommer lenger unna
3. Ble nærliggende eiendommer som ble solgt etter at vindkraftanlegget kom i drift, solgt for en lavere pris enn tilsvarende eiendommer lenger unna.

For å finne ut av dette designet man en hedonistisk prismodell av samme type som i den danske undersøkelsen ovenfor. Også her lar man vindturbinenes innvirkning på boligprisene være et mål for virkningen av vindturbinene på befolkningens samlede nytte. Forskjellen er at man her bare ser på avstand til vindturbinene, ikke på deres synlighet, og at man ikke skiller mellom visuelle og støymessige virkninger. Til gjengjeld ser man på effekter før vindturbinene ble annonsert, i byggeperioden og etter at turbinene kom i drift.

Metodisk er dette en avansert multivariabel regresjonsanalyse, på samme måte som i den danske studien, der en samtidig kontrollerer avstandsmessige og tidsmessige forhold i en såkalt difference-in-differences analyse. Se studien for en matematisk framstilling. Metodikken er benyttet i en lang rekke tidligere hedonistiske studier både for vindkraft og for andre påvirkninger på befolkningens nytte.

Fordelen med en slik metodikk er at man i etterkant kan legge inn ulike filtere, gjennomføre statistiske tester og kontrollere for ulike forhold for blant annet å besvare spørsmålene ovenfor. Man har også god statistisk kontroll på det man gjør og usikkerheten i resultatene.

Resultater og konklusjoner

En lang rekke tidligere amerikanske studier har forsøkt å beregne vindturbiners innvirkning på boligprisene i området rundt, uten å lykkes med å finne statistisk signifikante resultater. Det betyr ikke at slike effekter ikke finnes, bare at de trolig er forholdsvis små, og at usikkerheten i resultatene er så stor at slike effekter ikke kan påvises statistisk.

En hovedhensikt med denne studien var å undersøke disse forholdene nærmere ved å gjennomføre en undersøkelse der dataomfanget og undersøkelsesområdet var dramatisk mye større enn i tidligere studier, slik at usikkerheten i beregningene ble redusert. Her hadde man tilgang på over 50 000 boligsalg, hvorav rundt 1 200 innenfor en radius på 1 mile fra en vindturbin og vel 330 innenfor en halv mile.

Litt overraskende hjalp det lite. Heller ikke i denne undersøkelsen klarte man å finne statistisk signifikante bevis for at eiendomspriser nær vindturbiner er påvirket av disse. Hvis slike effekter likevel finnes, så er de enten forholdsvis små, eller så gjelder de bare en mindre del av boligmassen.

Det en kan si ut fra usikkerheten i materialet er at det er svært lite sannsynlig at virkningen av vindturbiner på boligprisene innenfor en mile radius (1600 meter) er større enn +/- 4,9 % og at det er svært lite sannsynlig at effekten innenfor en halv mile (800 m) fra en vindturbin er større enn +/- 9%.

Slike effekter har man altså i denne studien ikke klart å påvise statistisk. Skal man klare det, må man sannsynligvis ha et enda større datamateriale enn det man hadde tilgang på her, og særlig flere boligsalg i området nær vindturbinene.

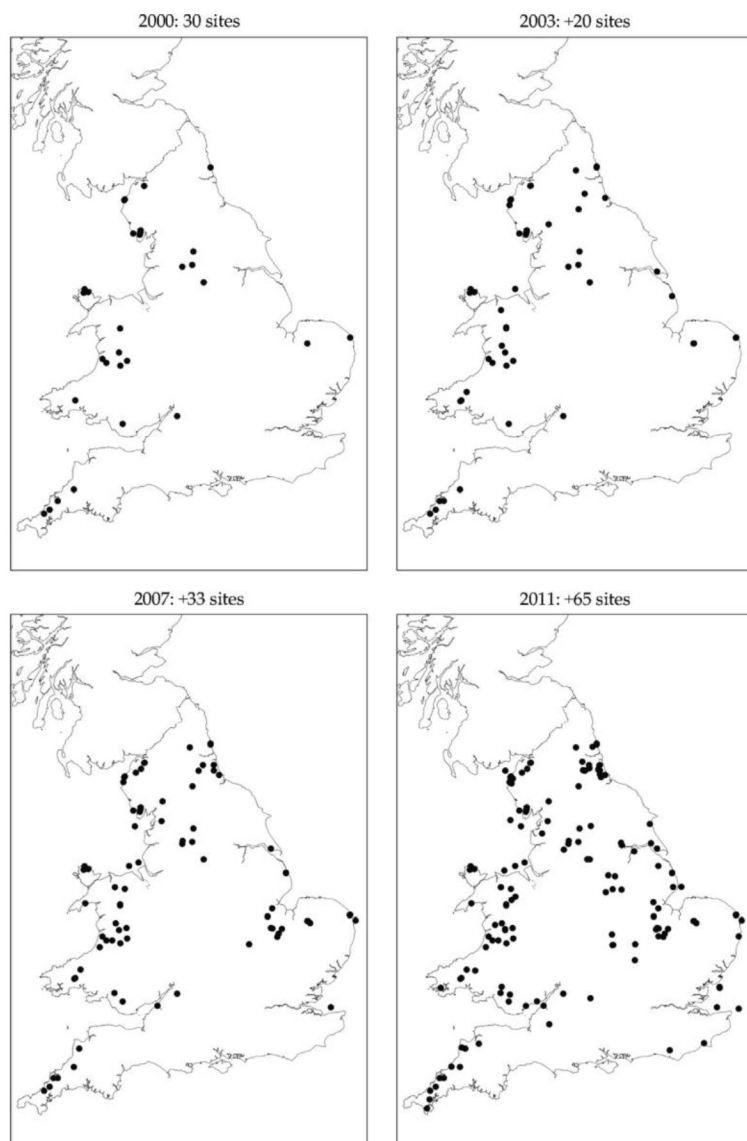
2.3 Verdsetting av visuelle virkninger av vindturbiner gjennom prisen på hus i England og Wales. (2015)

Formell referanse til denne studien er: Stephen Gibbons (2015): Gone with the wind: Valuing the visual impacts of wind turbines through house prices. London School of Economic [3].

Hensikten med studien er å kvantifisere visuelle virkninger av vindparker på boligprisene i nærliggende lokalsamfunn i England og Wales. Videre hvordan effekten på boligprisene avtar med økende avstand til vindturbinene.

Studieområde og datagrunnlag

Undersøkellesområdet i denne studien er lokalsamfunn utenfor tettbygde strøk med nærliggende vindparker i England og Wales. Disse lokalsamfunnene omfatter spredtbygde områder, men også mindre tettsteder og byer. En oversikt over vindparker i England og Wales er vist i figur 2-3. Figuren viser også hvordan antallet vindparker har økt i perioden 2000 – 2011.



Figur 2-3 Utvikling av vindparker i England og Wales

Undersøkelsen er bredt lagt opp, og omfatter rundt 38 000 registrerte boligsalg i en 12 års periode innenfor en radius av 2 km fra senteret i en vindpark. 36 000 av disse boligene vil potensielt ha utsyn til vindturbiner. En har dermed et bredt datamateriale å gå ut ifra.

Vindparkdata til undersøkelsen er hentet fra RenewableUK og omfatter vindparkens lokalisering, oppstartstidspunkt for produksjonen, antall og type vindturbiner, nav-høyde, rotordiameter mv.

Med utgangspunkt i vindparkdataene benyttet man en GIS basert digital høydemodell til å konstruere et synlighetsfelt for hver vindpark, der området rundt vindparken ble delt opp i et nettverk på 200 x 200 m, og der en tok hensyn til topografiske forhold. Disse 200 x 200 m rutene ble så tilknyttet detaljerte postkoder som omfatter en mindre gruppe hus (typisk rundt 17 boliger), og en delte området rundt vindparken i ruter med tilhørende postkoder, der vindparken er synlig og ruter der den sannsynligvis ikke er synlig av topografiske og landskapsmessige grunner. Som referansepunkt ble senteret i vindparken benyttet.

Resultatet ble for hver vindpark i undersøkelsen et sett med postkoder hvorfra vindparken er synlig, med angivelse av avstanden til vindparken. Som referansegruppe hadde man et sett med postkoder med avstandsangivelse der vindparken ble antatt ikke å kunne sees.

Boligsalgsdata for berørte postkoder ble deretter hentet inn på kvartalsbasis fra England and Wales Land Registry, for perioden 2000 – 2012. Boligdataene omfattet også type bolig, størrelse mv.

Deretter ble postkoder og vindparksynlighet koblet sammen på kvartalsbasis i den aktuelle perioden, der et økende antall operative vindturbiner i avstand 0-1 km, 1-2 km, 2-4 km, 4-8 km og 8-14 km fra hver postkode ble lagt inn. Man hadde da et datamateriale som for hvert kvartal og for hver aktuell postkode kobler boligsalgspriser og karakteristika ved boligene til synlighet av vindparker. Dette ble brukt som grunnlag for undersøkelsen.

Metode

I likhet med undersøkelsene ovenfor er også dette en hedonistisk tilnærming, der målbare endringer i boligpriser som følge av vindturbinetableringer antas å indikere endringer i innbyggernes nytte.

Hovedmålet for undersøkelsen er å sammenlikne den gjennomsnittlige endringen i boligpriser i områder der vindturbiner er synlige med den gjennomsnittlige endringen i boligpriser i områder der dette ikke er tilfelle. Videre å undersøke i hvilken grad avstanden til vindparken påvirker dette og om store vindparker har større effekter enn små vindparker.

For å undersøke dette, konstruerte man en multivariabel regresjonsmodell der man estimerer flere forhold simultant ved såkalte difference-in-differences metoder, der man sammenlikner prisutviklingen på boliger som er påvirket av vindturbiner med prisutviklingen for en kontrollgruppe av boliger som ikke er påvirket. I modellen kan en legge inn og teste forskjellige forhold med hensyn til tid, salgspriser før og etter vindparketablering, avstand fra vindparker, størrelsen på vindparkene mv.

Metodisk er dette til forveksling likt de statistiske metodene som ble brukt i de to andre undersøkelsene ovenfor, men dataspesifikasjonene og variablene i modellen varierer mellom undersøkelsene. Uansett er det anerkjente statistiske metoder som blir brukt. For en nærmere teknisk beskrivelse av modellen, vises det til studien.

Resultater

Studien har hatt tilgang til et datamateriale med svært mange boligsalg i områder tett opp mot en vindpark, noe som gir gode muligheter for å få statistisk signifikante resultater. Det har man da også fått.

Hovedresultatet i undersøkelsen, for alle vindparker sett under ett, er at boligpriser i postkoder der vindparker er nærliggende og synlige blir redusert med 2,5 – 6,5 % i forhold til områder der vindparken ikke er synlig. Prisreduksjonen er beregnet til rundt 6.5 % for områder innenfor en radius på 1 km fra vindparken, avtakende til 5,5-6 % innenfor 2 km, og 2,5-3 % innenfor en radius på 4 km fra vindparken. Utenfor 4 km fra vindparken er prisreduksjonen under 1 % og ikke lenger statistisk signifikant.

Undersøkelsen viser også at virkningene øker med vindparkens størrelse, både med hensyn til prisreduksjon og til avstand fra vindparken. Små vindparker har ingen målbare virkninger på boligprisene utenfor en radius fra vindparken på 4 km. For store vindparker med mer enn 20 turbiner, viser imidlertid undersøkelsen reduserte boligpriser i postkoder der vindparken er synlig på hele 12 % innenfor en radius på 2 km fra vindparken, gradvis avtakende til rundt 1,5 % hele 14 km fra vindparken. Også her har man fått statistisk signifikante resultater.

Studien gir dermed statistisk belegg for tre hypoteser:

- Utsikt til en nærliggende vindpark gir reduksjon i boligprisene i forhold til boliger som er skjermet
- Reduksjon i boligprisene avtar med økende avstand til vindparken
- Store vindparker har større negative effekter på boligprisene enn små vindparker, og effektene avtar langsommere med økende avstand fra vindparken

2.4 Synlighet av vindparkers innvirkning på eiendomsverdier i Tyskland. (2016)

Formell referanse til studien er: Sunak & Madlener (2016): The impact of wind farm visibility on property values: A spatial difference-in-difference analysis [4].

Målet for studien er å undersøke lokale visuelle virkninger av vindparker på omkringliggende eiendomspriser i Tyskland, ved å studere virkningen av fire større vindparker i Nord-Rhinen Westfalen på boligprisene i tre omkringliggende småbyer.

Studieområde og datagrunnlag

Studieområdet er som nevnt et område på 285 km² i delstaten Nord -Rhinen Westfalen der fire større vindparker omkranses av tre mellomstore byer. Figur 2-4 viser en oversikt over studieområdet med gradering av synlighet for ulike områder. Studien undersøker til sammen vel 2 100 boligsalg i dette området i perioden 1992 – 2010. Av disse var bare vel 900 boligsalg påvirket av utsikt til vindturbinene, siden mange salg ble foretatt før vindparkene ble bygget.

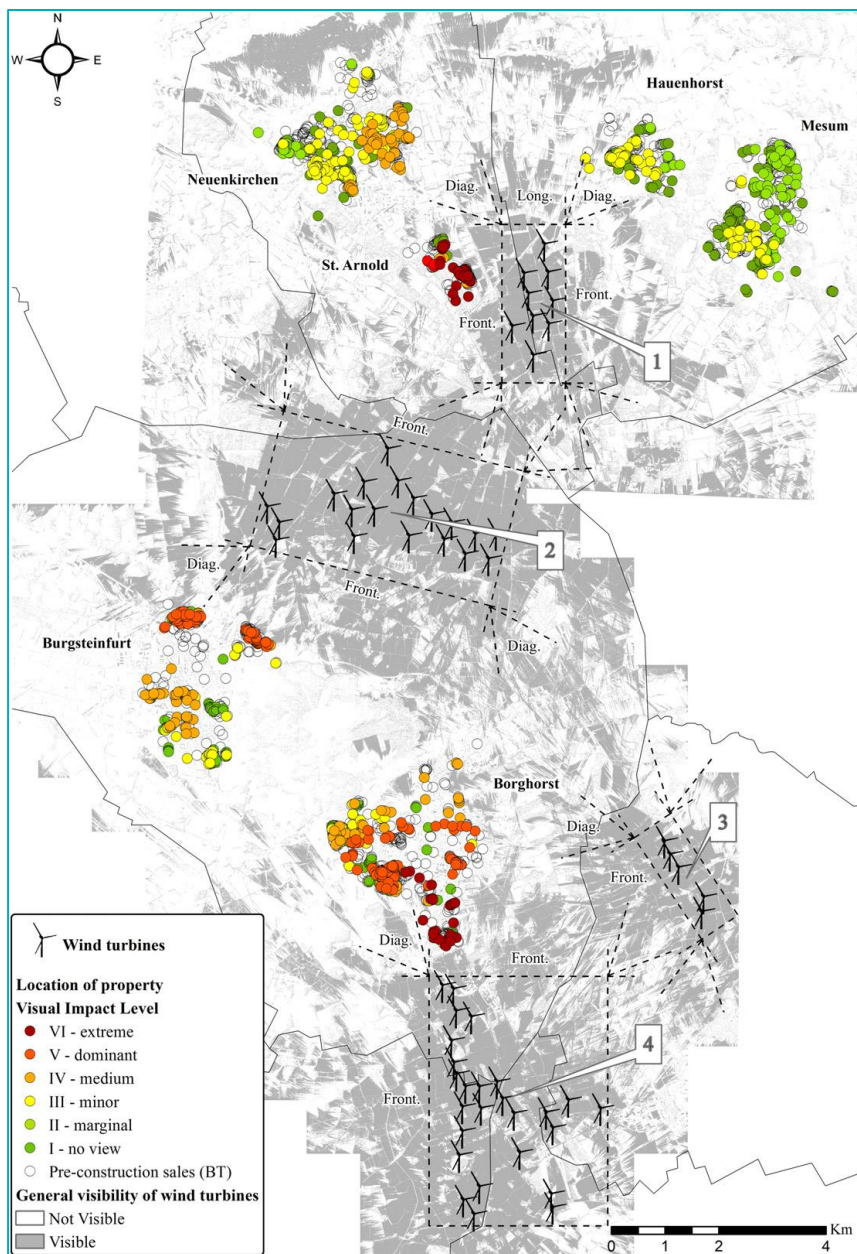
Datagrunnlaget i denne undersøkelsen er dermed betydelig mindre enn i de tre studiene ovenfor.

Det nye ved denne studien er at man i stedet for å operere med synlighet/ikke synlighet for vindparker, her forsøker å konstruere en indeks kalt Visual Impact Level (VIL), som graderer belastningen ved denne synligheten for berørte boligområder ved å ta hensyn til antall vindturbiner som kan sees fra et gitt område, avstanden til disse og i hvilken vinkel de sees. Denne indeksverdien brukes så som et mål på hvilken belastning et boligområde har av utsynet til vindparker.

Synlige vindturbiner gis en koeffisientverdi som øker med antall synlige turbiner, koeffisientene for avstand avtar med økende avstand mellom boligområdet og vindturbinene og man legger også inn en koeffisient for om man ser vindparken rett imot, diagonalt eller på langs.

Data for å påvise synlighet framskaffes gjennom en digital terrengmodell (Digital Spatial Model) med svært høy oppløsning som viser høydeforskjeller i terrenget, vegetasjon, større bygninger mv. Hver bolig i studieområdet kan dermed tilegnes en VIL indeks som er ment å skulle representere

belastningen på boligen ved utsyn til vindturbiner. Boligene blir deretter delt inn i seks VIL-grupper etter hvor stor belastning utsynet til vindparkene antas å gi. Gruppe 6 angir her en ekstrem belastning som følge av utsyn til mange og nærliggende vindturbiner. De andre gruppene angir dominant, middels, liten, marginal og ingen belastning. En indikasjon på dette er vist i figur 2-4.



Figur 2-4 Synlighetsbelastning av vindturbiner for solgte boliger

Med utgangspunkt i en VIL-indeks for den belastningen solgte boliger har hatt, var ideen videre å koble dette opp mot registrerte salgsv verdier for boligene. Som følge av strenge regler for å gi ut slike opplysninger fikk man ikke tilgang til selve husprisene, bare salgsv verdiene for eiendommene som var omsatt. Riktignok omfatter eiendomsprisene også bygninger på eiendommen, men man får ikke fram karakteristika ved bygningen og heller ikke eiendommens størrelse. Dette er en klar svakhet ved studien som man dessverre ikke kom utenom. Forfatterne var nødt til å koble synlighetsindeksen til salgsv verdien på eiendommene, og ikke direkte til husprisene.

Metode

Metodisk gjør man her med små variasjoner akkurat det samme som i de tre studiene ovenfor, selv om datasettet man opererer med er langt mindre. Man etablerer en multivariabel regresjonsmodell som viser eiendomsprisenens variasjon med grad av utsyn mot vindparker, og måler disse opp mot en kontrollgruppe av boliger uten visuell belastning ved hjelp av difference-in-differences teknikker. Man bruker også noen tilleggsmodeller for å justere for skjevheter og bedre beregningsresultatene.

Rent teknisk er dette anerkjente statistiske metoder som er designet for å gi statistisk signifikante resultater. Siden en her opererer med et forholdsvis lite datamateriale er det imidlertid begrenset hvilke tilleggsanalyser man kan gjennomføre. Videre er flere av resultatene nedenfor bare så vidt statistisk signifikante (på 10 % nivå). For nærmere studier av beregningsmodellen vises det til studien.

Resultater

Hovedresultatet i denne undersøkelsen er at man finner statistisk signifikante forskjeller mellom eiendommer som har utsyn mot vindturbiner, og eiendommer som ikke har dette. For VIL-gruppe 6, eiendommer med ekstrem visuell belastning fra mange og nærliggende vindturbiner, har man funnet en salgspris som er 9,3 % lavere enn i kontrollgruppen som ikke har en slik belastning. Her har man imidlertid bare 65 observasjoner, så dette kan være underestimert. I VIL-gruppe 5, eiendommer med dominant visuell belastning er salgsverdiene hele 14,4 % lavere, mens boligprisene i VIL-gruppe 4, eiendommer med middels visuell belastning er 8,7 % lavere enn i kontrollgruppen uten visuell belastning. For de øvrige VIL-gruppene har man ikke funnet statistisk signifikante resultater.

2.5 Effekten av vindturbiner på boligpriser i Nederland. (2016)

Formell referanse til denne studien er: Drøes & Koster (2016): Renewable energy and negative externalities: The effect of wind turbines on house prices [5].

Målet for denne studien er å undersøke vindturbiners effekt på boligpriser i Nederland, avhengig av avstand mellom solgte hus og nærmeste vindturbin.

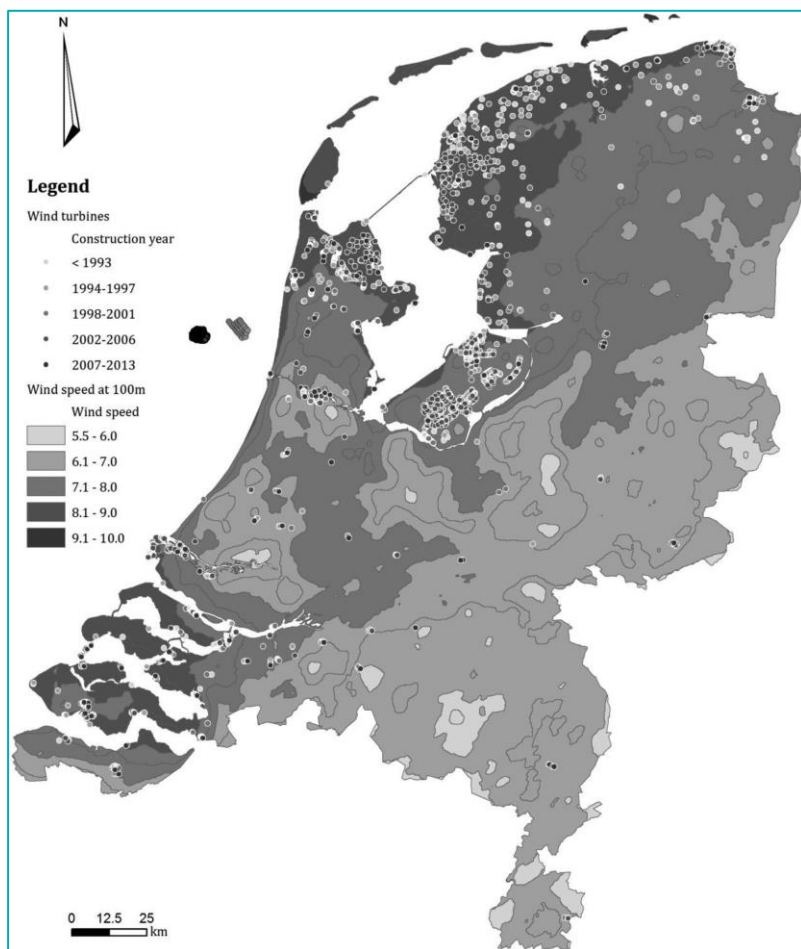
Studieområde og datamateriale

Dette er en bredt opplagt studie, der man bruker salgsdata for boliger over hele Nederland i en lang periode, og kobler disse opp mot lokalisering og beskrivelse av vindturbiner.

To hoved-datasett er benyttet. Det første viser nøyaktig lokalisering av alle vindturbiner i Nederland i perioden 1982 – 2012, til sammen 1 898 turbiner, med beskrivelse av vindturbinene med byggeår, navhøyde, rotordiameter, produsent mv. Mange av vindturbinene inngår i vindparker. Lokalisering av vindturbinene etter konstruksjonsperiode framgår av figur 2-5. De fleste vindturbinene og vindparkene er lokalisert langs kysten i lavtliggende, flate og tynt bebygde områder.

Det andre hoved-datasettet i studien er en boligsalgstidspunkt og salgspris, boligtype, antall rom, størrelse, byggeår mv. Dette utgjør rundt 70 % av alle boligsalg som er foretatt i Nederland i denne perioden. For hvert salg har man kjennskap til boligens adresse (og dermed lokalisering), salgstidspunkt og salgspris, boligtype, antall rom, størrelse, byggeår mv.

Siden en vet den nøyaktige plasseringen av boliger og vindturbiner, kan en kalkulere avstand i luftlinje mellom solgte boliger og nærmeste vindturbin. Ofte er denne avstanden ganske stor. En har derfor



Figur 2-5 Vindturbiner i Nederland etter konstruksjonsperiode

begrenset seg til å se på solgte boliger i databasen som er lokalisert innenfor en radius av 2 km fra en vindturbin, og der salget har skjedd etter at vindturbinen ble bygget. Til sammen omfatter dette rundt 90 000 transaksjoner for rundt 80 000 boliger.

Salgsprisene for boliger innenfor 2 km fra en vindturbin sammenliknes så med salgsprisen utenfor dette området (eller før vindturbinen ble bygget) og man korrigerer for ulike prisnivåer mellom områder, boligtype mv.

For boliger innenfor en radius på 2 km fra en vindturbin kan også andre effekter enn de visuelle spille inn, for eksempel støy og skyggekast. Særlig støy er imidlertid en kortdistansevirkning, som i hovedsak oppstår innenfor en radius på 500 m fra en vindturbin. Det er svært få boligsalgsobservasjoner innenfor 500 m fra en vindturbin, så forfatterne konkluderer med at det de måler i hovedsak er visuelle effekter. Områdene der de fleste aktuelle vindturbinene i undersøkelsen er lokalisert er så flate at de aller fleste hus innenfor en radius på 2 km kan se vindturbinen. Svært ofte kan de også se flere turbiner, men det er altså den nærmeste turbinen studien forholder seg til.

Metode

Det man forsøker å beregne i denne studien er den gjennomsnittlige prisendringen som skjer for boliger i et område etter at den første vindturbinen er bygget innenfor en avstand på inntil 2 km fra boligen.

Dette skjer her som i de andre studiene ovenfor, gjennom en multivariabel regresjonsanalyse der en bruker difference-in-differences metoder til å studere flere forhold simultant. Modellen bygges gradvis ut til å ta hensyn til boligtype og boligstørrelse, videre justerer man for at ulike områder har forskjellig prisnivå, med å sammenlikne med boliger i samme område før vindturbinen ble bygget og utenfor 2 km radiusen. En ser også på om boligprisene endres før første vindturbin bygges, men etter at byggingen er annonsert, om det er forskjeller mellom tettbygde og spredtbygde strøk mv.

En nærmere beskrivelse av metoden blir lett svært teknisk, så en henviser til studien for nærmere opplysninger. Metoden og det analyseverktøyet som er bruk er imidlertid helt standard statistikkmetoder, og er temmelig likt de metodene som brukes i de andre studiene ovenfor.

Resultater

Hovedresultatet i studien er at man finner statistisk signifikant belegg for at boligpriser innenfor et område på 2 km fra en vindturbin er lavere enn boligprisene før vindturbinen ble bygget og boligprisene utenfor dette området. I gjennomsnitt finner man en reduksjon i boligprisene på 1,4 % etter at vindturbinen ble bygget, innenfor et område på 2 km fra vindturbinen. Trolig er dette et konservativt estimat. Effekten kan være noe underestimert, men det kan man ikke statistisk påvise. En rekke robusthetstester viser at den estimerte negative effekten har et variasjonsspenn fra 0,7 % til 3,1 %.

Effekten av vindturbinen på boligprisene reduseres med økende avstand til nærmeste turbin. Resultatene viser en negativ effekt på boligprisene på 2,6 % i intervallet 500 – 700 m fra vindturbinen, synkende til 1,4 % ut mot 2 km grensen. Utenfor denne grensen er virkningene så små at de ikke statistisk kan påvises. I området mindre enn 500 m fra vindturbinen har man så få observasjoner at en ikke får signifikante estimater.

Boligprisene i et område kan være påvirket av vindturbinene også før vindturbinen ble bygget, dersom det er klart at den blir bygget. En test på dette viser at boligprisene i gjennomsnitt hadde gått ned med 1,7 % allerede to år før vindturbinen ble bygget.

Den negative effekten av nærhet til vindturbiner ser ut til å være større i tettbygde områder, i praksis byområder, enn i spredtbygde strøk. For tettbygde områder er den negative effekten av en vindturbin på boligprisene mindre enn to km unna estimert til 3,1 %, mens den i spredtbygde strøk var nær null. Forfatterne tolker dette som at det ikke er noen god strategi å bygge vindturbiner i bymessige strøk.

3 Drøfting og oppsummering

Det har lenge vært antatt at vindturbiner har en negativ effekt på folks velferd i omkringliggende boligområder. I alle fall er dette en vanlig oppfatning blant mange mennesker bosatt nær vindparker, selv om de generelt kan være positive til vindkraft, bare turbinene er langt nok unna og utenfor synsvidde. De negative effektene kan være knyttet til støy fra vindturbinene, til skyggekast og kanskje særlig til visuelle effekter. Mange mener også at visuelle effekter av vindturbiner påvirker negativt deres rekreasjonsområder.

Virkinger av vindturbiner på folks velferd kan ikke uten videre måles. Forskere har derfor forsøkt å komme rundt denne problemstillingen ved å konstruere såkalt hedonistiske beregningsmodeller der en bruker en målbar enhet, her boligpriser, som uttrykk for denne velferds- eller nyttevirkingen. Man forsøker altså å bruke vindturbiners virkning på boligprisene i områdene rundt som indikator på vindturbinenes innvirkning på folks velferd.

En lang rekke studier er gjennomført, særlig i USA, for å påvise statistisk at vindturbiner har en negativ effekt på boligprisene i områdene rundt. Svært få har imidlertid lyktes med å få statistisk signifikante resultater. Først de siste fem årene har en fått studier med tilstrekkelig omfattende datamateriale til å kunne påvise slike effekter statistisk. I denne rapporten har en gjennomgått fem slike nyere studier. Fire av disse klarer å påvise en statistisk signifikant sammenheng mellom vindturbiner og prisen på nærliggende boliger. Den femte studien, Hoen et al fra USA, finner tross et stort datamateriale, ikke signifikante resultater, trolig fordi en hadde for få observasjoner av boligpriser tett opp mot vindturbiner.

Fire av studiene, fra fire forskjellige land, viser imidlertid at det statistisk sett er en signifikant eller utsagnskraftig negativ effekt på boligpriser tett opp mot vindturbiner, og at denne negative effekten avtar med økende avstand til turbinen. Dette må derfor betraktes som et etablert faktum.

Metodene som er brukt for å kvantifisere vindturbiners innvirkning på verdien av nærliggende boliger, er temmelig like i alle de fem gjennomgåtte studiene. Alle bruker multivariabel regresjon i ulike varianter, og kontrollere resultatene ved bruk av standard statistisk verktøy.

Det som varierer mellom studiene er dataomfanget og tilrettelegging av data ut fra studienes hovedfokus. Noen ser både på støymessige og visuelle virkninger. Noen bare på visuelle. Noen studier ser på forholdet til enkeltturbiner, mens andre ser på vindparker. Noen fokuserer bare på avstand, andre på synlighet.

Som en kan vente varierer da også de statistisk signifikante resultatene mellom studiene, som vist i tabell 3-1 nedenfor. Støy fra vindturbinene bidrar med en negativ effekt på eiendomsprisene på 3-7 %, men raskt avtakende ut mot 500 m fra vindturbinen. Støy er en svært lokal effekt.

Visuelle effekter har lengre rekkevidde og gir en statistisk signifikant negativ virkning på boligprisene ut mot 4 km for enkeltturbiner og små vindparker og betydelig lenger for store vindparker. Effekten er målt til over 6 % innenfor 1 km fra vindparken, og kanskje mer ved ekstrem visuell belastning for boligen. Effekten avtar med økende avstand, og er målt til mellom 1,4 % og 6 % i en avstand av 2 km fra vindturbiner. Resultatene varierer dermed betydelig mellom de ulike studiene.

Kan så disse resultatene overføres til norske forhold? Ingen slike studier er gjennomført i Norge, og siden studier som kan ventes å gi signifikante resultater krever et meget stort antall boligtransaksjoner, er det for tiden liten mulighet for å gjennomføre en slik studie også. Vindparker i Norge er i hovedsak lagt til svært gravgrendte strøk, langt unna nærmeste bebyggelse. Det man kan finne av registrerte boligsalg i områdene rundt vindparkene er derfor svært få, og på ingen måte nok til å gjennomføre en liknende studie som de som er referert ovenfor.

Noen av resultatene fra undersøkelsene ovenfor kan imidlertid trolig brukes. En har klart å påvise at det er en negativ sammenheng mellom synlighet av vindturbiner og salgsprisen på nærliggende

boliger. Det gjelder sannsynligvis også i Norge. Undersøkelsene har videre påvist at denne negative effekten på boligprisene avtar med økende avstand til synlige vindturbiner og er klart størst innenfor en avstand på 2 km fra nærmeste vindturbin. Lenger unna avtar effekten raskt, særlig for enkelt-turbiner. Ellers tyder studiene på at vindturbiners negative virkninger på boligprisene er større i tettbygde strøk enn i mer spredtbygde områder.

Tabell 3-1 Sammenlikning av de gjennomgåtte studiene

Tema	DK	USA	GB	GE	NL
Scope	Kvantifisere negativ påvirkning på eiendomspris innenfor avstander fra 600 m til 2,5 km. Separate estimater for støypåvirkning og visuell påvirkning	Kvantifisere statistisk signifikante virkninger av nærliggende vindturbiner på boligpriser ved hjelp av store datamengder	Kvantifisere visuelle virkninger av vindparker på boligprisene i nærliggende lokalsamfunn	Kvantifisere lokale visuelle virkninger på omkringliggende eiendomspriser	Kvantifisere vindturbiners effekt på boligpriser avhengig av avstand mellom vindturbin og bolig. Både visuelle og støymessige virkninger
Studieområdet	24 delområder i Danmark i rurale områder og ved mindre byer– med 12640 omsatte eiendommer i perioden 2000 - 2011	27 delområder rundt 67 vindinstallasjoner i 9 stater, med over 50 000 boligsalgsobservasjoner	Lokalsamfunn med nærliggende vindparker, utenfor tettbygde strøk. 38 000 boligsalg innenfor 2 km fra en vindpark	Et område der fire større vindparker omkranses av tre middelsstore byer. Til sammen 2 100 boligsalg der 900 hadde utsikt til vindturbinene	Alle vindturbiner i Nederland med omkringliggende boligområder innenfor 2 km avstand. 90 000 boligtransaksjoner innenfor dette området
Metode	Multivariabel regresjon der en rekke forhold beregnes simultant. Kontroll og testing ved hjelp av standard statistikkverktøy	Multivariabel regresjon med kontroll på tidsmessig og avstandsmessige forhold i en difference-in-difference analyse	Multivariabel regresjon med difference-in-difference analyser	Multivariabel regresjon der flere forhold beregnes simultant og kontrolleres ved hjelp av statistisk standardverktøy	Multivariabel regresjon med difference-in-difference metoder og diverse kontrollmetoder
Resultat 1	3.15% redusert salgspris for boliger med utsikt til minst en vindturbin innenfor 2 500 m. Prispåvirkningen er størst for boliger nær vindturbinen og avtar med 0,24 % pr 100 m økende avstand.	Fant ingen statistisk signifikant sammenheng mellom vindturbiner og nærliggende eiendomspriser	En prisreduksjon på boliger som ser vindparken på 6,5 % innenfor en radius på 1 km fra vindparken, avtakende til 5,5 – 6 % innenfor 2 km og 2,5 -3 % innenfor 4 km fra vindparken	En prisreduksjon på boliger i området 8,7 – 14,4 % avhengig av hvor dominerende den visuelle belastningen er.	En reduksjon i boligpriser på 1,4 % i gjennomsnitt innenfor 2 km fra vindturbinen, med variasjonsområde mellom 0,7 % og 3.1 %. Effekten avtar med økende avstand fra vindturbinen
Resultat 2	Støy bidrar med en negativ effekt på eiendomsprisene på 3-7 % for boliger nærmere en vindturbin enn 500 m	Dersom det er en slik sammenheng er den forholdsvis liten	Små vindparker har bare målbare virkninger innenfor en radius på 4 km. Store vindparker har større virkninger og de går lenger ut		De negative effektene er større i tettbygde strøk enn i spredtbygde.
Svakheter påpekt i studien	Omfatter ikke vindparker og akkumulerte effekter av flere turbiner. Kun beregning basert på avstand til nærmeste turbin	Mange boligsalgsobservasjoner, men svært få tett opp mot en vindinstallasjon	Ingen spesielle	Flere av resultatene er bare så vidt statistisk signifikante. Måler virkninger på eiendomspriser, ikke boliger	Ingen spesielle

4 Referanser

- [1] Cathrine Ulla Jensen, Toke Emil Panduro, Thomas Hedemark Lundhede.. University of Copenhagen, department of food and resource economics 2013/13. IFRO working paper. *The Vindication of Don Quijote: The impact of noise and visual pollution from wind turbines on local residents in Denmark.*
- [2] Olje og energidepartementet 09022017 brev til Norges vassdrags- og energidirektorat. Bestilling - nasjonal ramme for vindkraft.
- [3] Stephen Gibbons. Department of Geography and Environment, London School of Economics and spatial Economics Research Center, London. *Gone with the wind: Valuing the visual impacts of wind turbines through house prices.* Artikkel i Journal of Environmental Economics and Management 72 (2015). 177 - 196.
- [4] Yasin Sunak, Reinhardt Madlener, Aachen University, 2016. *The impact of wind farm visibility on property values: A spatial difference – in – difference analysis.* Artikkel i Energy Economics 55 (2016) side 79-91.
- [5] Martijn I Droes, Hans R.A. Koster, Amsterdam Business School, Department of spatial Economics mfl. 2016. Renewable energy and negative externalities: *The effect of Wind turbines on house prices.* Artikkel i Journal of Urban Economics 96 (2016) side 121-141).
- [6] Ben Hoen, Jason P. Brown, Thomas Jackson, Ryan Wiser, Mark Thayer and Peter Cappers August 2013. Environmental Energy, Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence, Berkely National Laboratory. *A Spatial Hedonic Analysis of the Effects of Wind Energy Facilities on Surrounding Property Values in the United States*
- <http://emp.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-6362e.pdf>

