

RAPPORT

DEN DANSKE VINDMØLLESUCCES

Standardisering som katalysator for eksport af vindmøller og økonomisk vækst



MENON-PUBLIKATION NR. 59/2023

Af Øyvind Vennerød, Linn Skyum, Kristoffer Midttømme og Jonas Erraia



Forord

Menon Economics har på opdrag fra Dansk Standard analyseret, om vindmøllestandarder har bidraget til en stigning i eksport fra Danmark, og i så fald i hvilket omfang. Vi har også analyseret, i hvor høj grad dette har bidraget til øget beskæftigelse og økonomisk vækst i Danmark.

Menon Economics er en forskningsbaseret analyse- og rådgivningsvirksomhed, som spænder over virksomhedsøkonomi, samfundsøkonomi og erhvervspolitik. Vi er en af de førende aktører inden for analyse af standardisering og er den virksomhed i Europa, der har gennemført flest analyser på tværs af lande af samfundsgevinster ved standardisering. Vi har udført disse analyser for nationale myndigheder, standardiseringsorganisationer og EU-kommissionen. Samtidig er Menon den førende aktør i Norge med fokus på estimering af branchers samfundsbidrag og har de seneste år tilegnet sig væsentlig erfaring inden for grøn omstilling.

Jonas Erraia har været ansvarlig for projektet, mens Øyvind Vennerød har været projektleder og Linn Skyum projektmedarbejder. Kristoffer Midttømme har varetaget den interne kvalitetssikring.

Vi takker Dansk Standard for et spændende projekt, hvor vi har kombineret to metodiske grene inden for det økonomiske felt med henblik på at belyse, hvordan standardisering har bidraget til udviklingen af vindmølleindustrien i Danmark og de positive virkninger, dette har haft for landet. Vi mener, at denne type analyser udgør et vigtigt bidrag til feltet, og at indsigterne er vigtige for at forstå, hvordan standardiseringsarbejdet bør designes i fremtiden.

April 2023
Jonas Erraia
Projektansvarlig

Indhold

SAMMENFATNING	3
INDLEDNING	5
Vindmølleindustrien i Danmark	5
Standarder og vindmølleindustrien	6
1. STANDARDERS BIDRAG TIL EKSPORT I VINDMØLLEINDUSTRIEN	8
Hvordan bidrager standarder til øget eksport?	8
Handelsmodellen	9
Resultater	10
2. VINDMØLLESTANDARDERS BIDRAG TIL BESKÆFTIGELSE OG VÆRDITILVÆKST I DANMARK	12
Beskæftigelse	12
Værditilvækst	13
Hvilke brancher har de største gevinster?	14
3. BREDERE POLICY-IMPLIKATIONER	16
BIBLIOGRAFI	17
BILAG 1: DATA	18
BILAG 2: GRAVITY-MODELLEN	20
Resultater	21
Økonomisk tolkning	22
Robusthedstest: Aldersjusterede standarder	23
BILAG 3: MODEL FOR ANALYSE AF DIREKTE OG INDIREKTE EFFEKTER	24

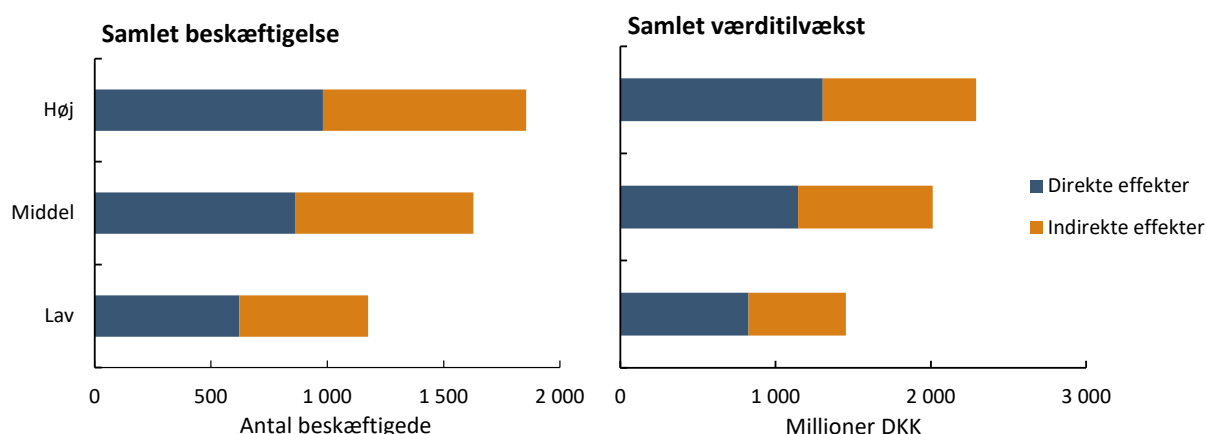
Sammenfatning

Vindmøllebranchen spiller en central rolle i den grønne omstilling i Danmark og er en af landets vigtigste eksportindustrier. Danmark var tidligt ude med at satse på vindenergi og har været en pioner for udviklingen af vindteknologi. Det har medvirket til at mange af verdens største vindmølleproducenter blev grundlagt i Danmark og at branchen skaber tusindvis af arbejdspladser i Danmark og bidrager positivt til landets BNP.

Standardisering har spillet en vigtig rolle for vindmølleindustriens udvikling. Ved at åbne det globale marked og nedbringe produktionsomkostninger, har udvikling af standarder gjort industrien mere konkurrencedygtig i forhold til andre energiformer. Tidligere analyser har vist, at standarder har en positiv indvirkning på eksport, især i industrier med globale forsyningskæder, hurtig teknologisk udvikling, og en høj grad af regulering. Eftersom disse aspekter, alle gør sig gældende for vindmøllebranchen, er det ikke overraskende, at standarder er forbundet med stærk vækst i eksporten af vindmøller og vindmølledele fra Danmark. **I denne analyse estimerer vi, at standarder danner fundamentet for årlig eksport af vindmølledele fra Danmark på mellem 2,6 og 4,1 milliarder kroner.**

Produktion af danske vindmøller og vindmølledele har to effekter på dansk økonomi. Den første er effekten på beskæftigelsen og værditilvæksten i virksomhederne som producerer vindmøller, mens den anden er øget aktivitet og beskæftigelse hos deres hundredvis af leverandører og underleverandører. En stigning i eksporten kommer dermed ikke blot selskaberne i vindmølleindustrien til gode, men også de brancher, der leverer til vindmølleindustrien. **Vi estimerer det samlede eksportrelaterede beskæftigelsesbidrag fra vindmøllestandarder i 2021 til mellem 1.200 og 1.800 ansatte.** Figur 1 opsummerer effekterne fordelt på direkte effekter som følge af eksporten og indirekte effekter i resten af værdikæden i et lav-, middel- og højestimat.

Figur 1: Direkte og indirekte effekter af standardisering i vindmøllebranchen. Kilde: Menon Economics



Som det fremgår af figuren, udgør eksport også grundlaget for en **værditilvækst på mellem 1,4 og 2,2 milliarder kroner**. Både værditilvæksten og beskæftigelsen forekommer over hele landet og i alle brancher, men er koncentreret i fremstillingssektoren.

Afslutningsvis ser vi i analysen fremad og kommer med et bud på, om den danske vindmøllesucces kan gentages. Svaret på dette synes at være "ja". Der er mange brancher under udvikling, hvor standarder potentielt kan bidrage i lige så høj grad som i vindmølleindustrien. Dette inkluderer blandt andet intelligente transportsystemer,

cirkulær økonomi, offshore vindkraft, Internet of Things (IoT) og velfærdsteknologi. Derfor bliver det stadig vigtigere at udvikle standarder, og lande, som der lykkes med dette, kan skabe nye eksporteventyr.

Indledning

Standarder udgør et vigtigt element i moderne økonomier, og bidrager til effektivisering af produktion, styrkelse af konkurrenceevne og forbedring af kvaliteten på varer og tjenester. De er også ofte en nøgle til at skabe et internationalt marked, specielt inden for områder med højteknologisk innovation og komplekse værdikæder, såsom vindmølleindustrien. I denne analyse ser vi på, hvordan standarder har bidraget til øget eksport af vindmøller fra Danmark.

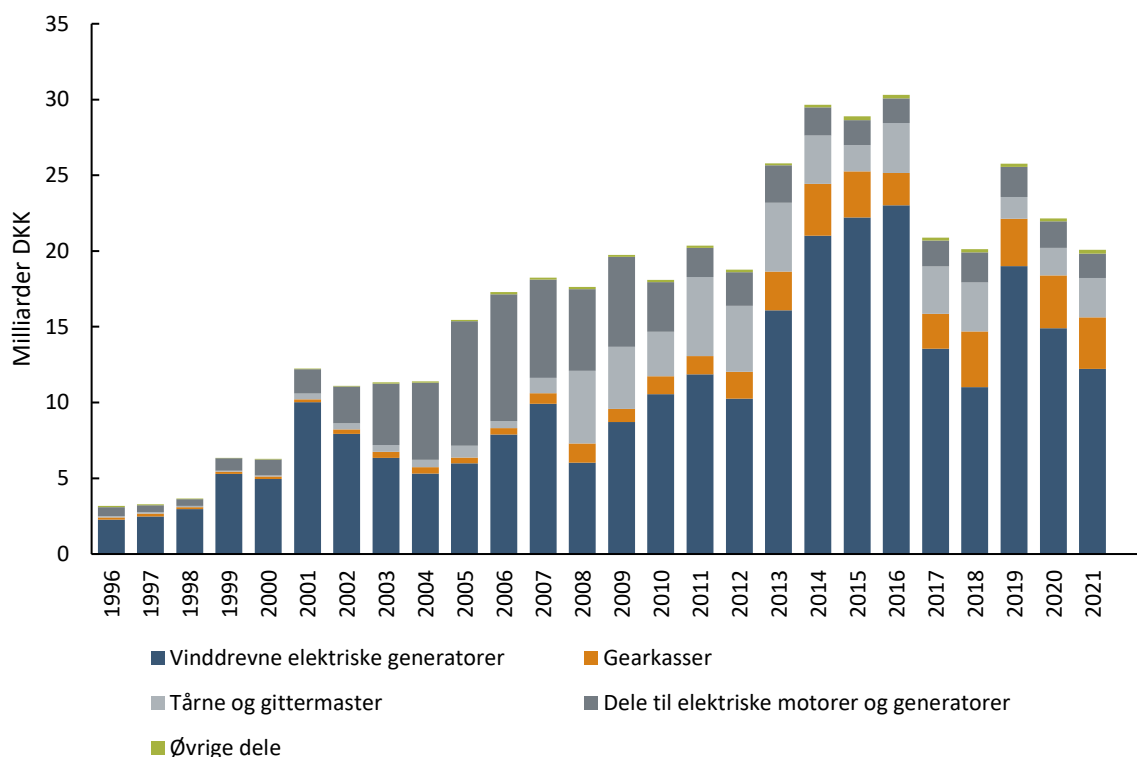
Hvad er betydningen af vindmølleeksporten for dansk økonomi? For det første understøtter eksporten arbejdspladser og værditilvækst i Danmark. Tal fra OECD viser, at hele 31 procent af jobs i Danmark opretholdes af eksport. Arbejdspladserne, der skabes i vindmølleindustrien, er yderst produktive arbejdspladser, hvor hver ansat har store bidrag til BNP, samtidig med at der er mange medarbejdere i branchen. For det andet spiller danske vindmølledele en vigtig rolle i den grønne omstilling på internationalt plan, og har gennem dette medvirket til produktion af store mængder grøn energi rundt om i verden.

Rapporten er opbygget på følgende måde: I indledningen giver vi en kort introduktion til vindmølleindustrien i Danmark og til vindmøllestandarderne. I kapitel 1 vurderes standardernes bidrag til øget eksport fra vindmølleindustrien. I kapitel 2 bruges en model til at estimere, hvordan standarderne har bidraget til beskæftigelse og værditilvækst i Danmark. Endelig ser kapitel 3 på de bredere policy-implikationer.

Vindmølleindustrien i Danmark

Danmark var et af de første lande til at satse på vindenergi og har været en af de ledende nationer inden for udvikling af vindteknologi. Flere af verdens største producenter af vindmøller er grundlagt i Danmark. Branchen har udviklet sig hurtigt og har været en industriel succeshistorie. Danmark eksporterer både vindmøller, dele til vindmøller, services samt intellektuelle ejendomsrettigheder til lande over hele verden. Figuren nedenfor illustrerer eksporten af dele til vindmøller, som er steget fra 3 milliarder kroner i 1996 til over 20 milliarder kroner i 2021.

Figur 2: Eksport af dele til vindmøller fra Danmark i perioden 1996-2021. Kilde: Menons estimater baseret på Dansk Statistik¹



Som det fremgår af figuren, eksporterer danske virksomheder et bredt udvalg af dele til vindmøller. Den største andel er generatorer, mens gearkasser, tårne og gittermaster samt dele til elektriske generatorer hver især udgjorde over 1 milliard kroner i eksport i 2021. Eksporten steg kraftigt i 1990'erne og 2000'erne, men er i dag på et lavere niveau, end da den toppede i perioden 2013-2016.

Standarder og vindmølleindustrien

International standardisering har været fundamental for den høje vækst i vindmølleindustrien. Vigtigst af alt har den gjort det muligt at samle komponenter fra mange lande og udvikle globale værdikæder. Det har været med til at øge den internationale handel med vindmøller og dermed bidraget til at øge dansk eksport.

Betydningen af standarder i vindmølleindustrien er også blevet fremhævet af brancheaktører. For eksempel udtalte Vestas, at *"internationale standarder er med til at sikre, at vi kan sælge vores produkter på verdensplan uden at skulle designe dem specifikt til hvert enkelt markeds særlige krav og regler. Det giver os større fleksibilitet og mulighed for at udbrede vindenergi til nye markeder"*², og at *"[v]i er nødt til at producere tusindvis af enheder fremfor blot et par hundrede stykker, før vi rykker videre til at udvikle den næste. Det er modulering og standardisering, der er 'the name of the game' i øjeblikket"*³.

Det vigtigste arbejde med standardisering af vindmøller foregår i internationale standardiseringskomitéer. Især udvalget for vindenergi i *International Electrotechnical Commission* (IEC) har spillet en vigtig rolle.

¹ Se vedlagte bilag 1 for mere information om metoden bag eksporttallene. Estimatet omfatter kun vindmølledele samt tjenester og eksport af intellektuelle ejendomsrettigheder.

² <https://www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2019/11/vestas-driver-den-groenne-omstilling-med-standarder>

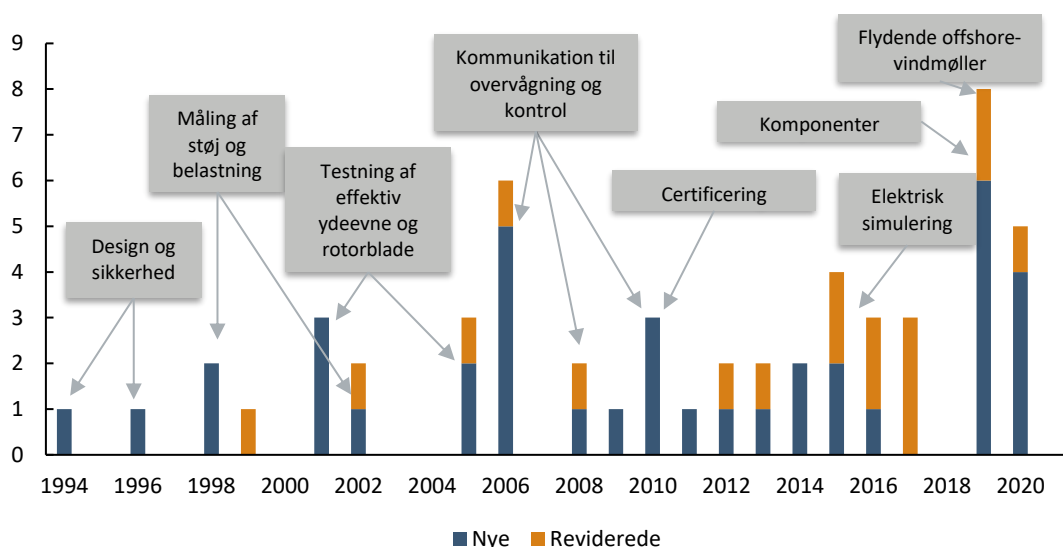
³ <https://greenpowerdenmark.dk/nyheder/standardisering-er-the-name-of-the-game>

Standardiseringskomitéer i IEC er grupper af eksperter, der udvikler og vedligeholder internationale standarder inden for forskellige fokusområder. Arbejdet i en IEC-standardiseringskomité er baseret på en konsensusproces, hvor eksperter fra forskellige lande og industrier samarbejder om udvikling og godkendelse af standarder. Komiteerne er også ansvarlige for at fremme og udbrede anvendelsen af disse standarder i industrien og hos kunder.

Komiteén for vindmøller består af omkring 1.000 eksperter fra over 30 lande. Det er globalt arbejde, hvor Danmark spiller en vigtig rolle gennem blandt andet at drive sekretariatet. Under den internationale komité er der nationale komitéer. Danmarks nationale komité består af over 30 virksomheder, som er repræsenteret af over 200 eksperter. De repræsenterer en bred vifte af interessenter, herunder producenter af udstyr, udviklere, konsulenter, universiteter, Energinet samt Energistyrelsen. Sammen identificerer eksperterne i komitéen Danmarks vigtigste bidrag og indsender dem til den internationale komité. De øvrige lande gør det samme, hvorefter man arbejder sig frem til konsensus i den internationale komité.⁴

Komiteén for vindmøller har haft forskellige fokuspunkter op igennem tiden. Figuren nedenfor viser både nye og reviderede standarder med bokse, der angiver, hvad standarderne går ud på.

Figur 3: Nye standarder i den internationale IEC-komité for vindmøller. Kilde: Dansk Standard og IEC.⁵



De nye standarder dækker områder, som endnu ikke er omfattet af eksisterende standarder, mens revisionerne skal sikre, at eksisterende standarder opdateres og indeholder informationer, som er nødvendige og up-to-date. Der kan være flere årsager til at revidere standarderne, fx teknologiske fremskridt eller ændringer i lovgivningen.

⁴ Se et dybere indblik i den danske og internationale vindmøllekomitéer på side 32 i denne EU-rapport https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/OWP%20Study%20-%20DTU-REI_publication_EN.pdf

⁵ Ud over de standarder, der er illustreret i figur 2, er der mange andre tilstødende standarder. Vindmøller er siden 1990'erne blevet mere og mere komplekse produkter, som er en del af større værdikæder og energisystemer. Derfor er der et bredt udvalg af standarder, som også delvist er relevante, såsom softwarestandarder, energisystemstandarder, materialestandarder osv. For at undgå dobbeltarbejde og skabe orden henvises der til disse standarder i vindmøllestandarderne for at sikre, at standarderne er så relevante som muligt. Standarderne, som vi har gennemgået her, er dog de mest relevante for vindmølleindustrien.

1. Standarders bidrag til eksport i vindmølleindustrien

Selvom standardisering udgør et vigtigt fundament for eksport i flere brancher, er der grund til at tro, at standarder bidrager særligt positivt til eksporten i vindmølleindustrien. I dette kapitel anvender vi en model til at kvantificere, hvor stor en andel af den danske vindmølleeksport over de sidste år, som faktisk kan tilskrives standardisering. Modellen bekræfter, at betydningen af standarder siden 1990 har været stor. Vi estimerer, at standardisering totalt samlet er forbundet med en vækst i eksport af dele til vindmøller på mellem 2,6 og 4,1 milliarder kroner hvert år.

Standarder udgør et vigtigt fundament for international handel ved at skabe tillid og tryghed hos kunder. Når varer og tjenester overholder internationale standarder, kan de nemmere sælges på udenlandske markeder. Vigtigheden af standarder bekræftes af både analyser og virksomhederne selv. I en nordisk undersøgelse fra 2018 blev øget markedstilgang og mulighed for eksport fremhævet som de primære årsager til, at virksomhederne anvender standarder.⁶ Internationale standarders store betydning er da også blevet fremhævet af mange, blandt andet vicegeneraldirektøren for WTO, som i 2018 udtalte, at *“without international standards there would be far less international trade, far less global prosperity, far fewer markets for exporters, and far less variety for consumers.”*⁷

Tidligere undersøgelser har vist, at omkring 9 procent af væksten i den totale eksport fra de nordiske lande og Holland er forbundet med øget standardisering.⁸ Der er grund til at tro, at standarder er endnu vigtigere i vindmølleindustrien. Mange af de faktorer, der giver standarder så stor effekt, er til stede i vindmølleindustrien i endnu højere grad end i andre brancher, hvilket vi vil komme nærmere ind på herunder.

Hvordan bidrager standarder til øget eksport?

Standarder bidrager til eksport gennem flere mekanismer. Litteraturen fremhæver især fem som væsentlige⁹:

- **Øget markedstilgang**, da standarder bidrager til at skabe øget sikkerhed og tillid til produkter, der er i overensstemmelse med standarderne.
- **Øget "interoperabilitet"** betyder, at systemer fra flere lande er kompatible, hvilket giver mulighed for integration i globale værdikæder.
- **Øget produktkvalitet** takket være bedre kvalitetssikringssystemer.
- **Bedre effektivitet og lavere omkostninger** takket være mere effektive processer ved at følge standarderne.
- **Reduktion af tekniske handelsbarrierer**, når standarder eksempelvis nævnes og anvendes i handelsaftaler.

Analyser viser at standarder er vigtigere for i brancher end for andre. Kendetegnene ved de dele af erhvervslivet som oplever størst positiv effekt ved introduktion af nye standarder, inkluderer følgende:

- I **komplekse værdikæder** med flere leverandører, kunder og partnere er standarder særligt vigtige, da de repræsenterer et fælles rammeværk, der sikrer ensartethed, kvalitet og sporbarhed på tværs af alle aktører.

⁶ <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2018-31-Nordic-market-study-influence-of-standards.pdf>

⁷ https://www.wto.org/english/news_e/news18_e/ddgra_28sep18_e.htm

⁸ Menon (2023)

⁹ Vi henviser især til Hogan et al (2015), Ramel, Mangelsdorf & Blind (2018), EY, Menon Economics & Knowence (2021), ISO (2020) og Menon (2023) for vores litteraturgennemgang; til den interesserede læser anbefaler vi en nærmere gennemgang af Menon (2023), som beskriver disse mekanismer mere detaljeret

- I brancher med en **hurtig teknologisk udvikling** er standarder afgørende for at sikre, at forskellige teknologier og systemer kan samarbejde og fungere sammen.
- I brancher, hvor der er et **stort behov for sikkerhedskontrol**, er standarder kritiske for at sikre opretholdelsen af et tilfredsstillende sikkerhedsniveau.
- I brancher med et **stort behov for regulering** udgør standarder ofte en effektiv måde at regulere erhvervslivet på. Myndighederne anvender standarder i lovgivningen for at sikre, at erhvervslivet opfylder myndighedernes mål.

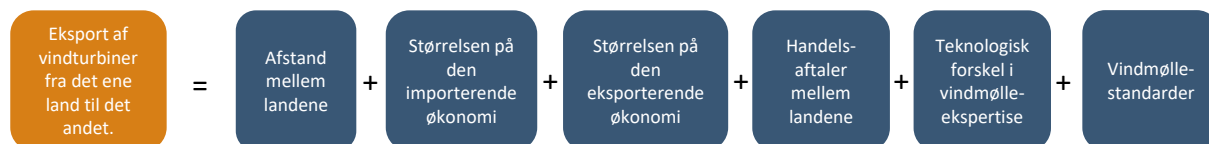
Vindmølleindustrien opfylder alle disse kriterier. Den har komplekse, globale værdikæder, hurtig teknologisk udvikling, et stort behov for sikkerhedskontrol og er tæt reguleret både i Danmark og globalt. Dette kan tyde på at standarder vil bidrage særligt positivt på vindmølleindustrien.

Handelsmodellen

For at måle forholdet mellem standarder og international handel anvender vi en klasse af handelsmodeller kaldet "gravity models". Gravity-modellen er blevet betegnet som hovedmodellen inden for handelslitteraturen og er blevet anvendt i tusindvis af videnskabelige artikler.¹⁰ Modellen bliver oftest brugt til at forklare hvordan international handel påvirkes af forskellige faktorer, inklusive BNP, afstand, befolkning, patenter og handelsaftaler.

Vi anvender modellen til at forklare, hvordan standardisering har bidraget til væksten i eksport af vindmølledele mellem lande. Vi tager i modellen højde for betydningen af andre vigtige variabler såsom afstand mellem landene, størrelsen på den eksporterende og importerende økonomi, om der er handelsaftaler mellem landene og den teknologiske forskel i vindmølleekspertise. Disse variabler er vist i figuren nedenfor.

Figur 4: Variabler i handelsmodellen

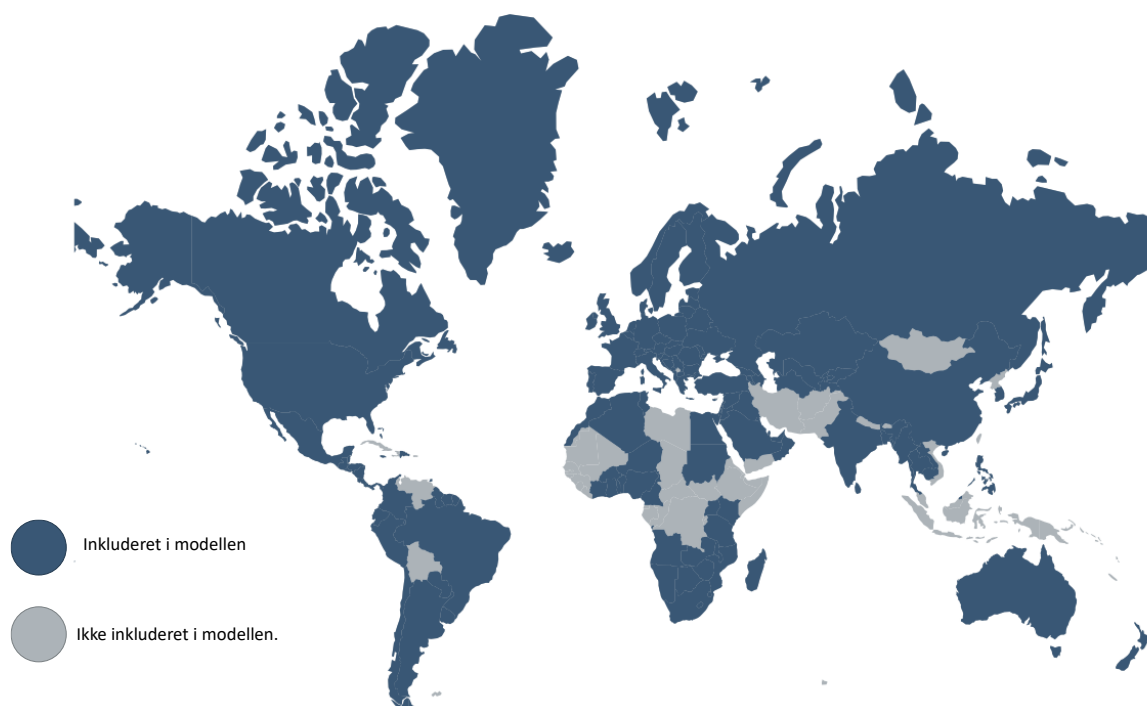


For at tage højde for den usikkerhed som altid er forbundet med økonomiske og statistiske modeller, har vi valgt at præsentere resultater fra tre forskellige modeller. Tilsammen udgør de et usikkerhedsinterval. Vi bygger modellerne baseret på data i perioden fra 1996 til 2021. For yderligere information om modelarbejdet, se **bilag 2**.

Figuren nedenfor viser de lande, der er inkluderet i modellen.

¹⁰ <https://cepr.org/voxeu/columns/gravity-60-celebration-workhorse-model-trade>

Figur 5: Lande inkluderet i handelsmodellen.



Resultater

Vores estimater viser, at en historisk stigning på 1 procent i antallet af vindmøllestandarde har været forbundet med en stigning i eksport fra sektoren på 0,09 procent i lavestimatet, 0,12 procent i middelestimatet og 0,14 procent i det høje estimat. Fra 1996 til 2021 er antallet af standarder i gennemsnit vokset med 12 procent om året. Vores resultater viser således, at standarder er forbundet med en årlig vækst i eksport på 1,1-1,8 procent. **Standarder er dermed forbundet med 15-25 procent af væksten i eksporten af vindmøller i perioden 1996-2021.**

Omregnet til danske kroner betyder det, at standarder over perioden har været forbundet med en vækst i eksporten af dele til vindmøller på **2,6 milliarder kroner i et lavt estimat, 3,6 milliarder kroner i et middelestimat og 4,1 milliarder kroner i et højt estimat.**¹¹ I årlige tal svarer dette til omkring 150 millioner kroner i middelestimatet.

Den samlede effekt kan dog være endnu højere. Vi har kun tilstrækkelige historiske data om eksport af varer, og vi har derfor ikke inkluderet eksport af tjenester, der er tilknyttet vindmøller. I 2021 beløb Danmarks eksport af disse tjenester sig til 6,5 milliarder kroner.¹² Hvis standarder bidrager lige så meget til væksten i tjenester som varer (15-25 procent af eksporten), indebærer det, at standardisering er forbundet med yderligere 1-1,5 milliarder kroner i eksport, som kan knyttes til vindmøller. Vi ved dog ikke, om standardisering kan tilskrives en lige så høj vækst i eksport af tjenester som af varer og vælger derfor alene at forholde os til eksporten af varer.

¹¹ Disse resultater er robuste i forhold til valg af model. Der er to hovedmetoder til at analysere antallet af standarder – antallet af nye standarder og antallet af reviderede standarder – og resultaterne for de to modeller er næsten ens.

¹² Ifølge https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/rapport_energiteknologi_2021_endelig.pdf

Det er også værd at påpege, at vi i denne analyse kun ser på eksporten af dele til vindmøller. Hvis vi havde set på hele eksporten af vindenergiteknologi – inklusive licensering af vindenergiteknologi, komponenter, der kun er delvist tilknyttet vindmølleindustrien, salg af intellektuelle ejendomsrettigheder med mere – ville eksporttallene have været endnu højere.

2. Vindmøllestandarders bidrag til beskæftigelse og værditilvækst i Danmark

Den eksport, som blev identificeret i foregående kapitel, understøtter ikke bare arbejdspladser og værditilvækst i den danske vindmølleindustri. Gennem sine køb af varer og tjenester hos leverandører og underleverandører får eksporten også en bredere indvirkning på den samlede økonomi. Vi estimerer, at beskæftigelsesbidraget, der kan knyttes til vindmøllestandarders indflydelse på eksporten, i middelestimatet udgør over 1.600 arbejdspladser årligt. Disse er fordelt på cirka 850 ansatte i vindmølleindustrien og yderligere 770 ansatte hos leverandører og underleverandører. Derudover viser vores beregninger, at den samme eksport understøtter en årlig økonomisk værditilvækst på cirka 2 milliarder kroner.

For at kunne producere dele til vindmøller bruger danske virksomheder et stort antal leverandører og underleverandører. En stigning i eksporten fører altså til nye arbejdspladser hos både vindmølleproducenterne og hos deres leverandører og underleverandører. Effekterne på beskæftigelse og værditilvækst i virksomheder i værdikæderne kalder vi for *aftledte* eller *indirekte effekter*.

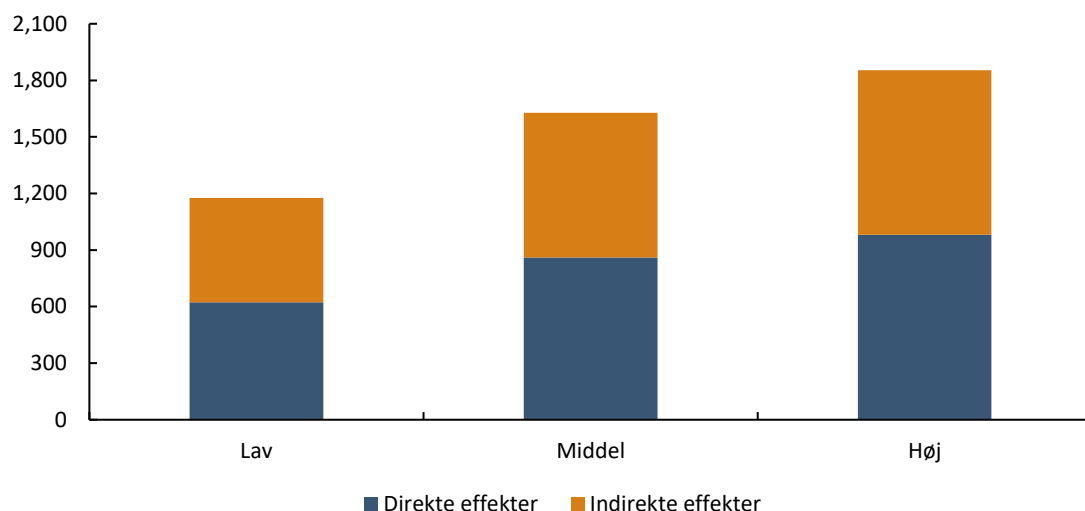
I dette kapitel beregner vi det samlede bidrag til beskæftigelsen fra den del af vindmølleeksporten, der kan tilskrives standarder. Dette gøres ved at følge den første "eksportimpuls" (beregnet i foregående kapitlet) op i værdikæden for at få et samlet billede af, hvor stor værditilvækst og hvor mange arbejdspladser eksporten understøtter. For en nærmere gennemgang af Menons model til beregning af direkte og indirekte effekter, se *Bilag 3*:

Som nævnt i det forrige kapitel er der knyttet en vis usikkerhed til eksporteffekterne, afhængigt af hvilken model der benyttes i beregningerne. Derfor benytter vi et lav-, middel- og højestimat for de forskellige effekter.

Beskæftigelse

Den del af eksporten, som kan tilskrives til vindmøllestandarder, understøtter i middelestimatet et samlet bidrag til beskæftigelsen på omkring 1.600 ansatte. Figuren nedenfor viser det totale bidrag til beskæftigelsen fordelt på både direkte og indirekte effekter i de tre estimater.

Figur 6: Vindmøllestandards totale bidrag til beskæftigelsen fordelt på direkte og indirekte effekter. Kilde: Menon Economics



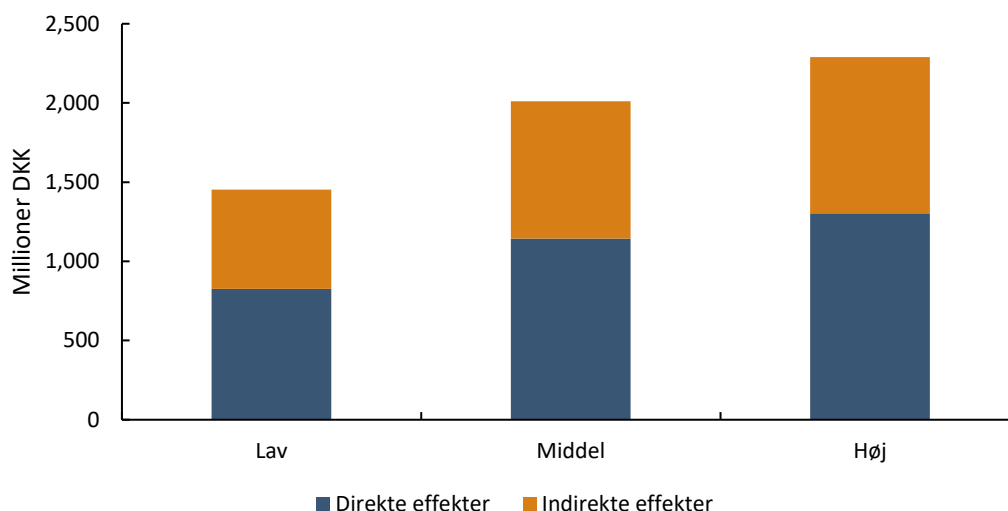
Som vi kan se af figuren, danner den eksport, der kan tilskrives vindmøllestandards, det økonomiske fundament for 1.200 arbejdspladser i det lave estimat, 1.600 i middelestimatet og 1.800 i det høje estimat. Figuren viser, at de direkte effekter udgør 53 procent af det samlede bidrag til beskæftigelsen, mens omkring 47 procent udgøres af indirekte effekter (leverandører og underleverandører). For at sætte dette i kontekst svarer 1.600 arbejdspladser til cirka halvdelen af antallet af beskæftigede inden for luftfartsbranchen.¹³

Værditilvækst

Eksporten understøtter ikke bare beskæftigelse, men genererer også værditilvækst i hele værdikæden. Værditilvækst er den ekstra værdi, som hvert led i værdikæden tilfører et produkt. Den samlede værditilvækst i økonomien på nationalt plan kaldes bruttonationalprodukt (BNP). Vores analyser viser, at den værditilvækst, der kan tilskrives standardisering i vindmøllebranchen, i middelestimatet udgør omkring 2 milliarder kroner årligt. Figuren nedenfor viser, hvordan disse værditilvæksteffekter er fordelt på direkte og indirekte effekter.

¹³ Antallet af arbejdspladser inden for luftfart er hentet fra Danmarks Statistiks nationalregnskab.

Figur 7: Vindmøllestandarders totale bidrag til værditilvækst fordelt på direkte og indirekte effekter. Kilde: Menon Economics

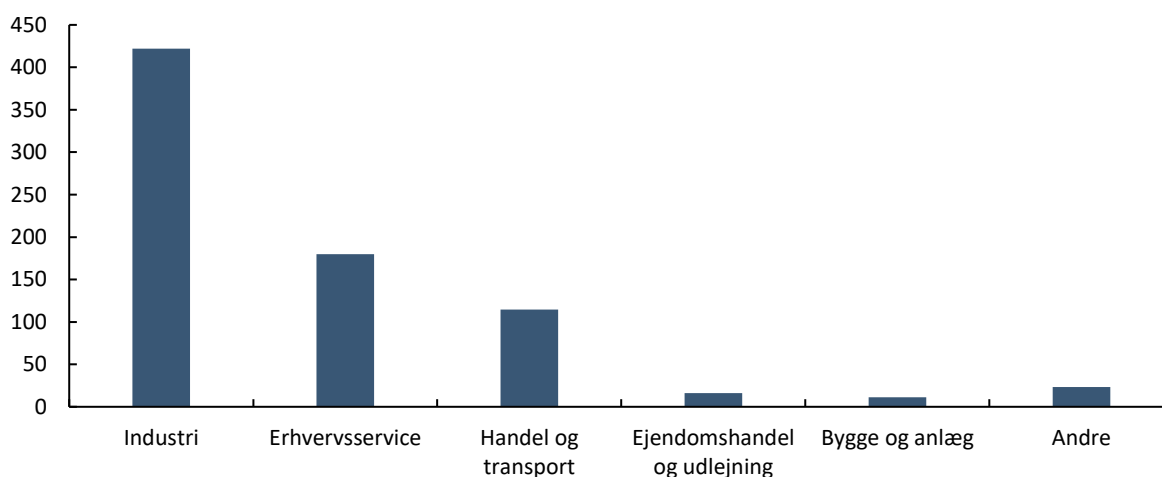


Andelen af direkte effekter er endnu større for værditilvæksten end for beskæftigelsen: Omkring 60 procent af værditilvæksten sker som en direkte følge af eksporten. Årsagen til at en endnu større del af værditilvæksten ligger i vindmølleindustrien er, at vindmølleindustrien er en meget produktiv branche, hvor hver ansat skaber stor værdi.

Hvilke leverandørbrancher får de største gevinster?

Mens de direkte effekter alle ligger i vindmølleindustrien, er de indirekte effekter spredt ud over hele den danske økonomi. I figuren herunder har vi fordelt de indirekte effekter baseret på, hvilken branche de tilhører.

Figur 8: Indirekte bidrag til beskæftigelsen efter overordnet branche¹⁴. Kilde: Menon Economics



¹⁴ Brancherne er grupperet efter Dansk Branchekode 2007 (DB07), som er en underopdeling af EU's fælles branchenomenklatur. Denne figur viser brancher fordelt efter 10-grupperingen.

De største indirekte effekter findes i industrien. Dette inkluderer både virksomheder i andre industrier, som leverer til vindmølleindustrien, såsom leverandører af metaller og andre maskiner, samt andre specialiserede virksomheder i vindmølleindustrien.

Efter industrien ser man de største indirekte effekter inden for erhvervsservice. Erhvervsservice er en bred branchekategori, hvor de største effekter findes inden for underbranchen "kommerciel forskning og udvikling". At der er store indirekte effekter her, skyldes at vindmølleindustrien er en højteknologisk branche, med et stort behov for kontinuerlig udvikling og innovation. Endelig er der handel og transport, hvor der skabes grundlag for meget beskæftigelse, især på grossistniveau.

3. Bredere policy-implikationer

Vi afslutter rapporten ved at se på, hvad resultaterne betyder i et lidt bredere perspektiv og kaster et blik ind i fremtiden.

I denne rapport har vi analyseret væksten i den danske vindmølleindustri, hvor standarder har spillet en nøglerolle i industrien og har bidraget til at etablere fælles regler og forståelse internationalt. Dette har gjort det muligt for Danmark, som en lille og åben økonomi, at være den del af globale værdikæder og understøtte den grønne omstilling.

I dag er det regelbaserede internationale handelssystem med integrerede globale værdikæder under et vist pres. For små lande som Danmark er det system og den handel, det fører med sig, helt afgørende. Man kan ikke udvikle en stor industri designet kun til det danske marked – det er Danmark for lille til.

Standarder udgør en vigtig del af det internationale handelssystem. Ofte optræder de som centrale dokumenter i handelsaftaler¹⁵, eftersom de udgør en upartisk kilde: I stedet for at vælge, hvilket lands regler man skal bruge, følger man de internationale standarder. For små, åbne økonomier er det vigtigt, at det regelbaserede handelssystem ikke svækkes yderligere i fremtiden, og gode internationale standarder er en af mange faktorer, der kan bidrage til at opretholde dette.

I dag er standardernes potentiale til at bidrage til økonomisk vækst sandsynligvis større end nogensinde. Særligt i brancher med hurtig teknologisk udvikling, stor kompleksitet og et højt sikkerhedsbehov er der store gevinster ved standardisering.¹⁶ I fremtiden vil der være mange brancher, der opfylder disse kriterier i fremtiden, såsom intelligente transportsystemer, cirkulær økonomi, offshore-vindkraft, Internet of Things (IoT) og velfærdsteknologi. Disse brancher er ligesom vindmølleindustrien teknologisk komplekse, og behovet for gode internationale standarder er lige så stort her. Derfor bliver det stadig vigtigere at udvikle standarder, for at lykkes med at skabe nye industrieventyr.

¹⁵ For eksempel opfordrer WTO's aftale om tekniske handelshindringer medlemmerne til at basere deres foranstaltninger på internationale standarder som et middel til at facilitere international handel.
https://www.wto.org/english/tratop_e/tbt_e/tbt_e.htm

¹⁶ Se side 8 for yderligere beskrivelse af hvilke kriterier som skal være opfyldt for at standarder har størst positive økonomisk effekt.

Bibliografi

- EY, Menon Economics & Knowence. (2021). *Study on the Functions and Effects of European Standards and Standardisation in the EU and EFTA Member States*. European Commission.
- Garsous, G., & Worack, S. (2021). *Trade as a channel for environmental technologies diffusion: The case of the wind turbine manufacturing industry*. OECD Trade and Environment Working Papers.
- Hogan, O., Sheehy, C., & Jayasuriy, R. (2015). The Economic Contribution of Standards to the UK economy.
- ISO. (2020). International standards and trade: What does the reserarch say?
- Menon. (2022). *References to standards in Norwegian regulation*. Available at: <https://www.standard.no/Global/PDF/Standard%20Norge/Standards%20and%20regulations%20English%20summary.pdf>.
- Menon. (2023). *Macroeconomic benefits of standardisaton: Evidence from six Northern European countries*.
- Moenius, J. (2004). *Information Versus Product Adaptation: The Role of Standards in Trade*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=608022>.
- Ramel, F., Mangelsdorf, A., & Blind., K. (2018). The Effects of Standards on Value Chains and Trade in Europe.

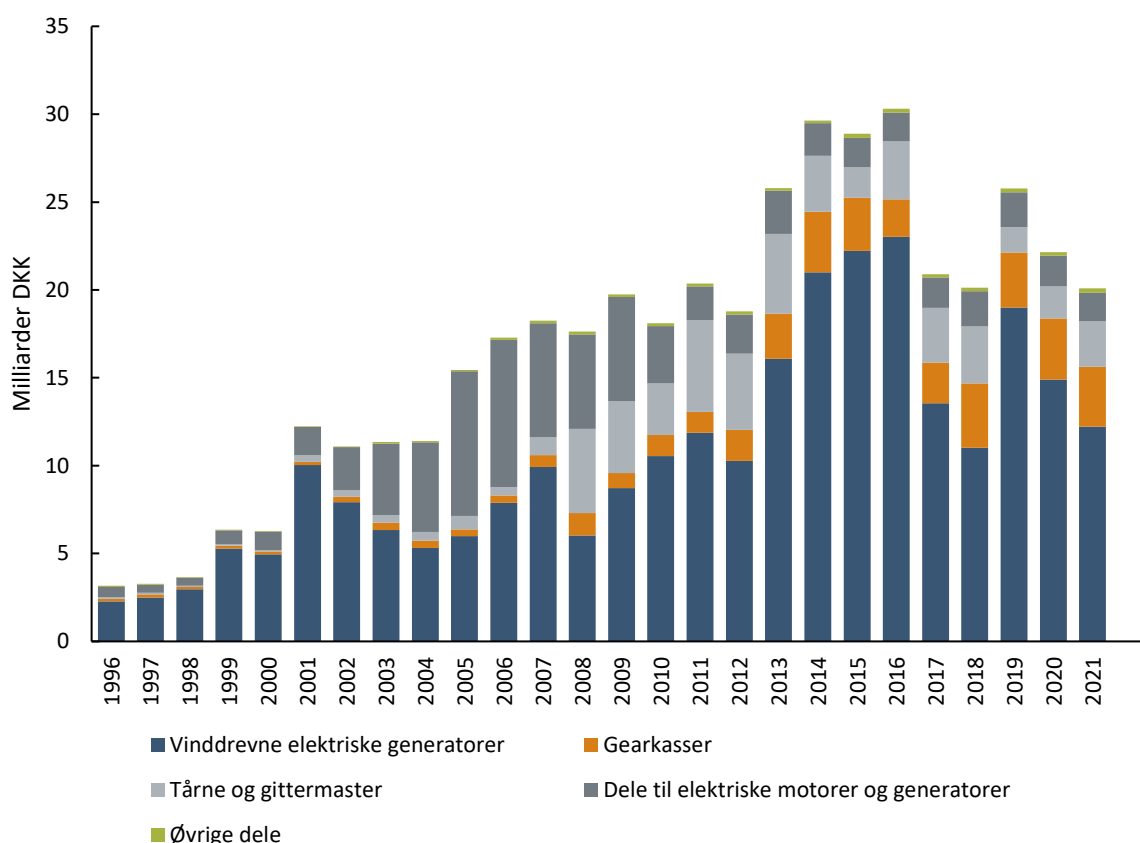
Bilag 1: Data

Den primære kilde til eksport over tid er Danmarks Statistiks Udenrigshandel med varer og tjenester for eksport fordelt efter KN (EU's Kombinerede Nomenklatur). Denne udgør cirka 20.000 varegrupper, som tilsammen dækker al handel med varer. Varekoderne kan repræsentere både færdige produkter og delkomponenter, såsom enkelte dele af en vindmølle. Derved gør brugen af varekoder det muligt at tage hensyn til, at også delkomponenterne handles globalt.

For at afdække, hvilke varegrupper der er tilknyttet vindmøller, starter vi med at bruge OECD's [Combined List of Environmentally related products \(CLEG\)](#)-liste over grønne varekoder og, [APEC's liste over grønne varekoder](#). Disse kilder indeholder information om, hvilke varegrupper der er grønne, samt beskrivelser af, hvorfor de er grønne, herunder om varerne eksporteres i forbindelse med vindkraft. Baseret på disse kilder har vi udarbejdet en liste over varekoder, der er tilknyttet vindmøller. Vi har dobbelttjekket dette mod andre analyser, såsom kategoriseringer af [Danske virksomheders grønne varer og tjenesteydelser](#) (2011) og Erhvervsministeriets [Redegørelse om virksomheders grønne omstilling](#) (2021) for at sikre os, at vi har anvendt de relevante varekoder.

Figuren nedenfor viser den estimerede udvikling i eksport af dele til vindmøller fra Danmark.

Figur 9: Udviklingen i eksporten af dele til vindmøller fra Danmark. Kilde: Menons estimater baseret på Dansk Statistik



Imidlertid er der også udfordringer relateret til brugen af varekoder: Opgørelsen dækker ikke eksport af tjenester. Den statistiske belysning af den grønne serviceeksport ikke er nær så detaljeret som vareeksporten, og der er ingen måde at generere dette langt tilbage i tiden, da der ikke findes en tilsvarende god kategorisering

af eksport af tjenester fra tidligere år. I 2021 estimerede en rapport for Energistyrelsen dog, at eksporten af tjenester relateret til vindenergiteknologi var på omkring 6,5 milliarder kroner.¹⁷

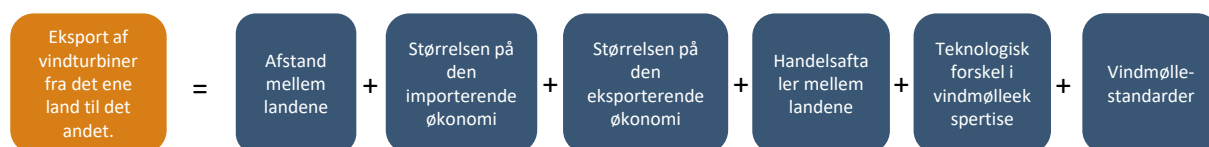
¹⁷ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/rapport_energiteknologi_2021_endelig.pdf

Bilag 2: Gravity-modellen

Vi bruger gravity-modellen for handel til at måle forholdet mellem standarder og international handel. Gravity-modellen er blevet kaldt "arbejdshesten" inden for handelsmodeller og er blevet anvendt i tusindvis af analyser.¹ Den er tidligere blevet brugt til at forklare forskellige faktors rolle i forhold til handel, herunder BNP, afstand, befolkning, patenter og handelsaftaler. Vi ønsker at måle, hvordan standarderne påvirker eksporten for vindmølleindustrien, og hvordan en stigning i vindmøllestandarder påvirker mængden af eksport fra vindmølleindustrien.

Figuren nedenfor viser variablerne i vores model.

Figur 10: Variabler i handelsmodellen



Vi er primært interesseret i variablen, der angiver beholdningen af vindmøllestandarder. De øvrige variabler fungerer som kontrolvariabler, der hjælper med at forklare handelsvolumener og giver en mere præcis model. Afstanden mellem landene er inkluderet, da det er mindre sandsynligt, at lande vil handle vindmølle-turbiner med lande, der er længere væk. Størrelsen af den importerende økonomi er også en vigtig faktor, da lande med større økonomier er mere tilbøjelige til at importere vindmølle-turbiner. Endelig er handelsaftaler også en vigtig faktor, og vi inkluderer både frihandelsaftaler og regionale handelsaftaler i modellen.

Den sidste kontrolvariabel er teknologisk forskel i vindmølleekspertise. Vi har estimeret dette i den anvendte metodologi af Garsous & Worack (2021), som forskellen i videnbeholdninger (patenter) mellem landene. Nedenstående tabel indeholder en kort forklaring på kilden til hver inkluderet variabel.

Variabel	Beskrivelse	Kilde
<i>Eksport af vindmølle-turbiner</i>	Eksporten af vindmølle-turbiner	CEPII Gravity-database
<i>Vindmøllestandarder</i>	Antallet af standarder relateret til vindmølleindustrien	Beregninger foretaget af forfatterne baseret på data fra Danmarks Statistik og ICS-koder
<i>GDP</i>	Nominal GDP	Penn World Table 100
<i>Afstand</i>	Afstand	CEPII GeoDist-database
<i>Regionale handelsaftaler mellem landene</i>	Er der en regional handelsaftale for varer mellem landene?	CEPII GeoDist-database
<i>Frihandelsaftaler mellem landene</i>	Er der en frihandelsaftale mellem landene?	CEPII GeoDist-database
<i>Teknologisk forskel i vindmølleekspertise</i>	Forskellen mellem antallet vindmølle-relaterede patenter mellem landene	OECD Patent Statistics. Beregninger baseret på Garsous & Worack (2021)

Analysen dækker stort set alle lande, der har handlet med vindmøller, med kun nogle få undtagelser, som fremgår af figur 11 nedenfor.

Figur 11: Lande, der er omfattet af handelsmodellen



Resultater

I Tabel 1 viser vi resultaterne af vores model i tre forskellige modelspecifikationer.

Model 1 forklarer eksport som et resultat af antallet af standarder, størrelsen på eksponerende og importerende økonomier, afstanden mellem landene og frihandelsaftaler. Dette er en gravity-model i stil med Ramel, Mangelsdorf & Blind (2018) og Menon (2023).

Model 2 forklarer eksport som et resultat af antallet af standarder, den teknologisk forskel i vindmølleekspertise, afstanden mellem landene og frihandelsaftaler, men inkluderer ikke størrelsen på økonomierne. Denne model er inspireret af Garsous & Worack (2021).

Model 3 inkluderer både variablerne fra model 1 og 2 og er vores valgte model som bedste estimat.

Tabel 1: Resultaterne af tyngdemodellen for 3 forskellige modelspecifikationer. Standardfejl i parentes

	Model 1	Model 2	Model 3
Antallet af vindmøllestandarder	0.143*** (0.055)	0.092* (0.05)	0.125** (0.54)
Teknologisk forskel i vindmølleekspertise		0.109*** (0.016)	0.353*** (0.02)
Afstand mellem landene	-0.155*** (0.045)	-0.134*** (0.04)	-0.388*** (0.043)

Frihandelsaftale	0.168 (0.150)	0.338** (0.15)	0.147 (0.145)
Regional handelsaftale	0.778*** (0.088)	0.845*** (0.084)	0.746** (0.086)
GDP i den importerende økonomi	0.514*** (0.025)		0.775*** (0.028)
GDP i den eksporterende økonomi	0.005 (0.032)		
Nobs	5914	5914	5914

*** p< 0.01, ** p<0.05, *p<0.1. Standardfejl, der er robuste over for heteroskedasticitet

Antallet af vindmøllestandarde har en positiv koefficient i alle tre modelspecifikationer, der spænder mellem 0,092 og 0,143. Dette er på en lignende skala, men lidt højere end tidligere undersøgelser. Menon (2023) fandt en koefficient på 0,088 for sektorspecifikke standarder, mens Ramel, Mangelsdorf & Blind (2018) fandt koefficienter på 0,06-0,07 for europæiske standarder og 0,12 for internationale standarder. Elasticiteten, vi finder for vindmøllestandarde på vindmølleeksport, er lidt højere end det, der er fundet for standarder inden for eksport generelt før, men mere eller mindre i overensstemmelse med, hvad Ramel, Mangelsdorf & Blind (2018) finder for internationale standarder.

Vores resultater viser, at afstand mellem landene har en negativ effekt på eksporten af vindmølleturbiner. Dette indikerer, at lande er mindre tilbøjelige til at handle med lande, der er længere væk. Afstand viser en lavere koefficient end de fleste handelsanalyser, dog er en koefficient i omfanget af -1 mere almindelig. Dette skyldes sandsynligvis, at der er få lande, der dominerer salget af vindmøller, og der derfor er mindre mulighed for at vælge, hvem man vil købe fra afhængigt af afstand.

De regionale handelsaftaler og frihandelsaftalerne har positive koefficienter, hvor den regionale handelsaftale har en højere koefficient. Dette skyldes muligvis, at den regionale handelsaftale opsamler nogle af de samme variationer som afstandsvariablen.

Størrelsen på den importerende økonomi har en positiv effekt, hvilket indikerer at lande med større økonomier importerer flere vindmølleturbiner. Koefficienten er stor og signifikant. BNP i det eksporterende land har ingen betydning i model 1 og er derfor ikke inkluderet i model 3. Det er ikke overraskende, at BNP i det eksporterende land er relativt uafhængigt af eksporten af vindmøller, da mange små lande er vigtige i vindmølleindustrien.

Forskellen mellem eksportørens og importørens teknologiske niveau har en stor og signifikant koefficient, som er i overensstemmelse med Garsous & Worack (2021), der fandt en koefficient på 0,42.

Økonomisk tolkning

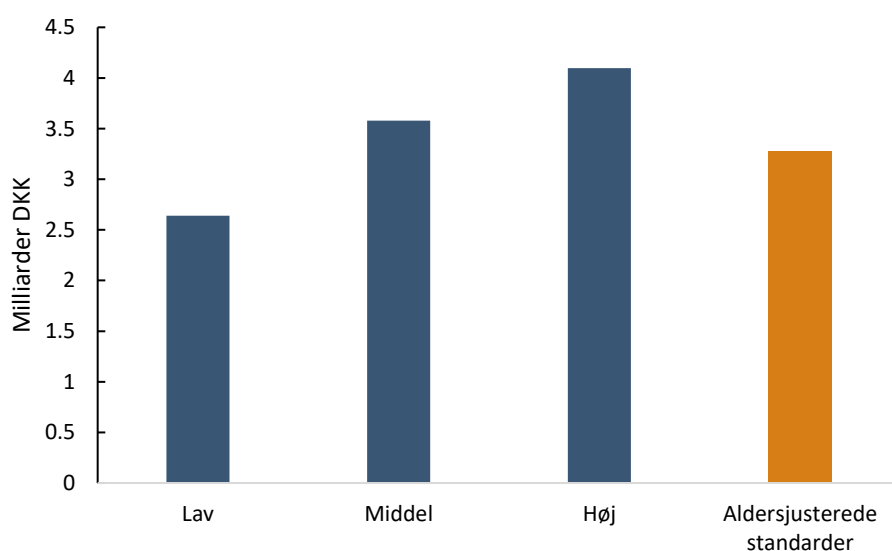
Resultaterne fra gravity-modellen viste, at en stigning på en procent i antallet af vindmøllestandarde er forbundet med en stigning på 0,092-0,143 procent i eksporten af vindmølleturbiner. I perioden fra 1996 til 2021 var den gennemsnitlige vækstrate i antallet af vindmøllestandarde 12,5 procent. Ved at gange vækstraten for standarder med gravity-modellens estimat kan vi konkludere, at stigningen i standarder var forbundet med en årlig stigning i eksporten af vindmølledele på 1,16 procent til 1,79 procent i samme periode.

Eksporten af vindmølledele fra Danmark er steget med i gennemsnit 7,4 procent om året, hvilket betyder, at standarder kan relateres til mellem 15 og 25 procent af væksten i eksporten af vindmølleturbiner. Fra 1996 til 2021 var væksten af vindmølledele cirka 17 milliarder danske kroner, hvilket betyder, at standardisering er forbundet med en vækst i eksporten på mellem 2,6 og 4,1 milliarder DKK.

Robusthedstest: Aldersjusterede standarder

Der er to hovedmetoder til at benytte beholdningen af standarder i denne type analyser. Den mest anvendte metode, som vi bruger i hoveddelen af rapporten, bruger beholdningen af aktive standarder. Ulempen ved dette er, at man ikke opfanger effekterne af, at en standard bliver revideret. Den anden metode tæller alle publikationer af standarder, enten de er nye standarder eller reviderede, og skaber derefter en beholdning af standarder ved at aldersjustere disse standarder. Denne metode er blandt andet blevet anvendt i robusthedstest af EY, Menon Economics & Knowence (2021). Den aldersjusterede beholdning af standarder skabes ved at nedskrive standarder med 5 procent om året for hvert år, indtil de trækkes tilbage. Når de trækkes tilbage, fjernes resten af den oprindelige standard fra beholdningen af standarder. Vi har kørt analysen, som blev præsenteret ovenfor, med de aldersjusterede standarder som en forklarende variabel i stedet for antallet af standarder, og resultaterne er meget ens.

Figur 12: Sammenligning af estimatet af eksportvæksten, der er forbundet med standardisering i modellerne med aldersjusterede standarder og de tre estimater i hovedrapporten



Som det kan ses af figuren, ligger estimatet, hvor vi bruger aldersjusterede standarder, meget tæt på middelestimatet. At disse estimater er så ens, er en vigtig robusthedstest, som styrker troværdigheden af resultaterne, som vi finder i hovedrapporten.

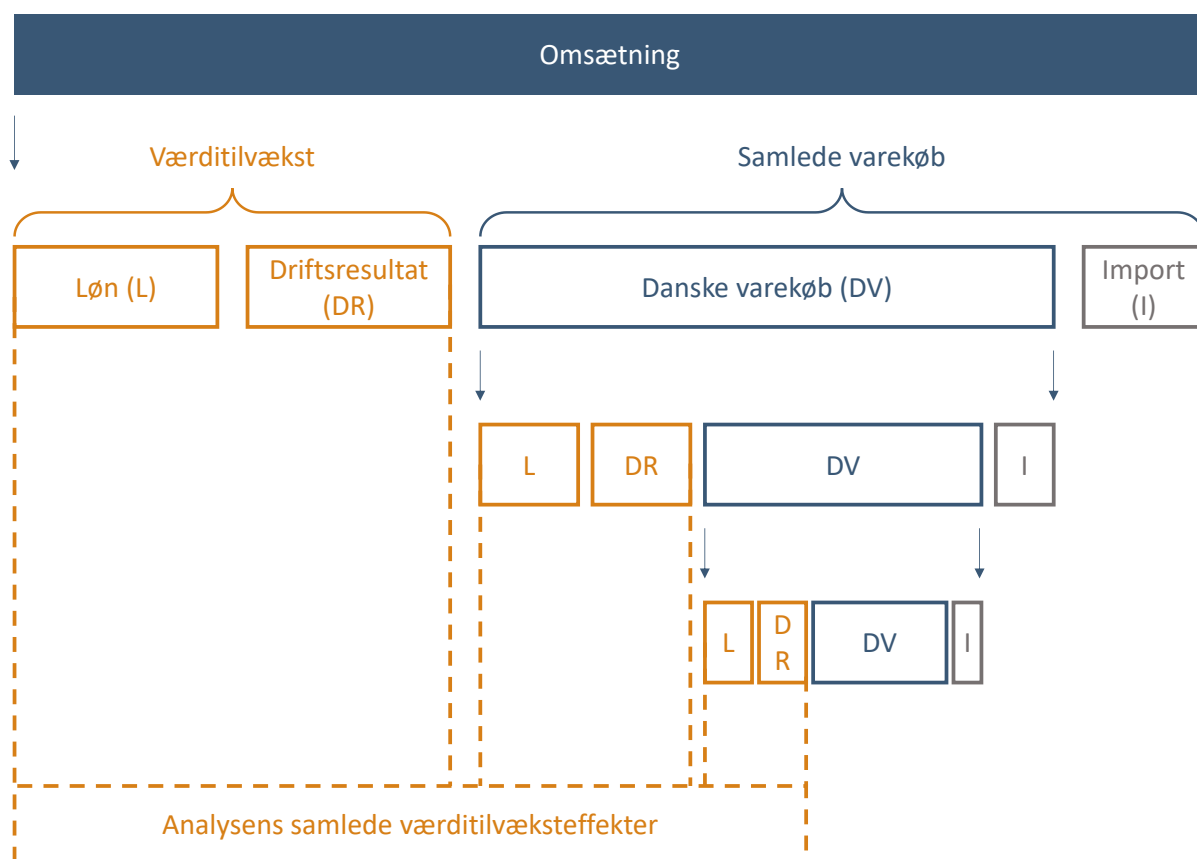
Bilag 3: Model for analyse af direkte og indirekte effekter

Analysen af vindmøllestandardernes totale bidrag til beskæftigelse og værditilvækst baserer sig på en analyse af direkte og indirekte effekter.

Når en virksomhed driver sin aktivitet, har dette gennem handel effekt på efterspørgslen hos en række virksomheder i forskellige brancher. I første omgang vil virksomheden efterspørge leverancer fra sine direkte leverandører, hvilket vil betyde øget produktion hos disse virksomheder. Dette vil igen påvirke efterspørgslen hos endnu flere længere nede i værdikæden. Investeringerne vil således understøtte både værdiskabelse og beskæftigelse hos en lang række virksomheder. Det er dette, vi kalder led i værdikæden.

For hver virksomhed i hele værdikæden kan vi dele omsætningen op i fire forskellige kategorier: indenlandske varekøb, udenlandske varekøb, driftsresultat og lønomkostninger. Summen af de to sidstnævnte udgør det, der kaldes værditilvækst, mens danske varekøb danner omsætning for virksomhederne i næste led af værdikæden. Figuren nedenfor illustrerer, hvordan en investering har effekter for hele værdikæden. Summen af de orange bokse i alle led udgør de samlede værditilvæksteffekter.

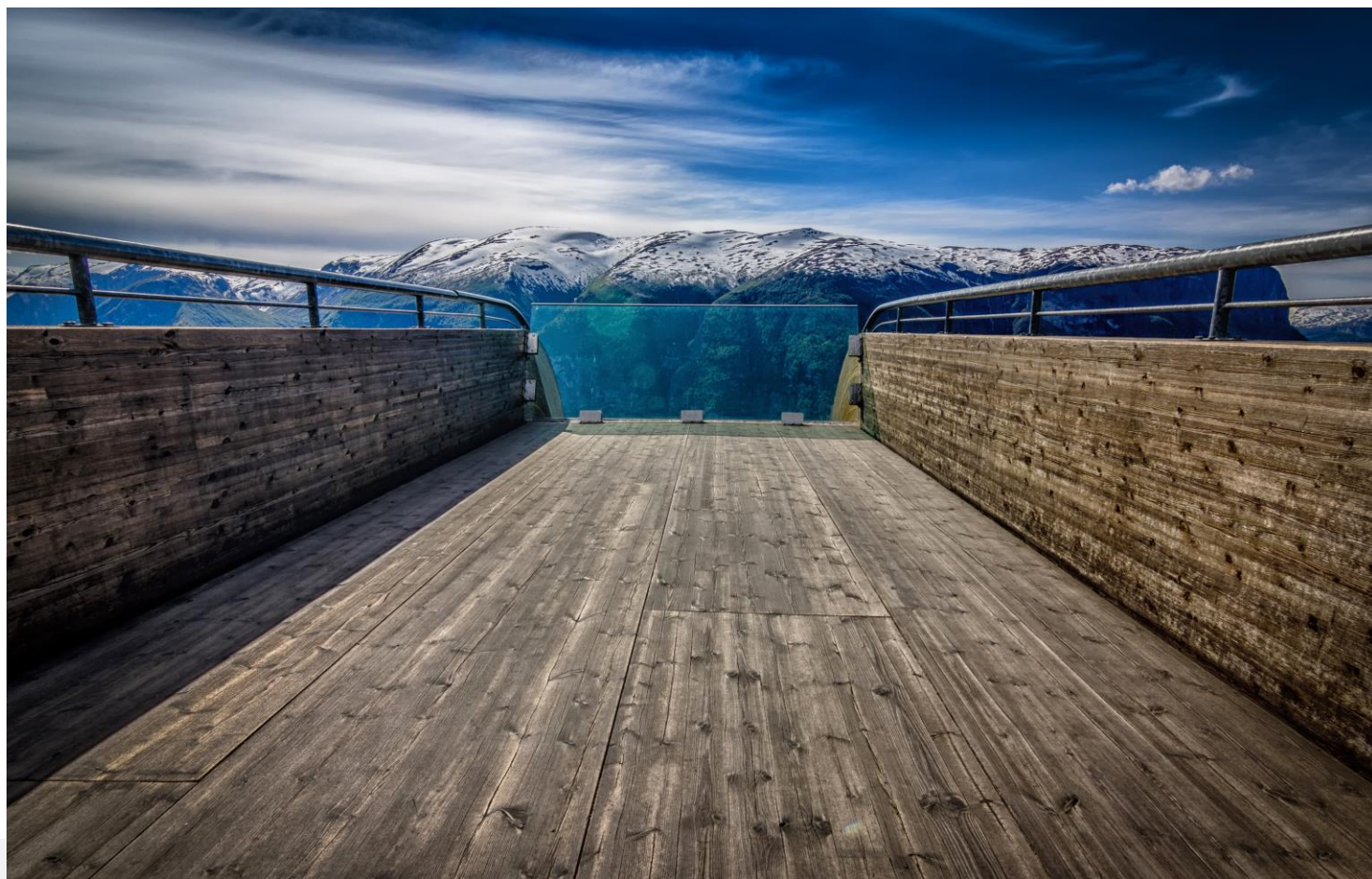
Figur 13: Illustration af direkte og indirekte værditilvæksteffekter



Efterspørgselsændringer – som følge af enkeltprojekter, ændringer i rammebetingelser eller andet – vil påvirke det danske erhvervsliv ud over det, der sker i den enkelte branche. Vi har modelleret disse effekter ved at beregne størrelsen af investerings- og driftsomkostninger, samt deres effekter på beskæftigelse ved hjælp af

Danmarks Statistiks input/output-tabeller. Disse tabeller viser omfanget af leverancer, beskæftigelse, skatter og afgifter samt import og eksport i 117 danske brancher. Dette danner grundlaget for vores model.

Vi starter beregningerne ved at placere den samlede efterspørgselsimpuls (i dette tilfælde den andel af eksport, der kan tilskrives vindmøllestandarder) i den økonomiske kategori, som den tilhører, i modellen. Modellen regner så på baggrund af dette, ud for effekterne på beskæftigelse. For at kunne producere varer og tjenester, køber virksomhederne andre varer og tjenester fra andre virksomheder i Danmark, samt importerer dem. Input/output-tabellerne viser gennemsnitlig import for hver branche, samt et overblik over leverancer mellem de 117 forskellige brancher i statistikken. På baggrund af dette, kan vi beregne beskæftigelsesbidraget bagud i værdikæden. Effekterne bliver mindre og mindre for hvert led i værdikæden. Vi beregner beskæftigelsesimpulsen tilbage til det tiende led, hvor effekterne næsten er lig nul. Det er vigtigt at være opmærksom på, at en analyse af direkte og indirekte effekter er en såkaldt bruttoanalyse. Bruttoværditilvækst er højere end nettoværditilvækst. Bruttoværditilvækst inkluderer værditilvækst, der kommer som følge af aktiviteter, udløst af omfordelingen af arbejdskraft og kapital, men det siger ikke noget om den alternative anvendelse af arbejdskraft eller kapital. Ved mangel på arbejdskraft, vil en del af beskæftigelsesvirkningerne, som man kommer frem til i en slik analyse, blive trukket fra andre sektorer og områder, og dermed ikke føre til en stigning i den samlede danske beskæftigelse.



Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og rådgiver virksomheder, organisationer og myndigheder.

Vi er et medarbejderejet konsulentfirma, som opererer i grænsefladerne mellem økonomi, politik og marked.

Menon kombinerer samfunds- og virksomhedsøkonomisk kompetence inden for fagområder som samfundsøkonomisk rentabilitet, værdiansættelse, erhvervs- og konkurrenceøkonomi, strategi, finans og organisationsdesign. Vi benytter forskningsbaserede metoder i vores analyser og arbejder tæt sammen med førende akademiske miljøer inden for de fleste fagområder. Alle offentlige rapporter fra Menon er tilgængelige på vores hjemmeside www.menon.no.

+47 909 90 102 | post@menon.no | Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo | menon.no